



EINDRAPPORT PANDEMISCHE PARAATHEID EN VENTILATIE 2025

Eindrapport Programma Pandemische
Paraatheid en Ventilatie (P3Venti)
*opzet, belangrijkste resultaten en
aanbevelingen*

Projectnummer 060.51323

DATUM

20 september 2025

MANAGEMENT SAMENVATTING

Het programma P3Venti, gestart in 2022 en gefinancierd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Welzijn en Sport, heeft gedurende drie jaar intensief onderzoek verricht naar pandemische paraatheid door ventilatie binnen de langdurige zorg en de maatschappelijk urgente sportvoorzieningen. Het onderzoek is uitgevoerd door een samenwerkingsverband van onderzoekspartijen bestaande uit TNO, Universiteit Utrecht, TU Eindhoven, TU Delft, Universiteit Leiden, RIVM, het Mulier Instituut, het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB), Hogeschool Saxion en het Erasmus MC.

Het programma heeft zich gericht op het invullen van kennishiaten rondom aerogene transmissie van virussen, met name SARS-CoV-2, en de rol van ventilatie als mitigatiemaatregel. Door samenwerking tussen diverse disciplines en instellingen is een breed kennisnetwerk opgebouwd dat snel inzetbaar is bij toekomstige pandemieën. P3Venti heeft een solide basis gelegd voor toekomstige beleidsvorming en operationele besluitvorming in pandemische context. De opgedane kennis en ontwikkelde instrumenten bieden handvatten voor een veerkrachtige en goed voorbereide samenleving. Dit eindrapport biedt een overzicht van de belangrijkste resultaten, inzichten en aanbevelingen.

De resultaten van het programma maken duidelijk dat verspreiding door de lucht over grotere afstand bij respiratoire virussen een grote rol speelt. Hoe groot precies, dat blijft helaas voorsnog onduidelijk. Goed toegankelijke informatie over referentievirussen ontbreekt; en het aantonen van de aanwezigheid van virussen in de lucht is methodologisch zeer complex gebleken.

Het programma toont aan dat effectief ventileren het risico op aerogene transmissie aanzienlijk kan beperken. Effectief ventileren betekent mechanisch ventileren: natuurlijke ventilatie alléén (zoals door alleen de aanwezigheid van te openen gevelopeningen zoals gevelroosters, klappen en ramen) biedt onvoldoende garantie voor de hoeveelheid luchtverversing, vooral in kritieke situaties met kwetsbare groepen mensen.

Voor effectief ventileren zijn goed ontwerp, goed onderhoud en juist gebruik van ventilatiesystemen net zo belangrijk als de ventilatiecapaciteit. De onderzoeksresultaten maken het waarschijnlijk dat de aanwezigheid van spuisvoorzieningen waarmee kortstondig grote hoeveelheden lucht kunnen worden uitgewisseld, om (sterk)verontreinigde lucht snel af te voeren, meerwaarde heeft.

De analyses in P3Venti laten zien dat evidence-based besluitvorming alléén niet voldoende is voor pandemische paraatheid. Voor evenwichtige besluitvorming zullen beleidsmakers en beslissers ook gebruik moeten maken van andere besluitvormingsmodellen, zoals politieke besluitvorming en normatieve besluitvorming.

Tenslotte benadrukt het programma het belang van communicatie en bewustwording onder gebruikers en beheerders.

De resultaten van het programma zijn verwerkt in 'handelingsperspectieven'. Een handelingsperspectief bestaat uit een of meer documenten, tools en/of werkvormen waarmee de in P3Venti opgebouwde kennis praktisch toepasbaar wordt gemaakt. Handelingsperspectieven richten zich op specifieke gebruikersgroepen zoals gebruikers en ontwerpers, facility managers, besluitvormers, beleidsvoorbereiders en – makers. Ze geven inzicht welke stappen richting pandemische paraatheid gebruikers kunnen zetten en bieden hierbij praktische ondersteuning, door de beantwoording van

specifieke kennisvragen. De vier handelingsperspectieven – Transmissieroute, Gebruik & Systeemconfiguratie, Besluitvormingsperspectief en het Waarde-, Interactie- en Risicomodel – vormen de voornaamste tastbare uitkomsten en daarmee de kern van het programma.

P3Venti pleit voor actieve promotie van het gebruik van de ontwikkelde handelingsperspectieven door beleidsmakers en beslissers. Gebruik van de tools en werkvormen in de praktijk geeft de kans ze te verbeteren en aan te scherpen. Bovendien brengt gebruik van de handelingsperspectieven vragen uit de praktijk aan het licht om vervolgonderzoek gericht vorm te geven.

Vervolgonderzoek is in ieder geval noodzakelijk naar virusinactivatie onder verschillende omstandigheden. Het is van cruciaal belang meer te weten over hoelang respiratoire virussen in de lucht actief en besmettelijk blijven en van welke factoren dit afhankelijk is. Een solide kennisbasis op dit terrein is een cruciale asset voor risicoanalyse en de inschatting van de effectiviteit van maatregelen. Het opbouwen van die kennisbasis is echter een zaak van langere adem en bredere onderzoeksinzet dan binnen P3Venti kon worden gerealiseerd. Het programma pleit dan ook voor het actief onderhouden van het opgebouwde kennisnetwerk.

INHOUD

Management samenvatting	2
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding van het programma (kennishiaten)	6
1.2 Kennishiaten	7
1.3 Doelstelling en opzet van het programma	7
1.4 Kennisvragen en netwerk	8
1.5 Governance structuur	9
1.6 Ontwikkeling programma door de tijd	10
1.7 Samenwerking met andere initiatieven	12
2 Bijdrage aan de kennisvragen	14
2.1 Transmissieroute	14
2.1.1 Omschrijving van het handelingsperspectief transmissieroute	14
2.1.2 Kennisvraag(en) die door Transmissieroute worden beantwoord	15
2.1.3 Bijdrage Transmissieroute aan de kennisvragen	15
2.1.4 Betrokken partijen	17
2.2 Gebruik & Systeemconfiguratie	18
2.2.1 Omschrijving van Gebruik & Systeemconfiguratie	18
2.2.2 Kennisvragen die door gebruik en systeemconfiguratie worden beantwoord	22
2.2.3 Bijdrage Gebruik & Systeemconfiguratie aan de kennisvragen	22
2.2.4 Betrokken partijen	24
2.3 Besluitvormingsperspectief	24
2.3.1 Omschrijving van het besluitvormingsperspectief	24
2.3.2 Kennisvragen die beantwoord worden met het besluitvormingsperspectief	27
2.3.3 Bijdrage van het besluitvormingsperspectief aan de kennisvragen	27
2.3.4 Betrokken partijen	30
2.4 Waarde, Interactie en Risico model (WIR model)	31
2.4.1 Omschrijving van het Waarde, Interactie en Risico-model	31
2.4.2 Kennisvragen die beantwoord worden met het Waarde, Interactie en Risico model	32
2.4.3 Bijdragen van het Waarde, Interactie en Risico model aan de kennisvraag	32
2.4.4 Betrokken partijen	34
3 Kennisnetwerk en Disseminatie	35
3.1 Kennisnetwerk	35
3.2 Disseminatie	35
4 Aanbevelingen	37
4.1 Transmissieroute	37

4.2	Ventilatiesystemen	38
4.3	Communicatie	39
4.4	Kennisnetwerk	40
4.5	Besluitvorming	40
bijlage A – Lijst van deliverables/Literatuur en uitingen		42
bijlage B – Financiële overzicht		49
bijlage C – Lijst van afkortingen en begrippen		50

1 INLEIDING

In 2022 is gestart met het driejarige Programma Pandemische Paraatheid en ventilatie (P3Venti) dat medio 2025 is afgerond. Dit eindrapport beschrijft kort de belangrijkste resultaten van het programma en geeft aanbevelingen voor (te ontwikkelen) beleid. Hierbij wordt ook een overzicht gegeven van de bijdrage aan de gedefinieerde kennisvragen en daarmee kennishiaten. Een uitvoerige beschrijving van de resultaten, de onderbouwing daarvan en de details uit de onderzoeken is beschikbaar in de achterliggende rapportages. Zie hiervoor de website van het programma [P3venti | Home](#).

De partners die nauw bij het programma betrokken waren zijn: Universiteit Utrecht, TU Eindhoven, TU Delft, Universiteit Leiden, Mulier Instituut, RIVM, Economische Instituut voor de Bouw (EIB), Hogeschool Saxion en het Erasmus MC.

1.1 Aanleiding van het programma (kennishiaten)

De COVID-19 pandemie heeft duidelijk gemaakt dat het noodzakelijk is om de kennisbasis en (kennis)paraatheid te versterken om bij toekomstige pandemieën sneller en effectiever te kunnen reageren en beter voorbereid te zijn.

Een aantal tijdens COVID-19 genomen maatregelen bleek een ontwrichtend karakter te hebben op de samenleving, vaak zonder dat er voldoende evidentie was voor de effectiviteit van alle maatregelen bij een bepaalde variant van het SARS-CoV-2 virus. Dit bemoeilijkte evenwichtige besluitvorming over maatregelen, doordat het lastig was effectiviteit en maatschappelijke impact van maatregelen goed af te wegen. In de brief van de Minister aan de Tweede Kamer over de lange termijnstrategie COVID-19 [kenmerk 3325968-1025287-PDC19] van 1 april 2022 worden twee hoofddoelen geïdentificeerd die niet alleen voor COVID-19 relevant zijn, maar als richtsnoer van prioriteiten bij elke pandemie kunnen worden opgevat:

- A. Het zo goed mogelijk borgen van maatschappelijke continuïteit en vitaliteit, dat wil zeggen het minimaliseren van vermijdbare sociaal-maatschappelijke en economische gevolgschade door effectieve en proportionele inzet van maatregelen;
- B. Het toegankelijk houden van de zorgketen met als doelen: het borgen van de continuïteit van tenminste de kritiek-planbare zorg; het overeind houden van de kwaliteit van zorg en kwaliteit van leven in de zorg; en het vermijden van gezondheidsschade door verminderd gebruik van zorg.

Die tweede prioriteit komt ook duidelijk naar voren in de Beleidsagenda Pandemische Paraatheid die de Minister op 14 april 2022 naar de Tweede Kamer stuurde [Kenmerk 3354837-1027994-PDPP]. Een van de drie beleidsopgaven waaromheen de agenda is opgebouwd, is het zorgen dat de zorg goed voorbereid, flexibel en opschaalbaar is bij nieuwe pandemieën. Onder de vier centrale thema's die moeten worden opgepakt om de beleidsagenda te realiseren, nemen "Sturing en regie" en "Kennis, innovatie en ontwikkeling" een voorname plaats in.

Ook heeft de overheid het RIVM gevraagd om de kennishiaten rondom de verspreiding van SARS-CoV-2 te definiëren. Op basis van deze kennishiaten heeft de overheid TNO gevraagd een programma op te

zetten om een bijdrage te leveren aan het invullen van deze kennishiaten. Dit programma is door het Ministerie van VWS gefinancierd.

1.2 Kennishiaten

Op verzoek van VWS heeft het RIVM zes kennishiaten geïdentificeerd met betrekking tot COVID-19 en ventilatie¹.

- A. De **bijdrage van aerogene transmissie** aan de totale transmissie van het SARS-CoV-2 virus
- B. De **dosis-respons relatie in lucht**, dat wil zeggen hoeveel virusdeeltjes zijn bij aerogene transmissie nodig om een besmetting te veroorzaken?
- C. Welke **bijdrage** leveren **ventilatie** en het gebruik van luchtreinigers e.d. aan het voorkomen van COVID-19?
- D. **Prioritering**. In welke maatschappelijke sectoren is (investeren in) ventilatie als preventiemaatregel het hardst nodig en het meest effectief
- E. Proportionaliteit en kosten/baten van toepassing van ventilatie
- F. Invloed van **omstandigheden in het binnenmilieu**, zoals luchtvochtigheid en temperatuur

1.3 Doelstelling en opzet van het programma

Het onderzoeksprogramma Pandemische Paraatheid en Ventilatie (P3Venti) neemt de kennishiaten als uitgangspunt en stelt zich ten doel:

- Toepasbare kennis op te bouwen over de rol van verspreiding door de lucht bij virussen en andere respiratoire pathogenen,
- Toepasbare kennis op te bouwen waarmee inzicht wordt verkregen in de kosten, baten, waarden en risico's van pandemische maatregelen,
- Onderzoek te verrichten naar de effectiviteit van ventilatie als mitigatiemaatregel,
- Een kennisnetwerk vanuit verschillende disciplines opzetten dat bij een nieuwe pandemische uitbraak snel kan worden geactiveerd voor concrete vragen. Dit kennisnetwerk moet om effectief te kunnen zijn al met elkaar hebben afgestemd, elkaars "taal spreken" en enige affiniteit hebben met de andere disciplines.

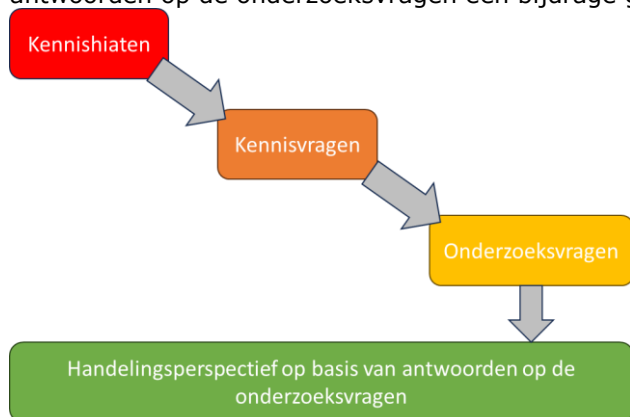
De scope van het programma P3Venti is de intramurale langdurige zorg en de maatschappelijk urgente sportvoorzieningen. Onder deze laatste vallen zwembaden (voor zover met betrekking tot zwemlessen), medische fitness en kleinschalige fitness (kleine groepen). Deze scope is gekozen omdat deze sectoren zwaar geraakt zijn door de pandemie en een groot maatschappelijk belang hebben. Dit maatschappelijk belang ligt vooral in hun bijdrage aan sociale cohesie, en gezondheidsbehoud. Ook de bijdrage aan maatschappelijke veiligheid (met name zwemvaardigheid) speelt een rol in de overweging. Andere sectoren en specifieke gebouwen daarbinnen vallen daarmee buiten de scope van het onderzoek. Vermoedelijk kunnen de resultaten ook voor andere sectoren worden ingezet, omdat ventilatiesystemen en bouwkundige aspecten vaak vergelijkbaar zijn. Ook de maatschappelijke impact en dilemma's in besluitvorming zijn voor andere sectoren naar verwachting herkenbaar.

