

# Van Klein-fles tot stationshal, een inspirerende metamorfose

Het dak voor het nieuwe station in Arnhem heeft eigenschappen van een niet oriënteerbaar oppervlak. Ook andere ontwerpen van UNStudio zijn geïnspireerd door wiskundige vormen als de dubbele helix en de Möbius-ring. Associate director Arjan Dingsté en architect Marc Hoppermann vertellen hoezeer wiskunde verweven is met de ontwerpen en de ontwerpprocessen van hun bureau.



Arjan Dingsté

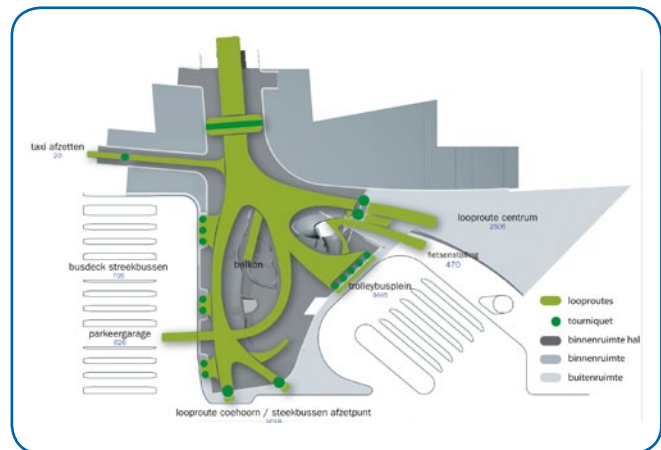


Marc Hoppermann.

UNStudio is bekend van de Erasmusbrug in Rotterdam en prestigieuze gebouwen zoals het Mercedes-Benz-museum in Stuttgart. Ook hun Möbius Huis in Naarden is een veelbesproken ontwerp. Veel van hun werk heeft ingewikkelde, gekromde vormen. Hoe pakken ontwerpers en constructeurs dat aan? Om dat te illustreren leggen Arjan Dingsté en Marc Hopperman een paar merkwaardige objecten op tafel: grillige vormen van ijzerdraad, bespannen met nylonkous. Het zijn 'museumstukken' die illustreren hoe tien jaar geleden constructies werden uitgetoetst en onderzocht. De kous geeft 'automatisch' het minimale oppervlak weer. Tegenwoordig is de computer hun voornaamste gereedschap. Aan de hand van het nieuwe station in Arnhem geven Dingsté en Hoppermann gastvrij een kijkje achter hun schermen. Wiskunde blijkt daarbij essentieel.

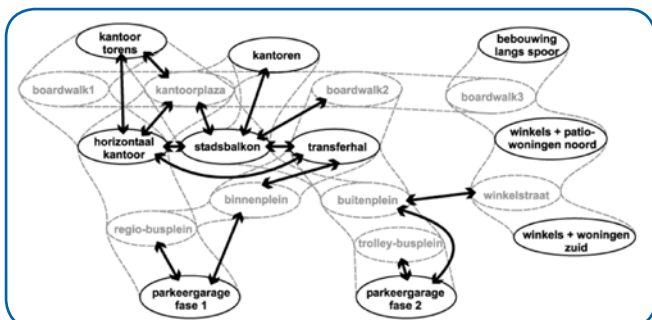
## Een Gordiaanse knoop

"Vroeger ontwierp je een kantoor, een hotel of een winkelcentrum", vertelt Dingsté. "Tegenwoordig ontwerp je complexen waarin meerdere gebouwen en functies zijn geïntegreerd." Het ontwerp voor Arnhem bevat perrons en overkappingen voor de trein, terminals voor lokaal en regionaal busvervoer, parkeerruimte, kantoren en een stationshal met winkels en overige voorzieningen voor reizigers. "Om zo'n complex optimaal aan de gebruikers aan te passen, voeren we eerst een uitgebreide analyse uit", aldus Dingsté. In Arnhem betekende dat het in beeld brengen van de verkeersstromen. Hoeveel treinreizigers passeren er per tijds-eenheid? Hoeveel reizigers met de bus? Hoeveel mensen komen met de fiets? Hoeveel met de auto? Diagrammen helpen om alle gegevens op een compacte en inzichtelijke wijze weer te geven.



Analyse van vervoersstromen in de OV-terminal

Het was vervolgens aan de architecten om al die vervoersmodaliteiten aan elkaar te knopen, samen met de kantoren, de parkeergarage, de fietsenstalling, de specifieke kenmerken van het gebied – met drie meter hoogteverschil – en alle andere randvoorwaarden die een rol spelen. "Het is een soort Gordiaanse knoop", lacht Dingsté. "Je wilt een oplossing waarbij de verschillende verkeersstromen elkaar zo min mogelijk in de weg zitten en alle gebruikers optimaal de ruimte krijgen." Ontwarring van de Arnhemse knoop resulteerde in een esthetisch en interessant ontwerp.



