



Auteurs: VRE Architectuurteam: Jeroen Beliën, Hans van den Berg, Erik Flikkenschild, Maarten Hoogerwerf, Tako Horsley (Joyce Nijkamp), Louis Stevens  
Versie: 1.3  
Datum: 13 februari 2020  
Status: Vastgesteld

Een referentie-architectuur voor het opstellen van de architectuur van een Virtual Research Environment (VRE), die voldoet aan de specifieke behoeften van onderzoekers en onderzoeksinstituten.

Een 'minimal viable product' dat bedoeld is voortdurend te worden doorontwikkeld op basis van nieuwe ontwikkelingen, actuele vraagstukken en praktijkervaringen.

Een agile werkwijze voor continue doorontwikkeling.

## Inhoud

Samenvatting.....	3
Inleiding en leeswijzer .....	4
VRE: wat verstaan we eronder? .....	4
Waarom een VRE architectuur? .....	4
Waarom een VRE referentie-architectuur?.....	5
De doelstelling van dit initiatief.....	5
De doelgroep van een VRE referentie-architectuur .....	6
De aanpak bij het opstellen van deze VRE referentie-architectuur .....	6
Stakeholders .....	8
Concerns .....	9
De views en hun beschrijving ('ongoing work') .....	11
View: Governance .....	12
View: Onderzoeksproces.....	14
View: Workspace.....	18
View: Financiën .....	23
View: Data Management .....	23
View: Technologie .....	27
Toepassen van de VRE referentie-architectuur .....	31
VRE Architectuurproces.....	34
Bijlage – Aanbevelingen voor Research Data Management.....	37
Bijlage - Begrippenlijst .....	41

## Samenvatting

### Waar gaat dit document over?

Dit document beschrijft een referentie-architectuur voor Virtual Research Environments (VRE's). De referentie-architectuur is bedoeld om te kunnen fungeren als uitgangspunt en leidraad bij het opstellen van een VRE architectuur die voldoet aan de specifieke behoeften van onderzoekers en onderzoeksinstituten. De hier beschreven VRE referentie-architectuur is een 'minimal viable product'. Het is de bedoeling dit minimal viable product voortdurend door te ontwikkelen op basis van nieuwe ontwikkelingen, actuele vraagstukken en praktijkervaringen naar een volwassen VRE referentie-architectuur die blijvend voldoet aan de actuele behoeften.

Een minimal viable VRE referentie-architectuur

### Wie heeft het geschreven?

SURF is de initiatiefnemer van deze referentie-architectuur, als antwoord op de voortschrijdende digitalisering (digitale transformatie) en de hieruit voortvloeiende behoeften van de leden van de SURF coöperatie. Architecten van diverse universiteiten, UMC's en SURF hebben de voorliggende VRE referentie-architectuur opgesteld. Dit document bevat een eerste versie.

Architecten van diverse universiteiten, UMC's en SURF

### Voor wie is het bestemd?

De VRE referentie-architectuur is bedoeld als handreiking aan degenen die (mede)verantwoordelijk zijn voor het oplossen van aan architectuur gerelateerde VRE vraagstukken. Doorgaans zijn dit architecten die het gesprek aangaan met stakeholders.

Architecten in samenspraak met stakeholders van VRE's

### Waarom dit initiatief?

De aanleiding voor dit initiatief is de voortschrijdende digitalisering (digitale transformatie). De digitale transformatie betekent een steeds intensievere informatie-uitwisseling tussen personen en organisaties met steeds verder verrijkte data. Gedreven door technologische mogelijkheden gaan onderzoekers en onderzoeksinstituten frequenter en hechter samenwerken en regelmatig ook op basis van nieuwe business modellen. Federatieve samenwerkingsverbanden in het onderzoeksdomein zijn hiervan een voorbeeld.

Onderzoekers die frequenter en hechter samenwerken en het toenemende belang van datageoriënteerde wetenschap

De huidige verschuiving naar datageoriënteerde wetenschap (eScience of Data Driven onderzoek) stelt nieuwe eisen aan onderzoeksinstituten en hun IT-faciliteiten om deel uit te kunnen blijven maken van de internationale wetenschappelijke top. De instellingen moeten rekening houden met steeds meer data uit steeds heterogeenere bronnen, nieuwe technieken om deze data te combineren en te verrijken, nieuwe wetgeving met betrekking tot het gebruik van data en het ontstaan van nieuwe, data gerelateerde vakgebieden, zoals Data Science.

### Welke onderwerpen komen in dit document aan de orde?

Stakeholders van een VRE zijn op grond van hun rol slechts in een deel van de onderwerpen geïnteresseerd die algemeen gesproken van belang zijn voor een VRE. Daarom wordt de VRE referentie-architectuur beschreven vanuit de verschillende perspectieven (views) die de stakeholders hebben op een VRE. De onderwerpen die aan de orde komen zijn de stakeholders zelf, hun concerns en de volgende views: Governance, Onderzoeksproces, Workspace, Financiën, Data Management en Technologie. In een nieuwe versie krijgen ook de views Service management, Ondersteuning & Beheer en Security & Privacy aandacht.

Perspectieven van stakeholders op een VRE

Het document besluit met een advies voor de wijze waarop de VRE-referentie architectuur het beste geactualiseerd en uitgebreid kan worden als continu proces in een staande organisatie.

## Inleiding en leeswijzer

Dit document bevat een eerste versie van een referentie-architectuur voor een Virtual Research Environment (VRE). Het is het resultaat van een proces dat zich richt op het voortdurend blijven doorontwikkelen van de VRE referentie-architectuur op basis van nieuwe ontwikkelingen, actuele behoeften en praktijkervaringen. Een gevolg van de gekozen aanpak is dat deze eerste versie een 'minimal viable product' is met nog een beperkt aantal onderwerpen. Het is de bedoeling het document te blijven actualiseren en uit te breiden. Dit betekent dat het document als een referentie-architectuur moet worden gezien waarin een architect steeds meer onderwerpen kan terugvinden die hem kunnen helpen bij zijn dagelijkse praktijk. Het is dus niet de bedoeling het document te beschouwen als een architectuurbeschrijving die van kافت tot kافت kan worden gelezen.

## VRE: wat verstaan we eronder?

Onderzoeksinstellingen ondersteunen onderzoekers doorgaans met een VRE. Wat precies onder een VRE wordt verstaan hangt vaak af van het standpunt vanwaar men er naar kijkt. Een bestuurder kijkt bijvoorbeeld anders naar een VRE dan een onderzoeker of een IT specialist. Daarom zijn er veel goede definities. Ze verschillen vooral wat betreft de onderwerpen waarop het accent ligt, bijvoorbeeld de in een VRE beschikbare IT-faciliteiten, in hoeverre onderzoekers er kunnen samenwerken en de kosten.

Een bekende definitie is: "Virtual Research Environments are innovative, web-based, community-oriented, comprehensive, flexible, and secure working environments conceived to serve the needs of modern science."<sup>1</sup>

In dit document wordt onder een VRE verstaan: "Een digitale omgeving waarin onderzoekers kunnen samenwerken met al hun relevante gegevens, scripts en tools voor mogelijk complexe verwerkingen en analyses met data van verschillende bronnen en eigenaren. De omgeving is schaalbaar, veilig, heeft zelfbediening en is in staat tot real time samenwerking en dienstverlening. Ze is grotendeels onafhankelijk van haar infrastructuur. De omgeving voldoet aan alle van toepassing zijnde regels en voorschriften en is controleerbaar. Verder kan de omgeving zich beperken tot een bepaalde onderzoeksinstelling, maar ook organisatorische grenzen overschrijden en internationale samenwerking mogelijk maken."<sup>2</sup>

## Waarom een VRE architectuur?

Architectuur is van belang als de inrichting van een organisatie of systeem het resultaat is van een grootschalig, multidisciplinair en mogelijk organisatie overstijgend programma of een aantal projecten en andere initiatieven gedurende meerdere jaren. Een weldoordachte architectuur voorkomt dat projectresultaten weliswaar op zich zelf aan de wensen en eisen voldoen, maar tezamen niet het beoogde resultaat opleveren en al snel verouderd zullen zijn. Architectuur is een voorwaarde om een organisatie of systeem als geheel gedurende langere tijd de gewenste eigenschappen te geven.

Architectuur richt zich op de samenhang tussen onderdelen van organisaties en systemen. Ze bepaalt in eerste instantie hoe een VRE past in het ICT landschap van de betreffende onderzoeksinstelling en in tweede instantie de interne werking van een VRE zelf.

De voortschrijdende digitalisering (digitale transformatie) maakt architectuur steeds belangrijker. Digitalisering leidt tot intensievere informatie-uitwisseling tussen personen en organisaties met verder verrijkte data. Gedreven door technologische mogelijkheden gaan organisaties frequenter en hechter samenwerken en regelmatig ook op basis van nieuwe business modellen. Federatieve samenwerkingsverbanden in het onderzoeksdomein zijn hiervan

---

<sup>1</sup> Candela, L., Castelli, D. and Pagano, P., 2013. Virtual Research Environments: An Overview and a Research Agenda. *Data Science Journal*, 12, pp.GRDI75–GRDI81. DOI: <http://doi.org/10.2481/dsj.GRDI-013>

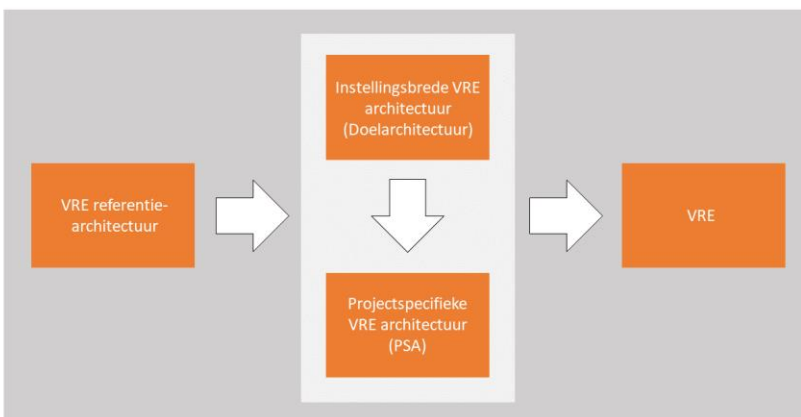
<sup>2</sup> Vrij naar: LCRDM

een voorbeeld. De organisatorische en technologische diversiteit van federatief onderzoek vergroot de behoefte aan architectuur en in het bijzonder die van VRE's.

De huidige verschuiving naar datageoriënteerde wetenschap (eScience of Data Driven onderzoek) met steeds meer data uit steeds heterogenere bronnen, de nieuwe technieken om deze data te combineren en te verrijken en het ontstaan van nieuwe, data gerelateerde vakgebieden, zoals Data Science, bieden een schat aan nieuwe mogelijkheden. Deze ontwikkelingen maken Data Management als onderdeel van een VRE architectuur extra belangrijk, zeker voor onderzoeksinstellingen.

## Waarom een VRE referentie-architectuur?

De digitale transformatie maakt het bepalen van een VRE architectuur geen sine cure. Om te voorkomen dat het opstellen ervan te zeer op het kritieke pad<sup>3</sup> van een programma of project voor de ontwikkeling van een VRE komt, is het aan te bevelen gebruik te maken van een referentie-architectuur. Een VRE referentie-architectuur fungeert bij aanvang van een programma of ander initiatief als basis voor een projectspecifieke VRE architectuur (Project Start Architectuur). De referentie-architectuur moet een eenduidig beeld bevorderen van een VRE bij samenwerkende onderzoeksinstellingen, de besluitvorming vergemakkelijken bij het oplossen van aan VRE architectuur gerelateerde vraagstukken en een gemeenschappelijk en in de praktijk bewezen referentiekader bieden bij het bepalen van een instellingbrede of instellingoverstijgende VRE architectuur (Doelarchitectuur). Figuur 1 illustreert het proces.



Figuur 1 Van VRE referentie-architectuur naar VRE

## De doelstelling van dit initiatief

De leden van de SURF coöperatie hebben behoefte aan een gemeenschappelijke referentie-architectuur voor een VRE. Het doel van deze referentie-architectuur is:

- Bevorderen van een **eenduidig beeld** van een VRE bij de stakeholders van een VRE;
- Vergemakkelijken van de **besluitvorming** bij het oplossen van een aan VRE architectuur gerelateerd vraagstuk;
- Bieden van een **gemeenschappelijk en in de praktijk bewezen referentiekader** en bij het bepalen van een VRE doelarchitectuur voor een gehele instelling of voor meerdere instellingen of een architectuur voor een specifiek project (Project Start Architectuur).

<sup>3</sup> De achtereenvolgens te behalen resultaten met een afhankelijkheidsrelatie die de doorlooptijd van een project bepalen

## De doelgroep van een VRE referentie-architectuur

Dit document is bedoeld als handreiking voor degenen die (mede)verantwoordelijk zijn voor het oplossen van vraagstukken die ontstaan bij de ontwikkeling en het gebruik van een VRE. In veel gevallen zullen dit architecten zijn, omdat zij een VRE architectuur zullen opstellen of aanpassen aan de hand van een referentie-architectuur. Een referentie-architectuur moet het voor een architect gemakkelijker maken om het gesprek aan te gaan met de stakeholders van een VRE en specialisten op verschillende vakgebieden. Met de technologie view bijvoorbeeld, kan een architect in een gesprek met een infrastructuur specialist de voor de infrastructuur relevante onderwerpen in verband brengen met applicaties en bedrijfsprocessen. En met de financiën view kan hij een informatiemanager informeren over de kostenposten van een VRE.

## De aanpak bij het opstellen van deze VRE referentie-architectuur

De onderwerpen die van belang zijn voor een VRE referentie-architectuur, zijn groot in aantal en diversiteit. Tegelijkertijd zijn betrokkenen op grond van hun rol slechts in een deel van de onderwerpen geïnteresseerd. Daarom is het noodzakelijk rekening te houden met de verschillende perspectieven die de betrokkenen hebben op een VRE. Een perspectief hoort bij een bepaalde doelgroep: een bestuurder is bijvoorbeeld in andere onderwerpen geïnteresseerd dan specialisten die een IT-faciliteit realiseren. De ISO42010 standaard voor architectuurbeschrijvingen doet recht aan dit fenomeen. Daarom volgt de beschrijving van de VRE referentie-architectuur de ISO42010 standaard.

Hoewel het inherent aan gekozen aanpak is dat deze referentie-architectuur het karakter van ‘work in progress’ heeft (en houdt) zal ze bij doorontwikkelen verder convergeren naar een compleet geheel. Om hierbij de samenhang te behouden is nauwgezet de ISO42010 standaard gevolgd (met de stakeholders, concerns, views en beschrijvingen) en het rapport heeft ook grotendeels deze structuur gekregen.

De VRE referentie-architectuur sluit verder zoveel mogelijk aan bij andere referentie-architecturen, zoals de HORA, HOSA, NORA, NIST, TOGAF en OSI.

De genoemde perspectieven worden beschreven met samenhangende diagrammen, tabellen en een toelichting (architectuurartefacten). Tezamen vormen ze de beoogde referentie-architectuur.

