

# VISIE OP SMART CAMPUS

Visie op een efficiënte  
en duurzame campus



**SURF**



# MANAGEMENTSAMENVATTING

Dit visiedocument geeft richting aan de verdere ontwikkeling van de smart campus, op basis van alle kennis en ervaring die de afgelopen jaren gezamenlijk is opgedaan. De visie is enerzijds bedoeld voor de partners van SURF, als basis voor hun eigen visie of het bepalen hoe samen stappen te zetten, en anderzijds voor IT- en Facilitair (vastgoed) managers, om inzicht te krijgen in wat de smart campus is en wat er speelt op dit vlak.

Allereerst wordt een definitie van de smart campus geformuleerd. Deze volgt uit het doel en belang van de smart campus:

*“De smart campus richt zich op het gebruik van data en digitale technologie die specifiek wordt ingezet om campusgebruikers te faciliteren, ruimtegebruik te verbeteren en dienstverlening te optimaliseren, in co-creatie met onderwijs en onderzoek.”*

Het smart campus ecosysteem wordt daarna geïntroduceerd als model dat helpt om te begrijpen hoe de smart campus werkt, en om in gesprek te gaan over wat er nodig is om de smart campus of individuele use cases succesvol te maken.



## Het ecosysteem bestaat uit vier lagen:

**Laag 1:** Gebruikers en diensten; in deze laag is het doel om de gebruikers en hun doelstellingen en behoeften goed in beeld te krijgen.

**Laag 2:** Organisatie en processen; in deze laag is het doel om te bepalen welke organisatiedelen en -processen moeten worden (her)ingericht en hoe, om beter tegemoet te komen aan de doelen en behoeften van gebruikers.

**Laag 3:** Applicaties en informatie; in deze laag is het doel om te definiëren hoe applicaties (zoals apps, dashboards, digitale tweelingen) eruit moeten komen te zien en aan welke eisen ze moeten voldoen.

**Laag 4:** Technologie; deze laag bestaat uit het dataplatform en de infrastructuur van databronnen (zoals sensoren en gebouwbeheersystemen) en netwerken. Hier wordt bepaald welke technologie nodig is voor de informatiebehoefte en functionaliteit van de applicaties.

Om te bepalen wat het toekomstige belang en de wensen en eisen zouden kunnen zijn, worden toekomst-scenario's uit het Future Campus scenariorapport gepresenteerd en gebruikt. De diverse trends en vraagstukken die worden beschreven, kunnen instellingen helpen om gezamenlijk de behoeften voor de smart campus te bepalen. Naast functionele trends, wordt er ook naar technologische trends gekeken. Nieuwe technologieën zoals Artificial Intelligence, Internet of Things en digitale tweelingen kunnen de smart campus versnellen, nieuwe toepassingen mogelijk maken en/of bestaande toepassingen versterken, terwijl de rol en invloed van Big Tech bedrijven een belangrijk aandachtspunt is. Verschillende use cases dienen vervolgens als concrete voorbeelden voor hoe de smart campus waarde kan toevoegen voor de verschillende gebruikers. Dit zijn bijvoorbeeld ruimteoptimalisatiesystemen, beschikbaarheidstools, intelligent energie-management en wayfinding.

Op basis van een synthese van de voorgaande onderdelen zijn de visie en analyse tot stand gekomen. Deze zijn vervolgens verder uitgewerkt in wat ze betekenen per laag van het smart campus ecosysteem.

### De visie op smart campus is als volgt omschreven:

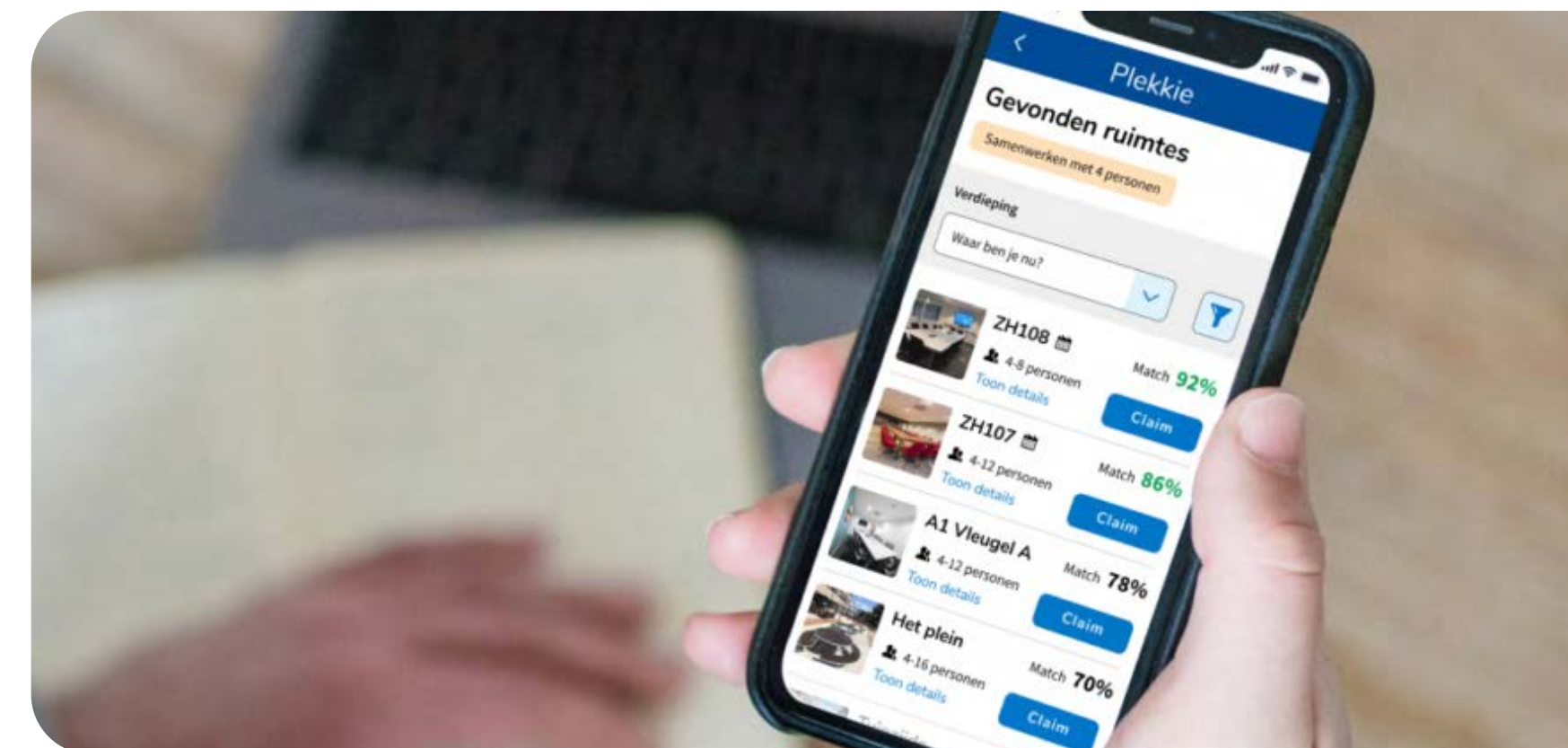
De smart campus is een campus waar de combinatie van (bestaande) databronnen, waaronder sensoren, wordt ingezet ten dienste van de studenten, medewerkers en bezoekers, en hen in staat stelt om eenvoudig gebruik te maken van en (digitaal) te interacteren met een efficiënt ingerichte en duurzame campus.

In de smart campus zijn regels en structuur aanwezig die de voortdurende ontwikkeling ervan begeleiden. Deze zijn zodanig van aard dat ze niet te limiterend zijn, maar tegelijkertijd wel de autonomie en veiligheid van de instellingen en hun gebruikers waarborgen. Kansen worden herkend, aangejaagd en uitgenut.

De smart campus wordt stap voor stap verder ontwikkeld door samen te werken, met inachtneming van vijf uitgangspunten: gebruikersgericht ontwerpen, interoperabiliteit, voorkomen van vendor lock-in, modulaire architectuur en beveiliging en privacy.

Tot slot worden handvatten gegeven om aan de slag te gaan. SURF levert op verschillende manieren diensten en expertise ter ondersteuning van de smart campus, met een focus op de technologielaag. SURF faciliteert communityvorming, werkt aan diverse pilots samen met instellingen en ontwikkelt diensten zoals iotroam en wellicht in de toekomst een IoT-netwerk en/of een IoT-dataplatform.

De aanbevelingen van mbo's, hbo's en universiteiten zijn, op basis van de ervaringen van tot nu toe: begin klein en met een stip op de horizon; richt een goede governancestructuur in; ontwerp de smart campus van boven naar beneden; denk bij het ontwerp ook goed na over het beheer van de smart campus; gebruik interne expertise en innovatiekracht; leer van de ervaringen van andere instellingen en werk waar mogelijk samen; monitor compliance op privacy en ethiek voor, tijdens en na implementatie; en breng je brondata op orde.



# INHOUD

## Managementsamenvatting



### Inleiding en achtergrond

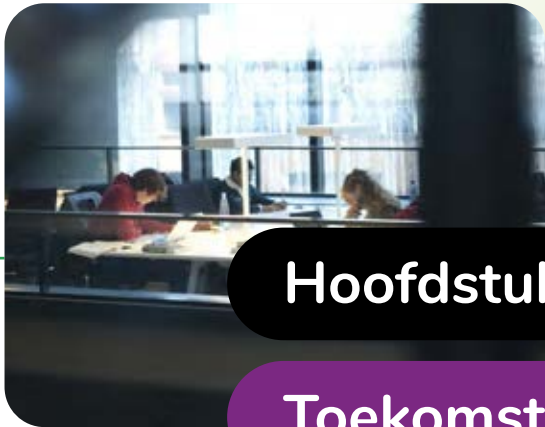
- Doel
- Wat is een smart campus?
- Het belang van een Smart campus



### Hoofdstuk 1

#### Het smart campus ecosysteem

- Introductie
- Gebruikers en diensten
- Organisatie en processen
- Applicaties en informatie
- Technologie



### Hoofdstuk 2

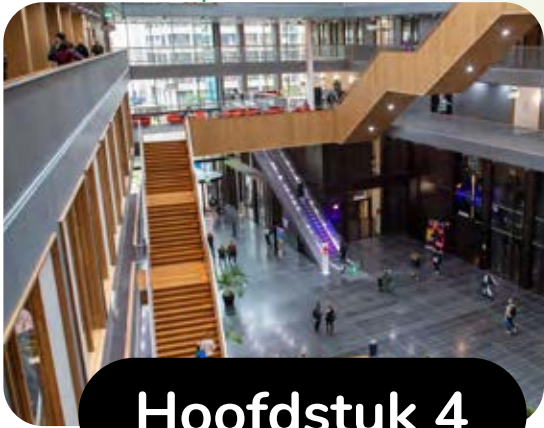
#### Toekomstbeeld

- Trends voor de gebruikers en de organisatie
- Technologische trends en ontwikkelingen



### Hoofdstuk 3

#### Use cases



### Hoofdstuk 4

#### Visie op smart campus

- Visie
- Uitgangspunten



### Hoofdstuk 5

#### Aan de slag!

- Wat doet SURF?
- Aanbevelingen
- Begrippen
- Bronnen
- Afbeeldingen

## Leeswijzer

Voor professionals die aan de smart campus werken en in de materie thuis zijn, raden wij aan om vooral de aandacht te richten op hoofdstuk 3 en verder.

Voor bestuurders en andere stakeholders die het document horizontaal willen doorlezen: elke paragraaf bevat aan het begin een grijs kader, waarin de inhoud van de paragraaf in enkele zinnen is samengevat.

Voor de lezers die meer willen weten over de smart campus en wat dat voor hen betekent, raden wij aan om hoofdstuk 1 en 2 grondig te lezen, en dan de use cases in hoofdstuk 4 te bestuderen.

# Inleiding en achtergrond



SMART CAMPUS

## INLEIDING EN ACHTERGROND

## DOEL

In deze visie geven we richting aan de verdere ontwikkeling van de smart campus op basis van alle kennis en ervaring die de afgelopen jaren gezamenlijk is opgedaan. De visie is enerzijds bedoeld voor de instellingen, als basis voor hun eigen visie en/of het bepalen hoe samen stappen te zetten, en anderzijds voor IT-, FM- en vastgoedmanagers, om inzicht te krijgen in wat de smart campus is en wat er speelt op dit vlak.

Smart campus is een thema dat in de afgelopen jaren in toenemende belangstelling staat bij mbo's, hbo's, universiteiten, academische ziekenhuizen en onderzoeksinstituten. De smart campus heeft een enorme potentie: het verbetert de informatievoorziening voor gebruikers, helpt gebouwen beter te gebruiken, helpt de dienstverlening te optimaliseren en geeft mogelijkheden om de samenwerking met onderwijs en onderzoek op te zoeken.

Het is echter ook een complex thema vanwege het samenspel tussen de organisatorische context, toepassingen en technologie. Tegelijkertijd vraagt het om een substantiële investering, die voor de opbrengsten uit gaat. De opbrengsten als gevolg van efficiënter

ruimtegebruik en duurzaamheid liggen in het domein van vastgoed en facilitair management en de opbrengsten qua innovatie, samenwerking en imago van de instelling bij het primaire proces. De realisatie van de benodigde IT-infrastructuur en systemen en de bijbehorende expertise ligt juist bij ICT. Het juiste gebruik van de toepassingen en de gedragsverandering in het ruimtegebruik ligt bij de studenten en medewerkers. Dat samenspel maakt het een uitdaging om stappen te zetten richting een smart campus. Het vraagt om durf en betrokkenheid van bestuurders, directeuren, vastgoed, facilitair, onderwijslogistiek, ICT, en natuurlijk studenten en medewerkers om de kansen te pakken die er liggen.

De afgelopen jaren zijn meerdere instellingen actief geworden op het thema smart campus, en gestart met de uitvoering van diverse pilots, omdat zij ook de potentie op dit gebied zien. Data-geïnformeerd werken is ook vanuit de instellingen steeds meer onderdeel van de strategie geworden. Tijdens en na de Coronapandemie is de ontwikkeling van de smart campus in een versnelling gekomen door de behoefte aan reserveringstools en inzicht in de aanwezigheid. Sommige

instellingen zijn zelfs al opgeschaald van pilot- en projectbasis naar programmabasis, en werken vanuit visies, strategieën en/of programmaplannen. SURF heeft hierin een rol gespeeld door samen te werken met diverse instellingen in pilots, en door gezamenlijk op te trekken in het Kennisnetwerk Smart buildings en daar inzicht te krijgen in wat er bij de instellingen speelt. In 2025 ontstaat er een nieuwe dynamiek: door de bezuinigingen op het hoger onderwijs en teruglopende studentenaantallen, de nieuwe mogelijkheden die er vanuit AI worden gezien, en de extra aandacht voor privacy, compliance en strategische autonomie als gevolg van de geopolitieke ontwikkelingen.



# WAT IS EEN SMART CAMPUS?

De smart campus richt zich op het gebruik van data en digitale technologie die specifiek wordt ingezet om campusgebruikers te faciliteren, ruimtegebruik te verbeteren en dienstverlening te optimaliseren, in co-creatie met onderwijs en onderzoek.

De smart campus is een reis waarbij deze voortdurend wordt doorontwikkeld. De interacties tussen mensen en technologie vinden steeds sneller plaats, en waarbij zelfs de samenwerking met organisaties op en rondom de campus kan worden gezocht.

Een visie over smart campus begint met de vraag wat we precies verstaan onder een smart campus. Er zijn veel definities van wat een 'smart campus' is. Deze hangen meestal af van het perspectief van de auteur en de beoogde gebruikers en diensten. Neem bijvoorbeeld de volgende definitie van Gartner (vrij vertaald):

*“Een fysieke of digitale omgeving waarin mensen en technologie in een systeem interacteren om een meer immersieve en geautomatiseerde ervaring te bieden aan stakeholders op de campus.”<sup>1</sup>*

Deze definitie is bewust heel algemeen geformuleerd, zodat allerlei soorten ontwikkelingen op de campus hierin gepositioneerd kunnen worden. Als we kijken naar de definities die instellingen hanteren, dan wordt de smart campus al een stuk concreter. Zie kaders op deze en volgende pagina.

Deze definities kunnen worden samengevoegd tot de volgende definitie:

*“De smart campus richt zich op het gebruik van data en digitale technologie om campusgebruikers te faciliteren, ruimtegebruik te verbeteren en dienstverlening te optimaliseren, in co-creatie met onderwijs en onderzoek.”*

Een kanttekening bij deze definitie is dat er ook andere toepassingsgebieden zijn die raakvlakken en/of overlap hebben met de smart campus. De term 'smart building' beschrijft een vergelijkbare ontwikkeling vanuit gebouwniveau, 'smart city' doet dat op stadsniveau, en 'smart hospital' op het gebied van ziekenhuizen. Voor al deze termen geldt net als voor smart campus dat er geen standaarddefinitie is. Er is dan ook geen eenduidige manier om vast te stellen wanneer een campus wel of niet smart is. Het kan beter beschouwd worden als een voortdurende ontwikkeling van de interacties tussen mensen en technologie in het systeem van de campus<sup>4</sup>, waarbij deze interacties steeds sneller plaatsvinden, tot aan in real-time.



*“De EUR Smart Campus is een terrein met gebouwen dat op basis van data wordt beheerd en (eveneens op basis van data) de gebruikers faciliteert, gebruikmakend van oude en nieuwe technologieën.”<sup>2</sup>*

- Erasmus Universiteit Rotterdam

## INLEIDING EN ACHTERGROND



*“De smart campus heeft als doel om de volgende generatie van (digitale) technologieën in te zetten om:*

- *een meer duurzame campus mogelijk te maken*
- *de middelen en infrastructuur te optimaliseren t.b.v. de diensten en bedrijfsvoering op de campus*
- *co-creatie van de ervaringen op de campus mogelijk te maken en de cultuur van onderwijs, onderzoek en innovatie te ondersteunen.”*

- TU Eindhoven

Net zo goed is de vraag waar de grenzen van de smart campus liggen. Is dat een fysieke campuslocatie, of is het de verzameling slimme gebouwen die in gebruik zijn van één instelling? En in hoeverre speelt de digitale campus een rol? De smart campus is meer dan een optelsom van slimme gebouwen; sommige diensten zijn toegespitst op specifieke soorten gebouwen of ruimten – neem bijvoorbeeld een applicatie waarin studieplekken te vinden zijn. Ook kan de grens tussen organisaties na verloop van tijd vervagen of juist opgerekt worden: via de route van de smart campus bieden instellingen gezamenlijke diensten aan gebruikers aan of delen zij elkaars ruimtes. Om deze redenen beschouwen we de smart campus als een (gezamenlijke) reis, waarbij de smart campus voortdurend wordt doorontwikkeld.

Tot slot is de vraag tot hoe ver de scope van data en digitale technologie reikt, die binnen de smart campus valt. Het gaat om de data en technologie die wordt ingezet ten behoeve van specifieke doelstellingen: gebruikers te faciliteren, ruimtegebruik te verbeteren en dienstverlening te optimaliseren. Deze worden in de volgende paragraaf uitgebreider toegelicht. Het is dus niet zo dat alle data en technologie hiermee binnen de smart campus valt: deze gaat bijvoorbeeld niet over het beheer van het wifi-netwerk,

maar wel over mogelijk het gebruik van de data over het gebruik van datzelfde netwerk. Het gaat niet over het gebruik van XR-technologie in het onderwijs, maar het gebruik van XR-technologie kan wel het gebruik van de campus zodanig beïnvloeden dat dit tot een doorontwikkeling van de smart campus leidt.



*“Door gebruik te maken van smart technologieën, kunnen we data en informatie ontsluiten die bijdragen aan het gebruikersgemak van de campusgebruikers, het verlagen van energiegebruik, het beter benutten van ruimtes, efficiënter inzetten van assets en dienstverlening en meerwaarde bieden aan ons onderwijs en onderzoek. Dit doen wij met inachtneming van privacy waarden en doelmatigheid.”<sup>3</sup>*

- Hogeschool van Amsterdam



# HET BELANG VAN EEN SMART CAMPUS

De smart campus levert toegevoegde waarde aan de instellingen door het verbeteren van het welzijn en gebruikersgemak van studenten en medewerkers, efficiënter gebruik van middelen, de implementatie van duurzame en energie-efficiënte praktijken, en de toepassing van living labs en co-creatie met het onderwijs en onderzoek.

In algemene zin kan een smart campus gezien worden als een concept dat toegevoegde waarde levert aan een organisatie en hun gebruikers. Zonder toegevoegde waarde zou immers niemand erin investeren. Voor publieke instellingen geldt dat die toegevoegde waarde meer is dan alleen kostenreductie (of opbrengsten), maar bijvoorbeeld ook dat deze bijdraagt aan de tevredenheid van stakeholders, duurzaamheid, interactie en samenwerking stimuleert, enzovoort.

Uit de definitie van smart campus in de vorige paragraaf volgt dat smart campus toegevoegde waarde biedt op drie pijlers<sup>5</sup>:

## 1. Welzijn en gebruikersgemak

Dit toepassingsgebied is gericht op het verbeteren van de informatievoorziening aan studenten, medewerkers en/of bezoekers, waarmee zij zelf beter (geïnformeerd) kunnen handelen op de campus. Wayfinding toepassingen binnen gebouwen helpen gebruikers om te navigeren naar specifieke ruimten. Andere toepassingen maken gebruik van sensordata en/of een reserveringssysteem om te helpen met het vinden van vrije studieplekken, werkplekken of vergaderzalen. In ziekenhuizen worden ‘asset tracking’ toepassingen gebruikt waarmee medewerkers bepaalde verplaatsbare apparatuur snel kunnen vinden. Deze toepassingen vertalen zich in tijdswinst (productiviteit), tevredenheid en een beter gebruik van de campus.

## 2. Efficiënter gebruik van middelen

Dit toepassingsgebied is gericht op het verbeteren van afstemming tussen het gebruik van de campus en de dienstverlening op de campus. Op strategisch niveau betekent dit het verbeteren van strategische beslissingen over het vastgoed o.b.v. de inzichten die worden vergaard met de smart campus. Veel ruimte op de campus wordt geclaimd door individuen, groepen of organisatie-eenheden, zoals opleidingen of faculteiten, maar wordt vaak niet optimaal gebruikt. Door dashboards en rapportages te ontwikkelen die inzicht geven in het ruimtegebruik in relatie tot andere kenmerken van de campus, kan deze effectiever en efficiënter worden vormgegeven. Op tactisch en operationeel niveau vinden allerlei bedrijfsprocessen plaats zoals schoonmaak, catering, beveiliging, BHV, enzovoort. Deze kunnen allemaal beter worden afgestemd op het daadwerkelijke gebruik, ook door met behulp van dashboards en rapportages inzicht te geven in het daadwerkelijke gebruik en de processen hierop bij te sturen.

## 3. Duurzaamheid en energiebeheer

Dit toepassingsgebied is gericht op het verbeteren van afstemming tussen het gebruik van de campus en het energiebeheer op de campus. Met informatie over het ruimtegebruik kunnen gebouwbeheersystemen en energienetten beter aangestuurd worden, en kunnen facilitaire processen als schoonmaak, catering en afvalbeheer geoptimaliseerd worden. Hiermee wordt de campus duurzamer en efficiënter in het gebruik. Tegelijkertijd is het hierbij belangrijk te vermelden dat de smart campus ook tegengestelde effecten heeft: de smart campus vraagt bijv. om meer data opslag en infrastructuur en dus een toenemende behoefte aan grondstoffen en energie. Dit dient ook onderdeel van de business case te zijn.