¹ De formulering van de kennishiaten is licht aangepast in lijn met de generieke relevantie voor pandemische paraatheid.

1.4 Kennisvragen en netwerk

Om de doelstellingen van het programma te verwezenlijken, zijn de door het RIVM geïdentificeerde kennishiaten vertaald naar kennisvragen binnen de scope van het programma.

Voor deze kennisvragen zijn vervolgens onderzoeksvragen geformuleerd om daar concreet invulling aan te geven vanuit P3Venti. De antwoorden op deze onderzoeksvragen zijn gebruikt om toepasbare kennis te genereren binnen de vier ontwikkelde handelingsperspectieven, figuur 1.1. Ook is met de antwoorden op de onderzoeksvragen een bijdrage geleverd aan het invullen van deze kennishiaten.



Figuur 1.1. Route van Kennishiaat naar handelingsperspectief.

Deze kennisvragen zijn een vertaling en veralgemenisering (voor generieke toepasbaarheid bij pandemieën zoals in het Beleidsplan pandemische paraatheid gedefinieerd) van de zes kennishiaten met betrekking tot ventilatie en SARS-CoV-2.

Gedurende de looptijd van het programma in 2023 en 2024 is het noodzakelijk gebleken de oorspronkelijke kennisvragen deels te herformuleren, om de vraagstelling aan te scherpen, de onderzoeksdoelen realistisch te maken binnen de scope van het programma en om binnen die scope tot betekenisvolle uitkomsten te kunnen komen. Tabel 1.1 zet de oorspronkelijke en de herziene kennisvragen naast elkaar. De letters A t/m F in de tabel verwijzen naar de door het RIVM gedefinieerde kennishiaten. De herziene kennisvragen hebben ten grondslag gelegen aan de vier handelingsperspectieven.

Tabel 1.1 De oorspronkelijke en herziene kennisvragen

Oorspronkelijke kennisvragen	Herziene kennisvragen
A. Hoe groot is de kans dat je via de lucht besmet raakt met een virus? A.1. Hoelang kunnen virussen in de lucht overleven en besmettelijk blijven? A.2. Hoe groot is de kans dat je besmet raakt en op welke manier is dat afhankelijk van persoonlijke omstandigheden als je gezondheidstoestand?	A. Hoe groot is de kans dat je via de lucht besmet raakt met een virus? A.1. Hoelang kunnen virussen in de lucht onder verschillende omgevingsomstandigheden overleven en besmettelijk blijven? A.2. Wat is op basis van in de literatuur beschreven dosis response relaties de kans dat mensen besmet raken?
B. Hoe belangrijk of onbelangrijk is besmetting via de lucht vergeleken met andere besmettingsroutes (zoals direct contact of contact via besmette oppervlakken)?	B. Hoe belangrijk of onbelangrijk is, op basis van een literatuurstudie, besmetting via de lucht vergeleken met andere besmettingsroutes (zoals direct contact of contact via besmette oppervlakken)?
C. Hoe verspreiden virusdeeltjes zich door een ruimte? Wordt dit beïnvloed door hoe die ruimte eruitziet en wat er in die ruimte gebeurt?	C. Hoe draagt ventilatie bij aan verspreiding van aerosolen door een ruimte? Wordt die verspreiding beïnvloed door de

	ventilatievoorziening en/of bijvoorbeeld door de situatie in die ruimte?
D. Hoe effectief zijn ventilatie- en luchtreinigingssystemen voor het verlagen van het aantal virusdeeltjes? Kunnen we de effectiviteit betrouwbaar voorspellen en daarbij ook rekening houden met de invloed van operationele omstandigheden zoals afmetingen en gebruik van ruimtes en klimatologische condities?	D. Hoe effectief draagt ventilatie bij aan het verlagen van de blootstelling aan aerosolen in een ruimte? D.1. Kunnen we die effectiviteit betrouwbaar voorspellen en daarbij eventueel ook rekening houden met de invloed van operationele omstandigheden zoals gebruik van een ruimte en de condities? D.2. Wat kan de betekenis van mobiele luchtreiniging hierbij zijn op basis van kennis uit ander onderzoek?
E. Wat kost het om ventilatie en luchtreiniging op een optimaal niveau te krijgen en welke maatschappelijke baten staan daar tegenover?	E. Wat kost (een versnelling in) de verbetering van ventilatiesystemen en welke maatschappelijke baten staan daar tegenover?
F. In welke sectoren (en eventueel segmenten binnen sectoren) of gebouwtypen is investeren in ventilatie het hardste nodig en het meest effectief?	F. Wat is de impact van besmettingen en van preventieve maatregelen op continuïteit, veiligheid en kwaliteit van diensten in de door P3Venti onderzochte domeinen? F.1. Hoe kan deze kennis worden gebruikt om operationeel managers, alsmede beleidsmakers bij overheid en veldpartijen te helpen beter afgewogen, toetsbare en uitlegbare beslissingen te nemen? Meer specifiek: hoe kan deze kennis worden ingezet om betere keuzes te maken m.b.t. de inzet van ventilatie?

1.5 Governance structuur

Bij de strategische richting en de inhoudelijke invulling van het programma P3Venti speelden 3 gremia een belangrijke rol: het afstemmingsoverleg, de klankbordgroep en de algemene vergadering.

Afstemmingsoverleg en klankbordgroep

Het afstemmingsoverleg was het belangrijkste orgaan. Het afstemmingsoverleg adviseerde het Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport over de programmajaarplannen en de strategische richting waarin het programma zich ontwikkelde. Het afstemmingsoverleg werd geadviseerd door een klankbordgroep met inhoudelijke experts. Beide organen hadden een onafhankelijk voorzitter. Voor het afstemmingsoverleg was dit Prof. Dr. Marcel Levi, voor de klankbordgroep Prof. Dr. Wolfgang Ebbers. De leden in zowel de klankbordgroep als het afstemmingsoverleg zijn op persoonlijke titel betrokken en vertegenwoordigden niet formeel een organisatie. Wel hebben deze mensen door hun deskundigheid en positie een goed overzicht van wat in het veld gebeurt. De specifieke kennis van de verschillende leden van de klankbordgroep dekt gezamenlijk de kennis af die vanuit het totale programma benodigd is. De leden van deze organen maken ook deel uit van het kennisnetwerk.

Tabel 1.2. Leden afstemmingsoverleg en klankbordgroep (op persoonlijke titel).

Afstemmingsoverleg	Klankbordgroep
Prof. Dr. M. Levi (voorzitter)	Prof. Dr. W.E. Ebbers (voorzitter)
Ir. N. Westerlaken (secretaris)	Dr. Ing. A.A.L. Traversari, MBA (secretaris)
Prof. Dr. J.T. Van Dissel (RIVM), opgevolgd door Prof. Dr. A.M. de Roda Husman (RIVM)	Prof. Dr. Q.A. ten Bosch
Prof. Dr. Ir. J. Hensen (TU/e)	Dr. D.S. Veldhuijzen
Drs. F.L.H.M. L'Ortye (VWS), opgevolgd door F. Kooiman (VWS)	Prof. Dr. H.S.M. Kort
	Prof. Dr. Ir. P.M. Bluysen
	Prof. Dr. P.J.M. Rottier
	Prof. Dr. D. Lohse

Het afstemmingsoverleg heeft gedurende de looptijd minimaal 2 bijeenkomsten per jaar gehad en de klankbordgroep heeft gemiddeld 4 maal per jaar een bespreking gehad. De inhoudelijke uitvoering van het programma heeft plaats gevonden op basis van door het afstemmingsoverleg (op basis van het advies van de klankbordgroep) goedgekeurde programmajaarplannen, voor ieder jaar één.

Algemene vergadering en werkoverleg

De algemene vergadering bestond uit de consortium partijen vanuit P3Venti. Iedere betrokken partij had een vertegenwoordiger in de algemene vergadering. De algemene vergadering werd voorgezeten door de programmamanager Ir. Lisette Rueb van TNO. De algemene vergadering vergaderde ieder kwartaal over de voortgang van het programma en stemde activiteiten tussen partners af.

Binnen P3Venti zijn verschillende structurele overleggen georganiseerd om de werkzaamheden en resultaten af te stemmen. Maandelijks was er een consortiumoverleg met alle projectpartners waarbij de inhoud centraal stond en resultaten door presentaties en discussies zijn gedeeld. Daarnaast was er elke twee weken een overleg waarbij afwisselend over proces zaken of inhoudelijke zaken werd gesproken met hierbij de deelprojectleiders en/of de inhoudelijke trekkers van de programmalijnen / handelingsperspectieven.

1.6 Ontwikkeling programma door de tijd

Het programma P3Venti is gestart met 6 inhoudelijke programmalijnen die ieder onderzoek naar een aantal kennisvragen hebben uitgevoerd. Daarnaast was er één programmalijn specifiek voor de disseminatie en het opbouw van het kennisnetwerk en één voor het programmamanagement. In het laatste jaar van het programma zijn de inhoudelijke programmalijnen overgegaan in 4 handelingsperspectieven die zich op verschillende doelgroepen hebben gericht.

Op basis van de kennisvragen zijn vier handelingsperspectieven gedefinieerd waarin de antwoorden op de kennisvragen zijn verwerkt. In één handelingsperspectief komen vaak meerdere kennisvragen samen, zie tabel 1.3.

Tabel 1.3. Relatie tussen de bijdrage aan kennisvragen en de verschillende handelingsperspectieven, waarbij gemarkeerd is welk handelingsperspectief een bijdrage levert in de beantwoording van welke kennisvraag.

Kennisvragen		Handelingsperspectieven			
		WIR model	Besluitvormingsperspectief	Gebruik en systeemconfiguratie	Transmissieroutes
A.	Hoe groot is de kans dat je via de lucht besmet raakt met een virus?				
	A.1. Hoelang kunnen virussen in de lucht onder verschillende omgevingsomstandigheden overleven en besmettelijk blijven?				
	A.2. Wat is op basis van in de literatuur beschreven dosis response relaties de kans dat mensen besmet raken?				
B.	Hoe belangrijk of onbelangrijk is, op basis van een literatuurstudie, besmetting via de lucht vergeleken met andere besmettingsroutes (zoals direct contact of contact via besmette oppervlakken)?				
C.	Hoe draagt ventilatie bij aan verspreiding van aerosolen door een ruimte? Wordt die verspreiding beïnvloed door de ventilatievoorziening en/of bijvoorbeeld door de situatie in die ruimte?				
D.	Hoe effectief draagt ventilatie bij aan het verlagen van de blootstelling aan aerosolen in een ruimte?				
	D.1. Kunnen we die effectiviteit betrouwbaar voorspellen en daarbij eventueel ook rekening houden met de invloed van operationele omstandigheden zoals gebruik van een ruimte en de condities?				
	D.2. Wat kan de betekenis van mobiele luchtreiniging hierbij zijn op basis van kennis uit ander onderzoek?				
E.	Wat kost (een versnelling in) de verbetering van ventilatiesystemen en welke maatschappelijke baten staan daar tegenover?				
F.	Wat is de impact van besmettingen en van preventieve maatregelen op continuïteit, veiligheid en kwaliteit van diensten in de door P3Venti onderzochte domeinen?*				
	F.1. Hoe kan deze kennis worden gebruikt om operationeel managers, alsmede beleidsmakers bij overheid en veldpartijen te helpen beter afgewogen, toetsbare en uitlegbare beslissingen te nemen? Meer specifiek: hoe kan deze kennis worden ingezet om betere keuzes te maken m.b.t. de inzet van ventilatie?				
	Kennisvraag				
	Sub-kennisvraag				

* Bij deze kennisvraag is een bijdrage geleverd voor twee verschillende doelgroepen: Strategische besluitvorming door beleidsmakers en bestuurders en Operationele besluitvorming door operationeel managers en locatieverantwoordelijken en daarmee onderdeel van twee verschillende handelingsperspectieven.

1.7 Samenwerking met andere initiatieven

Het programma P3Venti heeft nauw samengewerkt met andere nationale programma's zoals CLearn AIR for Everyone (CLAIRE), MITigation STRategies for Airborne Infection Control (MIST), het Pandemic & Disaster Preparedness Center (PDPC) en Airias.

Daarnaast zijn goede contacten opgebouwd met het Finse E3 Pandemic Response project, het Noorse The Arctic University of Norway en University of Bristol. Deze samenwerkingen hebben geresulteerd in het bespreken van resultaten, het delen van informatie, het onderling afstemmen van onderzoek om dubblures te voorkomen, elkaar uitnodigen bij symposia en andere bijeenkomsten en het afstemmen van de gebruikte terminologie en communicatie. Ook is gezamenlijk besproken hoe pandemische paraatheid op de agenda kan worden gehouden bij verschillende stakeholders en welke beleid minimaal noodzakelijk is vanuit pandemische paraatheid door ventilatie.

De vier initiatieven hebben gemeen dat ze zich richten op de aerogene besmettingsroute en het potentieel van ventilatie en of luchtreiniging om risico's te mitigeren. De vier initiatieven zijn complementair waar het gaat om de onderzoeksfocus en het beoogde toepassingsgebied van onderzoeksuitkomsten.

- CLAIRE is een publiek-private samenwerking die een wetenschappelijke basis levert om ventilatiesystemen en mobiele luchtreinigers in praktijksituaties te evalueren op basisscholen en in beperktere mate in de langdurige zorg. Naast de bouwkundige, technologische, en microbiologische aspecten, worden ook de haalbaarheid en aanvaardbaarheid van de interventies in de praktijk onderzocht om bewezen effectieve oplossingen succesvol binnen de sectoren te kunnen implementeren;
- Het initiatief MIST richt zich op fundamenteel onderzoek om de academische kennisbasis te versterken. De focus licht op de besmettelijkheid van virussen, de verspreiding van vloeistofdruppels in de lucht en de invloed van ventilatie en luchtzuivering op de overdracht van virussen op een fundamenteel niveau;
- Het project predicting, measuring and quantifying airborne virus transmission (Frontrunner 2 project) van het Pandemic and Disaster Preparedness Center (PDPC) richt zich op het ontwikkelen van methoden/modellen om de verspreiding van virussen door de lucht te voorspellen, te meten en te kwantificeren. Samenwerking tussen experts uit verschillende vakgebieden is cruciaal om kennis op te bouwen over pandemieën, rampen en de bijbehorende sociale vraagstukken. Het project draagt bij aan toekomstige paraatheid en veerkracht.
- P3Venti richt zich op explorerend toegepast onderzoek en heeft als specifieke doelstelling om de overheid, publieke sector en (overwegend not-for-profit) eindgebruikers te ondersteunen bij het beter voorbereid zijn op mogelijk nieuwe pandemische situaties.
- AIRIAS (twee projecten op vraag van OCW) hebben zich gericht op de toepasbaarheid van mobiele luchtreinigers in klaslokalen. Het eerste project bestond uit onderzoek naar de optimale eigenschappen en het optimale gebruik van mobiele luchtreinigers, onder andere door een labstudie, en het tweede betrof een veldstudie op 5 basisscholen. Deze projecten zijn door de TU Delft, UvA, Medisch centrum Utrecht, Universiteit Utrecht en ECRAID uitgevoerd.

