



HERACLES

HERACLES

Van principes naar praktijk

Bouwstenen voor een lerend
zorgsysteem

Inhoudsopgave

1. De zorg op een kantelpunt	3
2. De HERACLES-aanpak in vogelvlucht	5
3. De positionering van HERACLES binnen de EHDS	7
4. HERACLES: wat is bereikt, wat staat nog open, welke vervolgstappen zijn nodig?	10
5. Conclusie & Oproep	25
Bijlage - Impactradar	27
Bijlage - Toelichting samenvattend advies (Figuur 5)	27
Bijlage - Definitielijst	29
Colofon	31

1. De zorg op een kantelpunt

Dit rapport laat een glimp van de toekomst zien waarin gezondheidsdata direct beschikbaar en herbruikbaar is. Een toekomst waarin gezondheidsdata op een privacy respecterende manier worden ontsloten en waardoor onderzoekers snel en efficiënt grote cohorten kunnen creëren, voorspellende modellen kunnen trainen en Real-World Data kunnen gebruiken om diagnose te versnellen en behandeluitkomsten te verbeteren. In deze toekomst vloeien inzichten sneller naar onderzoekers en beleidsmakers zodat innovaties en beleid beter aansluiten op de realiteit van vandaag. Data beschikbaarheid en herbruikbaarheid is de basis voor een lerend zorgsysteem waarin continu geleerd wordt van de praktijk.

De zorg bevindt zich op een kantelpunt: Europese verordeningen zoals de European Health Data Space, digitale zorgtools en geavanceerde analysetechnieken maken het mogelijk om data slimmer te benutten. Tegelijkertijd zijn veel gezondheidsdata opgeslagen in silo's en daardoor lastig toegankelijk. Complexe juridische, organisatorische en technische processen maken het hergebruik van gezondheidsdata nog lastiger. Efficiënte, veilige en praktische oplossingen voor het veilig benutten van gezondheidsdata bevinden zich nog in de ontwikkelfase.

Het toekomstscenario waarin zorgdata op een veilige manier kunnen worden benut, is op een praktische, 'voeten-in-de-klei' manier onderzocht in het HERACLES project. In dit project is onderzocht hoe technologie in de vorm van een gedecentraliseerde data-infrastructuur, gebaseerd op FAIR-principes (zie Box 1), dataspaces (zie Box 3) en privacy-enhancing technologieën (PETs; zie de definitielijst in de bijlage) gecombineerd met een duidelijke governance het benutten van data kunnen faciliteren.

De centrale vraag binnen het HERACLES project: hoe kunnen gezondheidsdata veilig gekoppeld en hergebruikt worden, terwijl datahouders de controle over data blijven behouden en onderzoekers de zorg kunnen verbeteren door data-analyse? Hiervoor zijn technische en organisatorisch criteria en indicatoren opgesteld voor het ontwerp van een systeem om veilig data te hergebruiken. Deze criteria en indicatoren helpen om nieuwe inzichten uit bestaande data te verkrijgen, het verkorten van de doorlooptijd van dataverzoek tot bruikbare resultaten, het vereenvoudigen van toegang, het vergroten van schaalbaarheid en het waarborgen van vertrouwen, transparantie en ethische compliance. De bijlage bevat een visualisatie van deze criteria en indicatoren in de vorm van een 'impactradar'. Aan de hand van twee use cases - ovariumcarcinoom en longkanker (zie Box 2 voor verdere uitleg) - is met behulp van 'echte', niet gesimuleerde patiëntendata onderzocht welke praktische mogelijkheden er zijn voor hergebruik van data. Het HERACLES project laat zien wat er nu al mogelijk is en waar nog kansen liggen om technieken voor het hergebruik van data voor een lerend zorgsysteem te realiseren.

Box 1: Wat betekent FAIR?

FAIR betekent dat data zo georganiseerd en beschreven zijn dat ze gemakkelijk te vinden (Findable), toegankelijk (Accessible), uitwisselbaar (Interoperable) en herbruikbaar (Re-usable) zijn, voor zowel mens als computer. FAIR zijn niet de standaarden zelf maar de principes om data herbruikbaar te maken voor onderzoek en beleid. Voor het hergebruik van data moet de gebruiker (machine en/of mens) goed begrip hebben van de data. Dit betekent dat de concepten in de data gebruik gekoppeld moeten zijn aan relevante standaarden in het veld die waar nodig ook te linken zijn met standaarden in andere velden. Dit is dan ook wat de principes vast leggen: op verschillende niveaus moet binnen het veld keuzes gemaakt worden voor passende en goed gedefinieerde standaarden. Niet onbelangrijk: het FAIR acroniem staat ook voor Full A.I. Ready.

Binnen een dataspace maken deze principes het mogelijk om data op een gefedereerde manier te bevragen. De data bij een datahouder moet daarvoor worden gerepresenteerd in een FAIR data station, die dan op een gefedereerde manier kan worden bevraagd door een algoritme (hierbij kunnen verschillende privacy-enhancing technologieën worden toegepast).

Dit rapport laat zien wat het HERACLES project tot nu toe heeft bereikt, welke stappen nog nodig zijn, en het rapport geeft advies voor de opvolger(s) van HERACLES, de volgende stap richting een toekomstbestendige en effectieve dataspace voor een lerend zorgsysteem.

2. De HERACLES-aanpak in vogelvlucht

Het HERACLES project is in 2022 van start gegaan en is in december 2025 afgerond. Het voornaamste doel van HERACLES was het ontwikkelen van een technische infrastructuur die het hergebruik van data mogelijk maakt volgens het privacy-by-design principe, en waarbij deze infrastructuur schaalbaar is en geen vendor lock-in kent, zodat deze 'agnostisch' blijft ten aanzien van technische keuzes. Een bijzonder kenmerk van HERACLES is dat er gewerkt is met echte gezondheidsdata, afkomstig uit verschillende databronnen, die eerst aan elkaar gekoppeld moesten worden.

Het project HERACLES volgt een bottom-up benadering, te beginnen in de oncologie, met een gecontroleerde en schaalbare aanpak. HERACLES kenmerkt zich door een decentrale architectuur waarbij data soevereiniteit, behoud van privacy en het gebruik van data space standaarden de belangrijkste ontwerpbeslissingen zijn geweest. Parallel daaraan is een governance-model ontwikkeld dat de rollen, verantwoordelijkheden en procedures voor datatoegang regelt.

Box 2: Use-cases in beeld: Ovariumcarcinoom & longkanker

Elk jaar worden in Nederland zo'n 1.400 vrouwen geconfronteerd met de diagnose epitheliaal ovariumcarcinoom. Bij driekwart van hen is de ziekte op moment van diagnose al zover gevorderd dat de vijfjaarsoverleving gemiddeld 30% is en maar 14% als bij diagnose de ziekte in FIGO stadium IV is. Deze laatste groep heeft ook meer kans op recidief, ook al is de initiële behandeling succesvol. Voor recidieven bestaan er verschillende behandelopties en combinaties die mogelijk zorgen voor behandel- en uitkomst verschillen tussen regio's. Hergebruik van data kan inzicht geven in dergelijke verschillen en mogelijk zorgen voor een uniforme aanpak.

Longkanker treft jaarlijks circa 14.400 Nederlanders. De ziekte wordt vaak in een laat stadium ontdekt wanneer klachten meer evident zijn en behandeling minder effectief is. Longkanker is nog altijd een van de meest dodelijke kankers ter wereld met een gemiddelde vijfjaarsoverleving van 25%. Mogelijk kunnen subtiele vroege signalen in de huisartsenpraktijk bijdragen aan het eerder doorverwijzen van patiënten met longkanker in een vroeg stadium. Zo zou eerder kunnen worden behandeld. Huisartsendata worden nog nauwelijks benut voor een dergelijke toepassing.

Wat als we alle bestaande gegevens écht slim kunnen combineren? Dan zouden we behandelvariatie zichtbaar maken, vroege signalen herkennen, beleid en innovatie versnellen én economische verliezen door late diagnoses beperken.

De verkenning in het HERACLES project heeft in kaart gebracht hoe datahergebruik voor deze use-cases zou kunnen werken: wat zijn relevante databronnen, hoe kunnen deze worden gekoppeld en welke barrières moeten daarbij beslecht worden? Het is een eerste stap richting een lerend zorgsysteem waarin data geen bijproduct zijn, maar het verschil maken voor patiënten én de zorg.

De bovenbeschreven use cases (zie Box 2) fungeren als test voor de technische aanpak: de use-cases laten zien welke (onderzoeks)vragen beantwoord zouden kunnen worden op nationale (of Europese) schaal en wat de impact kan zijn voor de zorg. Een belangrijk inzicht is dat

HERACLES een passende technische en schaalbare oplossing voor federatief gebruik van data heeft gerealiseerd op basis van Europese dataspace standaarden¹ (zie Box 3) in combinatie met privacy-enhancing technologieën² (PETs).

Tegelijkertijd zijn er in het project ook beperkingen en verbeteringen aan het licht gekomen op het gebied van data verzameling voor deze onderzoeksvragen. Om een nieuwe manier van zorginnovatie en data onderzoek mogelijk te maken, waarbij dit type onderzoeksvragen efficiënt en herhaald uitgevoerd kunnen worden met Real-World Data, is het namelijk niet alleen belangrijk om te kijken naar technische implementaties. Het werken met echte, niet gesimuleerde data binnen HERACLES heeft tot nieuwe inzichten geleid over hoe de kwaliteit van data worden beoordeeld en hoe data worden verzameld. Dit gaat verder dan evalueren of datasets de juiste variabelen bevatten voor een onderzoeksvraag. Uit het project kwam naar voren dat het belangrijk is om inzicht te hebben in de volledigheid van dekking van een gecombineerde dataset, de standaardisatie van de datasets, of de data goed en uniform geregistreerd worden en of de manier van registreren van de data passend is voor de onderzoeksvraag. Deze bevindingen uit het HERACLES project zijn cruciaal voor het verder opschalen van een lerend en data-gedreven zorgsysteem met echte impact in de praktijk.

Het HERACLES project kan niet los worden gezien van de European Health Data Space (EHDS) verordening. Anders dan de HERACLES dataspace is de EHDS een Europese verordening die voorwaarden schept over het omgaan met gezondheidsdata binnen alle Europese lidstaten.

Box 3: Wat zijn dataspaces?

Een dataspace is een **afsprakenstelsel** waarin meerdere organisaties – die kiezen voor gemeenschappelijk spelregels – hun data veilig ter beschikking kunnen stellen, mét behoud van zeggenschap over hun eigen data (**data soevereiniteit**).

Dankzij **gemeenschappelijke afspraken, standaarden en infrastructuur** kan het gebruik van data beter worden beheerd en schaalbaar worden gerealiseerd. Bovendien maakt deze samenwerking het gecontroleerd inzetten van data en diensten eenvoudiger, goedkoper, veiliger en effectiever, en biedt het mogelijkheden voor toepassingen en innovaties die anders niet of nauwelijks bereikbaar zouden zijn.

Dataspaces worden in de auto-industrie, agrarische sector, het energie- en logistieke domein met succes toegepast, zoals de Nederlandse dataspace: “Smart Connected Supplier Network” (SCSN).