## INLEIDING EN ACHTERGROND

Hier voegen we nog een vierde pijler aan toe, op basis van de definities van de instellingen:

### 4. Living labs en co-creatie

Dit toepassingsgebied is gericht op de deelname van onderwijs en onderzoek in de smart campus. Voor mbo-, hbo- en wo-studenten is het van meerwaarde om met deze innovaties te werken gedurende hun opleiding, en voor onderzoekers zijn er ook legio mogelijkheden om samenwerking te zoeken en hun kennis in te zetten voor hun eigen instelling. Vanuit de elektrotechniek kan bijvoorbeeld meegewerkt worden in de ontwikkeling en beoordeling van sensoren, werktuigbouwkundigen kunnen meewerken aan de toepassing ervan in controlesystemen (zoals gebouwbeheersystemen), en informatici en industriële

ontwerpers bij de ontwikkeling van applicaties en toepassing van AI-technieken. De implementatie van de applicaties in organisaties, met technieken als nudging en gamification, is vervolgens weer interessant voor o.a. bouwkundigen, facility managers, organisatiepsychologen en bestuurskundigen. Ook leidt de smart campus tot data die interessant zijn voor allerlei wetenschappelijke vraagstukken. Deze activiteiten dragen in positieve zin bij aan de ontwikkeling van studenten en versterken de innovatiekracht van de instellingen. Ze kunnen zelfs leiden tot nieuwe smart campus toepassingen!

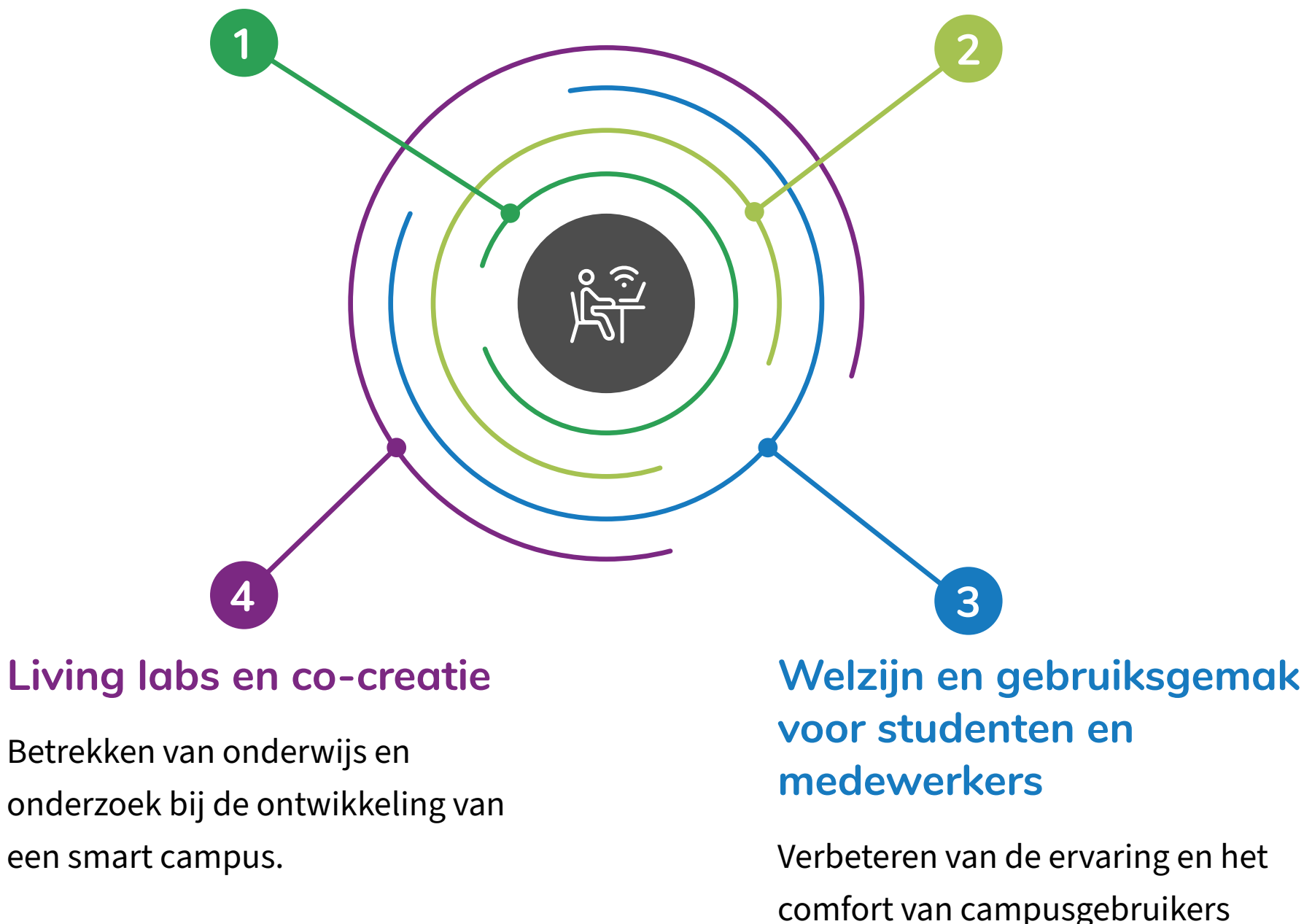
De smart campus heeft als doel om deze vier pijlers voortdurend te versterken met data en technologie. Elk van deze pijlers levert op zichzelf meerwaarde aan de campus, maar tezamen stimuleren ze innovatie, samenwerking en versterken ze het imago van de instelling. Daarmee kan de smart campus ook een positieve werking hebben op het aantrekken van studenten, medewerkers, onderzoeksfinanciering en samenwerking met partners uit het bedrijfsleven.

### Efficiënter gebruik van middelen

Optimaliseren van het gebruik van middelen om verspilling te verminderen.

### Duurzaamheid en energiebeheer

Implementeren van duurzame praktijken en energie-efficiëntie



# Het smart campus ecosysteem

VISIE OP SMART CAMPUS



# INTRODUCTIE

Het ecosysteem van een smart campus bestaat uit vier lagen: **Gebruikers en diensten, Organisatie en processen, Applicaties en informatie, en Technologie.**

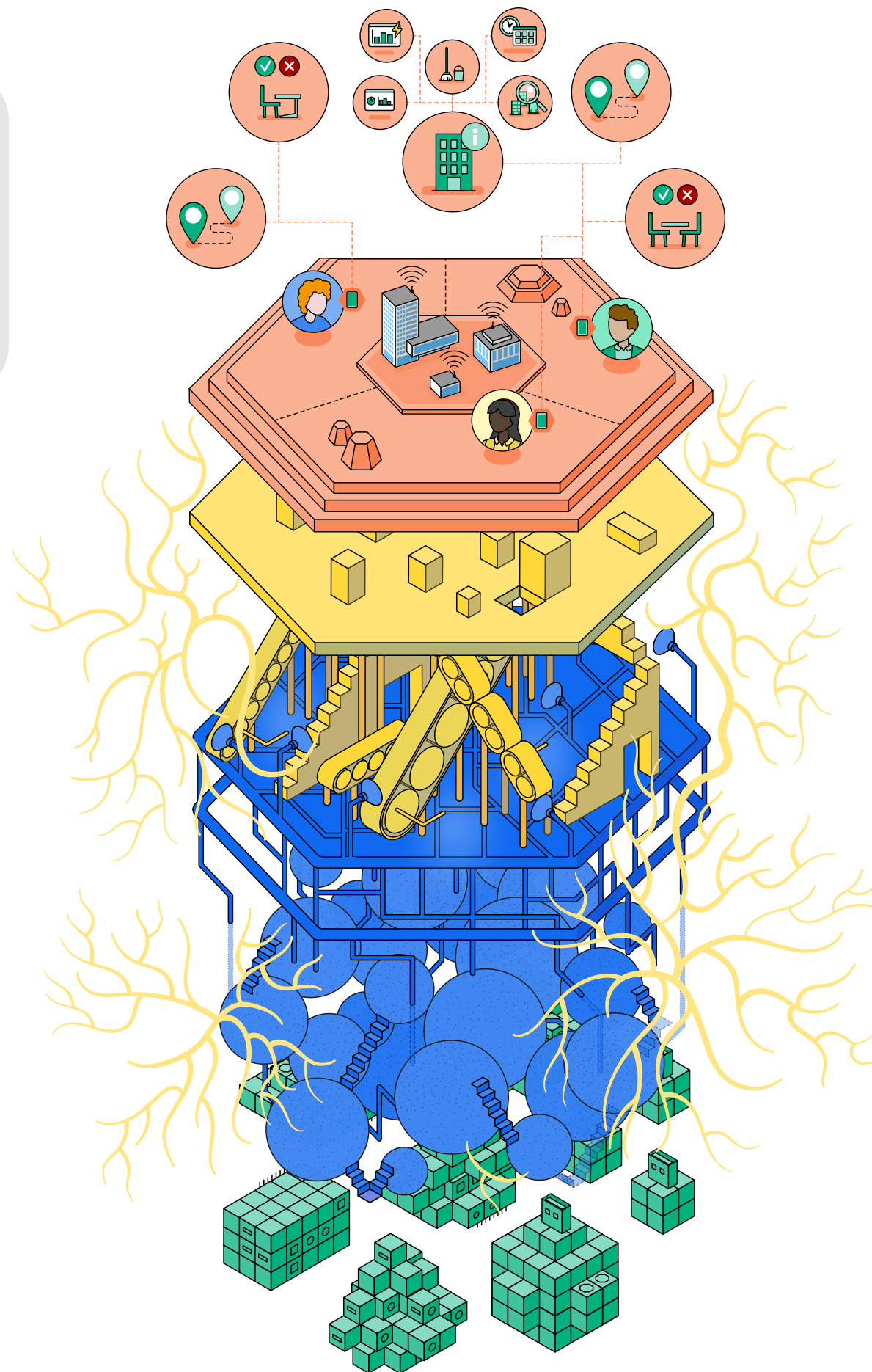
Bij het realiseren van een smart campus komt veel kijken. Om structuur te bieden in deze complexiteit, gebruiken we een lagenmodel om het ecosysteem van de smart campus te beschrijven. Het ecosysteem van een smart campus bestaat uit vier lagen, die in elke ICT infrastructuur zichtbaar zijn.

Gebruikers en diensten

Organisatie en processen

Applicaties en informatie

Technologie



In de smart campus moet aandacht besteed worden aan elke laag in dit ecosysteem. Elke laag heeft zijn eigen dynamiek met verschillende soorten diensten, dimensies en expertise. Ook de verantwoordelijkheden liggen per laag doorgaans ergens anders. Het lagenmodel draagt bij aan begrip over hoe de smart campus werkt, en om in gesprek te gaan over wat er per laag nodig is om het succesvol te maken. Dit kan zowel binnen als buiten de instelling zijn. Het ecosysteem uit het rapport interoperabiliteit van het onderwijs<sup>6</sup> diende als basis voor dit ecosysteem.

## 1. Gebruikers en diensten

De doelen en behoeften die studenten, medewerkers en bezoekers hebben. De smart campus is gericht op deze doelen en behoeften.

## 2. Organisatie en processen

Processen en organisatiestructuren die zijn ontworpen en ingericht om gebruikers in hun behoeften te voorzien en te helpen bij het behalen van hun doelen. Processen en/of organisatiestructuren kunnen of moeten soms zelfs veranderen om de huidige situatie te verbeteren.

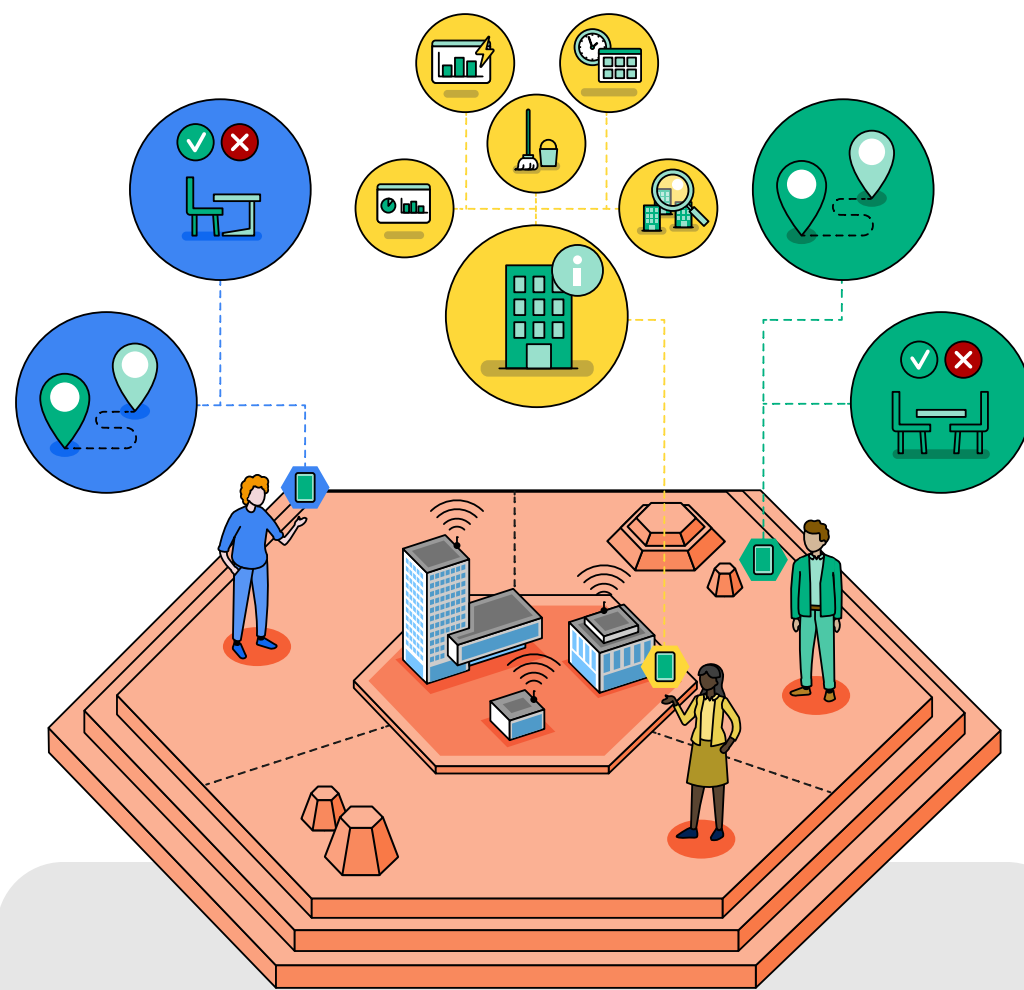
## 3. Applicaties en informatie

Toepassingen (applicaties) en informatie die gebruikers helpen binnen de processen en organisatiestructuren. In de smart campus zijn dit bijvoorbeeld apps, dashboards en rapportages die gebruikers de informatie geven die zij op een bepaald moment nodig hebben.

## 4. Technologie

De technologie die de laag met informatie en toepassingen voedt. Dit begint met verschillende data-bronnen en de benodigde (netwerk)infrastructuur om deze met elkaar te verbinden. Denk aan sensoren, verschillende systemen, draadloze en bedrade netwerken. Het dataplatform is vervolgens de plaats waar data bij elkaar wordt gebracht, geordend, verwerkt en wordt opgeslagen ten behoeve van de verschillende toepassingen.

# GEBRUIKERS EN DIENSTEN



De eerste stap in het vormgeven en realiseren van de smart campus is om de gebruikers en hun doelstellingen en behoeften goed in beeld te krijgen. Studenten, medewerkers en bezoekers hebben ieder hun eigen doelen en behoeften, waar smart campus hen bij kan ondersteunen.

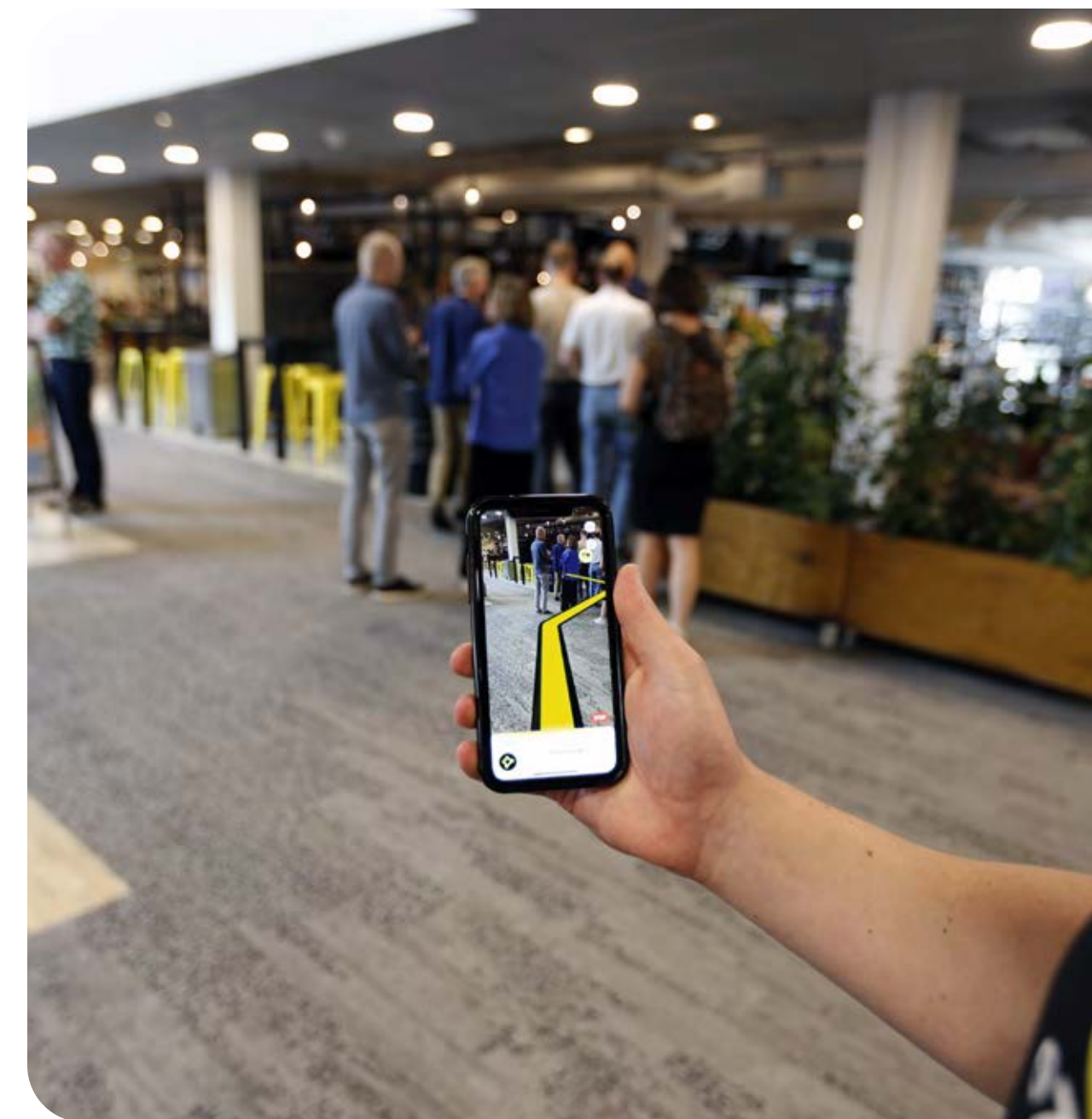
De eerste laag van het smart campus ecosysteem zijn de gebruikers en diensten. Dit zijn primair de doelen die studenten, medewerkers en bezoekers op de campus hebben en de behoeften die daarbij komen. Het goed begrijpen van de gebruikers en hun doelen en behoeften is essentieel voor het succes van elke vorm van dienstverlening, dus ook voor de smart campus. Het is niet zinvol om toepassingen te ontwerpen die niet ten goede komen aan de doelen en behoeften van de gebruikers. Dit is dan ook de eerste stap in het vormgeven en realiseren van de smart campus.

Studenten komen naar de campus om onderwijs te volgen, samen te werken aan een project en te leren en willen weten waar ze dat (prettig) kunnen doen. Daarbij hebben zij onder andere behoefte aan informatie over waar hun colleges plaatsvinden, waar beschikbare studieplekken zijn, waar in gebouwen faciliteiten als printers, lockers enzovoorts te vinden, en wat het klimaat van de ruimten is. Wellicht hebben zij ook routeinformatie nodig naar onbekende gebouwen, als ze daar bijvoorbeeld een college moeten volgen.

Medewerkers komen naar de campus om onderwijs te geven, aan onderzoek te werken, zorg te verlenen, of op enige andere wijze onderwijs en onderzoek te faciliteren. Ze komen ook om elkaar te ontmoeten. Medewerkers willen weten waar ze kunnen parkeren, waar vergaderzalen en soms werkplekken beschikbaar zijn en wat het klimaat op die locaties is, en eventueel soms routeinformatie in onbekende gebouwen.

Bezoekers komen naar de campus om zich te oriënteren op een toekomstige opleiding, als gast voor een afspraak of evenement, of in het geval van academische ziekenhuizen als patiënt. Zij hebben behoefte aan goede informatie met betrekking tot parkeren en openbaar vervoer, alsmede de route binnen gebouwen, om tijdig op hun afspraak te kunnen verschijnen.

Binnen al deze groepen is er een verbijzondering, namelijk gebruikers met een beperking. Zij hebben een aanvullende informatiebehoefte over bijvoorbeeld rolstoeltoegang, de locatie van liften en mindervalide-toiletten, prikkelarme studieplekken, etc.