Aan de start van P3Venti en CLAIRE en tijdens de uitvoering hebben overleggen plaatsgevonden tussen beide initiatieven om de synergie te vergroten en overlap zo veel mogelijk te vermijden. Op grond hiervan is besloten de scope van de initiatieven complementair te maken. P3Venti-programma is

primair gericht op langdurige zorg en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen. CLAIRE en AIRIAS richten zich primair op luchtreinigers binnen basisscholen en in beperkte mate binnen de langdurige zorg.

2 BIJDRAGE AAN DE KENNISVRAGEN

Per handelingsperspectief is kort weergegeven wat vanuit de achterliggend programmalijn de bijdrage was aan de kennisvragen. De doelgroep per handelingsperspectief is in Tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1. Handelingsperspectieven en doelgroepen.

Handelingsperspectief	Doelgroep
Transmissieroute	Wetenschappers
Gebruik en systeemconfiguratie	Zorgverleners en ventilatietechnische adviseurs
Besluitvormingsperspectief	Beleidsmakers bij de overheid en besluitvormers op organisatieniveau bij zorgorganisaties en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen
WIR-model	Besluitvormers op locatieniveau bij zorgorganisaties en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen

2.1 Transmissieroute

2.1.1 Omschrijving van het handelingsperspectief transmissieroute

De impact van de aerogene transmissieroute op de verspreiding van respiratoire virussen is nog steeds voor een groot deel onduidelijk. Er is vooral weinig kwantitatieve informatie beschikbaar over hoelang een virus in een uitgedemd aerosol infectieus blijft, en dus nog in staat is andere mensen te besmetten. Omdat zowel aerosol-, virus-, als omgevingseigenschappen hierop van invloed zijn wordt het verlies aan infectiviteit tijdens aerogene transmissie bepaald door een complexe mix van factoren. Dit handelingsperspectief is vooral voor wetenschappers bedoeld. De interpretatie van deze informatie is echter ook belangrijk voor beleidsmakers.

Tijdens dit onderzoek is nieuwe informatie verkregen over o.a. de inactivatie van SARS-CoV-2 en influenzavirus in aerosolen. Deze informatie wordt geborgd en gedeeld in rapporten en wetenschappelijke publicaties.

Op dit moment is er (internationaal) geen duidelijke gestandaardiseerde werkwijze, waardoor resultaten meestal onderling niet goed vergelijkbaar zijn. Indien bij onderzoek naar aerogene transmissie een meer gestandaardiseerde werkwijze wordt gevolgd, dan kunnen de resultaten beter onderling worden vergeleken. De resultaten van een dergelijke meer gestructureerde aanpak kunnen dan worden vastgelegd in een te ontwikkelen database, die kan dienen als een startpunt voor risico analyse van (nieuwe) respiratoire ziekteverwekkende virussen. De informatie in deze database zou bestaan uit informatie over de stabiliteit van verschillende respiratoire virussen in aerosolen onder verschillende relevante omgevingscondities.

RIVM, Erasmus en TNO hebben binnen P3Venti een begin gemaakt met een werkwijze die de basis kan vormen voor een gestandaardiseerde methode.

Ten tijde van de SARS-CoV-2 pandemie zijn zeer ingrijpende maatregelen genomen, terwijl niet alle relevante informatie voorhanden was. De informatie van dit onderzoek draagt bij aan de onderbouwing van handelingsopties en beleidsmaatregelen in de context van pandemische paraatheid. Hierdoor zal de samenleving beter voorbereid zijn op virale via de lucht verspreidbare ziekteverwekkers.

2.1.2 Kennisvraag(en) die door Transmissieroute worden beantwoord

De kennisvragen waar het handelingsperspectief Transmissieroute invulling aan geeft zijn:

A. Hoe groot is de kans dat je via de lucht besmet raakt met een virus?

A.1. Hoelang kunnen virussen in de lucht onder verschillende omgevingsomstandigheden overleven en besmettelijk blijven?

A.2. Wat is op basis van in de literatuur beschreven dosis response relaties de kans dat mensen besmet raken?

B. Hoe belangrijk of onbelangrijk is, op basis van een literatuurstudie, besmetting via de lucht vergeleken met andere besmettingsroutes (zoals direct contact of contact via besmette oppervlakken)?

Voor het totale overzicht aan kennisvragen en welk handelingsperspectief een bijdrage levert aan welke kennisvraag zie [tabel 1.3](#).

2.1.3 Bijdrage Transmissieroute aan de kennisvragen

Het gedrag van, en de mate van besmetting door aerosolen met infectieuze virussen in ruimten is nog voor een groot deel onbekend. Met name de infectiviteit, en afname van infectiviteit door tijd en ruimtelijke condities, van verschillende respiratoire virussen in aerosolen van verschillende groottes is een kennishiaat. Een hoofdvraag binnen dit onderzoek is in welke mate SARS-CoV-2 en andere luchtoverdraagbare virussen, zoals bijv. het influenzavirus, door middel van aerosolen kunnen worden overgedragen van bron naar host, en wat het effect is van omgevingsfactoren op het verlies van virusinfectiviteit.

Kennisvraag A – *Hoe groot is de kans dat je via de lucht besmet raakt met een virus?*

Aerogene overdracht van virale ziekteverwekkers is zeer complex om te bestuderen, en er bestaan veel kennishiaten. P3Venti heeft door het optimaliseren en afstemmen van experimentele procedures tussen partners, zoals het bemonsteren van virussen uit lucht, en het gebruik van een gelijke aerosol testkamer, ervoor gezorgd dat experimenten onder vergelijkbare condities kunnen worden uitgevoerd, en zo beter kunnen worden vergeleken. Dit heeft een duidelijke bijdrage geleverd bij het verkrijgen van nieuwe experimentele data die bijdragen aan het beantwoorden van deze kennisvraag. Dit is in belangrijke mate voortgekomen uit de samenwerking van de drie partners, RIVM, TNO en Erasmus MC.

Kennisvraag A1 – *Hoelang kunnen virussen in de lucht onder verschillende omgevingsomstandigheden overleven en besmettelijk blijven?*

Omgevingsfactoren zoals relatieve luchtvochtigheid, temperatuur en CO₂ hebben invloed op het verlies van infectiviteit van virussen in aerosolen. Tijdens dit onderzoek zijn een aantal virussen onderzocht op stabiliteit in aerosolen (Rapportage Respiratoire virussen in aerosolen). Onder andere is de invloed van relatieve luchtvochtigheid op de stabiliteit van het influenzavirus bepaald. Dit is gedaan omdat het effect hiervan op de stabiliteit van het virus in aerosolen niet goed bekend is, en er bij zowel TNO als het Erasmus MC onderzoek plaatsvindt aan dit virus. Door het afstemmen van de werkwijze wordt het mogelijk gemaakt de resultaten onderling te vergelijken. Het influenzavirus laat bij een luchtvochtigheid van 40 en 60% nagenoeg geen verlies van infectiviteit zien gedurende 30 minuten, en is dus lang stabiel in de lucht onder deze condities. Bij 90% luchtvochtigheid is er ongeveer 1 log meer verval in 30 minuten dan bij de andere luchtvochtigheidsniveaus, en verliest het virus dus sneller zijn infectieuze eigenschappen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het influenzavirus bij de

veelvoorkomende luchtvochtigheden van 40-60% langer dan 30 minuten infectieus blijft, en gedurende deze tijd dus ook besmettelijk is.

Daarnaast is door het Erasmus MC, het RIVM en TNO bepaald welke invloed collectoren (om virusbevattende aerosolen op te vangen) hebben op de infectiviteit van virussen in deze aerosolen. Luchtbemonsteraars, zoals de Coriolis, de NIOSH-sampler, de impinger en de Biospot Vivas kunnen in een experimentele opstelling waarin virus was verneveld, efficiënt viraal RNA opvangen (zoals aangetoond met kwantitatieve PCR). Echter zijn er verschillen aangetoond in het verzamelen van infectieus virus (aangetoond met behulp van kweek). De impinger en de BioSpot Vivas vertoonden, naast een hoge opvang efficiëntie voor viraal RNA, ook een relatief hoge opvang efficiëntie voor infectieus virus, zowel voor influenzavirus als voor SARS-CoV-2. Het opvangen van infectieus Respiratoir syncytieel virus (RSV), parainfluenzavirus type 3 (PIV3) en humaan metapneumovirus (HMPV) is met alle geteste collectoren weinig succesvol, waarschijnlijk omdat deze virussen fragiel zijn. Het RIVM heeft aangetoond dat de impact van de Coriolis op het verlies van infectiviteit verschilde per virus, en deze was groter voor SARS-CoV-2 en het influenzavirus dan voor rhinovirus (een stabiel virus). Ook bacteriofaag Phi X 174 (ook een stabiel virus) wordt door de collectoren effectief in infectieuze conditie verzameld. Dit laat zien dat er grote verschillen bestaan in hoe bestendig verschillende virussen zijn tegen de geteste opvangmethoden, en sommige virussen zijn veel gevoeliger dan anderen voor een bepaalde collector. Ook bleek dat langere bemonsteringstijden leiden tot een grotere afname van virus infectiviteit, vermoedelijk door accumulatieve schade aan virusdeeltjes. De invloed van de collector op het te onderzoeken virus is dus erg groot, en het is belangrijk om dit proces af te stemmen op de eigenschappen van het virus. Een daaruit volgende conclusie is dat wanneer na lucht bemonstering geen infectieuze virussen wordt aangetoond, dit niet betekent dat deze niet aanwezig waren in de bemonsterde ruimte. Een vergelijkende studie van collectiemethoden, zoals uitgevoerd binnen het P3venti project, is niet eerder gedaan. Dit is een belangrijke reden waarom het vergelijken van huidige gepubliceerde informatie, verkregen met een scala aan aerosolcollectie methoden, eigenlijk niet mogelijk is. Bij recente bio-aerosol conferenties is daarom standaardisering van meetmethodes een belangrijk onderwerp. Daar draagt deze studie aan bij. Verder kan dit ook van invloed zijn op beleidsbeslissingen en risico-inschattingen die gebaseerd zijn op dergelijke meetgegevens, want daarbij dient ook kennis van deze methodologische beperkingen te worden meegewogen.

Bij de generatie van virusbevattende aerosolen zijn de vernevelaars belangrijk, zeker als mucusachtige vloeistoffen worden verneveld. Er zijn verschillende vernevelaars getest, zoals een Collison, een Aerogen en een Hudson vernevelaar. Deze blijken allemaal mucusachtige vloeistoffen te kunnen vernevelen, maar verschillen in de geproduceerde aerosolgrootten. Verder is in dit onderzoek een start gemaakt met het systematisch optimaliseren van de in experimenten toegepaste apparatuur zodat resultaten uit studies over de aerogene transmissieroute in de toekomst onderling betrouwbaarder met elkaar kunnen worden vergeleken. Ook is binnen het project een (bio) aerosol levitator ontworpen en gebouwd en deels getest, waarmee het gemakkelijker is om virussen in aerosolen met verschillende samenstelling (typen mucus) onder verschillende omgevingscondities (temperatuur, luchtvochtigheid CO₂-concentratie) te bestuderen.

Tot op heden is het effect van de mucussamenstelling op de overleving van virussen in aerosolen niet onderzocht, omdat nagenoeg alle experimenten zijn uitgevoerd door middel van het vernevelen van virussen in celweekmedia. Daarom zijn samen met Erasmus MC experimenten opgezet, waarbij gebruik is gemaakt van mucus van menselijke bronchiale epitheelcellen. De samenstelling van de hiermee gemaakte aerosolen benadert de werkelijke samenstelling van aerosolen veel nauwkeuriger dan de tot nu toe meestal gebruikte celweekmedia. Een eerste test heeft laten zien dat een hogere mucus concentratie in het celweekmedium resulteert in meer overleving van het influenzavirus in aerosolen. Het effect van mucus moet verder worden onderzocht. De samenstelling van deze mucus is verder gekarakteriseerd met proteomics en door het meten van rheologische eigenschappen, met als doel om vast te kunnen stellen welke mucus eigenschappen de infectiviteit van virussen in aerosolen kunnen beïnvloeden. Dat zal in een latere vervolgstudies verder moeten worden onderzocht.

Kennisvraag A2 – *Wat is op basis van in de literatuur beschreven dosis response relaties de kans dat mensen besmet raken?*

In een literatuuronderzoek is gezocht naar dose-response informatie van respiratoire virussen. Voor de vier onderzochte respiratoire ziekteverwekkers (adenovirus, rhinovirus, influenzavirus en SARS-CoV-2) zijn beschikbare dosis-respons modellen gevonden in de literatuur. Daarnaast zijn er recente challenge data (data uit experimenten waarbij mensen of dieren geïnoculeerd worden met een bekende hoeveelheid virus) gevonden waarmee enkele van deze modellen geüpdatet zouden kunnen worden. De resultaten van de literatuurstudie laten zien dat voor adenovirus en rhinovirus een lage dosis (~10 virusdeeltjes) al leidt tot een bijna 100% kans op infectie. Voor influenza is een hogere dosis virusdeeltjes nodig om geïnfecteerd te worden (10-100 virusdeeltjes voor ongeveer 50% kans op infectie). Voor SARS-CoV-2 zijn de schattingen nog erg uiteenlopend.