Voor meer informatie over dataspaces wordt verwezen naar het Data Spaces Support Centre (**DSSC**), een breed gedragen Europees initiatief om het gebruik van dataspaces in Europa te harmoniseren. (<https://dssc.eu/>)

1 <https://dssc.eu/>

2 <https://www.aivd.nl/documenten/publicaties/2025/11/17/databescherming-met-privacy-enhancing-technologies>

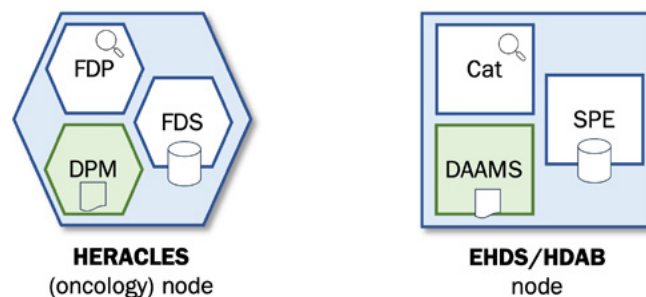
3. De positionering van HERACLES binnen de EHDS

Parallel aan het HERACLES project is de European Health Data Space (EHDS) verordening ontwikkeld. Deze verordening is 26 maart 2025 door de lidstaten bekrachtigd en kent drie pijlers: het beschikbaar maken van data voor **primair gebruik**, voor **secondair gebruik**, en het harmoniseren en **standaardiseren van Elektronische Patiënten Dossiers** (EPDs).

De EHDS is opgesteld als onderdeel van de strategie voor **één interne data markt** (zie ook Europese datastrategie³ voor meer informatie) en is de **eerste sectorspecifieke harmonisatieverordening** voor gezondheidsdata in Europa. De EHDS creëert een uitvoeringskader voor het gebruik en hergebruik van gezondheidsdata. Anders dan bij de General Data Protection Regulation (GDPR) is er duidelijk aandacht voor de implementatie: via Europese projecten zoals Towards the European Health Data Space (TEHDAS) wordt gewerkt aan technisch en organisatorisch raamwerken.

HERACLES heeft onderzocht hoe het Europese en nationale landschap voor gezondheidsdata er uit zou kunnen zien en heeft daarbij gebruik gemaakt van andere van gezondheidsdata-initiatieven. Het project richt zich op een concreet, uitvoerbaar en hands-on dataspace ontwerp, met een focus op proof-of-concepten op onderdelen die aantonen hoe gezondheidsdata op een veilige en efficiënte manier hergebruikt kan worden. Dit sluit aan bij de doelstelling van de EHDS om het hergebruik van elektronische gezondheidsdata in de EU te verbeteren. Het HERACLES concept past goed bij de rol van Trusted Health Data Holders (THDH, zie Box 4 voor verdere uitleg van deze term) om data beschikbaar te stellen.

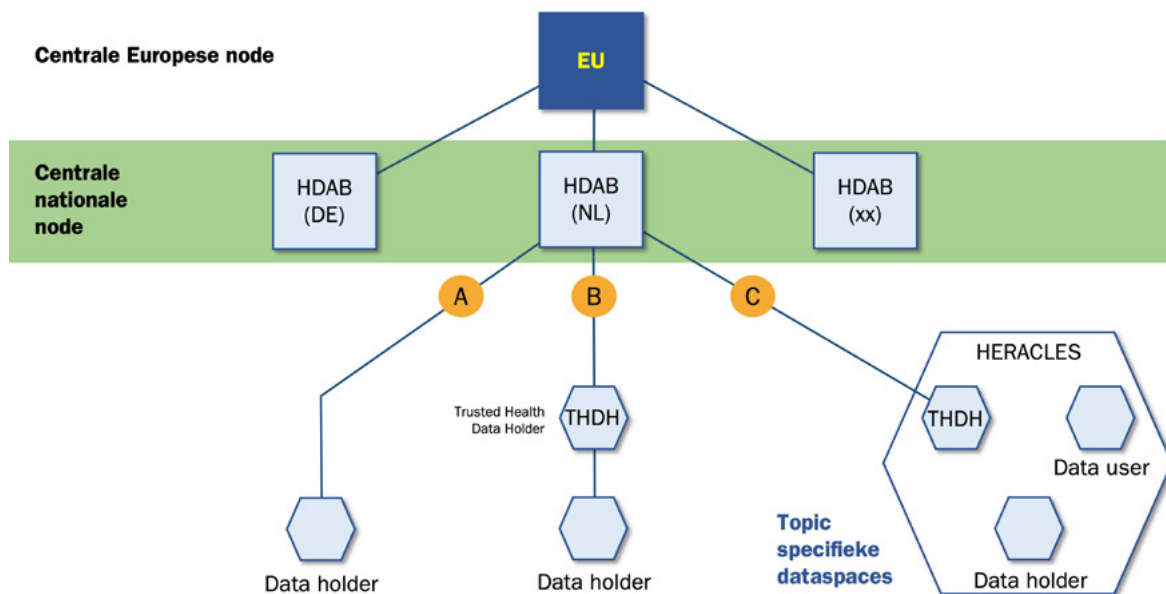
De HERACLES architectuur is een volledig decentrale en schaalbare oplossing die compliant is met de EHDS, en mogelijkheden biedt om met andere dataspaces te koppelen (voorop gesteld dat de betrokken dataspaces daarmee instemmen).



Figuur 1: Overeenkomstige opdeling in functionaliteit in EHDS en HERACLES

De EHDS onderkent drie componenten: een centrale catalogus (CAT) met beschrijvingen over de beschikbare data, een systeem (DAAMS) om toegang af te spreken op basis van Data Permits en een Secure Processing Environments (SPE). HERACLES kent dezelfde decompositie in functionaliteit met als grootste verschil een volledig decentrale aanpak gebaseerd op Europese Data Space standaarden (zie Figuur 1). In HERACLES is de catalogus geïmplementeerd als een FAIR Data Point (FDP) en gecontroleerde toegang tot de data via een SPE is gerealiseerd als een FAIR Data Station (FDS). Verderop in dit document worden deze componenten toegelicht.

3 <https://365tno.sharepoint.com/teams/P060.48230/TeamDocuments/External Audience/Dissimulation/zie EU Digital Strategy: Data Spaces>



Figuur 2: Vereenvoudigde weergave van EHDS en HDABs en hoe het HERACLES data ecosysteem daarin past.

De EHDS gaat uit van één centrale Europese node verbonden met nationale Health Data Access Bodies (HDABs) waar Data Holders per land aan gekoppeld zijn (Figuur 2 – optie A). Een Trusted Health Data Holder (THDH, zie Box 4) kan het proces voor het aanvragen van toegang tot gegevens vereenvoudigen en/of voor een bepaalde subdomein organiseren. Het voordeel van een THDH is specifieke kennis over een onderwerp (bijv. oncologische kennis) kan worden gebundeld (Figuur 2 - optie B). De HERACLES architectuur maakt ook een derde optie mogelijk, namelijk om een HDAB direct aan een dataspace te koppelen (Figuur 2 – optie C). Deze dataspace wordt dan gebaseerd op Europese dataspace standaarden waarin een THDH ook een rol speelt. Naast technische harmonisatie en zelfbeschikking over toegang tot de data biedt deze laatste optie ook de mogelijkheid om functionaliteit collectief te organiseren en daarmee de deelnemers (inclusief de THDH) te ontlasten. Een hybride implementatie waarbij optie A, B en C voorkomen is een waarschijnlijk groeiscenario. Zodra schaalbaarheid een issue wordt, zal gebruik van Europese standaarden steeds belangrijker worden, hetgeen een kern-ontwerpbeslissing is geweest van het HERACLES project.

Componenten van HERACLES kunnen ook functioneren als bouwstenen voor de HDAB, het nationale kader dat de verplichtingen vanuit de EHDS vertaalt naar de praktijk voor data hergebruik. Binnen Nederland loopt op dit moment het HDAB-NL project⁴ om een HDAB voor Nederland voor te bereiden. Binnen HDAB-NL ligt op het moment de nadruk op vindbaarheid van data (de F van FAIR). HERACLES voegt hieraan toe door: (1) een voorstel voor een dataspace waarin toegankelijkheid (A) en interoperabiliteit (I) centraal staan, en (2) ervaring met herbruikbaarheid (R) via koppeling van bestaande datasets, zoals de IKNL-PHARMO-link. Zo ontstaat een fundament waarin data niet alleen vindbaar en herbruikbaar is, maar ook veilig gekoppeld en verrijkt door gezamenlijke afspraken.

⁴ <https://www.health-ri.nl/projecten-samenwerkingen/hdab-nl>

Box 4: Wat is een Trusted Health Data Holder?

Een Trusted Health Data Holder (THDH, art 72) is een organisatie die door EU-lidstaten is aangewezen op basis van hun capaciteit om een veilige verwerkingsomgeving te bieden, expertise in databaseer te hebben en specifieke garanties met betrekking tot de verwerking van gezondheidsgegevens kunnen geven. De THDH vervult een belangrijke rol bij het vergemakkelijken van de toegang tot gezondheidsgegevens voor secundair gebruik, zoals voor wetenschappelijk onderzoek en innovatie, en verlicht daarmee de taken van een Health Data Access Body (HDAB). Een aangewezen THDH, kan gegevens rechtstreeks via een veilige verwerkingsomgeving beschikbaar stellen aan data users, in plaats van via de HDABs.

Belangrijkste taken van de THDH:

- **Initiële beoordeling van toegangsaanvragen:** De THDH voert een initiële beoordeling uit van toegangsaanvragen en stuurt een aanbeveling naar het HDAB.
- **Datavoorbereiding en beveiliging:** Bij goedkeuring van een vergunning bereidt de THDH de gezondheidsgegevens voor de toegang voor, inclusief samenstelling en anonimisering of pseudonimisering, en biedt deze aan in een veilige omgeving voor verwerking door de data user.
- **Vereenvoudigde procedure:** De THDH beoordeelt toegangsaanvragen en levert binnen twee maanden een voorstel voor een beslissing over het toekennen van het verzoek, hoewel het HDAB de eindverantwoordelijkheid behoudt voor de uiteindelijke beslissing.

Het belangrijkste voordeel van de THDH-status is dat het een meer gestroomlijnde toegang mogelijk maakt tot gezondheidsgegevens, waarbij data users rechtstreeks met de THDH kunnen werken binnen hun veilige verwerkingsomgeving, in plaats van via de standaard route via het HDAB.

De adviezen in dit rapport richten zich voornamelijk op dit tweede perspectief: hoe de uitkomsten van HERACLES verder kunnen bijdragen en/of geïntegreerd kunnen worden binnen een Nederlandse HDAB, terwijl het tegelijkertijd zelfstandig waarde blijft bieden als een autonoom data-ecosysteem.

HERACLES kan natuurlijk ook fungeren als een zelfstandig **fit-for-purpose** (hier: oncologie) **datadeel ecosysteem** waar, op basis van gerichte vraagstukken van de ecosysteem partners, datasets worden gegenereerd en geanalyseerd. De organisatievorm, zoals de omvang in FTE en de grote van de eventuele omzet maakt of HERACLES als zelfstandig data ecosysteem ook EHDS-plichtig zou zijn en kan worden gezien als een THDH. Partijen die belangrijke rollen voor een THDH kunnen vervullen bijvoorbeeld voor de beoordeling van toegangsaanvragen zijn al deel van het HERACLES ecosysteem, zoals IKNL en PHARMO-STIZON.

4. HERACLES: wat is bereikt, wat staat nog open, welke vervolgstappen zijn nodig?

Dit hoofdstuk vormt de inhoudelijke kern van wat binnen het HERACLES project is geleerd, gebaseerd op de tien lessen uit het eerdere interim-rapport⁵. De lessen zijn gegroepeerd in vier hoofdthema's:

1. **databeschikbaarheid en kwaliteit**, 2. **techniek**, 3. **governance en organisatie**, tot slot

4. **samenwerkingen en initiatieven**. In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op elk thema: wat was de oorspronkelijke les, wat is inmiddels gerealiseerd, wat ontbreekt nog en welke vervolgstappen zijn nodig. Het stroomdiagram aan het einde van dit hoofdstuk geeft een overzicht van de bereikte resultaten en de bijbehorende adviezen (zie Figuur 5).

