

**HILTI**



# Inzichten voor de toekomst

AI, robotica en duurzaam bouwen



# Inleiding

**A**ls een belangrijke motor van wereldwijde ontwikkeling staat de bouwsector op het kruispunt van verschillende mondiale uitdagingen, met klimaatverandering, schaarste aan hulpbronnen en strenge milieuregels op de voorgrond.

Deze uitdagingen hebben niet alleen invloed op de operationele dynamiek

van de bouwsector, maar vereisen ook een dringende herziening van traditionele praktijken om ze af te stemmen op de opkomende behoeften van duurzaamheid en milieubeheer.

In deze whitepaper wordt gekeken naar de uitdagingen en kansen die kunstmatige intelligentie (AI) en robotica bieden voor het creëren van een duurzamere bouwsector.

## Klimaatverandering, grondstoffenschaarste en de bouw

Klimaatverandering<sup>1</sup> stelt de bouwsector voor een dubbele uitdaging. Ten eerste is er een toenemende vraag naar infrastructuur die bestand is tegen extreme weersomstandigheden en een veranderend klimaat. Ten tweede moet de sector de CO<sub>2</sub>-voetafdruk verkleinen, aangezien deze aanzienlijk bijdraagt aan de wereldwijde CO<sub>2</sub>-uitstoot.


### Oplossingen met AI om het gebruik van hulpbronnen te verminderen

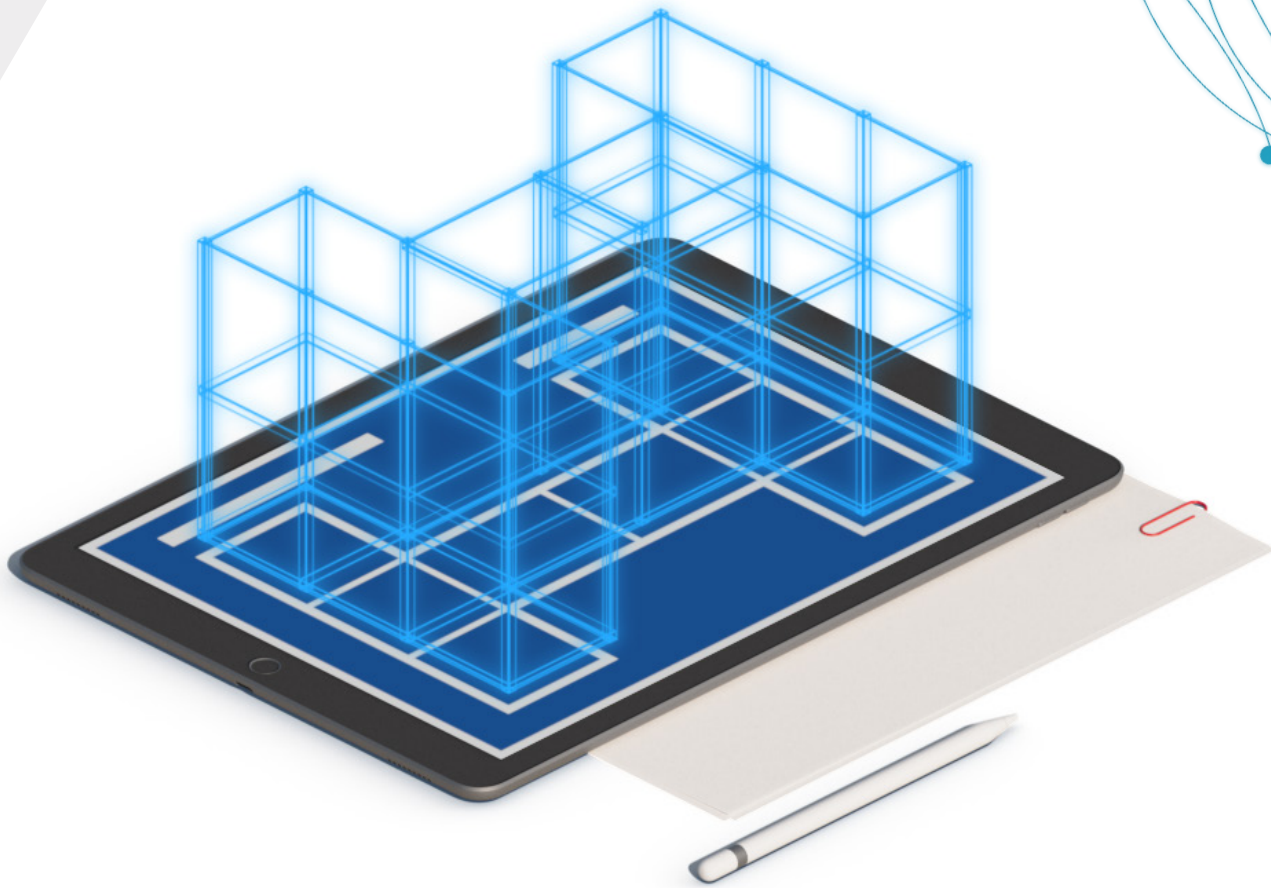
AI-algoritmes kunnen het gebruik van materialen en energie in de bouwsector optimaliseren. In positievere scenario's kan dit helpen om afval te verminderen en de duurzaamheid van bouwprojecten te verbeteren, zelfs in de context van de grote en groeiende hoeveelheden energie die nodig zijn om AI van energie te voorzien.