Kennisvraag B – *Hoe belangrijk of onbelangrijk is, op basis van een literatuurstudie, besmetting via de lucht vergeleken met andere besmettingsroutes (zoals direct contact of contact via besmette oppervlakken)?*

Middels literatuuronderzoek is de relatieve bijdrage van aerogene transmissie onderzocht. Uit deze literatuurreview bleek dat er veel onduidelijkheid is over de terminologie. In 26 studies (betreffende influenzavirus, SARS-CoV-2 en rhinovirus) werden 41 verschillende gehanteerde termen voor transmissieroutes gevonden, en de definitie van wat aerogene transmissie is verschilde ook, wat het trekken van eenduidige conclusies verhindert. Geconcludeerd is dat voor elk van deze virussen aerogene transmissie een waarschijnlijke route is.

2.1.4 Betrokken partijen

Binnen dit handelingsperspectief hebben Erasmus MC, RIVM en TNO samengewerkt aan de bovenbeschreven kennisvragen. Vanuit PLIII is de universiteit Utrecht betrokken vanwege deels overlappende expertise en onderzoeksvragen. De gegenereerde kennis kan ook worden gebruikt bij Computational Fluid Dynamics (CFD) berekeningen, door de virus inactivatie constante mee te nemen in de gemodelleerde luchtstromen. Daarnaast kan het effect van een ziekteverwekkend virus mee worden genomen in de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Een besmettelijk virus met een bepaalde lethaliteit (zoals SARS-CoV-2) heeft een effect op de samenleving, en heeft daarom ook effect op de MKBA analyse. Voorwaarde hiervoor is dat de karakteristieken van een virus bekend zijn.

2.2 Gebruik & Systeemconfiguratie

2.2.1 Omschrijving van Gebruik & Systeemconfiguratie

Dit handelingsperspectief valt uiteen in twee delen: "Gebruik" en "Systeemconfiguratie". Deze twee delen zijn ondergebracht in één Handelingsperspectief omdat het centrale doel eensluidend is: inzicht en controle over het functioneren van het ventilatiesysteem. De twee deelperspectieven benaderen dit centrale doel elk vanuit een eigen invalshoek. Het handelingsperspectief Gebruik is voor de doelgroep: gebruikers van een gebouw, specifiek medewerkers op de vloer, en voor gebouwbeheerders. Het handelingsperspectief Systeemconfiguratie richt zich op ontwerpers van gebouwen en ventilatiesystemen en adviseurs.

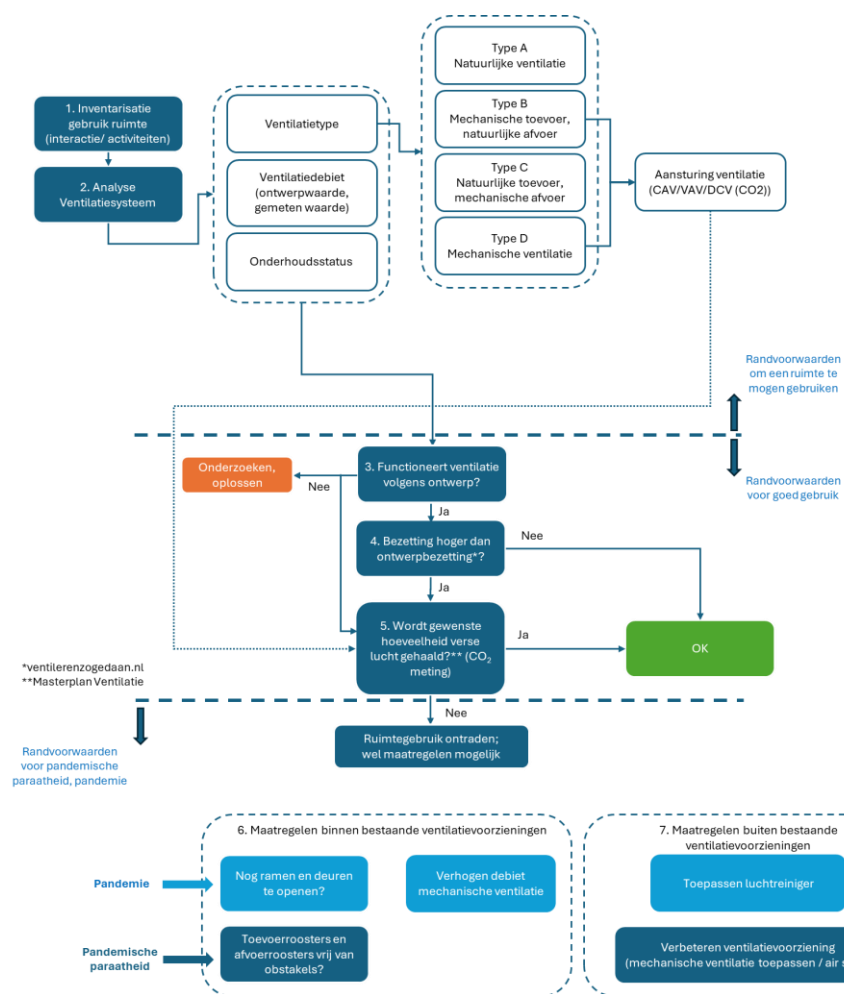
A. Handelingsperspectief Gebruik ventilatiesystemen

Het [handelingsperspectief Gebruik](#) is gericht op eindgebruikers en gebouwbeheerders in de langdurige zorg en maatschappelijke urgente sportvoorzieningen. Het betreft een protocol in de vorm van een stappenplan waarmee de staat van de huidige ventilatie in een nieuwe (pandemische) situatie gestructureerd in beeld gebracht kan worden. Hiermee wordt het bewustzijn van de eindgebruikers vergroot met betrekking tot de ventilatiemogelijkheden en handelingen tijdens een pandemische situatie. De gebouwbeheerder vergroot hiermee inzicht in het ventilatiesysteemontwerp, de huidige staat en aanpassingsmogelijkheden.

Het stappenplan (zie onderstaande figuur), is opgebouwd uit drie onderwerpen:

- 1) randvoorwaarden om een ruimte te mogen gebruiken,
- 2) randvoorwaarden voor goed gebruik,
- 3) randvoorwaarden voor pandemische paraatheid of tijdens een pandemische situatie.

Een deel van dit stappenplan is gebaseerd op bestaande tools voor goed ventilatiegebruik in gebouwen (ventilerenzogedaan.nl, masterplan ventilatie), Figuur 2.1. Dit handelingsperspectief biedt inzicht op basis van praktijkvoorbeelden van veelvoorkomende situaties die zijn onderzocht in zowel praktijk als in de testfaciliteit gedurende het P3Venti programma.



Figuur 2.1. Stappenplan analyse systeemconfiguratie?

Randvoorwaarden om een ruimte te gebruiken

In deze stap kan met een door gebruikers of de gebouwbeheerder uit te voeren schouw snel een beeld worden gegenereerd over het gebruik en de functie van een ruimte: welke activiteiten er plaatsvinden en hoe eindgebruikers de ruimte gebruiken. Dit is onderzocht voor zowel de langdurige zorg als voor de maatschappelijk urgente sportvoorzieningen. Er bestaan grote verschillen in interactie en intensiteit van activiteiten tussen eetmomenten, dagactiviteiten, slaapruidten, fysiotherapie, rustige yoga en intensieve fitness.

Daarnaast is er op technisch vlak een inventarisatie uitgevoerd naar het ventilatiesysteem en hoe dit is ontworpen. Binnen P3Venti zijn methoden ontwikkeld om dit systematisch in kaart te brengen. Belangrijk is om het type ventilatie (natuurlijk, mechanisch of een combinatie), de ontwerpbezetting en de onderhoudsstatus van een ventilatiesysteem in beeld te krijgen. Bij praktijkmetingen zijn situaties gevonden waarin raamroosters of toevoerroosters waren afgeplakt (ter voorkoming van tocht), of waar een meubelstuk voor een lucht in- of afvoer geplaatst was.

Randvoorwaarden voor goed gebruik

Binnen deze stap werd onderzocht of het systeem volgens ontwerp functioneert. Door metingen kan worden vastgesteld of de ontwerpdebieten van het ventilatiesysteem worden behaald in de praktijk. Uit [praktijkmetingen](#) blijkt dat dit vaker niet dan wel het geval is. De capaciteit van een ventilatiesysteem

werd gebaseerd op de functie van een ruimte en het maximale aantal personen dat in een ruimte aanwezig is. Als het systeem niet volgens ontwerp functioneert, is onderzoek nodig om tekortkomingen te elimineren. Renovaties en verbouwingen kunnen als gevolg hebben dat het ventilatiesysteem niet meer voldoet aan de nieuwe indeling en het aantal personen in een ruimte. Regelmatig dient hierop controle plaats te vinden.

Met name bewustwording bij de gebruiker is belangrijk voor een goed gebruik van een ventilatiesysteem. Voor gebruikers moet duidelijk zijn hoeveel mensen gelijktijdig van de ruimte gebruik kunnen maken. Dit kan door een duidelijke instructie bij de deur te realiseren waarop aangegeven staat voor maximaal hoeveel personen de ruimte is ontworpen. Indien er een mogelijkheid is om het ventilatiedebiet aan te passen en daarmee het bezettingsaantal te vergroten, moeten duidelijke instructies aanwezig zijn hoe dit te realiseren. Als de normale ruimtebezetting hoger is dan de ontwerpbezetting, dan is de vervolgstap om na te gaan hoeveel ventilatie er nodig is voor deze nieuwe bezetting. Hierbij moet ook worden gekeken of het ventilatiesysteem dit kan leveren. Het Besluit bouwwerken leefomgeving (bbl) geeft een minimumeis voor een reguliere situatie. Er kan bijvoorbeeld ook verwezen worden naar het Programma van Eisen langdurige zorg. In een pandemische situatie kan het zijn dat de minimum ventilatie-eis niet toereikend is. Uit metingen in een testfaciliteit blijkt dat het verhogen van de ventilatiedebieten de blootstelling aan deeltjes reduceert. In de volgende stap worden de randvoorwaarden voor pandemische paraatheid geanalyseerd.

Randvoorwaarden voor pandemische paraatheid

Het is van belang dat gebruikers geïnformeerd zijn over juist en optimaal gebruik van het ventilatiesysteem en wat zij daar zelf aan kunnen doen. Hieronder valt het openen van raamroosters, ramen en deuren, het vrij zijn van obstakels voor toe- en afvoerroosters, het op orde zijn van de mechanische ventilatie en het eventueel verhogen van het debiet van mechanische ventilatie. De eerste twee zaken kunnen door gebruikers zelf uitgevoerd worden. Wel is duidelijke informatievoorziening nodig waarom deze maatregelen noodzakelijk zijn. De laatste twee zijn handelingen die door een gebouwbeheerder regelmatig gecontroleerd dienen te worden en zo nodig door een deskundige partij uitgevoerd. Het verhogen van het ventilatiedebiet kan nodig zijn in een pandemische situatie om verontreinigingen sneller af te kunnen voeren. Een hoger debiet leidt tot snellere luchtverversing en minder 'dode hoeken' als er voldoende roosters zijn (zie [Resultaten Experimenteel onderzoek testfaciliteit](#)). Door het ontbreken van goede inactivatie karakteristieken, goede dosis-respons waarden en informatie over welke kans op besmetting acceptabel is kan niet eenduidig een acceptabele ventilatiehoeveelheid worden aangegeven. In de regel geldt wel dat de blootstelling aan een potentieel virus lager wordt naarmate de ventilatiehoeveelheid groter wordt.

Naast maatregelen die te nemen zijn binnen een bestaand ventilatiesysteem, is het ook mogelijk om maatregelen te nemen die buiten de bestaande ventilatievoorzieningen vallen. Om het blootstellingsrisico te reduceren, kunnen luchtreinigers toegepast worden als aanvullende maatregel in ruimtes waar wel voldoende verse luchttoevoer is. Het is belangrijk te weten dat luchtreinigers geen verse lucht toevoeren, maar door recirculatie van lucht uit de ruimte virus bevattende deeltjes kunnen afvangen bij goed gebruik van de luchtreiniger en daardoor de blootstelling hieraan verminderen. Uit het AIRIAS-project bleken de belangrijkste factoren het geïnduceerde luchtstroompatroon en de locatie van de mobiele luchtreiniger te zijn. Mobiele luchtreinigers met een opwaartse luchttoevoer

functioneerden beter dan die met een horizontale luchttoevoer. Afhankelijk van het type luchtreiniger en de capaciteit, kan het belangrijk zijn om meerdere apparaten te gebruiken bij grotere ruimtes.

Als ruimtes niet kunnen voldoen aan het gewenste ventilatiedebiet, moet het systeem aangepast worden om de ruimte te kunnen gebruiken. Bij natuurlijke ventilatie is sterk aangeraden over te stappen op een vorm van mechanische ventilatie, in het bijzonder in geval van kwetsbare personen in de ruimte. Ventilatiedebiet en ontwerp van toevoerroosters dienen op elkaar afgestemd te zijn om tochtklachten en kortsluiting (toegevoerde lucht wordt meteen afgevoerd) te beperken. Een hoger debiet maar ook een lager debiet (kleinere worp) kan leiden tot meer tochtklachten. Om dat tegen te gaan, kunnen meerdere toevoerroosters en/of een luchtverdeelslang (airsock) geplaatst worden. Binnen het P3Venti onderzoeksprogramma is bij [metingen](#) gebleken dat deeltjes zich met een luchtverdeelslang homogener door de ruimte verspreiden en sneller verdund en afgevoerd worden. Gebleken is ook dat een systeem in een ruimte van 3 meter hoogte met gelijkmatige toevoer ten opzichte van een niet optimaal systeem tot een factor 3 lagere blootstelling kan leiden, bij gelijkblijvende luchthoeveelheid en gemiddeld over de meetpunten.

Pandemische paraatheid is belangrijk, maar niet allesbepalend

Uit onderzoek is bekend dat toepassing van mechanische ventilatiesystemen ook ongunstige effecten kan hebben op de (ervaren) gezondheid. Factoren die hierbij een rol spelen zijn bijvoorbeeld geluidsoverlast en thermisch discomfort. Bij het gebruik (en ontwerp en de realisatie) van een ventilatiesysteem is het aan te raden ook deze neveneffecten in de afweging te betrekken. In ieder geval is het belangrijk er zich bewust van te zijn dat ervaren ongunstige effecten kunnen leiden tot oneigenlijk gebruik, bijvoorbeeld systemen die worden uitgezet omdat gebruikers tocht ervaren.