Databeschikbaarheid en kwaliteit

Lessen over data kwaliteit, compleetheid, interpretatie

Data is vaak een oude puzzel zonder doos: stukjes ontbreken, sommige passen niet en zonder plaatje op de voorkant is het lastig te zien wat het moet worden. FAIR-principes (zie Box 1) helpen om orde te scheppen, maar de principes zelf zijn niet genoeg. Om echt waarde uit data te halen, zijn er twee elementen nodig. Ten eerste metadata die verder gaat dan de HealthDCAT-AP beschrijving. Metadata die informatie verstrekt over de kwaliteit van de bron data maar die ook gemiddeldes en missende data beschrijven. Ten tweede is er domeinkennis nodig, bijvoorbeeld in de vorm van data stewards die inhoudelijke kennis hebben van de data bronnen en die begrijpen hoe de puzzelstukken passen. Zonder die domeinkennis blijven data een wirwar van cijfers en codes, in plaats van een bron van inzicht.

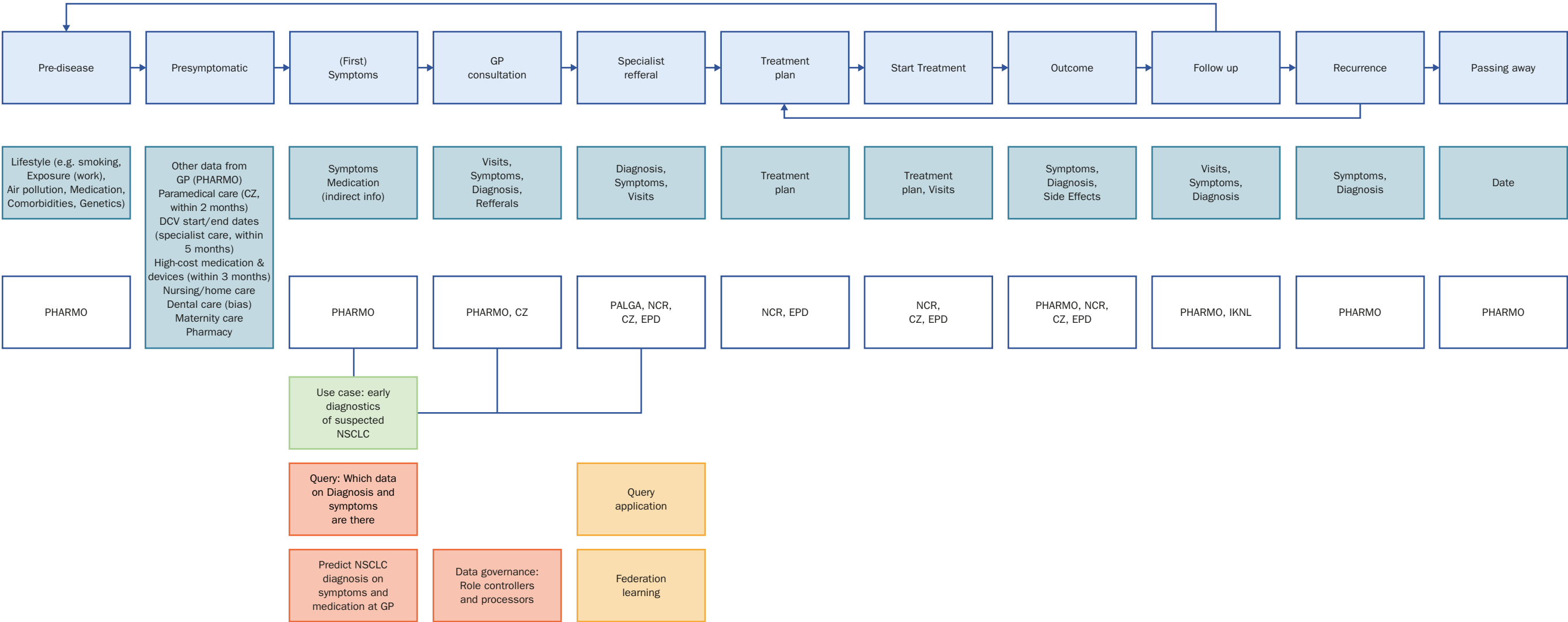
Wat is er bereikt?

Patiëntreizen uitgetekend

Voor de longkanker en het ovariumcarcinoom use case zijn patiëntreizen visueel uitgewerkt (zie Figuur 3). Een patiëntreis laat zien welke stappen een patiënt doorloopt, van eerste klachten tot behandeling en nazorg, inclusief de momenten waarop keuzes worden gemaakt en waar knelpunten ontstaan. Dit is belangrijk omdat het helpt om te bepalen welke data écht relevant is om te koppelen.

⁵ <https://publications.tno.nl/publication/34644037/0Ad9Qg0H/cornelisse-2025-heracles.pdf>

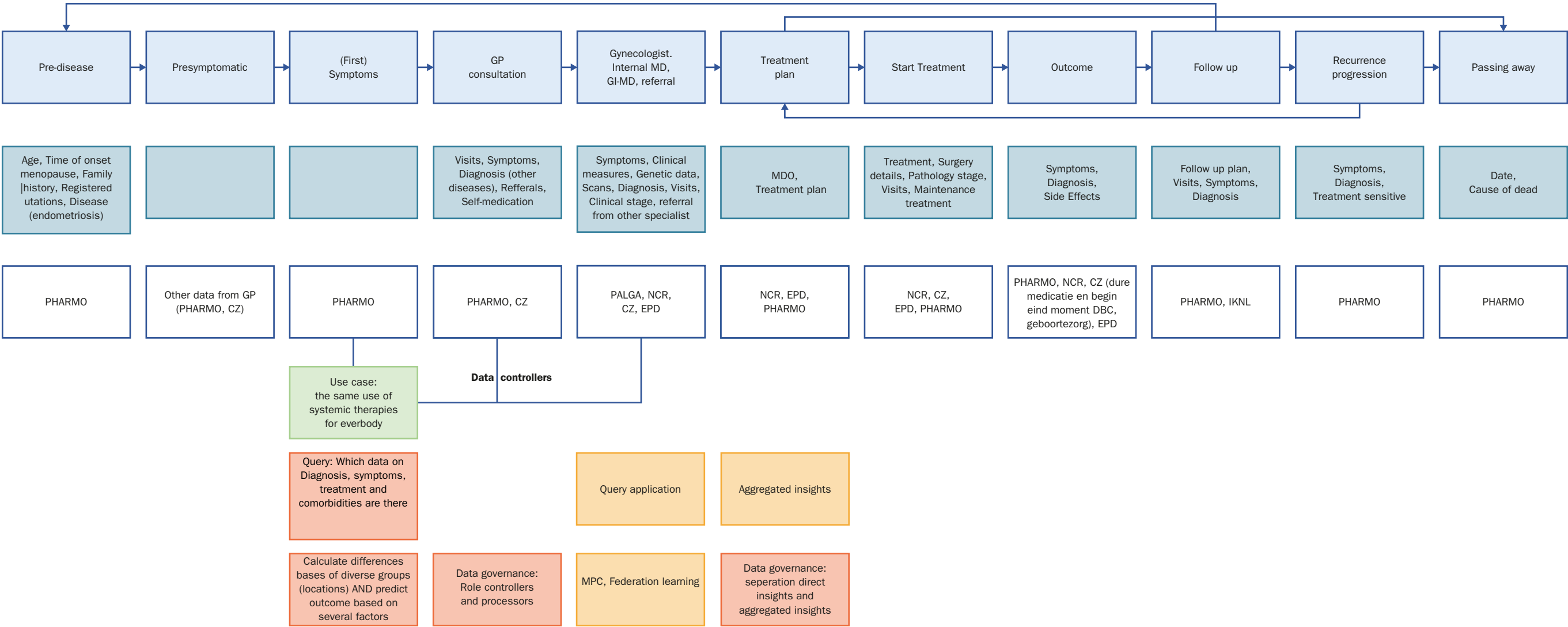
Patient journey longkanker



- 1° laag: Patient journey
- 2° laag: Type data die relevant zijn voor de use case
- 3° laag: Databron waar deze data in te vinden is
- 4° laag: Onderzoeksvraag
- Technische uitwerking van de onderzoeksvraag
- Techniek benodigd voor de onderzoeksvraag

Figuur 3: Visualisatie van patiëntreizen bij longkanker en ovarium carcinoom.

Patient journey ovariumkanker



- 1° laag: Patient journey
- 2° laag: Type data die relefant zijn voor de use case
- 3° laag: Databron waar deze data in te vinden is
- 4° laag: Onderzoeksvraag
- Technische uitwerking van de onderzoeksvraag
- Techniek benodigd voor de onderzoeksvraag

Figuur 3: Visualisatie van patiëntreizen bij longkanker en ovarium carcinoom.

In het eerste rapport⁶ bleek dat starten bij databronnen niet werkt: er wordt geen compleet beeld van dezelfde patiënt verkregen, maar losse fragmenten van verschillende patiënten. Bijvoorbeeld: huisartsdata (zoals klachten en medicatie) uit PHARMO, ziekenhuisdata (diagnose, TNM-stadium - een maat voor het stadium waarin de ziekte zich bevindt - en behandeling) uit IKNL, en pathologiegegevens uit PALGA. Als deze datasets zonder context worden gecombineerd, wordt de samenhang gemist en wordt gemist hoe één patiënt zich door het hele zorgpad beweegt. Door te beginnen met de patiëntreis is bekend welke informatie cruciaal is en waar deze zich bevindt. Voor longkanker gaat het om het eerste huisartsbezoek, de tijd tot verwijzing en CT-scan, waarbij een voorspellend model helpt om patiënten eerder te herkennen. Dit maakt een diagnose op een gunstiger stadium mogelijk, met betere behandeling en uitkomst. Voor ovariumcarcinoom gaat het om de volgorde van chirurgie, chemotherapie en eventuele recidieven. Deze inzichten maken het mogelijk om gerichte koppelingen te maken en later algoritmes te ontwikkelen die echt aansluiten bij de praktijk. De toegevoegde waarde? Het voorkomt dat we verdrinken in losse data en zorgt dat we bouwen aan een infrastructuur die het hele zorgpad weerspiegelt, van eerste signaal tot uitkomst.

Twee onderzoeksvragen zijn uitgewerkt binnen use cases

Voor de ovarium carcinoom use case was nationale follow-up data nodig om te onderzoeken of er significante regionale behandelverschillen bestaan bij een recidief van epitheliaal ovarium carcinoom. Informatie over behandelingen en recidieven kunnen handmatig uit het elektronisch patiënten dossier gehaald worden, maar dit is arbeid- en tijdsintensief en niet schaalbaar. Daarom is deze data vaak niet standaard beschikbaar in registraties. Om informatie over de patiënt, kanker en ziekenhuis locatie te kunnen combineren met informatie over de anti-kanker behandelingen over tijd, werd de data van de Nederlandse Kanker Registratie (NKR; onderhouden door IKNL) gekoppeld aan de apotheek data van PHARMO-STIZON.