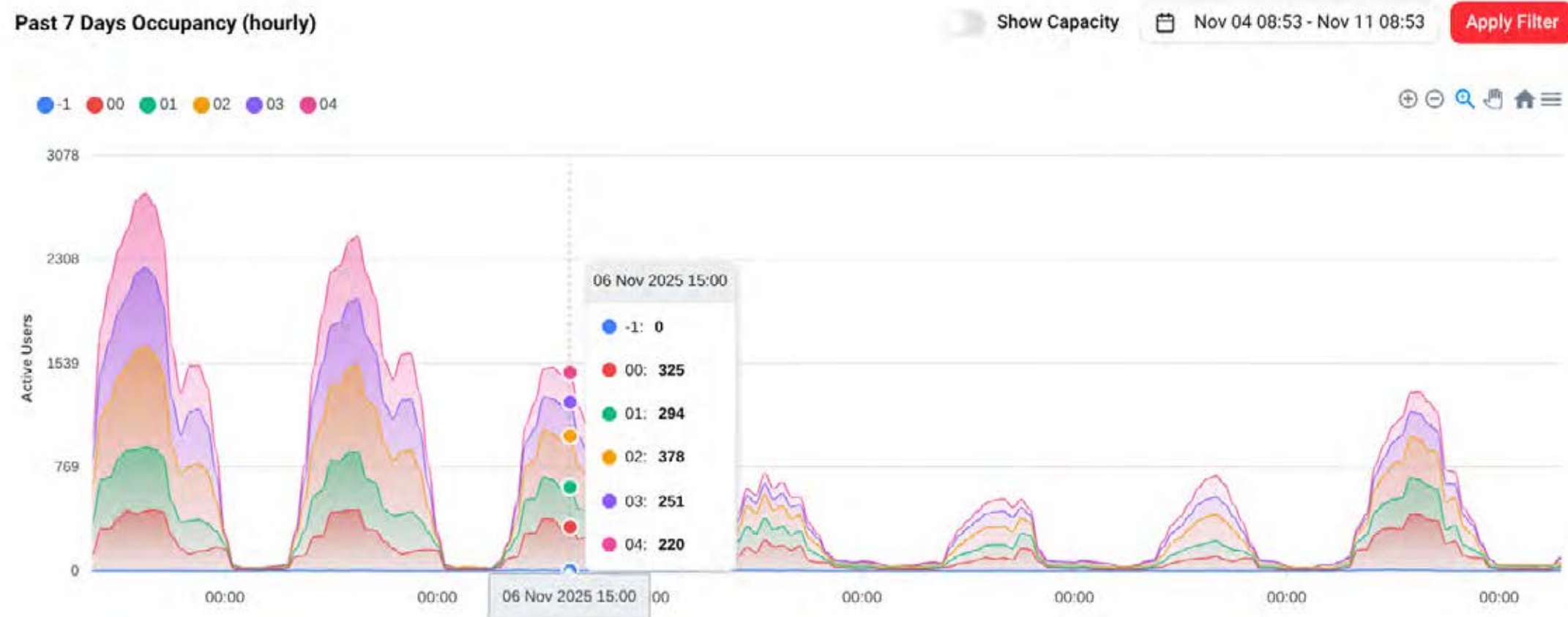


## HOOFDSTUK 1 HET SMART CAMPUS ECOSYSTEEM

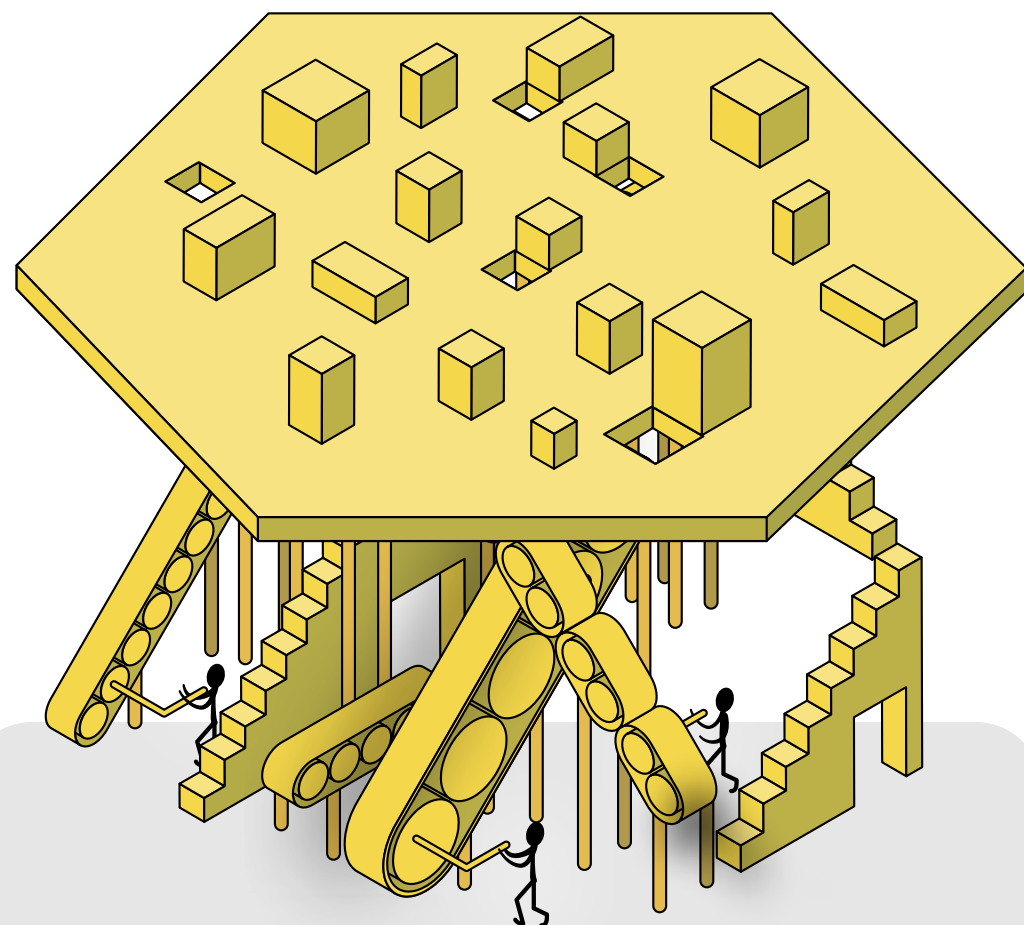
Naast studenten, medewerkers en bezoekers is er nog een aantal typen medewerkers met specifieke doelen en behoeften.

- Medewerkers van de afdeling vastgoed en/of huisvesting die verantwoordelijk zijn voor de huisvesting van de organisatie. Zij hebben behoefte aan goede informatie over de vastgoedportefeuille om de organisatie te kunnen adviseren. Voorbeelden hiervan zijn informatie over de hoeveelheid onderwijsplekken, werkplekken, laboratoria etc. zijn er, hoeveel kosten deze voorzieningen en hoe goed worden deze voorzieningen gebruikt. Hiermee kan bepaald worden of een gebouw(deel) afgestoten worden, er bijgebouwd moet worden, of dat de huidige portefeuille beter benut kan worden.
- Medewerkers van de afdeling onderwijs- en studentenzaken die verantwoordelijk zijn voor de roostering van onderwijsactiviteiten. Zij hebben behoefte aan goede informatie over alle onderwijsactiviteiten die worden ingeroosterd. Voor hoeveel studenten moet het vak worden ingeroosterd, wat is de beschikbaarheid van de docent(en), wat zijn de eisen aan de zaal, etc.
- Medewerkers van de afdeling vastgoed, huisvesting en/of facilitair die sturen op operationele processen: energielevering op de campus, schoonmaak, horeca, onderhoud, beveiliging, BHV, etc. Zij hebben behoefte aan informatie om te beoordelen of de dienstverlening aansluit op de behoefte van de gebruikers en deze op het juiste niveau te houden. Worden de gebouwen voldoende verwarmd en geventileerd en op de juiste momenten? Sluit de inkoop van de horeca aan bij de behoefte? Wordt er op de juiste momenten onderhoud gedaan? Zijn bepaalde zaken defect, zoals verlichting, of zijn batterijen van sensoren bijna leeg, etc.

### Drukkeindicator van Rijksuniversiteit Groningen



# ORGANISATIE EN PROCESSEN



Organisaties en processen zijn ingericht om gebruikers in hun behoeften te voorzien en te helpen bij het behalen van hun doelen. In deze laag is het doel om te bepalen welke organisatiedelen en -processen moeten worden (her)ingericht en hoe, om beter tegemoet te komen aan de doelen en behoeften van gebruikers.

De volgende laag bestaat uit de processen en organisatiestructuren die zijn ontworpen en ingericht om gebruikers in hun behoeften te voorzien en te helpen bij het behalen van hun doelen. Er is met of zonder smart campus al een enorme wereld die schuil gaat achter de doelen van de gebruikers (en de organisatie) – de hele onderwijs- en onderzoeksorganisatie en alle processen in die organisatie zijn al ingericht om studenten, medewerkers en bezoekers te helpen bij het behalen van hun doelen. In deze laag van het ecosysteem gaat het om de inbedding van de smart campus in de organisatie: welke organisatiedelen en -processen moeten worden (her)ingericht en hoe, ten behoeve van de doelen en behoeften van gebruikers?

In de context van de smart campus zijn de meest relevante organisatiedelen degenen die de campus beheren en de dienstverlening daarbinnen verzorgen, ondersteund door alle processen die daarvoor zijn ingericht. Dit zijn diensten zoals Vastgoed/Huisvesting, Facilitair Management en Onderwijs- en Studientenzaken. Zij zorgen voor de campus waar studenten, medewerkers en bezoekers terecht kunnen om hun doelen te behalen, met voorzieningen die op hun

behoeften zijn afgestemd. Zij staan continu onder druk om dit op een effectieve, efficiënte en duurzame wijze te doen, zodat de instellingen meer middelen aan onderwijs en onderzoek kunnen besteden. Om deze reden heeft de smart campus voor hen een enorme potentie. Onderzoek laat herhaaldelijk zien dat onderwijsruimten en kantoren beter bezet en benut kunnen worden. De smart campus zou hen kunnen helpen omdat samen met de gebruikers te bereiken<sup>7</sup>. Ook kan de smart campus ervoor zorgen dat energielevering beter wordt afgestemd op het daadwerkelijke gebruik; soms kan dat ook voor de schoonmaak en inkoop voor horeca. Dit heeft echter wel vaak tot gevolg dat de processen zelf ook zullen veranderen. Dit lichten we verder toe met een voorbeeld.

De roostering van onderwijsruimtes is een specifiek proces dat veel ter sprake komt als het om de smart campus gaat. Stakeholders zien dat er binnen een instelling veel onderwijsruimten zijn die gedurende het semester niet gebruikt worden, en als ze worden gebruikt dat de ruimte bij lange na niet vol zit. Andersom zit er altijd een zekere inefficiëntie in het



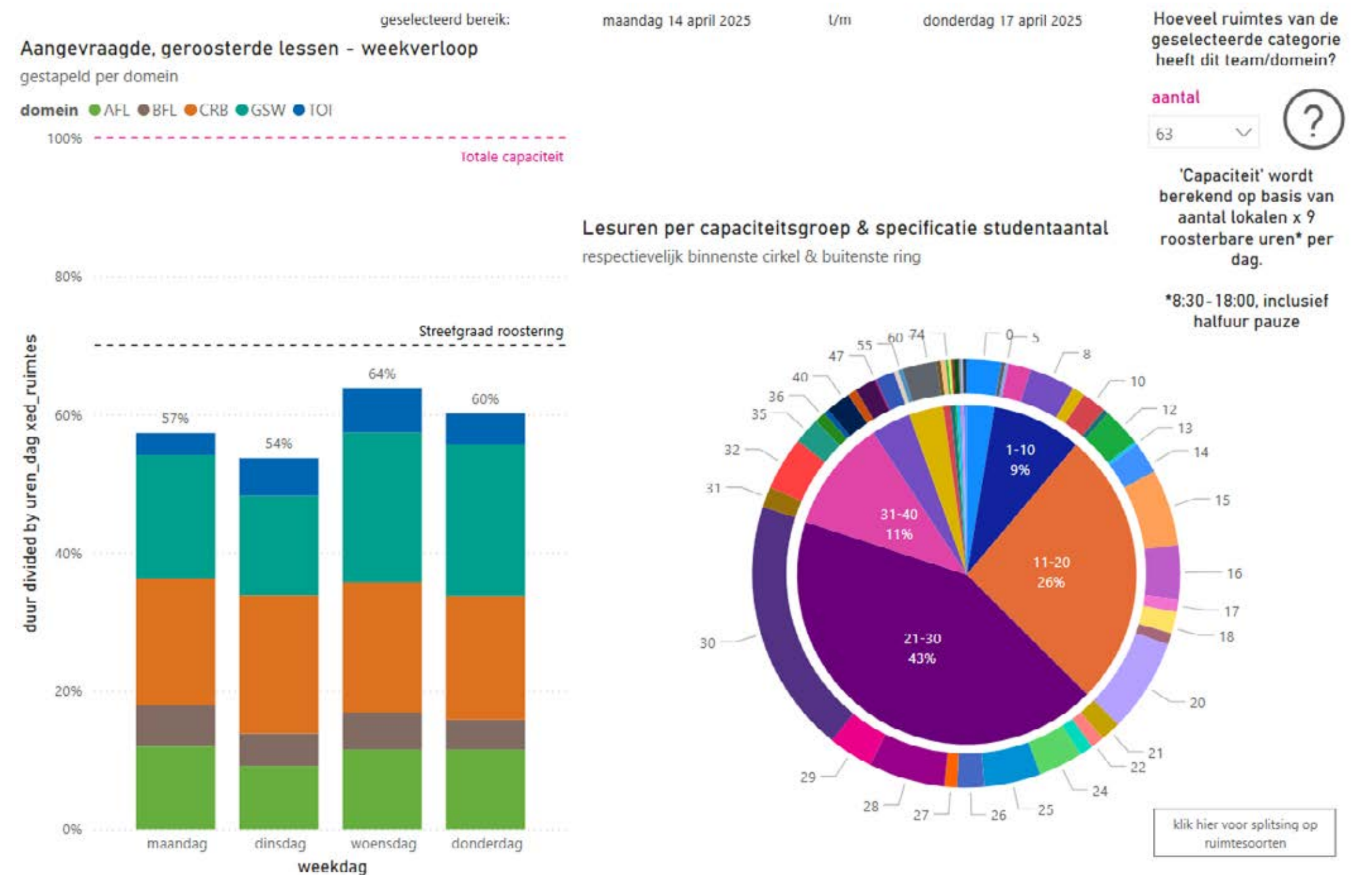
## HOOFDSTUK 1 HET SMART CAMPUS ECOSYSTEEM

rooster: vakken kunnen alleen worden ingeroosterd als zowel de studentengroep als de docent beschikbaar zijn, en op dat moment moet er ook een zaal beschikbaar zijn die goed past qua groeps grootte en voorzieningen. Veel staat al vast voordat de roosteraar in beeld komt: de onderwijs- en vakcoördinatoren hebben al een indeling gemaakt van het onderwijsprogramma, waarin staat op welke dag de studenten wat doen, en de roosteraar heeft beperkte mogelijkheden om daarvan af te wijken. En ten slotte bepaalt het aantal studenten dat aanwezig is het uiteindelijke beeld.

Met smart campus kan er een feedbackmechanisme in het roosterproces worden gecreëerd: door te meten welke boekingen niet daadwerkelijk gebruik hebben gemaakt van de ruimte, kan voor het komende jaar in gesprek worden gegaan met het onderwijs over de aangegeven behoefte. Hetzelfde kan gedaan worden voor de inschattingen die gemaakt worden voor de groeps grootte, die de zaalgrootte bepaalt. Een andere optie die wordt genoemd, is het 'dynamisch roosteren,' waarbij gedurende een semester kan worden geschoven met de zalen die aan activiteiten worden toegewezen om te zorgen dat de match tussen groeps grootte en zaalgrootte zo goed mogelijk blijft en/of zalen kunnen worden vrijgespeeld voor evenementen.

Beide opties kunnen leiden tot een efficiënter gebruik van de onderwijsruimten, en daarmee een positieve impact op de onderwijskwaliteit. Ze vragen echter wel om een aanzienlijke verandering van het roosterproces. Waar de roosteraar voorheen een opdracht krijgt vanuit het onderwijs om een set aan vakken op min of meer bepaalde tijdstippen voor groeps groottes in te roosteren, zal hij/zij in een roosterproces met feedbackmechanisme met onderwijs- en vakcoördinatoren in gesprek moeten wat nodig is. Bij dynamisch roosteren zal de roosteraar continu tijdens de onderwijsperiode het rooster moeten monitoren en bijsturen om het gebruik te optimaliseren, en bij wijzigingen zorgen dat de gebruikers geïnformeerd worden. En dan hebben we nog niet eens gekeken naar AI, waarmee nog meer mogelijkheden ontstaan in het verbeteren van de onderwijsroostering.

### Dashboard roostering Hogeschool Inholland

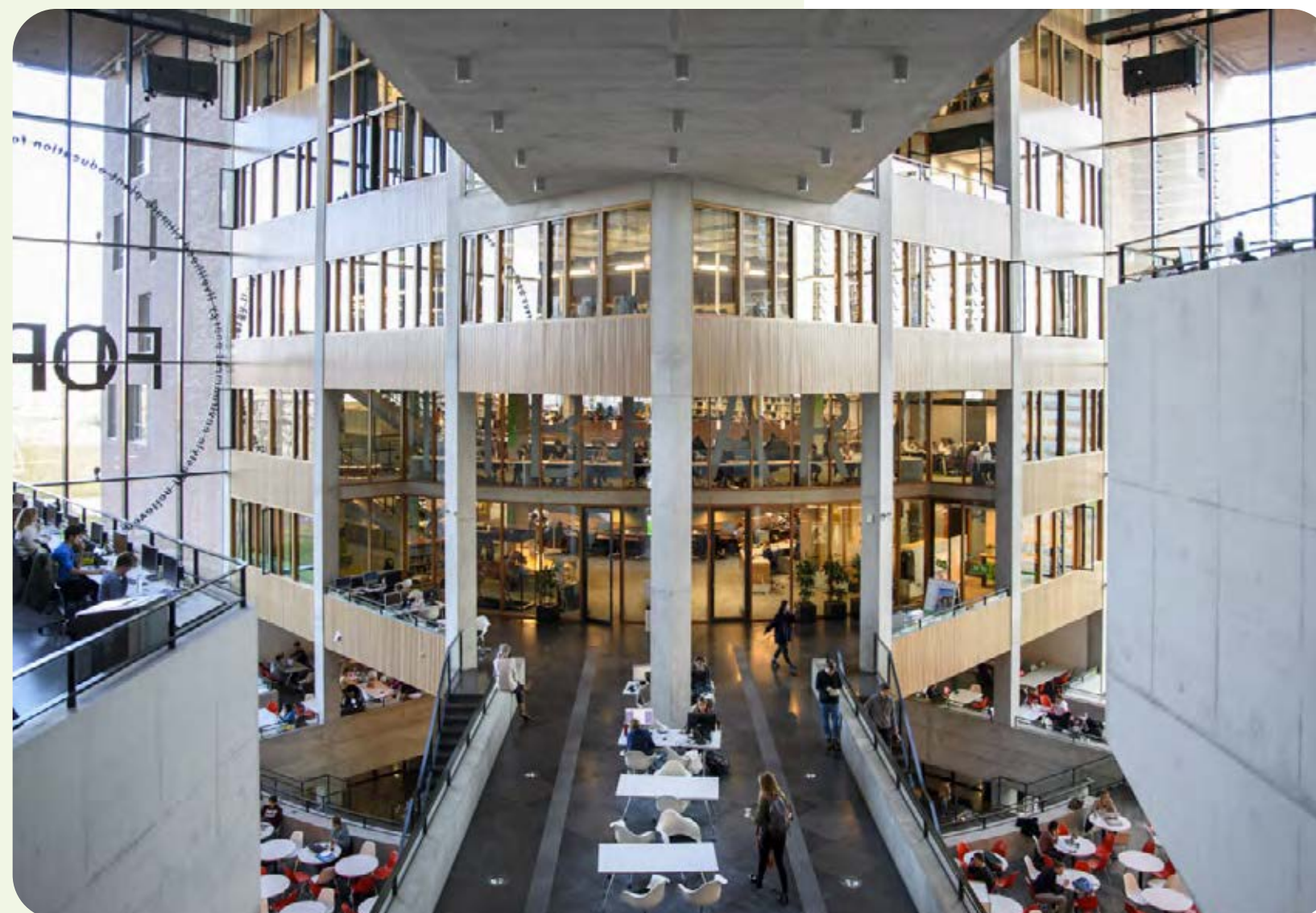


**HOOFDSTUK 1** HET SMART CAMPUS ECOSYSTEEM**Innoveren in het roosterproces**

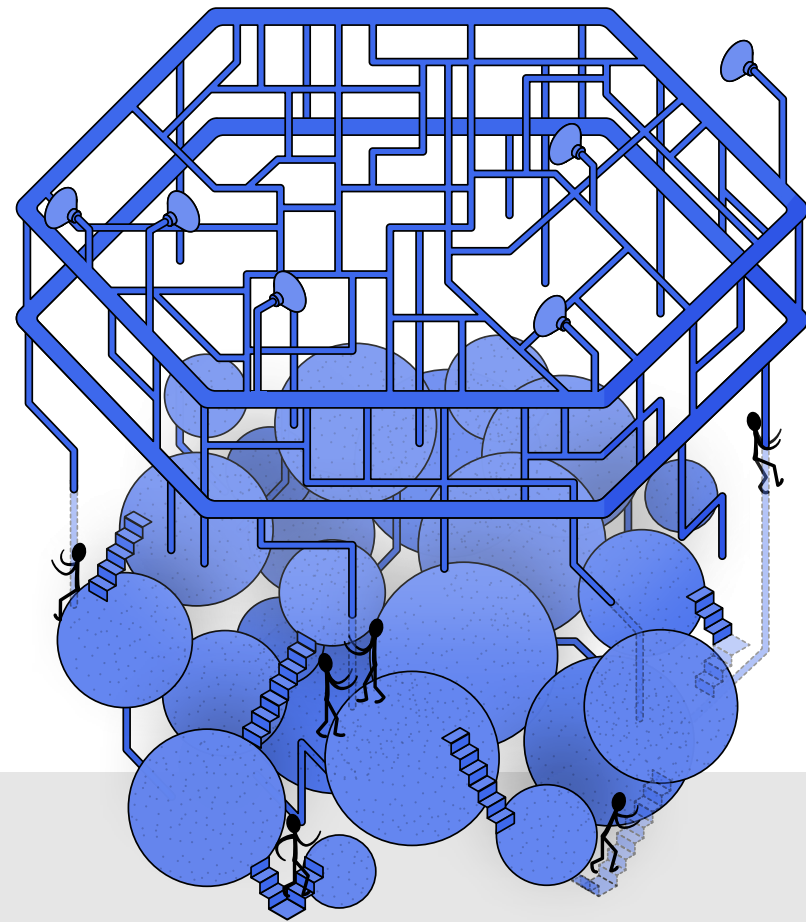
Wageningen Universiteit heeft tussen 2015 en 2020 inzicht gecreëerd in de bezetting en benutting van de onderwijsruimten door de implementatie van een oplossing die bezetting meet door middel van wifi-signalen. Met deze toepassing kon op basis van informatie uit het wifi-netwerk het daadwerkelijke gebruik van de zalen bepaald worden. Deze informatie werd vervolgens vergeleken met de informatie uit het rooster.

Om te zorgen dat de onderwijsruimten ook echt efficiënter werden gebruikt, heeft de organisatie destijds de roosterprocessen aangepast. De informatie werd gebruikt om de benodigde zaalcapaciteit in het rooster van een volgende periode beter in te schatten op basis van de daadwerkelijke benutting. De implementatie van de tool leidde tot een aanpassing van de werkzaamheden van de roosteraar met efficiënter ruimtegebruik tot gevolg.

Door een aantal factoren zoals verminderd wifi-gebruik door studenten en aangepaste regelgeving en innovaties in techniek op het gebied van privacy leverde de tool geen betrouwbare data meer. Er worden de komende tijd pilots gedaan om op een andere manier het roosterproces van waardevolle informatie te voorzien.<sup>8</sup>



# APPLICATIES EN INFORMATIE



Applicaties en informatie geven gebruikers de informatie die zij op een bepaald moment nodig hebben. In deze laag is het doel om te definiëren hoe deze eruit moeten komen te zien en aan welke eisen ze voldoen. In de smart campus bestaat deze laag uit apps, dashboards, rapportages en softwaretoepassingen zoals BIM en digitale tweelingen.

In de applicatie- en informatielaag worden toepassingen ontwikkeld die gebruikers de informatie geven die zij op een bepaald moment nodig hebben. Denk bijvoorbeeld aan apps of websites waarop studenten hun rooster kunnen raadplegen, of waar studenten en docenten informatie over hun vak of onderwijsprogramma kunnen uitwisselen. Ook wordt er op deze laag van data informatie gemaakt door combineren of verrijken van data. Deze informatie kan weer een basis zijn voor processen of applicaties. In deze laag is het doel om te definiëren hoe de applicaties en/of informatie eruit moet zien en aan welke eisen deze moeten voldoen.

In de smart campus bestaat deze laag uit apps, dashboards, rapportages en softwaretoepassingen voor diverse doeleinden. Onder apps verstaan we de toepassingen die vooral gericht zijn op studenten, medewerkers en bezoekers in het algemeen. Dit zijn smartphone apps of websites waarop zij bepaalde informatie kunnen vinden. Zo zijn er apps die gebruikers helpen met navigeren in gebouwen met interactieve plattegronden, waarin verschillende voorzieningen te zien zijn. Met behulp van sensordata

kunnen deze ook inzicht geven in waar beschikbare onderwijszalen, studieplekken, werkplekken en vergaderzalen zijn, en of die reserveerbaar zijn. Ze kunnen inzicht geven in het binnenklimaat, of ruimtes vrijgeven die niet meer gebruikt worden. Deze apps dragen bij aan het welzijn en gebruikersgemak.

Dashboards zijn visualisaties gericht op het weergeven van data uit verschillende bronnen, op een begrijpelijke en overzichtelijke manier. Daarmee stellen ze gebruikers in staat om trends, patronen en inzichten te ontdekken. Dashboards zijn zeer behulpzaam in de aansturing van dagelijkse operaties. Zo geven bijvoorbeeld dashboards in en van gebouwbeheersystemen informatie aan beheerders, die daarmee acties kunnen nemen wanneer de CO<sub>2</sub>-concentratie te hoog wordt of er storingen worden gemeld. Ze kunnen echter ook strategischer worden gebruikt. Zo kunnen bijvoorbeeld dashboards die het ruimtegebruik over langere periodes laten zien, gebruikt worden om investeringsbeslissingen te onderbouwen, zoals het uitbreiden van locaties of juist het indikken op bestaande locaties.