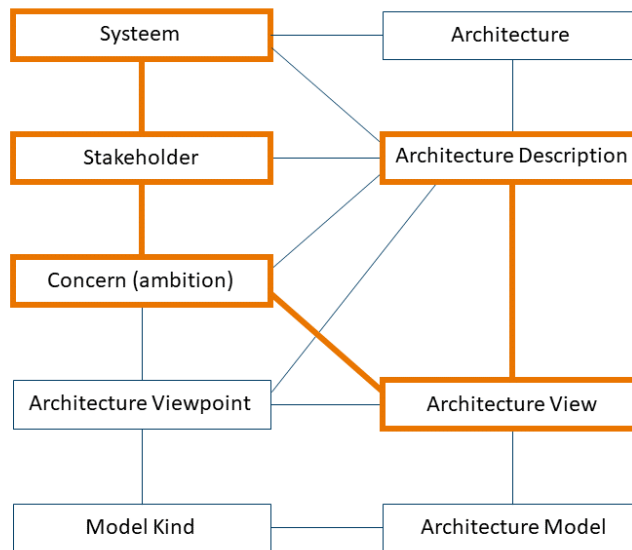
De voor de beschrijvingen in dit document gekozen taal is Archimate. Archimate is de de-facto standaard voor het specificeren van architectuur en sluit aan bij de ISO42010 standaard. Architectuurbeschrijvingen volgens internationale standaarden bevorderen de begrijpelijkheid voor de stakeholders en maken het gemakkelijker te voldoen aan de FAIR<sup>4</sup> principes.

In Archimate komt ‘Betrokkene’ overeen met het concept ‘stakeholder’, een vraagstuk waarmee hij zich geconfronteerd ziet met het concept ‘concern’ en ‘perspectief’ met het concept ‘view’.

Figuur 2 illustreert de samenhang tussen systeem, stakeholders, concerns, views en architectuurbeschrijvingen. Deze onderwerpen komen in het vervolg van dit stuk in meer detail aan de orde.

---

<sup>4</sup> MARK D. WILKINSON, MICHEL DUMONTIER, IJSBRAND JAN AALBERSBERG, GABRIELLE APPLETON, MYLES AXTON, ARIE BAAK (2016-03-15) . [The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship](#). *Scientific Data* **3** . DOI: [10.1038/sdata.2016.18](#).

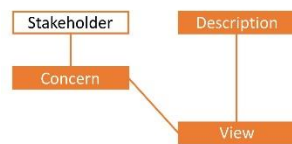


Archimate (conform de ISO/IEC 42010 standaard)

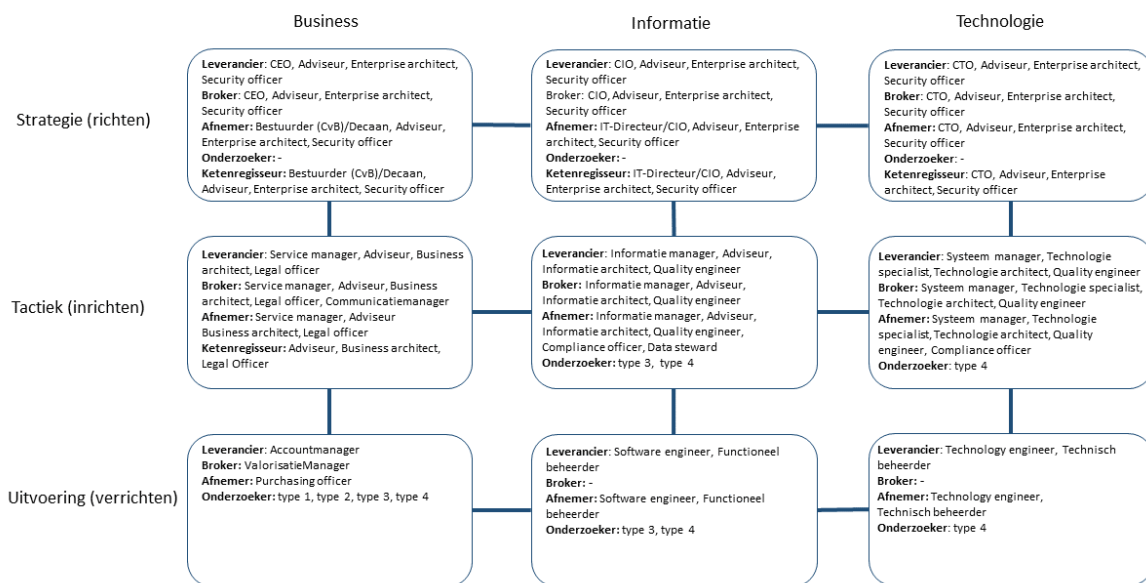
*Figuur 2 Systeem, stakeholders, concerns, views en architectuurbeschrijvingen in een VRE context*

In het vervolg van dit document fungeert een vereenvoudigde versie van Figuur 2 als herinnering aan de context van het betreffend documentonderdeel.

## Stakeholders



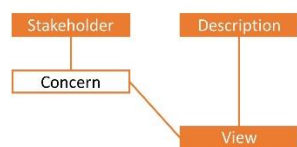
Omdat de feitelijke communicatie over een VRE op persoonsniveau plaatsvindt, is het van belang de concerns van de betrokken personen te kennen. De betrokken personen zijn in dit document de stakeholders. Figuur 3 toont de stakeholders, gespecificeerd naar ketenpartner en geprojecteerd op het negenvlakmodel (Rik Maes). De projectie geeft een indicatie vanuit welk standpunt (viewpoint) de verschillende stakeholders naar een VRE kijken en wat hun concerns kunnen zijn. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds de besluitvormingsniveau's 'strategie', tactiek' en 'uitvoering' en anderzijds de architectuurperspectieven 'business', 'informatie' en 'technologie'.



Figuur 3 Ketenpartners (vet gedrukt) en hun stakeholders in een negenvlakmodel (onderzoekertypen: workspace view)



## Concerns



Over het algemeen is de reden om een VRE architectuur op te stellen of te actualiseren een aan architectuur gerelateerd concern van een of meerdere stakeholders. Een concern van een informatiemanager kan bijvoorbeeld de kosten van een VRE zijn. Om een goed beeld van de verschillende kostenposten te verkrijgen, ligt het voor de hand dat de informatiemanager in dat geval een architect raadpleegt. Een VRE referentie-architectuur met daarin een overzicht van de mogelijke kostenposten (financiën view) helpt een architect de kostenposten van de eigen VRE te bepalen. Hiermee kan hij het gesprek aangaan met de informatiemanager om de precieze kosten te begroten en te zoeken naar mogelijkheden om de architectuur zo goed mogelijk te laten aansluiten bij het beschikbare budget.

De concerns van een stakeholder bestaan uit verschillende componenten:

- De concerns van de ketenpartner (bijvoorbeeld een onderzoeksinstituting) die de stakeholder (bijvoorbeeld een onderzoeker) vertegenwoordigt: deze komen hierna aan de orde;
- De beroepshalve concerns (bijvoorbeeld van een software engineer): deze zijn elders goed beschreven, bijvoorbeeld als verantwoordelijkheden in functieprofielen;
- De concerns met betrekking tot de eigen VRE (bijvoorbeeld van een data steward): deze moeten worden bepaald aan de hand van de gegeven situatie op het gegeven moment met de betreffende stakeholders.

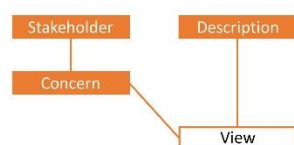
Tabel 1 toont de ketenpartners en hun concerns (zie verder figuur 5). Bij het inrichten van een VRE zouden de concerns van de onderzoekers de hoogste prioriteit moeten hebben.

#	Ketenpartner	Concerns
	Onderzoeker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeggenschap (regie) over deelname aan een samenwerkingsomgeving</li> <li>• In hoeverre de leden van de onderzoekscollaboratie de beschikking krijgen over de benodigde faciliteiten</li> <li>• De financiering van de kosten van de samenwerkingsomgeving:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Begroten: kosten van samenwerkingsomgeving</li> <li>◦ Doorbelasten: per instelling of naar gebruik</li> </ul> </li> <li>• Een gedifferentieerd serviceniveau: gebruiksgemak afgestemd op het type onderzoeker (behoefte)</li> <li>• Een flexibele inrichting van de onderzoeksomgeving gedurende het onderzoek wat betreft:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Software</li> <li>◦ Capaciteit van rekenkracht en opslag</li> <li>◦ Connectiviteit</li> <li>◦ Security</li> </ul> </li> <li>• Kunnen voldoen aan wet- en regelgeving (bijvoorbeeld pseudonimiseren)</li> <li>• Gemakkelijk kunnen vinden van data</li> <li>• Kunnen uitwisselen van data met andere onderzoeksinstitutingen</li> <li>• De kwaliteit van de verkregen data</li> <li>• Beschikbaar kunnen maken van scripts en data in de onderzoeksomgeving</li> <li>• Data kunnen integreren en analyseren</li> <li>• Kunnen publiceren</li> <li>• Kunnen archiveren</li> <li>• Kunnen voldoen aan de vereiste reproduceerbaarheid van een bepaald type onderzoek</li> </ul>
	Afnemer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke VRE aanbieders zijn er en wat zijn hun strategieën? (bijvoorbeeld een consortium als anDREa, een collega-onderzoeksinstituting als RUG, SURF, interne IT organisatie of hybride zoals UVA)</li> <li>• Hoe werkt een broker samen om in mijn behoeften en die van de andere afnemers te voorzien? (coöperatief servicemodel)</li> <li>• Kan ik het groter aantal leveranciers bij federatieve dienstverlening nog steeds managen?</li> <li>• Hoe verhouden bestaande of geplande virtuele workspaces zich tot elkaar? (bijvoorbeeld voor onderzoekers, medewerkers of studenten)</li> <li>• Welke van mijn services kan ik vervangen door die van een broker?</li> <li>• Welke problemen lost dit voor mij op? (op- en uitschalen, data provenance, juiste beveiligings- en privacy niveau, voordelen van federatief werken).</li> <li>• Welke serviceniveau's levert een broker? (verschillende service niveaus tegen verschillende kosten)</li> </ul>

#	Ketenpartner	Concerns
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat levert gebruik maken van de diensten van een broker mij op? (community kennis, schaalvoordelen, inkoopvoordelen, toegang tot subsidie)</li> <li>• Kan ik gebruik blijven maken van de services van andere leveranciers? (Werken broker services gemakkelijk samen met de services van de belangrijkste andere leveranciers? Modulariteit?)</li> <li>• Wat moet ik zelf regelen als ik gebruik ga maken van broker services en welke kosten moet ik hierbij maken? (In te passen in mijn IT configuratie? Ondersteuning en advies?)</li> <li>• Business case (economische, financiële, technische en politieke haalbaarheid)</li> </ul>
	Broker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De verschillende afnemers zo goed mogelijk faciliteren volgens de gemaakte afspraken met als aandachtspunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ de betrouwbaarheid van de diensten</li> <li>○ commitment van de leden van de coöperatie wat betreft het afnemen van diensten</li> <li>○ de wijze waarop een dienst wordt afgenomen</li> <li>○ de wijze waarop een afgenomen dienst in rekening wordt gebracht</li> <li>○ het selecteren van een geschikte dienstenleverancier</li> <li>○ hoe met een beperkt aantal oplossingen een zo breed mogelijke groep afnemers wordt bediend</li> <li>○ in hoeverre een bepaalde dienstenleverancier voldoet aan de wensen en eisen van de leden en de onderzoekers in het bijzonder</li> <li>○ het actueel houden van het dienstenportfolio (life cycle management)</li> <li>○ schaalgrootte</li> </ul> </li> <li>• Business case (economische, financiële, technische en politieke haalbaarheid)</li> </ul>
	Leverancier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juiste strategie: operational excellence (Microsoft, Amazon), customer intimacy (SURF), product leadership</li> <li>• Juiste marketing mix: product, markt, prijs, promotie</li> <li>• Juiste contacten in de juiste geledingen van de juiste organisaties</li> <li>• Onderscheidend vermogen ten opzichte van concurrentie</li> </ul>
	Ketenbestuur (bestuurt de demand-supply chain)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een zodanig ingerichte keten dat deze onderzoekers maximaal ondersteunt</li> <li>• Bestuurbaarheid van de keten</li> <li>• Continuïteit in deelname van de ketenpartners (vervangbaarheid van ketenpartners)</li> <li>• Kosten van de samenwerkingsomgeving</li> <li>• Financiering van de samenwerkingsomgeving</li> <li>• Service- en deploymentmodel</li> <li>• Wet- en regelgeving</li> <li>• Gemak waarmee een samenwerkingsomgeving kan worden opgeheven</li> </ul>

Tabel 1 Ketenpartners en hun concerns

## De views en hun beschrijving ('ongoing work')



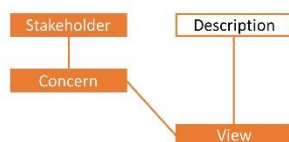
Het onderkennen van verschillende views is een manier om recht te doen aan het gegeven dat de concerns met betrekking tot een VRE per stakeholder kunnen verschillen en ook afhankelijk zijn van de situatie en het moment. Dit betekent dat een architect de meest geschikte views voor het oplossen van bepaalde concerns (vraagstukken), het best kiest in gesprek met de betreffende stakeholders. Een

hulpmiddel daarbij zijn de onderwerpen bij een bepaalde view. Deze maken het mogelijk een view te koppelen aan een vraagstuk aan de hand van de onderwerpen die horen bij een view en tegelijkertijd aan de orde moeten komen om het vraagstuk op te lossen. De onderwerpen bij een view hebben verder tot doel: plausibel maken dat de views tezamen een volledige set vormen (de belangrijkste VRE gerelateerde onderwerpen aan de orde stellen) en preciseren wat er met een bepaalde view wordt bedoeld.

#	View	Toelichting	VRE gerelateerde onderwerpen
1	Governance	De view geeft een beeld van hoe de verschillende, bij een onderzoek betrokken partijen met elkaar samenwerken en hoe vastgesteld beleid wordt gehandhaafd.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visie op digitale samenwerkingsomgevingen, nieuwe ontwikkelingen, de gevolgen voor de bedrijfsvoering (business model) en IT voorzieningen en een strategie hoe een digitale samenwerkingsomgeving te realiseren</li> <li>2. Waardeketen en ketenpartners</li> <li>3. Business model (waardecreatie, verdienmodel)</li> <li>4. Beleid (policies) met betrekking tot een VRE</li> <li>5. Besturingsmodel (ketenregie en interne sturing)</li> <li>6. Diverse overleggen met mandaat (besluitvormingsorganen)</li> <li>7. Toezicht en handhaving (risico management)</li> <li>8. Bewustwording en gedrag wat betreft security en privacy</li> <li>9. Compliance, bijvoorbeeld met wet- en regelgeving</li> </ol>
2	Onderzoeksproces	De view geeft een beeld van het onderzoeksproces zelf en de processen die het onderzoek ondersteunen.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primaire bedrijfsprocessen (onderzoek)</li> <li>2. Secundaire bedrijfsprocessen</li> <li>3. Procedures (bijvoorbeeld voor het verkrijgen van toegang tot een workspace, publiceren en het opruimen van een workspace)</li> <li>4. Rollen, taken, verantwoordelijkheden, bevoegdheden en bekwaamheden van bij een VRE betrokken medewerkers</li> <li>5. Richtlijnen, handleidingen</li> <li>6. Ontsluiten van kennis en ervaring (wiki, ondersteuning)</li> <li>7. Informatie-uitwisseling</li> </ol>
3	Workspace	De view geeft een beeld van de typen workspace waaruit een onderzoeker kan kiezen voor zijn onderzoek.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beschikbare IT faciliteiten in een workspace en hun samenhang</li> <li>2. Servicemodel (IaaS, SaaS, PaaS)</li> <li>3. Serviceniveau (capaciteit, beschikbaarheid, aanpasbaarheid, ondersteuning)</li> <li>4. Indicatie van gebruikskosten (automatisch)</li> <li>5. Ondersteuning en training</li> <li>6. Faciliteiten ter ondersteuning</li> </ol>
4	Financiën	De view geeft een beeld van hoe de voor een onderzoek te maken IT-kosten in rekening worden gebracht.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overzicht van de kostencomponenten van een VRE</li> <li>2. Per VRE variant, <i>leverancier</i> en VRE bouwsteen: de geboden service (om te kunnen beoordelen of niet meerdere malen voor dezelfde service wordt betaald), de vaste en variabele kosten en de randvoorwaardelijke (verborgen) kosten (bijvoorbeeld van onderzoekers die beheertaken voor hun rekening nemen en licenties voor bestaande faciliteiten)</li> <li>3. Per VRE variant, <i>broker</i> en VRE bouwsteen: de geboden service, de vaste en variabele kosten en de randvoorwaardelijke kosten</li> <li>4. Financieringsmodel (betreft de hele VRE lifecycle, situatiespecifiek gemaakt; pay per use, lump sum, freemium, fair use)</li> <li>5. Budgetten</li> <li>6. Reporting</li> <li>7. Betaalmogelijkheden voor onderzoekers (bijvoorbeeld een company credit card)</li> </ol>
5	Service management	De view geeft een beeld van de door een organisatie geboden services (bijvoorbeeld	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Categorisering en benaderingswijze van stakeholders (communicatieplan)</li> <li>2. Service portfolio</li> </ol>