- ▶ **Optimalisatie van materiaal en energie:** AI-algoritmes optimaliseren het gebruik van materialen en energie. Hierdoor kan afval worden verminderd en duurzaamheid van bouwprojecten worden verbeterd.

- ▶ **Efficiëntie en duurzaamheid:** Door gebruik te maken van AI kan de bouw efficiënter worden, waardoor kosten dalen en de milieueffecten worden geminimaliseerd.
- ▶ **Monitoring na de bouw:** AI-systemen kunnen gebouwen na de bouw monitoren om ervoor te zorgen dat ze energie-efficiënt blijven. Deze voortdurende monitoring helpt bij het identificeren en aanpakken van inefficiënties, waardoor de duurzaamheid van het gebouw nog verder wordt verbeterd.

Daarnaast vraagt grondstoffenschaarste, vooral van materialen als zand en water, om nieuwe benaderingen. Robotica en AI kunnen materiaalgebruik nauwkeurig controleren, waardoor verspilling tot een minimum wordt beperkt. Robots voeren taken als zagen en assembleren uit met hoge nauwkeurigheid. Hierdoor kunnen materialen efficiënt gebruikt worden, waardoor zowel het benodigde volume als het geproduceerde afval afneemt.





# De rol van BIM

**B**uilding Information Modelling (BIM) is een cruciaal onderdeel bij het integreren van AI en robotica in de bouw. BIM biedt een uitgebreide digitale weergave van de fysieke en functionele kenmerken van een gebouw en dient als de basisgegevensbron die AI en robotica voor verschillende optimalisaties gebruiken:

**1 Gegevensfundament voor AI**  
BIM levert gedetailleerde projectgegevens die AI-algoritmes kunnen analyseren om het materiaalgebruik te optimaliseren, de energie-efficiëntie te verbeteren en de algehele planning en uitvoering van het project te verbeteren. Deze integratie maakt het mogelijk om duurzamere en grondstofzuinigere bouwprojecten te realiseren.

**2 Ondersteuning van robotica**  
De gedetailleerde en nauwkeurige informatie in BIM stelt robots in staat om taken met grote nauwkeurigheid uit te voeren.

Hieronder vallen activiteiten zoals zagen, assembleren en het inspecteren van materialen, waardoor verspilling aanzienlijk kan worden verminderd en het gebruik van hulpbronnen kan worden verbeterd.

**3 Verbeterd projectmanagement**  
BIM integreert alle aspecten van een bouwproject, waardoor een betere coördinatie en een beter beheer van de verschillende fasen mogelijk wordt. Hierdoor kunnen AI en robotica naadloos worden toegepast, zodat projecten niet alleen efficiënt en kosteneffectief zijn, maar ook duurzaam en bestand tegen veranderingen in het milieu.

BIM maakt ook de weg vrij voor modulair bouwen, waarbij onderdelen of hele gebouwen in een fabriek worden geproduceerd en op de bouwplaats in elkaar worden gezet. Hierdoor kan de bouw worden versneld, de bouwkwiteit worden verhoogd en het gebruik van hulpbronnen worden gestroomlijnd.

# Navigeren door milieuwetgeving

**D**e bouwsector staat voor nóg een andere uitdaging, namelijk de toenemende milieuregelgeving over de hele wereld. Deze regelgeving verplicht tot minder uitstoot, beter afvalbeheer en het gebruik van duurzame materialen. AI en robotica bieden efficiënte manieren om aan deze voorschriften te voldoen. Zo kan AI projectgegevens analyseren om de naleving van milieunormen te garanderen en potentiële nalevingsproblemen te voorspellen voordat ze zich voordoen.<sup>2</sup>

## Voorbeelden van hoe AI en Robotica uitdagingen overwinnen

### CO2-voetafdruk verkleinen

AI-gestuurde tools worden gebruikt om ontwerpen van gebouwen te analyseren en ervoor te zorgen dat ze zo energiezuinig mogelijk zijn. Dit helpt niet alleen bij het verminderen van de operationele CO2-voetafdruk van gebouwen, maar helpt ook bij het behalen van certificering onder verschillende groene bouwprogramma's.<sup>3</sup>

### Optimalisatie van hulpbronnen

Bouwrobots, zoals geautomatiseerde metselaars en precisiesnijgereedschap, verminderen materiaalverlies aanzienlijk. Deze efficiëntie is cruciaal voor het aanpakken van grondstoffenschaarste.<sup>4</sup>