B. Handelingsperspectief Systeemconfiguratie

Het [handelingsperspectief m.b.t. de systeemconfiguratie](#) is gericht op technisch ontwerpers, adviseurs en installateurs van ventilatiesystemen. Uit het programma is een aantal adviezen geformuleerd over hoe je met het ontwerp, configuratie en beheer van een ventilatiesysteem het beste kunt omgaan (een meer uitgebreide toelichting en achtergrond bij de adviezen is opgenomen in de [rapportage](#)). De belangrijkste punten hierbij zijn:

- (i) Om een minimale luchttoevoer te kunnen garanderen is mechanische ventilatie noodzakelijk en dient regelmatige controle van het ventilatiesysteem een standaard onderdeel na oplevering én tijdens gebruik te worden.
- (ii) Het onderzoek van P3venti bevestigt dat de blootstelling aan een potentieel virus lager wordt naarmate de ventilatiehoeveelheid groter wordt en dat de luchtverdeling in een ruimte hierbij van belang is. In welke mate dit precies de kans op besmetting beïnvloedt, is afhankelijk van meerdere factoren, zoals de inactivatiesnelheid van verschillende virussen en dosis-respons informatie. P3venti heeft door literatuuronderzoek en experimenteel onderzoek bijgedragen aan de fundamentele kennis hierover. Het eenduidig bepalen welke hoeveelheid (schone) verse lucht minimaal noodzakelijk is om het infectierisico tot een acceptabel niveau te reduceren, valt buiten de scope van het programma.
- (iii) Indien in een pandemische situatie de aanwezige ventilatie niet voldoende en niet eenvoudig aanpasbaar is, kunnen aanvullend mobiele luchtreinigers worden ingezet ter ondersteuning. Dan

moeten hoge eisen gesteld worden aan (eigen) productie van verontreinigingen, geluid en effectiviteit door deze apparaten.

- (iv) In grotere ruimtes ($> \text{ca } 50 \text{ m}^2$) kan geen instantane en volledige menging verondersteld worden.
- (v) Een ventilatieontwerp dient te worden afgestemd op de situatie (gebruik van de betreffende ruimte) om de meest efficiënte ventilatie te realiseren, bijvoorbeeld rekening houdend met waarschijnlijke plaatsen in de ruimte van een bron van verontreinigingen of aerosolen (positie van mensen). In de praktijk zal vaak de wens zijn om een zo goed mogelijk mengend systeem te realiseren. Uit metingen is gebleken dat een gelijkmatige luchttoevoer bijvoorbeeld via een luchtverdeelslang (airsock) een homogene verdeling van de verontreiniging oplevert. Een gelijkmatige luchtverdeling kan ook op andere manieren gerealiseerd worden.

Bij het ontwerpen kan gebruik worden gemaakt van CFD berekeningen. CFD is een krachtig hulpmiddel voor het analyseren en optimaliseren van ventilatiestromingen in ruimtes. Het stelt ontwerpers in staat om luchtstromen, temperatuurverdeling en massatransport (inclusief verontreinigingen in gas- of deeltjesvorm) te simuleren, wat essentieel is voor het creëren van comfortabele, energie-efficiënte en gezonde binnenomgevingen. In het handelingsperspectief is aangegeven hoe met CFD om te gaan om nauwkeurige en betrouwbare resultaten te verkrijgen.

2.2.2 Kennisvragen die door gebruik en systeemconfiguratie worden beantwoord

De kennisvragen waar het handelingsperspectief Gebruik en Systeemconfiguratie invulling aan geeft zijn:

- C. Hoe draagt ventilatie bij aan verspreiding van aerosolen door een ruimte? Wordt dit beïnvloed door de ventilatievoorziening en/of, bijvoorbeeld, door de situatie in die ruimte?
- D. Hoe effectief draagt ventilatie bij aan het verlagen van de blootstelling aan aerosolen in een ruimte?
 - D.1. Kunnen we die effectiviteit betrouwbaar voorspellen en daarbij eventueel ook rekening houden met de invloed van operationele omstandigheden zoals gebruik van een ruimte en de condities?
 - D.2. Wat kan de betekenis van mobiele luchtreiniging hierbij zijn op basis van kennis uit ander onderzoek?

Voor het totale overzicht aan kennisvragen en welk handelingsperspectief een bijdrage aan levert aan welke kennisvraag zie [tabel 1.3](#).

2.2.3 Bijdrage Gebruik & Systeemconfiguratie aan de kennisvragen

Kennisvraag C – *Hoe draagt ventilatie bij aan verspreiding van aerosolen door een ruimte? Wordt die verspreiding beïnvloed door de ventilatievoorziening of, bijvoorbeeld, door de situatie in die ruimte?*

Ventilatie zorgt voor verspreiding (menging) en ook concentratiereductie (door afvoer) van aerosolen in een ruimte. Hoe aerosolen zich verspreiden is afhankelijk van de ruimte, de ventilatievoorziening, het gebruik ervan en de positie van de aerosolbron. Bij het ontwerp moet met de specifieke situatie en met mogelijke bronposities rekening gehouden worden. Uitgaan van een theoretisch gemengde situatie maakt de eerste-orde analyse eenvoudig, maar kan een te positief beeld laten zien. Bij het gebruik is het kennisniveau van de gebruiker/gebouwbeheerder van belang om luchtstromingen en dode hoeken te herkennen en op de hoogte te zijn van mogelijk te nemen verbetermaatregelen, rekening houdend met inrichting en gebruik van de ruimte en de plaatsing van toe- en afvoerroosters.

De rapporten over metingen [in-situ](#) en in de [testfaciliteit](#) bevatten de resultaten van de metingen van deeltjesverspreiding onder invloed van ventilatie. In de testfaciliteit zijn bioaerosol-metingen uitgevoerd met gezonde proefpersonen als uitstoters. Daaruit kon geen beeld verkregen worden van de verspreiding van bioaerosolen vanwege de zeer lage hoeveelheden micro-organismen in de lucht. Metingen met inerte deeltjes (paraffine) maakten dat wel mogelijk. Een hoger ventilatiedebiet bleek bij te dragen aan zowel betere menging als snellere afvoer van aerosolen. Om 'dode hoeken' te voorkomen is het van belang om voldoende toe- en afvoerpunten met voldoende debiet te hebben. Mechanische ventilatie met toevoer via meerdere toevoerroosters of bijv. via een airsock kan hierin voorzien. Bovendien moet voorkomen worden dat verse toegevoerde lucht wordt afgevoerd zonder de lucht in de ruimte te verdringen of er eerst mee te mengen ('kortsluiting'). Op natuurlijke ventilatie kan onvoldoende vertrouwd worden voor goede menging, verspreiding en afvoer van aerosolen. Beweging in de ruimte (lopende personen, losse ventilatoren) draagt bij aan menging. De menging in de ruimte wordt beïnvloed als toe- of afvoerroosters (deels) worden geblokkeerd, wat soms gebeurt om tocht te voorkomen. Ook grote voorwerpen in de ruimte kunnen de luchtstroom blokkeren of (deels) tot kortsluiting leiden.

Kennisvraag D – *Hoe effectief draagt ventilatie bij aan het verlagen van de blootstelling aan aerosolen in een ruimte?*

Deze kennisvraag is beantwoord in het handelingsperspectief Gebruik en Systeemconfiguratie, zie 2.2.1 en [Handelingsperspectief Gebruik en Systeemconfiguratie](#) met input uit het onderzoek door Saxion. Uitgaande van een eerste orde benadering, een theoretisch instantaan en volledig gemengde situatie, kan eenvoudig bepaald worden wat de concentratie aan aerosolen in een ruimte is. Echter, dit geeft voor een specifieke situatie niet aan hoe effectief dit gebeurt.

Kennisvraag D1 – *Kunnen we die effectiviteit betrouwbaar voorspellen en daarbij eventueel ook rekening houden met de invloed van operationele omstandigheden zoals gebruik van een ruimte en de condities?*

Deze effectiviteit kan worden voorspeld met behulp van metingen en CFD-simulaties. Metingen leveren resultaten van een realistische en werkelijke situatie, maar zijn tijdrovend en beperkt qua aantal varianten en meetpunten. CFD-simulaties staan uitgebreidere analyses toe. Dit is met name interessant voor meer algemene uitspraken over het ontwerp. De invloed van het ventilatiedebiet op concentraties van verontreinigingen in een ruimte werd aangetoond met [metingen in de praktijk](#), [metingen in de large room test facility met inerte deeltjes](#) en [bioaerosolen](#) en via [CFD-simulaties](#). Het P3Venti-programma heeft de mogelijkheid geboden om vele verschillende aspecten die gerelateerd zijn aan de verspreiding van aerosolen in een ruimte met behulp van CFD te onderzoeken, o.a. modellering van aerosolen, ademhaling en beweging. O.b.v. CFD-resultaten is een nieuwe manier afgeleid om de effectiviteit van ventilatie te beoordelen in geval van een bron én ontvanger in de ruimte. Uitspraken over verschillende ventilatieconfiguraties zijn beperkt door het aantal varianten dat werd onderzocht. Uit de metingen blijkt dat volledig mechanische ventilatie (systeem D) met toevoer via meerdere toevoerroosters of bijv. een airsock leidt tot betere menging dan bij weinig toevoerpunten. Dit resulteert ook in lagere luchtsnelheden waardoor er minder kans is op tochtklachten; in vergelijking met mechanische afvoer en natuurlijke toevoer (systeem C) voorkomt dit ook dat men raam- of gevelroosters dichtzet. Er is geen ventilatieconcept dat in alle gevallen duidelijk beter presteert. Hoewel het mogelijk is om ventilatie efficiënt en effectief te ontwerpen, zal in de praktijk daar niet altijd ruimte

voor zijn. In dat geval levert goede mengventilatie de meest robuuste oplossing. Bij het ontwerp moet steeds rekening worden gehouden met thermisch comfort en moet de goede menging bij voorkeur worden aangetoond met metingen.

Voor wat betreft gebruik van het ventilatiesysteem benoemt het handelingsperspectief “Gebruik” (zie 2.2.1) praktische maatregelen om blootstelling direct te beperken en geeft het handvatten om het ventilatiesysteem te beoordelen t.o.v. eisen. Het kennisniveau van de gebruiker/gebouwbeheerder is van belang: het stroomschema geeft een praktische uitwerking in 3 fases. Ten eerste dient gezorgd te worden voor een werkend en goed onderhouden ventilatiesysteem dat is afgestemd op de ontwerputgangspunten. Ten tweede dient voor de gebruikers van een ruimte helder te zijn hoe, op een basisniveau, de ventilatie functioneert en waarvoor die is ontworpen (in het algemeen: aantal personen in een ruimte en de verwachte activiteiten). Ten derde worden praktische adviezen gegeven voor zowel de zorgverleners als gebouwbeheerder voor maatregelen in tijden van een pandemie, om daarmee blootstelling te beperken.

Kennisvraag D2 – *Wat kan de betekenis van mobiele luchtreiniging hierbij zijn op basis van kennis uit ander onderzoek?*

Het antwoord op kennisvraag D.2. is niet in detail binnen P3Venti uitgezocht. Hiervoor is geput uit de kennis opgedaan in het nog lopende CLAIRE project en het AIRIAS project. In geval van een pandemische situatie draagt een groter debiet van schone lucht in de ruimte bij aan een lagere blootstelling aan aerosolen. Ingebouwde of mobiele luchtreinigers kunnen een deel van dat debiet realiseren. De bijdrage is uitgedrukt in de Clean Air Delivery Rate (CADR). Praktijkomstandigheden zoals de positie in de ruimte en de instelling van het apparaat beïnvloeden de werkelijke prestatie van mobiele luchtreinigers (Healthy Buildings Conference, 2025). Belangrijke overwegingen bij de keuze van een mobiele luchtreiniger zijn ruimtebeslag, geluidproductie, veroorzaken van tocht en mogelijke productie van secundaire verontreinigingen. Een mobiele luchtreiniger kan niet gezien worden als een vervanger van het ventilatiesysteem.

2.2.4 Betrokken partijen

De ontwikkeling van het handelingsperspectief is gecoördineerd door de TU Eindhoven, en is nauw samengewerkt met TNO, Saxion, TU Delft, en de Universiteit Utrecht. Het meettechnische deel van het project zowel in de praktijksituatie als in de large room testfaciliteit is gecoördineerd door TNO, waarbij met dezelfde partners is samengewerkt.

2.3 Besluitvormingsperspectief

2.3.1 Omschrijving van het besluitvormingsperspectief

Het besluitvormingsperspectief dat in dit projectdeel werd ontwikkeld, biedt ondersteuning aan beleidsmakers bij VWS en aan besluitvormers op organisatieniveau in de langdurige zorg en maatschappelijke urgente sportvoorzieningen (kleine fitnessruimte, medische fitness en zwembaden).

Het besluitvormingsperspectief werd ontwikkeld als praktische vertaling van het begrippenkader, afwegingskader en besluitvormingskader die in 2024 zijn opgesteld binnen het P3Venti-programma:

- **Begrippenkader** zorgt voor helderheid in terminologie en identificeert de domeinen en onderliggende elementen van belang in de afweging van keuzes, o.a. met betrekking tot ventilatie, tijdens pandemische en niet-pandemische situaties.
- **Afwegingskader:** helpt bij het expliciet maken en afwegen van waarden en belangen die een rol spelen in besluitvorming.
- **Besluitvormingskader:** beschrijft hoe het besluitvormingsproces in te richten onder verschillende omstandigheden (crisis vs. paraatheid en kennis vs. geen kennis).

Bovenstaande kaders helpen beleidsmakers bij overheid en veldpartijen beter afgewogen, toetsbare en uitlegbare beslissingen te nemen, in lijn met onderzoeksvraag F/F.1 van het programma. Deze drie kaders zijn aangevuld met onder andere:

- krachtenveldanalyses van de langdurige zorg en maatschappelijke urgente sportvoorzieningen,
- analyses van barrières voor besluitvorming en contextanalyses voor de langdurige zorg en maatschappelijke urgente sportvoorzieningen,
- maatschappelijke kosten-batenanalyses voor de langdurige zorg en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen),
- interviews en workshops.

Op basis hiervan, zijn diverse tools en werkvormen uitgewerkt die beleidsmakers en praktijkpartijen ondersteunen bij beter afgewogen ventilatiebeslissingen, door waarden expliciet te maken en het besluitvormingsproces bewuster en effectiever in te richten. Deze tools en werkvormen vormen het [besluitvormingsperspectief](#).