#	View	Toelichting	VRE gerelateerde onderwerpen
		TraIT en SURF), en hun onderlinge samenhang.	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Bouwstenen (technologie) ter realisatie van een service</li> <li>4. Service lifecycle management (criteria: belang voor de coöperatie, afhankelijkheden, ontwikkeltijd, kosten)</li> <li>5. Afspraken, licenties, SLA's, contracten</li> </ol>
6	Datamanagement	De view geeft een beeld van het management van de gegevens die een rol spelen bij een onderzoek en de processen die het onderzoek ondersteunen.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Data en research life cycle management</li> <li>2. Advies en ondersteuning</li> <li>3. FAIR principes; vindbaarheid, herbruikbaarheid, herleidbaarheid, reproduceerbaarheid</li> <li>4. Informatie-architectuur</li> <li>5. Data classificatie</li> <li>6. Pseudonimisatie en anonimisatie</li> <li>7. Metadatering</li> <li>8. Versiebeheer</li> <li>9. Staging areas voor data acquisitie, analyse, distributie, publicatie en archivering</li> <li>10. Datatransfer tussen staging areas</li> <li>11. Repositories voor metadata, research data en publicaties</li> <li>12. Data discovery</li> <li>13. Data-auditing</li> <li>14. Logging</li> </ol>
7	Ondersteuning & beheer	De view geeft een beeld van de technische ondersteuning van de onderzoekers en van het beheer, onderhoud en doorontwikkelen van IT-faciliteiten en technische infrastructuur.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lifecycle management van de IT-faciliteiten</li> <li>2. Advies en ondersteuning</li> <li>3. Functioneel beheer</li> <li>4. Technisch beheer</li> <li>5. Monitoring van systemen</li> </ol>
8	Security & privacy	De view geeft een beeld van de maatregelen die zijn getroffen om het juiste beveiligingsniveau te garanderen wat betreft toegang tot gegevens. De maatregelen moeten compliance met vigerende wet- en regelgeving op het gebied van security en privacy borgen, bijvoorbeeld GDPR, en beleid op dit terrein. Onder 'gegevens' worden hier de gegevens verstaan, waarop een onderzoek is gebaseerd, de algoritmen die zijn gebruikt en de resultaten die zijn behaald. Security en privacy betreffen alle architectuurlagen.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wet- en regelgeving wat betreft security en privacy</li> <li>2. Beveiligingsstandaarden</li> <li>3. Beveiligingsaanpak</li> <li>4. Procedures voor het verschaffen van toegang tot data</li> <li>5. Identificatie en authenticatie</li> <li>6. Autorisatie (rollen en bevoegheden)</li> <li>7. Encryptie en decryptie</li> <li>8. Trusted Third Party</li> <li>9. Zonering, segmentering (bijvoorbeeld routers, firewalls)</li> <li>10. Toezicht en handhaving van policies (risico management)</li> <li>11. Protocollen voor gegevensuitwisseling</li> <li>12. Monitoring van toegang tot gegevens</li> </ol>
9	Technologie	De view geeft een beeld van de IT-faciliteiten en technische infrastructuur nodig voor een VRE.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deployment model: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Private / Community network zone</li> <li>b. Private, Community, Public, Hybrid Cloud</li> </ol> </li> <li>2. Koppelingen en interfaces (API's bijvoorbeeld)</li> <li>3. Load balancing</li> <li>4. Databases en filesystems</li> <li>5. Servers (software) (web, database, file, dns, mail)</li> <li>6. Virtual machines en hypervisors (virtualisatie)</li> <li>7. Clients en servers (hardware)</li> <li>8. Besturingssystemen</li> <li>9. Clusters en grids</li> <li>10. LAN's en WAN's; netwerk typologieën en zonering</li> </ol>

## View: Governance



De governance van een VRE heeft betrekking op de besturing van ontwikkeling, gebruik, onderhoud en (op termijn) uitfasen, kortom: de gehele levenscyclus van een VRE. Verder valt toezicht op vastgesteld beleid en handhaving ervan, inclusief de escalatiepaden, ook onder governance.

Besturen houdt in: het bepalen (of tenminste het beïnvloeden) van de besluitvorming die is vereist voor een gewenst functioneren van een VRE. Besluitvorming vindt plaats op strategisch, tactisch en operationeel niveau van alle samenwerkende organisaties (de ketenpartners). De gebruikelijke handvatten voor besturing zijn de in een

organisatie belegde rollen met verantwoordelijkheden en bevoegdheden (mandaat) en de diverse gremia waar de besluitvorming plaatsvindt. Omdat ketenpartners tot zekere hoogte autonome partijen zijn, is de besturing van de gehele keten anders dan de interne besturing van een ketenpartnerorganisatie. Mogelijk heeft een van de ketenpartners de regie over de keten of is hier een speciaal, keten overstijgend orgaan voor in het leven geroepen.

Gedurende de levenscyclus van een VRE komen talloze vraagstukken aan de orde van organisatorische en technologische aard. Voorbeelden van vraagstukken die de Governance functie adequaat moet kunnen afhandelen, zijn:

1. Welke zijn de met een VRE aan te bieden diensten (welk service portfolio sluit het beste aan bij de strategie van de, mogelijk samenwerkende, onderzoeksinstituten)?
2. Hoe wordt de realisatie van een VRE en de implementatie van de dienstverlening georganiseerd (welke partijen nemen deel met welke afspraken en hoe worden ze aangestuurd)?
3. Wat is het deployment model:
  - a. Een private of community network zone?
  - b. Een private, community, public of hybrid cloud?
4. Hoe is advies, ondersteuning en beheer georganiseerd bij gebruik van een VRE?
5. Hoe wordt de VRE gefinancierd?

## Ketenpartners

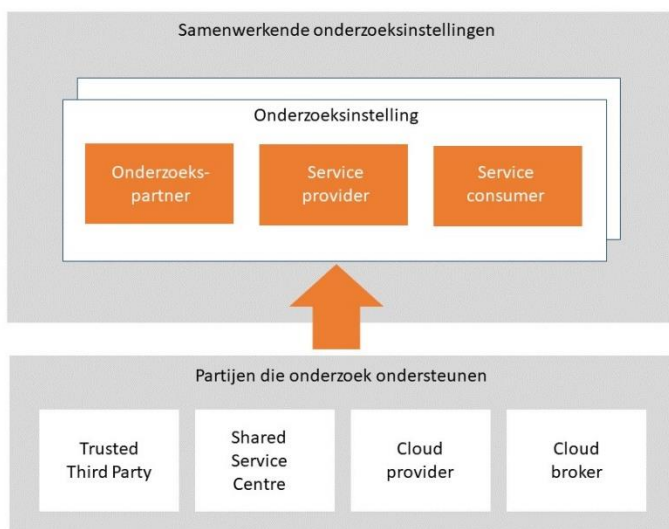
Gedurende de levenscyclus van een VRE spelen twee categorieën ketenpartners een rol:

1. Partijen die een rol spelen bij onderzoek;
2. Partijen die een rol spelen bij realisatie, beheer en onderhoud van een VRE.

Ketenpartners bij onderzoek zijn:

1. Onderzoeksinstituten die op enigerlei wijze samenwerken in het kader van een bepaald onderzoek, bijvoorbeeld door zelf deel te nemen aan onderzoek of door onderzoeksdiensten te leveren of af te nemen, zoals het leveren of afnemen van onderzoeksdata;
2. Organisaties anders dan een onderzoeksinstituut, die onderzoek ondersteunen, bijvoorbeeld als Trusted Third Party bij het verlenen van toegang tot een VRE, als Shared Service Center voor on premise IT advies en ondersteuning of als Cloud provider voor diensten in de Cloud.

Figuur 4 geeft een overzicht.



Figuur 4 Organisaties die samenwerken tijdens onderzoek

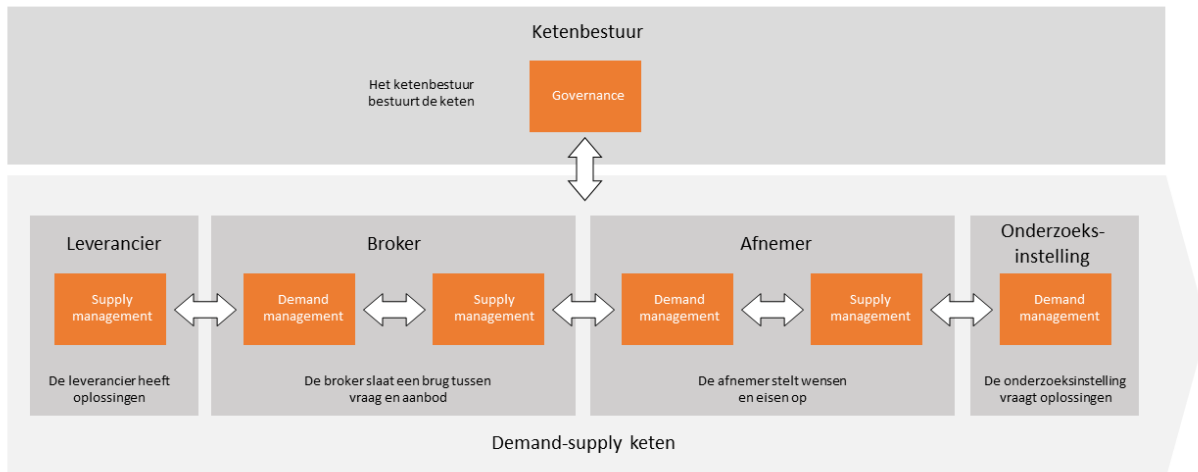
Daarnaast is er sprake van ketenpartners die samenwerken bij realisatie, beheer en onderhoud van een VRE:

1. Onderzoekers van diverse onderzoeksinstituten;
2. Afnemers, bijvoorbeeld een IT-Directeur of CIO van een Universitair Medisch Centrum of een Universiteit;
3. Brokers, bijvoorbeeld TraIT en SURF;
4. Leveranciers, bijvoorbeeld Microsoft en SURF;
5. Een ketenbestuur die de regie heeft over de keten, bijvoorbeeld een consortium van onderzoeksinstituten;
6. Financiers, bijvoorbeeld NWO.

In bovenstaande opsomming verdienen de volgende punten aandacht:

- Bij federatieve dienstverlening is de rol van broker essentieel: een afnemer die gebruik maakt van meerdere leveranciers die tezamen een geïntegreerde oplossing bieden, zou de complexe afstemming van vraag en aanbod moeten kunnen uitbesteden aan een tussenpartij.
- Een bepaalde ketenpartner kan meerdere rollen spelen. Zo speelt SURF de rol van 'leverancier' en 'broker'. Verder zullen een aantal ketenpartners, omdat ze onderdeel zijn van een keten, zowel een vraag- als aanbodkant moeten managen (demand- en supply management).

Figuur 5 toont de ketenpartners (met uitzondering van de financier) in een demand-supply keten typisch voor onderzoeksinstituten.

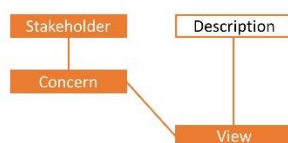


Figuur 5 Ketenpartners in een demand-supply chain

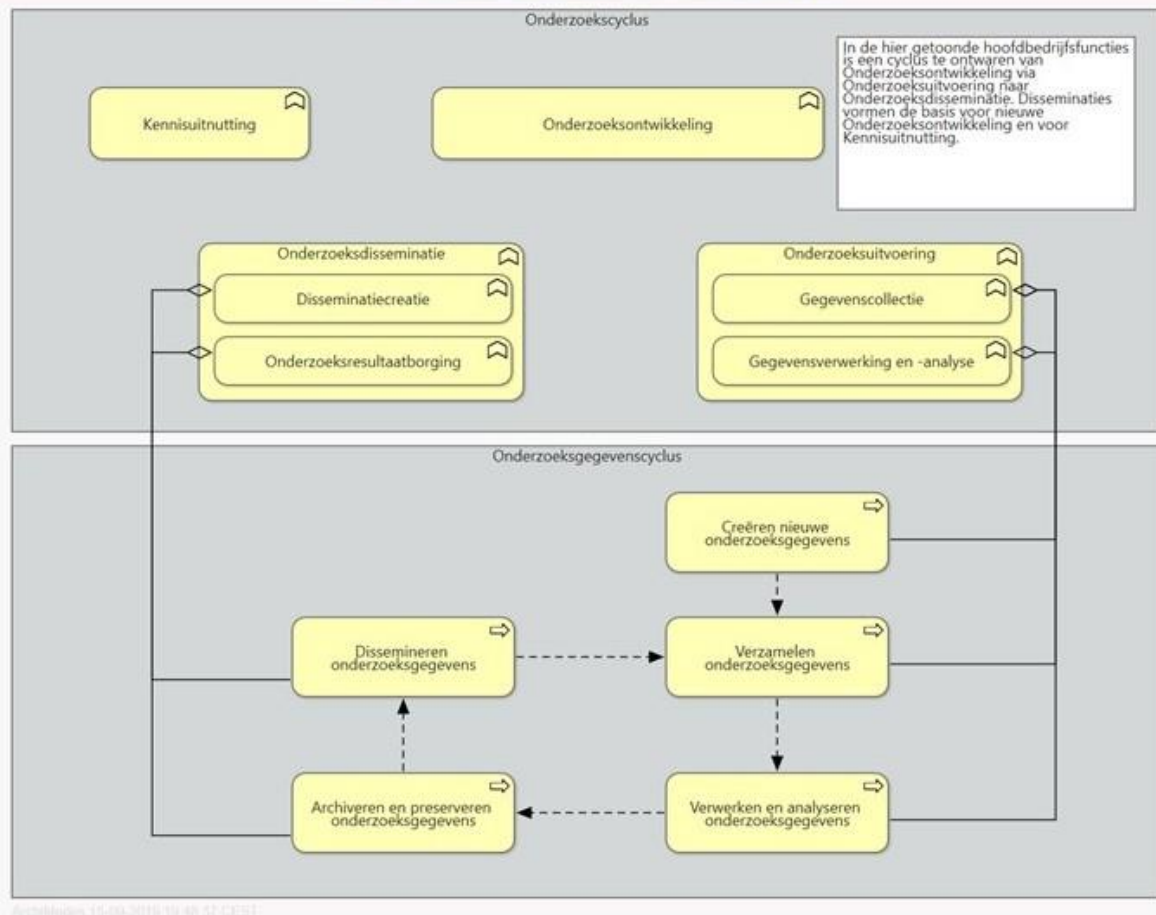
De bedoeling van bovenstaand overzicht is voldoende representatief te zijn en niet om een uitputtende opsomming van stakeholders te geven. De precieze lijst hangt af van het functiehuis van een bepaalde onderzoeksinstituten met daarin onder meer een precieze benaming, de taken en verantwoordelijkheden. De stakeholders zullen dus instellingspecifiek gemaakt moeten worden bij het toepassen van de VRE referentie-architectuur.