Voor de longkanker use case was een grote dataset vereist ('Big Data') om een predictiemodel te trainen. Data binnen huisartspraktijken zijn fragmentarisch en variabel: elke huisartsenpraktijk gebruikt een eigen elektronische patiënten dossier en bovendien bestaat er variatie in de manier waarop data genoteerd worden. Voor het verkrijgen van een grote dataset werd data van de NKR gekoppeld aan huisartsendata die al waren verzameld en gestandaardiseerd door PHARMO-STIZON.

In beide use cases werden de datasets succesvol gekoppeld middels probabilistic record linkage (een methode die records uit verschillende bronnen koppelt op basis van waarschijnlijkheid, zie bron⁷). De gepseudonimiseerde data bevatte namelijk niet een gedeeld patiënt-ID.

In de ovarium carcinoom use case was het noodzakelijk om data over heel Nederland te verzamelen, gezien wij op zoek waren naar regionale verschillen. Echter omdat de dekking van de verschillende datasets per onderzoeksvraag en cohort kunnen verschillen, was het moeilijk te voorspellen of er genoeg data over zouden blijven om de vraag statistisch significant uit te werken. In ons geval werd door het koppelen van de 2 cohorten de overlap in dekking dusdanig klein dat de onderzoeksvraag niet goed beantwoord kon worden. Daarnaast, geeft probabilistic record linkage geen 100% kans op het matchen van een patiënt over meerdere datasets. Tot slot werd duidelijk dat een nationale dekking van datasets wenselijk is om de volledige patiëntenreis van individuen goed te kunnen volgen over de tijd. Dit is van belang, aangezien de gegevens van individuele patiënten vaak gefragmenteerd zijn en verspreid over verschillende zorgaanbieders, apotheken en ziekenhuizen.

⁶ <https://publications.tno.nl/publication/34644037/0Ad9Qg0H/cornelisse-2025-heracles.pdf>

⁷ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ecc.13529>

Binnen de longkanker use case werd er succesvol een predictiemodel getraind, maar de prestaties van het model waren niet optimaal. Een mogelijke oorzaak hiervan was het gebrek aan detail in de data. Het bleek niet mogelijk om volledige vrije tekst huisartsen-notities (ongestructureerde data) te gebruiken voor het predictiemodel vanwege privacy bezwaren, ondanks dat de data al wel gepseudonimiseerd was. Daarom werd er gebruik gemaakt van gestructureerde diagnose codes (voor elk bezoek aan de huisarts) aangevuld met codes van medicatie voorschriften en korte vrije tekst notities bij deze codes (gestructureerd en beperkt ongestructureerde data). In het uitwerken van de use case bleek de domein-kennis van data-managers essentieel, niet alleen vanwege het onderzochte ziektebeeld maar ook over de manier waarop data geregistreerd wordt in het Elektronisch Patiënten Dossier (EPD). Zo werd ondervonden dat de diagnose longkanker al tot 10 jaar voor de echte diagnose datum geregistreerd stond tijdens bezoeken aan de huisarts (episode), waarschijnlijk omdat deze episode codes retrospectief aangepast werd in eerder vastgelegde bezoeken aan de huisarts nadat er eindelijk een diagnose gevonden was. Een handeling die voor de zorg logisch is (bundelen van overeenkomstige klachten en bezoeken), maar voor onderzoek een andere analyse en interpretatie vereist.

Fit-for-purpose toets geïntroduceerd bij data-aanvragen

Er is een basis gelegd voor een uniforme, fit-for-purpose aanvraagprocedure voor het koppelen van databronnen binnen een data-ecosysteem, zoveel mogelijk in lijn met de TEHDAS-aanbevelingen. Daarbij is speciale aandacht besteed aan snel inzicht in de bruikbaarheid van data voor algoritme-ontwikkeling door metadata uit te breiden met 'metrics'. Metrics zijn meetbare kenmerken die iets zeggen over kwaliteit, bruikbaarheid en prestaties van een dataset. Vooral statistische en inhoudelijke metrics kunnen ook worden gebruikt in dashboards. De aanvraagprocedure houdt hiermee rekening: voor dashboardinformatie hoeft het proces maar één keer te worden doorlopen.

Cruciaal hierbij is dat er extra informatie over de data, zogenaamde metadata, wordt toegevoegd. Deze metadata beschrijft belangrijke eigenschappen van de dataset, zoals gemiddelden, ontbrekende waarden en kwaliteitskenmerken. Momenteel worden sommige van deze metrics nog niet volledig ondersteund in de standaard HealthDCAT-AP, maar ze kunnen worden gebaseerd op het RDF Data Cube Vocabulary, een veelgebruikte standaard voor het beschrijven van statistische gegevens.

Binnen HERACLES wordt dit onderdeel van het project 'Data Discovery Plus' genoemd. Het beschrijft niet alleen de basiskkenmerken van datasets, maar ook hun kwaliteit aan de hand van de Quantum kwaliteitscriteria, zodat onderzoekers snel kunnen beoordelen of een dataset geschikt is om te koppelen met andere data.

Door deze fit-for-purpose-aanpak kunnen onderzoekers datasets efficiënter selecteren en combineren. Nieuwe, gekoppelde datasets kunnen bovendien direct worden gebruikt als geaggregeerde datasets in toepassingen zoals datadashboards, waardoor de informatie sneller en overzichtelijker beschikbaar is voor onderzoek en besluitvorming.

Wat is nog nodig?

Bundeling van kwaliteitscriteria via QUANTUM-labels

Momenteel wordt er gewerkt aan QUANTUM labels in een EU gefinancierd project (zie ook Box 5). Het idee achter QUANTUM-labels is om kwaliteitscriteria voor datasets te standaardiseren en te visualiseren. Denk aan aspecten zoals volledigheid, actualiteit en betrouwbaarheid. Door deze

labels te bundelen, kan een onderzoeker vooraf zien of een dataset voldoet aan de minimale eisen voor zijn vraag, zonder dat hij zelf een uitgebreide kwaliteitsanalyse hoeft te doen.

Voor data hergebruik uit verschillende bronnen zou de kwaliteitsanalyse verder kunnen worden uitgebreid met kwaliteitsinformatie over de samengestelde data set van een nieuw te vormen data cohort. Deze federatieve kwaliteit kan dan bijvoorbeeld iets zeggen over het aantal bruikbare records dat na het bundelen overblijft.

Standaard voor metrics

Voor deze aanpak is een geschikte standaard nodig die bovenop HealthDCAT-AP belangrijke metrics zoals gemiddelden, standaarddeviatie, ontbrekende waarden (missings) en andere data-kwaliteitskenmerken kan beschrijven. Op het eerste gezicht lijkt het RDF Data Cube Vocabulary hiervoor een goede optie, maar dit moet nog nader worden onderzocht.

Standaardisatie van fit-for-purpose toets

De fit-for-purpose-toets is nu vaak maatwerk, maar standaardisatie maakt het proces sneller en transparanter. Het betekent dat er vaste stappen en criteria komen om te beoordelen of een dataset geschikt is voor een specifieke onderzoeksvraag. Dit voorkomt dat projecten stranden omdat cruciale variabelen ontbreken, en bespaart tijd en kosten.

Voor zowel de standaarden voor metrics en de standaarden van de fit-for-purpose is het ook van belang om naar de inzichten⁸ van WP9 van HDAB-NL, dat zich richt op het verbeteren van de kwaliteit van zorgdata, te kijken. Daarin wordt een goed overzicht gegeven van de verschillende aanpakken en standaarden als het gaat om het beoordelen van de kwaliteit van data.

Betere samenwerking tussen datapartijen om volledige patiënttrajecten te reconstrueren

Geen enkele organisatie heeft het volledige beeld van een patiënt. Huisartsen, ziekenhuizen en registraties bezitten elk slechts een deel van de puzzel. Door samenwerking en slimme koppeling van deze gegevens ontstaat een compleet overzicht van het zorgpad. Dit is cruciaal voor onderzoek naar bijvoorbeeld behandeluitkomsten of vroegdiagnostiek, waar losse fragmenten onvoldoende inzicht bieden.

Binnen oncologische registraties wordt bijvoorbeeld vaak waardevolle informatie van de huisarts (of een paramedicus) voorafgaand aan een diagnose gemist. Ook wordt in veel kwaliteitsregistraties en in het Nationaal Kankerregister (NKR) vaak alleen de eerste behandeling vastgelegd. Informatie over recidief, progressie, vervolgbehandelingen en de resultaten daarvan zijn veelal niet beschikbaar of moeten handmatig uit het (EPD) worden gehaald. Inzicht in de volledige patiënt journey levert waardevolle informatie voor patiënten, patiëntenverenigingen, zorgverleners, onderzoekers en beleidsmakers.

Data van de toekomst

Het hergebruik van bestaande gezondheidsdata biedt grote kansen voor onderzoek. In het huidige zorglandschap volgen ontwikkelingen elkaar snel op, en daarom is Real-World Data essentieel om inzicht te krijgen in uitkomsten in de algemene populatie en om de kwaliteit van zorg te evalueren en te verbeteren.

⁸ <https://www.zorgbredecommunity.nl/hdab-nl/hdab-nieuws/3183389.aspx?t=Samenvatting-verslag-%E2%80%98Datakwaliteit-in-Nederland%E2%80%99-nu-beschikbaar->

Toch zijn er beperkingen. Zoals blijkt uit de use cases, kunnen veel onderzoeksvragen nog niet volledig worden beantwoord met de bestaande datasets. Vragen over kwaliteit en beschikbaarheid van zorg vereisen vaak aanvullende data die niet makkelijk uit de huidige EPDs te halen is. Dit komt omdat EPDs primair zijn ontworpen voor zorgverlening, en gegevens vaak niet-gestructureerd in vrije tekstnotities worden vastgelegd.

In de toekomst kunnen gezondheidsdata gestandaardiseerd, betrouwbaar en grotendeels geautomatiseerd aan de bron worden verzameld. Dit vraagt om nationale veranderingen in de manier waarop gegevens in EPDs worden vastgelegd, met aandacht voor het minimaliseren van administratieve werkdruk. Slimme oplossingen, zoals machine learning-modellen die data semi-automatisch extraheren of data uit de zorgtrajecten automatisch registreren, kunnen dit proces ondersteunen.

Investeren in de kwaliteit, verzameling en standaardisatie van gezondheidsdata, gecombineerd met slimme toepassingen, zorgt ervoor dat bestaande data optimaal kunnen worden benut voor de zorg. Tegelijkertijd maakt dit het mogelijk om routinematig, efficiënt en betrouwbaar onderzoek met Real-World Data op nationale schaal uit te voeren, met directe impact op de gezondheidszorg.

Box 5: QUANTUM-label – een label voor datakwaliteit en bruikbaarheid binnen EHDS.

Het QUANTUM initiatief heeft als doel een gemeenschappelijk labelsysteem voor Europa te ontwikkelen dat in alle landen de kwaliteit en bruikbaarheid van datasets beoordeelt en communiceert voor wetenschappelijke en gezondheidsinnovatie. Deze labels stellen onderzoekers, beleidsmakers en zorgprofessionals in staat om hoogwaardige data te herkennen voor onderzoek en besluitvorming.

Voor meer informatie wordt verwezen naar het Europese QUANTUM initiatief (<https://quantumproject.eu/>)

Techniek

Lessen over federatief delen, standaardisatie, privacy

Wat was de les?

Data in de zorg zijn vaak versnipperd. Het koppelen van gegevens tussen verschillende organisaties en verschillende systemen is complex, vooral omdat het waarborgen van privacy en het voldoen aan wet- en regelgeving een grote uitdaging blijft. Federatieve architecturen en slimme privacy georiënteerde technologieën, zoals PETs (zie de definitielijst), bieden hiervoor een veelbelovende oplossing. Ze zorgen ervoor dat data bij de bron blijft, terwijl analyses veilig en betrouwbaar kunnen plaatsvinden. Toch wordt deze aanpak nog niet breed toegepast. Het is alsof we een nieuw, veelbelovend spoor hebben aangelegd, maar de trein rijdt nog niet overal.