Dit besluitvormingsperspectief bestaat uit vier aan elkaar complementaire onderdelen: (1) waardenverkenning en waardenafweging, (2) besluitvorming en interventiekeuzes, (3) risico-inschatting en bijpassende interventies, en (4) een advieskaart. Elk onderdeel is ontworpen als document, werkvorm of instrument en inzetbaar in besluitvorming en beleidsontwikkeling tijdens een pandemie of pandemische paraatheid. Hieronder worden de onderdelen van de handelingsperspectieven nader toegelicht:

1. Waardenverkenning en waardenafweging

Dit onderdeel ondersteunt beleidsmakers en instellingen bij het expliciet maken van de waarden die ten grondslag liggen aan keuzes over ventilatie op basis van een stappenplan en een waardenwaaier. Door waarden gestructureerd te verkennen en af te wegen – zowel binnen organisaties als tussen samenwerkingspartners – is het mogelijk om transparanter en meer navolgbaar tot beslissingen te komen.

Doelgroep: beleidsmakers bij VWS (en andere ministeries) en bestuurders of beleidsadviseurs binnen zorg- en sportinstellingen.

Product:

- Een generiek stappenplan voor waardenverkenning en -afweging (voor intra- en interorganisatorisch gebruik)

- Een bijlage met een overzicht van relevante waarden (bijvoorbeeld in de vorm van een waardenwaaier of -palet)

2. Besluitvorming en interventiekeuzes

In dit onderdeel is inzicht geboden in hoe de vorm en het proces van besluitvorming van invloed zijn op de keuze van interventies. Er is gewerkt met prototypische besluitvormingsmodellen en verschillende typen beleidsinterventies, waarbij deelnemers reflecteren op de toepasbaarheid in hun eigen praktijk. Dit handelingsperspectief helpt besluitvormers helpen bij het bewust inrichten van het besluitvormingsproces.

Doelgroep: beleidsmakers bij VWS

Product:

- Een stappenplan uitgewerkt in de vorm van een werkvorm voor besluitvormers/beleidsmakers, met contextscenario's, reflectievragen en koppelingen tussen besluitvormingsmodellen en interventietypen

3. Impact-inschatting en bijbehorende interventies

Deze werkvorm draait om het systematisch en gestructureerd inschatten van de impact van een toekomstige pandemie aan de hand van scenario's. Naast bepaling van de vermoedelijke aard en ernst van de impact, helpt de werkvorm gebruikers zich te oriënteren op passende interventies m.b.t. ventilatie om de impact te verminderen. Hierbij worden aan gebruikers bouwstenen aangereikt om het verbeterpotentieel m.b.t. ventilatie in de huidige gebouwen in beeld te brengen.

De methode staat beschreven in het rapport *Rapportage Afwegingskader 2024* [[link toevoegen wanneer rapport geplaatst](#)]

Deze werkvorm bouwt voort op de uitkomsten van handelingsperspectief 1. Voor besluitvormers in de langdurige zorg is een aanvullend handelingsperspectief ontwikkeld waarin de vraagstelling uit handelingsperspectief 3 kan worden gekoppeld aan het in de sector veel gebruikte BOBOC-model (Beleid, Organisatie, Beheer, Ondersteuning en Cultuur). Hiermee is zichtbaar of en hoe de organisatie daadwerkelijk handelingsbekwaam is op alle relevante dimensies.

Doelgroep: beleidsmakers bij VWS (voor impact en interventies op sectorniveau), instellingen voor langdurige zorg en maatschappelijke urgente sportvoorzieningen

Product:

- Werkvorm voor risicoanalyse en interventiebepaling
- Praktische indeling in risicoklassen en bijbehorende actielijnen

4. Advieskaart ventilatiebesluitvorming in de sportsector

Een adviesnotitie is opgesteld waarin inzichten uit het onderzoek zijn vertaald naar praktische aanbevelingen voor overheid en instellingen in de maatschappelijke urgente sportvoorzieningen. Deze aanbevelingen zijn gebaseerd op inzichten uit interviews, deskstudie en workshops, en bieden handvatten voor onder andere:

- het gebruik en de bruikbaarheid van bestaande instrumenten (zoals risicokaarten),

- inzichten over samenwerking en communicatie tussen overheid, branche en ondernemers,
- barrières in besluitvorming en mogelijkheden om daarmee om te gaan.

Doelgroep: beslissers binnen sportinstellingen en eventueel hun koepels of samenwerkingspartners en overheid.

Product:

- Adviesnotitie gericht op praktische besluitvormingsondersteuning in tijden van paraatheid én crisis.

2.3.2 Kennisvragen die beantwoord worden met het besluitvormingsperspectief

Het besluitvormingsperspectief en de bijbehorende programmalijnen IV en V dragen primair bij aan de beantwoording van kennisvraag E. en – in samenwerking met het WIR-model – ook aan kennisvragen F. en F.1. Daarmee is invulling gegeven aan enkele centrale kennishiaten rond besluitvorming over ventilatie in zowel pandemische als niet-pandemische contexten.

De kennisvragen waar het besluitvormingsperspectief invulling aan geeft zijn:

- E. Wat kost (een versnelling in) de verbetering van ventilatiesystemen en welke maatschappelijke baten staan daar tegenover?
- F. Wat is de impact van besmettingen en van preventieve maatregelen op continuïteit, veiligheid en kwaliteit van diensten in de door P3Venti onderzochte domeinen?
 - F.1. Hoe kan deze kennis worden gebruikt om operationeel managers, alsmede beleidsmakers bij overheid en veldpartijen te helpen beter afgewogen, toetsbare en uitlegbare beslissingen te nemen? Meer specifiek: hoe kan deze kennis worden ingezet om betere keuzes te maken m.b.t. de inzet van ventilatie?

Voor het totale overzicht aan kennisvragen en welke handelingsperspectief een bijdrage levert aan welke kennisvraag zie [tabel 1.3](#).

2.3.3 Bijdrage van het besluitvormingsperspectief aan de kennisvragen

Kennisvraag E – Wat kost (een versnelling in) de verbetering van ventilatiesystemen en welke maatschappelijke baten staan daar tegenover?

Deze vraag is substantieel beantwoord via sectorale MKBA's. Concreet zijn twee kwantitatieve MKBA's uitgevoerd (voor [langdurige zorg](#) en [kleine fitnessruimten](#)) en één kwalitatieve notitie opgesteld met kosten-baten factoren (voor [medische fitness en zwembaden](#)).

Bij de onderstaande conclusies wordt opgemerkt dat de uitkomsten van de analyses als indicatief moeten worden beschouwd. Zowel de voorlopige stand van kennis met betrekking tot COVID-19 als de intrinsieke onzekerheid met betrekking tot de karakteristieken van een toekomstige pandemie maken dat de uitkomsten met voorzichtigheid moeten worden beschouwd. Daarnaast richt een MKBA zich noodzakelijkerwijs vooral op kosten en baten die kwantificeerbaar en liefst ook monetariseerbaar zijn. Lastiger kwantificeerbare, maar wel belangrijke factoren, waaronder medisch-ethische en maatschappelijk-ethische aspecten, zijn dus minder goed in beeld te brengen.

MKBA – Langdurige zorg

Samenvattend laat de MKBA voor de langdurige zorg een beperkt positief kosten-batensaldo zien van € 44 miljoen bij aanvullende investeringen (t.o.v. geëxtrapoleerde autonome groei) in ventilatie. Dit treedt op bij contant gemaakte investeringskosten van € 217 miljoen. Het resultaat van de kosten-batenanalyse hangt sterk samen met productiviteitswinst – gelijk aan een baat van € 208 miljoen, oftewel meer dan 75% van de totale baten die optreden. Aanvullend onderzoek naar productiviteitsgroei specifiek in de langdurige zorg sector is wenselijk. Naast de hoogte van de kosten en baten, is de verdeling belangrijk. De analyse laat zien dat de kosten neerslaan bij pandeigenaar (verhuurder), terwijl de baten met name vallen bij de zorginstelling. Deze uitkomsten houden in dat de kosten en de baten niet bij dezelfde partij neerslaan wanneer de zorginstelling geen eigenaar is van het pand. Hierdoor ontstaat een split incentive.

Uit interviews is naar voren gekomen dat langdurige zorginstellingen niet bereid zijn in de toekomst nogmaals de instelling voor bezoek te sluiten en dagactiviteiten te stoppen, ook niet tijdens een volgende pandemische situatie. De ervaringen met de impact van deze maatregelen tijdens COVID-19, leiden wat de geïnterviewden betreft tot de conclusie dat de effecten op de kwaliteit van zorg en ondersteuning onacceptabel zwaar zijn. Een van de onderzoeksonderwerpen betreft daarom de vraag of ventilatie ertoe kan bijdragen dat langdurige zorginstellingen open kunnen blijven voor bezoek en of dagactiviteiten door kunnen gaan als gevolg van verbeterde ventilatie. Het resultaat van deze analyse laat zien dat het openhouden van zorginstellingen tijdens een pandemie leidt tot hogere gezondheidskosten en een negatief kosten-baten saldo (van € 381 miljoen) zonder aanvullende investeringen in ventilatie. Ook de combinatie van aanvullende ventilatie en openhouden van instellingen resulteert in een negatief kosten-baten saldo van € 337 miljoen.

MKBA – Kleine fitnessruimten

Deze MKBA richt zich op kleine fitnessruimten voor sportlessen binnen sportscholen/fitnesscentra. Tijdens de inventarisatiefase van het onderzoek bleek dat het ventilatieniveau in fitnessruimtes in sportscholen en fitnesscentra over het algemeen zeer hoog ligt. De MKBA richt zich daarom niet op de kosten-baten van additionele investeringen in ventilatie. In plaats daarvan is in deze studie aangenomen dat de ventilatie in de ruimtes voor groepslessen op een constant, hoog niveau ligt, waardoor de analyse zich kan richten op het al dan niet half of volledig openhouden van de fitnessruimten tijdens een pandemische situatie, vergelijkbaar met de COVID-19.

Samenvattend laat de MKBA voor de kleine fitnessruimten binnen een grotere sportfaciliteit (sportschool) een positief kosten-batensaldo zien bij het volledig sluiten van de ruimten tijdens een pandemische situatie (€ 149 miljoen). Het volledig stopzetten van groepslessen in vergelijking met het volledig openhouden levert dus positieve welvaartseffecten op. Veruit de belangrijkste positieve factor is het voorkomen van gezondheidsschade voor sporters, doordat zij niet besmet raken met de pandemische ziekte en ziek worden. De belangrijkste kosten die optreden door het sluiten van fitnessruimtes voor groepslessen zijn gezondheidskosten die optreden doordat mensen minder sporten. De kosten en baten van sluiten groepslessen slaan vooral neer bij de sporters.

Hoewel het volledig sluiten van fitnessruimten resulteert in een positief welvaartssaldo, toont de MKBA-analyse aan dat een scenario waarin groepslessen doorgang vinden met beperkte capaciteit – bijvoorbeeld op halve bezetting om voldoende afstand te garanderen – tot een iets gunstiger uitkomst

dan het volledig sluiten leidt (positief saldo € 247 miljoen). De gezondheidsbaten van extra sporten zijn aanzienlijk, maar kennen tegelijkertijd een zekere mate van onzekerheid. Gevoeligheidsanalyses tonen aan dat alternatieve aannames tot andere uitkomsten en conclusies in de MKBA kunnen leiden. Desondanks is het verschil van belang: doorgang laten vinden van activiteiten met beperkte capaciteit leidt naast gezondheidsbaten tevens tot minder exploitatieverlies bij de organisatie en kan hiermee de druk op de omzet verlichten voor een deel van de bedrijven. De studie toont aan dat het openstellen van sportlesruimten op halve capaciteit een serieuze overweging verdient van beleidsmakers tijdens een pandemie.

Onzekerheid en interpretatie van de resultaten uit MKBA analyses

Bij de analyses is gebruik gemaakt van bestaande onderzoeken en cijfers over de COVID-19 pandemie. Deze brondata kennen echter hun beperkingen. Zo is bijvoorbeeld het effect van ventilatie op productiviteit – een relatief grote batenpost in de analyse voor de langdurige zorg – tot dusver met name onderzocht in kantooromgevingen en onderwijsinstellingen, maar niet in langdurige zorginstellingen. Daarnaast zijn een aantal potentiële kostenfactoren buiten beschouwing gelaten, zoals de kosten van een IC-bed en zijn de lange termijneffecten en behandeling van long-COVID onzeker. Het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB), dat de analyses uitvoerde, geeft aan dat de invloed op het algemene beeld beperkt is: de conclusies blijven ook in het licht van deze kostenfactoren overeind.

Een MKBA kent een grote onzekerheid en gevoeligheid bijvoorbeeld m.b.t. productiviteitswinst. Bij de MKBA van de langdurige zorg is het berekend positieve resultaat behaald bij een productiviteitsgroei van 1% bij een verbetering van het ventilatiesysteem van type C (mechanische afvoer en natuurlijke toevoer) naar type D (mechanische toe- en afvoer). Bij een productiviteitswinst van 0,6% is het kosten-batensaldo negatief.

De uitkomsten van de MKBA's moeten worden geïnterpreteerd als indicatief. Ze geven eerste inzichten in de orde van grootte van maatschappelijke kosten en baten van ventilatie-investeringen, en vormen een belangrijke bouwsteen binnen het bredere onderzoek naar besluitvorming onder onzekerheid. In hun afwegingen dienen besluitvormers, naast deze economische inzichten, ook andere relevante aspecten zoals ethische en sociale overwegingen mee te nemen.

Kennisvraag F – *Wat is de impact van besmettingen en van preventieve maatregelen op continuïteit, veiligheid en kwaliteit van diensten in de door P3Venti onderzochte domeinen?*

Kennisvraag F.1 – *Hoe kan deze kennis worden gebruikt om operationeel managers, alsmede beleidsmakers bij overheid en veldpartijen te helpen beter afgewogen, toetsbare en uitlegbare beslissingen te nemen? Meer specifiek: hoe kan deze kennis worden ingezet om betere keuzes te maken m.b.t. de inzet van ventilatie?*

Kennisvragen F en F.1. zijn voor wat betreft het operationele besluitvormingsproces op locatieniveau ingevuld door het WIR-model (paragraaf 2.4).

Het besluitvormingsperspectief werd ontwikkeld om beleidsmakers en besluitvormers binnen organisaties te ondersteunen bij het bewust en navolgbaar maken van ventilatiebesluiten – in lijn met het doel van F.1. Dit gebeurt aan de hand van werkvormen voor waardenafweging, impactinschatting

en besluitvormingsmodellen. Het besluitvormingsperspectief helpt deze actoren om hun besluitvormingsproces bewuster in te richten, en keuzes beter te onderbouwen op basis van transparante waarden en belangen.