Tot de governance view behoren ook de stakeholders en hun concerns. Deze zijn in twee voorgaande hoofdstukken aan de orde gekomen.

## View: Onderzoeksproces



Een onderzoeksproces verloopt over het algemeen als een cyclus. Dit is ook het geval voor de onderzoeksgegevenscyclus. Figuur 6 brengt dit in beeld.



Figuur 6 Onderzoekscyclus en onderzoekswisseluitvoering (bron: HORA 2.1)

De aard van onderzoek is zodanig dat het zich weliswaar op hoofdlijnen vaak volgens hetzelfde stramien voltrekt, maar meer in detail per geval sterk kan verschillen. Daarom mag een onderzoeksproces in geen geval een keurslijf zijn. Het moet de onderzoeker in de gelegenheid stellen stappen te herhalen of over te slaan en in ieder geval naar eigen inzicht uit te voeren.

Toch gelden er ook regels: de onderzoekscyclus moet bijvoorbeeld zo zijn ingericht dat de onderzoekswisseluitvoering aan de FAIR principes kunnen voldoen. Om een onderzoeker enerzijds zo weinig mogelijk te hinderen, maar anderzijds wel bij de FAIR principes te laten aansluiten, is het aan te bevelen datamanagement zodanig in te richten dat het voldoen aan de FAIR principes zoveel mogelijk geautomatiseerd kan worden geborgd. Dit onderwerp komt bij het bespreken van de datamanagement view verder aan de orde.

Om een onderzoeker de mogelijkheid te bieden naar eigen inzicht onderzoekswisseluitvoering uit te voeren, zouden de beperkingen bij het gebruik van een IT-faciliteit begrensd moeten blijven tot controle op authenticiteit en autoriteit en op de voorwaarden voor het goed functioneren van de faciliteit, zoals opschoning van data voorafgaande aan verwerking. Een manier om dergelijke regels te borgen in kennisintensieve organisaties heet 'dynamisch case management'.

## Diagram

Figuur 7 en Figuur 8 tonen een overzicht van het onderzoeksproces en, in meer detail, de processtap 'Prepareer dataset'. Daarbij zijn de onderstaande voorwaarden van toepassing.

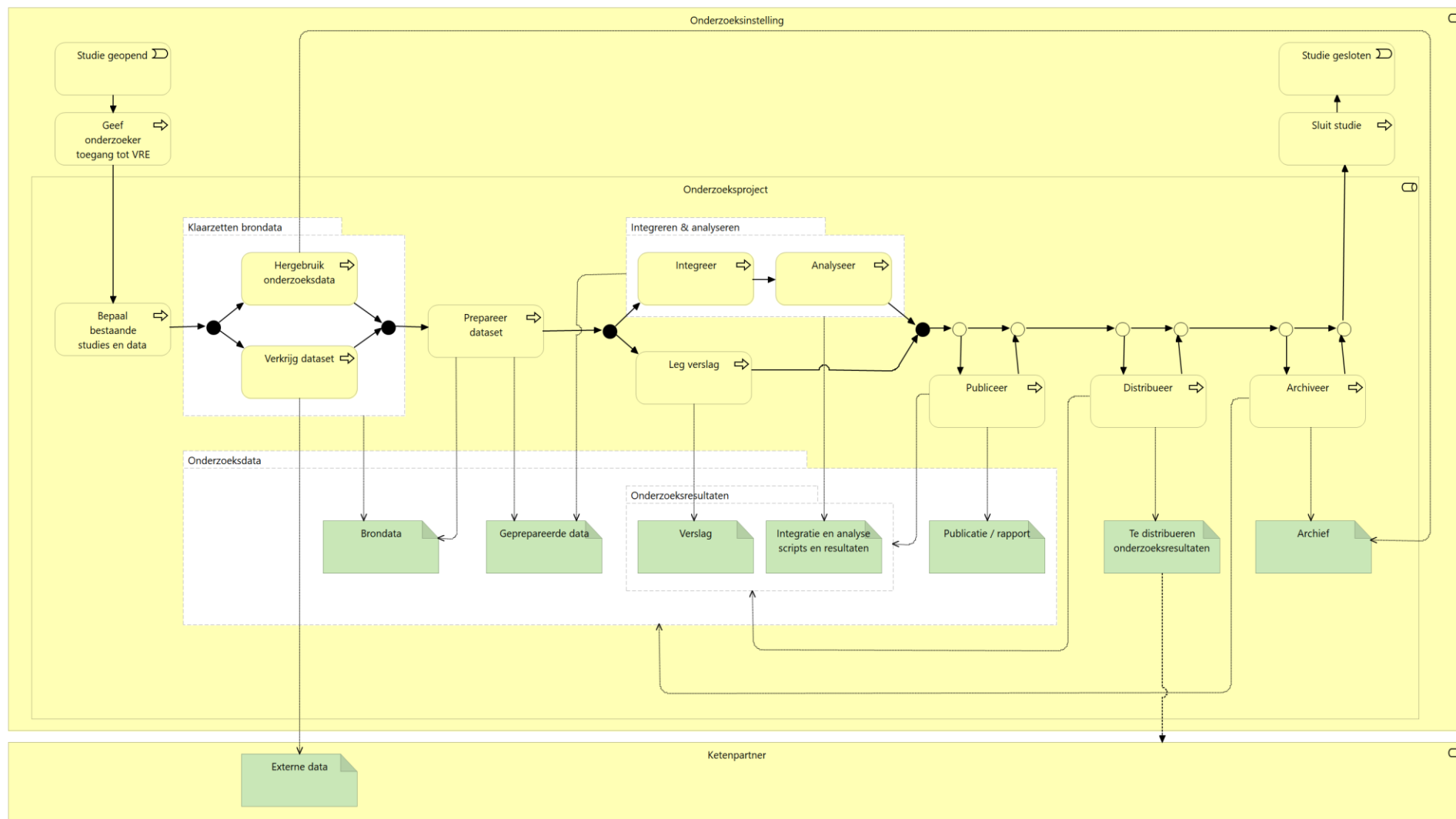
### Pre-condities:

- De studie is geopend;
- Het onderzoeksvoorstel is goedgekeurd;
- Er is voldoende budget;
- Er is een onderzoeksteam;
- Er is een goedgekeurd datamanagement plan;
- Er is een operationele workspace voor het onderzoek, met de juiste toegangsrechten.

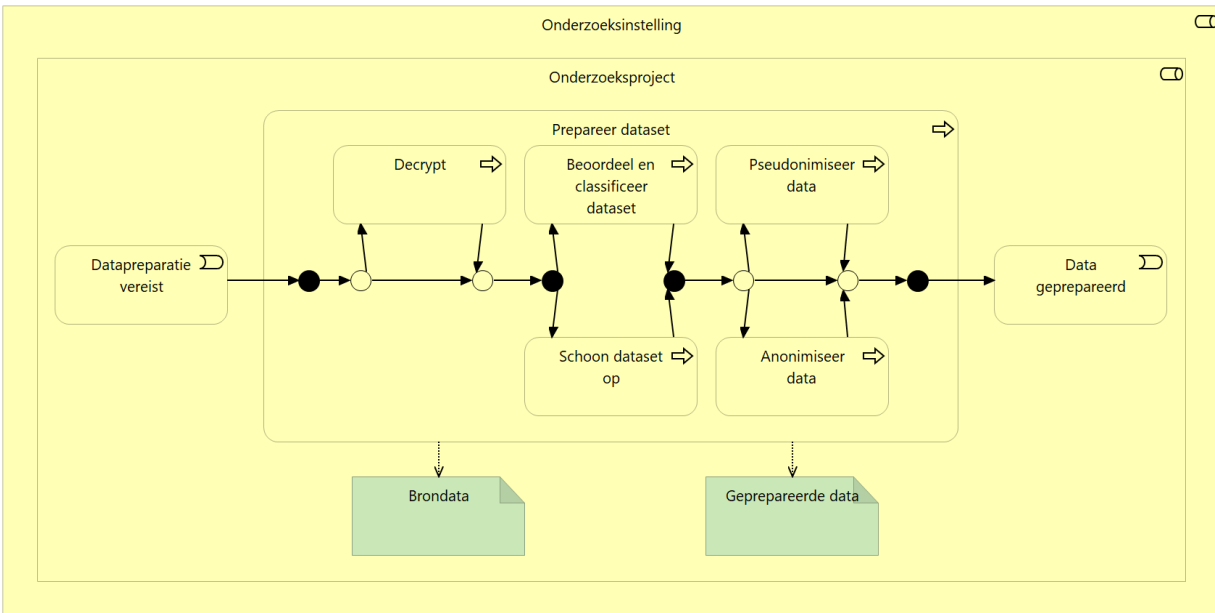
### Post-condities:

- De studie is gesloten;
- De resultaten zijn gepubliceerd (optioneel);
- De onderzoeksdata zijn gearhiveerd;
- De opdrachtgever heeft de onderzoeksresultaten ontvangen (optioneel).



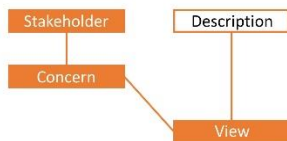


Figuur 7 Onderzoeksproces - overzicht



Figuur 8 Onderzoeksproces - datapreparatie

## View: Workspace



Een digitale workspace is het deel van een VRE dat een bepaalde onderzoeker of onderzoeksgroep direct ter beschikking heeft om IT-faciliteiten toe te passen voor onderzoek.

## Servicemodel

Een belangrijke keuze bij onderzoek is het servicemodel. Het bepaalt in hoeverre een onderzoeker wordt ontzorgd wat betreft de IT-faciliteiten die hij nodig heeft voor onderzoek. Een geschikt service model zal sterk afhangen van de mate waarin een onderzoeker zijn IT-faciliteiten en de infrastructuur waarin deze fungeren, zelf wil kunnen instellen en beheren. Ook de privacy gevoeligheid van de gegevens waarmee hij werkt, bepalen wat een geschikt service model is.

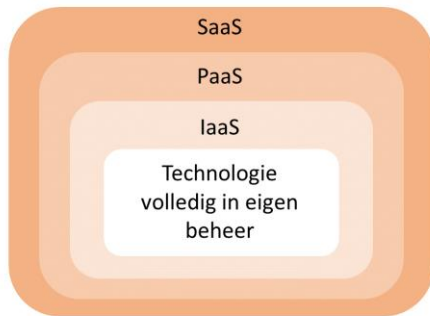
Voor een groep onderzoekers zullen standaard voorzieningen volstaan met, vanwege privacy redenen, minimale mogelijkheden om gegevens te delen. Zij zullen zich volledig op het onderzoek zelf willen richten zonder verder tijd te hoeven besteden aan de IT-faciliteiten. Aan de andere kant van het spectrum bevinden zich onderzoekers die voortdurend volledige controle willen hebben op de toe te passen technologie, inclusief middleware en hardware. En ze zullen willen kunnen deelnemen aan nationale en internationale samenwerkingsverbanden.

Wat betreft het gewenste service model zijn er globaal gesproken vier typen onderzoekers:

1. Onderzoekers die met persoonsgegevens werken (en die vooral privacy gevoelige gegevens gebruiken);
2. Onderzoekers die standaard IT-faciliteiten wensen (en die meestal geen privacy gevoelige gegevens gebruiken);
3. Onderzoekers met bijzondere wensen met betrekking tot gegevensverwerking (en die zowel privacy gevoelige als niet-privacy gevoelige gegevens gebruiken);

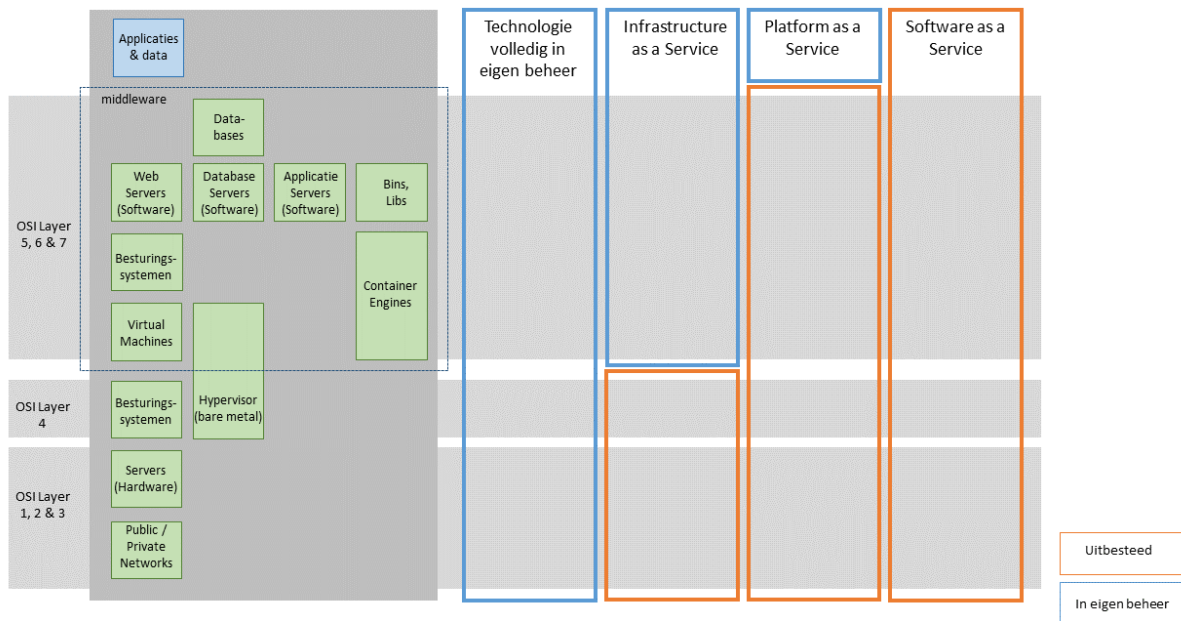
- Onderzoekers die bedreven zijn in het IT domein (en die meestal geen privacy gevoelige gegevens gebruiken).

Afhankelijk van het type onderzoeker zullen Technologie in volledig eigen beheer, Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) of Infrastructure as a Service (IaaS) een geschikte service model zijn. Figuur 9 illustreert hoe deze varianten zich tot elkaar verhouden.



Figuur 9 Servicemodellen met SaaS als meest uitgebreide dienstverlening

Het servicemodel bepaalt welke onderdelen van de architectuurstack in eigen beheer worden genomen en welke worden uitbesteed. Figuur 10 geeft een precisering aan de hand van de lagen van het OSI-model.



Figuur 10 Verschillende servicemodellen gerelateerd aan het OSI-model

Het service model moet niet worden verward met het deployment model: technologie on premise, in de private of public cloud of een hybride versie hiervan. Het deployment model vloeit voort uit het door onderzoekers gekozen service model en wordt over het algemeen bepaald door de organisatie die de IT- faciliteiten voor onderzoek beschikbaar stellen. Het deployment model komt bij de view 'Technologie' aan de orde.

## Serviceniveau

Om verder recht te doen aan de diversiteit van onderzoek is het van belang om de keuze van het service model te kunnen verfijnen met het gewenste serviceniveau. Het serviceniveau betreft een precisering van de af te nemen diensten en de afspraken hierover (SLA's) door ze expliciet te maken met acceptatiecriteria. Tabel 2 kan hierbij als uitgangspunt fungeren.