Wat is er bereikt?

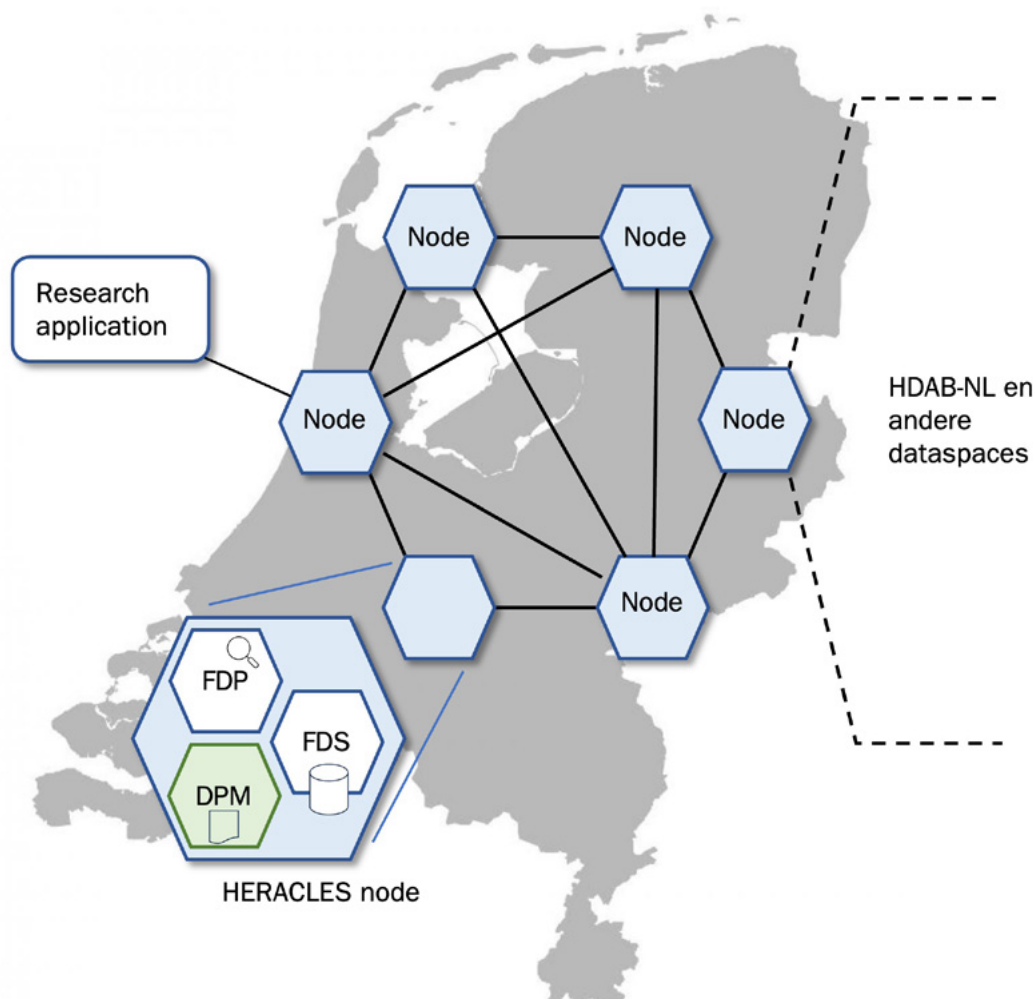
Federatieve dataspace uitgewerkt: data blijft bij de bron

Binnen HERACLES is een federatieve dataspace architectuur uitgewerkt waarin data zoveel mogelijk bij de bron blijft. Deze aanpak zorgt voor data soevereiniteit: elke organisatie behoudt controle over haar

eigen data, terwijl samenwerking mogelijk blijft (zie Box 7). Technisch is dit gerealiseerd door het combineren van International Data Spaces, een afsprakenstelsel voor het delen van data (IDS, zie Box 3) en Privacy Enhancing Technologies (PETs, zie de definitielijst voor meer uitleg), zoals Secure Multi-Party Computation en Federated Learning. Deze technologieën zorgen ervoor dat gevoelige patiëntinformatie niet wordt gedeeld, in plaats daarvan gaan algoritmes naar de data toe, of worden alleen versleutelde of geaggregeerde resultaten worden gedeeld. Zo wordt *privacy by design* gewaarborgd en kunnen partijen toch gezamenlijk inzichten genereren. De voordelen zijn groot: 1. data blijft bij de bron waardoor privacy en controle gewaarborgd zijn en het risico op datalekken afneemt (zie dit als branddeuren in een groot gebouw), 2. meerdere partijen kunnen samenwerken zonder ingewikkelde dataoverdrachten wat de schaalbaarheid vergroot, en 3. elke transactie is transparant en controleerbaar zodat deze voldoet aan wet- en regelgeving. Bovendien is de HERACLES infrastructuur **vendor-agnostisch**, wat betekent dat meerdere technologieaanbieders op deze structuur kunnen aansluiten. Dit voorkomt afhankelijkheid van één leverancier en maakt het systeem flexibel en toekomstbestendig (zie Figuur 4 voor de opzet van een HERACLES node).

FAIR Data Points en Stations opgezet

Het HERACLES project bouwt voort op de Juridische, Organisatorische en Technische bouwblokken zoals beschreven in de Blueprint van het Europese Data Space Support Centre (DSSC) initiatief. Deze bouwblokken zijn verder uitgewerkt, rekening houdend met de Europese wetgeving en richtlijnen en ook met de situatie in Nederland.



Figuur 4: Overzicht van een HERACLES node, inclusief een FAIR Data Point (FDP), FAIR Data Station (FDS) en Data Permit Management (DPM).

De in HERACLES ontwikkelde software is open source en zal ook na het project actief worden door ontwikkeld omdat het ook gebruikt gaat worden in andere projecten zoals bijvoorbeeld Health AI Ned fase 2. Het implementeren van een lerend gezondheidssysteem is in de eerste plaats een organisatorisch en juridische uitdaging, en als de contouren duidelijk zijn waarbinnen zo'n systeem kan opereren is er uiteindelijk ook een technische infrastructuur nodig die gebaseerd is op de FAIR principes. De F in FAIR is van "Findable" en staat voor de mogelijkheid om te kunnen ontdekken welke gegevens beschikbaar zijn en welke daarvan geschikt zijn voor een specifiek type onderzoek. In het HERACLES project is niet alleen een generieke architectuur basis neergelegd gebaseerd op de laatste standaarden voor dataspace's maar vooral ook een specifieke software component ontwikkeld om het vindbaar maken van gegevens te ondersteunen: het FAIR Data Point.

Een FAIR Data Point is een catalogus waarin gegevens over beschikbare datasets kunnen worden opgeslagen en worden geraadpleegd. Een concept dat al bestond voor het HERACLES project. In HERACLES zijn daar twee essentiële aspecten aan toegevoegd: een gestructureerde methode om de data doeltreffender te beschrijven en technische standaarden om samenwerking met andere catalogussen in Nederland en daarbuiten mogelijk te maken. Dat laatste is een belangrijke stap voorwaarts om op te schalen en snel over meer overzicht te kunnen beschikken.

In eerste instantie lag de nadruk op het gedetailleerd beschrijven van datasets en databronnen. Gaandeweg werd duidelijk dat vooral de context van de data meerwaarde oplevert. De EHDS schrijft voor dat kern metadata wordt vastgelegd, zoals de datahouder, het domein, de geografische dekking en de toegangs- en gebruiksvoorwaarden (zoals ook vereist in HealthDCAT-AP). Daarnaast helpt het om ook de kwaliteit en bruikbaarheid van datasets te beschrijven. Kwaliteit gaat over representatie, volledigheid, nauwkeurigheid, meetniveaus, codering, herkomst en bewerkingsgeschiedenis. Bruikbaarheid betreft doelgeschiktheid, aanwezigheid van koppelsleutels, en de beschikbaarheid van documentatie zoals gegevensbeschrijvingen (data-dictionaries) en codeboeken. Deze informatie zorgt voor transparantie, maakt datasets vergelijkbaar en maakt het mogelijk om snel een shortlist van geschikte bronnen op te stellen. Zo wordt voorkomen dat tijd verloren gaat aan aanvragen voor data die uiteindelijk onbruikbaar blijkt.

De uitgebreide context die vast is gelegd in het HERACLES FAIR Data Point bevat ook een juridisch onderdeel, waarin per dataset de voorwaarden en condities zijn opgenomen. Verder is het QUANTUM-label (zie boven) opgenomen als gestandaardiseerde indicatie van datakwaliteit. Tot slot is de technische structuur van het HERACLES FDP vastgelegd met HealthDCAT-AP, de Europese standaard die de interoperabiliteit van medische gegevens bevordert

PETs en SPEs geïntegreerd voor veilige analyse

Box 6: Secure Processing Environments

In EHDS is een Secure Processing Environment (SPE) gedefinieerd als een gecontroleerde digitale omgeving waarin toegang tot elektronische gezondheidsdata voor secundair gebruik uitsluitend wordt verleend op basis van een officiële Data Permit (toegangstoestemming).

Deze omgeving moet voldoen aan strikte technische en organisatorische beveiligingsmaatregelen, evenals aan eisen voor interoperabiliteit tussen systemen. Binnen de SPE hebben alleen de personen die in de vergunning zijn genoemd toegang. Toegang wordt geregeld via authenticatie en autorisatie, en alle handelingen moeten worden gelogd en onderworpen aan toezicht op naleving van de vastgestelde veiligheidsmaatregelen.

Binnen het HERACLES-project hebben SURF en Linksight getest of een infrastructuur gebaseerd, op privacy verhogende technieken zoals Multi-Party Computation (MPC) en Federated Learning (FL), in de SURF Research Cloud gerealiseerd kan worden. Deze tests hebben aangetoond dat met het combineren van PETs en SURF Research Cloud-infrastructuur een Secure Processing Environment (SPE) ook in de Cloud mogelijk is. Hierbij is SURF geclassificeerd als een trusted en neutrale service provider wat een belangrijk aspect is voor digitale soevereiniteit c.q. het niet afhankelijk hoeven zijn van buitenlandse Tech bedrijven.

Op dit moment is Linksight beschikbaar als catalogus item in de SURF Research Cloud, waardoor het een direct inzetbare oplossing is voor onderzoekers, inclusief die in publiek-private samenwerkingen.

Door aansluiting te zoeken bij Europese standaarden en initiatieven wordt grensoverschrijdende samenwerking en datagebruik in de Cloud mogelijk. Voorbeelden van dergelijke initiatieven zijn EOSC (de European Open Science Cloud) en de Health Data Space (EHDS, HDAB-NL). EOSC is een Europees kader waarbinnen nationale infrastructuren zoals SURF kunnen opereren in een gefedereerd, interoperabel ecosysteem gebaseerd op gedeelde standaarden en protocollen. HDAB-NL richt zich op het specifieke domein van gezondheidsdata en ontwikkelt governance, infrastructuur en standaarden binnen Nederland voor het veilige secundaire gebruik van gezondheidsdata, in samenhang met Europese kaders zoals EHDS.

Noot:

Belangrijk om te vermelden is dat onderzoekers gratis gebruik kunnen maken van rekentijd: via de call for proposals Computing Time on National Computer Facilities 2025 kunnen onderzoekers en onderzoeksgroepen toegang krijgen tot rekentijd en bijbehorende dataservices en expertise die door SURF worden aangeboden (zie NWO-call⁹).