### Duurzame bouwpraktijken

AI helpt bij het implementeren van duurzame bouwpraktijken door het analyseren van talloze variabelen in het ontwerp van gebouwen, zoals zonlicht en windpatronen, om natuurlijk licht en ventilatie te optimaliseren en zo het energieverbruik te verlagen.<sup>5</sup>

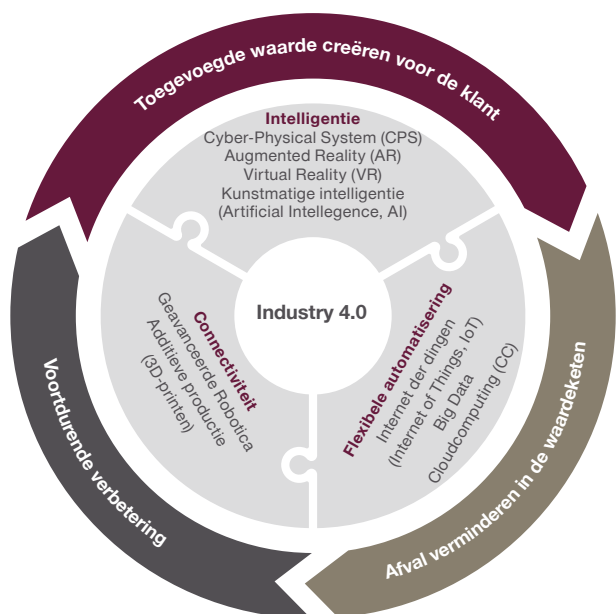
### Verbeterde veerkracht met betrekking tot klimaatverandering

Door middel van AI-gestuurde analyses kunnen bouwprojecten voorspellende modellen gebruiken om constructies te bouwen die beter bestand zijn tegen klimaatgerelateerde belastingen, zoals overstromingen en harde wind.<sup>6</sup>

### Naleving van milieuvoorschriften

AI-toepassingen maken het mogelijk om bouwplaatsen in realtime te bewaken om ervoor te zorgen dat milieuwetten en -voorschriften worden nageleefd, waardoor de kans op boetes voor niet-naleving afneemt.<sup>7</sup>

Lean management



**AI kan projectgegevens analyseren om naleving van milieunormen te garanderen en potentiële nalevingsproblemen te voorspellen voordat ze zich voordoen.**



## Over de auteur



Michael A. Kraus studeerde civiele techniek en computermechanica aan de Technische Universiteit van München en verdiepte zijn kennis over wetenschappelijk machine-learning. Als onderdeel van zijn proefschrift werkte hij aan fysiek geïnformeerde machine-learning modellen om de breukstructuur van glas en polymeren in gelaagd glas te beschrijven. Daarna werkte hij in 2020 als gepromoveerde onderzoeker aan de Stanford University en vanaf oktober 2020 aan de ETH Zürich.

Aan de ETH Zürich was hij co-leider van het Immersive Design Lab, dat zich richt op onderzoek over en onderwijs in kunstmatige intelligentie en augmented reality in de bouw. Sinds april 2024 is Michael Kraus hoofd van de afdeling Structurele Analyse aan de Technische Universiteit van Darmstadt, waar zijn onderwijs en onderzoek zich richt op wetenschappelijk machinaal leren voor structureel ontwerp en analyse. Zijn interesses omvatten ook robotica in de bouw en duurzaamheid.

## Bronnen

1. How the Construction Industry is Navigating Climate Change, AON, October 12, 2023  
<https://www.aon.com/en/insights/articles/how-the-construction-industry-is-navigating-climate-change>
2. Ghimire P, Kim K, Acharya M. Opportunities and Challenges of Generative AI in Construction Industry: Focusing on Adoption of Text-Based Models. *Gebouwen*. 2024; 14(1):220.  
<https://doi.org/10.3390/buildings14010220>
3. Fang D, Brown N, De Wolf C, Mueller C. Reducing embodied carbon in structural systems: A review of early-stage design strategies. *Journal of Building Engineering*. 2023; Volume 76  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223012330>
4. Newton E. How Robots are making Construction more Sustainable? *Sourceable*, July 12, 2022  
<https://sourceable.net/how-robots-are-making-construction-more-sustainable/>
5. Lucas S. How to design sustainable buildings with AI. *Future Architecture*, February 21, 2024  
<https://futurearchi.io/en/sustainable-buildings-ai/>
6. Singh S, Kumar Goyal M. Enhancing climate resilience in businesses: The role of artificial intelligence. *Journal of Cleaner Production*. 2023. Volume 418.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652623023867>
7. Collins P. The role of Artificial Intelligence in environmental regulation. *LSE*, 17 oktober 2023  
<https://blogs.lse.ac.uk/politicsandpolicy/the-role-of-artificial-intelligence-in-environmental-regulation/>