

Kijken door de ogen van een Romeinse soldaat

Een 3D-reconstructie van *castellum Laurium* rond 175 na Christus



Ruben Schouten (422562)

Colofon

Titel: Kijken door de ogen van een Romeinse soldaat

Ondertitel: Een 3D-reconstructie van *castellum Laurium* rond 175 na Christus

Auteur: Ruben Schouten

Studentnummer: 422562

Opleiding: HBO Archeologie

In opdracht van: Gemeente Woerden

Begeleiding Saxion: Maarten Sepers

Begeleiding opdrachtgever: Carolien van Dam & Iris Briels

Datum: 01-02-2022

Versie: Definitief

Afbeelding voorkant:

Gereconstrueerde *contubernium* van *castellum Laurium*. Auteur: Ruben Schouten, 2021.

Voorwoord

Voor u ligt het verantwoordingsdocument dat geschreven is als aanvulling op een archeologisch onderbouwde 3D-reconstructie van het Romeins legerkamp (*castellum*) *Laurium*. In dit document wordt er besproken hoe er aan de beschikbare data is gekomen en hoe deze verwerkt zijn in de 3D-reconstructie. Dit afstudeerproject is uitgevoerd in samenwerking met Jeroen Ammerlaan. Deze 3D-reconstructie is opgedeeld in twee onderdelen, hierbij heeft Jeroen Ammerlaan zich gericht op het exterieur van de gebouwen in *castellum Laurium* en ik heb het interieur van de gebouwen onderzocht. De 3D-reconstructie is het eindproduct voor dit afstudeerproject.

Ten eerste wil ik de gemeente Woerden bedanken voor hun steun en begeleiding tijdens het project en de mogelijkheid die ze ons gaven om dit product aan te leveren. Daarnaast wil ik Wouter Vos bedanken voor het ter beschikking stellen van zijn expertise over de Romeinse tijd. Verder wil ik Titus van Lierop bedanken voor het verlenen van zijn deskundigheid op het gebied van 3D-modelleren en het maken van de materialen. Ik wil Sifra Schouten bedanken voor het geven van feedback op mijn rapport, en ik wil Gonny Vink bedanken voor het beschikbaar stellen van een werkruimte. Tot slot wil ik mijn medestudenten bedanken voor hun hulp bij het uitwerken van mijn afstudeerproject, hierbij vooral denkend aan mijn groepsgenoot Jeroen Ammerlaan.

Ik wens u veel lees- en kijkplezier.

Ruben Schouten

Oss, 8 December 2021

Samenvatting

In opdracht van de gemeente Woerden is er een 3D-reconstructie gemaakt van *castellum Laurium*, deze reconstructie is door middel van een onderzoek naar de geschiedenis van het *castellum* tot stand gekomen. Het project is uitgevoerd in samenwerking met Jeroen Ammerlaan, waarbij er individuele producten aangeleverd worden die uiteindelijk samen komen tot een eindproduct in een 3D-reconstructie. Dit verantwoordingsdocument bedraagt de 3D-reconstructie van het interieur van de gebouwen in *castellum Laurium*. Tijdens het onderzoek was de hoofdvraag van het individuele project: *Kunnen we het interieur van de gebouwen in een castellum rond 175 na Christus zichtbaar maken in een 3D-reconstructie?*

De belangrijkste methode van onderzoeken tijdens het project was literatuuronderzoek naar opgravingsrapporten en relevante artikelen. De gefragmenteerde data is bij elkaar gebracht om een duidelijk beeld van *castellum Laurium* te vormen. De resultaten van dit literatuuronderzoek zijn getoetst door het raadplegen van Wouter Vos, een specialist op het gebied van de Romeinse tijd. Dit document behandelt de keuzes die zijn gemaakt tijdens het project, met als doel het waarborgen van de kwaliteit van de 3D-reconstructie.

Het literatuuronderzoek heeft een beeld gecreëerd van de huidige kennis van *castellum Laurium*. De vondstmaterialen van de steenbouwfase is relatief laag, er zijn twee gebouwen binnen het *castellum* bekend (de barak en het hoofdkwartier). De ligging van de omliggende weg en grachten zijn aangetroffen tijdens gravend onderzoek, maar door verstoring waren ze moeilijk te herkennen. De standaard indeling van een *castellum* wijkt af in Nederland door hun plaatsing op de smalle Rijnsoever. De mogelijke aanvullingen op de bekende indeling van *Laurium* zijn onderzocht en met deze kennis is per gebouw een plattegrond gemaakt. De aardewerk vondsten hebben een hoog percentage van luxere tafelwaar, wat typerend is voor Nederlandse *castella*. Het materiaal dat gebruikt is in de steenbouwfase bestond uit aangevoerd natuursteen en lokaal elzenhout.

Het interieur van de gebouwen is in Nederlandse *castella* niet terug gevonden. Het interieur van de 3D-reconstructie is hierdoor één mogelijke opvatting op basis van kennis over meubels uit burgerlijke context. De 3D-reconstructies is gedurende het onderzoek veelvuldig gecontroleerd op fouten en correcte verantwoording. De individuele producten zijn door de gemaakte afspraken zonder problemen geïntegreerd.

Door de grote omvang van het project is het eindproduct meerdere keren vertraagt. Dit komt door de beperkte beschikbaarheid van informatie over *castellum Laurium*. De kennisleemten zijn echter wel duidelijk geworden door het onderzoek. De 3D-reconstructie is belangrijk geweest bij het aantonen van dit gebrek aan vondstmateriaal. Het is duidelijk geworden dat er een standaard gesteld moet worden aan 3D-reconstructies in het archeologische werkveld.

Door de 3D-reconstructie is het mogelijk om een beeld te geven van één invulling van het interieur van de gebouwen in *castellum Laurium*. De mogelijkheid om door de gebouwen te lopen geeft een unieke ervaring. Door de kamers in een 3D-omgeving te plaatsen wordt de geschiedenis tastbaar voor het publiek.

Voor het bereiken van de belanghebbende zou het omzetten van de 3D-reconstructie naar een brochure of online artikel aan te raden zijn. De beste manier om interesse op te wekken bij de inwoners van Woerden is het plaatsen van een statische 3D-bril of informatieborden. Bij het presenteren van de 3D-reconstructie is het van belang om de artistieke keuzes te verantwoorden. De 3D-reconstructie is een archeologisch onderbouwd product dat tot stand is gekomen door middel van literatuuronderzoek door ergoed professionals.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	2
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	6
1.1 AANLEIDING	6
1.2 PROBLEEMSTELLING EN DOEL	8
1.2.1 Hoofdvraag	8
1.2.2 Deelvragen	8
1.3 LEESWIJZER	9
2. METHODIEK	10
2.1 AANPAK	11
2.2 LITERATUURONDERZOEK	12
2.3 PROGRAMMA'S	13
2.3.1 Qgis	13
2.3.2 AutoCAD	13
2.3.3 Maya	14
2.3.4 Substance	17
2.4 KWALITEIT	17
3. RESULTATEN	19
3.1 STANDAARD CASTELLUM INDELING	19
3.2 CASTELLUM LAURIUM	20
3.2.1 <i>Via militaris en fossae</i>	20
3.2.2 Barakken	22
3.2.3 <i>Principia</i>	26
3.2.4 Bekende indeling	28
3.3 AANVULLINGEN	29
3.3.1 <i>Fabrica</i>	29
3.3.2 <i>Horreum</i>	30
3.3.3 <i>Valetudinarium</i>	30
3.3.4 Gereconstrueerde indeling	31
3.4 AARDEWERK	32
3.4.1 Gebruiksvoorwerpen	32
3.4.2 Bouwkeramiek	33
3.5 BOUWMATERIAAL	33
3.5.1 <i>Natuursteen</i>	33
3.5.2 <i>Hout</i>	34
3.5.3 <i>Leem</i>	35
4. 3D-RECONSTRUCTIE	36
4.1 BARAKKEN	36
4.2 <i>PRINCIPIA</i>	41
4.3 INTEGRATIE	41
5. DISCUSSIE	42
5.1 PERSOONLIJKE REFLECTIE	42
5.2 INHOUDELIJKE DISCUSSIE	43

6. CONCLUSIE	45
6.1 DEELVRAGEN	45
6.1.1 <i>Microniveau</i>	45
6.1.2 <i>Mesoniveau</i>	46
6.1.1 <i>Macroniveau</i>	46
6.2 HOOFDVRAAG	46
 7. AANBEVELINGEN	 47
7.1 MICRONIVEAU	47
7.2 MESONIVEAU	47
7.3 MACRONIVEAU	47
 8. BRONNENLIJST	 48
8.1 LITERATUUR	48
8.2 INTERNETBRONNEN	50
8.3 LIJST MET FIGUREN EN TABELLEN	51
 BIJLAGE 1: ROMEINSE BEGRIPPEN	 52
 BIJLAGE 2: SOFTWARE-GERELATEERDE BEGRIPPEN	 55

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van een afstudeeronderzoek voor de opleiding Archeologie van de Saxion Hogeschool te Deventer is er samen met medestudent Jeroen Ammerlaan als projectgroep een 3D-reconstructie gemaakt van *castellum Laurium*, dat in het centrum van Woerden ligt (zie fig. 1). Deze 3D-reconstructie is opgedeeld in twee onderdelen, hierbij heeft Jeroen Ammerlaan zich gericht op het exterieur van de gebouwen en het muurwerk in *castellum Laurium*. Dit rapport richt zich op het tweede onderdeel: de reconstructie van het interieur van de gebouwen, dit bedraagt het grote meubilair van acht verschillende kamers in het *castellum*. Tijdens het afstudeerproject zijn er verscheidene keuzes gemaakt, die in dit verantwoordingsdocument verder worden toegelicht. Ook veranderingen ten opzichte van het Plan van Aanpak worden in dit document verantwoord.¹

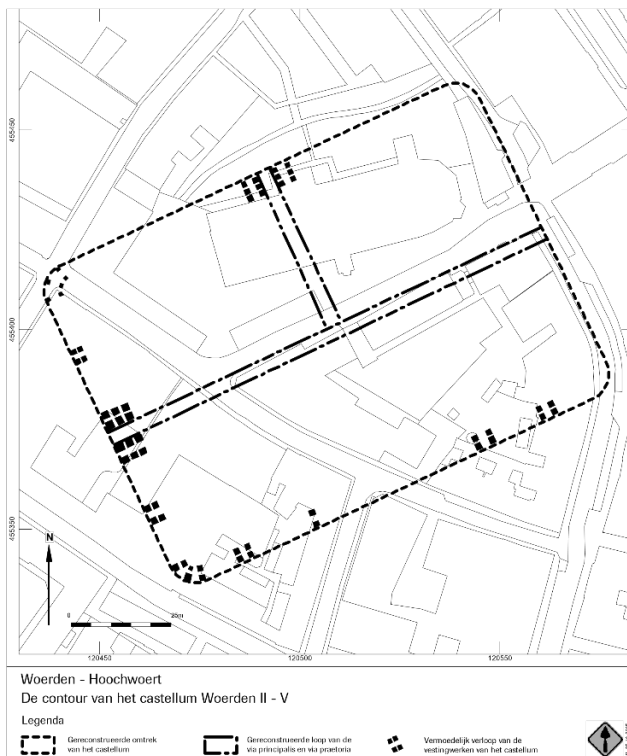


Fig. 1 Ligging *castellum Laurium* te Woerden.

Vanuit de gemeente Woerden was er vraag naar meer publieksbereik voor het Romeinse grensgebied (*limes*), met als doel de Nederlandse bevolking te informeren over de Neder-Germaanse *limes*. Het belangrijkste uitgangspunt was het naar voren laten komen van wat *castellum Laurium* uniek maakt. Door middel van dit onderzoek werd de gefragmenteerde data verzameld en verwerkt tot een product dat gedeeld kan worden met het geïnteresseerde publiek. Daarnaast was het voornemen van Unesco, ten tijde van de start van het project, om de *limes* te includeren tot de lijst van het Nederlands werelderfgoed.

Het *castellum Laurium* te Woerden heeft ruim 200 jaar bestaan (± 40 -260 na Christus).² Het *castellum* was gedurende deze periode meerdere keren verbouwd. Deze verbouwingsfasen werden in het ADC rapport uit 2008³ onderverdeeld in vier verschillende faseringen, namelijk: Woerden I (39-41), Woerden II (41-68), Woerden III (70-175) en

Woerden IV (175-260).⁴ Dit project richt zich op de steenbouw fase, Woerden IV, van *castellum Laurium*. De exacte datering van de opbouw-, verbouwing- en afbraakfase van *castellum Laurium* waren moeilijk te bepalen en zijn dus hypothetisch. Voor het project werden deze benamingen gebruikt om verwarring met eerder onderzoek te voorkomen. Eén van de verbouwingsfasen was van houtbouw naar steenbouw naar aanleiding van aanvallen van de Germanen tussen 170 en 174. In opdracht van keizer Marcus Aurelius (161-180) werden veel houten *castella* vervangen in steen voor betere bescherming.⁵ In het Nederlandse deel van de *limes* vond de verstening van de *castella* pas relatief laat plaats vergeleken met het Duitse deel van de *limes*.⁶ Dit project doet onderzoek naar *castellum Laurium* rond het jaar 175, kort na de verbouwing van houtbouw naar steenbouw. Informatie van eerdere fasen werd gebruikt om kennisleemte aan te vullen.

¹ Schouten 2021, 7.

² Blom/Vos 2008, 25.

³ *Ibidem*.

⁴ *Ibidem*, 423.

⁵ de Hingh/Vos 2006, 88.

⁶ Vos/Blom/Hazenberg 2010, 54.

De omgeving van *castellum Laurium* is gedurende meerdere archeologische opgravingen onderzocht, beginnend vanaf 1975 (zie fig. 2). Deze opgravingen leverde op het begin echter alleen de vermoedelijke grachten op van Woerden I.⁷ Pas eind twintigste eeuw werd er meer aangetroffen van *castellum Laurium* door middel van een tweetal proefsleuven onderzoeken. Bij het eerste onderzoek werden er voor het eerst sporen van de omwalling aangetroffen, namelijk een aardenwal met een bijbehorende toren aan de zuidoostzijde van het castellum.⁸ De omvang van het *castellum* werd vervolgens vastgesteld met het tweede proefsleuven onderzoek aan de zuidwestelijke kant.⁹ Door de bouw van een parkeergarage moest er in 2002 tot en met 2004 verder gravend onderzoek verricht worden in het centrum van Woerden. Deze opgraving is, samen met diverse kleine archeologische onderzoeken in het najaar van 2004 en later in 2005 en 2006, samengevat in het ADC-rapport uit 2008.¹⁰ Bij deze opgravingen zijn er meer sporen aangetroffen van de faseringen van *castellum Laurium*, helaas had er maar een kleine hoeveelheid betrekking op de steenbouwfase. De enige bruikbare informatie over Woerden IV waren de sporen van de barakken en het hoofdkwartier van het *castellum*. De fundering van het hoofdkwartier werd terug gevonden tijdens een opgraving in 2015. De oorzaak hiervan is de ligging van het *castellum*, deze ligt namelijk onder het huidige centrum, waardoor er beperkt gravend onderzoek verricht kan worden.

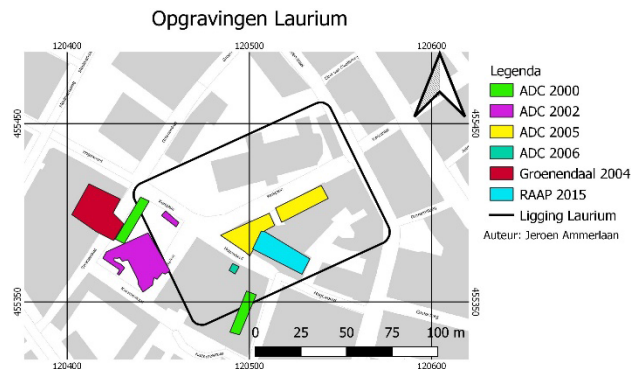


Fig. 2 Opgravingsoverzicht van *castellum Laurium*.

Door de gefragmenteerde data te verzamelen kan er een beeld gegeven worden van hoe het *castellum* er van binnen uitzag. Er is gekozen voor een 3D-reconstructie als onderzoeksmethode, omdat deze manier van reconstrueren de maker uitdaagt om over meer details na te denken dan bij een rapport zou worden gedaan. Een voorbeeld hiervan was de hoogte en materialen van de ramen. Daarnaast sluit de 3D-reconstructie goed aan bij de wens van de opdrachtgevers; het publiek informeren en interesseren voor de Neder-Germaanse *limes*. De 3D-reconstructie maakt *castellum Laurium* tastbaar voor het publiek.

De 3D-reconstructie biedt nieuwe inzichten in de kennis die er momenteel is over het interieur van de gebouwen in een *castellum*. De informatie die beschikbaar is van *castella* wordt vaak afgebeeld als een plattegrond. Door dit te veranderen in een 3D-reconstructie komt de plattegrond tot leven als een heel gebouw. Wanneer de reconstructie in een 3D-omgeving geplaatst wordt kan het van meerdere kanten bekeken worden om een beter idee te geven over de ruimtelijke inrichting van de kamers.

De 3D-reconstructie zal aangeleverd worden in combinatie met het verantwoordingsdocument als het volledige eindproduct. Dit eindproduct wordt overhandigd aan de gemeente Woerden, waarna het gebruikt zal worden om de Nederlandse bevolking te informeren over de Neder-Germaanse *limes*. Verspreid door dit document zijn afbeeldingen van deze 3D-reconstructie opgenomen om een beeld te geven van de gemaakte keuzes. Ter verduidelijking zijn er twee verklarende woordenlijsten aangeleverd die de Romeinse begrippen en software-gerelateerde begrippen uitleggen. Bij het eerste gebruik van deze termen worden ze kort uitgelegd en zullen de Romeinse begrippen roodgekleurd zijn en de Software-gerelateerde begrippen groengekleurd zijn. Bij later gebruik zijn deze begrippen alleen nog *cursief* weergegeven. In de bronnenlijst is een overzicht opgenomen met de bronnen voor de gebruikte afbeeldingen. Daarnaast wordt in ieder hoofdstuk eenmalig de bron van de opgraving vernoemd om herhaling te voorkomen.

⁷ Bogaers/Haalebos 1976.

⁸ Haalebos/Vos 1999.

⁹ Haalebos/Lanzing 2000.

¹⁰ Blom/Vos 2008.

1.2 Probleemstelling en doel

Het doel van dit project was om een archeologisch onderbouwde 3D-reconstructie te maken van *castellum Laurium*. Om dit doel te bereiken werd er een hoofdvraag met deelvragen geformuleerd, deze vragen zijn gebruikt als richtlijnen voor het literatuuronderzoek.

De deelvragen zijn onderverdeeld in drie groepen, namelijk vragen op een micro-, meso- en macroniveau. Wanneer er gekeken werd naar een deelvraag op microniveau werd er alleen gekeken naar *castellum Laurium* en het omringende gebied rond 175 na Christus. Het mesoniveau betreft het grensgebied rond de muur van Antoninus in Engeland tot en met de Neder-Germaanse *limes* die stopt rond de stad Bonn in Duitsland. Deze keuze werd gemaakt op basis van de beschikbare bronnen over de vergelijkbare *castella* in Engeland en Duitsland rond het jaar 175. Op macroniveau werd er gekeken naar het gehele Romeinse Rijk, de oorzaak hiervan was een gebrek aan goed geconserveerd vondstmateriaal op micro- en mesoniveau. Deze informatie was van belang voor het invullen van het interieur van de gebouwen in *castellum Laurium*. De hoofdvraag en één deelvraag zijn ten opzichte van versie 1 aangepast, de verantwoording hiervoor zal plaatsvinden in de inhoudelijke discussie. De deelvragen worden verder toegelicht met een korte omschrijving in hoofdstuk 2.

1.2.1 Hoofdvraag

Kunnen we het interieur van de gebouwen in een *castellum* rond 175 na Christus zichtbaar maken in een 3D-reconstructie?

Door het interieur van de gebouwen in *castellum Laurium* weer te geven in een 3D-reconstructie kan er een duidelijk beeld gecreëerd worden van de leefomstandigheden tijdens de steenbouwfase. Het interieur van de gebouwen in een *castellum* kan een beeld geven over de bezigheden die plaatsvonden binnen de muren. Tevens kan het ook inzicht geven in de kwaliteit van leven binnen het *castellum*, wanneer er wordt gekeken naar de gebruikte materialen en de hoeveelheid ruimte die er beschikbaar was voor één individu. In de archeologie wordt er vaak gekeken naar de grote lijnen, dit gaat soms ten koste van de kleine details. Tijdens dit project wordt er geprobeerd te beantwoorden of het mogelijk is om een 3D-reconstructie te maken bij gebrek aan vondstmateriaal. De keuze voor 175 na Christus was gemaakt omdat dit kort na de verbouwing van de houtbouwfase naar de steenbouwfase van *castellum Laurium* viel. Hierdoor was er ook de mogelijkheid om van eerdere fases in het *castellum* data te gebruiken bij het beantwoorden van de hoofd- en deelvragen. Het 3D-reconstrueren van *castellum Laurium* was de onderzoeksmethode die werd gebruikt om de hoofdvraag te beantwoorden.

1.2.2 Deelvragen

Micro

1. Hoe zag de indeling van het *castellum* er uit in 175 na Christus?
2. Wat waren de primaire functies van de gebouwen in *castellum Laurium*?
3. Welk bouw materiaal is er gebruikt bij de bouw rond 175 na Christus?
4. Wat waren de typen aardewerk die zijn aangetroffen in *castellum Laurium*?

Meso

5. Welke kennis over de inrichting van andere *castella* langs de *limes* kan worden gebruikt om kennisleemten over de constructie van *castellum Laurium* aan te vullen?

Macro

6. Wat is er bekend over het interieur van de gebouwen in de Romeinse *castella* in andere delen van het Romeinse Rijk?

1.3 Leeswijzer

In dit verantwoordingsdocument worden er diverse onderdelen van het project behandeld. Om dit overzichtelijk te maken zijn de onderdelen verdeeld in hoofdstukken en subhoofdstukken.

Het tweede en volgende hoofdstuk geeft een beschrijving van de deelvragen en gebruikte methodiek die werd toegepast tijdens het project. De waarborging van de kwaliteit van de 3D-reconstructie wordt hierbij ook toegelicht.

In hoofdstuk drie worden de resultaten van het literatuuronderzoek behandeld. Dit literatuuronderzoek betreft het vooronderzoek van de gehele projectgroep en het individuele literatuuronderzoek naar het interieur van de gebouwen in *castellum Laurium*.

Hoofdstuk vier geeft een overzicht van de 3D-reconstructie, hierbij wordt er gekeken naar het project vanuit het eindproduct. Elk gereconstrueerd gebouw krijgt een uitleg van de gemaakte keuzes en vervolgens wordt de integratie van individuele onderdelen van de projectgroep behandeld.

Hierna zal in hoofdstuk vijf een persoonlijke en inhoudelijke discussie plaatsvinden over de ontstane problemen en wetenschappelijke reflectie van het project.

In hoofdstuk zes zal er een conclusie worden gegeven op de hoofd- en deelvragen. Dit hoofdstuk wordt opgevolgd door de aanbevelingen, waarbij wordt gekeken naar de toekomst van het eindproduct.

Tot slot is er een bronnenlijst toegevoegd. In de bijlage zijn er begrippenlijsten opgenomen om de termen te verduidelijken.

2. Methodiek

In dit hoofdstuk wordt de methodiek beschreven die werd gebruikt tijdens het project, bestaande uit het literatuuronderzoek, gebruikte programma's en de waarborging van kwaliteit tijdens het project. De uitvoering van deze onderdelen vormen het eindproduct dat werd beschreven tijdens het Plan van Aanpak, afwijkingen hiervan worden besproken en gemaakte keuzes worden toegelicht.¹¹ Zoals benoemd in het voorgaande hoofdstuk worden de deelvragen eerst kort toegelicht.

1. Hoe zag de indeling van het castellum er uit in 175 na Christus?

Voor het beantwoorden van deelvraag 1 werd er gekeken naar de opgravingsrapporten van *castellum Laurium*. Hierbij waren sporen gevonden van de originele indeling. Wanneer er geen bronnen beschikbaar waren van *castellum Laurium*, werd er verder gekeken naar nabijgelegen *castella*. Hierdoor veranderde de vraag van micro- naar macroniveau. Deze data werden samengebracht tot één definitieve plattegrond van *castellum Laurium*.

2. Wat waren de primaire functies van de gebouwen in castellum Laurium?

Voor het beantwoorden van deelvraag 2 werd er gekeken in de literatuur en naar de opgravingsrapporten van andere *castella*. Hierbij werd er gekeken naar het geïnventariseerd vondstmateriaal, deze konden namelijk iets vertellen over de inhoud van een kamer in een gebouw en daarmee ook iets over de functie van de kamer. De verwachte vondsten in een barak waren bijvoorbeeld delen van de uitrusting van een Romeinse soldaat. Deze deelvraag werd voornamelijk behandeld samen met deelvraag 1, deze deelvragen zijn aan elkaar gerelateerd waarbij deelvraag 1 vooral inging op het *castellum* als geheel en deelvraag 2 op de individuele gebouwen en hun unieke functies.