Wat is nog nodig?

Structurele opname van PETs in HDAB-standaarden

Privacy Enhancing Technologies zoals Secure Multi-Party Computation en Federated Learning zijn bewezen. Deze standaarden moeten nu structureel worden ingebed in de HDAB-standaarden en de TEHDAS-richtlijnen. Dit is essentieel om datasamenwerkingen met gevoelige gegevens mogelijk te maken op een manier die privacy-by-design waarborgt. Zo wordt privacy niet langer afhankelijk van losse projecten, maar een vast onderdeel van het nationale kader, waardoor een centrale oplossing overbodig wordt

Standaardisatie van pseudo-BSN voor betere koppeling

Voor het reconstrueren van volledige patiënttrajecten is een betrouwbare koppelsleutel noodzakelijk. Een gestandaardiseerde pseudo-of versleutelde BSN maakt veilige koppeling mogelijk zonder privacy te schenden en voorkomt versnippering van zorgdata. Dit wordt wettelijk mogelijk gemaakt en is in de praktijk nu al uitvoerbaar via oplossingen van onder andere ZorgTTP, die veilige pseudonimisering en koppeling faciliteert.

⁹ <https://www.nwo.nl/en/calls/computing-time-on-national-computing-facilities>

Invulling van Secure Processing Environments (SPE) en Data Permits

HERACLES heeft in de Cloud een catalogus gerealiseerd op basis van de SPE-principes. Deze moet verder worden doorontwikkeld in afwachting van de definitieve specificaties voor Data Permits (DP) en de EHDS Data Access Application Management Systems (DAAMS), waar een SPE mee moet kunnen werken. Deze catalogus kan nu dienen als praktische optie om te valideren binnen de kaders voor SPE's en Data Permits die door HDAB worden ontwikkeld.

Box 7: Wat is data soevereiniteit?

Organisaties behouden controle over hun eigen data, ook bij samenwerking.

Data soevereiniteit is de garantie dat de datahouder volledige controle houdt over de toegang tot en het gebruik van zijn/haar data. Door recente geopolitieke verschuivingen is deze controle belangrijker dan ooit geworden om strategische autonomie te behouden, risico's van buitenlandse beïnvloeding te beperken en publieke waarden te beschermen. Tegelijk maakt het gecontroleerd, betrouwbaar en veilig datadelen mogelijk binnen Europese kaders zoals de EHDS.

Governance en organisatie

Samengevoegde lessen: toegang, rollen, harmonisatie, aanvraagprocedures

Wat was de les?

Governance rond secundair gebruik van gezondheidsdata is vaak te generiek of juist te rigide. Rollen en verantwoordelijkheden zijn onduidelijk en aanvraagprocedures verschillen sterk per organisatie. Door de strenge wet- en regelgeving rondom medische gegevens is elke data-aanvraag momenteel maatwerk, wat leidt tot vertraging en onzekerheid bij onderzoekers en datahouders. Europese initiatieven zoals TEHDAS en nationale kaders zoals HDAB benadrukken dat governance niet alleen juridisch sluitend, maar ook praktisch uitvoerbaar en transparant moet zijn. Een dataspace vormt hierin een veelbelovende ontwikkeling: het laat zien dat een deel van dit proces effectief kan worden gestandaardiseerd en biedt bouwstenen voor gestructureerde data-uitwisseling, voortbouwend op ervaringen uit andere sectoren. Binnen een dataspace zijn afspraken nodig over delen van data, niveaus van aanvragen en granulariteit van toegang en beoordeling.

Wat is er bereikt?

Heldere rolverdeling en data soevereiniteit geborgd

Binnen HERACLES wordt een heldere rolverdeling toegepast voor het delen van data. Datahouders, dataconsumenten en het governance board hebben ieder expliciete verantwoordelijkheden in zowel de aanvraagprocedure als het beheer van het systeem. Deze duidelijke scheiding van rollen, gecombineerd met transparante en continue controles gedurende het gehele proces, waarborgt dat data soevereiniteit behouden blijft. Zo kunnen data veilig en conform de EHDS- en FAIR-principes worden gedeeld, terwijl de verantwoordelijkheid en beslissingsmacht altijd bij de juiste actor ligt.

Governance bevat onboarding en incentive-structuren.

Voor het onboarden van datahouders is een proces ontwikkeld in vijf stappen.

- Stap 1: De datahouder meldt zich aan bij de HERACLES Governance Board
- Stap 2: De HERACLES Governance Board beoordeelt de aanvraag middels gestandaardiseerde criteria.
- Stap 3: Als de aanvraag is goedgekeurd wordt technische documentatie beschikbaar gesteld (of aangeboden) om de onboarding op de dataspace te kunnen realiseren.
- Stap 4: Vullen van de catalogus door de datahouder, die aangeeft volgens de vastgestelde metadata standaard welke data beschikbaar is voor dataconsumenten.
- Stap 5: Opstellen van de aanvraag criteria die dataconsumenten moeten hebben om de data producten van de datahouder te kunnen ontsluiten.

Wat is nog nodig?

Graduele toegangsniveaus per actor

In HERACLES is aangetoond dat niet iedereen dezelfde toegang tot data nodig heeft. Onderzoekers, zorgverleners en patiënten hebben verschillende informatiebehoeften. Door een model met graduele toegangsniveaus te hanteren, kunnen rechten nauwkeurig worden afgestemd, waardoor governance flexibeler en efficiënter wordt.

Slimme contracten en audittrails

Door het gebruik van (machine-readable) adaptieve contracten en automatische logging van transacties is compliance-by-design haalbaar. Dit zorgt voor continu toezicht en transparantie, in lijn met Europese discussies zoals bij TEHDAS, en reduceert de noodzaak voor handmatige controles.

Structurele inbedding in managementlagen van zorginstellingen

Governance werkt alleen wanneer deze is ingebed in de organisatie. Betrokkenheid van bestuur en IT-management, naast onderzoekers, is essentieel om beleid en processen duurzaam te verankeren. Voor de implementatie van Privacy-Enhancing Technologies (PET) zijn al praktische handleidingen beschikbaar, zoals de reisgids voor PET implementatie in de zorg.¹⁰

Samenwerkingen en initiatieven

Samengevoegde lessen: samenwerking en level playing field

Wat was de les?

Zonder samenwerking en het opzetten van spelregels blijft de potentie van dataspaces beperkt. Samenwerking is essentieel, maar vraagt om duidelijke incentives. Er zijn bij wet heldere randvoorwaarden waar het delen van gezondheidsdata aan moet voldoen voor secundair gebruik. De door HERACLES opgeleverde componenten kunnen helpen om deze processen veiliger en efficiënter te maken. Voor het secundair gebruik van data zien we dat de partijen die de data moeten verzamelen, bijvoorbeeld professionals in het primaire zorgveld, de meeste kosten en lasten hebben. De dataconsumenten halen vrijwel direct voordeel uit de gedeelde data, omdat ze bijvoorbeeld hun

¹⁰ <https://repository.tno.nl/SingleDoc?find=UID%20778c0f54-353f-4ff5-964f-f6212c99df9a>

onderzoek kunnen doen. De onderzoeken op medisch gebied zijn nuttig voor de professionals in het zorgveld, al is de termijn waarop dat gebeurt lang (vaak 5 tot 10 jaar). Dat betekent dat er goed gekeken moet worden naar de incentives van de verschillende deelnemers en hun bijbehorende rollen in de dataspace. Als deze onbalans in kosten en opbrengsten niet wordt geadresseerd, wordt het lastiger om datahouders te motiveren deel te nemen in de dataspace.

Een gebalanceerde dataspace vereist een stack van hardware en allerlei software lagen. Verschillende (commerciële) partijen in Nederland innoveren hierop. Echter ontbreekt het aan een visie omtrent een level playing field voor services op dit vlak, waardoor het risico ontstaat dat er uiteindelijk maar 1 grote partij monopolist gaat worden voor deze dataspace.

Inzicht uit andere initiatieven

HERACLES is niet het eerst project dat probeert om data op een veilige manier te benutten. In het rapport getiteld A National Data Library: the modular approach van het succesvolle OpenSafely project wordt zoals de titel al doet vermoeden gepleit voor een modulaire aanpak als het gaat om het benutten van gezondheidsdata. De belangrijkste aanbevelingen vanuit OpenSafely zijn: 1) bouw een federatief systeem, een netwerk van verbonden datacentra waarbij ruwe data op hun oorspronkelijke locatie kan blijven en 2) bouw een netwerk van op zichzelf staande diensten die in een platform worden samengevoegd in plaats van alle taken aan een 'monolithische' leveringsorganisatie te geven. Dit is ook precies de ervaring van HERACLES: de problemen die we zijn tegengekomen kunnen alleen worden aangepakt in een relatief klein data ecosysteem dat gefocust is op een subdomein van de zorg. Zoals oncologie in het geval van HERACLES. Op deze manier kunnen goede afspraken worden gemaakt tussen de verschillende dataholders. Dit is vooral belangrijk als er datasets van verschillende dataholders moeten worden gekoppeld.

Wat is nog nodig?

Harmonisatie van technische interfaces en protocollen

Federatieve architecturen werken alleen als systemen dezelfde taal spreken. HERACLES liet zien dat koppeling nu nog maatwerk is. Uniforme interfaces en protocollen binnen HDAB en Health-RI zijn nodig om schaalbaarheid en interoperabiliteit te realiseren.

Onboarding journeys en incentives

Voordat organisaties zich aanmelden als datahouder in een dataspace, doorlopen zij intern een besluitvormingsproces over de redenen voor deelname. Dit proces verschilt per rol en vraagt om duidelijke onboarding journeys die inzicht geven in verantwoordelijkheden, compliance en technische vereisten. Daarnaast is een concrete incentive nodig, zodat partijen niet alleen voldoen aan governance-eisen, maar ook direct ervaren welke waarde deelname oplevert.

Visie level playing field

De visie over een level playing field voor de gebalanceerd systeem voor de Nederlandse health dataspace zou moeten worden uitgewerkt, onder regie van VWS. Het is van belang dat oplossingen onafhankelijk (technologie-agnostisch) zijn van specifieke technologieën of leveranciers, zodat iedereen gelijkwaardig kan deelnemen.

Databeschikbaarheid en kwaliteit

Thema	Bereikt/Inzicht	Advies
Kwaliteit van data	De kwaliteit van brondata varieert sterk en moet altijd worden beoordeeld in functie van het doel.	Bundel kwaliteitscriteria via QUANTUM-labels en FAIR Data Points voor data-hergebruik.
Compleetheid & interpretatie	Het combineren van data-bronnen vraagt om een 'fit-for-purpose'-toets en betrokkenheid van data stewards en domeinexperts.	Implementeer een standaard 'fit-for-purpose'-toets bij data-aanvragen, inclusief analyse van overlap tussen databronnen.