Binnen het programma is de impact op organisatievoering en dienstverlening onderzocht: welke functies en stakeholders worden geraakt bij besmettingen of bij maatregelen zoals (gedeeltelijke) sluiting, en wat betekent dit voor continuïteit van dienstverlening en veiligheid. Het besluitvormingsperspectief bevat hiervoor een sectorspecifiek [begrippenkader](#) en [afwegingskader](#), waarmee beleidsmakers/besluitvormers deze gevolgen systematischer in beeld kunnen brengen en waarderen. Een gemeenschappelijk begrippenkader per sector beschrijft welke elementen van de bedrijfsvoering voor welke stakeholder van belang zijn en hoe hard deze elementen in het geval van een (dreigende) pandemie worden geraakt. Daarnaast is een uniforme methode ontwikkeld om die impact en de mogelijke effecten van ventilatie-interventies in beeld te brengen en te bespreken met relevante partijen, rekening houdend met schaarse informatie en ongelijksoortige indicatoren.

Onderzoek werd uitgevoerd naar het besluitvormingsproces door beleidsmakers bij ministeries en besluitvormers binnen organisaties tijdens de COVID-19 pandemie. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat er, begrijpelijkerwijs, in sterke mate was uitgegaan van een evidence-based benadering. Ondanks de adaptieve inrichting van het besluitvormingsproces, waarbij rekening was gehouden met diverse onzekerheden en nieuwe (wetenschappelijke) inzichten, bleken er echter verschillende barrières te zijn. Met name het gebrek aan eenduidig bewijs over de effectiviteit van ventilatie tegen virusverspreiding vormde een belangrijke belemmering, waardoor er nauwelijks nieuwe besluiten over ventilatie werden genomen. Er werd vastgehouden aan richtlijnen uit het reeds bestaande Bouwbesluit. Op basis van deze bevindingen, aangevuld met inzichten uit de besluitvormingsliteratuur, is een besluitvormingskader ontwikkeld voor toekomstig gebruik. Het kader stimuleert besluitvormers om – naast de evidence-based benadering – ook andere benaderingen zoals politieke en normatieve besluitvorming in overweging te nemen en gericht te kiezen. Dit is essentieel, aangezien de gekozen besluitvormingsaanpak invloed heeft op de uiteindelijke keuzes. Dit werd bevestigd tijdens workshops met besluitvormers. Het besluitvormingskader is uitgewerkt in de vorm van een praktische werkvorm en een stappenplan.

De daadwerkelijke impact op gezondheid en kwaliteit van leven (bijvoorbeeld bij cliënten in langdurige zorg of sporters) is buiten de scope, net als kwantitatieve effecten van maatregelen op ziekte-uitval of zorgcapaciteit. Deze zijn intrinsiek onzeker bij een toekomstige pandemische dreiging, waarvan de karakteristieken per definitie nog onbekend zijn. Wel is [een scenario-aanpak ontwikkeld en zijn indicatoren geïdentificeerd](#) die voor de specificatie van daadwerkelijke impact kunnen worden gebruikt. De scenario's zijn ontwikkeld op basis van het Pandemic Severity Assessment Framework en Oxford COVID-19 Government Response Tracker. Met behulp hiervan zijn drie pandemische dreigingsscenario's uitgewerkt en is voor elk dreigingsscenario een mogelijke set maatregelen als 'beleidsrespons' gedefinieerd.

2.2.4 Betrokken partijen

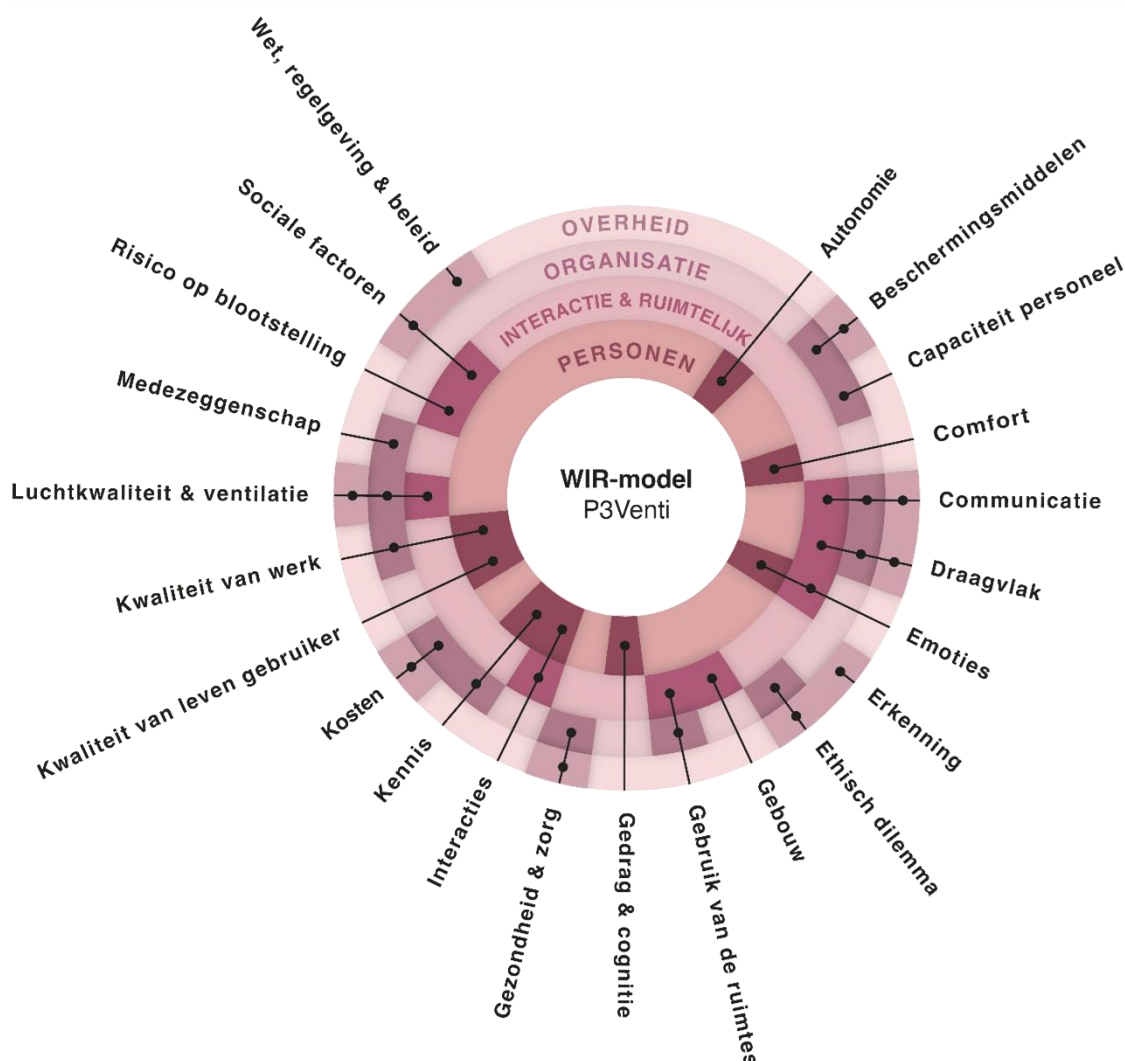
Binnen het besluitvormingsperspectief hebben TNO, Universiteit Leiden, Economisch Instituut voor de Bouw en het Mulier Instituut samengewerkt aan de bovenbeschreven kennisvragen.

Daarnaast zijn, via interviews, surveys en werksessies, het ministerie van VWS, instellingen die langdurige zorg en sport aanbieden en brancheorganisatie betrokken.

2.4 Waarde, Interactie en Risico model (WIR model)

2.4.1 Omschrijving van het Waarde, Interactie en Risico-model

Het WIR-model is gericht op beslissers op locatieniveau binnen een organisatie (locatiemanagers van een langdurige zorginstelling of maatschappelijk urgente sportvoorziening). Alle verzamelde gegevens zijn geïntegreerd tot het [WIR-model](#). Het WIR-model is een theoretisch model dat is gestructureerd volgens het sociaalecologisch model waarin alle verzamelde data in niveaus zijn verdeeld. De persoon (gebruiker maar ook medewerker) staat centraal, dan volgen de interacties tussen mensen en ruimtelijke aspecten van de faciliteit, vervolgens komt het organisatieniveau aan bod en als laatste het beleid vanuit de landelijke overheid dat als gegeven is beschouwd. Per niveau staan de factoren beschreven die invloed hebben op waarden, interacties en risico's. Met dit model kan het management van een organisatie inzicht krijgen in hoe diens faciliteit ervoor staat en hoe weerbaar die is voor een mogelijke pandemie. Hiermee is meteen in kaart gebracht waar eventuele knelpunten liggen en waar preventief wat aan gedaan kan worden. Dit model kan ook gebruikt worden om te onderzoeken wat bepaalde maatregelen (zoals het aanpassen van ventilatiesystemen) betekenen op de verschillende lagen van dit model. Het WIR-model is ook vertaald naar maatschappelijk urgente sportvoorzieningen.



Om het theoretisch WIR-model toepasbaar te maken in de praktijk is een prototype gemaakt van een gebruiksvriendelijke webapplicatie/tool voor locatiemanagers. In deze applicatie/tool beantwoorden de locatiemanagers een aantal vragen over hun faciliteit, o.a. over het type gebruiker, het aantal mensen in de ruimtes, de status van het ventilatiesysteem en budgetten. Aan de hand van deze vragen is een gepersonaliseerde analyse gedaan over waar eventuele knelpunten liggen, wat het effect daarvan is op waardes en risico op blootstelling, en is er een advies gegeven over wat ze preventief kunnen doen om dit te verbeteren.

2.4.2 Kennisvragen die beantwoord worden met het Waarde, Interactie en Risico model

De kennisvraag waar het handelingsperspectief WIR-model invulling aan geeft is:

F. Wat is de impact van besmettingen en van preventieve maatregelen op continuïteit, veiligheid en kwaliteit van diensten in de door P3Venti onderzochte domeinen?

F.1. Hoe kan deze kennis worden gebruikt om operationeel managers, alsmede beleidsmakers bij overheid en veldpartijen te helpen beter afgewogen, toetsbare en uitlegbare beslissingen te nemen? Meer specifiek: hoe kan deze kennis worden ingezet om betere keuzes te maken m.b.t. de inzet van ventilatie?

Het WIR-model richt zich bij de beantwoording van deze vragen op besluitvorming op operationeel niveau en op korte termijn. Het perspectief van het WIR-model is dat van de manager op groeps- of locatieniveau, die keuzes moet maken om actuele of op korte termijn dreigende pandemische risico's te managen. Het WIR-model is hiermee complementair aan het Besluitvormingsperspectief. Dit laatste richt zich primair op strategische besluitvorming, door beslissers op organisatieniveau en beleidsmakers bij de overheid.

Voor het totale overzicht aan kennisvragen en welk handelingsperspectief een bijdrage levert aan welke kennisvraag, zie [tabel 1.3](#).

2.4.3 Bijdragen van het Waarde, Interactie en Risico model aan de kennisvraag

Kennisvraag F. Wat is de impact van besmettingen en van preventieve maatregelen op continuïteit, veiligheid en kwaliteit van diensten in de door P3Venti onderzochte domeinen?

Het WIR-model richt zich op de beantwoording van de kennisvraag op operationeel niveau en voor besluitvorming op de korte termijn. Op basis van een [literatuurstudie](#) zijn 10 kwaliteitsindicatoren en externe en contextuele factoren vastgesteld die invloed hebben op de besluitvorming of implementatie van maatregelen op locatieniveau. Deze 10 indicatoren zijn verdeeld in de volgende waarden en risico's:

- Waarden: kwaliteit van leven cliënt, gezondheid, sociale factoren, dialoog cliënt, naaste en medewerker, kwaliteit van werk, ethische aspecten.
- Risico van interacties: risico op blootstelling.
- Risico van maatregelen: operationeel risico, compliance risico, economisch risico.

Uit praktijkmetingen, observaties en interviews op zes langdurige zorglocaties, in 8 verschillende ruimtes (woonkamers en dagbestedingsruimtes) zijn de [operationele omstandigheden bepaald](#). Deze

operationele omstandigheden zijn samengevat in verschillende lagen van de omgeving zoals in tabel 2.1 is beschreven.

Tabel 2.1. Resultaten interacties per laag van de omgeving langdurige zorg en invloed op maatregelen.

Laag	Resultaat	Invloed implementatie maatregelen
Sociaal	Interacties grotendeels sociaal en verzorgend. Vinden veelal plaats op korte afstand (<1m). Essentieel voor kwaliteit van leven en gezondheid cliënt. Bij tocht willen mensen ergens anders zitten. Ramen en deuren soms niet open voor comfort en luchtwegklachten.	Interacties essentieel voor zorg. Verstoring heeft impact op kwaliteit van leven en gezondheid van de cliënt en kwaliteit van werk. Raakt het ethisch vlak. Ventilatie kan effect hebben op comfort en luchtwegklachten. Mogelijk compliance en economisch risico.
Activiteit: langdurige zorg	Zorg is complex. Verschilt per zorglocatie, type bewoner, persoon en moment. Sommige mensen behoeven meer fysieke hulp, anderen meer begeleiding. Interacties die daarbij passen verschillen dan ook.	Zorg afschalen heeft effect op mentale en fysieke gezondheid. Autonomie cliënt en kwaliteit van werk in het geding. Cognitief niveau en wettelijke kaders bepalen mogelijkheid maatregelen. Mogelijke ethische dilemma's, operationeel en compliance risico.
Organisatorisch	Vast ritme (eetmomenten, sociale activiteiten) zorgt voor pieken in drukte in de huiskamers. Ontwerpbezetting soms overschreden. Medewerkers gebruiken ruimte anders dan cliënten. Bij medewerkers weinig bekend over gebruik ventilatiesysteem, gaan uit van juiste installatie.	Stoppen activiteiten invloed op kwaliteit van leven, sociale factoren en kwaliteit van werk. Operationeel risico door mogelijke tijdsdruk, capaciteitsprobleem en gebrek aan kennis ventilatiesysteem.
Ruimtelijk	Ruimte niet altijd gelijkmatig gebruikt. Meeste ventilatiesystemen type D, rest type C. Onderhoud op orde. Stoffige toe- en afvoer. Pieken in CO ₂ -concentratie en relatieve luchtvochtigheid hangt samen met aantal mensen. Meeste pieken vallen binnen gestelde richtlijnen.	Gebouw niet kunnen gebruiken zoals gewenst beïnvloedt kwaliteit van leven, zorg, sociale factoren en kwaliteit van werk. Zorgt voor ethisch dilemma. Risico op blootstelling verhoogd bij hoge bezetting. Hierdoor geen marge voor extra personeel. Ventilatiesysteem en onderhoud daarvan bepaalt hoe deze ingezet kan worden als maatregel.