3. Welk bouw materiaal is er gebruikt bij de bouw rond 175 na Christus?

Bij deze deelvraag werd er gekeken naar de opgravingsrapporten van *castellum Laurium* zelf. De periode die werd gereconstrueerd door de projectgroep vond plaats tijdens de steenbouwfase van het *castellum*. Hierna werd er gekeken naar *castella* uit de omgeving om het bouw materiaal te vergelijken. Deze bronnen konden hierdoor een duidelijk beeld geven van de bouwmaterialen in het *castellum*.

4. Wat waren de typen aardewerk die zijn aangetroffen in castellum Laurium?

Voor het beantwoorden van vraag 4 werd er gekeken naar de soorten aardewerk die waren aangetroffen bij opgravingen van *castellum Laurium*. Aardewerk was maar één van de materiaalcategorieën van huisraad die aan bod kwam tijdens het archeologisch onderzoek, echter kon het al voldoende informatie geven over het interieur van de gebouwen. Aardewerk kan een beeld geven van de leefomgeving. Dit kwam door de functie van het specifieke aardewerk, Romeinse kruiken (*amfoor*) werden voornamelijk gebruikt voor opslag en borden bijvoorbeeld voor eten. Uit deze informatie kon de inrichting of functie van een kamer beredeneerd worden. Tevens kon er aan de hand van het type aardewerk beargumenteerd worden wat de geschatte kwaliteit van leven was in het *castellum*. Luxe aardewerk was namelijk een indicatie van een betere leefomgeving, hieruit kunnen echter geen conclusies getrokken worden omdat dit geen één-op-één relatie is.

5. Welke kennis over de inrichting van andere castella langs de limes kan worden gebruikt om kennisleemten over de constructie van castellum Laurium aan te vullen?

Voor het beantwoorden van vraag 5 werd er eerst gekeken naar de opgravingsrapporten van *castellum Laurium*. Hierna werd er een inventarisatie gemaakt van de kennisleemten van de indeling van *castellum Laurium*. Vervolgens werd er op mesoniveau gekeken naar opgravingsrapporten van andere *castella*, deze rapporten werden met elkaar vergeleken en er werd bekeken of er overeenkomende aspecten waren met de constructie van *castellum Laurium*. De kennisleemten in *Laurium* konden hierdoor opgevuld worden met de verzamelde data vanuit andere *castella*.

¹¹ Schouten 2021, 7.

6. Wat is er bekend over het interieur van de gebouwen in de Romeinse castella in andere delen van het Romeinse Rijk?

Bij deze deelvraag werd er gekeken naar vondstmateriaal uit *castella* op macroniveau. De verzamelde informatie werd per gebouw bekeken en vergeleken met *castellum Laurium*. Zo werd er inzicht verkregen over welke informatie ontbrak in Woerden. Vervolgens werd er gekeken naar de details in de gebouwen zelf, zoals hoe het meubilair eruit zag. Het beeld dat hieruit naar voren kwam gaf een duidelijk beeld over de huidige kennisleemten van het interieur.

2.1 Aanpak

Bij de start van het project was er begonnen met een literatuuronderzoek om de beschikbare bronnen te verzamelen over *castellum Laurium* (zie fig. 3). Met behulp van dit onderzoek werd de gefragmenteerde data verzameld om vervolgens een plattegrond te

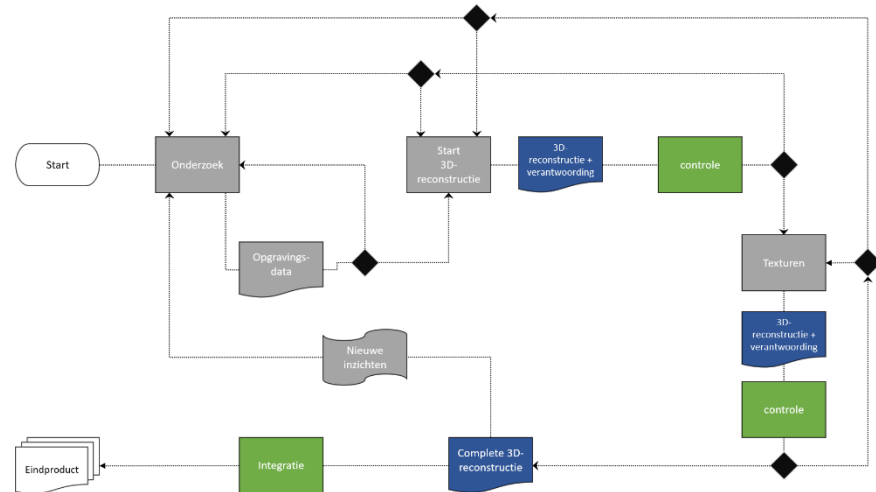


Fig. 3 Onderzoeksproces van het project.

maken van de bekende gebouwen in het *castellum*. Dit onderzoek werd vervolgens uitgebreid door informatie te vergaren over andere *castella* en Romeinse legioenlegerplaatsen (*castra*) op mesoniveau. Dit onderdeel werd voornamelijk uitgevoerd door de projectgroep samen, waarbij de *castella* en *castra* onderverdeeld werden per groepslid. Hierna werd met behulp van deze bronnen een gereconstrueerde plattegrond gemaakt van *castellum Laurium*. Deze ruimtelijke indeling werd getoetst bij senior-KNA-archeoloog en Romeinse tijd specialist Wouter Vos.

Gedurende het modellerproces dat behandeld wordt in paragraaf 2.3, werd er per onderdeel verder literatuuronderzoek gedaan wanneer er vraag naar was vanuit de projectgroep. Het project legde prioriteit op de bekende gebouwen van *castellum Laurium*. Hierdoor werden de gebouwen waar de meeste informatie van beschikbaar was als eerste gereconstrueerd. De individuele gebouwen waren op deze manier gerangschikt, om te bepalen wat de belangrijkste gebouwen waren om te reconstrueren voor het eindproduct. Wanneer er geen archeologische sporen waren aangetroffen van een individueel gebouw binnen *castellum Laurium* werd deze aangevuld met informatie vanuit andere *castella*. Deze keuze was gemaakt door de omvang van het project, en de wens van de opdrachtgever om een onderscheid te maken tussen de aangetroffen archeologische sporen en de artistieke invullingen van de projectgroep.

De gereconstrueerde gebouwen met interieur werden door middel van gekleurde afbeeldingen (*texture*) omgezet naar definitieve producten die samengevoegd konden worden tot het eindproduct. De individuele onderdelen van de projectgroep worden geïntegreerd aan het einde van het project, waarbij de afspraken die gemaakt waren tijdens het Plan van Aanpak zullen zorgen voor een nauwkeurige aansluiting op het gehele eindproduct.¹² Deze individuele onderdelen worden verder toegelicht in de onderstaande paragrafen.

¹² Schouten 2021, 9.

2.2 Literatuuronderzoek

Voorafgaand aan het project was er een literatuuronderzoek uitgevoerd om informatie te verzamelen over het *castellum* en de omgeving. Dit onderzoek had voornamelijk opgravingsrapporten, wetenschappelijke publicaties en boeken over *castella* en *castra* opgeleverd. Dit proces was aanvankelijk gerealiseerd door de gehele projectgroep, waarbij de focus lag op globale informatie over de *castella* en *castra* langs de *limes* in Nederland en Duitsland. Dit werd later uitgebreid met het grensgebied van Engeland na de ontdekking van in grootte vergelijkbare gebouwen in *castella* in die regio. Tijdens het literatuuronderzoek naar het gebruikte meubilair in de *castella* werd de inperking tot de *limes* opzij gezet door een gebrek aan goed geconserveerd vondstmateriaal in de regio. Hierdoor was het noodzakelijk om te kijken naar literatuurbronnen verspreid over het gehele Romeinse Rijk.

Bij aanvang van het project werd het archeologische park te Xanten bezocht door de projectgroep. Dit archeologische park is een reconstructie van de Romeinse stad *Colonia Ulpia Traiana* compleet met stadsmuren en voorbeelden van experimentele archeologie, zoals het interieur van gebouwen en dakbedekking. De aanwezige gebouwen waren voorzien van documentatie die uitleg gaven over de functies van de kamers, deze documentatie gaf echter geen uitleg over het tot stand komen van de reconstructies. Tijdens dit bezoek werd er een logboek bijgehouden van opgemeten data en waren er foto's genomen van de gebouwen en hun interieur. De verzamelde gegevens werden gebruikt tijdens het reconstrueren van *castellum Laurium* als aanvulling op bronnen afkomstig uit het literatuuronderzoek. De reconstructies werden hierdoor niet gebruikt als primaire bron, maar als voorbeelden van mogelijke constructies. Bij het gebruik van deze voorbeelden wordt het duidelijk vermeld en worden de tekortkomingen besproken.

De primaire bron die gebruikt werd bij het reconstrueren van de interne indeling van *castellum Laurium* was het opgravingsrapport over de opgravingen uitgevoerd door ADC binnen het *castellum*terrein te Woerden.¹³ Dit rapport omvatte meerdere periode van de vroege Romeinse tijd (van 12 voor Christus tot 70 na Christus) tot en met de Nieuwe Tijd (van 1500 na Christus tot heden).¹⁴ Een geringe hoeveelheid had hierdoor betrekking op de steenbouwfase van *castellum Laurium*. De eerdergenoemde Romeinse tijd specialist Wouter Vos en auteur van het rapport werd ook geraadpleegd gedurende het project. Naast het opgravingsrapport van de gemeente Woerden, werd er ook gebruik gemaakt van het boek "Het archeologische onderzoek naar de militaire bezetting en de scheepvaart van *Laurium*"¹⁵. Dit boek richt zich op het informeren van de inwoners van Woerden over het *castellum* dat zich bevindt onder het centrum van de stad. Het boek is een deel uit een reeks over diverse Nederlandse steden, waardoor het een belangrijke bron was die doorverwees naar aanvullende informatie over de Nederlandse *limes*.

¹³ Blom/Vos 2008.

¹⁴ <https://www.sikb.nl/archeologie/richtlijnen/brl-sikb-4000> op 24-11-2021.

¹⁵ Vos/Blom/Hazenbergh 2010.

Bij aanvang van het project werd er bepaald welke programma's er gebruikt zouden worden, zoals beschreven in het Plan van Aanpak. De gekozen applicaties worden in de onderstaande alinea's individueel behandeld. De gebruikte werkwijze van de programma's wordt beschreven met een korte beschrijving van de functie en reden van gebruik.

Qgis is een geografisch informatiesysteem (GIS) dat door middel van kaarten complexe data zichtbaar kan maken, om zo de ruimtelijke data te ordenen.¹⁶ Dit programma was gekozen omdat de projectgroep er ervaring mee had en het gratis te verkrijgen was. Door middel van Qgis werd de data uit het

Verwachtingen

- Bekende Gebouwen
- Verwachte Gebouwen
- Mogelijke gebouwen

Castellum Laurium

Auteur: Ruben Schoon

Auteur: Ruben Schouten

2.3.2 AutoCAD

De data die verzameld was tijdens het literatuuronderzoek werd vergeleken met andere castella op mesoniveau. De omvang van de gebouwen en kamers werden door deze vergelijkingen berekend en door het bronmateriaal onderbouwd. De aanwezige data van *castellum Laurium* was niet voldoende om hele gebouwen te reconstrueren, echter kon het wel gebruikt worden om de locatie van de gebouwen in het *castellum* te plaatsen.

¹⁹ <https://www.autodesk.nl> op 18-11-2021.

De gebouwen die gedurende het literatuuronderzoek naar voren kwamen werden met behulp van AutoCAD omgezet in gedetailleerde tekeningen die op de centimeter nauwkeurig afgesteld werden. De schaal, één unit staat gelijk aan 1 meter, was vooraf aan het project bepaald in het Plan van Aanpak, waardoor alle gemaakte detailtekeningen op dezelfde schaal beschikbaar waren. Deze keuze voorkwam afwijkingen bij het integreren van de individuele onderdelen. De projectgroep bepaalde gezamenlijk de afmetingen van elk individueel gebouw om tot een

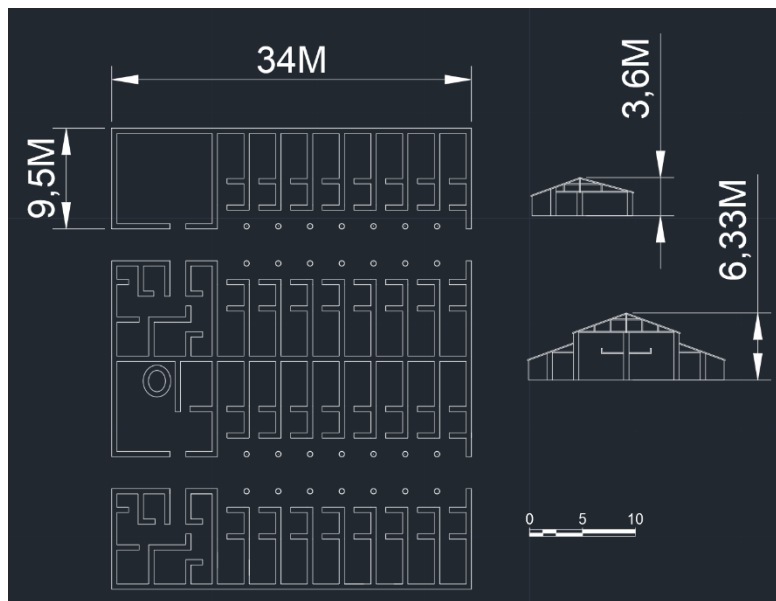


Fig. 5 Detailtekeningen van de gereconstrueerde barakken in Laurium.

consensus te komen over de invulling van het *castellum*, deze afmetingen worden behandeld in hoofdstuk 3. De detailtekeningen werden in eerste instantie afgebeeld als een plattegrond, waarna deze verder uitgewerkt werden in een voor- en zijaanzicht (zie fig. 5). Door deze werkwijze werd het gebouw van de grond af naar boven opgebouwd om zo een duidelijk beeld te krijgen van de afmetingen van de individuele kamers en hoogtes.

Vanuit de eerste verwachtingen van de indeling van *castellum Laurium* konden de uiterste omtrekken van de gebouwen afgebeeld worden. Deze werden afgebeeld door middel van horizontale lijnen die de volledige breedte van de gebouwen toonde. Deze uiterste afmetingen waren door de projectgroep gezamenlijk gereconstrueerd in AutoCAD. Deze omtrekken werden vervolgens omgezet in een plattegrond van het gebouw door het toevoegen van de muren en verwachte kamers. Het literatuuronderzoek was de voornaamste bron tijdens het bepalen van de omvang van de specifieke kamers.

Details werden als laatste toegevoegd aan de tekening, hierbij kan gedacht worden aan deuren, ramen en tussenmuren. De projectgroep werkte samen aan de detailtekeningen van de gebouwen. Hierdoor werden er elementen weergegeven die mogelijk alleen betrekking hadden op een aspect van het andere project, bijvoorbeeld de pilaren voor een zuilengang (*porticus*).

De gebouwen en het interieur werden omgezet naar plattegronden in AutoCAD op basis van de verzamelde data (voor de bekende indeling, zie fig. 21, pag. 28; voor de gereconstrueerde indeling, zie fig. 25, pag. 31). De bekende gebouwen werden vervolgens omgezet naar 3D-reconstructies in het programma Maya.

2.3.3 Maya

Maya is software voor het creëren van 3D-modellen en animaties.²⁰ Dit programma werd gebruikt tijdens het project omdat de projectgroep er ervaring mee had en vanwege de eerder vernoemde verbinding met AutoCAD. Tevens waren beide programma's gratis verkrijgbaar voor studenten.

Alle gebouwen werden opgebouwd vanuit de gecreëerde detailtekeningen uit AutoCAD. De projectgroep ging vanaf dit punt individueel werken aan het modelleerproces, de onderstaande methodiek heeft alleen betrekking op het interieur van de gebouwen. Wanneer er aanpassingen gemaakt moesten worden aan de plattegronden werd dit in overleg met de projectgroep gedaan.

²⁰ <https://www.autodesk.nl/products/maya/overview> op 18-11-2021.

De plattegronden werden ingeladen in het programma Maya, waarna de plattegronden door vooraf ingestelde afmetingen de exacte omtrek had in meters. De projectgroep had in het Plan van Aanpak aandacht besteed aan de schaal van het project, echter bij een evaluatie van dit plan bleek dat het de nauwkeurigheid negatief zou kunnen beïnvloeden. De oorzaak hiervan was de grootte van het meubilair binnen de gebouwen, de afmetingen van het kleine meubilair was namelijk door het gebruik van meters minder nauwkeuriger te reconstrueren. Hierdoor werd het besluit genomen om Maya in te stellen in meeteenheden van centimeters en niet in meters. Dus wanneer er een detailtekening werd ingeladen in Maya was het van belang om deze eerst van schaal te veranderen, namelijk 100 keer zo groot om het te transformeren van meters naar centimeters. De AutoCAD-tekeningen moesten hierna alleen nog verplaatst en gedraaid worden naar de correcte locatie in de 3D-omgeving (*scene*). Dit werd gedaan door het bewegen van het scharnierpunt waaromheen het geroteerd kon worden (*pivot*). Door het opslaan en resetten (*freeze*) van de plattegrond, zodat er een nieuw startpunt gecreëerd werd, kon het bestand opgeslagen worden als startpunt van het modelleringsproces.

Het gehele proces werd door het gebruik van georganiseerde lagen (*layers*) overzichtelijk gehouden. Wanneer er toevoegingen gemaakt werden aan de *scene* werden de *layers* ook uitgebreid om het consistent te houden. Er werd ook gebruik gemaakt van een overzichtsschermbord (*outliner*) om inzicht te krijgen in de hoeveelheid voorwerpen (*object*) die aanwezig waren in de *scene* en of deze de correcte benamingen hadden. De camera werd in het programma zo ingesteld dat de *scene* op een grotere afstand beter vertoond kon worden. Deze aanpassing was vereist om alle *objecten* te tonen die zich bevonden in de *scene*, aangezien de standaard camera niet breed genoeg kon weergeven om alle *objecten* af te beelden.

Nadat de plattegrond op de correcte locatie lag met de exacte afmetingen kon er gebruik gemaakt worden van de standaard vormen die Maya aanlevert. Bij de start van elke 3D-reconstructie werd er gebruik gemaakt van een plat vlak die over de plattegrond van het gebouw gelegd werd (zie fig. 6). Dit kan eenvoudig gedaan worden met een

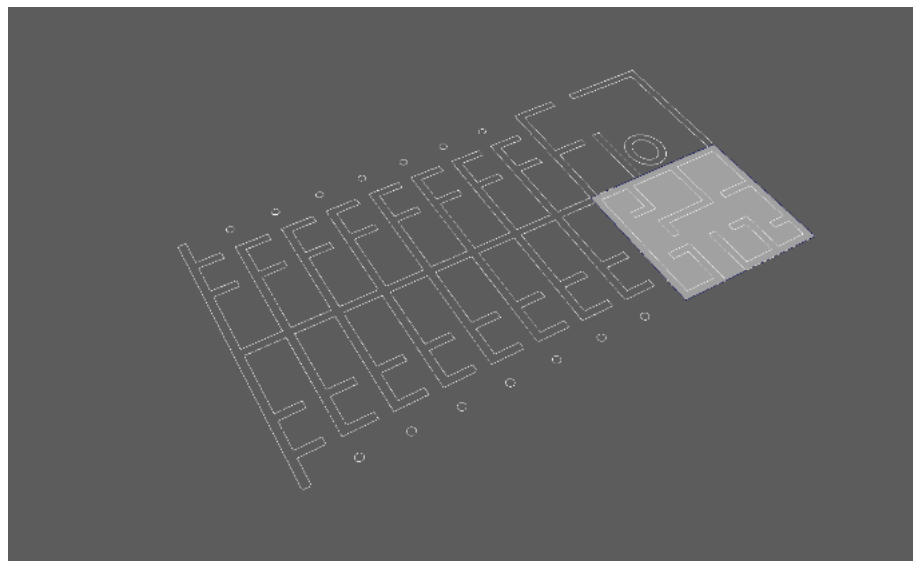


Fig. 6 Voorbeeld start 3D-reconstructie van de dubbele barak.

automatische uitlijning op rasterlijnen of *objecten* (*snap*). Het was belangrijk dat de zichtbare platte vorm (*face*) naar boven lag, omdat dit later gebruikt werd als de vloer voor het gebouw. Vanuit dit vlak werden de muren gevormd door middel van een functie die het vlak kan opdelen in meerdere *faces* (*multi-cut*). Bij alle aspecten van de 3D-reconstructie was het van belang dat het op de centimeter nauwkeurig uitgevoerd werd. De *multi-cut* zorgde ervoor dat elke muur een eigen *face* had, deze *faces* worden later gebruikt om de muren te vormen.

Tijdens het bewerken van de *objecten* werden alle aanpassingen opgeslagen in de data van het programma. Deze opgeslagen data konden invloed hebben op toekomstige aanpassingen aan het *object*, deze data werden daarom verwijderd tijdens een kwaliteitsinspectie. Deze controles waren ook van belang om redundantie te voorkomen. Een voorbeeld hiervan was wanneer een *face* werd hervormd door het uitrekken van het *object* (*extrude*) wat kon leiden tot overtollige verbindingspunten (*vertex*). Deze redundantie leidt tot overbodige data die het bestand groter maken en later konden zorgen voor problemen bij het verder aanpassen van een *object*. In Maya zijn er systemen om dit geautomatiseerd te testen. De overtollige *vertices* werden weg gehaald door een functie die deze samenvoegen tot één *vertex* (*merge*). Deze automatische systemen werden ook gebruikt om te testen of de tweedimensionale elementen (*polygon*) niet meer dan vier *vertices* hadden (*N-Gon*). Indien deze aanwezig waren werden ze aangepast door het toevoegen van rechte lijnen die *vertices* verbonden (*edge*). De *N-Gons* konden mogelijk problemen veroorzaken bij het overzetten van de 3D-reconstructies naar andere 3D-programma's of bij het toepassen van *textures*.

Na het opschonen van de *polygonen* werden de *faces* van de muren met een *extrude* op de correcte hoogte gezet volgens de afmetingen van de detailtekeningen. De *faces* die naar buiten gericht zijn werden verwijderd om onnodige elementen te voorkomen, deze worden namelijk niet gezien vanuit het interieur en zijn daardoor overbodig in dit project. De deurposten werden hierna op de afgesproken hoogtes geplaatst, dit werd gedaan door middel van een functie die een brug vormt tussen de tegenoverliggende *faces* (*bridge*). Dit proces werd herhaald voor alle deurposten in het gebouw. Voor de vloerverhoging bij de deurpost werd er gebruik gemaakt van een *extrude*. De ramen werden met behulp van de detailtekeningen op de correcte locaties geplaatst zodat ze nauwkeurig aansluiten op het exterieur. De ramen werden in de vorm van een kubus *object* in de muur geplaatst en door het verwijderen van het *object* werd er een gat uit de muur gesneden (*boolean*). De frames voor de ramen werden gemodelleerd als apart *object* en met de kopieer functie (*duplicate*) geplaatst over de achtergebleven holtes in de muren. Vervolgens werden deze frames gecombineerd met de muren tot één *object* (*combine*) om overbodige *objecten* te voorkomen. Tot slot werd het plafond geplaatst, met behulp van de *bridge* functie, om de kamers af te sluiten.

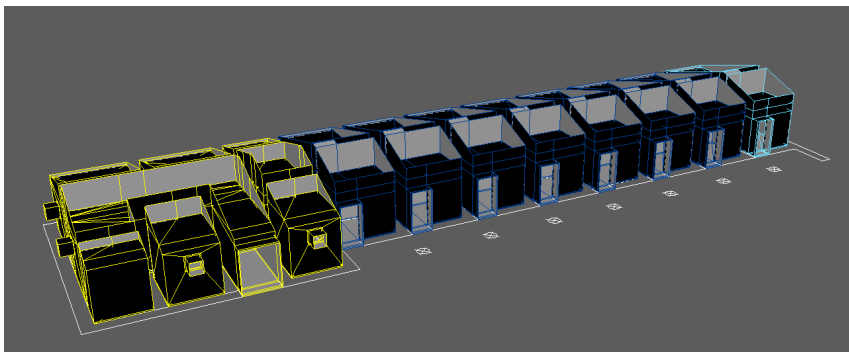


Fig. 7 Voorbeeld 3D-reconstructie van de gehele barak.
geel *centuriowoning*; blauw *contubernia*

Wanneer een gebouw uit meerdere onderdelen bestond die hetzelfde waren, zoals bij de woonvertrekken van de soldaten (*contubernium*), werd er gebruik gemaakt van *duplicate* (zie fig. 7). Bij het samenvoegen van de 3D-reconstructies kon de *outliner* onoverzichtelijk worden door de

hoeveelheid *objecten* in de *scene*, dit werd verholpen door het groeperen van de *objecten* (*group*). Ter afsluiting werd er nogmaals een kwaliteitsinspectie uitgevoerd die zocht naar de eerder genoemde kwesties, wanneer er *faces* de verkeerde kant op gericht waren werden deze omgedraaid om de zichtbare *face* aan de voorkant te hebben (*reverse*).