## HOOFDSTUK 1 HET SMART CAMPUS ECOSYSTEEM

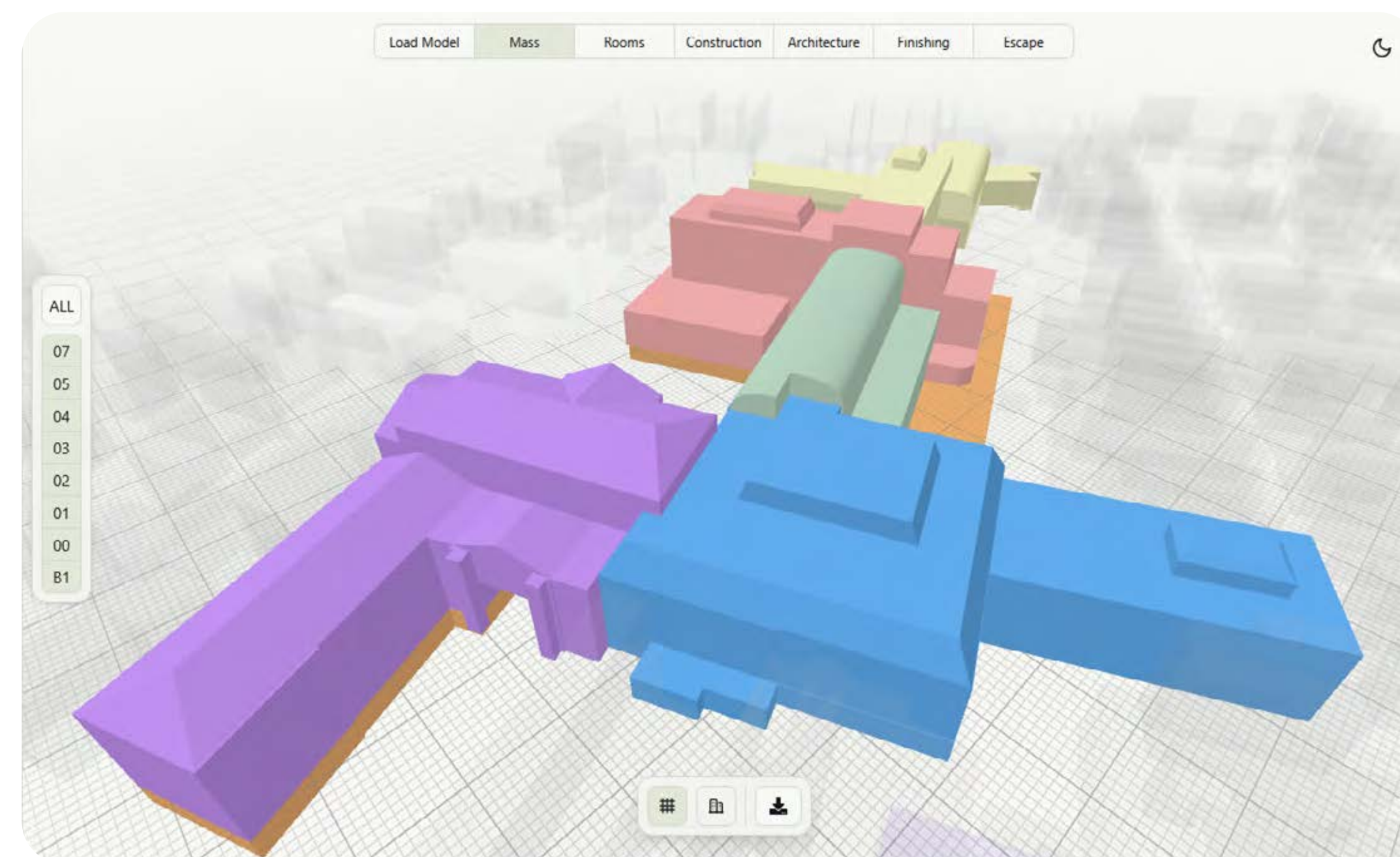
In andere gevallen is het juist nodig om bepaalde informatie voor elk gebouw, een serie ruimtes of andere gegevens onder elkaar te weergeven. In dat geval zijn rapportages nodig. Dit zijn vaak gedetailleerde exports van de informatie die je geaggregeerd in dashboards terugziet. Rapportages worden voor dezelfde soort doeleinden gemaakt als dashboards, maar geven de gebruiker meer gedetailleerde informatie en meer mogelijkheden om beschrijvingen van trends, patronen en inzichten toe te voegen. Daarmee hebben ze een meer tactische en strategische focus en dragen ze bij aan duurzaamheid, energiebeheer en een efficiënter gebruik van middelen.

Tot slot zijn er specifieke softwaretoepassingen die als onderdeel van de smart campus kunnen worden gezien. Zo zijn er toepassingen waarmee gebouwbeheersystemen kunnen worden aangestuurd o.b.v. real-time data en eventueel AI. Een andere zeer relevante toepassing is het gebouwinformatiemodel (EN: building information model, afgekort BIM). Dit is een digitaal (3D)-model van een gebouw, waarin het gebouw uit verschillende objecten met informatie wordt opgebouwd. BIM is vooral bekend in de bouw, waar dit wordt gebruikt door architecten, installateurs, constructeurs en anderen om in samen te werken. Een BIM-model kan bijvoorbeeld in 3D worden gevisualiseerd met filters om de verschillende

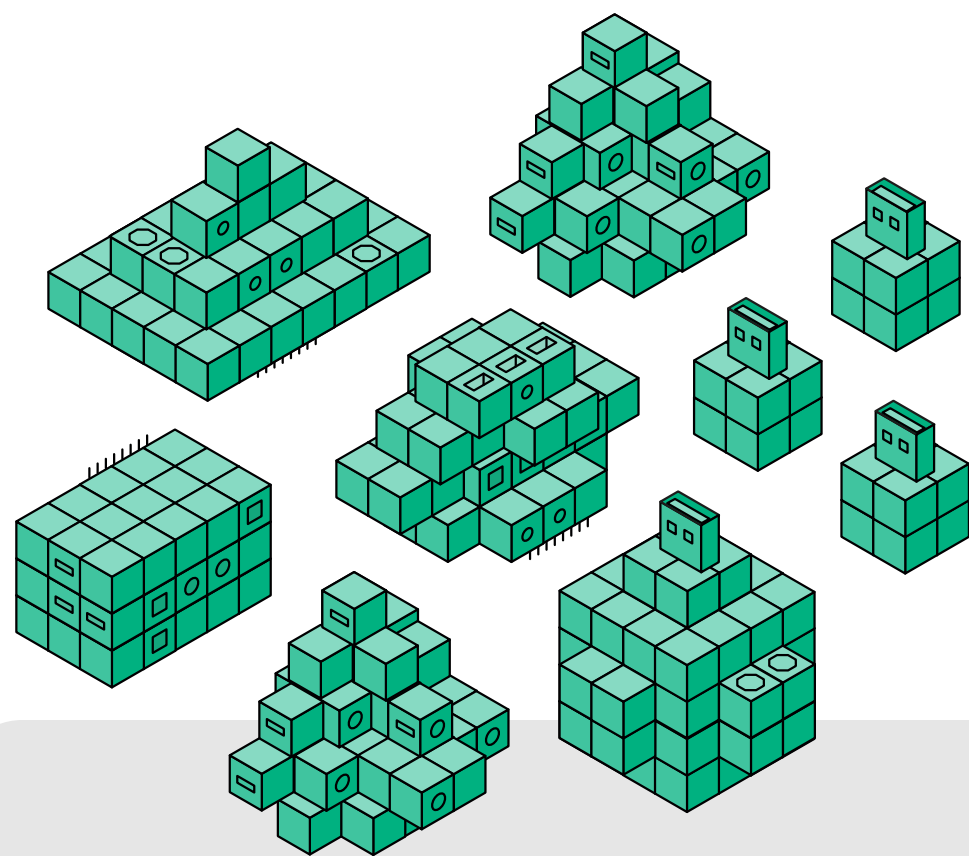
informatietypen weer te geven. Omdat deze modellen gedetailleerde informatie bevatten over een gebouw, zijn ze ook in te zetten in de beheerfase van het gebouw.

BIM modellen zijn een vorm van een digitale tweeling, of een deel ervan: ze zijn digitale representaties van fysieke gebouwen en maken allerlei simulaties mogelijk (met aanvullende software). Net zo goed kunnen andere digitale tweelingen BIM als één van de bronnen zien, of gebruik maken van andere soorten data, afhankelijk van de specifieke behoefte die eraan ten grondslag ligt. Een digitale tweeling van het energiesysteem van een gehele campus heeft bijvoorbeeld weinig aan alle objectinformatie uit BIM die niet daaraan gerelateerd is.

### BIM-viewer Rijksuniversiteit Groningen



# TECHNOLOGIE



De technologie, bestaande uit het dataplatform en de infrastructuur van sensoren en netwerken, is het fundament van de smart campus. Hier wordt bepaald welke technologie nodig is voor de informatiebehoefte en functionaliteit van de applicaties.

## Dataplatform

Het dataplatform is de plaats waar alle benodigde data bij elkaar wordt gebracht, geordend, verwerkt en wordt opgeslagen ten behoeve van de verschillende toepassingen. Omdat de smart campus gebruik maakt van verschillende databronnen, is het dataplatform een essentieel onderdeel hiervan: het dataplatform is de manier waarop deze informatie uit de systemen wordt ontsloten en bij elkaar komt. Dit kan al gauw over vele verschillende soorten data en systemen gaan: wifi- of netwerkdata, reserveringen, data over ruimten en oppervlakten uit FMIS systemen, energieverbruik, aantallen gebruikers, sensordata, enz.

De eisen aan het dataplatform kunnen per toepassing verschillen. Een periodieke rapportage op basis van bepaalde databronnen stelt andere eisen dan een applicatie voor reserveringen. Voor de periodieke rapportage is geen communicatie terug naar het dataplatform nodig en is het niet essentieel dat de data continu wordt bijgewerkt; maar voor een applicatie voor reserveringen is near-real time informatie juist essentieel, en is het vereist dat nieuwe reserveringen terug worden gecommuniceerd naar het dataplatform.

Bij veel instellingen is al een dataplatform aanwezig ten behoeve van Business Intelligence (BI), voor analyses op historische data t.b.v. bedrijfsvoering of managementrapportages zoals het jaarverslag. Voor deze functionaliteiten hoeven databronnen niet continu te communiceren met het dataplatform en is het bijvoorbeeld niet noodzakelijk dat het dataplatform bij een storing zo snel mogelijk weer online moet zijn. Het is dus waarschijnlijk dat er voor smart campus een ander platform nodig is, of dat het bestaande platform moet worden aangepast of uitgebreid. Tot nu toe is de tendens dat beide platforms naast elkaar bestaan, maar met elkaar worden gekoppeld door met name smart campus data richting het BI platform te sturen.

Tegenwoordig is het zeer waarschijnlijk dat instellingen met dataplatforms in de cloud werken. 'Big tech' bedrijven zoals Microsoft, Google, IBM en Amazon zijn hierin actief en bieden middels 'Platform as a Service' (PaaS) of 'Infrastructure as a Service' (IaaS) instellingen de mogelijkheid om hun dataverwerking en -opslag in de cloud te configureren, eventueel in combinatie met de benodigde server-, netwerk- en



opslagcapaciteit. Deze partijen bieden hoogwaardige diensten met veel flexibiliteit, maar ze brengen ook risico's met zich mee op het gebied van datasoeveriniteit en vendor lock-in, waardoor steeds meer instellingen dit heroverwegen<sup>9</sup>. Hier besteden we in het vervolg van het document meer aandacht aan.

### Infrastructuur

De infrastructuur bestaat uit de databronnen en benodigde netwerkinfrastructuur om deze met elkaar en het dataplatform of dataplatformen te verbinden. Denk aan sensoren, draadloze en bedrade netwerken en firewalls om de verkeersstromen te controleren.

Met sensoren worden continu allerlei eigenschappen van de campus gemeten. Dat gebeurt ook al in de huidige situatie. Zo stellen infraroodsensoren in verlichtingsarmaturen vast of er iemand aanwezig is in het gebied onder de armatuur, zodat de verlichting kan aanschakelen als dat het geval is. Paslezers op deuren activeren wanneer een gebruiker een campuskaart ertegenaan houdt en beoordelen of de pas toegang heeft tot de betreffende ruimte. CO<sub>2</sub>-sensoren stellen vast wat de CO<sub>2</sub>-concentratie in een ruimte is, zodat het gebouwbeheersysteem weet wanneer er meer lucht de ruimte moet worden ingeblazen. De data uit deze sensoren zeggen ook iets over het

gebruik van ruimten en/of het aantal personen in de ruimte. Voor een preciezer beeld van het gebruik kunnen meer sensoren of andere typen sensoren nodig zijn, of data uit andere (bron)systemen zoals bijvoorbeeld het wifi-netwerk of het gebouwbeheersysteem. De keuze voor de databron moet afhangen van de toepassing en welke data er nodig is. Een nieuw type sensor heeft het voordeel dat instellingen het beter kunnen inrichten op wat ze precies willen meten, maar het betekent daarentegen wel een investering in een nieuwe infrastructuur die daarna ook beheerd moet worden.

Naast de keuze voor het type sensor of databron moet er nagedacht worden over hoe deze te verbinden aan het dataplatform; hier is netwerkinfrastructuur voor nodig met communicatieprotocollen. Net zoals bij sensoren is er ook bij connectiviteit een diversiteit aan methoden. Bij de communicatieprotocollen is er een verschil tussen open protocollen en door bedrijven ontwikkelde (proprietary) protocollen. Over het algemeen bieden open protocollen flexibiliteit en interoperabiliteit, terwijl proprietary protocollen in sommige gevallen betere prestaties bieden doordat ze zijn ontwikkeld voor specifieke toepassingen.

De meest bekende methoden zijn connectiviteit via een bedraad of draadloos IP-netwerk. Voor sensoren

worden echter ook andere media gebruikt; in de domotica (huisautomatisering) worden communicatieprotocollen als Bluetooth en Zigbee veel toegepast. In de ontwikkeling van de Internet of Things bij bedrijven en instellingen wordt LoRaWAN (een voorbeeld van een LPWAN-netwerk) juist vaak toegepast. Bij gebouwbeheersystemen zijn BACnet en Modbus weer veel gebruikte communicatieprotocollen. Deze kunnen meestal via een IP- of LoRaWAN-netwerk gekoppeld worden met andere netwerken. Een smart campus krijgt dus nagenoeg zeker met meerdere soorten netwerken en communicatieprotocollen te maken.



# Toekomst- beeld



# TRENDS VOOR DE GEBRUIKERS EN DE ORGANISATIE

Toekomstscenario's helpen bij het bepalen van het toekomstige belang en de wensen en eisen t.a.v. smart campus. De smart campus kan in alle scenario's waarde toevoegen, maar de vraag is hoe de gebruikers en instellingen naar de toekomst kijken. De diverse trends en vraagstukken die hier worden beschreven, kunnen instellingen helpen om gezamenlijk de behoeften voor de smart campus te bepalen.

### Scenariodenken: Future Campus

Voor een visie op een onderwerp als smart campus is het belangrijk om een perspectief op de toekomst te hebben. De waarde die smart campus kan toevoegen aan de onderwijs- en onderzoeksinstellingen is afhankelijk van de wijze waarop de campus zich ontwikkelt.

Denken in scenario's helpt hierbij, omdat het een beeld geeft van wat wel en niet wenselijk is. Hier wordt gebruik gemaakt van het Future Campus rapport<sup>10</sup>. De vier scenario's zijn ontwikkeld door verschillende drivers en trends te identificeren, en met input van diverse stakeholders zoals studenten, docenten, managers, ondersteuners, leveranciers, en architecten deze tot scenario's te ontwikkelen. Hieronder zijn ze elk kort beschreven, en iets aangepast zodat ze hier toepasbaar zijn. De afbeeldingen zijn met AI gegenereerd.

### Het groei-scenario



De campus is een symbool van economische groei en technologische progressie: een bruisende en innovatieve omgeving. Onderwijs is flexibel en gepersonaliseerd, en bedrijfsprocessen veranderen in rap tempo. Duurzaamheid en innovatie integreren hierin op harmonieuze wijze.

Tegelijkertijd staan privacy en welzijn onder druk en de instellingen hebben moeite om de innovaties bij te benen. De uitdaging is hoe evenwicht te vinden tussen al deze innovaties en menselijke waarden. Dit is feitelijk het doorgroeien vanuit de huidige situatie.

## HOOFDSTUK 2

## TOEKOMSTBEELD

## Het discipline-scenario



De campus is een duurzame, inclusieve kennishub. Het onderwijs en de bedrijfsprocessen worden gekenmerkt door strikte regelgeving en structuur, met nadruk op publieke waarden, privacy en duurzaamheid.

Hier wordt top-down vorm aan gegeven door de overheid om de balans te vinden tussen menselijke waarden en technologische vooruitgang. De uitdaging in dit scenario is hoe in een dergelijke structuur flexibiliteit en ruimte voor innovatie te bieden.

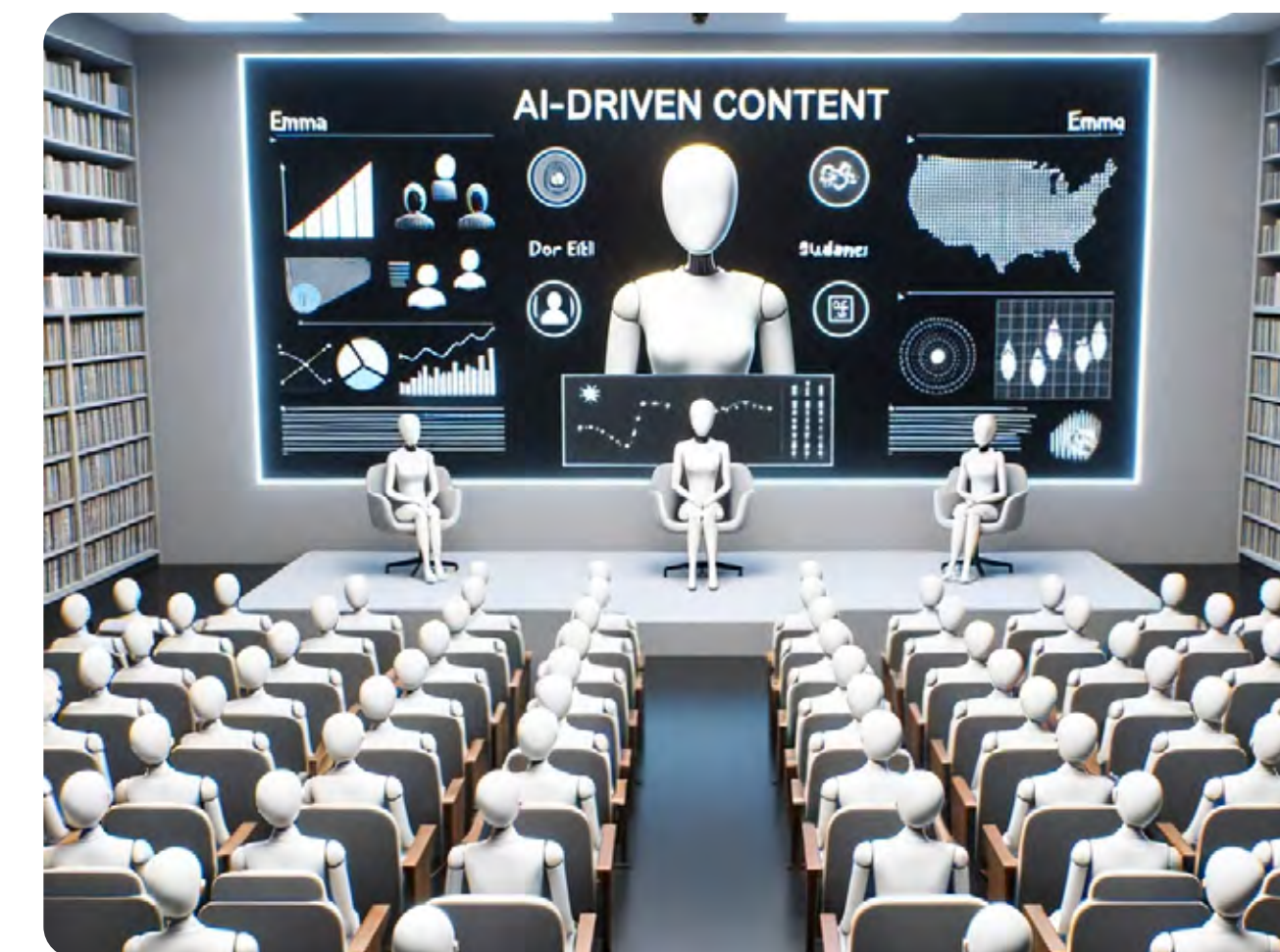
## Het transformatie-scenario



Onderwijs- en onderzoeksinstellingen transformeren zich naar een nieuw normaal, waarin de 'campus' niet meer verwijst naar een fysieke locatie, maar naar een ecosysteem voor leren en innoveren.

Studenten en medewerkers hebben meer regie op hun eigen leertraject en persoonlijke ontwikkeling, en docenten en leidinggevenden vervullen de rol van coaches en facilitators.

## Het ineenstorting-scenario



De campus is een symbool van technologische overheersing en verloedering. De fysieke campus is verworden tot een verouderde en verwaarloosde plek, terwijl de virtuele leer- en werkomgeving een verplicht en

isolerend landschap is geworden dat wordt gedomineerd door techgiganten. Persoonlijke verbinding en autonomie hebben plaatsgemaakt voor winst en controle.

## Toepassing op de smart campus

De smart campus kan in alle vier de scenario's een rol spelen. De vraag is: hoe kijken de gebruikers en de instelling hiernaar? Uit de scenario's blijken de volgende vraagstukken:

### Open versus gesloten

Hoe kijkt de instelling naar zijn rol en hoe wordt deze ingevuld? Is de instelling een open, democratische plek voor discussie en waar ruimte is voor bottom-up initiatief, of is deze juist een gesloten instituut met strikte regels, waar top-down op wordt gestuurd?

De smart campus kan zowel in een open als gesloten situatie een rol spelen. In een open situatie levert de smart campus toegevoegde waarde in het samenbrengen van mensen en spelen community building en living labs een belangrijke rol. In de gesloten situatie speelt de smart campus een belangrijke rol in de top-down sturing; er dient voorkomen te worden dat dit doorschiet naar controle, zoals in het dystopische ineenstorting-scenario.



### Standaardisering versus flexibilisering

Hoeveel autonomie hebben studenten in het bepalen van hun onderwijspakket, of medewerkers in het bepalen van hun werk, werktijden en -locaties? Ligt hier in de toekomst meer autonomie bij het individu om te bepalen wat hij/zij wil en nodig heeft, of juist bij de organisatie om te sturen op wat voor het collectief het beste is?

Dit vraagstuk heeft een zeer grote invloed op de eisen die gebruikers aan de smart campus stellen. Een medewerker die zelf bepaalt wanneer hij/zij op de campus werkt, heeft andere behoeften aan de informatievoorziening over werkplekken en vergaderzalen dan een medewerker die altijd op de campus is. Een student die zelf zijn vakkenpakket samenstelt bij verschillende instellingen, zal waarschijnlijk hinder ondervinden van de verschillende informatievoorziening bij al die instellingen.



### De interactie tussen mensen en IT systemen

Willen we dat deze interactie nog verder toeneemt, of niet? Of ontstaat er meer afwisseling, waarbij mensen en instellingen kiezen voor momenten of plekken om offline en online te zijn?