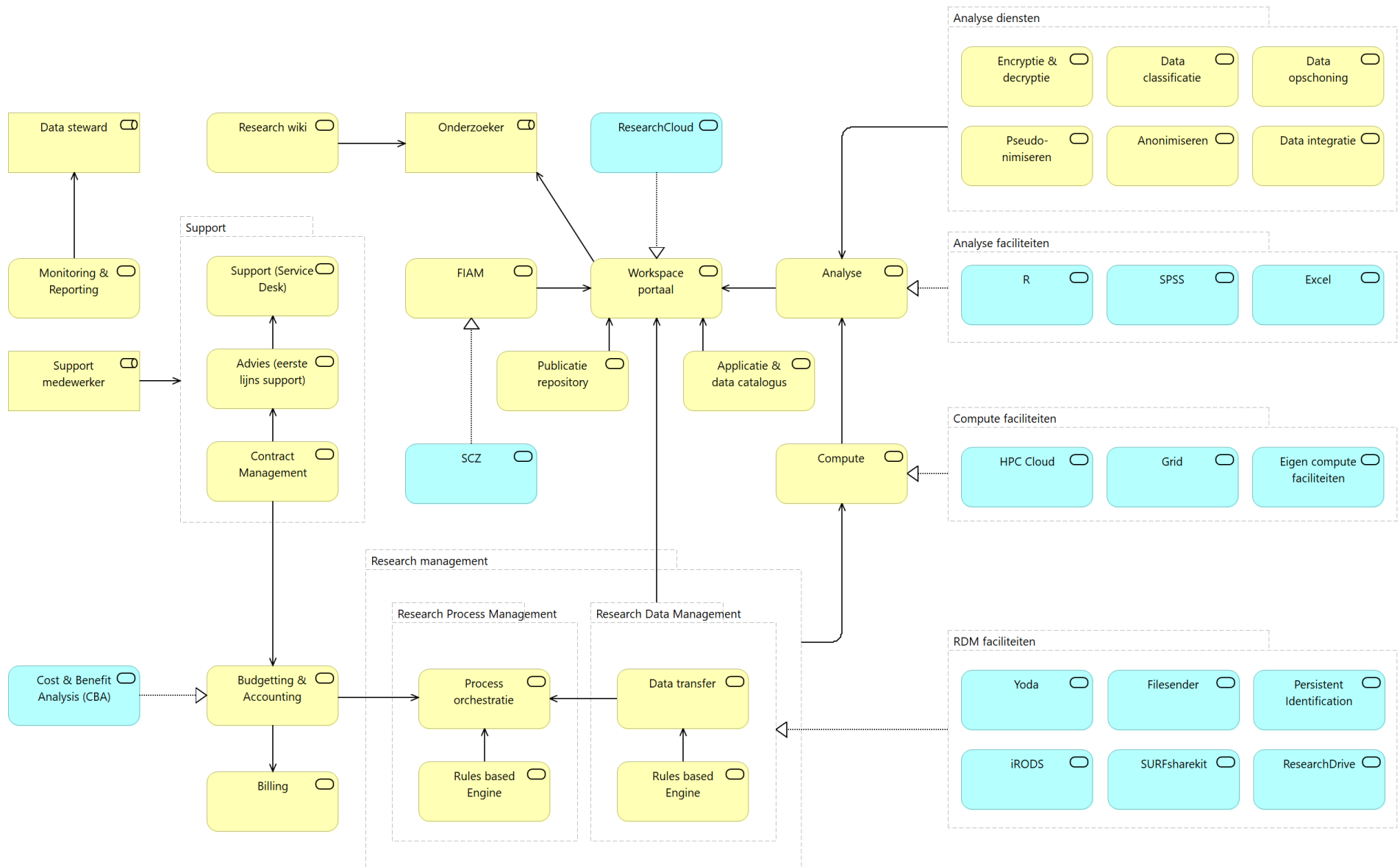
Dienst	Rubriek	Acceptatiecriterium
Informatie en advies	Tijdsvenster bij bieden van informatie en advies	
	Percentage afgehandelde informatie- en adviesverzoeken	
Gebruik van IT-faciliteit	Gebruiksvenster	
	Onderhoudsvenster	
	Performance	
	Responstijd van support bij incorrecte werking	
	Tijdvenster bij klachtafhandeling	
Ondersteuning bij gebruik	Percentage afgehandelde klachten	
	Tijdsvenster bij toekennen van toegangsrechten	
	Tijdsvenster bij beschikbaar stellen van workspace	
	Tijdsvenster bij beantwoorden van vragen	
	Percentage afgehandelde ondersteuningsverzoeken	
Op- of uitschalen	Maximum aantal gebruikers	
	Compute capaciteit	
	Storage capaciteit	
	Netwerk capaciteit	
	Percentage afgehandelde op- of uitschalingsverzoeken	
Aanpassen tijdens gebruik	Deployment locatie	
	Storage medium	
	Beveiligingsmaatregelen	
	Randapparatuur	
	Percentage afgehandelde aanpassingsverzoeken	

Tabel 2 Uitgangspunt bij het bepalen van een geschikt serviceniveau

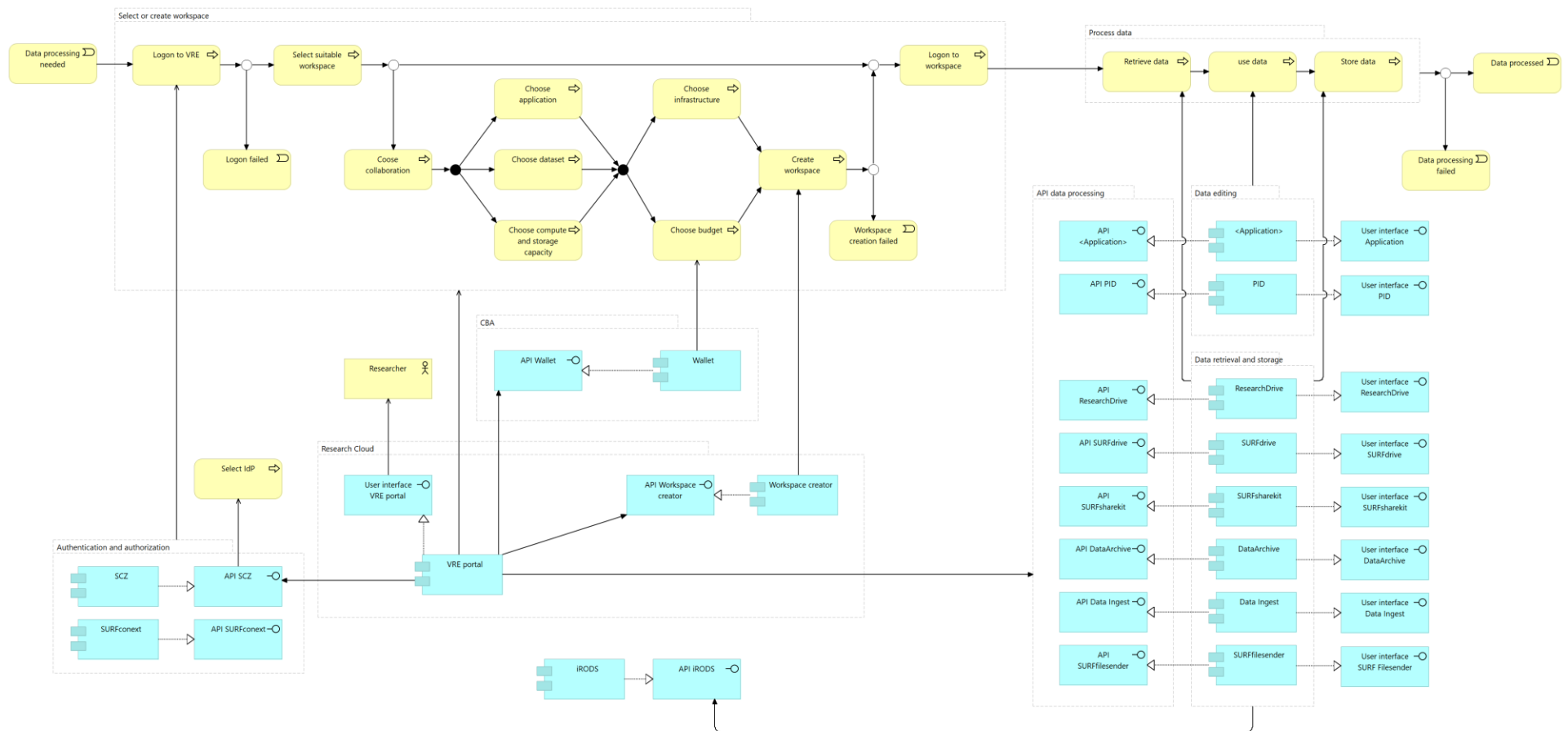
## Diagram

Figuur 11 en Figuur 12 visualiseren een workspace. Ze tonen:

1. de IT-services en de services van support medewerkers; het diagram bevat een aantal SURF services bij wijze van voorbeeld;
2. een IT-faciliteit voor het creëren van een workspace; het diagram is gebaseerd op SURF ResearchCloud en laat een aantal mogelijkheden zien bij de keuze van een geschikt serviceniveau.

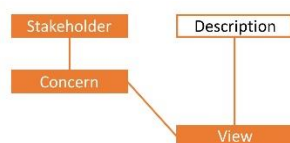


Figuur 11 De door een workspace geboden services



Figuur 12 Workspace creatie met SURF ResearchCloud

## View: Financiën



Om het gesprek te kunnen aangaan over de kosten van een VRE, bijvoorbeeld met een IT-directeur, dient een architect te beschikken over een goed beeld van de kostencomponenten van een VRE. De onderstaande tabel geeft een overzicht.

Verder is een detaillering van de kostencomponenten noodzakelijk. Tabel 3 en Tabel 4 kunnen hierbij als uitgangspunt dienen.

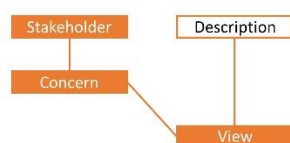
<b>VRE variant:</b>				
<b>Leverancier:</b>				
<b>VRE bouwsteen</b>	<b>Geboden service<sup>5</sup></b>	<b>Vaste kosten</b>	<b>Variabele kosten</b>	<b>Rvw kosten<sup>6</sup></b>

Tabel 3 Uitgangspunt bij het bepalen van de kosten van een VRE wat betreft de leveranciers

<b>VRE variant:</b>				
<b>Broker:</b>				
<b>Middleware</b>	<b>Geboden service</b>	<b>Vaste kosten</b>	<b>Variabele kosten</b>	<b>Rvw kosten</b>

Tabel 4 Uitgangspunt bij het bepalen van de kosten van een VRE wat betreft de brokers

## View: Data Management

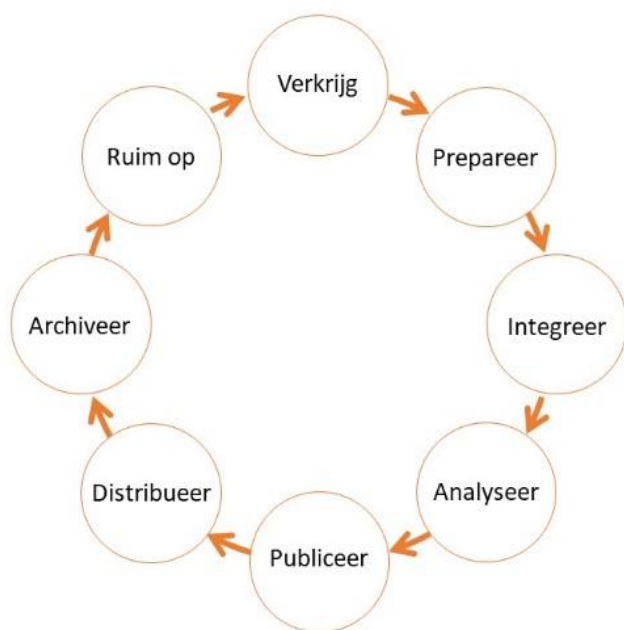


Tijdens onderzoek doorloopt data een bepaalde cyclus, die aansluit bij het onderzoeksproces, zoals afgebeeld in Figuur 6. Het onderzoeksproces is afhankelijk van de betreffende situatie. Figuur 13 toont het onderzoeksproces als een cyclus voor een specifiek praktijkgeval.

Om de kwaliteit en continuïteit van onderzoek te borgen is het van belang onderzoeksdata te managen. Onderzoeksdata zijn brongegevens, geprepareerde gegevens, integratie en analyse scripts, verslagen, onderzoeksresultaten en publicaties. Onderzoeksresultaten moeten reproduceerbaar zijn en er moet nieuw onderzoek op kunnen worden gebaseerd. Dit stelt eisen aan de herleidbaarheid van onderzoeksresultaten en de herbruikbaarheid van onderzoeksdata. Herleidbaarheid en reproduceerbaarheid betekent dat gegevens moeten voldoen aan de FAIR principes. Om dit te realiseren zijn een aantal maatregelen nodig.

<sup>5</sup> Bedoeld om te beoordelen of niet meerdere malen voor dezelfde service wordt betaald

<sup>6</sup> Randvoorwaardelijke kosten, bijvoorbeeld van licenties voor beschikbaar te stellen faciliteiten



*Figuur 13 Onderzoekscyclus voor een specifiek praktijkgeval*

## Data steward

Een voor de hand liggende maatregel is de verantwoordelijkheid voor datamanagement in de onderzoeksinstelling te beleggen, bijvoorbeeld bij een CIO of een data steward. De meest geschikte rol is afhankelijk van de betreffende onderzoeksinstelling. De data steward is direct verantwoordelijk voor traceerbaarheid, herleidbaarheid en hergebruik van brongegevens, scripts en onderzoeksresultaten. De rol kan per organisatie-onderdeel worden geïmplementeerd, voor meerdere organisatie-onderdelen met overeenkomende RDM wensen en mogelijkheden of onderzoeksinstelling breed. Bij een toenemende werkdruk kan de rol bij meerdere personen worden belegd die dan in teamverband samenwerken.

## Staging areas

Tijdens onderzoek veranderen gegevens van locatie ter voorbereiding op een bepaalde onderzoeksstap (datatransfer). Voorbeelden van zulke, mogelijk gevirtualiseerde en centrale locaties zijn 'staging areas' voor:

1. **Acquisitie.** Een locatie met datasets in de vorm zoals ze verkregen zijn: de brongegevens;
2. **Preparatie.** Een locatie waar datasets worden voorbereid op verdere verwerking, zoals decryptie, opschoning, pseudonimisatie en classificatie;
3. **Analyse.** Een locatie waar datasets worden geïntegreerd en geanalyseerd;
4. **Distributie.** Een locatie met te distribueren onderzoeksresultaten, bijvoorbeeld voor de opdrachtgever van een onderzoek;
5. **Publicatie.** Een locatie met publicaties;
6. **Archivering.** Een locatie met onderzoeksgegevens van afgerond onderzoek;
7. **Uitfaseren.** Een locatie met onderzoeksgegevens waarvan de bewaartermijn is verstreken.