Vervolgens werd het meubilair gemodelleerd met dezelfde functies, hier werd vaker gebruik gemaakt van een kubus als *object* om deze daarna te transformeren naar de gewenste vormen. Elk stuk meubilair werd hierna omgezet in een *group* om het plaatsen in de *scene* eenvoudiger te maken. De modellen werden vervolgens omgezet naar een 2D-afbeelding (*UV-Unwrap*) zodat deze overgezet konden worden naar Substance. Het model was hierdoor klaar om geëxporteerd te worden, zodat het laatste onderdeel van de 3D-reconstructie tot stand kon komen.

2.3.4 Substance

Substance Designer is software voor het creëren van *texturen*. Substance Painter is software voor het toepassen van deze *texturen* op 3D-modellen, beide programma's zijn afkomstig van Adobe.²¹ De projectgroep had gekozen voor deze programma's na het raadplegen van een expert op het gebied van *texturen*.²²

De bestanden die aangeleverd werden door Maya konden geïmporteerd worden in het programma Substance Painter. Vervolgens werden de 3D-reconstructies voorzien van een *texture* (zie fig. 8), die in Substance Designer gemaakt waren. Substance Designer werkt door middel van het invoeren van specifieke waardes, zoals vorm en kleur, om zo oneindig doorlopende *texturen* te maken. Deze bestanden namen relatief weinig ruimte in en waren hierdoor ideaal voor de omvang van dit project. Substance Painter nam de gemaakte *texturen* over en plaatste ze in een eigen *scene*. Deze *scene* gebruikte een persoonlijke catalogus om de toegepaste *texturen* overzichtelijk bij te houden, vanuit dit systeem konden individuele *faces* gekleurd worden met de *texturen*. De individuele onderdelen van de projectgroep werden zo apart voorzien van een *texture*, waarna ze samengevoegd werden in Maya als eindproduct. De *texturen* voor het interieur werden aangeleverd door Jeroen Ammerlaan en met zijn toestemming gebruikt tijdens het ontwerpen van de 3D-reconstructie.



Fig. 8 Voorbeeld elzenhout *texture*.

2.4 Kwaliteit

Om de wetenschappelijke integriteit van het eindproduct te waarborgen zijn de aanbevelingen van de London Charter gevolgd. Deze werd opgericht in 2006 als antwoord op de groeiende vraag naar richtlijnen voor het maken van computer gegenereerde visualisaties in onderzoek en communicatie van cultureel erfgoed. De London Charter schrijft geen specifieke doeleinde of methode voor, maar stelt brede principes vast voor het gebruik van deze visualisaties.²³ Het uiteindelijke doel van de London Charter is om een stevige fundering te creëren bij belanghebbende voor het gebruik van hun zes principes, deze zijn als volgt²⁴:

1. De **implementatie** van de London Charter bij gebruik van computer gegenereerde visualisaties bij het onderzoek of de verspreiding van cultureel erfgoed.
2. Een computer gegenereerde visualisatiemethode mag normaal gesproken alleen worden gebruikt als dit de meest geschikte beschikbare **methode** voor dat **doeleinde** is.
3. Om de intellectuele integriteit van computer gegenereerde visualisatiemethoden en resultaten te waarborgen, moeten relevante **onderzoeksbronnen** op een gestructureerde en gedocumenteerde manier worden geïdentificeerd en geëvalueerd.
4. Er moet voldoende informatie worden **gedocumenteerd** en verspreid om computer gegenereerde visualisatiemethoden en resultaten te begrijpen en te evalueren in relatie tot de context en doeleinden waarvoor ze worden ingezet.
5. Het waarborgen op **lange termijn** van de computer gegenereerde visualisaties en de toebehorende documentatie om verlies van cultureel erfgoed tegen te gaan.
6. Het **beschikbaar** maken en verspreiden van de computer gegenereerde visualisaties om maximale voordelen te bereiken voor de studie, het begrip, de interpretatie, het behoud en het beheer van cultureel erfgoed.

²¹ <https://www.substance3d.com> op 18-11-2021.

²² Persoonlijke communicatie Titus van Lierop 2021.

²³ Denard 2009, 2-3.

²⁴ *Ibidem*, 4-11.

In Nederland is er geen officieel beleid voor het gebruik van computer gegenereerde visualisatiemethode. De huidige wetgeving voor de Nederlandse archeologie is gebaseerd op het Verdrag van Valletta uit 1992²⁵, opmerkelijk is dat artikel 9 van het verdrag niet is opgenomen in deze wetgeving. Artikel 9 bedraagt namelijk het communiceren van de waarde van archeologisch erfgoed naar het bredere publiek.²⁶ Hierdoor vindt een groot deel van het publieksbereik van projecten plaats op lokaal of regionaal niveau. De zorg voor de kwaliteit van het onderzoek is wel centraal vastgelegd via de KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie), maar deze vermeld geen richtlijnen voor het gebruik van computer gegenereerde visualisatiemethode.²⁷ Door de afwezigheid van een vast beleid zijn er in Nederland verschillende methoden die gebruikt worden door individuele instellingen. Er is kritiek op de principes van de London Charter omdat ze niet helpen bij het reconstrueren zelf, het is alleen een leidraad en gaat niet in op methoden. Hierdoor zijn er verschillende beschikbare methoden en richtlijnen die gebruikt worden in Nederland.²⁸ Voor de belanghebbenden van dit project was de historische accuraatheid belangrijk en dat de gemaakte keuzes verantwoord werden in dit document, hiervoor waren de principes van de London Charter voldoende als richtlijn.

De 3D-reconstructie werd op een manier gereconstrueerd dat de grootte van de bestanden zo laag mogelijk bleef, dit was bewerkstelligd door zo weinig mogelijk *polygonen* te gebruiken tijdens het modelleren van de *objecten*. Zoals eerder genoemd in paragraaf 2.3.4 werd er ook gebruik gemaakt van *texturen* die relatief weinig ruimte innamen. Door deze keuze was de 3D-reconstructie toegankelijk voor gebruik bij meerdere doeleinden en kon het eenvoudiger gedeeld worden zonder dat het veel ruimte inneemt.

De bovenstaande principes van de London Charter werden nagestreefd tijdens het maken van de 3D-reconstructie, en er wordt terug gekeken op de implementatie van de London Charter tijdens het project in hoofdstuk 5. De kaarten voldoen aan de eisen die aan een rapport gesteld worden door de KNA 4.1.²⁹ Onder protocol 4003 Inventariserend Veldonderzoek van de KNA werden de volgende vereiste onderdelen genoemd voor een kaart: RD-coördinaten, identificatie, noordpijl, legenda en begrenzing van het onderzoeksgebied.

Zoals voorgenomen in het Plan van Aanpak worden de aangeleverde producten onderling van feedback voorzien door de groepsleden. Onder deze feedback vallen onder andere de kwaliteitsinspecties die eerder beschreven werden in dit hoofdstuk. Deze werden uitgevoerd door het controleren van de producten op het gebied van afmetingen, overtollige data, verantwoording en documentatie. De producten werden vervolgens aangepast of beter verantwoord tijdens wekelijkse vergaderingen. De historische aspecten van de 3D-reconstructie werden besproken met de gemeente Woerden en Wouter Vos en de technische aspecten van de 3D-reconstructie met Maarten Sepers en Titus van Lierop.³⁰

²⁵ Verdrag van Valletta 1992, Artikel 9.

²⁶ de Bruijn 2007, 2.

²⁷ de Groot 2017, 13.

²⁸ Opgenhaffen 2014, 16-17.

²⁹ <https://www.sikb.nl/archeologie/richtlijnen/brl-sikb-4000> op 24-11-2021.

³⁰ Schouten 2021, 9.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van het uitgevoerde literatuuronderzoek. De verzamelde data worden gebruikt om de overwogen keuzes van de 3D-reconstructie te verantwoorden. Allereerst wordt er gekeken naar de standaard indeling van een *castellum*. Vervolgens naar *castellum Laurium* en welke informatie beschikbaar was over de indeling. Daarna worden deze bevindingen vergeleken met andere *castella* en worden eventuele ontbrekende delen van het *castellum* aangevuld met verwachte structuren. Tot slot worden de aardewerk vondsten en bouwmaterialen die zijn gebruikt tijdens de steenbouwfase behandeld om verder uitleg te geven over de gebruikte materialen voor de *textures*.

3.1 Standaard *castellum* indeling

De standaard indeling van een *castellum* (zie fig. 9) kan per regio en tijdperiode verschillen van elkaar, toch blijft de basis na het einde van de 1^{ste} eeuw na Christus hetzelfde. De plattegrond leek op de tijdelijke marskampen van de Romeinse legioenen, maar door het permanente verblijf van de soldaten waren er meer voorzieningen nodig. Het grootste deel van de *castella* hadden een rechthoekige vorm met afgeronde hoeken.³¹ De principes van een typisch *castellum* op mesoniveau is overgenomen uit het boek "Roman Forts"³² en luidde als volgt:

- Eén of meer grachten (*fossa*) die rond het *castellum* liggen.
- Een omwalling van aarde met mogelijk een stenen muur.
- De aanwezigheid van een open plek tussen de omwalling en bebouwing (*intervallum*).
- Een hoofdweg (*via principalis*) die liep van de linkerzijpoort (*porta principalis sinistra*) tot de rechterzijpoort (*porta principalis dextra*).
- De *via praetoria* is de weg die van het hoofdkwartier (*principia*) naar de hoofdboort (*porta praetoria*) liep.
- De *via decumana* is de weg die van de achterkant van de *principia* tot de achterpoort (*porta decumana*) liep.
- In het middelste deel (*latera praetorii*) bevond zich de *principia*, met daarnaast de woning van de commandant (*praetorium*), graanopslag (*horreum*) en eventueel een werkplaats (*fabrica*) of ziekenhuis (*valetudinarium*).
- In het voorste deel (*praetentura*) en achterste deel (*retentura*) bevonden zich de barakken, stallen en warenhuizen in verticale of horizontale richting.

De *castella*, inclusief de verdedigingswerken, hadden gemiddeld een oppervlakte van 1 tot 2.5 hectaren. De grootte van het *castellum* was afhankelijk van hoeveel soldaten er woonden binnen de muren. Buiten de muren van het *castellum* bevond zich de parade grond, waar de soldaten trainten en verzamelden. Vaak vormde om het *castellum* zich ook een burgerlijke nederzetting (*vicus*) met soms een badhuis. Wanneer er geen ruimte in het *castellum* was voor een *valetudinarium* werd deze buiten de muren geplaatst.³³

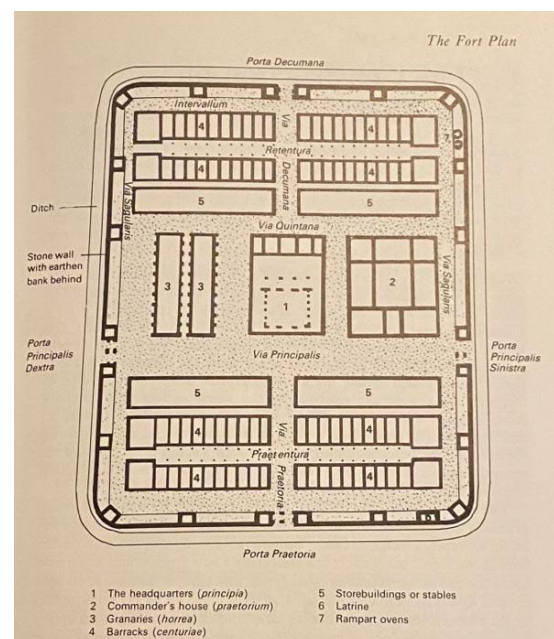


Fig. 9 Standaard indeling van een *castellum*.

³¹ Johnson 1983, 31.

³² *Ibidem*.

³³ Johnson 1983, 215-220.

3.2 Castellum Laurium

Delen van *castellum Laurium* werden tijdens verscheidene opgravingen aangetroffen onder het centrum van Woerden. Deze opgravingen werden in 2008 samengevoegd in een opgravingsrapport door het archeologisch bedrijf ADC ArcheoProjecten.³⁴ Naar aanleiding van deze opgraving is er in 2010 een boek³⁵ verschenen dat aanvullende informatie toevoegt aan het beeld van de Romeinen in Woerden. Door het samenvoegen van deze bronnen kon de bekende indeling van *castellum Laurium* worden gereconstrueerd.

3.2.1 Via militaris en fossae

Langs de linkeroever van de Rijn liep de *limesweg* (*via militaris*). Deze weg was één van de belangrijkste vervoersmethode in Nederland. Het wegensysteem liep parallel aan de Rijn van Arnhem naar Katwijk, waardoor de globale ligging van de *limesweg* bekend is.³⁶ De *via militaris* was bij eerdere opgravingen in het westen van Woerden aangetroffen, dit gaf aanwijzingen voor de loop van de weg (zie fig. 10). Tijdens een



Fig. 10 Romeinse wegen in en om *castellum Laurium*.

archeologische opgraving in 2008 werd er ook ten oosten van Woerden een duidelijk wegtracé aangetroffen. Deze vondst bevestigde de definitieve loop van de *via militaris* te Woerden.³⁷ Bij de archeologische opgraving aan de oostkant van *castellum Laurium* werd vermoedelijk dezelfde *via militaris* gevonden. Het kan met zekerheid gezegd worden dat deze weg via de *porta principalis sinistra* het *castellum* inliep, deze conclusie was getrokken aan de hand van de *fossa* die haaks gericht waren op de weg. Door de aangetroffen *via militaris* van 6 meter breed is het besluit genomen om de *via principalis* even breed te reconstrueren, dezelfde afmeting is gekozen voor de gereconstrueerde *via praetoria*. Deze keuze werd gemaakt op basis van vergelijkingen met andere *castella* in Nederland waarbij dezelfde situatie was aangetroffen, zoals in Valkenburg³⁸ en Utrecht³⁹.

In de steenbouwfase van *castellum Laurium* waren er vermoedelijk twee *fossae* die langs de gehele omtrek van de wal lagen (zie fig. 11).⁴⁰ De verdedigingswerken zijn vergeleken met de standaardafmetingen van andere *fossae* en hieruit bleek dat deze tamelijk afweken. Waarbij de verwachte afmetingen rond de 2,5 tot 6 meter breed en 1,2 tot 2,7 meter diep zijn.⁴¹ Waren de aangetroffen *fossae* in Woerden maar rond de 1,5 meter breed en maximaal 1 meter diep.⁴² Deze afwijkingen zijn mogelijk te verklaren door de relatief hoge ligging in het bodemprofiel samen met de natuurlijke verstoringen waardoor de *fossae* moeilijk zichtbaar waren tijdens de opgravingen.⁴³

³⁴ Blom/Vos 2008.

³⁵ Vos/Blom/Hazenberg 2010.

³⁶ Helsing/Vos/van Ginkel 2021, 241.

³⁷ Vos/Blom/Hazenberg 2010, 100-101.

³⁸ Glasbergen/Groenman-van Waateringe 1972.

³⁹ Ozinga/Hoekstra/de Weerd 1989.

⁴⁰ Blom/Vos 2008, 41, 47-48.

⁴¹ Johnson 1983, 47-48.

⁴² Blom/Vos 2008, 40-48.

⁴³ *Ibidem*, 47-48, 69.

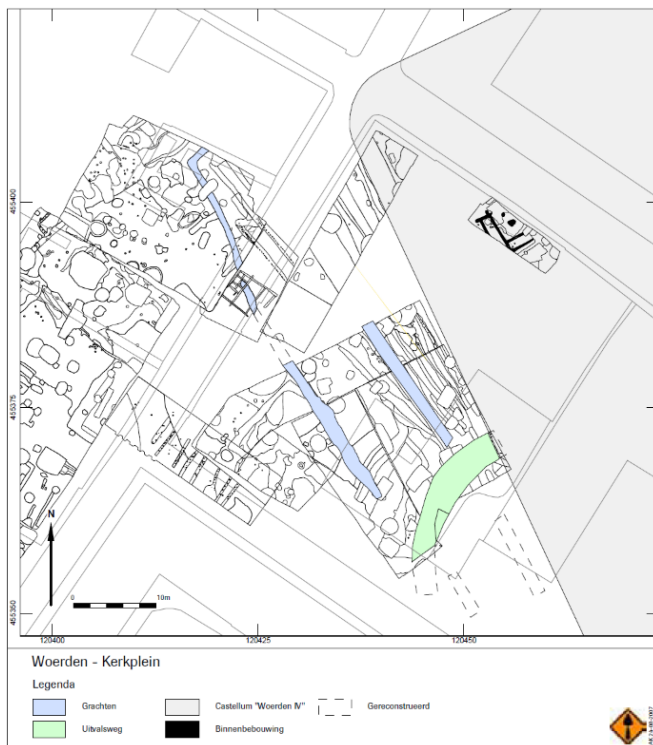
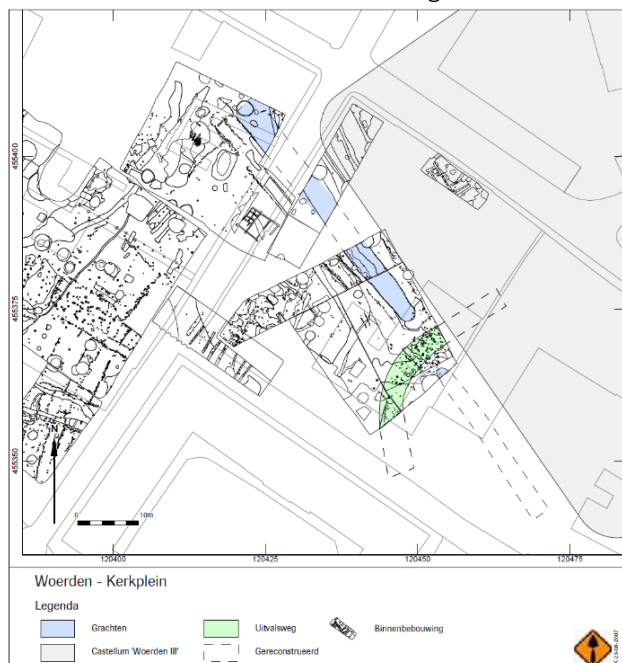


Fig. 12 *Fossae* van Woerden IV.

Door de combinatie van de aangetroffen verdedigingswerken en de loop van de *via militaris* kon de algemene plaatsing van *castellum Laurium* gereconstrueerd worden.⁴⁴ De exacte omvang van het *castellum* is niet bekend, echter kan deze wel berekend worden door te kijken naar de *fossa* van Woerden III (zie fig. 12). De keuze om de voorafgaande periode te bestuderen bij het berekenen van de omvang is gemaakt vanwege de moeilijk aantoonbare *fossae* van Woerden IV. Vermoedelijk is de binnenbebouwing van het *castellum* niet van grootte veranderd gedurende de verbouwingsfase naar steenbouw, dit vermoeden is gebaseerd op verbouwingsfases van andere *castella* in Nederland zoals Alphen aan de Rijn⁴⁵, Zwammerdam⁴⁶ en Bunnik-Vechten⁴⁷. De afstand vanuit het midden van de *via militaris* tot aan de zuidwestelijke hoek van de *fossa* van Woerden III bedraagt ongeveer 50 meter. Wanneer deze afstand wordt doorgetrokken naar de andere kant van het *castellum* kan het berekend worden dat de korte zijde van het *castellum* ongeveer 90 meter heeft bedragen. De start van de *fossa* van Woerden III, met een breedte van 4 meter, ligt op een maximale afstand van 4 meter van de aardenwal van het *castellum*. Vergeleken met de aangetroffen *fossae* van Woerden IV, met een breedte van 3 meter, die op een maximale afstand van 7 en 17 meter lagen.⁴⁸ Hieruit blijkt dat het *castellum*terrein, inclusief verdedigingswerken, gedurende de steenbouwfase was toegenomen. De binnenbebouwing van het *castellum* was waarschijnlijk niet toegenomen. Wanneer er wordt gekeken naar de lange zijde van het *castellum* kunnen er echter alleen aannames gedaan worden door het gebrek aan vondstmateriaal. De omvang van de binnenbebouwing werd geschat door vergelijkingen te maken met de omvang van de binnenbebouwing met Valkenburg en Utrecht tijdens hun steenbouwfase, die respectievelijk rond 130 bij 110 meter en 140 bij 100 meter groot waren. Op basis van de verzamelde informatie is de binnenbebouwing tijdens de steenbouwfase van *castellum Laurium* geschat op 120 meter lang bij 90 meter breed. Het gehele *castellum*terrein, inclusief verdedigingswerken, werd vervolgens berekend op 160 bij 130 meter.

Fig. 11 *Fossa* van Woerden III.



⁴⁴ Blom/Vos 2008, 68-69.

⁴⁵ Polak/Kloosterman/Niemeijer 2004.

⁴⁶ Haalebos 1977.

⁴⁷ Polak/Wynia 1991.

⁴⁸ Blom/Vos 2008, 68-69.

3.2.2 Barakken

Tijdens de archeologische opgravingen van het *castellum* waren er sporen gevonden van een *contubernium*. Deze was opgedeeld in de wapenkamer (*arma*) en het woon-/slaapvertrek (*papilio*). De *arma* was 2,5 bij 2,0 meter en is het enige wat over was

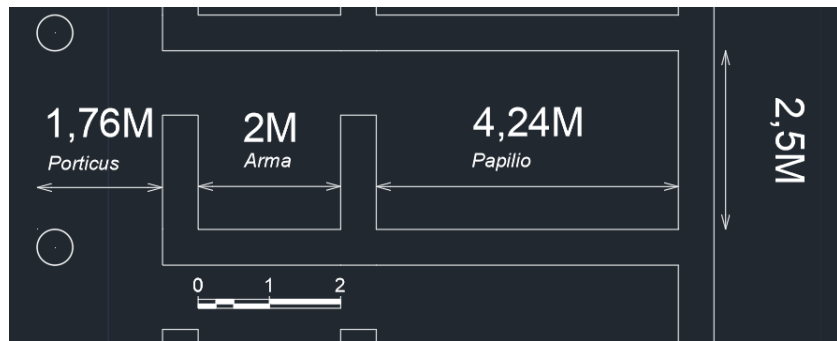


Fig. 13 Plattegrond van een *contubernium* in *Laurium*.

gebleven van de barakken in *Laurium* (zie fig. 13). Doordat er alleen sporen waren aangetroffen van de vermoedelijke fundering was er niet te achterhalen hoe dik de muren waren.⁴⁹ De afmeting van een stenen muur in een *castellum* kon variëren van 0,5 meter in York⁵⁰ tot 0,9 meter in Caerhun⁵¹, hierdoor was het moeilijk te bepalen wat de precieze muurdikte was van de *arma* in *Laurium*.⁵² Er is besloten de muurdikte van de *principia* aan te houden, deze was 0,5 meter dik. Tijdens de archeologische opgravingen van *castellum Laurium* is enkel dit stuk muur aangetroffen.⁵³ Door gebrek aan vondstmateriaal werd deze dikte overgenomen voor het gehele *castellum*. Wanneer er gekeken wordt naar de *castella* van Caerhun en Valkenburg kan geconstateerd worden dat de muren van de gebouwen binnen het castellum niet verschillende in dikte. De constructies van de gebouwen in *Laurium* hadden door het natte klimaat dezelfde fundering gekregen als in Valkenburg.⁵⁴ Deze funderingen bestonden uit houten palen die dicht langs elkaar geplaatst werden in het zand. Dit zorgde voor minimale verschuivingen of verzakkingen van de funderingen. Deze funderingen werden vervolgens opgehoogd met stenen.⁵⁵

Vanwege de ontbrekende informatie moest er gekeken worden naar voorbeelden uit andere *castella* om de barakken volledig te kunnen plaatsen in de 3D-reconstructie. In een onderzoek naar *contubernia* door Davison (1989) werden de afmetingen van de kamers in barakken uit Engelse *castella* zoals York, Chester⁵⁶ en Caerleon⁵⁷ vergeleken. Hieruit bleek dat de omvang van de kamers in een *contubernium* afweken van elkaar met wisselende marges.⁵⁸ Deze marges werden gebruikt om de kamers in *castellum Laurium* te berekenen. De onderstaande tabel (zie tabel 1) toont deze berekende afmetingen van de kamers in de *contubernia*. De gebruikte afmetingen en verhoudingen geven de *contubernia* van *Laurium* weer, de verhoudingen werden gekozen op basis van hele getallen.

Kamer	Afmeting	Verhouding	Marge
<i>Arma</i>	2 x 2,5 meter	25%	25-35%
<i>Papilio</i>	4,24 x 2,5 meter	53%	40-54%
<i>Porticus</i>	1,76 x 2,5 meter	22%	18-30%
<i>Contubernium</i>	8 meter x 2,5 meter	100%	100%

Tabel 1 Omtrek kamers van de *contubernia* in *castellum Laurium*.

⁴⁹ Blom/Vos 2008, 58.

⁵⁰ Baillie Reynolds 1938.

⁵¹ Miller 1925.

⁵² Davison 1989, 219.

⁵³ Blom/Vos 2008, 69.

⁵⁴ Vos/Blom/Hazenberg 2010, 52-53.

⁵⁵ Johnson 1983, 102-103.

⁵⁶ Richmond/Webster 1951.

⁵⁷ Gardner/Guest 2009.

⁵⁸ Davison 1989, 39-40.