De smart campus is een ontwikkeling die uitgaat van het gebruik van digitale technologieën en veronderstelt dus een gelijkblijvende of toenemende interactie met IT systemen. Dit kunnen interacties zijn via laptops en smartphones, maar ook bijvoorbeeld met een persoonlijke AI-agent. Er zijn hierin ook tegenbewegingen zichtbaar: bijv. middelbare scholen die smartphones in de klas verbieden, of afstappen van digitale systemen om cijfers te registreren. Instellingen die minder interactie met IT systemen willen, zouden om die reden misschien juist niet op een smart campus inzetten, maar net zo goed kan de smart campus alleen op bepaalde delen van de campus gericht worden. De gewenste relatie met de grote techbedrijven speelt ook een rol in dit vraagstuk.

## HOOFDSTUK 2

## TOEKOMSTBEELD

Daarnaast zijn er nog andere aspecten denkbaar die gebruikers en organisaties raken. UNL identificeerde in 2023 negen trends die de universiteiten uit balans zouden duwen<sup>11</sup>, en in 2025 heeft SURF acht thema's uitgewerkt waarin disruptie tot veranderingen in het onderwijs kunnen leiden<sup>12</sup>. Onzekere studenteninstroom, studiefinanciering, digitalisering van de (wetenschappelijke) werkprocessen, contact tussen student en docent, de reeds besproken flexibilisering en grootschaliger en gespecialiseerder onderzoek zijn hier de trends die hun weerslag zullen hebben op de manier waarop studenten en medewerkers leren en werken en hoe ze de campus gebruiken. Daarmee kunnen deze trends ook bestaande processen en structuren bij de instellingen veranderen.

Ten slotte wordt er in de bedrijfsvoering continu gewerkt aan effectievere en efficiëntere inrichting van processen en middelen. Vastgoed is hier een voorbeeld van: gebouwen zijn over de jaren meer per m<sup>2</sup> gaan kosten door de toegenomen kwaliteitseisen. Er zitten o.a. meer en complexere installaties in gebouwen, hoogwaardige ICT voorzieningen en gebouwen zijn veel beter geïsoleerd. Een groter aandeel inbouw (zaken zoals plafonds, sanitair, keukens) en installaties betekent bovendien dat gebouwen sneller verouderen<sup>13</sup>. Instellingen kijken daarom continu naar hoe zij de bestaande campus zo goed mogelijk kunnen inzetten.

Ook bij dienstverlening wordt er gekeken naar hoe de smart campus (of vergelijkbare ontwikkelingen) kunnen helpen om de dienstverlening met behulp van IT te optimaliseren. Hierbij komt het toenemende gebruik van IT zelfs tegenover menselijke dienstverlening te staan. De vragen hierbij zijn: gaan we richting geautomatiseerd, efficiënt en afstandelijk, of (toch) richting menselijk, persoonlijk en nabij? En: wat wordt de sturende kracht achter dienstverlening? Wordt dat professionele intuïtie & vakmanschap of datagedreven technologie & AI? Of gaan we voor een combinatie?

Er zijn dus veel organisatorische aspecten die kunnen en zullen veranderen richting de toekomst en die impact kunnen hebben op de smart campus vanuit de gebruikers en de organisatie. Om deze reden is het belangrijk om hierover in gesprek te gaan en te zorgen dat er een gemeenschappelijk beeld is van deze toekomst, inclusief de rol van de smart campus daarin. De hier beschreven trends kunnen als leidraad dienen voor deze gesprekken. Ook het document "Responsible tech: over publieke waarden en nieuwe technologieën" en de Publieke Waardenwijzer van SURF bieden hier handreikingen voor.<sup>14</sup>



# TECHNOLOGISCHE TRENDS EN ONTWIKKELINGEN

**Nieuwe technologieën kunnen de smart campus versnellen, nieuwe toepassingen mogelijk maken en/of bestaande toepassingen versterken. In het verleden heeft de komst van de smartphone tot zo'n versnelling geleid. Momenteel zijn Artificial Intelligence, Internet of Things en digitale tweelingen de technologieën die het meeste impact op de smart campus zullen hebben, en is de verhouding tot Big Tech bedrijven een belangrijke ontwikkeling om keuzes in te maken.**

In de applicatie- en technologielaag van de smart campus is het zeer relevant om recente trends en ontwikkelingen op technologiegebied te beschouwen. Dit doen we op basis van de SURF tech trends<sup>15</sup>. Op het moment van schrijven is het tech trends rapport van 2023 gebruikt. Inmiddels is er een nieuw rapport verschenen; wij raden lezers van harte aan deze te raadplegen. De meest relevante trends voor de smart

campus zijn AI en Edge computing. Hier belichten we kort deze trends; voor verdere verdieping en andere trends verwijzen we naar het rapport.

Nieuwe technologieën kunnen de smart campus versnellen, nieuwe toepassingen mogelijk maken en/of bestaande toepassingen versterken. Zo heeft in het recente verleden de komst van de smartphone tot een aantal grote veranderingen geleid. De smartphone biedt de gebruiker veel mogelijkheden tot interactie met hun omgeving via apps. De vraag hiernaar is dan ook enorm toegenomen, tezamen met de eisen die aan connectiviteit worden gesteld. Omgekeerd is iedere interactie van een gebruiker via zijn smartphone ook een potentieel datapunt geworden. Ook heeft er ontwikkeling op het gebied van sensing plaatsgevonden om diverse omgevingsvariabelen te meten – zowel vanuit de smartphone zelf, als vanuit de omgeving waarmee de gebruiker interacteert. De smartphone heeft dus geleid tot een vraag naar nieuwe toepassingen, maar ook tot nieuwe soorten data die voor diverse toepassingen benut kunnen worden.

De meest relevante trend voor de smart campus is Artificial Intelligence (AI). In potentie is AI de volgende “game changer”. Ook breder in de onderwijs- en onderzoekssector heeft AI een sterke invloed. AI is volgens de definitie van IBM “een verzameling technologieën (waaronder machine learning, deep learning en generatieve AI) die computers en andere machines in staat stelt om menselijk leren, begrip, probleemoplossend vermogen, creativiteit en autonomie te simuleren.”<sup>16</sup> Relevante ontwikkelingen binnen AI zijn: de bouw van complexere modellen (zgn. Frankenmodellen), efficiëntere training en implementatie van AI modellen, het gebruik van AI om toegang te krijgen tot moeilijk ontsluitbare data, en het werken aan de betrouwbaarheid en toegankelijkheid van AI.

Er zijn allerlei manieren waarop het gebruik van AI de smart campus zouden kunnen versterken: met name in het gebruik van verzamelde data voor het maken van voorspellingen en/of het geven van advies. Het zou gebruikers suggesties kunnen geven voor studie- en werkplekken o.b.v. hun voorkeuren,



## HOOFDSTUK 2

## TOEKOMSTBEELD



asset managers suggesties kunnen geven voor ruimteoptimalisatie, of misschien zelfs de aansturing van gebouwbeheersystemen kunnen verbeteren.

Daarnaast worden er twee belangrijke trends binnen het thema Edge computing genoemd. De eerste trend is de “Internet of Things” (IoT); dit is een relevante toepassing voor de smart campus. IoT is “het verbinden van sensoren en actuatoren, waarmee het delen van informatie mogelijk wordt op verschillende platforms zodat innovatieve toepassingen mogelijk worden”<sup>17</sup>.

Wat IoT dus mogelijk maakt, is het monitoren, analyseren en acteren op basis van real-time data. De tweede trend is het gebruik van digitale tweelingen (EN: digital twins). Dit zijn virtuele modellen van iets in de echte wereld, zoals een energiecentrale, een vliegveld of een campus, met data afkomstig uit sensoren, simulaties en historische prestatiegegevens. Digitale tweelingen bouwen voort op de ontwikkeling van de Internet of Things en kunnen gebruikt worden voor analyse, maar ook voor simulaties en tests die fysiek onmogelijk zijn of te kostbaar om in de fysieke wereld uit te voeren. In de smart campus kunnen deze digitale tweelingen van toegevoegde waarde zijn voor analyses op bijv. de vastgoedportefeuille, het energiesysteem, maar ook verschillende soorten diensten zoals visualisaties voor gebruikers.

De derde belangrijke trend in het rapport is de rol van Big tech bedrijven. Deze wordt in het tech trends rapport geraakt onder het thema Netwerken, waar deze bedrijven hun rol uitbreiden door het verwerven van fysieke infrastructuur, zoals onderzeese kabels. Naar verwachting zijn Big tech bedrijven over drie jaar al grootaandeelhouder in deze infrastructuur. Door dit te combineren met hun andere diensten, wordt hun serviceniveau dermate hoog dat de afhankelijkheid

hiervan potentieel leidt tot een vendor lock-in. Ook brengt het risico’s met zich mee op het gebied van digitale soevereiniteit. Een vergelijkbare ontwikkeling speelt in gebouwen, waar door leveranciers wordt ingezet op “Alles over IP,” waarmee deze fysieke infrastructuur nog belangrijker wordt in het gebouw. Deze risico’s worden versterkt doordat de instellingen juist een kennisvlucht van medewerkers met deze expertises ervaren<sup>18</sup>. Deze ontwikkeling is over de gehele paraplu van diensten van Big tech bedrijven zichtbaar – zo komt deze bijvoorbeeld ook nadrukkelijk terug in de cloudstrategie van SURF<sup>9</sup>.

### Toepassing op de smart campus

De voorgaande trends beschrijven in vogelvlucht een aantal relevante ontwikkelingen. Het is belangrijk om hier kennis van nemen en te blijven nemen, omdat deze ontwikkelingen nieuwe toepassingen mogelijk maken. Deze toepassingen vragen soms ook om standpunten vanuit de organisatie.

AI is hier een goed voorbeeld van. De vraag die met AI voorligt, is: willen we AI wel of niet inzetten voor een bepaalde toepassing? AI biedt voor de smart campus een wereld aan mogelijkheden op het gebied

van analyse, zowel in de platform- als de technologielaag. Met AI kan de smart campus voorspellend en adviserend of zelfs zelfsturend worden in plaats van dat deze inzicht geeft op basis van de verzamelde data. Verwacht wordt dat het werk kan overnemen van mensen, maar de vraag is hoe en in welke mate. Dat brengt een hoop vraagstukken met zich mee. Wie is verantwoordelijk voor de analyse als deze door AI gegenereerd wordt? Wie controleert de AI-gegenereerde analyses, en kan deze persoon begrijpen hoe de analyse tot stand is gekomen? Welke data mag de AI wel en niet gebruiken? Willen we dat AI leert van het gedrag van gebruikers? Willen we het überhaupt wel inzetten gezien de milieu impact?

Ironisch genoeg zou een smart campus er zelfs toe kunnen leiden dat wij zelf dommer worden: waarschijnlijk neemt ons eigen vermogen om te analyseren af als we dat door AI laten doen<sup>19</sup>. Is dat een wenselijke ontwikkeling? Misschien is de kernvraag wel: betekent de “smart campus” dat de campus zelf slimmer wordt, of dat de gebruikers de campus slimmer kunnen gebruiken? Responsible AI is in dit kader relevant; hierin wordt AI op een ethische en verantwoorde manier ontwikkeld.<sup>20</sup>

## HOOFDSTUK 2

## TOEKOMSTBEELD

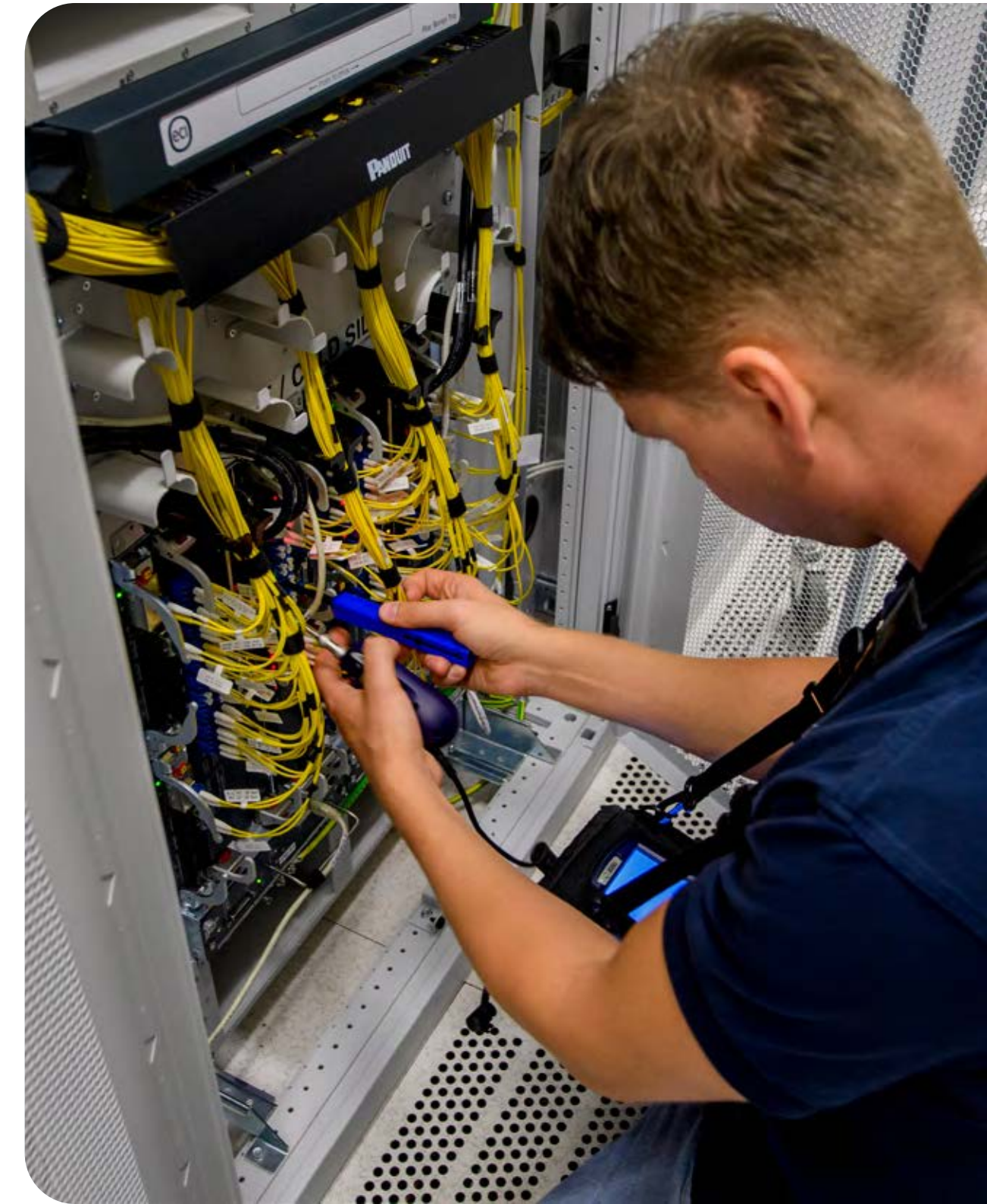
De ontwikkelingen in Edge computing en de Internet of Things hebben vooral impact op de technologielaag, maar kunnen ook doorwerken in de platformlaag. Een interessante ontwikkeling op dit gebied is het combineren van meerdere (bestaande) sensoren in ruimten en data die iets over het ruimtegebruik zeggen. Deze zogeheten ‘sensor fusion’ heeft als doel om nauwkeurigere informatie te verwerven door het combineren van verschillende data. De ontwikkeling van de analysetechnieken die hiervoor nodig zijn, wordt tevens versterkt door het gebruik van ‘multisensoren,’ sensoren die eigenlijk uit meerdere sensoren bestaan en dus verschillende omgevingsvariabelen meten.

Een andere interessante ontwikkeling om in het oog te houden is die van dataminimalisatie. Vanuit de privacywetgeving (AVG, EU: GDPR) is dataminimalisatie in principe al een voorwaarde – organisaties mogen alleen data verzamelen die ze nodig hebben. Vanuit de technologie vindt hier echter ook ontwikkeling plaats. Sensoren worden geprogrammeerd om alleen op bepaalde intervallen of bij statuswijzigingen data te verzamelen en te versturen, en om de data zo efficiënt mogelijk te coderen zodat de pakketgrootte minimaal is. Het effect is dat de sensoren minder energie

verbruiken en een langere levensduur hebben, de netwerktechnologie minder belast hoeft te worden en dus ook minder groot gedimensioneerd te worden. Hetzelfde geldt dan ook voor het dataplatform. Deze ontwikkelingen zijn niet alleen ten gunste van privacy, maar ook van duurzaamheid, flexibiliteit en schaalbaarheid van oplossingen. Voor de netwerktechnologie betekent dat dat methoden die ontworpen zijn op kleine hoeveelheden data, zoals LoRaWAN, steeds interessanter worden. Op termijn kan het de benodigde investerings- en exploitatiekosten in nieuwe sensor- en netwerktechnologie zelfs terugdringen<sup>21</sup>.

Wat deze trend tevens betekent, is dat het steeds eenvoudiger zal worden om bestaande gebouwen onderdeel van de smart campus te maken. Momenteel zijn de voorbeelden in de markt van “smart buildings” veelal nieuwe of gerenoveerde gebouwen, waarbij grote hoeveelheden sensoren zijn geïnstalleerd op IP of elektrapunten. Omdat sensoren op batterijen steeds langer meekunnen en er met LoRaWAN weinig gateways nodig zijn, zijn er geen grote interventies meer nodig om bestaande gebouwen slimmer te maken. Netwerkbekabeling laten aanleggen in een bestaand gebouw is immers een kostbare aangelegenheid.

Tot slot speelt de verhouding tot Big tech bedrijven een belangrijke rol in de applicatielaag en de technologielaag. De vraag die nu en ook in de toekomst voor zal liggen, is: willen we autonomie en data soevereiniteit en hoe gaan we dat regelen? Betekent dit dat de instellingen hun eigen platform moeten creëren en daarop gaan werken? Of is het voldoende dat deze wordt ingekocht bij een partij uit de Europese Unie? Deze vragen leiden er toe dat instellingen anno 2025 al andere keuzes maken dan een jaar geleden. Hoewel data autonomie en soevereiniteit aantrekkelijk klinken, vragen zij echter ook om een inspanning: er is aanzienlijke kennis, inzet en infrastructuur nodig om een dataplatform zelf te ontwikkelen, realiseren en beheren, die ook nog eens voldoet aan een soortgelijk of acceptabel niveau van gebruikersgemak en beveiliging als de reeds beschikbare platforms.



# Use cases

De smart campus kan via diverse use cases waarde toevoegen voor de verschillende gebruikers. In dit hoofdstuk komen acht voorbeelden aan bod.

1. Ruimteoptimalisatiesystemen

2. Beschikbaarheidstools

3. Intelligent energiemanagement

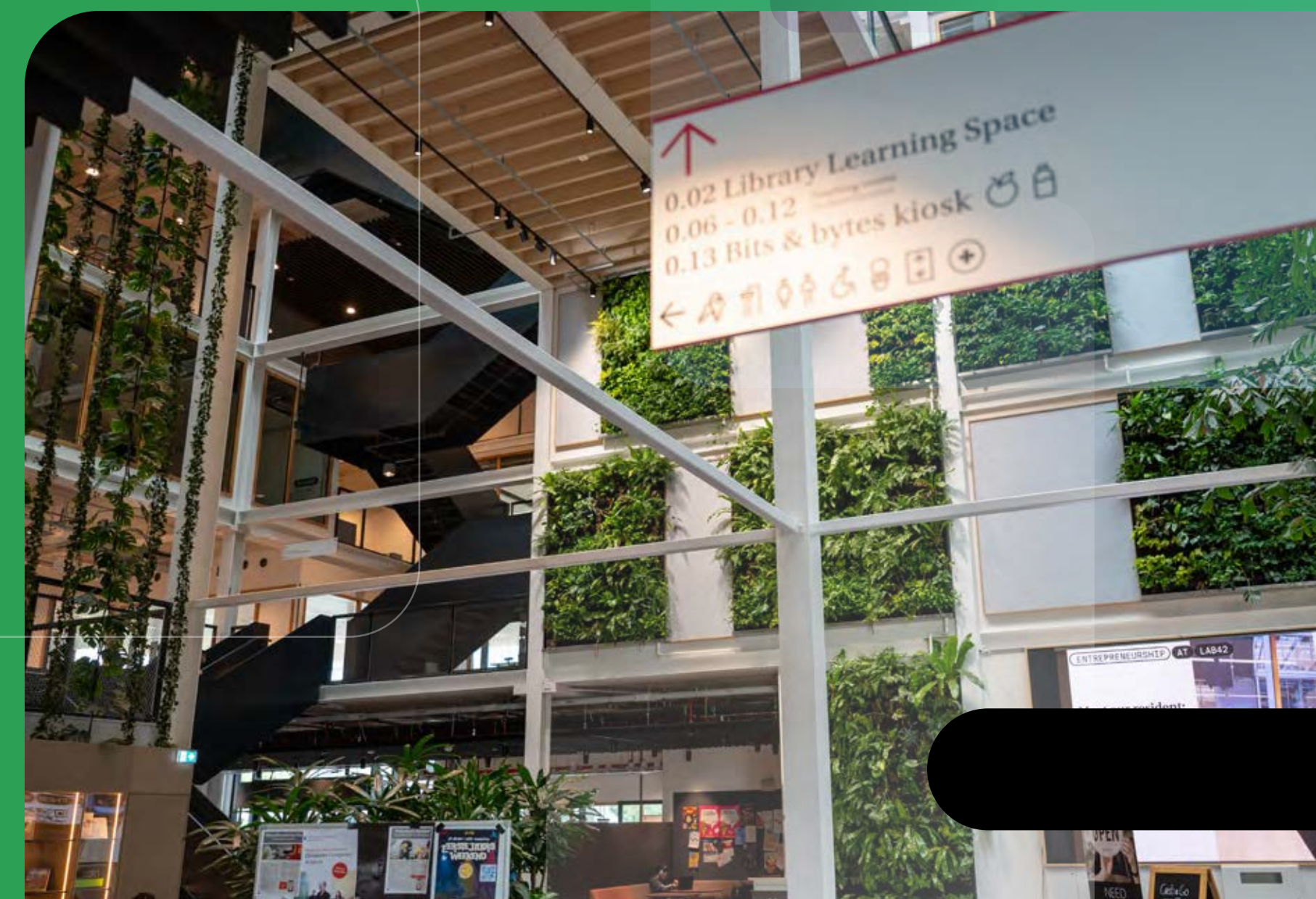
4. Productiviteitsapps

5. Wayfinding

6. Comfort apps

7. Adaptief roosteren

8. Smart maintenance



## CASE 1



## RUIMTEOPTIMALISATIESYSTEMEN

### Wat?

Ruimteoptimalisatiesystemen zijn systemen die de bezetting (gebruik in uren) en/of benutting (gebruik in aantallen personen) van werkplekken en ruimten meten, en de verzamelde data vertalen in stuurinformatie. De data over het ruimtegebruik wordt verzameld via sensoren, het wifi-netwerk en/of toegangspoorten. Dit wordt vertaald in bezettings- en benuttingsgraden, die kunnen worden vergeleken met historische data, benchmarks en doelstellingen. Zo wordt duidelijk of er genoeg ruimte is, of juist een tekort of overschot.

### Voor wie?

Deze systemen zijn bedoeld voor vastgoedmanagers en -adviseurs, zodat zij samen met de organisatie beslissingen kunnen nemen die leiden tot effectiever en efficiënter gebruik van de bestaande gebouwen.