## Metadata

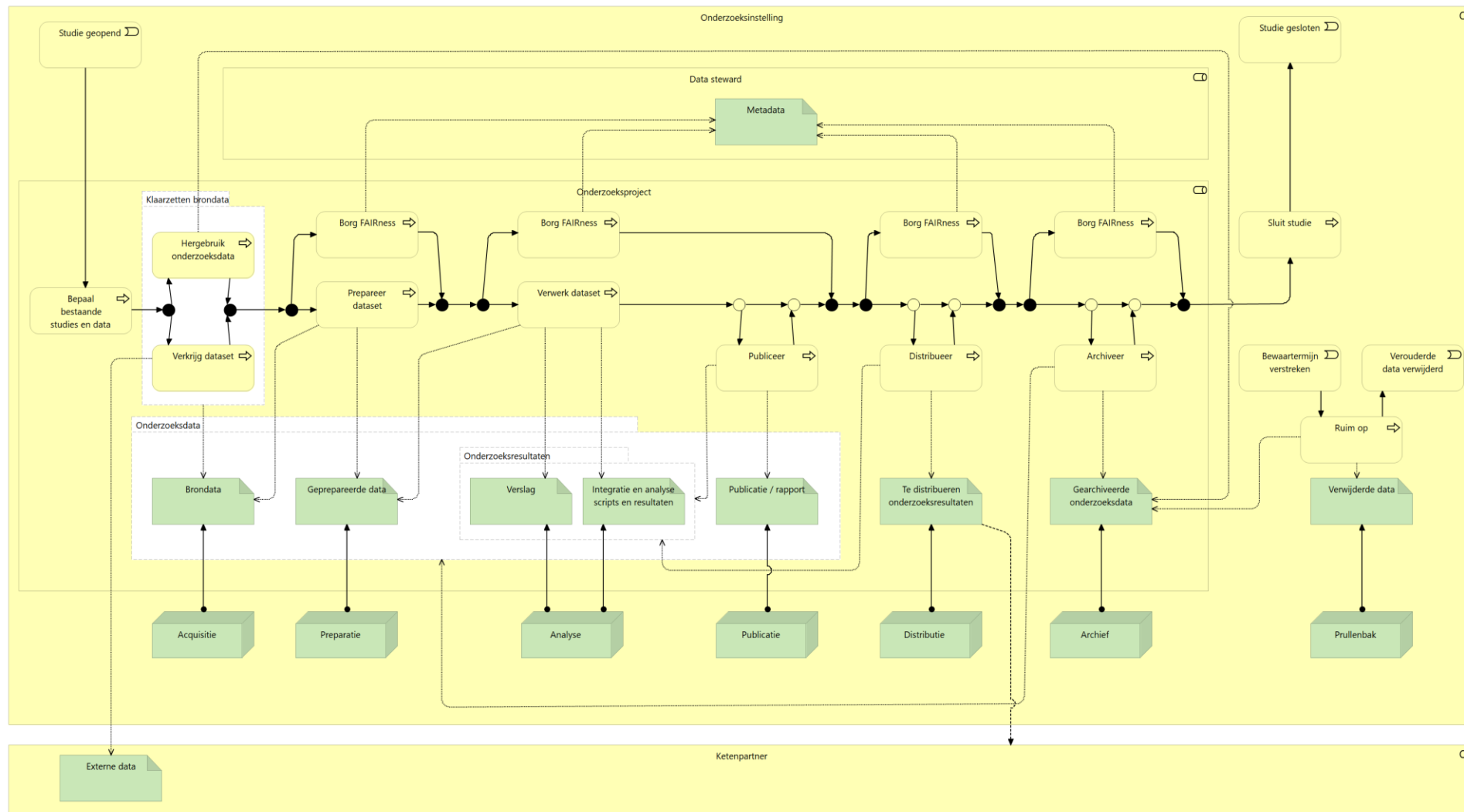
Metadata is cruciaal voor datamanagement. Ze is bijvoorbeeld van belang om te kunnen achterhalen waar bepaalde onderzoeksdata zich op enig moment bevindt. Een maatregel die dit mogelijk maakt is bij het verplaatsen van datasets de nieuwe locatie vindbaar te registreren in een centraal bestand met metadata en bij voorkeur



automatisch. Het is verder van belang de precieze status van data te kennen, bijvoorbeeld 'opgeschoond' of 'gespeudonimiseerd', om samenwerking en hergebruik te vergemakkelijken. Ook hiervoor kan het bestand met metadata worden gebruikt. Tenslotte kan het bestand met metadata worden gebruikt bij het toezien op naleving van de FAIR principes.

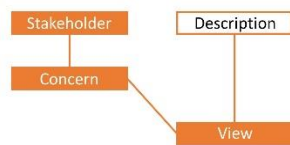
## Diagram

Figuur 14 toont datamanagement vanuit het perspectief van het onderzoeksproces.



Figuur 14 Datamanagement vanuit het perspectief van het onderzoeksproces (zie view: onderzoeksproces) met de staging areas

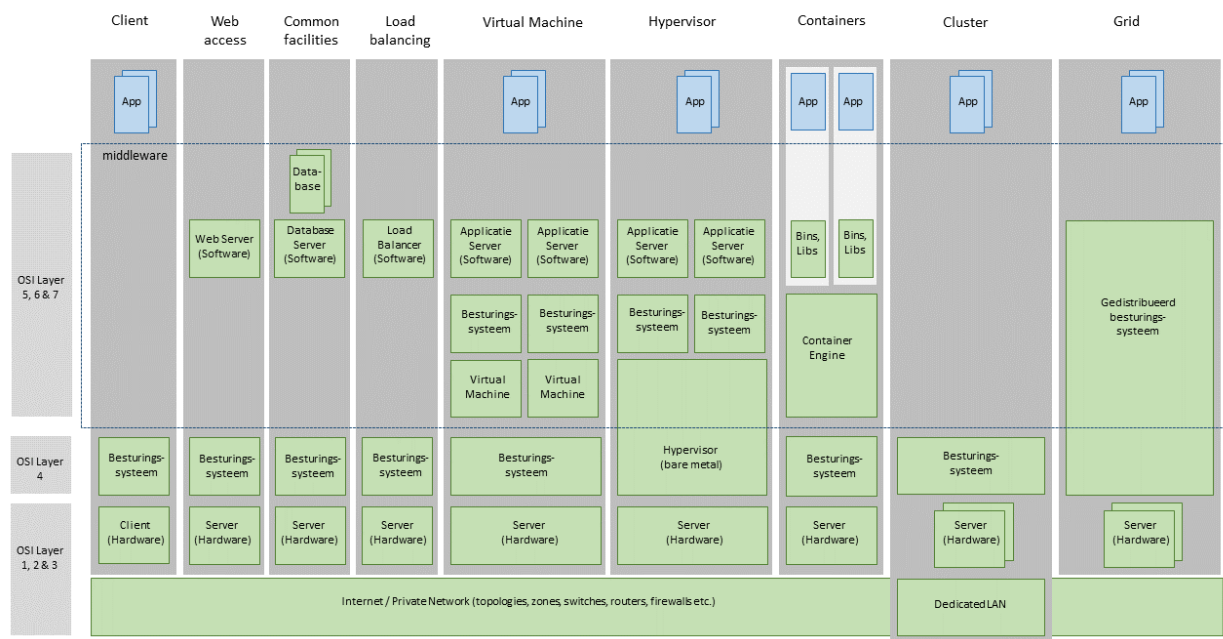
## View: Technologie



De technology view toont de IT-infrastructuur waarop de IT-faciliteiten van de onderzoekers functioneren.

## Technologie stack

De IT-infrastructuur kan uit verschillende typen configuraties bestaan, bijvoorbeeld voor eindgebruikers, voor toegang tot het web en voor virtual machines. Ieder type configuratie bestaat uit eigen karakteristieke componenten, zoals een client machine, een web server en virtual machines. Figuur 15 geeft een overzicht aan de hand van het OSI model.



Figuur 15 Technologie stack gerelateerd aan het OSI model

## Deployment model

Een belangrijke keuze bij het bepalen van een geschikte infrastructuur is het deployment model. Het deployment model bepaalt de precieze locatie van de IT-faciliteiten: on premise, in een community cloud, een private cloud of een public cloud. Het deployment model staat los van het servicemodel: in een private, community, public en hybrid cloud zijn zowel IaaS, PaaS als SaaS mogelijk.

Wat betreft het NIST deployment model onderscheiden de public, community en private cloud zich met de volgende criteria (dimensies):

- Used by
- Owned, managed and operated by
- Located

Tabel 5 toont de verschillen tussen private, community, public en hybrid cloud volgens de genoemde criteria (dimensies) met in cellen de onderscheidende eigenschappen (met uitzondering van de hybrid cloud).

	Private cloud	Community cloud	Public cloud	Hybrid cloud
<b>Used by</b>	a single organization exclusively	a specific community exclusively	the general public	A combination of the former
<b>Owned, managed and operated by</b>	the organization itself, a third party, or some combination of them	one or more of the organizations in the community, a third party, or some combination of them	a business, academic, or government organization, or some combination of them	A combination of the former
<b>Located</b>	on or off premises	on or off premises	on the premises of the cloud provider	A combination of the former
<b>Commercial</b>	With or without commercial involvement	With or without commercial involvement	With or without commercial involvement	A combination of the former

*Tabel 5 Verschillen tussen private, community, public en hybrid cloud*

De bovenstaande benadering kan ook zinvol worden toepast voor de IT-faciliteiten in een van het internet afgescheiden netwerk zone, zoals het Research LAN. Hieronder vallen bijvoorbeeld de IT-faciliteiten die de eigen IT afdeling biedt aan interne gebruikers via een LAN. Dit leidt tot Tabel 6, een bijna identieke tabel, waarbij in de praktijk ten minste het publieke netwerk zal zijn vervangen door een cloud oplossing. Het servicemodel kan voor de netwerk situatie niet meer worden gebruikt, omdat deze volgens de NIST definitie alleen voor de cloud van toepassing is.

	Private network zone	Community network zone	Public network zone
<b>Used by</b>	a single organization exclusively	a specific community exclusively	the general public
<b>Owned, managed and operated by</b>	the organization itself, a third party, or some combination of them	one or more of the organizations in the community, a third party, or some combination of them	a business, academic, or government organization, or some combination of them
<b>Located</b>	on or off premises	on or off premises	on the premises of the cloud provider
<b>Commercial</b>	With or without commercial involvement	With or without commercial involvement	With or without commercial involvement

*Tabel 6 Verschillen tussen een private, community en public network zone*

Tabel 7 geeft een overzicht van de kenmerken van de verschillende oplossingen. De kenmerken zijn ingedeeld naar thema, bijvoorbeeld 'ontzorging' of 'risico's'. Een bepaald kenmerk kan van toepassing zijn op meerdere oplossingen. In dat geval hebben de betreffende 'cellen' dezelfde grijs tint. De lichtste tint is de gunstigste.

On premise	Community cloud	Private cloud	Public cloud
<b>Ontzorging</b>			
De gebruikersorganisatie is zelf direct verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud. Ze dient daarvoor over voldoende expertise en mankracht te beschikken.	De gebruikersorganisatie heeft het beheer en onderhoud uitbesteed aan een derde partij met 'customer intimacy' als belangrijke strategie.	De gebruikersorganisatie heeft het beheer en onderhoud uitbesteed aan een derde partij met 'customer intimacy' als belangrijke strategie.	De gebruikersorganisatie heeft het beheer en onderhoud uitbesteed aan een derde partij met 'operational excellence' als belangrijke strategie.
De gebruikersorganisatie moet zelf advies en ondersteuning verzorgen	De community cloud provider biedt de gebruikersorganisatie advies en ondersteuning ('customer intimacy').	De private cloud provider biedt de gebruikersorganisatie advies en ondersteuning ('customer intimacy').	De private cloud provider biedt de gebruikersorganisatie beperkt advies en ondersteuning.
De gebruikersorganisatie moet zelf de cloud broker diensten regelen.	Cloud broker diensten zijn onderdeel van de dienstverlening van een community cloud provider.	Cloud broker diensten zijn niet vanzelfsprekend onderdeel van de dienstverlening een private cloud provider.	Cloud broker diensten zijn niet vanzelfsprekend onderdeel van de dienstverlening van een public cloud provider.
De eisen ten aanzien van het interne netwerk van de gebruikersorganisatie wat betreft aansluiting op een extern netwerk zijn beperkt.	De gebruikersorganisatie dient te beschikken over een intern netwerk dat geschikt is om te worden aangesloten op een voldoende snel extern netwerk.	De gebruikersorganisatie dient te beschikken over een intern netwerk dat geschikt is om te worden aangesloten op een voldoende snel extern netwerk.	De gebruikersorganisatie dient te beschikken over een intern netwerk dat geschikt is om te worden aangesloten op een voldoende snel extern netwerk.

On premise	Community cloud	Private cloud	Public cloud
<b>Zeggenschap</b>			
De gebruikersorganisatie heeft volledige zeggenschap over de infrastructuur.	De gebruikersorganisatie heeft veel zeggenschap over de infrastructuur.	De gebruikersorganisatie heeft beperkte zeggenschap over de infrastructuur.	De gebruikersorganisatie heeft geen zeggenschap over de infrastructuur.
Alleen de organisatie zelf gebruikt de infrastructuur.	Een beperkt aantal organisaties gebruiken de infrastructuur.	Een beperkt aantal organisaties gebruiken de infrastructuur.	Een groot aantal organisaties gebruiken de infrastructuur.
<b>Wendbaarheid</b>			
Snel te regelen oplossingen, ook bij directe problemen, mits de gebruikersorganisatie beschikt over voldoende expertise en mankracht.	Ondersteuning afhankelijk van de gemaakte afspraken (SLA's)	Ondersteuning afhankelijk van de gemaakte afspraken (SLA's)	Ondersteuning afhankelijk van de gemaakte afspraken (SLA's)
Lange 'time to market'	Korte 'time to market'	Korte 'time to market'	Korte 'time to market'
Beperkte schaalbaarheid	Onbeperkte schaalbaarheid	Onbeperkte schaalbaarheid	Onbeperkte schaalbaarheid
<b>Innovatie</b>			
Ruimte voor innovatie	Ruimte voor innovatie; 'product leadership' als strategie	Beperkte ruimte voor innovatie	Geen ruimte voor innovatie
Waarschijnlijk niet de allerlaatste technologie	Voortdurende geactualiseerde technologie	Voortdurende geactualiseerde technologie	Voortdurende de meest actuele technologie
<b>Ketenintegratie</b>			
De gebruikersorganisatie zal substantiële maatregelen moeten treffen om samen te kunnen werken met ketenpartners (onderzoeks-groepen in binnen- en buitenland) en diensten te kunnen leveren en af te kunnen nemen.	De gebruikersorganisatie zal beperkte maatregelen moeten treffen om samen te kunnen werken met ketenpartners en diensten te kunnen leveren en af te kunnen nemen.	De gebruikersorganisatie zal beperkte maatregelen moeten treffen om samen te kunnen werken met ketenpartners en diensten te kunnen leveren en af te kunnen nemen.	De gebruikersorganisatie zal beperkte maatregelen moeten treffen om samen te kunnen werken met ketenpartners en diensten te kunnen leveren en af te kunnen nemen.
<b>Risico's</b>			
Risico's wat betreft kwaliteit van de dienstverlening, zoals bedrijfszekerheid en beveiliging	Gegarandeerde kwaliteit van de dienstverlening	Gegarandeerde kwaliteit van de dienstverlening	Gegarandeerde kwaliteit van de dienstverlening
Geen risico's wat betreft privacy; compliance met GDPR	Geen risico's wat betreft privacy; compliance met GDPR	Beperkte risico's wat betreft privacy; compliance met GDPR	Risico's wat betreft privacy; mogelijk geen compliance met GDPR
Risico's wat betreft vendor lock-in afhankelijk van de gemaakte keuzes	Beperkte risico's wat betreft vendor lock-in	Risico's wat betreft vendor lock-in afhankelijk van de gemaakte keuzes	Risico's wat betreft vendor lock-in
<b>Kosten</b>			
Verborgene kosten van beheer en onderhoud	Transparante kosten van beheer en onderhoud	Transparante kosten van beheer en onderhoud	Transparante kosten van beheer en onderhoud
Kostenbesparing door alleen te gebruiken wat echt nodig is; oplossingen op maat zonder extra kosten; geen 'economies of scale'	Kostenbesparing door de kosten te verdelen onder de leden van de coöperatie; oplossingen op maat tegen beperkte extra kosten	Kostenbesparing door de 'overhead'-kosten van generieke oplossingen te vermijden; oplossingen op maat tegen beperkte extra kosten	Kostenbesparing door 'economies of scale'; oplossingen op maat kunnen de kosten substantieel doen oplopen
Geen kostenbesparing bij beheer en onderhoud vanwege de diversiteit van de werkzaamheden	Kostenbesparing bij beheer en onderhoud door specialisatie van medewerkers	Kostenbesparing bij beheer en onderhoud door specialisatie van medewerkers	Kostenbesparing bij beheer en onderhoud door specialisatie van medewerkers

Tabel 7 Kenmerken van de verschillende cloud oplossingen

## Begrippen conform NIST

Tabel 8 bevat een begrippenlijst.