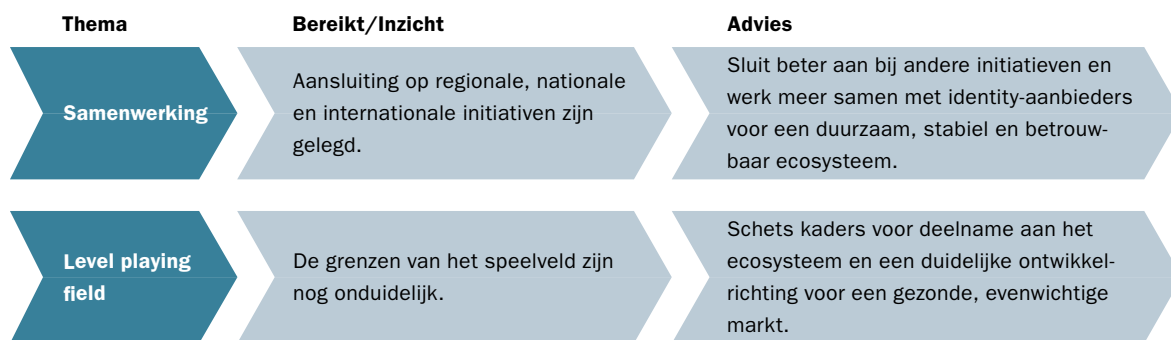
Techniek

Thema	Bereikt/Inzicht	Advies
Federatief gelinkt	Techniek maakt verbinding mogelijk met behoudt van soevereiniteit.	Gebruik federatieve/decentrale architectuur voor een schaalbare oplossing.
Standaardisatie en privacy	Dataspace-standaarden en PET technologie gaan hand in hand voor veiliger en betrouwbaarder datahergebruik.	Leg PET-gebruik structureel vast in HDAB-standaarden. De toekomst van SPEs is federatief.

Governance en organisatie

Thema	Bereikt/Inzicht	Advies
Flexibele toegang & rollen	Momenteel ligt er veel verantwoordelijkheid en lasten bij datahouders.	Richt een gebalanceerd governance board in dat voorkomt dat verantwoordelijkheid bij datahouders blijft hangen.
Gebruik van data spaces	TEHDAS uitwerking nog in ontwikkeling, HERACLES gaat al richting een 'Living Lab'.	Gebruik HERACLES als 'Living Lab' voor nationale frontrunner, waarin zoveel mogelijk op een machine-readable manier wordt geautomatiseerd.
Draagvlak & organisatie-betrokkenheid	Nederland loopt achter op data-beschikbaarheid voor innovatie door versnippering.	Maak het waarde-perspectief expliciet als incentive en kom datahouders tegemoet per deelsector.
Harmonisatie & standaarden	Het ontwikkelde technische en governance-model maakt FAIR en privacy-vriendelijke data-analyse mogelijk.	Gebruik FAIR Data Point en Data Station als bouwblokken voor HDAB.
Gestroomlijnde data-aanvraag	De geharmoniseerde aanvraagprocedures zijn af te stemmen op type vragen.	Ontwikkel adaptieve contracten voor dataspace-communities, koppel deze aan de aanvraagprocedures voor transparantie en traceerbaarheid.

Samenwerking en initiatieven



Figuur 5: Stroomdiagram met per thema een korte samenvatting van de bereikte resultaten, verkregen inzichten en bijbehorende adviezen. In de bijlage is de toelichting per advies te vinden.

5. Conclusie & Oproep

Het HERACLES project voerde ons langs grote bewegingen in de zorg. Van kantelpunten en patiëntenreizen tot FAIR datagebruik, Multi-Party Computation en European Health Data Spaces. Soms ging het met volle vaart vooruit, soms langzaam omhoog - het traject voelde geregeld als een achtbaan waarin tempo, richting en balans steeds opnieuw moesten worden gevonden. Juist die afwisseling maakte het project scherp en leerzaam. Ondanks (of dankzij) de complexiteit leverde HERACLES waardevolle inzichten en concrete resultaten op. De rit zit erop. De conclusie is helder: tijd voor actie.

Oproep aan HDAB-NL: start met Living Labs

Om praktische blokkades bij het hergebruik van medische data voor onderzoek weg te nemen, is het essentieel om kennis te nemen van concrete problemen uit de praktijk. Daarom wordt geadviseerd om meer gebruik te maken van **"Living Labs"**: realistische praktijkomgevingen waarin innovatieve oplossingen samen met eindgebruikers worden ontwikkeld, getest en verbeterd. Zo kunnen ook de medisch prangende vragen waarvoor innovatieve oplossingen nodig zijn, opgepakt worden. In deze labs komen zorg, technologie en onderzoek continu samen, waardoor nieuwe inzichten direct beschikbaar en toepasbaar zijn en processen steeds verder worden verbeterd. HERACLES is een goed voorbeeld van zo'n aanpak: het is het pilotproject waarin de technische innovatie hand in hand ging met urgente vragen in de zorgpraktijk, d.w.z. in publiek-privaat samenwerking in use cases met de voeten in de klei. Hoewel HERACLES nog in ontwikkeling is en niet formeel als Living Lab is ingericht, laat het project zien hoe deze werkwijze in de praktijk vorm kan krijgen. Het biedt een innovatieve, veilige en schaalbare infrastructuur voor datadeling, waarmee zowel onderzoekers als zorgverleners in een gecontroleerde setting kunnen toetsen, nieuwe inzichten verwerven en leren.

Oproep aan HDAB-NL: werk op een data-centrische, federatieve/decentrale wijze

Door protocollen te standaardiseren (organisatorisch, semantisch en technisch) kunnen applicaties losgekoppeld worden. Dit maakt oplossingen beter schaalbaar en geeft datahouders meer controle over toegang tot data (data soevereiniteit). Deze harmonisatie leidt tot een federatieve infrastructuur op nationaal en Europees niveau. Het is belangrijk om te beseffen dat verschillende doelen - zoals zorgverlening, onderzoek en facturering - elk hun eigen eisen stellen aan de datakwaliteit. Om de kwaliteit te beoordelen, wordt geadviseerd een **'fit-for-purpose'**-toets uit te voeren, samen met een data steward en een domeinexpert. Binnen HERACLES is deze data-centrische en federatieve werkwijze in de praktijk gevalideerd binnen concrete oncologische use cases.

Oproep aan VWS: De weg naar duurzame data-toegang is d.m.v. coördinatie, incentives en coöperatieve businessmodellen

Vraagstukken in de zorg zijn urgent en technologie en kennis zijn beschikbaar – wat nodig is: leiderschap en coördinatie.

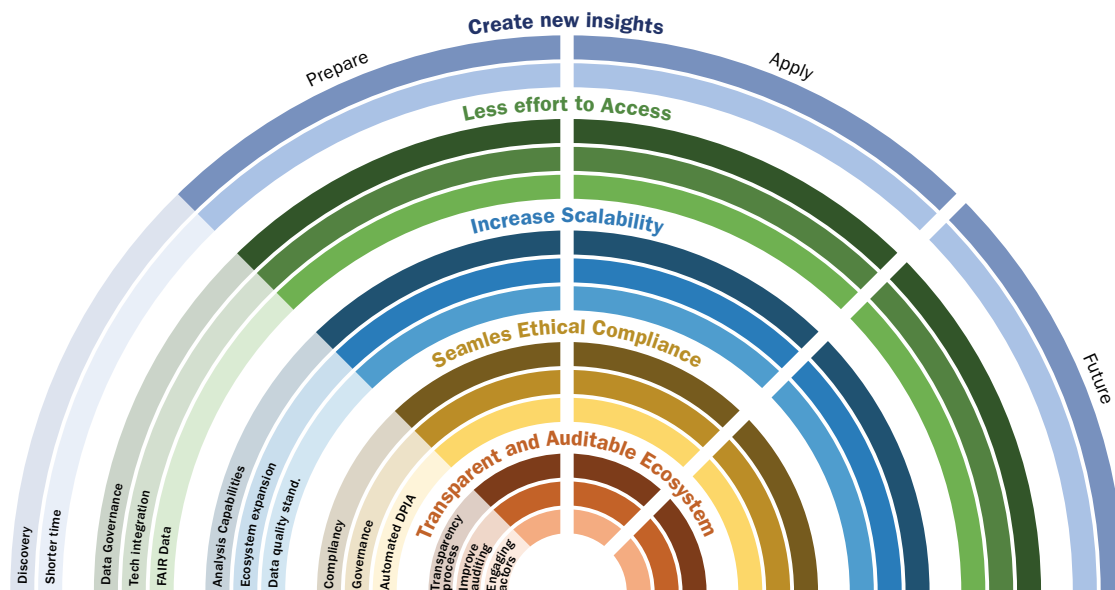
Door duidelijkheid te geven over de gewenste ontwikkelrichting kunnen de betrokken (publieke en private) partijen zich eerder inzetten en beter meehelpen om de toegang tot data voor secundair gebruik te verbeteren.

Daarvoor moet een "**Level playing field**" worden gecreëerd, gebaseerd op een waarde-netwerk waarin het duidelijk is wat de incentives zijn om deel te nemen. Samenwerking tussen publieke en private partijen is nodig voor een stabiele en duurzame oplossing. Publieke partijen zorgen voor vertrouwen en regels, private partijen voor innovatie, snelheid en schaalbaarheid. Alleen samen ontstaat een stabiel systeem waarin iedereen voordeel heeft.

HERACLES toont de route: veilig en schaalbaar datadelen. Dit leidt tot meer beschikbare data en meer informatie over de kwaliteit daarvan. Daarnaast laat HERACLES zien dat de lasten in termen van administratie en doorlooptijden voor de toegang tot data kunnen worden verlicht. Voor coördinatie en regie op vraagstukken kan ook een op te stellen **kennisagenda** richting geven. Hiermee kunnen de urgente inhoudelijke en technische vraagstukken die innovatieve oplossingen vergen, geagendeerd worden en gestructureerd uitgewerkt worden met meerdere partijen (publiek-privaat vanuit hun rol) en binnen beschikbare budgetten in het land.

“Bouw mee aan een federatief zorgnetwerk waarin data werkt voor iedereen en waarmee urgente vragen uit de praktijk, die innovatieve oplossingen vereisen, worden aangepakt.”

Bijlage - Impactradar



Figuur 6: Radar voor het bouwen aan een lerend zorgsysteem.

Bijlage - Toelichting samenvattend advies (Figuur 5)

Kwaliteit van data: Bundel kwaliteitscriteria via QUANTUM-labels (van EU project, uitgelegd in Box 5) en FAIR Data Points (van HERACLES, verder uitgelegd in 'Wat is bereikt' bij de techniek) om consistentie en transparantie te waarborgen.

Een essentieel onderdeel van kwaliteit is data-extractie. De EHDS biedt kansen om onderzoek met (real-world) data betrouwbaar, schaalbaar en zorgvuldig op te zetten in de toekomst. Dat vereist echter dat er niet alleen aandacht is voor de technische, privacy of juridische aspecten van het koppelen van data, maar ook voor de data en de manier van data verzamelen zelf. Het investeren in maatwerk technische algoritmes om een aantal kern-variabelen te extraheren gaat daarbij essentieel zijn, zonder de administratie last van de zorg vergroten.

Compleetheid & interpretatie: Voer standaard een 'fit-for-purpose'-toets uit bij elke data-aanvraag, zodat vooraf wordt beoordeeld of gecombineerde datasets bruikbaar zijn. Besteed daarbij aandacht aan de omvang van de dataset na koppeling, bijvoorbeeld met een Venn-diagram dat de overlap tussen datasets visualiseert. Combinatie kan immers leiden tot aanzienlijk dataverlies. Maak deze informatie bij voorkeur zichtbaar in de data-catalogus van de HDAB. Betrek in dit evaluatieproces altijd de data steward en de domeinexpert van de betrokken databronnen

Federatief gelinkt: Gebruik een federatieve/decentrale architectuur binnen HDAB. Dit betekent dat data bij de bron blijft en analyses via veilige protocollen plaatsvinden, in plaats van centrale opslag. Deze aanpak vergroot privacy, schaalbaarheid en flexibiliteit. Het biedt datahouders controle over hun eigen data en maakt samenwerking mogelijk zonder complexe overdrachten. Federatief werken sluit aan bij EHDS-principes en is essentieel om een toekomstbestendig ecosysteem te realiseren.