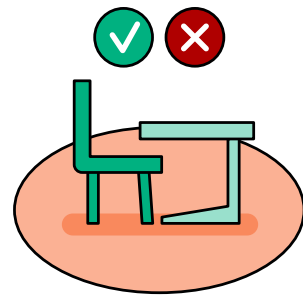
### Voordelen

- Effectiever en efficiënter ruimtegebruik
- Betere onderbouwing van investeringsbesluiten
- Reductie investeringsbehoefte als beter gebruik van bestaande bouw leidt tot minder nieuwbouw

### Uitdagingen in de implementatie

- De beste keuze om de benodigde data te verzamelen verschilt per casus. Deze hangt af van (o.a.) de aanwezigheid van toegangspoorten die 1:1 personen toelaten, de geschiktheid van het wifi-netwerk voor het meten van aantallen personen, en de wijze waarop ruimten binnen gebouwen zijn gesitueerd.
- Gebruikersacceptatie kan lastig zijn voor dit type toepassing, met name onder studenten. Een combinatie met toepassingen die voor hen toegevoegde waarde hebben, ligt voor de hand, omdat deze dezelfde typen data gebruiken.
- De kosten voor dit type applicatie zitten voornamelijk in de benodigde technologie om de data te verzamelen. Daar staat tegenover dat dit type data vaak voor meerdere use cases kan worden ingezet. Daar staan enorme opbrengsten of kostenbesparingen van efficiënter ruimtegebruik tegenover.
- De schaalbaarheid van de oplossing hangt af van de wijze van dataverzameling, en bij bestaande bronnen van de mate waarin deze in alle gebouwen aanwezig is. Bij nieuwe sensoren hangt het af van het gemak waarmee deze op de juiste plek geïnstalleerd kunnen worden.
- Dataverzameling voor deze use case kan op manieren waarbij er geen persoonsgegevens worden verzameld. Bij gebruik van data van het wifi-netwerk of Bluetooth sensoren dient zorg te zijn voor de anonimisering en verwerking van data op een manier dat tracking van personen niet mogelijk is, en verdere AVG compliance.

## CASE 2



## BESCHIKBAARHEIDSTOOLS

### Wat?

Beschikbaarheidstools zijn tools die (near) real-time informatie bieden over de beschikbaarheid van studie- en werkplekken en vergaderruimten aan gebruikers, zodat zij een geschikte plek kunnen vinden om te werken of studeren. Deze informatie kan op plek-, ruimte-, verdiepings- of gebouwniveau zijn. Data over het ruimtegebruik kunnen op verschillende manieren verzameld worden, met bijv. sensoren, data van het wifi-netwerk, of toegangspoorten. Voor vergaderzalen liggen combinaties met reserveringsdata en het maken van reserveringen voor de hand. Ook het weergeven van eigenschappen van de plekken en de voorspelde drukte is relevant.

### Voor wie?

Beschikbaarheidstools zijn primair bedoeld voor studenten en medewerkers, maar kunnen ook toegepast worden voor bezoekers of studenten en medewerkers van nabijgelegen instellingen. Deze tools hebben een meerwaarde zodra gebruikersgroepen faciliteiten delen, met name als dat op gebouw- of campusniveau is. Ook voor huisvestingsadviseurs is

de informatie die voor deze tools wordt gegenereerd zeer interessant en wordt in [use case 1](#) beschreven.

### Voordelen

- Vermindert stress en verwarring bij gebruikers die faciliteiten delen.
- Leidt tot significante tijdsbesparingen.
- Verhoogt effectief gebruik van ruimten en plekken en de spreiding van drukte.
- Leidt tot verzameling van bezettingsdata, die van toegevoegde waarde is bij het nemen van beslissingen over vastgoedinvesteringen (zie [use case 1](#)).

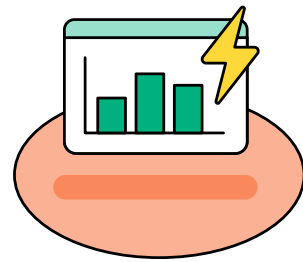
### Uitdagingen in de implementatie

- De beste keuze om de benodigde data te verzamelen verschilt per casus. Deze hangt af van (o.a.) de aanwezigheid van toegangspoorten die 1:1 personen toelaten, de geschiktheid van het Wifi-netwerk voor het meten van aantallen personen, en de wijze waarop ruimten binnen gebouwen zijn gesitueerd.
- Studenten hebben over het algemeen behoefte aan dit type oplossingen. Bij medewerkers kan acceptatie gevoeliger liggen wanneer het gepaard gaat met een wijziging van het kantoorconcept.
- De kosten voor dit type applicatie zitten voornamelijk in de benodigde technologie voor de dataverzameling, al kunnen de applicaties ook prijzig zijn. Deze kunnen beperkt worden door ze voor meerdere use cases in te zetten.

Daarnaast staan er enorme opbrengsten van efficiënter ruimtegebruik tegenover (zie [use case 1](#)).

- De schaalbaarheid van de oplossing hangt af het type dataverzameling, en bij bestaande bronnen van de mate waarin deze in alle gebouwen aanwezig zijn. Bij nieuwe sensoren hangt het af van het gemak van de installatie.
- Dataverzameling voor deze use case kan op manieren waarbij er geen persoonsgegevens worden verzameld. Bij gebruik van data van het wifi-netwerk of Bluetooth sensoren dient zorg te zijn voor de anonimisering en verwerking van data op een manier dat tracking van personen niet mogelijk is, en verdere AVG compliance.

## CASE 3



## INTELLIGENT ENERGIEMANAGEMENT

### Wat?

Intelligent energiemanagement is het gebruik van data over het ruimte- of gebouwgebruik, energiemeters en het gebouwbeheersysteem met als doel om energie te besparen. Zeker op campussen waar warmte- en elektriciteitsnetten zijn, is er sprake van zowel een variabele vraag (aantallen gebruikers en activiteiten die op de campus plaatsvinden) en een variabel aanbod (opwekking zonne-energie). Intelligent energiemanagement helpt om de match hier-tussen zo goed mogelijk te maken. Het aanbod wordt gestuurd o.b.v. de vraag die er nodig is of verwacht wordt, maar ook de vraagkant kan worden bijgestuurd als de situatie daarom vraagt.

### Voor wie?

Intelligent energiemanagement is bedoeld voor de beheerders van het energiesysteem op de campus, zodat zij de instelling helpen om zo goed mogelijk gebruik te maken van de beschikbare energie.

### Voordelen

- Effectiever en efficiënter, en dus duurzamer energiegebruik
- Kostenbesparingen door lager energieverbruik

### Uitdagingen in de implementatie

- Gebruikers zullen weinig weerstand hebben tegen dit type use case, gezien het doel ervan. De acceptatie hangt met name af van het type databron dat wordt gebruikt om het gebruik van gebouwen of ruimten te bepalen.
- De voornaamste kosten bij dit type oplossing zitten in de aansluiting van de databronnen op de gebouwbeheersystemen, en eventueel zelfs aanpassing van installaties als nauwkeurigere aansturing gewenst is. Niet elk gebouwbeheersysteem is even open en daarmee is het soms lastig om de relevantie informatie eruit te krijgen.
- De schaalbaarheid van de oplossing hangt niet alleen af van de wijze van dataverzameling, maar ook de aanwezige gebouwbeheersystemen en energienetten. De mogelijkheden qua aansturing van deze systemen en de moeite die het kost om nieuwe databronnen te laten

communiceren met deze systemen, bepalen de schaalbaarheid.

- Dataverzameling voor deze use case kan op manieren waarbij er geen persoonsgegevens worden verzameld. Bij gebruik van data van het wifi-netwerk of Bluetooth sensoren dient zorg te zijn voor de anonimisering en verwerking van data op een manier dat tracking van personen niet mogelijk is, en verdere AVG compliance.

## CASE 2



## PRODUCTIVITEITSAPPS

### Wat?

Productiviteitsapps zijn toepassingen die erop zijn gericht om studenten en medewerkers te helpen met het verhogen van hun productiviteit. Net zoals er apps bestaan die gebruikers helpen om meer te bewegen of beter een taal te leren, zijn er ook apps die helpen om beter te studeren. Deze apps wijzen gebruikers op hoe zij scoren op bepaalde indicatoren: denk aan tijd die ze op de campus hebben besteed, hoeveel beweging en slaap ze hebben, hoe vaak ze werden afgeleid door hun telefoon, etc.

N.B. Dit soort toepassingen zijn uiteraard enkel op vrijwillige basis en de voorwaarde dat gebruikers de volledige controle over hun eigen informatie hebben.

### Voor wie?

Productiviteitsapps zijn bedoeld om studenten en medewerkers inzicht te geven waarmee ze hun eigen productiviteit kunnen verhogen.

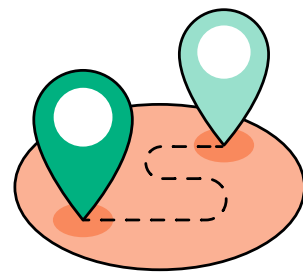
### Voordelen

- Verhoging van productiviteit en studie- of werkresultaten

### Uitdagingen in de implementatie

- Het is zeer de vraag of Gebruikers dit soort toepassingen op prijs zullen stellen. Zelfs als deze geïnitieerd worden door hun vertegenwoordigers (zoals een studentenraad of ondernemingsraad), zou het gezien kunnen worden als iets dat leidt tot meer prestatiedruk, of zelfs een poging tot controle.
- De kosten van dit type use case zijn naar verwachting vrij laag, aangezien ze relatief eenvoudig te ontwikkelen zijn. Fontys Hogeschool heeft hier in het verleden met studenten een aanzet toe gedaan.<sup>22</sup>
- De schaalbaarheid van de oplossing is in principe eenvoudig; aangezien er weinig infrastructuur voor nodig is en deze use case voornamelijk gebruik zou maken van data die gebruikers vrijwillig ter beschikking stellen.
- Dit soort toepassing is alleen haalbaar op opt-in basis: gebruikers kunnen er zelf voor kiezen om deel te nemen. Gezien de gevoeligheid zou gedacht kunnen worden aan een constructie waarbij een app in samenwerking ontwikkeld wordt, en die vervolgens alleen als dienst aan gebruikers aangeboden wordt zonder verdere betrokkenheid van de instelling.

## CASE 5



## WAYFINDING

## Wat?

Wayfinding is het gebruik van digitale middelen, zoals een smartphone of interactief scherm, om gebruikers te helpen met navigatie op de campus en binnen gebouwen. Deze navigatie kan zijn naar een onderwijszaal, kantoorafdeling, maar ook naar voorzieningen zoals koffieautomaten, printers, lockers, mindervalide-toiletten, servicepunten of naar activiteiten binnen het gebouw. Wayfinding kan passief of actief zijn: bij passieve wayfinding geef je aan waar je bent en waar je naar toe wilt. Bij actieve wayfinding gebeurt plaatsbepaling automatisch, en daardoor past de route zich ook aan op basis van jouw locatie.

## Voor wie?

Wayfinding voegt als use case waarde toe voor studenten, medewerkers en bezoekers. Een student of medewerker heeft baat bij wayfinding als hij/zij zich moet oriënteren in een onbekend gebouw, wat op de campus kan voorkomen voor een vergadering, of als je college of les in een ander gebouw is inge-roosterd. Dit zal vaker voorkomen als het onderwijs flexibeler wordt ingericht (wendbaar onderwijs). Voor

bezoekers geldt dit natuurlijk helemaal, aangezien zij de campus en de gebouwen waarschijnlijk niet goed kennen. In sommige wayfinding-oplossingen is de mogelijkheid om een digitale tour te maken, wat gebruikt kan worden tijdens introducties.

## Voordelen

- Vermindert stress en verwarring bij gebruikers
- Leidt tot significante tijdsbesparingen.
- Vermindert de behoefte aan persoonlijke hulp, en tijd van medewerkers
- Draagt bij aan inclusiviteit; met informatie voor mensen met specifieke behoeften

## Uitdagingen in de implementatie

- De dataverzameling hangt af bij dit type use case van de het type wayfinding dat wordt gekozen. Bij passieve wayfinding is er geen dataverzameling nodig; bij actieve wayfinding is positiebepaling nodig wat kan o.b.v. GPS, sensoren in de gebouwen of het eigen camera-beeld.
- Gebruikers zullen dit type applicatie op prijs stellen, zeker als er geen extra data voor wordt verzameld.
- De kosten voor dit type applicatie zitten voornamelijk in de applicatie, en de kosten voor een licentie ervan. Dit zou beperkt kunnen worden door meerdere use cases in dezelfde applicatie bij elkaar te brengen, of door de applicatie zelf te ontwikkelen.
- De oplossing is eenvoudig qua schaalbaarheid.
- Bij het gebruik van passieve wayfinding zijn er geen relevante juridische aspecten. Bij actieve wayfinding hangt dit af van de manier waarop locatiebepaling gedaan wordt.

## CASE 6



## COMFORT APPS

**Wat?**

Comfort apps zijn smartphone applicaties waarmee gebruikers bepaalde aspecten van hun omgeving, zoals temperatuur en verlichting, in kunnen stellen. Comfort apps bepalen o.b.v. reserveringen of locatiedata voor welke ruimte de gebruiker het comfort instelt. Door interactie met het gebouwbeheersysteem wordt de wens van de gebruiker omgezet in actie.

**Voor wie?**

Comfort apps voegen waarde toe voor studenten en medewerkers. Zij ervaren gemak van de mogelijkheid om het comfort aan te passen van de ruimte waarin zij zich bevinden. Voor gebouwbeheerders kan het juist een uitdaging zijn om de balans te vinden tussen deze aanpassing van het comfort en optimaal energieverbruik. Verwacht wordt dat AI hier van toegevoegde waarde zal zijn.

**Voordelen**

- Verhoogt gebruikerstevredenheid
- Verhoogt de productiviteit van gebruikers bij een hoger comfort

**Uitdagingen in de implementatie**

- De mogelijkheden qua aansturing van het GBS bepalen wat de mogelijkheden zijn voor dit type use case. Ook de vraag hoe de benodigde data te verzamelen, verschilt weer per gebouw en wat er al aanwezig is.
- De acceptatie van dit type oplossing hangt af van hoe goed het in de praktijk werkt. Met name in grote ruimten zou het voor frustratie kunnen zorgen, als bijvoorbeeld gebruikers met verschillende voorkeuren input aan het systeem geven en daardoor de ruimte niet op hun gewenste voorkeur aansluit. Voor individuele kamers of vergaderzalen zou het echter wel een goede oplossing kunnen zijn. Daarnaast zou het voor scheve gezichten kunnen zorgen, doordat het een use case is die vooral in moderne gebouwen toepasbaar is.
- De kosten voor deze use case zitten met name in de investering die bij een nieuwbouw- of renovatieproject worden gedaan in het gebouwbeheersysteem.
- In principe maakt deze use case vooral gebruik van data over omgevingsvariabelen, en is daarmee niet gevoelig qua privacy. Op termijn zou dit wel kunnen als gebruikersgegevens gaan zorgen voor een automatische persoonlijke setting.

## CASE 7



## ADAPTIEF ROOSTEREN

### Wat?

Adaptief roosteren is het gebruiken van informatie over het gebruik van onderwijszalen ter verbetering van het rooster. Roostering o.b.v. verwachte aantal benodigde uren en aantallen studenten wordt verrijkt met informatie over het daadwerkelijke gebruik. Deze data kunnen op verschillende manieren verzameld worden, met diverse soorten sensoren of het wifi-netwerk. Daarmee kunnen er aanpassingen gemaakt worden gedurende de onderwijsperiode of in de volgende onderwijsperiode.

### Voor wie?

Adaptief roosteren is als functionaliteit bedoeld voor medewerkers van de afdeling Onderwijs- en Studentenzaken, die met deze toepassing de kwaliteit van het rooster kunnen verbeteren en het optimaal inzetten van beschikbare ruimte. Het komt daarmee uiteindelijk studenten en medewerkers ten goede.

### Voordelen

- Versterkt de kwaliteit van het onderwijs door betere matching groeps grootte en zaalgrootte
- Speelt (grote) zalen vrij, die voor andere activiteiten kunnen worden ingezet.
- Creëert een feedbackmechanisme in het roosterproces, die leidt tot inzicht en continue verbetering.

### Uitdagingen in de implementatie

- Deze use case vraagt om nauwkeurige data van het aantal personen in onderwijsruimten. Indien voor wifi-data gekozen wordt, wordt dit lastiger naar mate de zaal kleiner wordt. Indien er voor bijv. sensoren bij ingangen wordt gekozen, wordt het juist lastiger naar mate de zaal groter wordt.
- De acceptatie van dit type oplossing hangt af van de communicatie erover, en in hoeverre iedereen er de voordelen van ondervindt. Studenten en medewerkers willen er de meerwaarde voor henzelf in zien in het onderwijs, maar ook in de manier waarop beslissingen over investeringen in nieuwe gebouwen worden genomen.
- De kosten voor deze use case zitten met name in de kosten voor betrouwbare data over het aantal personen in de zaal.
- Dataverzameling voor deze use case kan op manieren waarbij er geen persoonsgegevens worden verzameld. Bij gebruik van data van het wifi-netwerk of Bluetooth sensoren dient zorg te zijn voor de anonimisering en verwerking van data op een manier dat tracking van personen niet mogelijk is, en verdere AVG compliance.

## CASE 8



## SMART MAINTENANCE

### Wat?

Smart maintenance is een verzameling toepassingen die o.b.v. sensoren het conditieniveau van gebouwonderdelen meten, met als doel te bepalen wanneer onderhoud nodig is. Smart maintenance is relevant om downtime of gevolgschade te voorkomen, wat bij bijv. labomgevingen van belang is. Het kan echter ook de sturing in regulier onderhoud verbeteren: in plaats van onderhoudscycli o.b.v. verwachte levensduur of inspectierondes, wordt de onderhoudsplan-ning bepaald door actuele status en/of gebruik. Als voorbeeld kun je ook denken aan onderhoud van draaideuren: niet na x maanden, maar na y draaibewegingen, omdat uit data gebleken is dat dat levensduurverlengend werkt. Bij gebouwinstallaties is deze ontwikkeling het verst, maar er zijn ook sensoren die de conditie van schilderwerk of dakbedekkingen monitoren.

### Voor wie?

Smart maintenance toepassingen zijn bedoeld voor gebouwbeheerders en asset managers in vastgoedafdelingen, zodat zij meer inzicht hebben in de conditie van gebouwonderdelen en beter onderhoud kunnen plannen.

### Voordelen

- Reductie aan onderhoudskosten door uitvoering onderhoud op het juiste moment
- Reductie aan benodigde kosten voor inspectierondes
- Minder risico op (gevolgschade door) uitval onderzoeksexperimenten

### Uitdagingen in de implementatie

- Deze use case vraagt om nauwkeurige sensordata die eigenschappen van bepaalde elementen van gebouwen meten. Dat is in veel gevallen data die nog niet beschikbaar is.
- Gebruikers zullen dit een mooie use case binnen de smart campus vinden; er worden geen gevoelige data verzameld en de resultaten zijn positief (met name minder risico op gevolgschade voor onderzoek).
- De kosten voor deze use case zitten met name in de applicaties van de leveranciers die dit als een dienst aanbieden.
- Deze use case verzamelt data over eigenschappen van bepaalde elementen van gebouwen, en is daarmee niet gevoelig qua privacy.

# Visie op smart campus



# VISIE

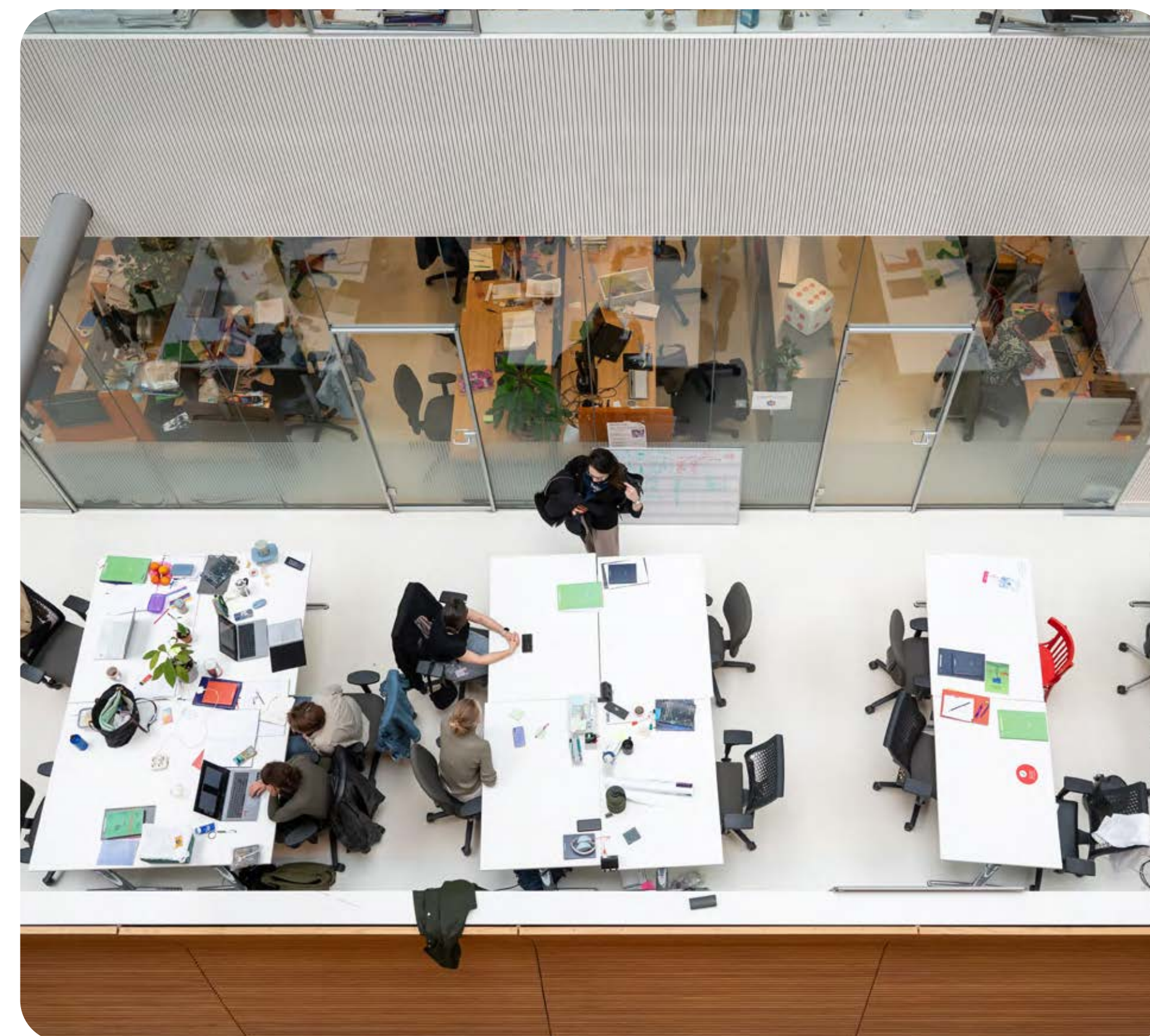
De smart campus is een campus waar de combinatie van (bestaande) databronnen, waaronder sensoren, wordt ingezet ten dienste van de studenten, medewerkers en bezoekers, en hen in staat stelt om eenvoudig gebruik te maken van en (digitaal) te interacteren met een efficiënt ingerichte en duurzame campus.

In de smart campus zijn regels en structuur aanwezig die de voortdurende ontwikkeling ervan begeleiden. Deze zijn zodanig van aard dat ze niet te limiterend zijn, maar tegelijkertijd wel de autonomie en veiligheid van de instellingen en hun gebruikers waarborgen. Kansen worden herkend, aangejaagd en uitgenut.

In deze paragraaf is een visie voor smart campus geformuleerd. Deze is in lijn met de definitie in hoofdstuk 1, op basis van alle input uit de voorgaande hoofdstukken en afgestemd met verschillende instellingen. Het begint met een verdere concretisering van de algemene definitie en wordt vervolgens gespecificeerd per laag van het ecosysteem:

## Gebruikers en diensten: inzet ten dienste van studenten, medewerkers en bezoekers

De diverse diensten en applicaties binnen de smart campus zijn afgestemd op en met de gebruikers, hun doelen en behoeften. Elke smart campus is daardoor anders. De instelling blijft hierover in gesprek met de gebruikers, omdat zowel deze doelen als behoeften en de technologie zich ontwikkelen. Bestaande technologie wordt doorontwikkeld en er vinden pilotprojecten plaats om te onderzoeken of nieuwe technologie meerwaarde heeft.