Term	Meaning
Private Cloud	The cloud infrastructure is provisioned for exclusive use by a single organization comprising multiple consumers (e.g., business units). It may be owned, managed, and operated by the organization, a third party, or some combination of them, and it may exist on or off premises. (NIST)
Community Cloud	The cloud infrastructure is provisioned for exclusive use by a specific community of consumers from organizations that have shared concerns (e.g., mission, security requirements, policy, and compliance considerations). It may be owned, managed, and operated by one or more of the organizations in the community, a third party, or some combination of them, and it may exist on or off premises. (NIST)
Public Cloud	The cloud infrastructure is provisioned for open use by the general public. It may be owned, managed, and operated by a business, academic, or government organization, or some combination of them. It exists on the premises of the cloud provider and is a form of providing public cloud services and a Cloud Service Providers business model. (NIST)
Hybrid Cloud	The cloud infrastructure is a composition of two or more distinct cloud infrastructures (private, community, or public) that remain unique entities, but are bound together by standardized or proprietary technology that enables data and application portability (e.g., cloud bursting for load balancing between clouds). (NIST)
IaaS	The capability provided to the consumer is to provision processing, storage, networks, and other fundamental computing resources where the consumer is able to deploy and run arbitrary software, which can include operating systems and applications. The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure but has control over operating systems, storage, and deployed applications, and possibly limited control of select networking components (e.g., host firewalls). (NIST)
Paas	The capability provided to the consumer is to deploy onto the cloud infrastructure consumer-created or acquired applications created using programming languages, libraries, services, and tools supported by the provider. <sup>12</sup> The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure including network, servers, operating systems, or storage, but has control over the deployed applications and possibly configuration settings for the application-hosting environment. (NIST)
SaaS	The capability provided to the consumer is to use the provider's applications running on a cloud infrastructure. <sup>11</sup> The applications are accessible from various client devices through either a thin client interface, such as a web browser (e.g., web-based email) or a program interface. The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure including network, servers, operating systems, storage, or even individual application capabilities, with the possible exception of limited userspecific application configuration settings. (NIST)

*Tabel 8 Begrippen conform NIST*

## Toepassen van de VRE referentie-architectuur

Het toepassen van een VRE-referentie architectuur bestaat op hoofdlijnen uit de onderstaande vier stappen. Daarbij geldt als uitgangspunt een vraagstuk (concern, knelpunt of probleem) waar een VRE architectuur kan bijdragen aan een oplossing.

### Stappenplan

1. Beschrijven van de use case.  
Beschrijf een use case voor het vraagstuk waarbij een VRE referentie-architectuur kan worden toegepast.
2. Bepalen van de voor het vraagstuk meest belangrijke views.  
Selecteer de onderwerpen die bij een bepaalde view horen en tevens een rol spelen bij het oplossen van het vraagstuk. Zie hiervoor het hoofdstuk 'Views'. De views met de meeste relevante onderwerpen zijn het belangrijkst. Gebruik eventueel de view selector als hulpmiddel. Het onderstaande voorbeeld laat zien hoe dit werkt.
3. Inventariseren welke artefacten beschikbaar zijn voor de drie belangrijkste views.  
Neem de in de VRE referentie-architectuur beschikbare artefacten die de drie belangrijkste views beschrijven.
4. Geschikt maken en aanvullen van de beschikbare artefacten om als PSA te kunnen worden gebruikt bij het realiseren van de gewenste VRE.  
Werk enkele scenario's uit voor een oplossing van het vraagstuk. Verwerk daarbij de maatregelen die de oplossing moet realiseren, in de beschikbare artefacten. Maak zonodig nieuwe artefacten.

### Voorbeeld: use case Workspace

DESCRIPTION USE CASE	
1.	TITLE
	Workspace
2.	STAKEHOLDERS
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Onderzoeker</li><li>• CIO</li><li>• Gegevenseigenaar</li><li>• Beheerder (van het onderzoeksportaal)</li><li>• Data security officer</li><li>• Medisch specialist</li><li>• Patient</li></ul>
2.	GOAL
	Het doel van de use case is een web-based portaal te realiseren waar onderzoekers van verschillende instellingen samen medische gegevens kunnen onderzoeken.
3.	DESCRIPTION
	Een samenwerkingsverband van een viertal deels aan een ziekenhuis verbonden onderzoeksinstellingen hebben besloten samen een web-based portaal te realiseren voor het onderzoeken van medische gegevens. Het is de bedoeling dat onderzoekers van ieder van de vijf organisaties gebruik kunnen maken van het portaal en er kunnen samenwerken. De ziekenhuizen leveren daartoe gegevens aan in gepseudonimiseerde vorm. Het te ondersteunen onderzoeksproces is al in kaart gebracht en de benodigde budgetten zijn goedgekeurd. De use case richt zich vooral op het inrichten van de technologie.
4.	PROBLEMS THAT NEED TO BE SOLVED
	1. Voldoen aan vigerende privacy wetgeving en aan wensen op het gebied van privacy;

	2. Voldoen aan de FAIR principes; 3. Bieden van de vrijheid die onderzoek vereist; 4. Bieden van IT faciliteiten om toezicht te kunnen houden op de naleving van beleid en principes; 5. Authenticeren en autoriseren conform de gedifferentieerde bevoegdheden van de betrokken personen van verschillende organisaties; 6. Verlenen van toegang tot een digitale onderzoeksomgeving buiten de muren van de eigen organisatie; 7. Bepalen van de plaats van de onderzoeksomgeving in de infrastructuur; 8. Ontvangen van medische gegevens op een veilige en gecontroleerde manier; 9. Behouden van zeggenschap over eigen gegevens door de gegevens eigenaar; 10. Opschalen.
5.	POLICIES INVOLVED (IF APPLICABLE)
	Niet van toepassing
6.	RESEARCH DATA LIFE CYCLE
	De use case betreft de gehele research data lifecycle: acquisitie, preparatie, integratie, verwerking, distributie, publicatie, archivering en uitfasering.

Tabel 9 toont de uitkomst van de view selector voor deze use case.

View	#	Onderwerpen, waarover een besluit moet worden genomen	Relevant?	Belang
workspace	1	Service model (IaaS, SaaS, PaaS)	ja	1
workspace	2	Beschikbare IT faciliteiten in een workspace en hun samenhang	ja	1
workspace	3	Serviceniveau (capaciteit, beschikbaarheid, aanpasbaarheid, ondersteuning)	ja	1
workspace	5	Ondersteuning en training	ja	1
workspace	6	Faciliteiten ter ondersteuning	ja	1
governance	4	Beleid (policies) met betrekking tot een samenwerkingsomgeving	ja	1
governance	6	Rollen, taken, verantwoordelijkheden, bevoegdheden en bekwaamheden	ja	1
governance	10	Compliance, bijvoorbeeld met wet- en regelgeving	ja	1
datamanagement	2	FAIR principes	ja	1
datamanagement	4	(Meta-)data repository	ja	1
datamanagement	5	Archief	ja	1
datamanagement	6	Publicatie repository	ja	1
datamanagement	7	Data-acquisitie en distributie	ja	1
datamanagement	8	Meta datering	ja	1
datamanagement	9	Versiebeheer	ja	1
datamanagement	10	Data discovery	ja	1
datamanagement	11	Monitoring	ja	1
datamanagement	12	Auditing	ja	1
datamanagement	13	Logging	ja	1
governance	8	Toezicht en handhaving (risico management) bijvoorbeeld wat betreft naleving van security en privacy beleid	ja	2
service management	4	Afspraken, licenties, SLA's, contracten	ja	2
service management	6	Concerns en belangen van stakeholders	ja	2



			Relevant?	Belang
View	#	Onderwerpen, waarover een besluit moet worden genomen		
datamanagement	1	Data en research life cycle	ja	2
datamanagement	3	Gegevensarchitectuur	ja	2
security	1	Wet- en regelgeving wat betreft security en privacy	ja	2
security	2	Beveiligingsstandaarden	ja	2
security	3	Beveiligingsaanpak	ja	2
security	4	Identificatie en authenticatie	ja	2
security	5	Autorisatie (rollen en bevoegdheden)	ja	2
security	6	Encryptie en decryptie	ja	2
security	8	Trusted Third Party ((pseudo) anonimisatie)	ja	2
security	9	Zonering, segmentering (e. g. routers, firewalls)	ja	2
security	10	Protocollen voor gegevensuitwisseling	ja	2
workspace	4	Indicatie van gebruikskosten	ja	3
governance	1	Visie op digitale samenwerkingsomgevingen	ja	3
governance	2	Waardeketen, ketenpartners en de eigen positie daarin	ja	3
governance	3	Business model (waardecreatie, verdienmodel)	ja	3
governance	5	Besturingsmodel (ketenregie en interne sturing: verticaal, horizontaal en in de tijd)	ja	3
technologie	1	Deployment model	ja	3
technologie	2	Koppelingen en interfaces (API's enzovoort)	ja	3
technologie	3	Load balancing	ja	3
technologie	4	Databases en filesystems	ja	3
technologie	5	Clusters en grids	ja	3
technologie	6	Servers (software) (web, database, file, dns, mail)	ja	3
technologie	7	Virtual machines en hypervisors (virtualisatie)	ja	3
technologie	8	Besturingssystemen	ja	3
technologie	9	Clients en servers (hardware)	ja	3
technologie	10	Cloud en privé netwerken	ja	3

Tabel 9 Uitkomst van de view selector voor de in hier beschreven use case

Uit Tabel 9 blijkt dat vooral de views 'workspace', 'datamanagement' en 'governance' van belang zijn voor het op te lossen vraagstuk.

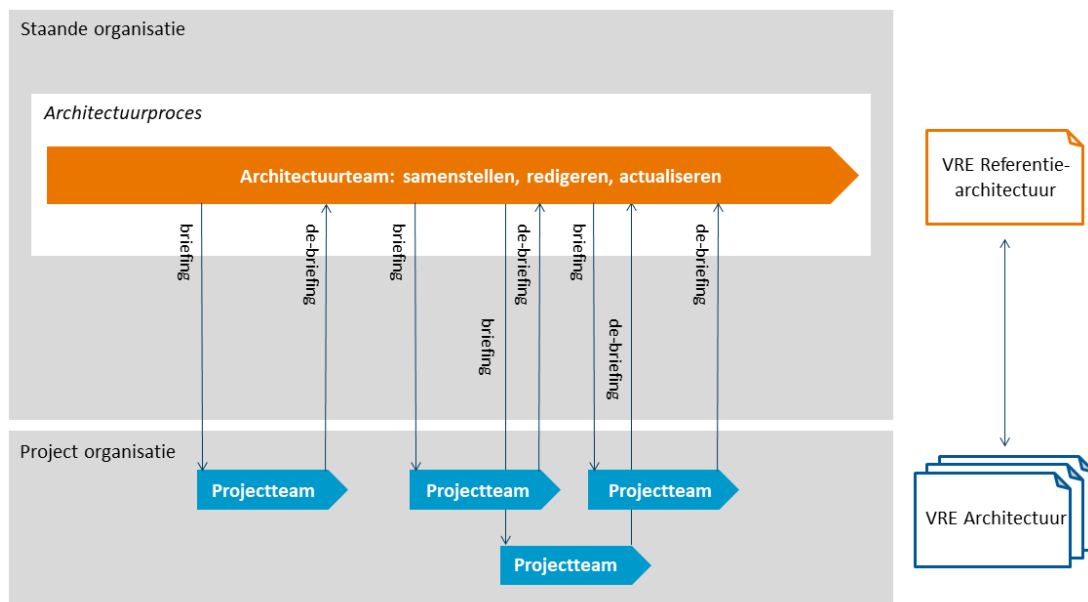
## VRE Architectuurproces

De dynamiek van hedendaags onderzoek heeft niet alleen gevolgen voor de VRE's zelf, maar ook voor het onderhouden en doorontwikkelen van een VRE architectuur (het architectuurproces) en de projecten die een VRE realiseren (zie Figuur 16). Dit betekent dat een lineair ontwikkelmodel, waarbij op basis van een vast plan gedurende bijvoorbeeld een jaar een architectuur wordt uitgewerkt, steeds minder volstaat. In plaats daarvan is een agile ontwikkelmodel nodig dat een intensieve samenwerking mogelijk maakt tussen het VRE architectuurproces en de projecten die de VRE realiseren. Een agile architectuurproces bevordert directe aansluiting bij actuele ontwikkelingen en behoeften. Dit hoofdstuk geeft een advies voor een dergelijk architectuurproces. Het heeft betrekking op een VRE referentie-architectuur, maar kan ook worden toegepast bij een VRE architectuur.

Het architectuurproces dient te beschikken over een aantal eigenschappen:

1. Al kort na implementatie waarde bieden vanwege voldoende draagvlak;
2. Wendbaar zijn om adequaat om te kunnen gaan met nieuwe organisatorische en technologische ontwikkelingen;
3. Aansluiten bij de praktijk om concreet houvast te bieden aan projecten;
4. In staat zijn de referentie-architectuur uit te breiden en te verbeteren op basis van ervaringen met het toepassen ervan;
5. Voortdurend actueel zijn om projecten in staat te stellen gebruik te maken van de laatste inzichten.

Hieronder worden een aantal aanbevelingen gedaan voor de implementatie van een architectuurproces met bovenstaande eigenschappen.



Figuur 16 Het VRE architectuurproces in een staande organisatie

1. Richt het architectuurproces in als een op zichzelf staand proces dat los staat van projecten.  
Een referentie-architectuur kan tot op zekere hoogte worden vergeleken met een bestemmingsplan: het moet al klaarliggen als een bouwkundig architect aan de slag gaat voor een specifiek gebouw. Daarom wordt een referentie-architectuur bij voorkeur in een op zichzelf staand traject ontwikkeld en onderhouden. Een separaat traject voorkomt een referentie-architectuur op het kritieke pad van een project en een belangenconflict tussen projectleider en architect.

2. Implementeer het architectuurproces in een staande organisatie en maak het daarmee een continu proces in plaats van een project (dat een begin en eind heeft).

Een organisatie zal zich voortdurend moeten aanpassen aan nieuwe ontwikkelingen om te kunnen blijven bestaan. Daarom zal ook een referentie-architectuur blijvend moeten worden geactualiseerd en doorontwikkeld. Dit betekent dat het architectuurproces nauw is verbonden met het voortbestaan van een organisatie. Daarom kan ze het best worden geïmplementeerd als onderdeel van een staande organisatie.
3. Zorg voor een voortdurende wisselwerking tussen het doorontwikkelen van de referentie-architectuur en het toepassen ervan in projecten.

De wisselwerking bestaat uit het informeren van projectteams over de beschikbare architectuurartefacten bij aanvang van een project (briefing) en het informeren van het architectuurteam over de ervaringen bij het toepassen ervan na afloop van een project (debriefing).

Bij de briefing krijgt een projectteam de beschikking over de referentie-architectuur. Mogelijk neemt een lid van het architectuurteam deel aan het project om het projectteam te helpen de referentie-architectuur toe te passen, een PSA op te stellen en zelf te ervaren in hoeverre de referentie-architectuur voldoet.

Bij de debriefing krijgt het architectuurteam de beschikking over de architectuurartefacten die in het project zijn gemaakt. Ook worden ervaringen uitgewisseld. Hiermee kan het architectuurteam de referentie-architectuur uitbreiden en verbeteren.