Om de marges te toetsen werden de afmetingen vergeleken met de barakken uit de *castra* van Nijmegen⁵⁹, dit werd gedaan omdat de Engelse *castella* mogelijk konden afwijken van de Nederlandse *castella*. Door het bekijken van de *contubernia* in Nijmegen konden de verhoudingen van de kamers berekend worden. Deze verhoudingen vielen binnen de berekende marges van de Engelse *castella*. Uit onderstaande data (zie tabel 2) kan geconcludeerd worden dat de marges uit het onderzoek effectief waren voor het beargumenteren van de omvang van individuele kamers in een *contubernium* langs de Nederlandse *limes*.

Kamer	Lengte kamer	Verhouding	Marge
<i>Arma</i>	2,87 meter	32%	25-35%
<i>Papilio</i>	4,03 meter	45%	40-54%
<i>Porticus</i>	2,06 meter	23%	18-30%
<i>Contubernium</i>	8,96 meter	100%	100%

Tabel 2 Lengte kamers van de *contubernia* in *castra* Hunerberg te Nijmegen-Oost.

De barakken bestonden voor een groot deel uit *contubernia* met een groter vertrek aan één van de uiterste eindes. Dit vertrek werd gebruikt als een woning voor de bevelhebber van 80 soldaten (*centurio*) of als een *fabrica* met aanvullende opslagplekken (zie fig. 14).⁶⁰ Uit de eerdere vergelijkingen met Engelse *castella* bleek dat de afmetingen van dit vertrek een variabele marge hadden van 25 tot 33% van de complete barak.⁶¹ Wederom werden deze marges getoetst bij Nederlandse *castella* waaruit bleek dat Valkenburg, met een marge van 27%, en Nijmegen, met een marge van 31%, beide pasten binnen de berekende marge. Om een complete barak reconstrueren krijgen moest er echter eerst berekend worden hoeveel ruimte er was tussen de *via principalis* en het *intervallum*, deze ruimte bepaald namelijk hoeveel *contubernia* er mogelijk pasten in één barak. Het gemiddelde van het *intervallum* van Valkenburg, Utrecht en Nijmegen bleek 10 meter te zijn, waarbij Nijmegen een uitzondering was met 15 meter. Er was besloten om het *intervallum* van *castellum Laurium* 8 meter breed te maken, dit is aan de krappe kant maar door gebrek aan ruimte binnen het *castellum* was dit vereist. De ruimte tussen de *via principalis* en het *intervallum* kwam na berekening uit op 34 meter.

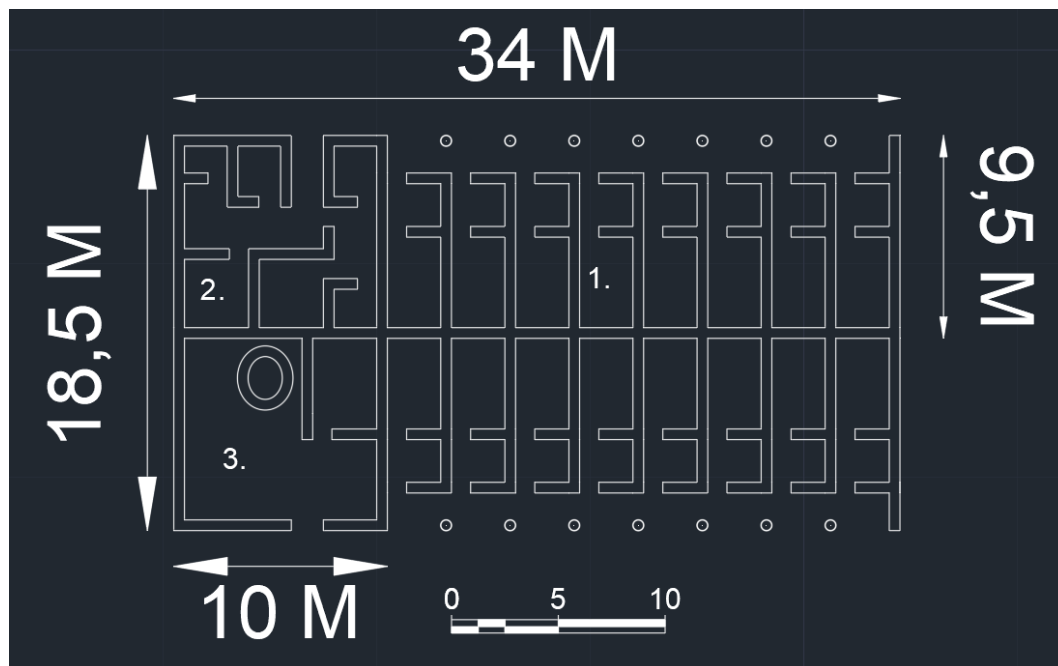


Fig. 14
Plattegrond dubbele
barak met
centuriowoning en
fabrica.
1 *contubernia*;
2 *centuriowoning*;
3 *fabrica*

⁵⁹ Willems 1990.

⁶⁰ de Hingh/Vos 2006, 105.

⁶¹ Davison 1989, 247.

Tijdens de opgravingen in Woerden was er een gladwandige kruik aangetroffen met inscripties van een naam (*Lucius*) en een infanterie-eenheid (*cohor*) (XV Vol). Dit toont aan dat het vijftiende regiment van Romeinse vrijwilligers (*cohors XV Voluntariorum*) verbleven in *Laurium*.⁶² Vermoedelijk bewoonde dit *cohors castellum Laurium* van het jaar 70 tot het midden van de 2^{de} eeuw. Dit wordt geconcludeerd op basis van sporen die duiden op hun aanwezigheid in Leiden-Roomburg rond het einde van de 2^{de} eeuw.⁶³ Er zijn ook aanwijzingen van het verblijf van de derde cohors van *Breucorum*, afkomstig uit Bulgarije/Noord-Griekeland. Zij waren vermoedelijk na het vertrek van het *cohors XV Voluntariorum* in *Laurium* gestationeerd.⁶⁴ Dit werd geconcludeerd na de vondst van een altaarsteen met een inscriptie over de toenmalige keizer Antoninus Pius (138-161) en het *cohors* van *Breucorum* (voor de altaarsteen, zie fig. 29, pag. 34).⁶⁵ Op basis van deze bevindingen kan er worden geconcludeerd dat er ruimte aanwezig moest zijn voor één *cohors* bestaande uit ±480 soldaten in het *castellum*.⁶⁶ Deze soldaten werden opgesplitst in zes groepen van tachtig soldaten (*Centuria*), waardoor er zes *centuriowoningen* nodig waren aan het uiteinde van de barakken. Elk *contubernium* had een vermoedelijke capaciteit van zes soldaten. Wanneer er van acht *contubernia* uitgegaan wordt betekent dit dat er 48 soldaten en één *centurio* in één barak zouden passen.⁶⁷ Deze acht *contubernia* zouden samen 24 meter bedragen. De *centuriowoning* of *fabrica* bedragen, met een marge van 29% van het geheel, een maximale lengte van 10 meter. De keuze om deze marge te gebruiken was op basis van de *centuriowoningen* van Valkenburg die 10 meter bedroegen. Wanneer deze afmetingen samengevoegd worden kom je uit op een totale lengte van 34 meter, zoals eerder besproken komt dit overeen met de ruimte beschikbaar binnen het *castellum*.

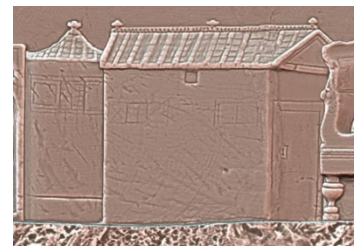


Fig. 15 Dakbedekking in de sarcofaag van Simpelveld.

Om aan een volledig *cohors* te komen zou dit betekenen dat er tien barakken in *castellum Laurium* stonden, wanneer er van acht *contubernia* uitgegaan wordt per barak. Om ruimte te besparen in het *castellum* werd de beslissing genomen om waar mogelijk dubbele barakken te gebruiken.⁶⁸ De barakken in het *castellum* hadden waarschijnlijk schuine daken zoals te zien in restanten van muren in Fendoch⁶⁹ en de sarcofaag van Simpelveld (zie fig. 15). Dit werd ook ondersteund door Romeinse pannendaken van platte tegels (*tegula*) met een hellingshoek van ongeveer 20 graden.⁷⁰ De hoogtes van de muren in de barakken zijn niet bekend, maar er kan beredeneerd worden aan de hand van de hellingshoek van 20 graden wat de hoogtes van de verschillende muren in vergelijking met elkaar waren. Door het schuine dak moest de *porticus* een lagere muur hebben dan de *arma* of *papilio* (zie fig. 16).⁷¹ De keuze was gemaakt om de middelste muur, net zoals bij de reconstructie van Nijmegen, meer dan 6 meter hoog te maken om de *arma* en *papilio* genoeg hoogte te geven.⁷²

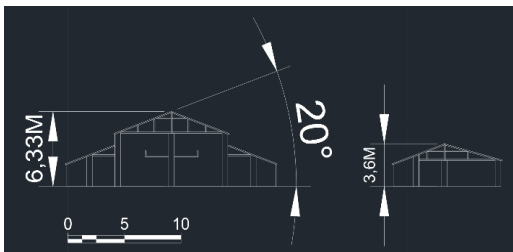


Fig. 16 Zij aanzicht van een dubbele en enkele barak.

⁶² Vos/Blom/Hazenberg 2010, 67.

⁶³ Blom/Vos 2008, 413.

⁶⁴ *Ibidem*, 425.

⁶⁵ Vos/Blom/Hazenberg 2010, 129.

⁶⁶ Johnson 1983, 17-23, 294-297.

⁶⁷ Willems 1990, 49.

⁶⁸ Bogaers/Haalebos 1983, 11.

⁶⁹ Richmond 1938/39.

⁷⁰ Buijtendorp 1993, 232.

⁷¹ Davison 1989, 226.

⁷² Bogaers/Haalebos 1983, 11.

De dubbele barakken bestaan uit twee barakken die één achtermuur delen, hierdoor is er geen mogelijkheid om ramen te plaatsen om de *papilio* te verlichten. Om lichtinval te creëren in de dubbele barakken is er een raam geplaatst in de tussenmuur van de *arma* en *papilio*.⁷³ De gedeelde achtermuur maakt door de verlengde hoogte het mogelijk om een tweede verdieping te plaatsen halverwege de wand voor aanvullend opslag. Om de eerdergenoemde lichtinval niet te belemmeren loopt deze verdieping maar tot de helft van de *papilio*. In *castella* is hier geen archeologisch bewijs voor, echter zijn er in *Herculaneum* woonhuizen met een dergelijke constructie bekend.⁷⁴

De deuropeningen hadden een breedte van 90 centimeter, met onder aan de deurpost een verhoging van 5 centimeter als afsluiting, op basis van archeologische sporen aangetroffen in Valkenburg. De hoogte van de deuropeningen waren niet bekend, hierdoor werd er gekozen voor een standaardafmeting van 180 centimeter. De ramen werden door gebrek aan vondstmateriaal gebaseerd op voorbeelden uit de *Vesuvius*steden met een afmeting van 50 bij 50 centimeter met een frame van 5 centimeter dik.⁷⁵ De locaties van de ramen in de gebouwen van het *castellum* werden door gebrek aan informatie zonder voorbeeld gereconstrueerd. Tijdens de opgravingen van Woerden waren er 8 fragmenten van vensterglas aangetroffen.⁷⁶ Hiervan kan verwacht worden dat het voornamelijk werd gebruikt voor de belangrijkste gebouwen, zoals het *praetorium*, door de hoge prijs van het glas.⁷⁷ Bij de 3D-reconstructie is er daarom gekozen voor simpele houten luiken.

De *centuriowoning* (zie fig. 17) van 10 bij 9,5 meter was onderverdeeld in meerdere kleine kamers die ieder een eigen functie hadden. De kamers zijn ingedeeld op basis van opgravingsrapporten uit Valkenburg, omdat er in *Laurium* geen sporen waren aangetroffen. Beide opslagkamers zijn te vinden aan het begin van de woning met een afmeting van 2 bij 2,36 meter. De keuken van 2 bij 1,8 meter zat naast de woonkamer van 3 bij 3,2 meter voor gemakkelijke toegang. De latrine van 2 bij 1,26 meter bevond zich tegenover de slaapkamer van 3 bij 3,2 meter.

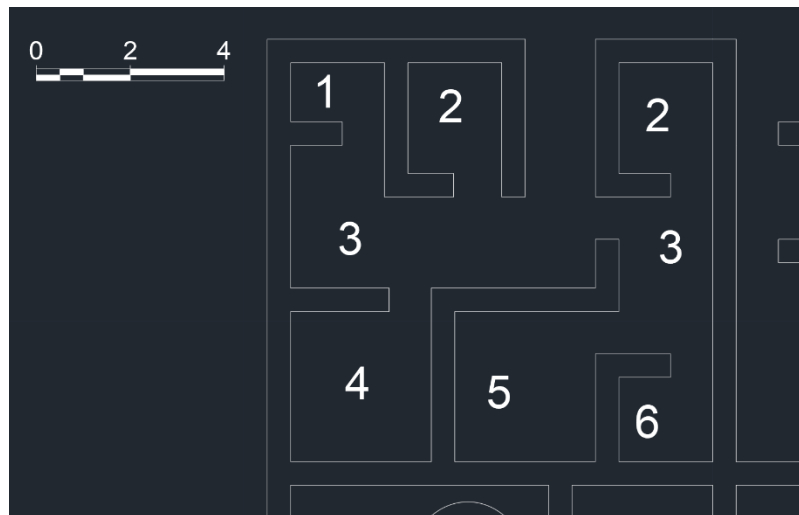


Fig. 17 Plattegrond van een *centuriowoning* in *Laurium*.
1 latrine; 2 opslagkamer; 3 tussengang; 4 slaapkamer; 5 woonkamer; 6 keuken

⁷³ Johnson 1983, 172.

⁷⁴ Bogaers/Haalebos 1983, 11.

⁷⁵ Buijtendorp 1993, 231.

⁷⁶ Blom/Vos 2008, 289-290.

⁷⁷ Davison 1989, 229-230.

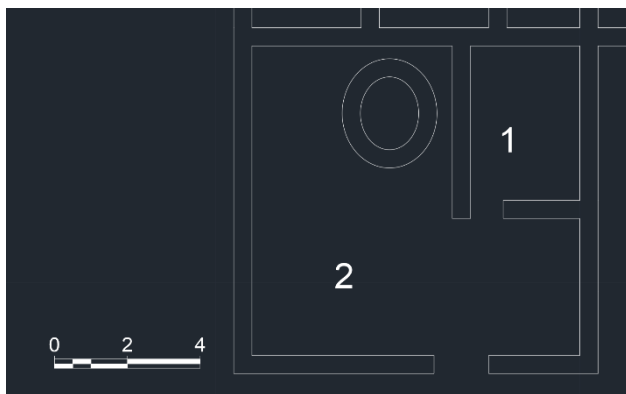


Fig. 18 Plattegrond van een *fabrica* in de barakken in *Laurium*.
1 opslagkamer; 2 molenkamer

Bij zes van de tien barakken in *castellum Laurium* is er een *centuriowoning* gereconstrueerd, bij de overige vier is de ruimte gebruikt voor een *fabrica* (zie fig. 18). Hiervoor zijn echter geen sporen gevonden in *Laurium*, waardoor er gekeken is naar de indeling van het *castellum* te Valkenburg. In de kleine *fabrica* werden de zwaardere wapenuitrusting en proviand bewaard van de *centuria*, tevens bevond zich hier een tredmolen voor het malen van koren.⁷⁸ Het gebouw had dezelfde afmetingen als de *centuriowoning* en was onderverdeeld in twee

kamers. De kleine kamer van 4,24 bij 3 meter werd hierbij vermoedelijk alleen gebruikt voor opslag. Waarbij de grote kamer, die de rest van het gebouw in beslag nam, gebruikt werd voor verdere opslag maar ook voor het bereiden van voedsel.

Het interieur van de barakken is gebaseerd op interpretaties van gemaakte vondsten, het meubilair wordt besproken in hoofdstuk 4. In *castellum Laurium* zijn er sporen van brandhaarden gevonden tegen de tussenmuren van de *papilio* en de *arma*. Deze haarden worden frequent aangetroffen bij opgravingen. Met zekerheid kan gezegd worden dat deze een verwarmende- en kookfunctie hadden voor de gelegerde soldaten in de *papilio*.⁷⁹

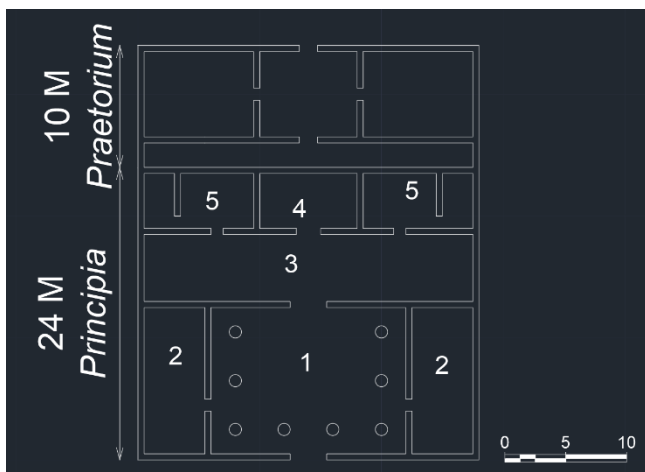


Fig. 19 Plattegrond van de *principia* in *Laurium*.
1 atrium; 2 armamentarium; 3 basilica; 4 sacellum; 5 tabularium of signiferi

3.2.3 Principia

Het tweede gebouw waar restanten van aangetroffen waren tijdens de archeologische opgraving was de *principia* (zie fig. 19). Dit gebouw werd gebruikt als het hoofdkwartier van *castellum Laurium*. Van de *principia* zijn echter alleen afzonderlijke muren bekend, deze muren hadden een dikte van 50 centimeter.⁸⁰ Afzonderlijke kamers waren niet te achterhalen tijdens de opgraving. Hierdoor kon er geen exacte plattegrond gereconstrueerd worden van de *principia* in *Laurium*. Daarom zijn de *principiae* van Meinerswijk⁸¹ en Valkenburg gebruikt tijdens het reconstrueren van de plattegrond. In Valkenburg is de *principia* vermoedelijk

samengevoegd met het *praetorium* tot één gebouw in het midden van het *castellum*. Door deze gebouwen aan te passen naar één gebouw was er meer ruimte in het *castellum* voor een ander gebouw.⁸² In paragraaf 3.3.4 wordt verder beargumenteert waarom er gekozen is voor één gebouw voor *castellum Laurium*. Het achterste gedeelte, het *praetorium*, is door de bovengenoemde reden gebaseerd op de plattegrond van Valkenburg. Het voorste gedeelte, de *principia*, is gereconstrueerd op basis van de plattegrond uit Meinerswijk, omdat deze de best geconserveerde *principia* uit de regio is. Beide plattegronden werden in afmetingen aangepast om geplaatst te kunnen worden in *Laurium*.

⁷⁸ de Hingh/Vos 2006, 105.

⁷⁹ Johnson 1983, 171-173.

⁸⁰ Blom/Vos 2008, 69.

⁸¹ Vos/Blom/Hazenberg 2010, 52.

⁸² Persoonlijke communicatie Wouter Vos 2021.

De gereconstrueerde *principia* van *castellum Laurium* was opgedeeld in 5 verschillende onderdelen (zie fig. 19). De ingang, gericht op de *via praetoria*, leidde naar een binnenplaats van 16 bij 12 meter (*atrium*) die omringd was aan drie of vier kanten door rijen van palen. Dit was vermoedelijk een ontmoetingsplaats waar in veel *castella* een waterput in de hoek stond. Aan beide kanten van het *atrium* zaten opslagkamers, van 5 bij 12 meter, voor de wapens van het *cohors* (*armamentarium*). De eerste kamer na de ingang was een grote hal, van 27 bij 5,5 meter, die uitstreekte over de gehele breedte van de *principia* (*basilica*). Aan één uiteinde, vaak de rechterkant, stond er een podium voor de commandant om zijn soldaten toe te spreken. Hier worden er ook standbeelden of altaren verwacht. Achter de *basilica* stonden er drie kamers, met de belangrijkste in het midden. Dit was namelijk de kluis, van 8 bij 4,5 meter, voor de waardevolle spullen (*sacellum*) van het *cohors*, hier werden de veldtekens en vaandels opgeslagen. Naast het *sacellum* waren er twee kamers, van 6 bij 4,5 meter, voor de onderofficieren om te gebruiken als kantoren. Eén van deze kamers werd gebruikt als archiefkamer (*tabularium*), terwijl de ander werd gebruikt voor de financiën (*signiferi*). Aan de zijkant van de kantoren waren er kleine kamers, van 2,5 bij 4,5 meter, voor de opslag van documenten.⁸³ Het *praetorium* was onderverdeeld in drie kamers met gelijke omvang van de kantoren achter de *basilica*.

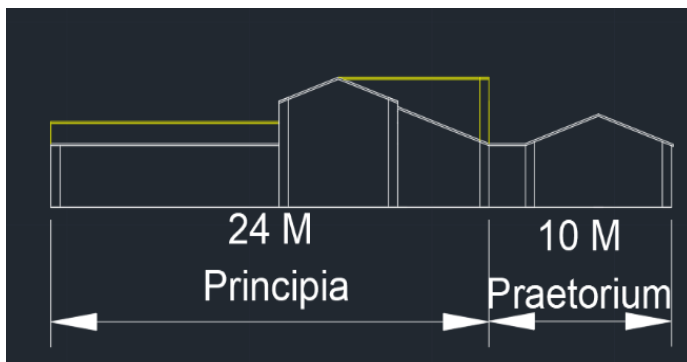


Fig. 20 Zijaanzicht van de *principia* in *Laurium*.

Er is weinig informatie over de hoogtes van de *principia* op mesoniveau. De oorzaak hiervan is het ontbreken van complete plattegronden. Echter kan er wel in Duitsland gekeken worden naar vondstmateriaal uit Kapersburg⁸⁴ en Gnotzheim⁸⁵. Op deze locaties waren er restanten gevonden van tegula en spijkers. Hieruit kon opgemaakt worden dat de daken belegd waren met pannendak die ondersteund werd met een houten constructie.⁸⁶ Het besluit

werd daarom genomen om dezelfde hellingshoek als de barakken aan te houden (20 graden). De hoogtes van de daken werden gebaseerd op de pilaren in het *atrium*. Deze pilaren droegen het dak en waren 2,5 meter hoog gereconstrueerd (zie fig. 20) naar aanleiding van restanten van pilaren die waren aangetroffen in Bar Hill⁸⁷.

⁸³ Johnson 1983, 104-119.

⁸⁴ Löhnig/Schallmayr 2004.

⁸⁵ Faßbinder 2009.

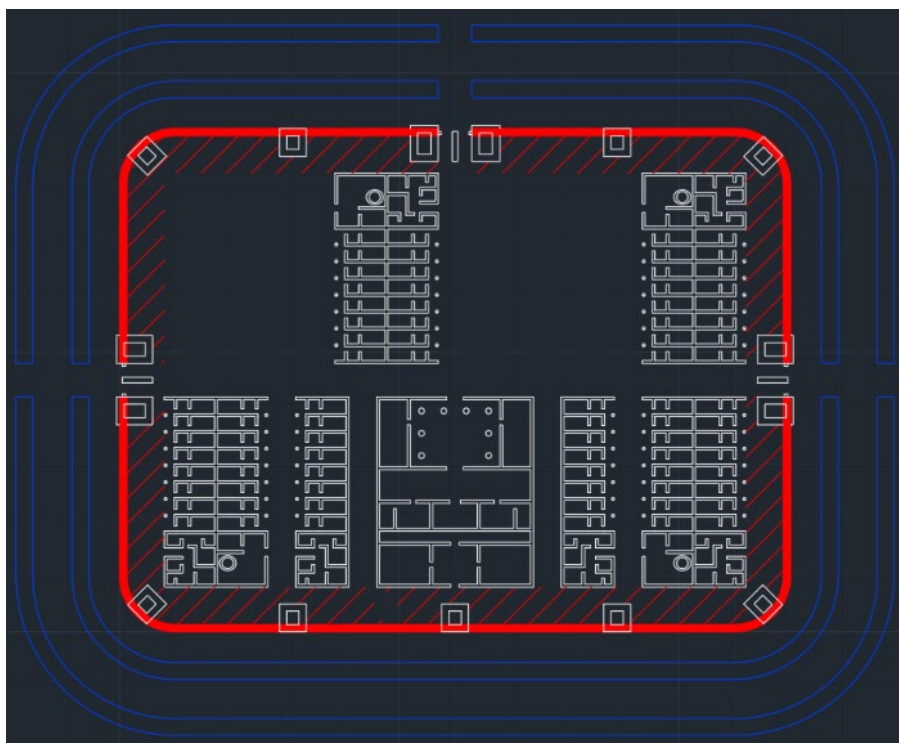
⁸⁶ Johnson 1983, 120-122.

⁸⁷ Macdonald/Park 1906.