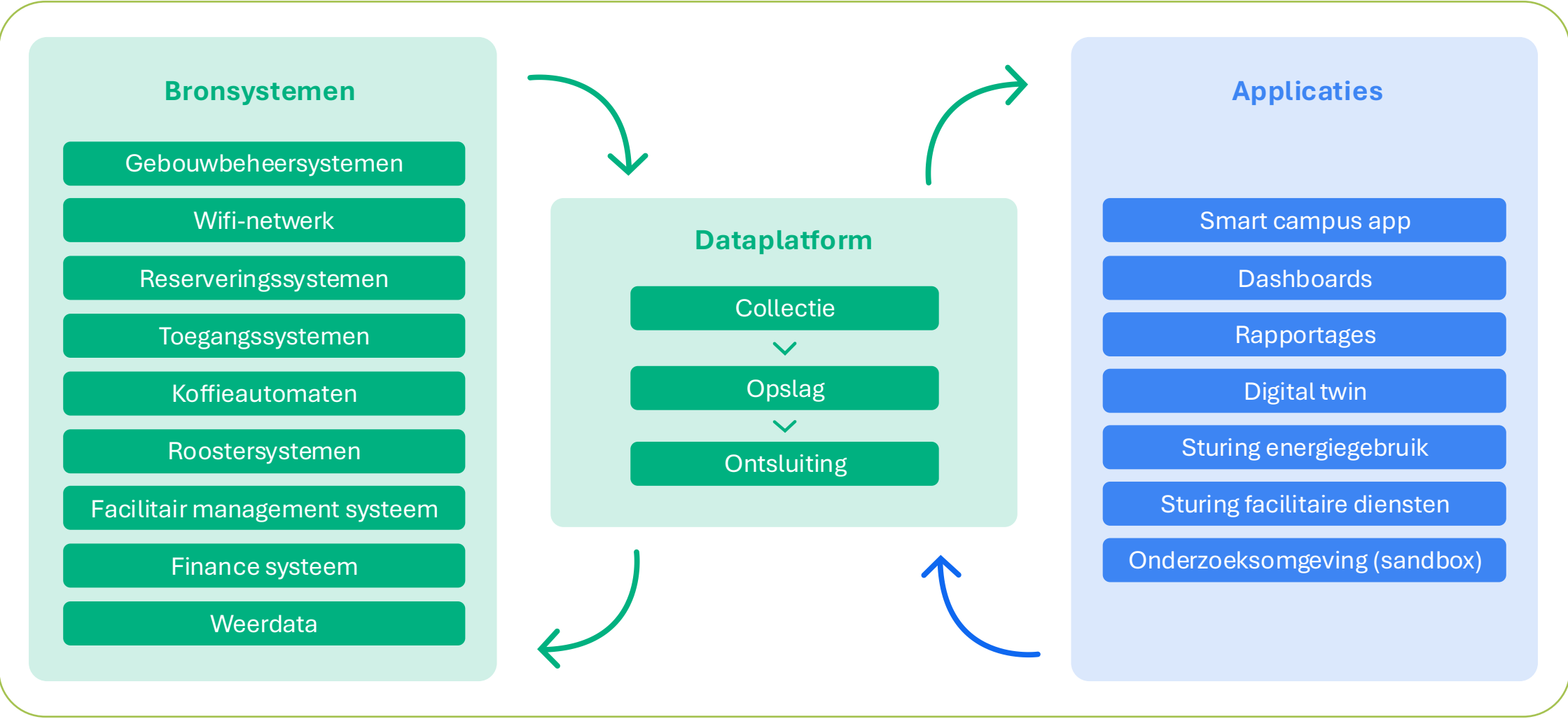
HOOFDSTUK 4 VISIE OP SMART CAMPUS

Organisatie en processen:  
regels en structuur die de  
ontwikkeling begeleiden

Diensten en applicaties zijn ingebed in de organisatie en processen vanuit wat de instelling met de smart campus wil bereiken. Hiermee vinden relevante processen sneller en/of gestroomlijnder plaats, of zijn ze zelfs vervangen door nieuwe processen. De organisatie en de gebruikers hebben deze verandering samen vormgegeven en spelen hier een actieve rol in. Tevens zijn er organisatorische ‘checks and balances’ ingericht om de ontwikkeling van de smart campus te begeleiden: bijvoorbeeld een commissie die planvorming beoordeelt vanuit een ethisch perspectief en door toetsing op privacy (AVG) en informatiebeveiliging. Innovatie vindt dus op een verantwoorde manier plaats<sup>23</sup>.

Applicaties en informatie:  
continue ontwikkeling met diverse  
partners in een open ecosysteem

Op de smart campus zijn diverse applicaties actief, afgestemd op verschillende gebruikersgroepen en ingebed in de organisatie en processen. Per use case of set van verwante use cases wordt een leverancier gekozen of juist om de applicatie zelf te ontwikkelen. Applicaties zijn altijd onderdeel van een open ecosysteem. Het is tevens aan te bevelen om de architectuur binnen de instelling vast te stellen, omdat deze helpt bij het maken van keuzes in wat zelf te ontwikkelen of aan te besteden en op welke manier. In de figuur hiernaast is een voorbeeld weergegeven.



## HOOFDSTUK 4 VISIE OP SMART CAMPUS

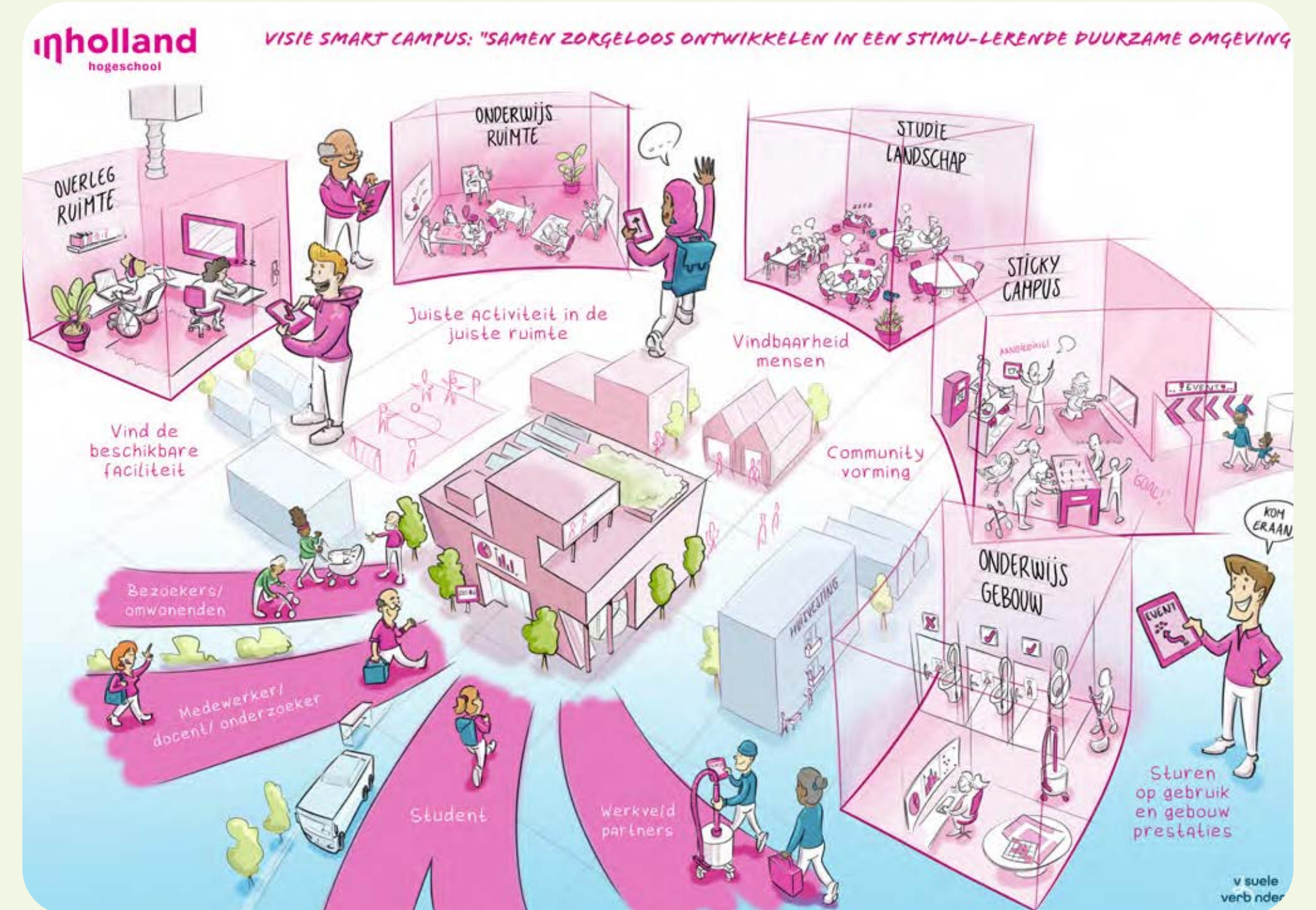
### Technologie: regie met één dataplatform als fundament

Instellingen hebben één dataplatform als fundament voor alle smart campus toepassingen binnen een instelling, en hebben daarmee zelf de regie over de data. Het dataplatform kan zelf ontwikkeld zijn, door SURF of een leverancier. Indien het dataplatform via een leverancier wordt afgenomen, dan worden risico's op data soevereiniteit beheerst via een verwerkersovereenkomst, inclusief afspraken over data portabiliteit en technische maatregelen zoals data encryptie.

Sensortechnologieën worden gekozen op basis van de beoogde toepassingen, wat daarvoor gemeten moet worden en kosten. Instellingen maken om die reden hier zelf keuzes in, en er is gezamenlijke kennis en ervaring opgebouwd om slim keuzes te maken op dit gebied. Voor de netwerkinfrastructuur is flexibiliteit wenselijk, maar zeer uitdagend qua beheer en beveiliging. Bedrade en draadloze IP-netwerken zullen ook in de toekomst deel uit blijven maken van de campus en zijn veelal de basis. SURF zet daarom voor de smart campus in op netwerken op basis van IP en LoRaWAN<sup>24</sup>. Daarbij volgt zij ook ontwikkelingen van andere technologieën op de voet.

### Co-creatie in de smart campus

Bij de Hogeschool Inholland vormt co-creatie een belangrijk onderdeel van de visie op de smart campus en de aanpak die de instelling hanteert. De visie zelf is tot stand gekomen in diverse sessies met gebruikers over het 'waarom' van de smart campus en door te kaderen wat het wel en niet is. Daaruit is deze (interactieve) praatplaat tot stand gekomen. Ook in het vervolg worden bij de ontwikkeling van use cases de gebruikers geraadpleegd: zo zijn er diverse dashboards ten behoeve van de onderwijsroostering gecreëerd samen met en getoetst door gebruikers.



# UITGANGSPUNTEN

De smart campus wordt stap voor stap verder ontwikkeld door samen te werken. De smart campus is gebruikersgericht en de verschillende onderdelen ervan zijn interoperabel, modulair en schaalbaar. Privacy en beveiliging worden hierbij in acht genomen en het gebruik van open standaarden beperkt het risico op vendor lock-in.

Samenwerking binnen de onderwijs- en onderzoeksgemeenschap speelt een cruciale rol in het realiseren van de smart campus. Dit komt omdat de smart campus een innovatietraject is. De smart campus is niet een product wat je van een leverancier kan kopen, maar een samenspel van nieuwe toepassingen, veranderende processen, en samenwerkingen met een zeer dynamische markt qua leveranciers en technologie. Het betekent ook meer onzekerheden, onvoorziene omstandigheden en af en toe een stap terug doen voordat je er weer twee vooruit kunt maken. In de afbeelding staan de gehanteerde uitgangspunten.

-  **Gebruikersgericht ontwerpen** De behoeften van studenten, docenten en medewerkers staan centraal.
-  **Interoperabiliteit** Systemen moeten naadloos met elkaar kunnen communiceren
-  **Voorkomen van vendor lock-in** Open standaarden zorgen voor keuzevrijheid en flexibiliteit
-  **Modulaire architectuur** Technologie moet makkelijk uit te breiden en aan te passen zijn
-  **Beveiliging en privacy** Beveiliging en privacy worden direct in het ontwerp meegenomen

De uitgangspunten betekenen het volgende voor de verschillende lagen van het ecosysteem:

## Gebruikers en diensten: gebruikersgericht ontwerpen

Gebruikersgericht ontwerpen zorgt ervoor dat toepassingen in de smart campus uiteindelijk ten goede komen aan de gebruikers, hun doelen en behoeften, direct of indirect. De smart campus heeft niet als doel om voorop te lopen in de markt en met allerlei technologie te experimenteren. Deze moet juist inzetten op technologie op de plekken waar dat echt meerwaarde levert; daar vindt de innovatie plaats. Het is en blijft een middel.

Het lijkt vanzelfsprekend dat toepassingen gebruikersgericht zijn, maar dat is niet altijd zo. Zo hoeven use cases die goed passen in de ene organisatie niet per se goed te passen bij de andere. Neem bijvoorbeeld Schiphol: daar is ingezet op het gebruik van slimme technologie om wachttijden te verkorten en te zorgen dat de toiletten zoveel als mogelijk schoon zijn. De reden hiervoor is dat dit de twee bepalende factoren zijn voor de ervaring van de gebruiker van

een vliegveld. Op een onderwijs- of onderzoeksinstelling liggen deze verhoudingen anders, en is er veel meer urgentie voor andere use cases. Ook binnen instellingen kunnen use cases verschillen, door bijvoorbeeld cultuur, ambitie of koers.



### Organisatie en processen: gebruikersgericht ontwerpen en beveiliging en privacy

Ook in de organisatie en processen speelt gebruikersgericht ontwerpen een belangrijke rol. De echte meerwaarde van de smart campus wordt namelijk pas bereikt na veranderingen in de processen. Als die niet plaatsvinden, dan is het enige resultaat een investering in technologie. Enkele voorbeelden:

- Onderwijsactiviteiten kunnen tot 24 uur van tevoren opnieuw worden geroosterd om de zaal zo goed mogelijk op de groepsgrootte en behoefte af te stemmen; daarvoor werden geroosterde zalen per half jaar of jaar ingeroosterd.
- Vergaderzalen zijn via een applicatie rechtstreeks door medewerkers te boeken; daarvoor kon dat alleen maar via het secretariaat.
- Studieplekken moeten via een app gereserveerd worden; daarvoor was een studieplek vrij te gebruiken.
- Gebouwen worden op rustige dagen niet of gedeeltelijk opengesteld; daarvoor gingen alle gebouwen op hetzelfde moment open en dicht.

De visie op welke processen de smart campus invloed en/of gevolgen heeft en hoe deze zullen veranderen, ligt bij de instellingen zelf. Er moet eerst begrip zijn over wat er precies gaat veranderen en hoe (in processen), en een wil en bereidheid daartoe, zowel bij de organisatie als de gebruikers.

Daarnaast zijn beveiliging en privacy by design van groot belang. Wanneer organisaties worden bekeken vanuit processen en wat er allemaal effectiever en efficiënter zou kunnen, is het belangrijk om oog te houden voor de randvoorwaarden die er gelden op dit gebied. Dat kan ertoe leiden dat bepaalde oplossingen in deze context niet haalbaar of uitvoerbaar zijn. Ook zijn de gebruikers van onderwijs- en onderzoeksinstellingen hier scherp op, en er kan zelfs een verschil zitten in hoe deze zaken geregeld zijn en wat de perceptie ervan is. Door de principes hiervoor al vroeg in beeld te hebben, is het mogelijk om transparant te zijn richting gebruikers en misperceptie te voorkomen.

### Applicaties en informatie: modulair, interoperabel en open standaarden

In de laag van applicaties en informatie worden verschillende applicaties voorzien, gericht op diverse doelen en behoeften van gebruikersgroepen, ondersteunend aan processen. Het zijn allerlei modules in de modulaire architectuur van de smart campus. Voor elke module wordt gekeken wie de toepassing(en) in die module levert, hoe deze in te kopen of zelf te bouwen, etc. Dit geeft de instellingen flexibiliteit in de realisatie van de smart campus: als ze een bepaalde functionaliteit willen wijzigen of van leverancier veranderen, dan hoeven ze alleen maar naar de betreffende module te kijken. Een andere aanleiding hiervoor kan zijn dat een bestaande leverancier wordt overgenomen door een groter bedrijf.

In de modulaire architectuur is interoperabiliteit heel belangrijk. De verschillende toepassingen maken gebruik van data uit een of meerdere bronnen om gebruikers van informatie te voorzien. Daarnaast ontvangen deze toepassingen op hun beurt waarschijnlijk ook informatie van de gebruikers die verwerkt moet worden en/of naar andere toepassingen moet worden gestuurd. De toepassingen moeten hiervoor

goed met elkaar kunnen communiceren, en met de infrastructuur die hieronder ligt. Het toepassen van open standaarden en dit van leveranciers te eisen is de meest effectieve manier om interoperabiliteit te bewerkstelligen, nu en in de toekomst.

### **Technologie:** **modulair, interoperabel en open standaarden**

In de ontwikkeling van de technologie komen dezelfde uitgangspunten terug als bij de applicaties en informatie. Voor het dataplatform is interoperabiliteit belangrijk, omdat het verbonden is aan de vele applicaties en databronnen. Het moet schaalbaar zijn, zodat het kan meegroeien met de ontwikkeling van de smart campus. En het meest belangrijke aspect voor het dataplatform is dat er met open standaarden gewerkt wordt, zodat de overstap van leverancier gemakkelijker wordt en het risico op een vendor lock-in kleiner. Dit tezamen vindt plaats binnen de perken van de verwachte consensus over eisen rond data-autonomie. Instellingen maken hier uiteindelijk zelf keuzes in; op het moment van schrijven wordt er door SURF onderzocht of en hoe hier dienstverlening in kan worden aangeboden. Ook wordt er gekeken naar aansluiting op andere, bestaande initiatieven zoals EU Data Spaces.

Voor sensoren en netwerken ligt het accent op modulaire en schaalbare technologie – hoe deze stapsgewijs over de campus uitgerold kan worden. Ook hier wordt interoperabiliteit gevraagd middels open communicatiestandaarden. Het risico op vendor lock-in is minder groot, vanwege de snelle ontwikkeling van de technologie en de potentiële inzet van verschillende soorten sensoren en connectiviteit.

Bij gebouwbeheersystemen is het voorkomen van vendor lock-in zeer lastig. Hier wordt gedurende de bouw de meet- en regeltechniek van een bepaalde partij geïnstalleerd, en vervanging hiervan gedurende de gebruiksfase is zeer kostbaar. Bij nieuwe gebouwen is er de mogelijkheid om voor een “open GBS” te kiezen, waarin open standaarden ervoor zorgen dat er mogelijkheden ontstaan in het uitlezen en aansturen van het GBS. Bij oude gebouwen kan het GBS echter vaak beperkt aangestuurd of uitgelezen worden, en is dit veel lastiger.

# Aan de slag!



# WAT DOET SURF?

**SURF levert op verschillende manieren diensten en expertise ter ondersteuning van de smart campus. Vanuit haar expertise ligt de focus qua activiteiten in de technologielaag. SURF faciliteert communityvorming, werkt aan diverse pilots met instellingen, en ontwikkelt diensten zoals iotroam en wellicht in de toekomst een IoT-netwerk en/of een IoT-dataplatform. Ook wordt er gewerkt aan inrichting van een inkoopplatform.**

Binnen SURF is er expertise op het gebied van netwerken t.b.v. smart campus, maar ook de dienstdomeinen Wendbaar onderwijs, Beveiliging, Identiteit- en toegangsbeheer, Inkoop en Distributie en Opslag en Datamanagement hebben zeer relevante expertise.

SURF levert op verschillende manieren diensten en expertise ter ondersteuning van de ontwikkeling van de smart campus bij instellingen, in samenwerking met de instellingen. SURF richt zich vanuit

het dienstdomein Netwerken voornamelijk op de Technologielaag, maar kan ook in andere lagen van het ecosysteem meedenken. De netwerkdiensten (in ontwikkeling) zullen worden opgenomen in de CNaaS-propositie, waarin alle campusnetwerkdiensten naadloos op elkaar aansluiten. Qua expertise zijn er samenwerkingen met verschillende dienstdomeinen binnen SURF denkbaar.

## Gebruikers en diensten en Organisatie en processen

In de eerste twee lagen van het ecosysteem is het doel om te bepalen waar en hoe de smart campus precies waarde gaat toevoegen en welke veranderingen daarvoor nodig zijn. De instellingen hebben primair zelf de taak om hiervoor met gebruikers in gesprek te gaan en hun organisatie en processen in kaart te brengen en te analyseren hoe deze zullen veranderen. SURF faciliteert hier in kennisdeling tussen de instellingen middels communityvorming. Ook heeft SURF hier enige praktische ervaring in middels verschillende pilots.

Wanneer er naar de dienstdomeinen wordt gekeken, ontstaat er mogelijk in de toekomst een relatie met het dienstdomein Wendbaar Onderwijs, als een flexibel onderwijssysteem een grotere rol gaat spelen binnen de instellingen. Zij zouden dan kunnen adviseren hoe de dienstverlening richting studenten hierop aangepast moet worden. Voor het borgen van privacy en dataveiligheid binnen de smart campus kunnen de dienstdomeinen Beveiliging en Identiteits- en toegangsbeheer een belangrijke rol spelen. De toepassing van reeds bestaande principes en diensten vanuit deze domeinen op de smart campus geeft herkenning en vertrouwen in de gesprekken met stakeholders binnen de instellingen.

## Applicaties en informatie

In deze laag van het ecosysteem is het doel om toepassingen te ontwikkelen die ondersteunen bij wat er in de lagen Gebruikers en diensten en Organisatie en processen is bedacht. In principe richt SURF zich op de Technologielaag, maar er is in diverse pilots samengewerkt met de instellingen.





Met NHL Stenden is er een pilot wayfinding uitgevoerd en met de Rijksuniversiteit Groningen is er aan RUG Maps gewerkt. Er is een rapport over Wayfinding geschreven, waarin wordt toegelicht hoe deze use case eruit ziet voor verschillende gebruikersgroepen, welke oplossingen er zijn en wat succes- en faalfactoren zijn.<sup>25</sup> Als voorbeeld wat je met sensordata kunt, heeft SURF de showcase app Plekkie ontwikkeld. Deze app geeft beschikbare (vrije) ruimtes weer op basis van gebruikerswensen. Daarnaast wordt er binnen de dienst SURFwireless gewerkt aan een drukte-indicator op basis van privacy-vriendelijke wifi-data (het aantal devices per access point per tijdstip, zonder verdere gebruikersdata).

**Verschillende SURF dienstdomeinen kunnen in deze laag van het ecosysteem een rol spelen:**

- Identiteits- en toegangsbeheer biedt oplossingen waarmee toegang en autorisatie kunnen worden geregeld in de diverse smart campustoepassingen;
- Beveiliging biedt oplossingen waarmee privacy en dataveiligheid in smart campus toepassingen kunnen worden geborgd;
- Inkoop en distributie kan gezamenlijke inkooptrajecten en implementatietrajecten organiseren.

## Technologie

In de onderste laag van het ecosysteem is het doel om een flexibele en toekomstbestendige infrastructuur te realiseren ten behoeve van de applicaties en informatie. Dit is de laag waar SURF zich het meeste op richt vanuit haar positie en expertise.

Vanwege de strategische rol die het dataplatform speelt, voert SURF op het moment van schrijven een onderzoek uit naar het ontwikkelen van een Internet of Things (IoT) dataplatform met de instellingen. De Cloud sourcing strategie van SURF is in dit kader tevens zeer relevant, en kan ook voor de inkoop van een dataplatform als leidraad dienen.<sup>26</sup>

**Verschillende SURF dienstdomeinen kunnen een rol spelen in de ontwikkeling van het dataplatform:**

- Identiteits- en toegangsbeheer biedt oplossingen waarmee toegang en autorisatie kunnen worden geregeld voor het dataplatform;
- Netwerkconnectiviteit biedt oplossingen voor het verbinden van databronnen en systemen binnen de instellingen aan het dataplatform;
- Beveiliging biedt oplossingen waarmee privacy en dataveiligheid in smart campus technologie kunnen worden geborgd;

- Opslag en Datamanagement heeft expertise die ingezet kan worden bij het gebruik van het dataplatform. Zij kunnen adviseren samen met het domein Publiceren op welke wijze de data uit de smart campus beschikbaar kan worden gesteld aan onderwijs en onderzoek.
- Inkoop en distributie kan collectieve inkoop- en implementatietrajecten organiseren.