De werkwijze maakt het mogelijk om ook met een bescheiden verzameling artefacten op korte termijn projecten van dienst te zijn zonder de referentie-architectuur volledig te hebben uitgewerkt. En door gebruik te maken van artefacten die zich in de praktijk hebben bewezen, kan het architectuurteam tegen beperkte kosten een referentie-architectuur opstellen met realiteitswaarde.
4. Maak het referentie-architectuurteam (architectuurteam) verantwoordelijk voor het onderhouden van een netwerk om geplande en lopende projecten te kunnen signaleren waar een referentie-architectuur waarde kan bieden.

Om een rol te kunnen spelen bij projecten dient het architectuurteam op de hoogte te zijn van het projectenportfolio van een organisatie. Een geschikt netwerk met daarin projectportfolio managers en CIO medewerkers is daarbij essentieel.
5. Maak het architectuurteam verantwoordelijk voor het signaleren van nieuwe, aan architectuur gerelateerde ontwikkelingen op organisatorisch en technologisch gebied en het op basis hiervan geven van gewenst en ongewenst advies en het aanpassen de referentie-architectuur.

Het architectuurteam dient ook organisatorische en technologische ontwikkelingen in de gaten te houden die relevant zijn voor architectuur. Door deze tijdig te signaleren en direct te verwerken, blijft de referentie-architectuur actueel. Een visie op nieuwe ontwikkelingen maakt het architectuurteam een waardevolle gesprekspartner voor het management van een organisatie en de projecten.
6. Laat het architectuurteam deelnemen aan de inhoudelijke besluitvorming met betrekking tot te starten, lopende en te beëindigen projecten.

Een architectuurteam kan vanwege haar rol de te starten, lopende en af te ronden projecten op inhoudelijk vlak overzien. Dit plaatst het team in een positie om een waardevolle rol te spelen bij de inhoudelijke besluitvorming met betrekking tot het projectenportfolio van een organisatie.
7. Overweeg om het architectuurproces te laten voldoen aan de principes van 'agility'.

Voor voldoende slagvaardigheid van het architectuurteam kan worden overwogen het architectuurproces in te richten volgens de principes van 'agility'. Dit betekent onder meer dat het team meer bevoegdheden

krijgt om bij nieuwe ontwikkelingen naar eigen bevinding te handelen. En dat de architecten de aan architectuur gerelateerde vraagstukken (de 'backlog') in de referentie-architectuur oplossen in sprints en op basis van prioriteiten.

## Bijlage – Aanbevelingen voor Research Data Management

Deze bijlage bevat een aantal aanbevelingen voor datamanagement. Met het uitvoeren ervan wordt impliciet tegemoet gekomen aan de Open Science en FAIR principes.

De aanbevelingen zijn onderverdeeld naar de volgende onderwerpen:

1. Herleidbaarheid en reproduceerbaarheid van onderzoeksresultaten;
2. Hergebruik van kennis en hulpmiddelen;
3. De kwaliteit van onderzoeksdata;
4. Mogelijkheden voor samenwerken;
5. De efficiëntie van het onderzoeksproces (kosten);
6. Beveiliging en privacy;
7. Ondersteuning op maat van onderzoek.

### **Herleidbaarheid en reproduceerbaarheid van onderzoeksresultaten**

1. Bevorder het opstellen van een Data Management Plan (DMP) door onderzoekers;
2. Bevorder het gebruik van een DMP;
3. Zorg voor een onderzoeksinstelling brede data repository voor lange termijn opslag van gegevens met metadata die:
  - voldoet aan een courante metadata standaard;
  - beschikt over een Persistent Identifier;
  - geschikt is voor alle onderzoeksdomeinen;
  - zorgvuldig wordt gevuld;
  - voldoende begrijpelijk is voor onderzoekers;
  - gemakkelijk is in gebruik;
  - door alle onderzoekers wordt gebruikt.
4. Stel richtlijnen op voor een uniforme wijze van vastleggen van de metadata van een bepaald onderzoeksdomein;
5. Zie erop toe dat onderzoekers metadata volgens de richtlijnen vastleggen;
6. Automatiseer het vastleggen van metadata;
7. Registreer de status van een onderzoek in de Metadata Repository, bijvoorbeeld 'geopend' of 'gesloten';
8. Stel een centrale datatransfer faciliteit beschikbaar voor het ontvangen en leveren van data aan interne en externe partijen en voor het verplaatsen van data naar de verschillende staging areas in de onderzoeksinstellingsinfrastructuur;
9. Maak het mogelijk om regels met betrekking tot datatransfer automatisch toe te passen, bijvoorbeeld met de faciliteit voor datatransfer;
10. Registreer wijzigingen in de status van data gedurende de levenscyclus van data zoveel mogelijk automatisch in de Metadata Repository, bijvoorbeeld met de faciliteit voor datatransfer;
11. Biedt onderzoekers de mogelijkheid om handmatig metadata bij te werken, bijvoorbeeld bij wijzigen van de status van onderzoeksgegevens, zoals opschonen of pseudonimiseren van data;
12. Beperk de inspanning voor het bijhouden van metadata door onderzoekers; er zijn tenminste twee mogelijkheden: maak een data steward verantwoordelijk voor alle metadatering of zorg voor een zodanig gebruiksvriendelijke IT-faciliteit, dat het voor een onderzoeker eenvoudiger is zelf de metadata te actualiseren dan een data steward hiervoor in te schakelen; de werkwijze kan stapsgewijs worden ingevoerd met in eerste instantie de data steward als uitvoerder en bij een voldoende

gebruiksvriendelijke IT-faciliteit en de data steward als trainer (ondersteuner) voor onderzoekers bij het registreren van hun deel van de metadata;

13. Maak het mogelijk om een metadata schema te uploaden in de centrale metadata repository, bijvoorbeeld door een data steward, en waarvan gebruik gemaakt kan worden bij het uploaden van data, bijvoorbeeld door een onderzoeker;
14. Implementeer een standaard proces voor het beschikbaar stellen van publicaties;
15. Stel een centrale IT-faciliteit beschikbaar ter ondersteuning van externe publicatie;
16. Stel een centrale repository voor publicaties (Publicatie Repository) beschikbaar die is geïntegreerd met de Metadata Repository;
17. Stel een monitoring faciliteit beschikbaar voor continu toezicht op de herleidbaarheid en reproduceerbaarheid van onderzoeksgegevens; de faciliteit maakt gebruik van de metadata in de FIAM repository, de Metadata Repository en de Publicatie Repository;
18. Zie toe op voldoende herleidbaarheid en reproduceerbaarheid, bijvoorbeeld met periodieke tests.

### **Hergebruik van kennis en hulpmiddelen**

1. Bevorder het signaleren van lokale verbeteringen die onderzoeksinstelling breed kunnen worden ingezet en het melden van deze mogelijkheden voor hergebruik, bij bijvoorbeeld een data steward;
2. Implementeer mogelijkheden voor hergebruik, eventueel na enkele pilots;
3. Maak kennis en ervaring, bijvoorbeeld met betrekking tot het koppelen van data, centraal beschikbaar, bijvoorbeeld door standaarden, richtlijnen, good practices, een canoniek datamodel, scripts en data in een centrale, toegankelijke en gebruiksvriendelijke data repository te plaatsen en een beschrijving ervan te publiceren op een wiki;
4. Zorg voor redactie en promotie van de wiki en de data repository;
5. Stimuleer hergebruik met success stories;
6. Zie toe op hergebruik.

### **De kwaliteit van onderzoeksdata**

1. Stel criteria op waaraan aangeleverde data moet voldoen;
2. Maak afspraken met leveranciers over de continuïteit van dataleveranties en de kwaliteit van de data, in het besef dat de belangen wederzijds zijn: dataleveranciers zijn meestal ook data-ontvangers en een slechte kwaliteit van de aangeleverde data beïnvloedt de kwaliteit van de terug te geven onderzoeksresultaten; speciale aandacht vereisen eenheden die als identifier kunnen worden gebruikt bij het integreren van data sets en de referentiele integriteit van data sets;
3. Implementeer een standaard procedure voor gestructureerde kwaliteitscontrole van data (bij voorkeur direct bij ontvangst) en het afhandelen van fouten (bijvoorbeeld retourneren van data);
4. Biedt de mogelijkheid om data bij ontvangst te converteren naar een standaard formaat;
5. Stel richtlijnen op voor het classificeren van data;
6. Stel richtlijnen op voor het pseudonimiseren en anonimiseren van databestanden;
7. Zie toe op de kwaliteit van data en het naleven van standaarden en richtlijnen.

### **Mogelijkheden voor samenwerken**

1. Stel een gestandaardiseerde digitale onderzoeksomgeving beschikbaar bij de onderzoeksinstelling waar interne en externe onderzoekers kunnen samenwerken; de onderzoeksomgeving bevat de IT-faciliteiten en data in een infrastructuur die samenwerken mogelijk maakt; overweeg als alternatief samenwerken in

een digitale onderzoeksomgeving bij een van de ketenpartners, bij een community provider of bij een private of public cloud provider, of een combinatie hiervan;

2. Beleg het organiseren van samenwerken, bijvoorbeeld bij een projectleider;
3. Maak afspraken over geveenseigenaarschap bij samenwerken;
4. Maak gebruik van gevirtualiseerde opslaglocaties voor iedere fase in de levenscyclus van gegevensbestanden: acquisitie, preparatie, integratie, analyse, publicatie, distributie, archivering en een 'prullenbak'; virtualisatie moet het mogelijk maken dat onderzoekers vanuit verschillende virtuele omgevingen op een gemakkelijke en uniforme manier bij hun data (en de data van collega's) kunnen; de gevirtualiseerde locaties vergemakkelijken inzicht in de status van bestanden, bijvoorbeeld 'brongegevens' of 'gereed voor archivering' en kunnen verwijzen naar dezelfde fysieke locatie.
5. Implementeer een standaard procedure voor het veiligstellen van onderzoeksresultaten en het opruimen van de onderzoeksomgeving in samenwerking met de onderzoekers.

### **De efficiëntie van het onderzoeksproces (kosten)**

1. Maak afspraken met aanleverende partijen over de kwaliteit van data (data van slechte kwaliteit maakt het onderzoek bewerklijker);
2. Maak afspraken met de organisatie die IT-faciliteiten beschikbaar stelt, over gedifferentieerde serviceniveaus (op behoeften afgestemde dienstverlening met passende kosten);
3. Implementeer een standaard procedure voor het beschikbaar stellen van een digitale onderzoeksomgeving van het juiste serviceniveau;
4. Werk volgens een DMP;
5. Beperk het aantal tools met vergelijkbare functionaliteit;
6. Integreer de onderzoeks- en publicatie-omgeving;
7. Differentieer naar type opslagmedium, rekening houdend met behoeften en kosten, bijvoorbeeld een snelle of trage harde schijf of tape;
8. Stel richtlijnen op voor het koppelen van datasets;
9. Stel een canoniek datamodel op;
10. Standaardiseer de unieke kenmerken (identifiers) van gegevensgroepen, de semantiek en syntax van gegevens die de verwerking van datasets bepalen, en het koppelen van datasets.
11. Bevorder hergebruik van beschikbare kennis en hulpmiddelen;
12. Standaardiseer de indeling van opslaglocaties, bijvoorbeeld de folders van een harde schijf;
13. Maak een plan voor op- of uitschalen en bereid afspraken hierover voor met leveranciers;
14. Overweeg dynamisch case management voor het automatisch toepassen van regels bij IT-faciliteiten, bijvoorbeeld om te voorkomen dat een dataset met de classificatie 'privacy gevoelig' wordt verwerkt, voordat deze is gepseudonimiseerd;
15. Zie toe op hergebruik en het naleven van standaarden, richtlijnen en afspraken.

### **Beveiliging en privacy**

1. Maak onderzoekers bekend met good practices op het gebied van beveiliging en privacy;
2. Implementeer een uniforme procedure voor identificatie, authenticatie en autorisatie van interne en externe onderzoekers;
3. Stel een centrale FIAM repository beschikbaar waarin de bevoegdheden van de interne en externe onderzoekers die toegang is verleend tot data van de onderzoeksinstelling, kunnen worden vastgelegd;
4. Maak gebruik van centrale IT-faciliteit voor het bijhouden van de bevoegdhedenlevenscyclus in combinatie met een centrale FIAM repository;

5. Zorg voor een laag in de architectuurstack die de voor een bepaalde onderzoeker vastgestelde bevoegdheden realiseert voor de betreffende IT-faciliteiten;
6. Stel richtlijnen op voor het anonimiseren van persoonsgegevens;
7. Stel richtlijnen op voor het borgen van anonimiteit bij het publiceren van data;
8. Stel duidelijke richtlijnen op voor het borgen van anonimiteit bij het publiceren van data;
9. Zorg voor een expliciete check in het werkproces of een patiënt informed consent heeft gegeven;
10. Zie toe op het naleven van standaarden, richtlijnen en good practices op het gebied van beveiliging en privacy.

### **Ondersteuning op maat van onderzoek**

1. Stel een data steward aan die direct verantwoordelijk is voor traceerbaarheid, herleidbaarheid en hergebruik van brongegevens, scripts en onderzoeksresultaten. Het is aan te bevelen de rol van data steward stapsgewijs te implementeren, te beginnen met beleggen in bijvoorbeeld een bepaald organisatie-onderdeel. Bij gebleken succes zou in een latere fase de rol kunnen worden uitgebreid tot meerdere organisatie-onderdelen met overeenkomende RDM wensen en mogelijkheden of onderzoeksinstelling breed, om een groter effect te sorteren. Bij een toenemende werkdruk kan de rol bij meerdere personen worden belegd die in teamverband samenwerken.
2. Beleg de verantwoordelijkheid voor systeembeheer op maat bij een hiervoor gekwalificeerde organisatie:
  - levering van digitale onderzoeksomgevingen van het juiste service niveau en het verwijderen van een onderzoeksomgeving na sluiten van een onderzoek;
  - passende compute en storage faciliteiten;
  - ondersteuning van onderzoek op het afgesproken service niveau;
  - een plan voor op- en uitschalen en afspraken hierover met leveranciers.
3. Zorg voor een goede toegankelijkheid van RDM gerelateerd kennis en ondersteuning, bijvoorbeeld via een dataloket. Het is van belang het aantal dataloketten zo klein mogelijk te houden en dat medewerkers van een kennisloket kunnen doorschakelen naar tweedelijns ondersteuning met bijvoorbeeld een data steward, data architect en data jurist ('one-stop-shop' voor de onderzoeker).
4. Zorg voor ondersteuning bij data-integratie;
5. Train onderzoekers op het gebied van RDM expertise en RDM tools;
6. Biedt onderzoekers de gelegenheid gebruik te maken van ontwikkelingen en initiatieven buiten de onderzoeksinstelling die relevant zijn voor de onderzoeksinstelling.



## Bijlage - Begrippenlijst

Begrip	Betekenis
Architectuurartefact (artefact)	De producten die een architectuur beschrijven, bijvoorbeeld principes, diagrammen, tabellen en tekst.
Model	Een conventie om een onderwerp te beschrijven aan de hand van die concepten en onderlinge relaties welke relevant zijn voor een bepaalde analyse.
Virtual Research Environment (VRE)	Een omgeving waarin onderzoekers kunnen werken met al hun relevante gegevens, analysescripts en tools. De omgeving is schaalbaar, veilig, heeft zelfbediening en is in staat tot real-time samenwerking. Het biedt data en proces audittracks en voldoet aan alle toepasselijke regels en voorschriften. En het is grotendeels onafhankelijk van zijn infrastructuur en kan organisatorische grenzen overschrijden.
Workspace	Een instantiatie van een VRE op maat