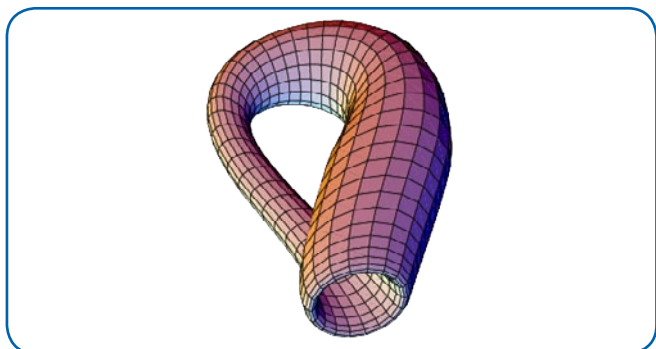
Analyse van programmaonderdelen masterplan gebied Arnhem Centraal



Impressie van het nieuwe station in Arnhem

### Tangenten voor mooi gloeiend dak

“Inspiratiebron voor het station is de Klein-fles”, vertelt Hoppermann, “een wiskundige figuur zonder duidelijke binnen- of buitenkant.”

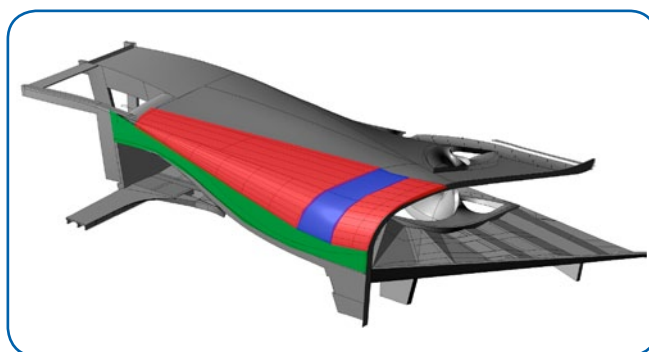


Voorbeeld van een Klein-fles, een niet-oriënteerbaar oppervlak

Hoewel het station geen letterlijke vertaling van de Klein-fles is, draagt het wel een aantal kenmerken. Als je via het platform de overkapping inloopt, is het bijvoorbeeld niet duidelijk of je binnen of buiten bent. Het gebogen dak sluit via een gedraaide ondersteuningsconstructie, ook wel de ‘twist’ genoemd, beneden aan op de fietsenstalling, van daaruit kun je weer omhoog de stationshal in.

Het dak krijgt zo min mogelijk steunpunten. Dit is onder andere mogelijk door de hiervoor genoemde twist. Het is een uitermate complexe vorm die het dak ondersteunt en tegelijkertijd de reizigers ‘begeleidt’ op hun route in de hal. Vormen als het dak en de twist worden ontworpen met behulp van 3D-tekensoftware. “Vervolgens kunnen de constructieve berekeningen op deze 3D-modellen worden uitgevoerd door de constructeur met software, gebaseerd op de eindige elementen methode”, legt Hoppermann uit. Naar aanleiding van het Arnhem-project heeft hij zich uitgebreid verdiept in de digitale kant van het ontwerpproces. “Als architecten moeten we verder gaan dan alleen het ontwerpen van een vorm. Je moet ook uit kunnen leggen hoe een vorm is opgebouwd en hoe je hem kunt realiseren. Bij complexere vormen schiet de vertrouwde bouwtekening tekort.”

Het dak heeft een vrije vorm. Om die vorm te realiseren zou je een plaat staal kunnen nemen en deze buigen en vervormen tot hij de goede krommingen heeft. Buigen is relatief eenvoudig, maar een bolling aanbrengen, is een stuk moeilijker en duur. “Daarom hebben we het dak zoveel mogelijk opgedeeld in regelvlakken, gebogen oppervlakken, zoals een kegel, die uit rechte lijnen zijn opgebouwd”, licht Hoppermann toe. “Als je dit doet, moet je wel de geometrische continuïteit waarborgen, anders krijg je lelijke knikken in het dak. De raakvlakken tussen de delen zijn daarom tangent: elke aansluiting heeft hetzelfde raakvlak. Met behulp van software hebben we de optimale opdeling van het dak bepaald.”



Enkelgekromde en regelvlakken in dakconstructie(rood)

Hetzelfde geldt voor de betonnen tegels op het dak. Deze vormen een patroon dat de lijnen in het dak benadrukt. Door de kromming van het dak is elke tegel anders; voor elke tegel wordt dus een eigen gietmal gemaakt. Afhankelijk van het tegelpatroon, moeten gietmallen dikker of dunner zijn (grotere of kleinere krommingen aankunnen). Ook hier is software noodzakelijk om het optimale dakpatroon in combinatie met het optimale productieproces te bepalen.

### Met de trein naar Arnhem?

Wiskunde is diep geworteld in de processen van UNStudio. In kenniscapaciteiten breiden medewerkers hun kennis over digitale ontwerpstechnieken steeds verder uit. Ook met universiteiten en andere bedrijven is intensief contact over nieuwe ontwikkelingen. Dit resulteert in aansprekende gebouwen zoals het station in Arnhem. Als de bouwput straks verdwenen is, is het zeker een treinrit waard om het resultaat te gaan bewonderen. Tip voor een leuke wiskunde-excursie?

*UNStudio doet projecten over de hele wereld. Ook in Nederland kom je hun werk op veel plaatsen tegen. Van het belastingkantoor in Groningen (waar ook DUO zetelt, de instantie waar leerlingen straks hun studiebeurs aan kunnen vragen) tot de inrichting rondom de nieuwe A2. Op [www.UNStudio.nl](http://www.UNStudio.nl) vindt u meer voorbeelden van hun werk.*