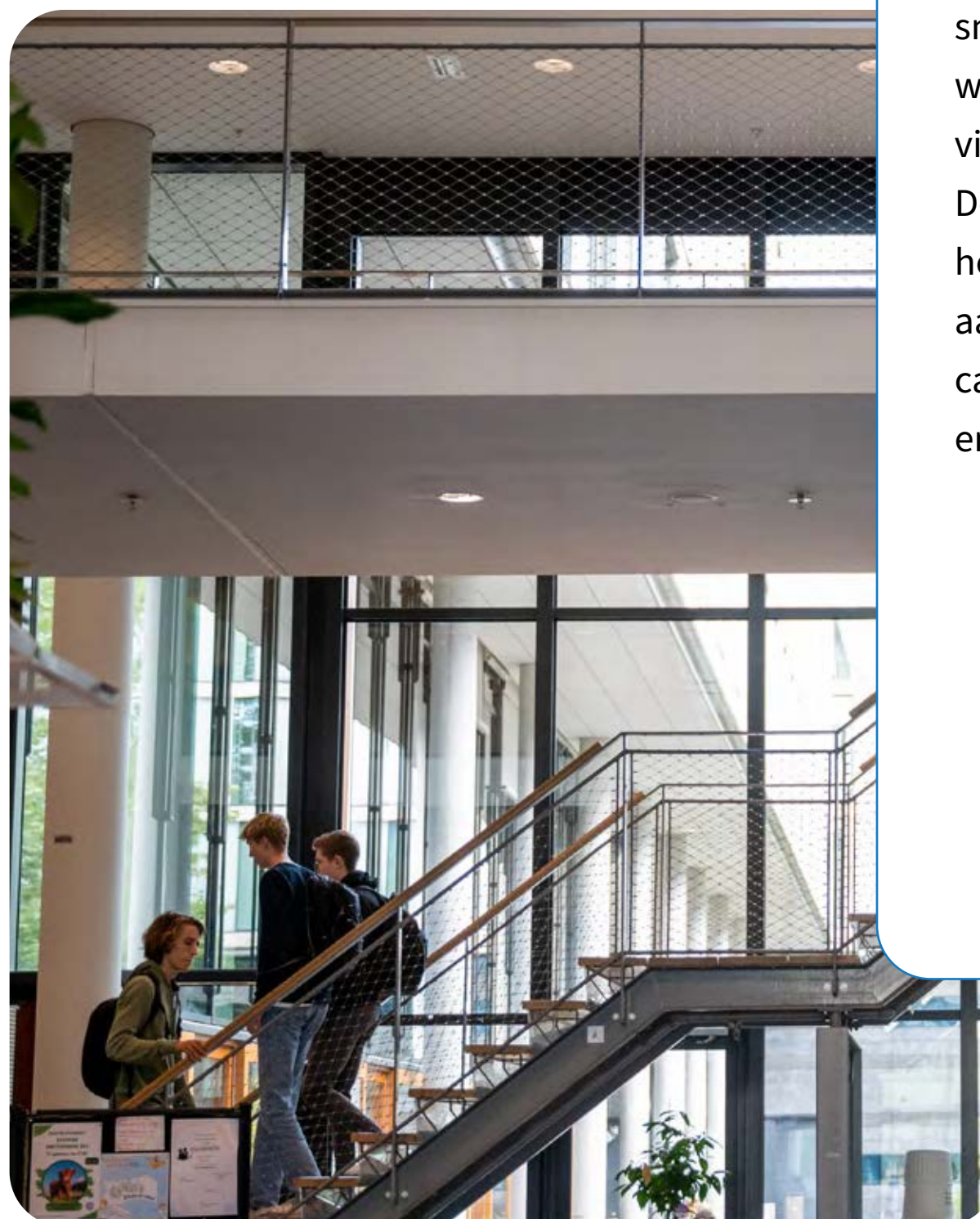
**Voor de infrastructuur bestaande uit sensoren en netwerkconnectiviteit zijn de volgende diensten ontwikkeld of in ontwikkeling:**

- iotroam, een netwerkdienst waarmee instellingen veilig en herleidbaar IoT-apparaten kunnen aansluiten op het IP-netwerk;
- Een dynamisch aankoopstelsel (DAS) voor het aankopen van sensoren en dienstverlening. Dit is een voorbeeld van een dienst vanuit inkoop en distributie;
- Tevens wordt er gewerkt aan een dienstontwikkeling voor een LoRaWAN netwerk voor de sector. (IoTnet)

# AANBEVELINGEN

De aanbevelingen zijn, op basis van de ervaringen tot nu toe: **begin klein en met een stip op de horizon; richt een goede governancestructuur in; ontwerp de smart campus van boven naar beneden; denk bij het ontwerp ook goed na over het beheer van de smart campus; gebruik interne expertise en innovatiekracht; leer van de ervaringen van andere instellingen; monitor compliance op privacy en ethiek voor, tijdens en na implementatie; en breng je brondata op orde.**

Er wordt al geruime tijd door de instellingen gewerkt aan de smart campus. Hier een overzicht van de belangrijkste aanbevelingen die zij hebben meegegeven, die kunnen helpen bij het realiseren van de smart campus:



## 1. Begin klein en met een stip op de horizon

Wanneer er naar het geheel aan use cases, het stakeholderveld en het samenspel tussen de verschillende onderdelen van het ecosysteem wordt gekeken, dan kan de smart campus al snel heel groot en complex worden. Het is belangrijk om vanuit een visie op de toekomst stappen te gaan zetten. De visie geeft de stip op de horizon, maar het uitvoeren van kleinschalige pilots toont aan de organisatie de waarde van de smart campus, laat stakeholders ervaring opdoen en helpt in het creëren van draagvlak.

## 2. Richt een goede governancestructuur in

De governance van de smart campus is een belangrijk onderwerp. Er zijn veel stakeholders bij betrokken: de afdelingen en hun gebruikers vertegenwoordigen een belangrijke doelgroep, maar ook vastgoed, facilitaire zaken en onderwijs- en studenten-zaken zijn belangrijke stakeholders. Het is belangrijk dat al deze stakeholders op enige manier betrokken zijn in de governancestructuur. ICT heeft namelijk de expertise van de applicaties, het dataplatform en de technologie. Vastgoed, facilitair en onderwijs- en studentenzaken zijn belanghebbenden bij een aantal van de use cases gekoppeld aan hun eigen processen en dienstverlening. En afdelingen en hun gebruikers zijn degenen die met behulp van de smart campus de bestaande ruimten beter kunnen gaan gebruiken.

## HOOFDSTUK 5

## AAN DE SLAG!

**3. Ontwerp de smart campus ‘van boven naar beneden’**

Bij het ontwerpen van de smart campus, of een use case daarbinnen, spelen veel verschillende aspecten een rol. Het smart campus ecosysteem, dat in hoofdstuk 1 is toegelicht, kan helpen om stap voor stap use cases verder uit te werken. Dit begint bovenin het ecosysteem, met het ontwerpen vanuit de gebruikers en wat zij nodig hebben, en vervolgens naar hoe dit past binnen bestaande of nieuwe organisatie-onderdelen en/of -processen. Pas daarna komt aan bod of en zo ja welke applicaties en informatie nodig zijn, en welke eisen hieraan worden gesteld. Tot slot is de vraag welke technologie nodig is om de applicatielaag te ondersteunen en van informatie te voorzien.

**4. Denk bij het ontwerp ook goed na over het beheer van de Smart campus**

Het beheer van de smart campus is ook een belangrijk aspect om bij stil te staan gedurende het ontwerp. Zo leidt bijvoorbeeld het toevoegen van extra sensoren op de campus, of het gebruik van meerdere verschillende typen netwerkconnectiviteit tot een toenemende complexiteit van het functionele en technische beheer. Net als bij de investering geldt de vraag: welk deel van de beheertaken doe je zelf als instelling, en wat doen externe partners? Welke kosten en/of inzet van personeel komen hierbij kijken?

**5. Gebruik interne expertise en innovatiekracht**

Er zijn binnen de instellingen voldoende studenten en onderzoekers die een bijdrage kunnen leveren aan de smart campus. Ze kunnen helpen met het onderzoeken van de toepassing van sensortechnieken, meewerken aan data analyses, AI toepassingen beoordelen, nieuwe toepassingen ontwikkelen enzovoort. Hier valt een enorme win-win te behalen: de eigen instelling (of een collega-instelling) dient als ‘Living lab’ als casus voor studenten en wetenschappers, en de instelling kan vertrouwen op haar eigen kennis en kunde in plaats van deze extern in te moeten winnen.



## 6. Leer van de ervaringen van andere instellingen

Veel andere instellingen werken ook aan de smart campus, en veelal hebben zij te maken met vergelijkbare stakeholders, use cases en technologie. Instellingen die beginnen met de smart campus kunnen hier veel leren van wat er mogelijk is en hoe anderen te werk zijn gegaan. Waarom heeft een toepassing wel of niet gewerkt? Hoe hebben andere instellingen hun governance ingericht? Welke beoordelingscriteria zijn er bij aanbestedingen gebruikt? In het Smart buildings kennisnetwerk delen instellingen hun kennis met elkaar en het community-platform Smart Campus moet hierin gaan faciliteren.

## 7. Monitor compliance op privacy en ethiek voor, tijdens en na implementatie

In een innovatietraject zoals de smart campus is het belangrijk om voortdurend aandacht te hebben voor privacy en ethische aspecten. De smart campus heeft een enorme potentie, maar het is net zo belangrijk om deze in te vullen op een ethische, respectvolle en nuttige manier. SURF biedt diverse middelen die hier handvatten voor geven<sup>27</sup>. Daarnaast zijn er plannen om dit in de toekomst voor smart campus te verdiepen.

Een extra kanttekening hierbij is om ook na implementatie zicht te blijven houden op deze aspecten. Het kan voorkomen dat leveranciers hun producten onder de motorkap verder ontwikkelen terwijl de instelling een dienst afneemt, waarbij de technologieën langzaamaan niet meer compliant zijn met privacy- en securityafspraken. Als de instelling de compliance niet goed monitort, ontstaat er een riskante situatie. Er wordt aangeraden om controlemomenten met de functionaris gegevensbescherming (FG) in te bouwen wanneer een platform updates uitvoert.

## 8. Breng je brondata op orde

De smart Campus (en business intelligence in het algemeen) heeft een grote afhankelijkheid van brondata met een hoge datakwaliteit, waar vaak heel veel mensenwerk in zit: bijvoorbeeld plattegronden, informatie over de capaciteit van ruimtes of de exploitatiekosten van gebouwen. De noodzaak voor nette data in de bronsystemen is hier (terecht) secundair aan dat het proces goed werkt. Voor de smart campus kan het echter een noodzaak zijn dat de datakwaliteit wordt verhoogd. De organisatie moet ervoor zorgen dat hiervoor voldoende prioriteit is, anders bestaat het risico dat er, omwille van snelheid en het werkend krijgen van de applicatie, samen met de leverancier een nieuwe dataset wordt opgebouwd.

# BEGRIPPEN

**Artificial intelligence:** Een verzameling technologieën (waaronder machine learning, deep learning en generatieve AI) die computers en andere machines in staat stelt om menselijk leren, begrip, probleemoplossend vermogen, creativiteit en autonomie te simuleren.

**Applicaties:** De verzamelnaam van toepassingen in de smart campus, die bijvoorbeeld de vorm van apps, dashboards en rapportages aannemen.

**Apps:** De toepassingen die vooral gericht zijn op studenten, medewerkers en bezoekers in het algemeen.

**BIM:** Een gebouwinformatiemodel (EN: Building information model). Dit is een digitaal 3D-model van een gebouw, waarin het gebouw uit verschillende objecten met informatie wordt opgebouwd.

**Cloud computing:** Een model voor het mogelijk maken van overal en altijd beschikbare, handige, on-demand netwerktoegang tot een gedeelde pool van configureerbare computerbronnen (bijvoorbeeld netwerken, servers, opslag, applicaties en diensten) die snel kunnen worden geleverd en vrijgegeven met een minimale beheersinspanning of interactie met de serviceprovider.

**Dashboards:** Visualisaties gericht op het weergeven van data uit diverse bronnen, op een begrijpelijke en overzichtelijke manier.

**Dataplatform:** Een combinatie van hardware en software die het mogelijk maakt voor een organisatie om data te verzamelen, opslaan, te verwerken en toe te passen ten behoeve van verschillende toepassingen.

**Digital twin:** Virtueel model van iets in de echte wereld, zoals een energiecentrale, met data afkomstig uit sensoren, simulaties en historische prestatiegegevens.

**FMIS systeem:** Facilitair management informatie systeem. Dit systeem ondersteunt het volledige werkveld van Facility Management zoals bijvoorbeeld het maken en afhandelen van calls en meldingen, het beheren van informatie over het ruimtegebruik, middelen, contracten e.d.

**Gebouwbeheersysteem:** Een Gebouwbeheersysteem (GBS) is een systeem dat zorgt voor de geautomatiseerde, centrale aansturing van de installaties in een gebouw zoals de verwarming, ventilatie, airconditioning, verlichting, toegang, beveiliging, zonwering, enz.

**Internet of Things:** Het verbinden van sensoren en actuatoren, waarmee het delen van informatie mogelijk wordt op verschillende platforms zodat innovatieve toepassingen mogelijk worden.

**Living lab:** Een open innovatiesysteem waarin de gebruikers centraal staan, en daarbij onderwijs, onderzoek en innovatie met co-creatie bij elkaar brengt in een bestaande fysieke omgeving.

**LoRaWAN:** Long Range Wide Area Network. Type netwerktechnologie geschikt voor langeafstandscommunicatie met weinig vermogen (en dus het versturen van kleine hoeveelheden data)

**LPWAN:** Low Power Wide Area Network. Netwerktipe dat is ontworpen voor langeafstandscommunicatie en kleine hoeveelheden data. LoRaWAN is een subtype van LPWAN.

**Sensor :** Een apparaat dat een eigenschap in zijn omgeving meet, of een verandering van die eigenschap.

**Use case:** Een beschrijving van een systeem die omschrijft welke stakeholder wat doet om welk doel te bereiken.

**Vendor lock-in:** Het verschijnsel dat een organisatie zo afhankelijk wordt van een leverancier dat afscheid nemen of overstappen niet mogelijk is zonder grote (financiële) gevolgen.

## BRONNEN

## BRONNEN

<sup>1</sup> Gartner (2019). Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technologies Impacting Higher Education in 2019. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-03-26-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technologies->

<sup>2</sup> Malkus, M., van Grinsven, E. (2024). Visiedocument Smart campus. Erasmus Universiteit Rotterdam.

<sup>3</sup> Visie Smart Buildings, Hogeschool van Amsterdam.

<sup>4</sup> Gil-Garcia, J. R., Pardo, T. A., & Nam, T. (2015). What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. Information Polity, 20(1). doi: <https://doi.org/10.3233/IP-150354>

<sup>5</sup> Uit meerdere bronnen kan opgemaakt worden wat de toegevoegde waarde is van een smart campus: zowel wetenschappelijke studies als de visies, strategieën en programmaplannen van SURF partners. Zie bijvoorbeeld:

- Valks (2021). Smart campus tools: Technologies to support campus users and campus managers. Delft: TU Delft. doi: <https://doi.org/10.7480/abe.2021.18.6146>

- Polin, K. et al. (2024). Smart Campus Performance Assessment: Framework Consolidation and Validation Through a Delphi Study. Buildings, 14(12), 2024. 10.3390/buildings14124057

- Malkus, M., van Grinsven, E. (2024). Visiedocument Smart campus. Erasmus Universiteit Rotterdam.

<sup>6</sup> Bakker, N., Janse, D., Renders, E.A., (2024). Interoperabiliteit in het onderwijs. Utrecht: Npuls.

<sup>7</sup> Valks (2021). Smart campus tools: Technologies to support campus users and campus managers. Delft: TU Delft. doi: <https://doi.org/10.7480/abe.2021.18.6146>

Den Heijer, A.C., Arkesteijn, M.H., Pelosi, C., Bacani, J. (2024). Campus NL: Knowledge sharing and hybrid working, Annual report 2023-2024. Delft: TU Delft. <https://research.tudelft.nl/en/publications/campus-nl-knowledge-sharing-and-hybrid-working-annual-report-2023>

<sup>8</sup> Valks (2021). Smart campus tools: Technologies to support campus users and campus managers. Delft: TU Delft. doi: <https://doi.org/10.7480/abe.2021.18.6146>

<sup>9</sup> SURF, (2024). Cloud Sourcing strategie. <https://www.surf.nl/files/2024-10/surf-cloud-sourcing-strategie.pdf>

<sup>10</sup> SURF (2023). Future campus –Scenario's voor de campus in 2040. <https://www.surf.nl/files/2023-12/surf-rapport-eindrapport-future-campus-futuring-webversie.pdf>

<sup>11</sup> Universiteiten van Nederland (2023). Kiezen voor kwaliteit in 2040. Den Haag: UNL. [https://www.universiteitenvannederland.nl/files/publications/UNL%20Kiezen%20voor%20Kwaliteit%20in%202040\\_FIN.pdf](https://www.universiteitenvannederland.nl/files/publications/UNL%20Kiezen%20voor%20Kwaliteit%20in%202040_FIN.pdf)

<sup>12</sup> SURF (2025). Rapport Disruptieve Onderwijsscenario's. <https://www.surf.nl/files/2025-03/2025-surf-disruptieve-onderwijs-scenarios.pdf>

<sup>13</sup> den Heijer, A., Arkesteijn, M., de Jong, P., & de Bruyne, E. (2016). Campus NL: Investeren in de toekomst. Delft: TU Delft, pp.48-49. [https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/37614992/Campus\\_NL\\_digital\\_version\\_for\\_websites\\_.pdf](https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/37614992/Campus_NL_digital_version_for_websites_.pdf)

## BRONNEN

<sup>14</sup> SURF (2023). Responsible tech: Over publieke waarden en nieuwe technologieën. [https://www.surf.nl/files/2024-03/responsible-tech\\_over-publieke-waarden-en-nieuwe-technologieen\\_nl\\_1.pdf](https://www.surf.nl/files/2024-03/responsible-tech_over-publieke-waarden-en-nieuwe-technologieen_nl_1.pdf)

<sup>15</sup> SURF (2023). SURF Tech trends 2023. [https://www.surf.nl/files/2023-02/sf\\_trendrapport\\_v10\\_compressed.pdf](https://www.surf.nl/files/2023-02/sf_trendrapport_v10_compressed.pdf)

<sup>16</sup> IBM (2024). What is artificial intelligence (AI)? <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>

<sup>17</sup> Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future generation computer systems, 29(7), 1645-1660. doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>

<sup>18</sup> SURF (2023). SURF Tech trends 2023. [https://www.surf.nl/files/2023-02/sf\\_trendrapport\\_v10\\_compressed.pdf](https://www.surf.nl/files/2023-02/sf_trendrapport_v10_compressed.pdf)

<sup>19</sup> Van Belkom, R. (2020) Prangende ethische vraagstukken. <https://detoekomstvanai.nl/artikelen/ai-heeft-geen-stekker-meer/ai-ethiek/prangende-ethische-vraagstukken/> Het gevaar dat gebruikers minder goed kunnen analyseren doordat ze dat door AI laten doen, is een parallel met wat er door van Belkom wordt geschreven over met zelfrijdende auto's. Als je nooit meer een auto hoeft te besturen, hoe kun je dan een vaardige bestuurder worden? En ben je dan in staat om goed te handelen in de situaties waarin je als bestuurder moet handelen?

<sup>20</sup> Zie ook het SURF thema op Responsible AI: <https://www.surf.nl/themas/artificial-intelligence/responsible-ai>

<sup>21</sup> Sustainability directory (2025). Sustainable Data Practices in IoT Ecosystems Future. <https://prism.sustainability-directory.com/scenario/sustainable-data-practices-in-iot-ecosystems-future/> Lees met name het “Ascend” scenario voor het beeld hoe de ontwikkeling van data minimalisatie kan doorzetten richting de toekomst.

<sup>22</sup> Quantified Student. <https://quantifiedstudent.nl/>

<sup>23</sup> SURF (2023). Responsible tech: Over publieke waarden en nieuwe technologieën. [https://www.surf.nl/files/2024-03/responsible-tech\\_over-publieke-waarden-en-nieuwe-technologieen\\_nl\\_1.pdf](https://www.surf.nl/files/2024-03/responsible-tech_over-publieke-waarden-en-nieuwe-technologieen_nl_1.pdf)

SURF (2021). Waardenwijzer voor digitalisering in het onderwijs. <https://www.surf.nl/themas/publieke-waarden/waardenwijzer>

<sup>24</sup> Stratix, SURF (2019) Position paper Internet of Things. [https://www.stratix.nl/wp-content/uploads/2020/01/SURF\\_Stratix\\_iot-on-campus\\_2020.pdf](https://www.stratix.nl/wp-content/uploads/2020/01/SURF_Stratix_iot-on-campus_2020.pdf)

<sup>25</sup> Esman, T. (2023) Wayfinding. Stand van zaken 2023. SURF: Utrecht. <https://www.surf.nl/files/2023-07/wayfinding-stand-van-zaken-2023.pdf>

<sup>26</sup> SURF, (2024). Cloud Sourcing strategie. <https://www.surf.nl/files/2024-10/surf-cloud-sourcing-strategie.pdf>

<sup>27</sup> SURF (2021). Waardenwijzer voor digitalisering in het onderwijs. <https://www.surf.nl/themas/publieke-waarden/waardenwijzer>

## Afbeeldingen

**Afbeeldingen dashboard en BIM-viewer** (p. 14 ,19): Rijksuniversiteit Groningen

**Afbeeldingen ecosysteem** (p. 12, 13, 15, 18, 20): nPuls, ontwerp Dirma Janse

**Afbeelding dashboard** (p. 16): Hogeschool Inholland

**Afbeelding sensoren** (p. 20): Bart Valks / Thomas Esman

**Afbeelding met toetsenbord met AI-knop** (p. 28): BoliviaInteligente via Unsplash.com

**Afbeelding smart campus architectuur** (p. 41): Bart Valks, o.b.v. voorbeeld van Erasmus Universiteit Rotterdam

**Afbeelding smart campus visie** (p. 42): Hogeschool Inholland

**Afbeelding Wayfinding app** (p. 13,50): NHL Stenden

**Afbeeldingen onderwijs** (p. 15, 46): Future Campus, SURF

Overige afbeeldingen komen uit de beeldbank van SURF.

COLOFON

**Tekst**  
Thomas Esman  
Bart Valks

**Redactie**  
Mariël Oolthuis

**Ontwerp & opmaak**  
Vrije Stijl

December 2025

Met dank aan:

- Olesia Sacharova – *Universiteit van Amsterdam en Hogeschool van Amsterdam*
- Ane Walinga, Rogier van ’t Land en Vincent Schenkels – *Rijksuniversiteit Groningen*
- Dick ten Bolscher en Mark van Bree – *Hogeschool Saxion*
- Michel van Weegberg en Herman Schouten – *Nova College*
- Erik van Grinsven en Matthijs Malkus – *Erasmus Universiteit Rotterdam*
- Jelmer Looijesteijn, Loes Mooren en Maarten Mansveld – *Hogeschool Inholland*

SURF Utrecht

Hoog Overborch  
Office Building  
(Hoog Catharijne)

Moreelsepark 48  
3511 EP Utrecht  
+31 88 787 30 00

SURF Amsterdam

Science Park 140  
1098 XG Amsterdam  
+31 88 787 30 00

[surf.nl/smart-campus](https://surf.nl/smart-campus)