3.2.4 Bekende indeling

De bovenstaande bevindingen vormen samen een aanzienlijk deel van *castellum Laurium*. Hierdoor kan er al een beeld gegeven worden van de hoofdwegen, *fossae*, verdedigingsmuren met *intervallum*, barakken en *principia* (zie fig. 21). *Castellum Laurium* is maar voor een klein deel opgegraven, hierdoor is deze indeling een mogelijke interpretatie van de aangetroffen sporen onderbouwd met voorbeelden van andere castella. Bij West-Nederlandse *castella* is er regelmatig sprake van een aanpassing in de standaard indeling, de oorzaak hiervan is hun situering op de smalle Rijnsoever. Door deze beperkte ruimte bestaan deze *castella* uit twee gelijke delen in plaats van de oorspronkelijke drie, namelijk de *praetentura* en de *retentura* die van elkaar gescheiden zijn door de *via principalis*. Het ontbreken van de *latera praetorii* zorgde ervoor dat de *principia* zich in de *retentura* bevond. De *via decumana* en *porta decumana* ontbreken om dezelfde reden ook van de plattegrond.⁸⁸ De *principia* werd aan beide kanten omringd door barakken met de *centuriowoning* tegen het *intervallum*, dit was vaker het geval in Nederlandse *castella*.⁸⁹ De dubbele en enkele barakken in de *retentura* werden zo geplaatst dat ze een weg creëerde van 5 meter breed door het midden van de barakken waar de soldaten onder de *porticus* samen konden lopen en praten (*spatium conversantibus*). Om ervoor te zorgen dat de *porticus* van de barakken voldoende ruimte had aan beide kanten is er gekozen om ze aan de buitenkant te plaatsen richting het *intervallum*. De *centuriowoningen* werden verdeeld over de barakken zodat de *centuria* relatief dicht bij elkaar verbleven. De *fabrica* werden naderhand gepositioneerd in de overige lege vertrekken van de barakken.

Het ontwerp van de *porta praetoria*, *porta principalis dextra*, *porta principalis sinistra* en torens (*turrim*) zijn gebaseerd op de poorten en torens van het *castellum* te Vechten, deze poorten hebben een dubbele onderdoorgang.⁹⁰ De verdedigingswerken van Vechten waren goed geconserveerd waardoor de plattegronden een duidelijk beeld gaven van de stenen muren en poorten. De verdedigingsmuren en torens in Vechten hadden een dikte van 130 centimeter.⁹¹



De totale omvang van *castellum Laurium* binnen de omwalling komt uit op 120 bij 90 meter. Deze indeling zorgt voor een totale capaciteit van ± 480 soldaten. Er was ruimte over voor aanvullende gebouwen, deze worden in de volgende paragraaf besproken.

Fig. 21 Bekende indeling van *castellum Laurium*.
voor legenda zie fig. 25, pag. 31

⁸⁸ Blom/Vos 2006, 5.

⁸⁹ *Idem* 2008, 64.

⁹⁰ *Ibidem*, 44.

⁹¹ Polak/Zandstra 2012, 60.

3.3 Aanvullingen

De overige leemten in de indeling werden opgevuld door het vergelijken van plattegronden van andere *castella*. Een van de belangrijkste bronnen bij het invullen van deze aanvullingen was Wouter Vos, met behulp van zijn visie werden de onderstaande gebouwen toegevoegd aan de indeling.⁹² Aan het begin was er nog onzekerheid over de aanwezigheid van een eventuele paardenbarak, de reden hiervoor was de vondst van een aantal paardentuigen aan de noordwestkant van het *castellum*.⁹³ Deze vondsten waren echter niet voldoende om met zekerheid de aanwezigheid van een paardenbarak te constateren. Door de kleine hoeveelheid paardentuigen op deze locatie wordt het verwacht dat ze gebruikt werden voor werkpaarden niet voor de paarden van soldaten. Op de plek van deze vondst is er een gereconstrueerde *fabrica* geplaatst waarbinnen de paardentuigen gemaakt konden worden. De keuzes om de individuele gebouwen te plaatsen in *castellum Laurium* worden per gebouw in de onderstaande paragrafen behandeld. Er waren geen sporen aangetroffen van de aanvullingen in *Laurium*, hierdoor werden de plattegronden van de gebouwen overgenomen uit andere *castella* en waar nodig aangepast aan de benodigde afmetingen.

3.3.1 *Fabrica*

De *fabrica* (zie fig. 22) was een belangrijk gebouw in een *castellum*, deze was dan ook in veel forten terug te vinden. Binnen in de *fabrica* werd er door verschillende ambachtslieden gewerkt aan het onderhoud van de gebouwen, wagens, wapens, gereedschappen en uitrusting in het *castellum*. In principe verrichtte dit gebouw dezelfde functie als die van de *fabrica* aan het uiteinde van de barakken. Deze *fabrica* was echter groter in omvang waardoor er meer ruimte was voor ambachtslieden en hun gereedschap. De beschikbare ruimte werd bijvoorbeeld gebruikt door een smid, leerbewerker en/of timmerman. Naast de ingang aan de zuidkant van het gebouw bevinden zich twee grote kamers die gebruikt werden voor het opslaan van producten en materialen zoals hout, metaal en steen. De combinatie met deze kamers zorgde ervoor dat deze *fabrica* effectiever was in het produceren van de benodigde gereedschappen dan de kleinere *fabrica*.⁹⁴

De plattegrond van de gereconstrueerde *fabrica* werd gebaseerd op de archeologische opgraving van *castra Inchtuthil* in Engeland uit 1965.⁹⁵ Deze plattegrond was de best geconserveerde plattegrond op mesoniveau. De gereconstrueerde *fabrica* heeft een omvang van 26,5 bij 34 meter met een binnenplaats van 16 bij 20 meter.

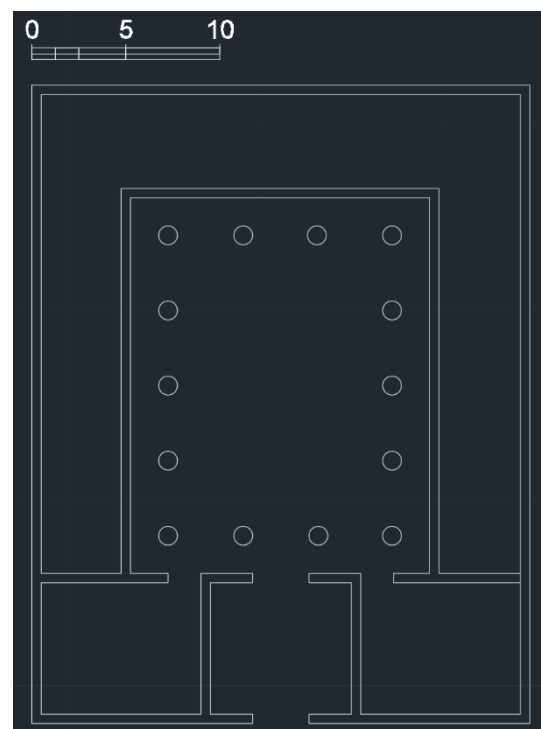


Fig. 22 Plattegrond van de *fabrica* in *Laurium*.

⁹² Persoonlijke communicatie Wouter Vos 2021.

⁹³ Blom/Vos 2008, 245.

⁹⁴ Johnson 1983, 183-185.

⁹⁵ Pitts/Joseph 1985, 104.

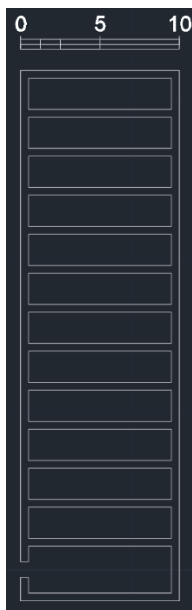


Fig. 23 Plattegrond van het horreum in Laurium.

3.3.2 Horreum

Een essentieel gebouw in het *castellum* was het *horreum* (zie fig. 23), hier werden namelijk alle benodigde voorraden opgeslagen van het *cohors*. Wanneer het *castellum* belegerd werd door de vele vijanden van het Romeinse Rijk moest het proviand dat binnen de muren lag goed bewaard blijven. Een van de methoden die hiervoor gebruikt werd was het verhogen van de vloer, waardoor het gebouw zich op poten bevond en daardoor beter bestandig was tegen ongedierte en water. Naast de verhoging van de vloer werd er ook gebruik gemaakt van ventilatie gaten onder het vloerniveau om graan droog en koel te houden. De plattegrond van het *horreum* verschilt hierdoor behoorlijk van het daadwerkelijke uiterlijk. Door gebrek aan vondstmateriaal is het niet duidelijk hoe de binnenkant van het *horreum* eruit zag. Vermoedelijk werd het graan opgeslagen in zakken of tonnen, hierdoor konden oude en nieuwe voorraden makkelijker van elkaar onderscheiden worden. Het *horreum* zag er van buiten hetzelfde uit als de andere gebouwen van het *castellum*, met als uitzondering de palen onder het gebouw.⁹⁶

Door de verhoging werd het gebouw op de plattegrond gevisualiseerd als rijen muren die parallel aan elkaar stonden met een afmeting van 34 bij 10 meter. Wederom is het gereconstrueerde *horreum* gebaseerd op *Inchtuthil* door de goed geconserveerde plattegrond.⁹⁷

3.3.3 Valetudinarium

Het welzijn van de soldaten was belangrijk voor de verdediging van het *castellum*. Naast de vele trainingen op de parade grond was de *valetudinarium* ook van belang voor hun gezondheid (zie fig. 24). Het is echter niet duidelijk of de *valetudinarium* in het *castellum* stond. Er zijn echter ook geen plattegronden aangetroffen van *valetudinaria* in de *vici*. De oorzaak van deze onzekerheden is door een gebrek aan vondstmateriaal dat concreet kan zeggen waar ze stonden. Het is mogelijk dat de plattegrond niet onderscheidend genoeg is van andere gebouwen om het te herkennen tijdens archeologische opgravingen.⁹⁸ De hoge standaard van zorg in het Romeinse leger is echter wel bekend. Hierdoor kan verwacht worden dat elk *cohors* de mogelijkheden moest hebben om te zorgen voor hun soldaten.⁹⁹ Binnen de *castra* van Vetera¹⁰⁰ en Neuss¹⁰¹ zijn er mogelijke plattegronden aangetroffen van *valetudinaria*. Deze plattegronden verschilden echter van de mogelijke *valetudinaria* van de *castella* van Oberstimm¹⁰² en Fendoch. De *valetudinaria* uit een *castra* hadden vaak een rechthoekige vorm met een binnenplaats omringd met kamers. In de *castella* waren het echter gebouwen die bestonden uit één lange gang door het midden met kamers aan de zijkanten. De kamers hadden voornamelijk dezelfde afmetingen en hiervan wordt verwacht dat er medische of spirituele hulp werd verleend.

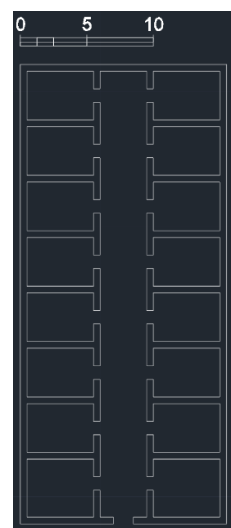


Fig. 24 Plattegrond van de valetudinarium in Laurium.

Vanwege de afmetingen en vorm werd de plattegrond van Fendoch als basis genomen voor de gereconstrueerde plattegrond van *castellum Laurium*. De *valetudinarium* had een afmeting van 34 bij 15,5 meter en had 8 vertekken aan beide kanten, die vermoedelijk gebruikt werden als kamers voor zieke soldaten.

⁹⁶ Johnson 1983, 142-155.

⁹⁷ Pitts/Joseph 1985, 116.

⁹⁸ Baker 2000, 192-196, 209-216.

⁹⁹ Johnson 1983, 164.

¹⁰⁰ Lehner 1930.

¹⁰¹ von Petrikovits 1957.

¹⁰² Schönberger 1978.

3.3.4 Gereconstrueerde indeling

De bovenstaande aanvullingen werden samengevoegd met de eerdere bekende indeling waardoor het volledige beeld van *castellum Laurium* tot stand kwam. Zoals eerder vernoemd waren er paardentuigen aangetroffen in het noordwesten van het *castellum*, deze vondst bepaalde de locatie van de *fabrica*. Deze paardentuigen waren waarschijnlijk in de *fabrica* gemaakt of lagen daar voor reparatie. De ingang van de *fabrica* zorgde ook voor snelle toegang naar de twee voorste kamers, waar de materialen lagen opgeslagen vanaf de *via principalis*. Het *horreum* werd vervolgens geplaatst langs de *via praetoria* om de invoergoederen afkomstig van de Rijn gemakkelijk te kunnen bergen. Tevens was dit een gunstige plek omdat het voldoende ruimte had aan de voorzijde, zo werden er geen andere gebouwen belemmerd tijdens het vervoeren van goederen. Afhankelijk van de grootte van het *horreum* was er nog 34 bij ± 17 meter over voor een ander rechthoekig gebouw. In de relatief kleine ruimte die nog beschikbaar was kon er geen *praetorium* geplaatst worden. De afwezigheid van archeologische sporen van een *praetorium* met deze afmetingen was hier doorslaggevend in. De afmetingen van de *valetudinarium* zorgde voor een aansluitende plattegrond in de gereconstrueerde indeling. Deze had namelijk geen ruimte nodig om het gebouw waardoor het 1 meter van het *horreum* geplaatst kon worden, dit zorgde ook voor een grotere omvang van de *valetudinarium*. Door de 1 meter afstand konden er ramen aan alle kanten geplaatst worden en was er ook ruimte voor soldaten om langs het *horreum* te lopen. De afstanden tussen de barakken en de aanvullingen zijn in beide gevallen 4 meter om voldoende ruimte te houden voor de *porticus*.

Het gehele *castellum*terrein (zie fig. 25) van *castellum Laurium* is geschat op 160 bij 130 meter door de twee *fossae* die liepen om het fort. Binnen de omwalling was het *castellum* 120 bij 90 meter met ruimte voor ± 480 soldaten in de 10 barakken. Vanuit de *principia* kon de commandant het *cohors* aansturen, en aan de achterkant kon hij in het *praetorium* wonen. Het *castellum* had voorzieningen voor het onderhouden van de gebouwen in de vorm van de *fabrica*. In de *valetudinarium* werden de zieke soldaten verzorgd en in het *horreum* werden de benodigde voorraden opgeslagen.

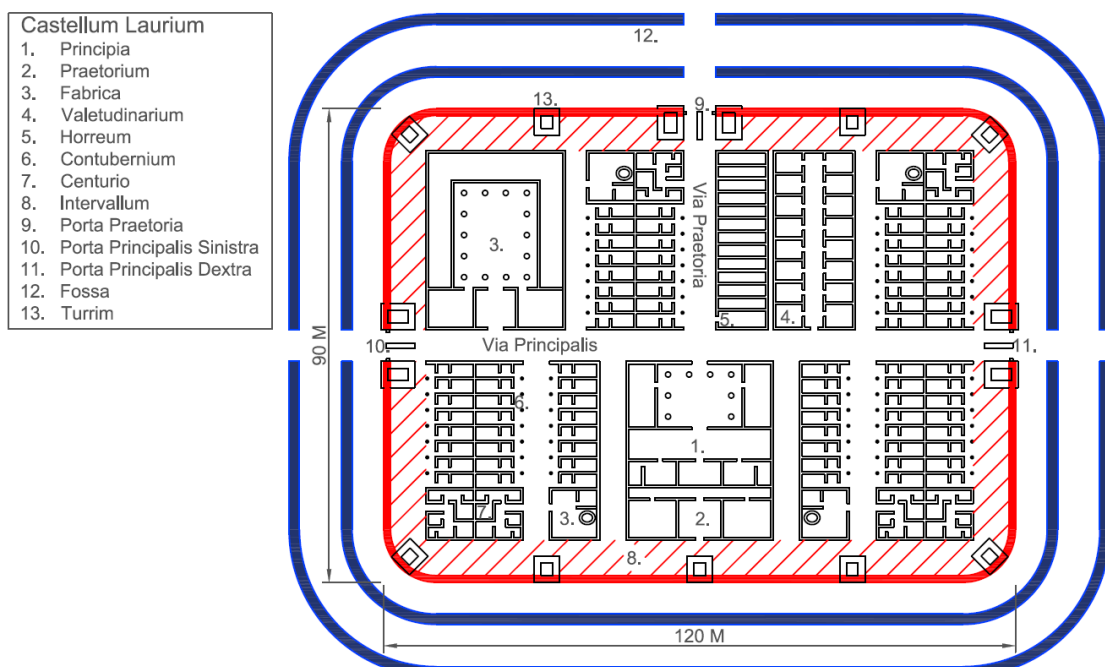


Fig. 25 Gereconstrueerde indeling van *castellum Laurium*.

3.4 Aardewerk

Tijdens de opgraving van 2002 tot en met 2004 werd er een grote hoeveelheid Romeins aardewerk aangetroffen, echter was er een beperkt aantal fragmenten maar bruikbaar voor analyse van Woerden IV. De oorzaak hiervan was de hoeveelheid vondsten die werd gedaan voor eerdere fasen, waardoor er maar een klein aantal betrekking had op de steenbouwfase van *Laurium*. Het kan ook niet worden uitgesloten dat een deel van de materialen uit de steenbouwfase door grondgebruik in de Nieuwe Tijd zijn verdwenen, aangezien deze zich in de bovenste laag van het *castellum* bevinden.¹⁰³ Het aardewerk is voor het literatuuronderzoek verdeeld in twee typen: gebruiksvoorwerpen van aardewerk en bouwkeramiek.

3.4.1 Gebruiksvoorwerpen

De gebruiksvoorwerpen binnen het *castellum* kunnen iets zeggen over de gebouwen en hun interieur. Wanneer er alleen nog funderingen over zijn kunnen de vondsten aanwijzingen geven over de functie van de kamers. Zoals eerder vernoemd konden *amforen* duiden op een opslagplek of zelfs door graffiti verbonden worden met een persoon of *cohors*. Tijdens de opgravingen konden de Romeinse keukens ook herkend worden door de vondst van een wrijfschaal. De afkomst van het aardewerk kon aanwijzingen geven van handel die plaatsvond langs de *limes*. Hier was ook sprake van in *Laurium*, de fijne tafelwaar was afkomstig was uit landen zoals Frankrijk, België en Duitsland.¹⁰⁴

Wanneer er werd gekeken naar de verhouding van het aangetroffen aardewerk binnen *castellum Laurium* dan was dit kenmerkend voor een militaire context. Dit was te zien aan de spaarzame vertegenwoordiging van handgevormd aardewerk en een relatief hoog percentage van luxere tafelwaar, zoals relatief kostbaar rood aardewerk (*terra sigillata*).¹⁰⁵ De categorie van kruiken en *amforen* was veel groter dan de andere typen, dit werd echter verklaard door de omvang van de gebruiksvoorwerpen waardoor er bij breken relatief veel scherven ontstonden.¹⁰⁶

Er kan van eerdere periodes in *Laurium* vastgesteld worden dat de inwoners van de *vicus* een gelijkwaardige materiële cultuur hadden aan de soldaten in het *castellum*. Er waren grote overeenkomsten tussen het vondstmateriaal uit de *vicus* en uit *castellum Laurium*. Deze verhouding is typerend voor de andere *castella* langs de Nederlandse *limes*. De gebruiksvoorwerpen leken voornamelijk aangevoerd te zijn via de Rijn waarlangs de *limes* lag.¹⁰⁷



Fig. 26 Voorbeeld graffiti uit Valkenburg.

Bij het onderzoek zijn er veel stukken aardewerk aangetroffen met graffiti (zie fig. 26), dit is gebruikelijk bij *castella* en bestaat vaak uit een uiting van eigendom of een getal. De graffiti op het aardewerk van *castellum Laurium* is hier niet een uitzondering op, veel van de aangetroffen graffiti betreft een uiting van eigendom of een aanduiding van de primaire inhoud van het aardewerk. Het beste voorbeeld van deze uiting van eigendom was de gladwandige kruik met de naam *Lucius* uit het *cohors XV Vol*. Dit was echter niet de enige aardewerk vondst met een naam, uit de steenbouwfase zijn er borden aangetroffen met de namen *Catullus*, *Victorinus* en *Plotia*.¹⁰⁸

¹⁰³ Blom/Vos 2008, 183-188.

¹⁰⁴ Blom/Vos 2008, 168, 426.

¹⁰⁵ Blom/Vos 2008, 147.

¹⁰⁶ *ibidem*, 148.

¹⁰⁷ Blom/Vos 2008, 187.

¹⁰⁸ Blom/Vos 2008, 174-180.



Fig. 27 Voorbeeld dakbedekking uit Xanten.

3.4.2 Bouwkeramiek

Om de 3D-reconstructie te maken van het interieur was het noodzakelijk om te kijken naar de dakconstructie (zie fig. 27) van het gebouw, dit was namelijk van belang tijdens het reconstrueren van het plafond in de kamers. In de *contubernia* waren er haarden aanwezig die via de dakconstructie de rook afvoerde naar buiten. Het merendeel van de bouwkeramiekvondsten uit *Laurium* zijn fragmenten van deze dakconstructie. De *tegulae* werden samen met halfmond gebogen dakpannen (*imbrex*) gebruikt voor het bedekken van de dakconstructies, met als gevolg dat er een waterdicht dak ontstond. Naast dakbedekking werden de *tegulae* mogelijk gebruikt als vloer-, wand- en muurtegels in het interieur.¹⁰⁹

De herkomst van de bouwkeramiek was waarschijnlijk De Holdeurn, vanwege de ligging van *castellum Laurium* aan de Rijn. De Holdeurn werd beschouwd als de centrale pannenbakkerij van Nederland. Echter gold deze herkomst niet

voor bij al het materiaal, aan de hand van stempels op de *tegula* kan er achterhaald worden dat deze een herkomst hadden in de Overrijnse regio nabij Neuss, Xanten en/of Bonn.¹¹⁰

3.5 Bouwmateriaal

Bij de archeologische opgraving van het *castellum Laurium* waren er meerdere type bouwmateriaal gevonden, deze bouwmaterialen bepaalde het uiterlijk van de 3D-reconstructie. Er was echter gering vondstmateriaal dat een duidelijk beeld gaf van de gebouwen in *Laurium*. Het bouwmateriaal is opgedeeld in de typen die zijn gebruikt voor de *texturen*. Allereerst wordt er gekeken naar de aangetroffen natuursteen, vervolgens naar het hout en tot slot wordt er stil gestaan bij het leem. De primaire bron voor deze bevindingen was het archeologische rapport van de opgraving uit 2002 tot en met 2004, geschreven in 2008.¹¹¹

3.5.1 Natuursteen

Hoofdzakelijk was er in Woerden bouwmateriaal aangetroffen dat bestond uit basalt en tuf, het type betreft bouwstenen, bouwblokken en architectonische fragmenten. Volgens het rapport uit 2008 werden stenen die kleiner waren dan 30x25x20 mm gecategoriseerd als bouwstenen. Wanneer deze groter waren dan 40x30x25 mm werden ze gezien als het type bouwblok. Deze bouwblokken bedroegen het grootste deel van de natuursteen vondsten, deze waren zeer waarschijnlijk afkomstig uit de verdedigingsmuur van het *castellum*. Buiten de bouwblokken om waren er ook bouwstenen vondsten. Naast basalt en tuf werden er ook sporen gevonden van zandstenen en kalkstenen bouwstenen. De 50 centimeter dikke muur van de *principia* (zie fig. 28) bestond uit een combinatie van twee rijen kleine, regelmatig gevormde bouwstenen van tuf.¹¹²



Fig. 28 Tufstenen muur van de *principia* in *Laurium*.

¹⁰⁹ Blom/Vos 2008, 193.

¹¹⁰ Blom/Vos 2008, 206.

¹¹¹ Blom/Vos 2008.

¹¹² Blom/Vos 2008, 211.

De altaarsteen van het derde *cohors* van *Breucorum* was gemaakt van kalksteen (zie fig. 29), deze unieke vondst was in 1988 gevonden door twee amateurarcheologen.¹¹³ Dit was echter niet de enige kalkstenen vondst met een inscriptie van het *castellum*. Er waren namelijk een aantal architectonische fragmenten aangetroffen in de *fossae* van Woerden IV. Deze maakte mogelijk deel uit van een reliëf dat boven de toegang tot het poortgebouw had gehangen, maar door de kleine hoeveelheid fragmenten was dit niet zeker.¹¹⁴ Daarnaast waren er twee fragmenten gevonden van tuf die niet geïnterpreteerd konden worden, vermoedelijk ging het om een sokkel of altaarsteen.¹¹⁵



Fig. 29 Altaarsteen van het derde *cohors* van *Breucorum*.