Standaardisatie & privacy: Leg het gebruik van PETs structureel vast in HDAB-standaarden. PETs zoals Secure Multi-Party Computation en Federated Learning zorgen ervoor dat gevoelige data niet gedeeld hoeft te worden, maar toch bruikbaar is voor analyses. Dit maakt privacy-by-design niet afhankelijk van losse projecten, maar een vast onderdeel van het nationale kader. De toekomst van Secure Processing Environments (SPEs) is federatief. SPEs moeten niet alleen veilige omgevingen bieden, maar ook interoperabel zijn met federatieve architecturen. Dit voorkomt vendor lock-in en maakt grensoverschrijdende samenwerking mogelijk.

Flexibele toegang & rollen: Richt een evenwichtig governance board in met vertegenwoordiging van medisch, juridisch en technisch experts, inclusief patiënten. Dit bevordert transparantie, vertrouwen en een voorspelbaar proces. Het governance board heeft niet alleen de taak om toezicht te houden, maar ook om datahouders te ontlasten en hen ruimte te geven om goed bij te dragen, in plaats van vooral extra regels en verantwoordelijkheden op te leggen. Hoe dit concreet vorm krijgt, vraagt nog om verdere uitwerking, bijvoorbeeld via standaardprocessen, centrale ondersteuning en automatisering.

Gebruik van dataspace: Gebruik HERACLES als 'Living Lab' om te laten zien hoe privacy-vriendelijk datadelen werkt. Automatiseer zoveel mogelijk processen, zoals toegang, verificatie en logging. Dit maakt het ecosysteem schaalbaar en herhaalbaar, en vermindert handmatig werk.

Draagvlak & organisatiebetrokkenheid: Maak het waarde-perspectief expliciet als incentive en bied maatwerk per deelsector. Datahouders zijn vaak terughoudend door hoge lasten en beperkte voordelen. Laat daarom zien welke waarde deelname oplevert, zoals betere onderzoeksresultaten of kwaliteitsverbetering in zorgprocessen. Tegelijk vraagt dit om sector-specifieke incentives en praktische ontzorging, bijvoorbeeld via standaardcontracten en technische ondersteuning.

Harmonisatie & standaarden: Gebruik FAIR Data Points en FAIR Data Stations als bouwblokken voor HDAB. Deze zorgen voor gestandaardiseerde metadata, interoperabiliteit en privacy-by-design. Combineer dit met slimme contracten (machine-leesbare voorwaarden) om consistentie en compliance te borgen. Hoe minder maatwerk, hoe robuuster en herhaalbaarder het systeem.

Gestroomlijnde data-aanvraag: Ontwikkel adaptieve contracten die automatisch rechten, beperkingen en gebruiksdoelen vastleggen. Koppel deze direct aan aanvraagprocedures en voeg een audittrail toe voor continue transparantie: wie krijgt toegang, wanneer en waarom. Dit versterkt naleving van EHDS- en HDAB-richtlijnen zonder extra papierwerk.

Samenwerking: Voor een stabiel ecosysteem is het cruciaal om verder te kijken dan datahouders en onderzoekers. Identity-aanbieders (zoals partijen die authenticatie en autorisatie verzorgen) moeten nog structureel worden betrokken. Zij vormen de basis voor veilige toegang en betrouwbare identificatie van gebruikers binnen een federatieve dataspace. Dit voorkomt versnippering en maakt schaalbare, compliant samenwerking mogelijk. Daarbij is de samenwerking met andere (regionale, nationale en Europese) initiatieven van groot belang.

Level playing field: Het speelveld voor datadelen is nog in ontwikkeling. Om richting te geven, moeten heldere kaders voor deelname worden opgesteld: wie kunnen bijdragen, onder welke voorwaarden, en welke verantwoordelijkheden horen daarbij? Daarnaast is het belangrijk om een ontwikkelrichting voor een evenwichtige markt te schetsen, waarin publieke en private partijen

samenwerken op basis van transparante spelregels, interoperabele standaarden en een gelijk speelveld. Dit voorkomt monopolievorming en stimuleert innovatie.

Bijlage - Definitielijst

Term	Uitleg
Data Permit Management application (DPM)	Dit is een kerncomponent van de HERACLES-infrastructuur die het proces ondersteunt om een Data Permit (data contract) op te stellen, te onderhandelen en goed te keuren. Een Data Permit beschrijft de voorwaarden waaronder data gebruikt mag worden voor een specifiek onderzoeksdoel. Het DPM-systeem zorgt ervoor dat alle betrokken stakeholders (onderzoekers, dataproviders, governance board) en is in functionaliteit vergelijkbaar met Data Access Application Management Systems binnen de EHDS.
Dataspaces	Een gedistribueerde omgeving waarin organisaties data delen en gebruiken volgens gezamenlijke afspraken, standaarden en governance, zonder dat data centraal wordt opgeslagen. Het combineert technologie, afspraken en vertrouwen om samenwerking mogelijk te maken, terwijl data bij de bron blijft.
HealthDCAT-AP	Een standaard voor het beschrijven van datasets in de gezondheidszorg, zodat ze vindbaar en deelbaar zijn binnen en tussen organisaties
European Health Data Space (EHDS)	Europese regelgeving die veilige toegang en hergebruik van gezondheidsdata mogelijk maakt, met sterke rechten voor burgers en een geharmoniseerd kader voor innovatie en zorg.
FAIR Data Points	Een service die metadata en data beschikbaar maakt volgens de FAIR-principes (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Het biedt een gestandaardiseerde manier om datasets te publiceren en te ontsluiten, zodat ze vindbaar en herbruikbaar zijn binnen een data-ecosysteem.
FAIR Data Stations	Een infrastructuurcomponent die onderzoekers helpt om data volgens de FAIR-principes (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) te beheren en te publiceren. Het biedt tools en services om datasets en metadata op een gestandaardiseerde manier beschikbaar te maken, zodat ze eenvoudig vindbaar en herbruikbaar zijn binnen een data-ecosysteem.
FAIR-principes	Findable: Data moet goed vindbaar zijn via duidelijke metadata en identificatie.

Term	Uitleg
Gedecentraliseerde data-infrastructuur	Een gedecentraliseerde data-infrastructuur betekent dat data niet op één centrale plek wordt opgeslagen, maar verspreid over meerdere locaties of systemen, waarbij samenwerking mogelijk is zonder dat gegevens fysiek worden gedeeld.
Health Data Access Body (HDAB)	Een nationale instantie die veilige en gereguleerde toegang tot gezondheidsdata voor secundair gebruik mogelijk maakt binnen het Europese Health Data Space.
Living lab	Een onderzoeksomgeving waarin innovatieve oplossingen samen met eindgebruikers in een realistische praktijksetting worden ontwikkeld, getest en verbeterd. Het combineert wetenschap, technologie en dagelijks gebruik, zodat onderzoek en praktijk elkaar continu voeden.
Patient Journeys	Beschrijft de volledige route die een patiënt doorloopt binnen het zorgproces: van eerste klachten en diagnose tot behandeling, nazorg en eventueel langdurige follow-up. Het helpt om ervaringen, knelpunten en behoeften van patiënten inzichtelijk te maken en zorgprocessen beter af te stemmen op hun perspectief.
Privacy enhancing technologies (PET)	Zijn methoden en tools die het mogelijk maken om data te gebruiken en analyseren zonder privacy in gevaar te brengen. De Algemene Inlichtingen- en Veiligheidsdienst (AIVD) biedt hier ¹¹ een overzicht van verschillende PETs en geeft aan in welke situaties welke techniek het overwegen waard is.
QUANTUM-labels	Zijn EU-standaarden die aangeven hoe kwalitatief en bruikbaar een gezondheidsdataset is, zodat secundair gebruik veilig en effectief kan plaatsvinden.
RDF Data Cube Vocabulary	Een technische standaard voor het beschrijven van statistische gegevens en metrics, zoals gemiddelden, standaarddeviatie en ontbrekende waarden. Hiermee kunnen datasets beter geanalyseerd en gecombineerd worden.
Secure Processing Environment (SPE)	Een gecontroleerde digitale omgeving waarin toegang tot elektronische gezondheidsdata voor secundair gebruik uitsluitend wordt verleend op basis van een officiële Data Permit (toegangstoestemming)
Trusted Health Data Holders (THDH)	Een organisatie die door EU-lidstaten is aangewezen op basis van hun capaciteit om een veilige verwerkingsomgeving te bieden, expertise in databeheer te demonstreren en specifieke garanties met betrekking tot de verwerking van gezondheidsgegevens te bieden

11 <https://www.aivd.nl/documenten/publicaties/2025/11/17/databescherming-met-privacy-enhancing-technologies>

Colofon

Hoofdauteurs:

- Andre Boorsma (TNO)
- Erik Cornelisse (TNO)
- Jildau Bouwman (TNO)
- Sarah van Drumpt (TNO)

Met dank aan:

- Andries Stam (Almende)
- Zahra Sedghi (Almende)
- Jan Pander (AstraZeneca)
- Jurgen Piek (Catharina ziekenhuis)
- Stefanie Aarts (CZ)
- Willem Willems (CZ)
- Anouk Eijkelboom (IKNL)
- Brigitte Gijzen (IKNL)
- Dimitris Katsimpokis (IKNL)
- Gijs Geleijnse (IKNL)
- Hans Wenzel (IKNL)
- Maaïke van der Aa (IKNL)
- Pauline Vissers (IKNL)
- Jutta Hartkoorn-Pasma (Janssen)
- Sander Dalhuisen (Janssen)
- Ton Peters (Janssen)
- Zarina Lalmahomed (Janssen)
- Maarten Everts (Linksight)
- Martine van de Gaar (Linksight)
- Carolien Schipper (Stichting Olijf)
- Ester Olthof (Stichting Olijf)
- Josine Kuiper (PHARMO Institute)
- Ron Herings (PHARMO Institute)
- Henk Schers (Radboudumc)
- Janneke Walraven (Radboudumc)
- Merle Bootsma (Radboudumc)
- Michel van den Heuvel (Radboudumc)
- Nelleke Ottevanger (Radboudumc)
- Olga Schuurbijs (Radboudumc)
- Celine van de Laar (Roche)
- Marit Lebbink (Roche)
- Noah de Man (Roche)
- Caspar van Leeuwen (SURF)
- Erik Kentie (SURF)
- Freek Dijkstra (SURF)
- David Regeczi (TNO)
- Geert Lamerichs (TNO)
- Kevin Witlox (TNO)
- Maarten Kollenstart (TNO)
- Olga Batura (TNO)
- Peter Langenkamp (TNO)
- Roos Boereboom (TNO)
- Timon Brussaard (TNO)
- Willem Datema (TNO)
- Anthonie van der Wekken (UMCG)
- Ed Schuurring (UMCG)
- Stefan Willems (UMCG)



HERACLES

TNO innovation
for life



collaborative insights

Radboudumc



integraal
kankercentrum
Nederland



Johnson&Johnson



umcg:



HERACLES is een samenwerking tussen iKNL, Stichting Radboud UMC, UMC Groningen, AstraZeneca BV, Johnson & Johnson, Roche Nederland BV, Almende BV, Linksight BV, PHARMO Institute NV, SURF BV, CZ Zorgverzekeringen NV, Stichting Olijf en TNO.

Projectondersteuning door Topsector Life Sciences & Health.



Vragen? Neem contact op met Erik Cornelisse erik.cornelisse@tno.nl.