Nederland heeft van oorsprong geen natuursteen waardoor het elders gehaald moest worden. De herkomst van alle bouwmaterialen was niet precies te herleiden, echter konden er wel hypothesen gemaakt worden. Het basalt dat was gebruikt bij de bouw van het *castellum* werd waarschijnlijk getransporteerd over de Rijn vanuit de dichtstbijzijnde steengroeve nabij Bonn. Het tuf werd vermoedelijk via dezelfde route aangevoerd vanuit het Eifelgebergte. De kalkstenen waren lastiger te herleiden, het werd verwacht dat ze uit het Maasgebied kwamen. Deze veronderstelling werd gemaakt op basis van overeenkomsten met het zanderig kalkzandsteen van Gobertange.¹¹⁶

3.5.2 Hout

Uit de steenbouwfase van *castellum Laurium* waren er een gering aantal houtvondsten, de oorzaak hiervan was de slechte conservering van het hout in de bodem. Het voornaamste gebruik van hout in het *castellum* was voor fundering of palen. Het onderzoek naar de houtsoorten toont wel aan dat de voornaamste soorten bestonden uit hout van de els en eik. Er waren geen sporen aangetroffen van geïmporteerd hout in het *castellum*. Het hout dat gebruikt werd voor de bouw van het *castellum* bestond voor 78% uit elzenhout. Het eikenhout was relatief jong gekapt, 30 tot 40 jaar, wat kan wijzen op een jong en niet snel groeiend bos. Beide boomsoorten waren afkomstig uit het lokale rivierenlandschap. Het omringende gebied van *castellum Laurium* bestond voornamelijk uit watervoerende geulen en restgeulen van oudere rivierlopen waardoor het een nat terrein had. De elzen waren voornamelijk langs de rivier te vinden door hun bestendigheid tegen overstromingen, ze werden geclassificeerd als zachthout. De eiken bevonden zich op hogere en drogere delen van het riviereengebied waarvan er minder aanwezig waren, ze vallen onder het type hardhout. De eik werd gedurende het begin van de middeleeuwen meer gebruikt, wat kan betekenen dat het klimaat in de omgeving droger werd.¹¹⁷

¹¹³ Blom/Vos 2008, 129.

¹¹⁴ *Ibidem*, 71.

¹¹⁵ *Ibidem*, 212.

¹¹⁶ Blom/Vos 2008, 217-218.

¹¹⁷ Blom/Vos 2008, 347-348.

3.5.3 Leem

Tot slot was er onderzoek verricht naar de aanwezigheid van leemblokken op advies van Wouter Vos.¹¹⁸ Volgens het rapport waren er stukken verbrand leem aangetroffen op locaties waar vermoedelijk een haard zou hebben gestaan in het *contubernium*, echter waren er geen andere aanwijzingen van grotere stukken leem gevonden.¹¹⁹ Door het geringe aantal vondsten in *Laurium* is er gekeken naar voorbeelden uit het museumbezoek in Xanten.

In Xanten was er vaak sprake van een fundering van natuursteen met daarop leemblokken, deze werden vervolgens gepleisterd. Wanneer er gekeken werd naar de *principia* van Woerden kan er echter gezien worden dat er gebruik gemaakt werd van een fundering van houten palen.¹²⁰ Een goed voorbeeld van deze fundering is te zien in Valkenburg (zie fig. 30). Het kan wel verwacht worden dat de muren van de gebouwen in *Laurium* grotendeels uit gepleisterde leemblokken bestonden. Deze pleisterlaag fungeerde als bescherming tegen het natte klimaat van de omgeving. Tevens kan dit een verklaring zijn voor het ontbreken van de leemblokken in het *castellum*, aangezien deze nauwelijks herkenbaar opgenomen worden in de natte bodem. Tijdens het archeologisch onderzoek waren er een grote hoeveelheid tufstenenblokken aangetroffen, deze waren waarschijnlijk afkomstig van de verdedigingsmuur of het poortgebouw.¹²¹ Het werd niet verwacht dat alle gebouwen in het *castellum* volledig gemaakt waren van natuursteen door de grote hoeveelheid die geïmporteerd zou moeten worden. Uiteindelijk werd er daarom gekozen om de 3D-reconstructies een *texture* te geven van gepleisterde leemblokken.¹²² Het interieur zou vervolgens ook mogelijk beschilderd kunnen worden.¹²³ Voor de 3D-reconstructie is er gekozen voor geen beschildering omdat hier geen duidelijke voorbeelden van waren in *Laurium* (zie fig. 31).

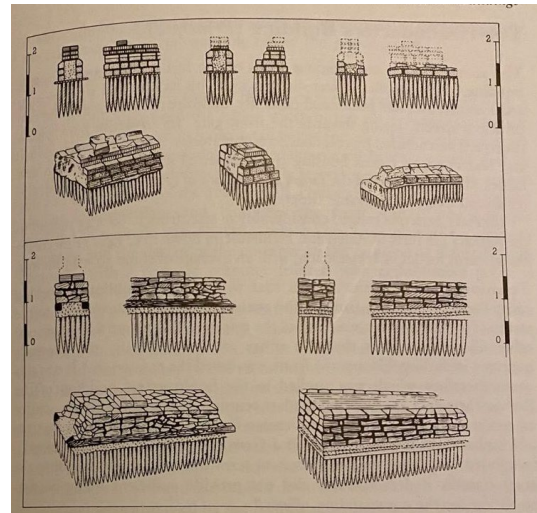


Fig. 30 Tekening van de fundering in het *castellum* van Valkenburg.

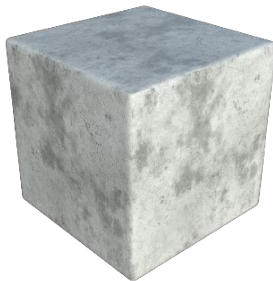


Fig. 31 Voorbeeld leem *texture*.

¹¹⁸ Persoonlijke communicatie Wouter Vos 2021.

¹¹⁹ Blom/Vos 2008, 54.

¹²⁰ Vos/Blom/Hazenbergh 2010, 52-53.

¹²¹ Blom/Vos 2008, 219.

¹²² Persoonlijke communicatie Wouter Vos 2021.

¹²³ Johnson 1983, 99.

4. 3D-reconstructie

In dit hoofdstuk wordt er een overzicht gegeven van de 3D-reconstructie, de modellen worden besproken en er wordt stil gestaan bij het gebruik van een 3D als onderzoeksmethode. Zoals eerder genoemd in paragraaf 1.1 zijn er acht kamers van *castellum Laurium* gereconstrueerd met groot meubilair. Deze acht kamers bevonden zich in de barakken van het *castellum*. Door de omvang van het project is er voor gekozen om alleen het grote meubilair in de gebouwen te 3D-modelleren. De functie van de kamers kon eveneens zichtbaar gemaakt worden door een klein aantal meubelstukken.

Nadat de plattegronden gereconstrueerd waren werd er begonnen aan de 3D-reconstructie. Dit werd aan de hand van de methodiek die in paragraaf 2.2 is behandeld uitgevoerd. Door de resultaten van het literatuuronderzoek wisten we de afmetingen van de kamers en de gebruikte materialen. De muren met deuropeningen werden hierdoor als eerste gereconstrueerd. Dit zorgde ervoor dat er gebruik gemaakt moest worden van een doorzichtige weergave (*wireframe*) van het model (zie fig. 32). Het meubilair kon hierdoor overzichtelijk geplaatst worden binnen de kamers. Bij het presenteren van de modellen werd er besloten om een aparte *scene* te maken om een beter beeld te krijgen, waarbij delen van het plafond en muren waren verwijderd. De barakken zullen eerst worden besproken, vervolgens wordt er gekeken naar de kamers van de *principia* en tot slot wordt de integratie van het project behandeld.

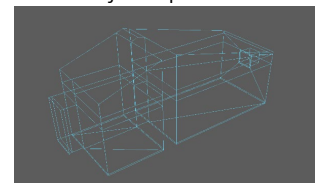


Fig. 32 Wireframe weergave van één *contubernium*.

4.1 Barakken

De barakken bestonden uit drie verschillende onderdelen, namelijk de *contubernia*, *centuriowoning* en kleine *fabrica*. Om ervoor te zorgen dat de grootte van het bestand zo laag mogelijk bleef werd er gekozen om één *contubernium* te reconstrueren. De *contubernia* waren uniform ingericht waardoor meer *contubernia* geen toegevoegde waarde had voor de 3D-reconstructie.¹²⁴ Dezelfde beredenering werd ook toegepast bij de *centuriowoning* en *fabrica*. Het meubilair is in alle 3D-reconstructies gemaakt van Elzenhout. Het interieur van de *contubernium* wordt eerst behandeld, hierna wordt er gekeken naar de *centuriowoning* en *fabrica*.

De *contubernia* bestonden uit de *arma* aan de voorkant en de *papilio* aan de achterkant. In de dubbele barakken werd, er zoals behandeld in paragraaf 3.2.2, gebruik gemaakt van een raam in de hoge tussenmuur van de kamers. Bij de enkele barakken werd er een raam gereconstrueerd midden in de achtermuur van de *papilio*. Deze keuze werd gemaakt op basis van de plaatsing van het meubilair in de *papilio*, dit wordt verderop in deze paragraaf beredeneerd. In de *arma* waren er geen ramen gereconstrueerd, omdat dit de opslagruimte zou verminderen. Tevens kon de deur openstaan gedurende de dag om lichtinval te creëren voor de *arma*. Vermoedelijk stond er geen deur tussen de *arma* en *papilio*.¹²⁵

In de *arma* stonden kasten en rekken waar de zes soldaten hun uitrusting konden opbergen. Deze uitrusting bestond voornamelijk uit kleding, wapens, gereedschap en tafelwaar. Dit was de plek waar de soldaten waarschijnlijk hun wapens en pantser schoonmaakten.¹²⁶ De meubels waren waarschijnlijk gemaakt van hout, hierdoor waren er geen resten aangetroffen in *Laurium*. Dit is ook het geval bij andere *castella*, met uitzondering van Ravenglass¹²⁷ en Pen Llystyn¹²⁸ waar er enkele paalgaten waren aangetroffen. Hierdoor werd er gekozen voor simpele houten rekken met een tafel voor meer opslag in de gereconstrueerde *arma*.¹²⁹

¹²⁴ Johnson 1983, 171.

¹²⁵ Davison 1989, 230.

¹²⁶ Johnson 1983, 171.

¹²⁷ Potter 1979.

¹²⁸ Nash-Williams 1969.

¹²⁹ Davison 1989, 238-239.

De afmetingen van de *papilio* waren niet aangetroffen tijdens de opgravingen van *castellum Laurium*. Het aantreffen van verbrand leem langs de wand van de *arma* kon wel wijzen op de aanwezigheid van een haard.¹³⁰ In de *papilio* tegen de tussenmuur aan van de *arma* was de meest voorkomende plek voor een haard, dit was bijvoorbeeld het geval in Valkenburg¹³¹. De haard zat vaak onder het hoogste punt van het dak in de enkele barakken. De haard was vaak in de vorm van een halve cirkel met een schoorsteen tot aan het dak.¹³² Er kon gebruik gemaakt worden van deze schoorsteen of een opening in het dak om de rook te laten ontspannen. In de dubbele barakken werd er gebruik gemaakt van het hoge raam.¹³³

De *papilio* werd gereconstrueerd met vier bedden die tegen de zijkant van de lange muren aan stonden (zie fig. 33). Door de bedden tegen de muur aan te plaatsen ontstond er een loopgang door het midden van de *papilio*. Aan het einde van deze loopgang werd het raam in de muur geplaatst op een hoogte van 1,25 tot 1,75 meter. Dit werd gedaan zodat het niet boven het bed van een slapende soldaat zat. Aan de buitenkant van de *contubernia* zorgde dit ook voor een uniform uiterlijk. Door het ontbreken van de *papilio* in *Laurium* moest er gekeken worden naar voorbeelden uit andere *castella* voor het interieur. Hier kon echter dezelfde conclusie getrokken worden als bij de *arma*. Door de slechte conservering van hout waren er geen restanten aangetroffen, alleen paalgaten in Ravenglass en Pen Llystyn.¹³⁴ Het uiterlijk van de bedden was hierdoor moeilijk achterhaalbaar. Er is veel discussie over hoe een soldaat sliep in de *papilio*, tijdens het reconstrueren kwamen er hierdoor drie verschillende alternatieven aan bod. Namelijk het gebruik van stapelbedden, eenpersoonsbedden of matrassen.¹³⁵

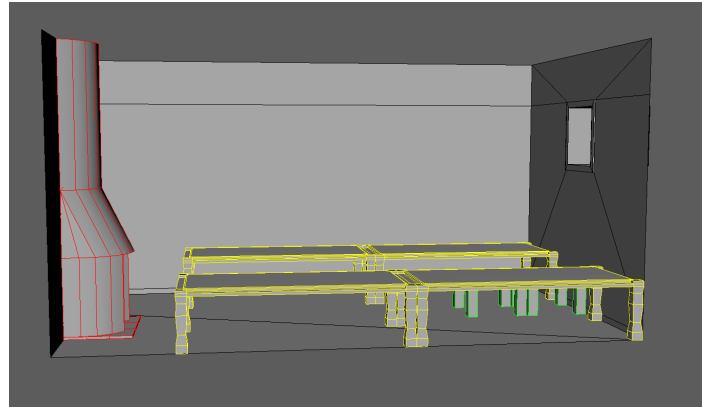


Fig. 33 Zijgezicht 3D-reconstructie van de *papilio*.

In het *castellum* van Rödgen¹³⁶, waar geen sporen waren aangetroffen, werd er uitgegaan van stapelbedden om het vereiste aantal soldaten in de beschikbare ruimte te passen. Aanvankelijk waren de eerste speculaties van stapelbedden afkomstig buiten het mesoniveau uit de opgraving van Heidenheim¹³⁷, waarna het regelmatig werd overgenomen en verspreid door andere archeologen. De hypothese uit Heidenheim was echter gebaseerd op paalgaten die ook bij de houten vloer van de *papilio* had kunnen horen.¹³⁸ Opvallend was het ontbreken van dergelijke paalgaten in andere *castella*, waardoor de hypothese indien correct niet toepasbaar was bij deze *castella*. Tijdens verder onderzoek waren er ook geen aanwijzingen gevonden van Romeinse stapelbedden buiten militaire context. Dit onderzoek leverde echter wel voorbeelden op van eenpersoonsbedden.

¹³⁰ Blom/Vos 2008, 54, 58-59.

¹³¹ Glasbergen/Groenman-van Waateringe 1972.

¹³² Johnson 1983, 171.

¹³³ Davison 1989, 231.

¹³⁴ Davison 1989, 238-239.

¹³⁵ Johnson 1983, 171-173.

¹³⁶ Schönberger 1976.

¹³⁷ Cichy 1971.

¹³⁸ *Ibidem* 1971, 16, 27-28.

Het draagbare bed uit het Franstalige naslagwerk “Dictionnaire des antiquités grecques et romaines”¹³⁹ was hier één voorbeeld van (zie fig. 34). De bevindingen zijn inmiddels verouderd, maar het gaf een duidelijke weergave van het bed. Het werd beschreven als een simpel bed met een touwwerk frame en vier poten, die vaak gebruikt werd door zieken of armen.¹⁴⁰ Door een gebrek aan geconserveerde meubels moest er gekeken worden naar *Herculaneum*, de vindplaats van de meeste Romeinse houten meubels. Hier waren acht bedden aangetroffen die op vier tot zes poten stonden met een houten latwerk frame. De bedden waren waarschijnlijk bedekt met een matras, deze werden vermoedelijk gemaakt van textiel en gevuld met bladeren. Deze conclusie werd getrokken op basis van resten die werden aangetroffen in een schommelwieg.¹⁴¹ Deze voorbeelden waren allemaal afkomstig uit een burgerlijke context. De mogelijkheid bestaat dat ze niet gebruikt werden in een *castellum*, in tegenstelling tot de stapelbedden was er echter wel duidelijk vondstmateriaal.

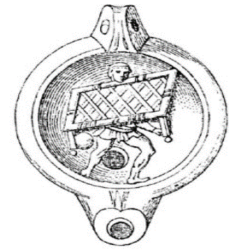


Fig. 34 Draagbaar bed uit de Romeinse tijd.

De laatste mogelijkheid was alleen het gebruik van matrassen op de grond van de *papilio*. Deze bestonden waarschijnlijk uit materialen die, net zoals hout, slecht geconserveerd werden in de bodem. Dit was mogelijk te zien in Neuss¹⁴² waar er hooiresten waren aangetroffen langs de barakken. De matrassen zouden minder ruimte innemen waardoor er meer soldaten naast elkaar konden slapen, overdag konden ze ook opgeborgen worden om ruimte te maken voor andere bezigheden. Gedurende de nacht was het hierdoor wel moeilijk voor een soldaat om de *papilio* te verlaten omdat ze over elkaar heen moesten stappen.¹⁴³ De aanwezigheid van de haard zou ook zorgen voor een brandgevaar in de kleine ruimte. Het weghalen van de matrassen gedurende de dag zou er ook voor zorgen dat de soldaten geen plek hadden om te eten, drinken of praten. Dit werd namelijk gedaan op de bedden of banken.¹⁴⁴

Het was vanwege deze redenen aannemelijk dat er binnen *castellum Laurium* gebruik gemaakt werd van eenpersoonsbedden, van 1,7 bij 0,8 meter. Het kan aangenomen worden dat de soldaten voor een lange periode binnen het *castellum* woonde, hierdoor was het belangrijk dat ze comfortabel konden rusten. Het probleem was echter hierbij de kleine omvang van de *papilio*, er was niet genoeg ruimte voor zes bedden. De verwachting was dat niet alle soldaten tegelijkertijd slapen. Soldaten hadden namelijk meerdere taken in het *castellum*, zoals het houden van de wacht en patrouilleren langs de wegen. Ook werd er bij verwondingen gebruik gemaakt van de bedden in het *valetudinarium*. Hierdoor werd er gekozen om vier bedden te reconstrueren langs de muren van de *papilio*.¹⁴⁵

Het laatste onderdeel van het meubilair was de tafel die geplaatst werd aan het einde van de loopgang onder het raam. De gereconstrueerde tafel werd gebaseerd op vondstmateriaal uit *Herculaneum*, het grootste deel van de tafels bestond uit luxe driepotige tafels. Deze werden niet verwacht in *castellum Laurium* door de hoge kosten van het ambachtelijke werk. Het voorbeeld dat werd gebruikt voor de reconstructie was een eenvoudige vierpotige tafel met een afmeting van afgerond 50 bij 50 centimeter en een hoogte van 40 centimeter.¹⁴⁶ De tafel was hierdoor lager dan een bed en kon bij gebrek aan ruimte eronder geschoven worden. Vermoedelijk werden ze gebruikt voor het neerzetten van eten of als plaats voor spellen ter ontspanning van de soldaten.

¹³⁹ Daremberg/Saglio 1904.

¹⁴⁰ *Ibidem* 1904, 1022.

¹⁴¹ Mols 1994, 35, 37-38.

¹⁴² von Petrikovits 1957.

¹⁴³ Davison 1989, 238-239.

¹⁴⁴ Mols 1994, 108-109.

¹⁴⁵ Persoonlijke communicatie Wouter Vos 2021.

¹⁴⁶ Mols 1994, 55.

Archeologische sporen van een vloer werden niet aangetroffen tijdens opgravingen van *Laurium*. De meest simpele versie was een vloer van aangestampde aarde, het Engelse *castellum* Slack¹⁴⁷ was hiervan een voorbeeld. Een vloer van houten planken was ook mogelijk, zoals te zien in Alphen aan de Rijn¹⁴⁸ rond de eerste eeuw. Deze zouden vermoedelijk het warmste zijn, maar zorgt ook voor brandgevaar. In South Shields¹⁴⁹ werd de meest voorkomende soort vloer gevonden, een vloer van klei.¹⁵⁰ Er waren echter geen restanten aangetroffen van een vloer binnen de *contubernia* van *Laurium*, hierdoor werd er een aangestampde aarde vloer gereconstrueerd. De gehele *contubernium* was door middel van een *UV-Unwrap* geplaatst in Substance Painter, waarna het werd afgerond met de aangeleverde *texturen* als complete 3D-reconstructie (zie fig. 35).



Fig. 35 Complete 3D-reconstructie van een *contubernium* met *texturen*.

De *centuriowoning* werd vervolgens aangevuld met meubilair, de functie van de kamers (voor de plattegrond, zie fig. 17, pag. 25) bepaalde hierbij de inhoud. De principes die gebruikt werden bij het reconstrueren van de *contubernia* waren ook van toepassing in de kamers van de *centuriowoning*, hierbij denkend aan de vloer, materialen en verantwoording van meubilair. De *centurio* had door zijn hogere rang recht op betere accommodatie, dit was te merken aan de relatief grote leefruimte die tot zijn beschikking stond. In elke *centuriowoning* was er een haard en latrine aanwezig, deze werd in Valkenburg door middel van houten afvoerkanalen geleegd.¹⁵¹

De tussenkamer in het midden van de woning werd in de 3D-reconstructie leeg gelaten, de oorzaak hiervan was het ontbreken van concreet vondstmateriaal dat kon duiden op een functie van de gang. De aanwezigheid van een klein heiligdom kan niet worden uitgesloten, deze werden echter niet aangetroffen bij een opgraving. De opslagkamers van de *centuriowoning* werden met dezelfde rekken opgevuld als in de *arma*, het meubilair werd alleen gebruikt voor opslag en was hierdoor niet luxer. De keuken had vermoedelijk alleen een tafel en een haard voor het bereiden van eten.¹⁵²

¹⁴⁷ Dodd/Woodward 1920-3.

¹⁴⁸ Polak/Kloosterman/Niemeijer 2004.

¹⁴⁹ Dore/Gillam 1979.

¹⁵⁰ Davison 1989, 228-229.

¹⁵¹ Johnson 1983, 168-170.

¹⁵² Glasbergen/Groenman-van Waateringe 1972, 26-27.

Het uiterlijk van de latrine van de *centuriowoning* werd gebaseerd op de voorbeelden uit Xanten, de keuze voor Xanten werd gemaakt op basis van vergelijkbaar vondstmateriaal. De reconstructies uit Xanten hadden geen verantwoording, echter kon er in de vorm van de latrine duidelijke overeenkomsten gezien worden met andere *castella*. De vorm van de latrine was namelijk bekend uit opgravingen van Vindolanda¹⁵³, Valkenburg en Housesteads¹⁵⁴. Waarschijnlijk werd er door gebrek aan lopend water gebruik gemaakt van emmers.¹⁵⁵

Door de hogere rang van de *centurio* kon er met zekerheid gezegd worden dat er geen sprake was van een stapelbed of matras op de grond. De beredeneerde keuze werd hierdoor gemaakt om een enkel bed te plaatsen in de slaapkamer. Dit bed had in de gereconstrueerde *centuriowoning* een breder frame gekregen, tevens konden hier wel de luxere driepotige tafels aangetroffen worden. Door het vermoedelijk houten meubilair was hier echter geen archeologisch bewijs voor gevonden in andere *castella*. De vermoedelijke woonkamer werd gereconstrueerd met een grote tafel, het vondstmateriaal hiervoor was echter schaars. De gereconstrueerde kamer had in Valkenburg alleen de vondst van een vogelbot in de deuopening. De aanwezigheid van meerdere slaapkamers kon niet worden uitgesloten wanneer er gekeken wordt naar opgravingsrapporten van Housesteads.¹⁵⁶ Om duidelijk onderscheid te maken tussen de kamers werd de keuze gemaakt om een tafel te plaatsen in de vermoedelijke woonkamer (zie fig. 36).

De *fabrica* aan het uiteinde van de barakken werd voornamelijk gebruikt voor opslag. De kamers werden hierdoor niet gereconstrueerd tijdens het project.

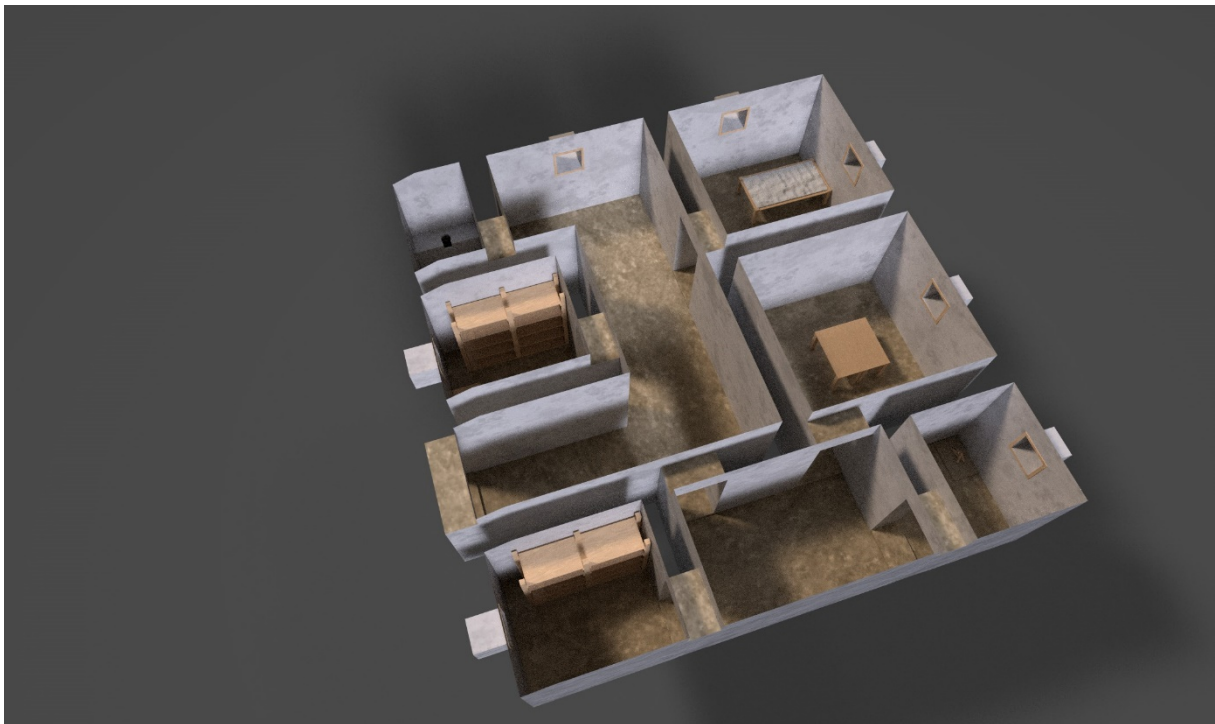


Fig. 36 Complete 3D-reconstructie van een *centuriowoning* met texturen.

¹⁵³ <https://www.vindolanda.com/toilet-seat> op 05-12-2021.

¹⁵⁴ Birley 1973.

¹⁵⁵ Johnson 1983, 211-214.

¹⁵⁶ Johnson 1983, 170.

4.2 Principia

De *principia* is het tweede en laatste gebouw wat fysiek is aangetroffen tijdens de opgravingen van *castellum Laurium*. Hierdoor werd de keuze gemaakt om de kamers van dit gebouw op te nemen bij de 3D-reconstructie. De kamers werden tijdens het project niet aangevuld met meubilair door de grootte van het project. De afmetingen van de kamers zoals beschreven in paragraaf 3.2.3 zijn wel gereconstrueerd voor het eindproduct. Het *atrium* maakte deel uit van het exterieur en werd hierdoor niet afgebeeld in de reconstructie. Er werd een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de *principia* en het *praetorium*. Door de afstand die gecreëerd werd tussen de beide onderdelen (zie fig. 37).

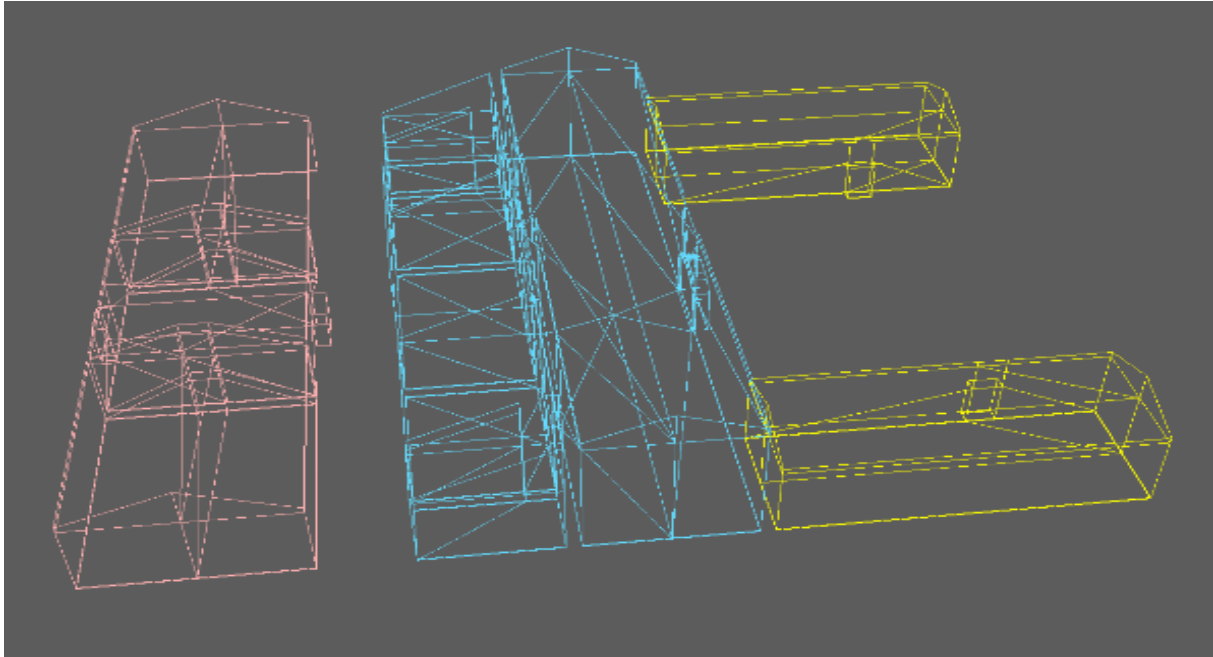


Fig. 37 Wireframe weergave van de *principia* in *Laurium*.

4.3 Integratie

Gedurende het project werd er op meerdere momenten tijd besteed aan het integreren van de 3D-reconstructies van de projectleden. Hierbij werden het interieur en exterieur van de gebouwen op elkaar geplaatst (zie fig. 38). Bij de integratie werd er specifiek gekeken naar de overloop van de binnen- en buitenmuren om openingen te voorkomen. Deze stappen werden genomen als controle om eventuele problemen zo vroeg mogelijk te detecteren. De *snap* tool werd hier voornamelijk voor gebruikt, omdat dit een snelle manier was om de individuele modellen samen te brengen. Bij het integreren van de *objecten* in de *scene* werden eerst de *outliner* en *layers* gecontroleerd om te zorgen voor een overzichtelijk proces. Er zijn tijdens het project geen problemen ontstaan tijdens de integratie doordat er duidelijke afspraken zijn gemaakt in het Plan van Aanpak.¹⁵⁷

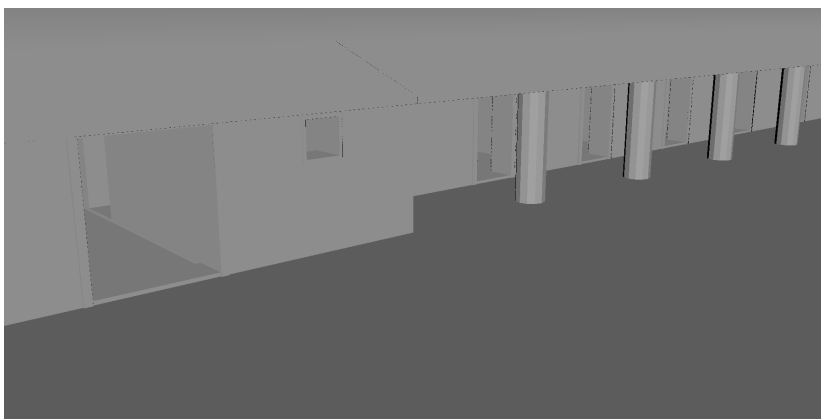


Fig. 38 Voorbeeld integratie van een barak.

¹⁵⁷ Schouten 2021, 9.

5. Discussie

Gedurende de loop van het project ontstonden er meerdere problemen. In dit hoofdstuk worden de problemen toegelicht en wordt er een reflectie gegeven op het onderzoek. De discussie bestaat uit een persoonlijke reflectie en een inhoudelijke discussie.

5.1 Persoonlijke reflectie

Bij aanvang van het project was er bepaald dat de afzonderlijke onderdelen van het project uitgevoerd zouden worden door de individuele groepsleden. Dit was echter niet altijd mogelijk, om het interieur te maken moest er eerst gekeken worden naar de omvang van het gebouw. Het proces werd hierdoor eerst het construeren van het gebouw en daarna het invullen van de kamers met meubilair. Om de kwaliteit van de 3D-reconstructie te waarborgen werd er gekozen om de *principia* niet van meubilair te voorzien. Het onderzoek naar het interieur duurde langer dan verwacht, dit kwam voornamelijk door het gebrek aan vondstmateriaal op mesoniveau. Hierdoor moest er gekeken worden naar bronnen op macroniveau, hierbij was er echter ook gering vondstmateriaal. Het werd hierdoor noodzakelijk om naar burgerlijke contexten te kijken om zo meer te kunnen zeggen over het interieur van de gebouwen.

Tevens was de planning van het project niet realistisch, de omvang van het project was groter dan verwacht. Een *castellum* is meer dan de gebouwen, het is een reflectie van de omgeving. Dit kan niet alleen gezien worden in de materialen die gebruikt werden, maar ook in de beschikbare ruimte van de locatie. De indeling van *Laurium* kostte een aanzienlijke hoeveelheid tijd omdat er veel mogelijkheden waren van vormen, afmetingen en oriëntatie van de gebouwen. Door de gelimiteerde informatie die beschikbaar was op microniveau moest er veel literatuuronderzoek gedaan worden. De verzamelde informatie moest eerst vergeleken worden met andere *castella* en vervolgens met de omgeving van *Laurium*. De invullingen van andere *castella* waren deels gebaseerd op de opvattingen van de auteur van het rapport, hierdoor moesten deze opvattingen ook kritisch bekeken worden en in sommige gevallen verworpen worden.

Om integratieproblemen te voorkomen moest er zorgvuldig gewerkt worden met de afmetingen van de gebouwen. Het overleg tussen de projectleden verliep goed, maar het was noodzakelijk om doorlopend contact te houden tijdens de indeling van het *castellum*. De combinatie van de grote hoeveelheid kwaliteitsinspecties en de constante vergaderingen zorgde ervoor dat de vertraging werd vergroot. Tijdens één van de kwaliteitsinspecties van de barakken was er een fout in de detailtekeningen van AutoCAD gevonden. De hoogtes van het dak waren verkeerd berekend waardoor de afmetingen van de kamers verkeerd waren overgenomen. Dit was snel opgemerkt zodat het niet overgenomen werd naar de 3D-reconstructie in Maya, de fout leverde echter wel meer vertraging op.

In het archeologische werkveld wordt er minder aandacht besteed aan de 3D-reconstructie als onderzoeksmethode. De individuele onderzoeken gebruiken vaak eigen methoden of richtlijnen, door het ontbreken van concrete eisen zorgt dit voor een wisselende kwaliteit. Een oorzaak hiervan zijn de aanvullende vaardigheden die noodzakelijk zijn bij het bouwen van een 3D-reconstructie. Er kan getwijfeld worden of een archeoloog hier de geschikte persoon voor is. In de praktijk is het inschakelen van een kunstenaar of professional echter niet zonder nadelen, omdat zij vermoedelijk minder aandacht zullen besteden aan het wetenschappelijke karakter van de reconstructie. Het gebruik van een 3D-reconstructie moet er in de archeologie juist voor zorgen dat er details bekeken worden waar niet eerder aan gedacht wordt tijdens het schrijven van een rapport. De verantwoording van dit project geeft een duidelijk beeld van de gemaakte keuzes en de 3D-reconstructie zorgt voor een beter inzicht in de details van het *castellum*. Hiermee is het gebruik van een 3D-reconstructie als onderzoeksmethode geslaagd in het bereiken van dit doel.

5.2 Inhoudelijke discussie

De hoofdvraag en één deelvraag werden aangepast tijdens het project. De originele hoofdvraag was zoals beschreven in het PvA: “Hoe kun je het dagelijks leven rond 175 AD in en rondom het *castellum* zichtbaar maken in een 3D-reconstructie”.¹⁵⁸ Deze hoofdvraag kon echter te breed geïnterpreteerd worden en er was geen duidelijk doel voor het gebruik van een 3D-reconstructie als onderzoek. Het project was voornamelijk gericht op het interieur van de gebouwen waardoor het niet aansloot op de hoofdvraag. Door het interieur te reconstrueren kon er een beeld gegeven worden van de functies van de gebouwen, dit was echter niet voldoende om in detail het dagelijkse leven te beschrijven. De hoofdvraag werd daarom aangepast naar: “Kunnen we het interieur van de gebouwen in een *castellum* rond 175 na Christus zichtbaar maken in een 3D-reconstructie”. Door de vraag op deze manier te stellen wordt er ook kritischer gekeken in het project naar het nut en de mogelijkheid van het gebruik van een 3D-reconstructie voor de archeologie. In de vorige hoofdvraag werd ervan uit gegaan dat dit zonder twijfel een optie was.

Door de aanpassing van de hoofdvraag was het belangrijk om kritisch te kijken naar de deelvragen. Het merendeel kon overgenomen worden in het onderzoek, alleen deelvraag zes had nog betrekking op het dagelijkse leven. De originele deelvraag was zoals in het PvA: “Wat is er bekend over de dagelijkse bezigheden in een Romeins *castellum*”.¹⁵⁹ Deze werd aangepast om beter bij de nieuwe hoofdvraag te passen, die betrekking had op het interieur van de gebouwen. De deelvraag werd daarom: “Wat is er bekend over het interieur van de gebouwen in de Romeinse *castella* in andere delen van het Romeinse Rijk”.

Zoals benoemd in paragraaf 2.4 zou er terug gekeken worden naar de aanbevelingen van de London Charter aan het einde van het project. Gedurende het reconstrueren werden de principes zo nauwkeurig mogelijk aangehouden, de punten worden hieronder per stuk besproken:

1. **Implementatie**, door de 3D-reconstructie te gebruiken als onderzoeksmethode werd dit punt vanaf het begin al aangehouden.
2. **Methode en Doeleinde**, het doel van het project was de gefragmenteerde data verzamelen om zo meer inzichten te krijgen in het interieur van de gebouwen. Door het gebruik van een 3D-reconstructie kon deze data verwerkt worden en werden er vragen gesteld die mogelijk vergeten zouden worden in een standaard onderzoek.
3. **Onderzoeksbronnen**, de gemaakte keuzes en gebruikte bronnen werden in dit document beredeneerd en kritisch bekeken.
4. **Documentatie**, door het gebruik van bronvermeldingen en verwijzingen kan de 3D-reconstructie begrepen en geëvalueerd worden.
5. **Lange Termijn**, het gehele project werd opgestuurd naar de opdrachtgever voor gebruik en ingeleverd bij Saxion voor opslag in de database.
6. **Beschikbaar**, het project werd zoals genoemd opgestuurd en opgeslagen voor later gebruik waardoor het toegankelijk blijft.

Hieruit blijkt dat alle principes van de London Charter werden aangehouden tijdens het project. Tijdens het project is er niet gestuit op moeilijkheden bij het nastreven van deze richtlijnen, dit komt voornamelijk door de eenvoudige principes. De kwaliteit van het project werd door middel van de richtlijnen gewaarborgd, maar het hielp niet bij het 3D-modelleren zelf. Hierdoor is de 3D-reconstructie in de ogen van de London Charter voldoende omdat het herleidbaar en beschikbaar is voor later gebruik. Het nastreven van de principes zegt echter niks over het 3D-model zelf.

¹⁵⁸ Schouten 2021, 4.

¹⁵⁹ Schouten 2021, 4.

De richtlijnen van de London Charter worden in de archeologie nog niet door iedereen toegepast. Er is kritiek op de principes van de London Charter omdat ze niet helpen bij het reconstrueren zelf, het is alleen een richtlijn en gaat niet in op methoden. Hierdoor zijn er verschillende beschikbare methoden en richtlijnen die gebruikt worden in Nederland. Door de afwezigheid van 3D-reconstructies in de KNA is de discussie momenteel nog gaande.¹⁶⁰ De kwaliteit van aangetroffen 3D-reconstructies tijdens het project was hierdoor wisselend. Het ontbreken van duidelijke bronvermeldingen of een verantwoording zorgde ervoor dat de gemaakte keuzes niet helder waren. De beschikbare afbeeldingen zonder bronvermelding waren hierdoor niet betrouwbaar voor het bepalen van het interieur van de gebouwen in het *castellum*. Het is daarom belangrijk om de 3D-reconstructie als onderzoeksmethode op te nemen in de wetgeving. De nieuwe ontwikkelingen in de archeologie moeten nauwkeurig bekeken worden zodat deze transparant en wetenschappelijk verantwoord overgenomen worden in de KNA. De gelegde fundering van de London Charter is al een goed begin, maar deze zullen met de belanghebbende besproken moeten worden. Momenteel is het belangrijkste om duidelijke richtlijnen op te stellen voor 3D-reconstructies in Nederland. De gemaakte 3D-reconstructies moeten in ieder geval herleidbaar en beschikbaar zijn voor later gebruik, bij voorkeur wordt dit gedaan met een duidelijk keurmerk.

De belangrijkste uitgangspunten van het project waren het naar voren laten komen van wat *castellum Laurium* uniek maakt en het publiek interesseren. Zoals eerder genoemd was hier echter geringe informatie over beschikbaar. De primaire bronnen voor de 3D-reconstructie waren de opgravingsrapporten van een klein stuk van het *castellum*. De gemaakte keuzes moesten logisch passen in de bekende indeling van *Laurium*. Het gebrek aan vondstmateriaal zorgde voor veel onzekerheden bij het reconstrueren van het interieur. Het meubilair werd hierdoor een invulling op basis van verwachtingen en vergelijkingen in plaats van een werkelijke representatie van *Laurium*. Dit probleem zal echter vaak naar voren komen tijdens bouwen van een 3D-reconstructie. Het is van belang om dit probleem naar voren te brengen tijdens het presenteren van een 3D-reconstructie, maar het moet niet afschrikken van het gebruik van 3D-reconstructies. Deze conclusie was niet onverwacht, maar het onderzoek is hierdoor wel afgeweken van het uitgangspunt. Het publiek interesseren en informeren is behaald, dit was duidelijk te zien tijdens de open monumentendagen. Hierbij is er door belanghebbende met veel enthousiasme gereageerd.

Door de kennisleemten zijn er in de archeologie nog veel discussies over het interieur van de gebouwen. Het aangetroffen meubilair in *Herculaneum* kan een goed beeld geven over het uiterlijk hiervan, hierbij is het echter wel belangrijk om de context van het vondstmateriaal te vernoemen. De huidige opvattingen over het interieur kunnen veranderen op basis van nieuw vondstmateriaal. Het is daarom belangrijk om een duidelijke verantwoording aan te leveren bij het product. Het gereconstrueerde bed is bijvoorbeeld geplaatst op basis van een verwachting, deze verwachting kan echter niet gedeeld worden door een andere archeoloog. De 3D-reconstructie is mijn interpretatie, gebaseerd op literatuuronderzoek, van een mogelijk interieur van *castellum Laurium*. Het is geen absoluut eindoordeel van het onderzoek naar *Laurium*.

¹⁶⁰ Opgenhaffen 2014, 16-17.

6. Conclusie

In dit hoofdstuk zullen de hoofd- en deelvragen, zoals beschreven in paragraaf 1.2, beantwoord worden door het bestuderen van de verzamelde informatie. De deelvragen worden op volgorde van micro-, meso- en macroniveau besproken. Tot slot zal de hoofdvraag beantwoord worden.

6.1 Deelvragen

6.1.1 Microniveau

1. Hoe zag de indeling van het castellum er uit in 175 na Christus?

De indeling van een groot deel van *castellum Laurium* is onbekend. Het enige wat aangetroffen is bij de opgravingen zijn de muur van de *principia*, de afmetingen van één *arma* en de vermoedelijke loop van de *via militaris* en *fossae*. De afmetingen van het *castellum* zijn gebaseerd op de aangetroffen *fossae* van Woerden III en IV. Het *castellum* heeft een afmeting van 120 bij 90 meter. Het *castellum*terrein is groter dan zijn voorgangers met een oppervlakte van 160 bij 130 meter. Het vondstmateriaal gaf aanwijzingen over het verblijf van meerdere *cohors*, waardoor er beredeneerd is dat er ruimte geweest moest zijn voor ±480 soldaten. Hierdoor zijn er tien barakken geplaatst binnen de *praetentura* en *retentura* van *castellum Laurium*. De *principia* is samengevoegd met het *praetorium* in het midden van de *retentura* (voor de bekende indeling van *castellum Laurium*, zie fig. 21, pag. 28).

Door de beperkte informatie die beschikbaar is van *castellum Laurium* is de verdere indeling onderbouwd met literatuuronderzoek naar andere *castella* op mesoniveau. De verwachting is dat binnen het *castellum* ook een *fabrica*, *horreum* en *valetudinarium* gevonden kon worden. Deze waren van belang voor het welzijn van de soldaten en het onderhoud van materiaal en gebouwen. De gebouwen zijn in de *praetentura* geplaatst (voor de gereconstrueerde indeling van *castellum Laurium*, zie fig. 25, pag. 31).

2. Wat waren de primaire functies van de gebouwen in castellum Laurium?

De *contubernia* van de barakken zijn gebruikt door de soldaten als woning. In de *arma* staan er rekken voor de opslag van hun uitrusting, hier maken ze deze ook schoon. Binnen de *papilio* staan er vier enkele bedden om op te zitten of om in te slapen en één tafel om voorwerpen op te plaatsen. Tegen de tussenmuur van de *arma* bevindt zich een haard voor warmte of voor het koken. Aan het uiteinde van de tien barakken zitten de zes *centuriowoningen* en vier *fabrica*. De woningen bestaan uit zes kamers met twee tussengangen. De kleine *fabrica* zijn verdeeld in één grote kamer met een tredmolen en één kleine kamer met rekken voor opslag.

Het *praetorium* bevindt zich aan de achterkant van de *principia*, hier woonde de commandant. De *principia* fungeerde als het hoofdkwartier van *castellum Laurium*, hier werden de essentiële beslissingen genomen. De kamers in de *principia* zijn onderverdeeld tussen de *armamentarium*, *basilica*, *sacellum*, *tabularium* en *igniferi*.

In de grote *fabrica* werden materialen en producten opgeslagen die gemaakt werden door de verschillende ambachtslieden. Het *horreum* is één grote kamer die werd gebruikt als opslagplek voor het proviand. De *valetudinarium* werd gebruikt als ziekenhuis en is onderverdeeld in zestien verschillende kamers met één lange gang door het midden.

3. Welk bouw materiaal is er gebruikt bij de bouw rond 175 na Christus?

De gebouwen in *castellum Laurium* zijn voornamelijk gemaakt uit leemblokken die gepleisterd werden als bescherming tegen het natte klimaat. Tuf en basalt werden voornamelijk gebruikt bij de bouw van de omwalling. Kalksteen en tuf fragmenten zijn ook gevonden rond de omwalling, voorbeelden hiervan zijn de altaarsteen en een reliëf. Het gebruikte natuursteen is aangevoerd door middel van de Rijn. Het elzenhout, dat voornamelijk gebruikt werd, kwam uit het omringende drassige gebied. Het meubilair en de ramen zijn hierdoor gereconstrueerd met het uiterlijk van elzenhout. De bouwmaterialen zijn in de *texturen* van de 3D-reconstructie verwerkt om zo een historisch accuraat beeld te geven van het interieur.

4. Wat waren de typen aardewerk die zijn aangetroffen in *castellum Laurium*?

Er is een behoorlijk aantal typen aardewerk aangetroffen in *castellum Laurium* tijdens de opgravingen, het overgrote deel hiervan is gecategoriseerd als behorend tot kruiken en *amforen*. Het grootste deel van de tafelwaar bleek na onderzoek te bestaan uit *terra sigillata*, waarbij een deel sporen bevat van graffiti. Dit is vergelijkbaar met andere *castella*.

6.1.2 Mesoniveau

5. Welke kennis over de inrichting van andere *castella* langs de *limes* kan worden gebruikt om kennisleemten over de constructie van *castellum Laurium* aan te vullen?

De Romeinen zijn redelijk uniform geweest in het ontwerpen van *castella* (voor de standaard indeling van een *castellum*, zie fig. 9, pag. 19), hierdoor zijn er veel *castella* langs de Nederlandse *limes* opgebouwd uit twee gelijke delen (*praetentura* en *retentura*). Door het onderzoeksgebied uit te breiden naar Engeland is er aanvullende kennis beschikbaar. Het bestuderen van de *castella* indelingen hielp bij het maken van een overzicht van de gebouwen die veelvuldig voorkwamen.

6.1.1 Macroniveau

6. Wat is er bekend over het interieur van de gebouwen in de Romeinse *castella* in andere delen van het Romeinse Rijk?

De plattegronden van sommige gebouwen zijn grotendeels bekend, de afmetingen en locaties verschillen wel van elkaar. Er is een grote hoeveelheid aan mogelijkheden wanneer er gekeken wordt naar bouwmaterialen. De individuele kamers zijn niet altijd duidelijk en over het meubilair is nauwelijks iets bekend. Er is weinig vondstmateriaal en er zijn veel speculaties over het soort meubilair. De meeste data over Romeins meubilair is afkomstig uit een burgerlijke context.

6.2 Hoofdvraag

Kunnen we het interieur van de gebouwen in een *castellum* rond 175 na Christus zichtbaar maken in een 3D-reconstructie?

De mogelijkheid om door het interieur van de gebouwen in een *castellum* te lopen geeft een unieke ervaring om het leven van een Romeinse soldaat te verbeelden. Door de kamers in een 3D-omgeving te plaatsen wordt de geschiedenis tastbaar voor het publiek. Het interieur van de kamers met meubilair geeft een inzicht in hoe het *castellum* er mogelijk uit heeft gezien tijdens de steenbouwfase van *castellum Laurium*. De gemeubileerde kamers geven een idee van de bezigheden binnen de individuele gebouwen en de gebruikte bouwmaterialen kunnen vervolgens een beeld creëren van de kwaliteit van het leven binnen de muren.

Het is echter wel duidelijk geworden tijdens het project dat er weinig informatie bekend is over het interieur van *castellum Laurium* op alle niveaus. Het meubilair in een duidelijke militaire context ontbreekt waardoor er uitgegaan moet worden van onderbouwde hypothesen. Met de huidige kennis is het niet mogelijk om met zekerheid conclusies te trekken over het interieur van de gebouwen. Dit is echter een probleem door de huidige archeologische kennis van de gebouwen en heeft niets te maken met de 3D-reconstructie als onderzoeksmethode. De 3D-reconstructie heeft geholpen met een inzicht krijgen in de ontbrekende informatie. De kennisleemten van de plattegronden waren grotendeels bekend, maar de details van dit gebrek zijn pas helder geworden tijdens het reconstrueren.

Het is belangrijk om te onthouden dat veel van de aspecten van de 3D-reconstructie afkomstig zijn uit bronnen die niet specifiek gaan over *castellum Laurium*. De invulling van de kennisleemten zijn hierdoor gemaakt op basis van opvattingen en zijn niet de enige mogelijkheden. Bij het presenteren van dit model is het dus van belang dat er onderscheid gemaakt wordt tussen de bekende waarde van *castellum Laurium* en het gereconstrueerde beeld.

7. Aanbevelingen

Vanwege de omvang van de 3D-reconstructie zijn er aspecten die niet onderzocht konden worden gedurende het project. Onderstaande adviezen zijn voor het gebruik van het project en uitvoeren van eventuele vervolgonderzoeken onderverdeeld op micro-, meso- en macroniveau.

7.1 Microniveau

De 3D-reconstructie is ontworpen met als uiteindelijk doel het presenteren aan de belanghebbenden, dit zijn voornamelijk de gemeente Woerden en haar inwoners. Hierdoor is er rekening gehouden met de omvang van de data tijdens het modelleren, er is geprobeerd de bestanden zo klein mogelijk te houden. Na afloop van het project is het hierdoor mogelijk om het aan te bieden bij de belanghebbenden via het internet of op locatie, om ze te betrekken bij de archeologie en zo het erfgoed tastbaar te maken voor iedereen. Van de 3D-reconstructie kunnen afbeeldingen of video's gemaakt worden, zodat er geen 3D-software nodig is.

Naar aanleiding van een bezoek aan het centrum van Woerden was het opgevallen dat er geen opvallende tekens zijn van het *castellum*. De aanwezige tegels op de grond zijn niet duidelijk en veel mensen merken ze niet op. Door het plaatsen van een informatiebord kan er al veel verteld worden over de geschiedenis van *Laurium*. Bij de ingangen van het *castellum* kunnen deze borden geplaatst worden. Deze informatie kan met behulp van een statische 3D-kijkbril geplaatst worden in het midden van het *castellum*, waar tegenwoordig de kerk langs staat. Hierdoor kan het publiek kijken om de 3D-reconstructie op locatie te zien staan in een aangevulde realiteit. Om meer mensen tegelijk te bereiken is het gebruik van de mobiele telefoon ook mogelijk door een app of een QR-code.

7.2 Mesoniveau

De mogelijkheid is er ook om de 3D-reconstructie te presenteren met een beknopte uitleg en deze beschikbaar te maken in de vorm van een fysieke brochure of online artikel die beschikbaar is voor iedereen. Door middel van een online artikel kan er geadverteerd worden om mensen naar Woerden te brengen om zo zelf een kijkje te nemen in het historische Woerden.

De indeling van *castellum Laurium* is in eerste instantie ontworpen door de projectgroep met behulp van de aanwezige bronnen, vervolgens is deze invulling overlegt met Wouter Vos. Om ervoor te zorgen dat de indeling de meest uitgebreide en onderbouwde representatie is van *castellum Laurium* zou deze voorgelegd kunnen worden aan verscheidene Romeinse tijd specialisten uit meerdere regio's om verschillende perspectieven samen te brengen.

7.3 Macroniveau

Sinds juli 2021 staat de *limes* in Nederland op de werelderfgoedlijst van UNESCO, naar aanleiding van dit nieuws zijn veel gemeenten begonnen aan individuele projecten. Het is een mogelijkheid om deze projecten in een overzicht samen te brengen en door middel van 3D-reconstructies de gehele *limes* in Nederland te tonen aan het publiek. Dit kan vervolgens uitgebreid worden naar een internationaal project om informatie, inzichten en opvattingen te verzamelen die betrekking hebben op het hele Romeinse Rijk.

Door de aanwezigheid van documentatie met onderzoeksbronnen kan de 3D-reconstructie gebruikt worden om voort te bouwen op de gemaakte bevindingen. Dit project heeft de gefragmenteerde data samen gebracht en een duidelijk beeld gecreëerd van de kennisleemten. Hierdoor kan het ook gebruikt worden als voorbeeld bij andere wetenschappelijke projecten die betrekking hebben op 3D-reconstructies. De technologie is relatief nieuw en de regelgeving in Nederland staat nog niet vast, maar door op een stevige fundering te bouwen kan er een voorbeeld gegeven worden aan andere geïnteresseerden.

8. Bronnenlijst

8.1 Literatuur

- Baillie Reynolds, P.K., 1938: *Excavations on the site of the Roman fort of Kanovium at Caerhun, Caernarvonshire*, Cardiff.
- Baker, P.A., 2000: *Medical care for the Roman army on the Rhine, Danube and British frontiers in the first, second and early third centuries AD*, Newcastle.
- Birley E., 1973: *Housesteads Roman fort*, London.
- Blom, E./W.K. Vos, 2006: *Woerden-Hoochwoert. Een blik in castellum Laurium*, Amersfoort (ADC-Rapport 500).
- Blom, E./W.K. Vos, 2008: *Woerden - Hoochwoert. De opgravingen 2002-2004 in het Romeinse castellum Laurium, de vicus en van het schip de 'Woerden 7'*, Amersfoort (ADC-Rapport 910).
- Bogaers, J.E./J.K. Haalebos, 1976: Sporen van Romeinse militairen onder de politiekazerne te Woerden, in *Heemtijdinghen* 12, Woerden, 13-5.
- Bogaers, J.E./J.K. Haalebos, 1983: Archeologen op een bouwterrein, in *HAKoerier*, Nijmegen, 10-11.
- Bruijn, G. de, 2007: *Wet op de archeologische monumentenzorg. Rijksdienst voor archeologie, cultuurlandschap en monumenten*, Amersfoort.
- Buijtendorp, T., 1993: De winkelstraat van Forum Hadriani. Analyse en reconstructie, in *Westerheem* 42, Rotterdam, 230-240.
- Cichy, B., 1971: *Das römische Heidenheim*, Heidenheim.
- Daremberg, C.H./E.D.M. Saglio, 1904: *Le dictionnaire des antiquités Grecques et Romaines. Tome troisième deuxième partie*, Paris.
- Davison, D.P., 1989: *The barracks of the Roman army from 1st to the 3rd centuries A.D.*, Oxford.
- Denard, H., 2009: *The London Charter. For the computer-based visualisation of cultural heritage*, London.
- Dodd P.W./A.M. Woodward, 1920-3: Excavations at Slack 1913-1915, in *Yorkshire Archaeological Journal* 26, Leeds, 1-92.
- Dore J.N./J.P. Gillam, 1979: *The Roman fort at South Shields*, Newcastle.
- Faßbinder, J., 2009: Magnetometer prospection of the Roman fort Mediana near Gnotzheim, In *The Archaeological Year in Bavaria 2008*, München, 73–76.
- Gardner, A./P. Guest, 2009: Fortress Isca, In *Current Archaeology* 226, London, 31-37.
- Glasbergen, W./W. Groenman-van Waateringe, 1972: *The pre-Flavian garrisons of Valkenburg Z.H.*, London.
- Groot, A. de, 2017: *Publieksbereik in de archeologie. Een internationale verkenning*, s.l..
- Haalebos, J.K., 1977: *Zwammerdam-Nigrum Pullum; ein Auxiliarkastell am niedergermanischen Limes*, Amsterdam.
- Haalebos, J.K./W.K. Vos, 1999: *Aanvullend archeologisch onderzoek in Woerden, hoek Molenstraat/Kazernestraat, Bunschoten* (ADC-Rapport 5).

- Haalebos, J.K./J.J. Lanzing, 2000: *Aanvullend archeologisch onderzoek aan de Groenendaal te Woerden*, Bunschoten (ADC-Rapport 25).
- Hessing, W.A.M/W.K. Vos/E.J. van Ginkel, 2021: Part IV Synthesis, in Hessing, W.A.M/W.K. Vos/E.J. van Ginkel (eds.), *Romans on the Waterfront. Evaluation of archaeological interventions (1997-2020) along the Dutch part of the Lower Rhine and Coastal Limes*, Amersfoort, 229-271.
- Hingh, A.E. de/W.K. Vos, 2006: *Romeinen in Valkenburg (ZH). De opgravingsgeschiedenis en het archeologische onderzoek van Praetorium Agrippinae*, Leiden.
- Lehner, H., 1930: *Vetera*, Berlin.
- Löhnig E./E. Schallmayr, 2004: New excavations in the Limes fort Kapersburg, in *hessenARCHÄOLOGIE* 2003, Stuttgart, 106-109.
- Opgenhaffen, L., 2014: Virtuele archeologie en het 4D Research Lab: resultaten en reflecties, In *tijdschrift voor mediterrane archeologie* 52, s.l., 15-20.
- Johnson, A., 1983: *Roman forts of the 1st and 2nd centuries AD in Britain and the German provinces*, London.
- Macdonald, G./A. Park, 1906: *The roman forts on the Bar Hill*, Glasgow.
- Miller, S., 1925: Roman York: Excavations of 1925, in *Journal of Roman Studies* 15, Cambridge, 176-94.
- Mols, S.T.A.M., 1994: *Houten meubels in Herculaneum. Vorm, techniek en functie*, Nijmegen.
- Nash-Williams, V.E., 1969: *The Roman frontier in Wales*, Cardiff.
- Ozinga, L.R.P./T.J. Hoekstra/M.D. de Weerd, 1989: *Het Romeinse castellum te Utrecht. De opgravingen in 1936, 1938, 1943/44 en 1949 uitgevoerd onder leiding van A.E. van Giffen met medewerking van H. Brunsting*, Utrecht.
- Petrikovits, H. von, 1957: *Novaesium. Das römische Neuss*, Cologne.
- Pitts, L.F./J.K. St. Joseph, 1985: *Inchtuthil. The Roman legionary fortress*, London.
- Polak, M./S.L. Wynia, 1991: The Roman forts at Vechten. A survey of the excavations 1829-1989, in *Oudheidkundige Mededelingen uit het Rijksmuseum van Oudheden* 71, Leiden, 125-156.
- Polak, M./R.P.J. Kloosterman/R.A.J. Niemeijer, 2004: *Alphen aan den Rijn–Albaniana 2001-2002. Opgravingen tussen de Castellumstraat, het Omloopkanaal en de oude Rijn*, Nijmegen.
- Polak, M./M.J.M. Zandstra, 2012: *De Romeinse versterkingen in Vechten-Fectio. Het archeologisch onderzoek in 1946-1947*, Nijmegen.
- Potter, T.W., 1979: Romans in North-West England. Excavations at the Roman forts of Ravenglass, Watercrook and Bowness-on-Solway, in *Cumberland and Westmorland Antiquarian and Archaeological Society* 1, Kendal.
- Richmond, I.A., 1938/39: The agricolan fort at Fendoch, in *Proceedings of the society of antiquaries of Scotland* 73, Edinburgh, 110-154.
- Richmond, I.A./G. Webster, 1951: Excavations in Goss Street Chester, in *Journal of the Chester Archaeological Society* 38, Chester, 1-38.
- Schouten, R., 2021: *Plan van aanpak*, Deventer.
- Schönberger, H., 1976: Das augusteische Römerlager Rödgen, in *Limesforschungen* 15, Berlin, 1-50.
- Schönberger, H., 1978: Kastell Oberstimm, in *Limesforschungen* 18, Berlin.

Vos, W.K./E. Blom/T. Hazenberg, 2010: *Romeinen in Woerden. Het archeologische onderzoek naar de militaire bezetting en de scheepvaart van Laurium*, Leiden.

Willems, W.J.H., 1990: *Romeins Nijmegen. Vier eeuwen stad en centrum aan de Waal*, Den Haag.

8.2 Internetbronnen

s.a.: AutoCAD,

(<https://www.autodesk.nl/products/autocad/overview> op 18 november 2021).

s.a.: Autodesk,

(<https://www.autodesk.nl> op 18 november 2021).

s.a.: Codetabel 3: Periode. Gestandaardiseerde beschrijving van de inhoud van de pakbon bij het deponeren van archeologisch vondstmateriaal,

(<https://www.sikb.nl/archeologie/richtlijnen/brl-sikb-4000> op 24 november 2021).

s.a.: Maya,

(<https://www.autodesk.nl/products/maya/overview> op 18 november 2021).

s.a.: Protocol 4003. Inventariserend Veldonderzoek,

(<https://www.sikb.nl/archeologie/richtlijnen/brl-sikb-4000> op 24 november 2021).

s.a.: Substance 3D,

(<https://www.substance3d.com> op 18 november 2021).

s.a.: Toilet Seat,

(<https://www.vindolanda.com/toilet-seat> op 05-12-2021).

1992: *Verdrag van Valleta*,

(<https://wetten.overheid.nl/BWBV0002031/2007-12-12> op 25 november 2021).

2021: Qgis. *A Free and Open Source Geographic Information System*,

(<https://qgis.org/en/site> op 18 november 2021).

8.3 Lijst met figuren en tabellen

- Figuur 1: Ligging *castellum Laurium* te Woerden. Blom/Vos 2006, 8.
- Figuur 2: Opgravingsoverzicht van *castellum Laurium*. Ammerlaan 2021.
- Figuur 3: Onderzoeksproces van het project. Schouten 2021.
- Figuur 4: Eerste verwachtingen van *castellum Laurium*. Schouten 2021.
- Figuur 5: Detailtekeningen van de gereconstrueerde barakken in *Laurium*. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 6: Voorbeeld start 3D-reconstructie van de dubbele barak. Schouten 2021.
- Figuur 7: Voorbeeld 3D-reconstructie van de gehele barak. Schouten 2021.
- Figuur 8: Voorbeeld elzenhout *texture*. Ammerlaan 2021.
- Figuur 9: Standaard indeling van een *castellum*. Johnson 1983, 35.
- Figuur 10: Romeinse wegen in en om *castellum Laurium*. Vos/Blom/Hazenbergh 2010, 100.
- Figuur 11: *Fossae* van Woerden IV. Blom/Vos 2008, 70.
- Figuur 12: *Fossa* van Woerden III. Blom/Vos 2008, 68.
- Figuur 13: Plattegrond van een *contubernium* in *Laurium*. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 14: Plattegrond dubbele barak met *centuriowoning* en *fabrica*. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 15: Dakbedekking in de sarcofaag van Simpelveld. Sepers 2021.
- Figuur 16: Zijaanzicht van een dubbele en enkele barak. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 17: Plattegrond van een *centuriowoning* in *Laurium*. Schouten 2021.
- Figuur 18: Plattegrond van een *fabrica* in de barakken in *Laurium*. Schouten 2021.
- Figuur 19: Plattegrond van de *principia* in *Laurium*. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 20: Zijaanzicht van de *principia* in *Laurium*. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 21: Bekende indeling van *castellum Laurium*. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 22: Plattegrond van de *fabrica* in *Laurium*. Schouten 2021.
- Figuur 23: Plattegrond van het *horreum* in *Laurium*. Schouten 2021.
- Figuur 24: Plattegrond van de *valetudinarium* in *Laurium*. Schouten 2021.
- Figuur 25: Gereconstrueerde indeling van *castellum Laurium*. Ammerlaan/Schouten 2021.
- Figuur 26: Voorbeeld graffiti uit Valkenburg. de Hingh/Vos 2006, 98.
- Figuur 27: Voorbeeld dakbedekking uit Xanten. Ammerlaan 2021.
- Figuur 28: Tufstenen muur van de *principia* in *Laurium*. Blom/Vos 2006, 31.
- Figuur 29: Altaarsteen van het derde *cohors* van *Breucorum*. Vos/Blom/Hazenbergh 2010, 129.
- Figuur 30: Tekening van de fundering in het *castellum* van Valkenburg. Johnson 1983, 103.
- Figuur 31: Voorbeeld leem *texture*. Ammerlaan 2021.
- Figuur 32: *Wireframe* weergave van één *contubernium*. Schouten 2021.
- Figuur 33: Zijaanzicht 3D-reconstructie van de *papilio*. Schouten 2021.
- Figuur 34: Draagbaar bed uit de Romeinse tijd. Daremberg/Saglio 1904, 1022.
- Figuur 35: Complete 3D-reconstructie van een *contubernium* met *texturen*. Schouten 2021.
- Figuur 36: Complete 3D-reconstructie van een *centuriowoning* met *texturen*. Schouten 2021.
- Figuur 37: *Wireframe* weergave van de *principia* in *Laurium*. Schouten 2021.
- Figuur 38: Voorbeeld integratie van een barak. Ammerlaan/Schouten 2021.

Tabel 1: Omtrek kamers van de *contubernia* in *castellum Laurium*. Ammerlaan/Schouten 2021.

Tabel 2: Lengte kamers van de *contubernia* in *castra Hunerberg* te Nijmegen-Oost.
Ammerlaan/Schouten 2021.

Bijlage 1: Romeinse begrippen

<u>Amfoor</u>	Romeinse kruik met twee oren die onderaan in een punt uitlopen.
<u>Arma</u>	Het voorste gedeelte van de <i>contubernium</i> waar de uitrusting van de soldaten werd opgeslagen.
<u>Armamentarium</u>	Opslagkamer voor de wapens, centraal gelegen in de <i>principia</i> .
<u>Atrium</u>	De binnenplaats van de <i>principia</i> .
<u>Basilica</u>	De grote ontvangsthal van de <i>principia</i> .
<u>Castellum</u> (<u>Castella</u>)	Fort bestemd voor de hulptroepen van het Romeinse Rijk.
<u>Castra</u>	Fort bestemd voor een legioen.
<u>Centuria</u>	Een groep van 80 soldaten die werd gecommandeerd door een <i>centurio</i> .
<u>Centurio</u>	De officier van een <i>centuria</i> .
<u>Cohors</u>	Een legereenheid bestaande uit 480 man.
<u>Contubernium</u> (<u>Contubernia</u>)	Een <i>contubernium</i> is een onderdeel van de barak waar zes tot acht man in kunnen verblijven. Het is onderverdeeld in een slaapvertrek aan de achterkant, <i>papilio</i> , en een wapenkamer aan de voorkant, <i>arma</i> .
<u>Fabrica</u>	Werkplaats.
<u>Fossa</u>	De verdedigingsgrachten rondom het <i>castellum</i> .
<u>Horreum</u>	Het gebouw waar granen en andere voedselproducten werden opgeslagen binnen het <i>castellum</i> .
<u>Imbrex</u>	Een halfrond verbindingsstuk dat een dakconstructie vormde met <i>tegulae</i> om het dak waterdicht te maken.
<u>Intervallum</u>	De ruimte tussen wal en bebouwing binnen de omwalling van een <i>castellum</i> .
<u>Latera praetorii</u>	Het middelste deel van een <i>castellum</i> .
<u>Limes</u>	De noordgrens van het Romeinse Rijk.

<u>Papilio</u>	Het achterste deel van een <i>contubernium</i> waar de soldaten sliepen.
<u>Porta praetoria</u>	De hoofdboort van het <i>castellum</i> . Dit was de boort die richting vijandelijk gebied was gebouwd.
<u>Porta principalis dextra</u>	Rechterzijboort.
<u>Porta principalis sinistra</u>	Linkerzijboort.
<u>Porta decumana</u>	Achterboort.
<u>Porticus</u>	Zuilengang dat naar de toegang van een gebouw leidt.
<u>Praetentura</u>	De voorste deel van een <i>castellum</i> .
<u>Praetorium</u>	Woning van de commandant van het <i>castellum</i> .
<u>Principia</u>	Hoofdkwartier van het fort, stond altijd centraal in het <i>castellum</i> .
<u>Retentura</u>	De achterste deel van een <i>castellum</i> .
<u>Sacellum</u>	De kamer in het midden van de <i>basilica</i> waar de veldtekens, vaandels en kas bewaard worden. Het woord <i>sacellum</i> betekend letterlijk heiligdom.
<u>Signiferi</u>	Het kantoor van de vaandeldrager en boekhouder in de <i>principia</i> .
<u>Spatium conversantibus</u>	De weg die centraal tussen de barakken liep. Hier lag ook vaak het riool.
<u>Tabularium</u>	Archiefkamer in de <i>principia</i> .
<u>Tegula</u>	Platte tegel met verhoogde randen.
<u>Terra sigillata</u>	Roodgekleurd aardewerk dat gebruikt werd als luxe tafelwaren.
<u>Turrim</u>	Toren.
<u>Valetudinarium</u>	Gebouw dat diende als een ziekenhuis in het <i>castellum</i> .
<u>Via principalis</u>	Weg in het midden van het <i>castellum</i> van de <i>porta principalis sinistra</i> tot de <i>porta principalis dextra</i> .

<u>Via praetoria</u>	Weg die liep van de <i>principia</i> tot de <i>porta praetoria</i> .
<u>Via decumana</u>	Weg die liep van de <i>porta decumana</i> tot de <i>principia</i> .
<u>Via militaris</u>	Weg die langs de Rijn liep en de legerkampen verbond met elkaar.
<u>Vicus</u> (<u>Vici</u>)	Nederzetting dat rond het <i>castellum</i> lag.

Bijlage 2: Software-gerelateerde begrippen

<u>Boolean</u>	Een modelleer techniek die een overlappend <i>object</i> gebruikt om een vorm uit een ander <i>object</i> te verwijderen, waardoor er een gat ontstaat.	Maya
<u>Bridge</u>	Vult een leegte tussen twee sets van <i>edges</i> of <i>faces</i> met een brug in de vorm van een <i>face</i> .	Maya
<u>Combine</u>	Combineert meerdere <i>objecten</i> samen zodat deze gezamenlijk gebruikt kunnen worden als één <i>object</i> .	Maya
<u>Duplicate</u>	Een exacte kopie maken van één of meerdere <i>object(en)</i> .	Maya
<u>Edge</u>	Een rechte lijn die twee <i>vertices</i> verbindt.	Maya
<u>Extrude</u>	Het proces van het uitrekken van een <i>vertex</i> , <i>edge</i> of <i>face</i> waardoor er meer <i>faces</i> ontstaan vanuit de originele positie.	Maya
<u>Face</u>	Een gesloten ruimte tussen drie of meerdere <i>vertices</i> die verbonden zijn met <i>edges</i> . Heeft altijd één zichtbare kant en één doorzichtige kant.	Maya
<u>Freeze</u>	Het opslaan van de positie van het <i>object</i> in de <i>scene</i> en deze opnieuw instellen zodat de positie, rotatie en schaal op 0 staat.	Maya
<u>Georefereren</u>	Een locatie van een ruimtelijk <i>object</i> vastgelegd in een ruimtelijk referentiesysteem.	Qgis
<u>Group</u>	Het groeperen van <i>objecten</i> samen, hierdoor kunnen ze samen verplaatst, geschaald of geroteerd worden.	Maya
<u>Layers</u>	Door middel van <i>objecten</i> te groeperen in lagen kan de <i>scene</i> overzichtelijker worden. Deze lagen kunnen individueel onzichtbaar gemaakt worden.	Maya
<u>Merge</u>	Het samenvoegen van meerdere <i>vertices</i> of <i>edges</i> zodat het één <i>vertex</i> of <i>edge</i> wordt.	Maya
<u>Multi-cut</u>	Een functie om een <i>edge</i> te creëren of uit te snijden op een <i>polygon</i> .	Maya
<u>N-Gon</u>	Een <i>polygon</i> met meer dan vier <i>vertices</i> . Tijdens een export worden de <i>polygons</i> omgezet in driehoeken, een N-Gon is moeilijker te berekenen naar een driehoek.	Maya
<u>Object</u>	Een term dat een voorwerp beschrijft dat in een <i>scene</i> geplaatst kan worden. Modellen en lichten worden geclassificeerd als <i>object</i> .	Maya
<u>Outliner</u>	Een scherm dat alle <i>objecten</i> , lichten en camera's laat zien in de <i>scene</i> in een overzicht.	Maya

<u>Pivot</u>	Een specifiek punt in de <i>scene</i> die gebruikt wordt als referentie tijdens het transformeren van een <i>object</i> .	AutoCAD/ Maya
<u>Polygon</u>	Een tweedimensionaal element dat ontstaat wanneer 3 of meer <i>vertices</i> verbonden zijn. Een driehoek is de simpelste vorm van een <i>polygon</i> .	Maya
<u>Reverse</u>	Het omdraaien van een <i>face</i> zodat deze een andere kant naar de voorgrond brengt.	Maya
<u>Scene</u>	Een 3d-set met alle <i>objecten</i> en camera's waar alles op afgebeeld wordt om een afbeelding ervan te maken.	Maya
<u>Snap</u>	Het automatisch opstellen van een <i>object</i> met een ander <i>object</i> of op een grid. Wordt gebruikt voor precieze verplaatsingen.	AutoCAD/ Maya
<u>Texture</u>	De kleur van het model, kan ook extra diepte aan een <i>object</i> geven.	Maya/ Substance
<u>UV-Unwrap</u>	Een 2D-verbeelding van het oppervlak van een 3D-model.	Maya/ Substance
<u>Vertex</u> (<u>Vertices</u>)	Het punt waar twee of meer <i>edges</i> elkaar ontmoeten.	Maya
<u>Wireframe</u>	Een representatie van een <i>object</i> waarbij alleen de <i>edges</i> en <i>vertices</i> afgebeeld zijn.	Maya