Deze metingen zijn uitgevoerd in een periode waarin COVID-19 nog geregeld uitbrak in zorginstellingen, waardoor het extra waardevolle informatie geeft maar ook gaten oplevert in de data wanneer men bijvoorbeeld niet meer in de instelling kon komen doordat de faciliteit de deuren ging sluiten.

Er zijn veel overeenkomsten tussen de langdurige zorg en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen. Zowel de maatschappelijk urgente sportvoorzieningen als de langdurige zorginstellingen hebben een belangrijke functie in de maatschappij. Het verschil is met name dat langdurige zorginstellingen niet alleen een activiteitenvoorziening zijn maar ook een thuis. Daar vinden dus meerdere soorten interacties plaats dan in sportvoorzieningen. Er is in beide sectoren in de dagelijkse praktijk weinig bekend over de toegepaste ventilatiesystemen en de effectiviteit daarvan. Wel is bij een beperkt aantal gebouwen geïnventariseerd welk ventilatiesysteem aanwezig is (in [de langdurige zorg](#) en [maatschappelijke urgente sportvoorzieningen](#)).

Interviews met gebruikers, medewerkers en managers van zorginstellingen en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen ondersteunen de hierboven gegeven bevindingen. Daarnaast blijkt ook dat het belang van menselijkheid, de wisselende ervaringen in luchtkwaliteit en het proces van besluitvorming in de faciliteiten aanvullende waarden en risico's in de dagelijkse praktijk hebben.

F.1. Hoe kan deze kennis worden gebruikt om operationeel managers, alsmede beleidsmakers bij overheid en veldpartijen te helpen beter afgewogen, toetsbare en uitlegbare beslissingen te nemen? Meer specifiek: hoe kan deze kennis worden ingezet om betere keuzes te maken m.b.t. de inzet van ventilatie?

Van het WIR-model is een [volledig theoretisch model](#) opgezet. Hiervan is tevens een vereenvoudigd in de praktijk bruikbare versie gemaakt.

In deze vereenvoudigde versie beantwoorden de locatiemanagers vragen over hun situatie zoals het type gebruiker, het aantal mensen in de ruimtes, de status van het ventilatiesysteem en budgetten. Dat resulteert in een analyse over waar eventuele knelpunten liggen, wat het effect daarvan is op waardes en risico op blootstelling, en is er een advies gegeven over wat preventief gedaan kan worden om dit te verbeteren. De vereenvoudiging zit in het feit dat locatiemanagers niet alle informatie tot zich hoeven te nemen maar een selectie krijgen op basis van wat is ingevuld. Het doel van dit instrument is om locatiemanagers inzicht te geven in de status van hun faciliteit. Zo kunnen zij zien hoe weerbaar hun instelling is voor een volgende pandemie en dit gebruiken als hulpmiddel bij het nemen van beslissingen in hun organisatie op basis van de waarden die als belangrijk naar voren zijn gekomen in het onderzoek. Dit zorgt voor goed toetsbare, transparante en uitlegbare keuzes.

2.4.4 Betrokken partijen

Binnen dit handelingsperspectief hebben TNO, TU/e en Mulier Instituut samengewerkt aan de bovenbeschreven kennisvragen.

1. TNO heeft de metingen verzorgd die input zijn voor het WIR-model. Over de uitkomsten van deze metingen is ook een paper geschreven.
2. De TU/e heeft de data verzameld door TNO geïntegreerd en heeft aanvullende interviews gehouden om meer inzicht te krijgen in het besluitvormingsproces. De TU/e is ook verantwoordelijk voor de uitwerking van het WIR-model.
3. Het Mulier Instituut heeft per stap in het WIR-model de input van het WIR-model specifiek voor de Maatschappelijke Urgente Sportvoorzieningen geleverd.

3 KENNISNETWERK EN DISSEMINATIE

3.1 Kennisnetwerk

Tijdens de COVID-19 pandemie bleek dat vanuit diverse disciplines verschillende en soms ook schijnbaar tegengestelde standpunten zijn afgegeven. Een voorbeeld hiervan betreft het al dan niet besmet kunnen raken in een ruimte op grotere afstand van de bron. Dit leidde soms tot onbegrip en verwarring waardoor duiding van de standpunten complex was. Vermoedelijk zijn veel verschillen veroorzaakt doordat er geen gemeenschappelijk begrippenkader was en de verschillende disciplines onvoldoende begrip hadden voor elkaars insteek en context.

De overheid heeft dan ook behoefte aan een kennisnetwerk waarin verschillende disciplines vertegenwoordigd zijn, die vanuit eenzelfde begrippenkader communiceren, elkaar begrijpen, en die elkaar snel en eenvoudig kunnen benaderen. Op die manier kan de overheid specifieke vragen aan dit kennisnetwerk adresseren en kan daar gezamenlijk een eenduidig antwoord op geformuleerd worden.

Vanuit het programma zijn relaties gelegd met andere programma's en projecten die zich ook richten op pandemische paraatheid. Dat heeft zowel op nationaal niveau als op internationaal niveau plaatsgevonden, zie ook samenwerking paragraaf 1.7. Daarnaast maken ook zowel de leden van de klankbordgroep als van het afstemmingsoverleg deel uit van dit netwerk. In dit kennisnetwerk zijn o.a. de volgende disciplines verenigd:

- Medisch microbiologen,
- Sociale en Gedragswetenschappers,
- Virologen,
- Milieu-Epidemiologen,
- Indoor Environmental Quality (IEQ) specialisten,
- Installatie en ventilatietechnici,
-

Om het kennisnetwerk te faciliteren is een LinkedIn groep opgezet om daarmee het ontstaan van een LinkedIn community te ondersteunen. Het idee was om via LinkedIn zowel de wetenschappers als gebruikersgroepen met elkaar te verbinden. Helaas bleek het moeilijk om in een dergelijke community de deelnemers te activeren, dus er is besloten deze LinkedIn groep niet verder uit te bouwen maar slechts te onderhouden.

3.2 Disseminatie

Alle (deel)rapportages die binnen het programma P3Venti zijn opgesteld en resultaten die zijn bereikt zijn openbaar en worden ontsloten via een voor P3Venti ontwikkelde website (<https://p3venti.nl/>). Naast de resultaten is op deze site ook algemene informatie over het programma te vinden alsmede vragen en antwoorden (Q&A) over virusverspreiding. In deze Q&A is de meest recente wetenschappelijke literatuur verwerkt en is ook verwezen naar de (deel)rapportages en resultaten van het programma. De Q&A vormen dus feitelijk de basis om effectief bij de relevantie informatie te komen.

Om de ontwikkelde kennis goed en breed te verspreiden zijn twee symposia gehouden. Het eerste (Engelstalige) symposium was in februari 2024. Het doel van de dag was kennisdeling van de eerste resultaten vanuit P3Venti en andere lopende programma's zoals CLAIRE, PDPC, MIST, AIreas en E3, alsmede het versterken van het (inter)nationaal netwerk van wetenschappers en zorgprofessionals. Er hebben circa 65 mensen deelgenomen aan dit symposium. Er was echter gehoopt op meer participanten uit de langdurige zorg. Opkomst uit deze sector bleef achter bij de verwachtingen. Aangezien het gevoel van urgentie m.b.t. pandemische paraatheid bij de zorgprofessionals lijkt weg te ebben en pandemische paraatheid derhalve minder hoog op de agenda staat, is er voor het eindsymposium in 2025 voor gekozen om deelname laagdrempelig te houden door Nederlands als voertaal te hanteren. Om deze doelgroep ook te bereiken is besloten om toegankelijke animaties te maken, zodat de bevindingen goed gedeeld kunnen worden.

De animaties, elk toegespitst op een specifieke doelgroep (wetenschappers, beleidsmakers, zorgprofessionals en beslissers in de langdurige zorg en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen) worden enerzijds gebruikt om kennis te delen, mensen bewust te maken en om mensen te inspireren en te verleiden om het symposium te bezoeken. Anderzijds bieden zij de doelgroepen een korte en laagdrempelige samenvatting van de resultaten met een link naar de website voor meer gedetailleerde informatie en tools.

Tijdens het tweede symposium, tevens eindsymposium, is een inspirerende keynote lezing verzorgd door Marc van Ranst en is dit eindrapport aangeboden aan de minister van VWS. Naast een korte samenvattende presentatie van de verschillende deelresultaten is een aantal interactieve workshops gegeven zoals een rollenspel bij een toekomstige pandemie aan de hand van de ontwikkelde tools.

Daarnaast zijn er om het programma onder de aandacht te brengen en de resultaten te verspreiden verschillende artikelen verschenen in vakbladen en wetenschappelijke journals en zijn er diverse presentaties en andere uitingen geweest, zie bijlage A.

4 AANBEVELINGEN

Op basis van de resultaten van het programma zijn een aantal adviezen en aanbevelingen geformuleerd. De in dit rapport weergegeven adviezen zijn geformuleerd voor het beleidsniveau. Deze focus is bewust gekozen. Beleid is sturend en voorwaardenscheppend voor onderzoek en uitvoering. Voor adviezen aan gebruikers en onderzoekers verwijzen wij naar de diverse onderzoeksrapportages, te raadplegen via www.p3venti.nl.

4.1 Transmissieroute

Aanbeveling 1

Bij virusverspreiding van respiratoire virussen moet rekening worden gehouden met de aerogene transmissieroute. Hanteer zolang geen nieuwe kennis beschikbaar is als basisaannname voor de formulering van beleid dat verspreiding van respiratoire virussen ook via deze route plaatsvindt. Faciliteer verhoging van het kennisniveau over eigenschappen en verspreiding van virussen in de lucht door ruimte te scheppen voor de doorontwikkeling van meetapparatuur en meetmethoden.

Onderbouwing

Er zijn mede door het programma P3Venti steeds sterkere aanwijzingen dat de aerogene transmissieroute van belang is bij het reduceren van het aantal besmettingen. Uit het programma is duidelijk geworden dat de relatieve bijdrage van de aerogene route per virus zal verschillen. Wanneer in pandemische situaties geen infectieus virus in de lucht wordt gemeten, kan daaruit niet worden geconcludeerd dat het niet aanwezig is. Uit het programma blijkt n.l. dat bepaalde respiratoire virussen gevoelig zijn voor de methode waarop luchtmonsters worden genomen en dat virussen door de mechanische stress geïnactiveerd kunnen worden. Hierdoor kan het erop lijken dat er geen infectieus virus in de lucht aanwezig is, wat een onterecht gevoel van veiligheid kan opleveren. Dit kan worden veroorzaakt door relatief lage concentraties die technisch moeilijk te meten zijn, maar desondanks een risico opleveren. Uitgaande van het voorzorgsprincipe waar het gaat om infectieuze virussen in de lucht is daarom aan te bevelen om ervan uit te gaan dat verspreiding van respiratoire virussen ook via de aerogene route over grotere afstanden plaatsvindt. Verschillende apparatuur heeft een verschillende effectiviteit m.b.t. het “vangen” van infectieus virus. Het doorontwikkelen van deze apparatuur om virussen in de lucht te meten is essentieel voor onderzoek naar de relatieve bijdrage van de aerogene route.

Aanbeveling 2

Faciliteer de aanleg van een (nationale) database aan met daarin de inactivatiekarakteristieken van bekende respiratoire virussen

Onderbouwing

Het effect van omgevingsomstandigheden op de inactivatie van virussen is grotendeels onbekend. Bepaalde respiratoire virussen blijken in aerosolen veel stabielere te zijn dan andere, en ook het effect van omgevingsparameters is niet generiek voor de verschillende respiratoire virussen, maar is virus-specifiek. Door tijdens een pandemische situatie het nieuwe virus met de bekende virussen uit de database te vergelijken kan veel sneller een inschatting worden gemaakt van het effect van

maatregelen op basis van ventilatie. Hiertoe moeten in de database tenminste zijn opgenomen de variabelen tijd, temperatuur en luchtvochtigheid en eventueel ook de CO₂ concentratie volgens de werkwijze ontwikkeld door Erasmus MC, RIVM en TNO.

Aanbeveling 3

Faciliteer vervolgonderzoek noodzakelijk naar de inactivatiekarakteristieken voor respiratoire virussen zodat investeringen in ontwikkelde methoden en faciliteiten effectief worden benut.

Onderbouwing

P3Venti heeft veel nieuwe inzichten opgeleverd maar op onderdelen zoals inactivatiekarakteristieken van virussen staan we nog aan het begin. Informatie over de (in)stabiliteit van respiratoire virussen onder relevante omgevingsomstandigheden is van groot belang om in te kunnen schatten of ventilatie kan bijdragen aan de reductie van het aantal besmettingen. Door het programma P3Venti is de werkwijze om dit te kunnen vaststellen binnen Erasmus MC, RIVM en TNO in belangrijke mate afgestemd. Hiermee is een standaard neergezet die als basis voor vervolgonderzoek kan dienen.

4.2 Ventilatiesystemen

Aanbeveling 4

Verplicht het aantoonbaar periodiek controleren van ventilatiesystemen op werking en luchthoeveelheid (inregeling). Dit geldt met name voor ventilatiesystemen in gebouwen waar kwetsbare groepen verblijven. De controle moet aantonen dat de volgens het BBL benodigde ventilatiecapaciteit, op elk moment en onafhankelijk van interne of externe omstandigheden (bijvoorbeeld temperatuur, luchtvochtigheid) kan worden geleverd.

Onderbouwing

De eisen uit het besluit bouwwerken leefomgeving zouden moeten worden nageleefd en hierop zou vanuit de gemeenten (het bevoegd gezag) moeten worden gehandhaafd. Zover er al controle en handhaving plaatsvindt is dat bij het aanvragen van een bouwaanvraag. Tijdens de gebruiksfase is niet geborgd hoe een ventilatiesysteem wordt onderhouden en hoe de juiste werking en instellingen worden gegarandeerd. Dit aspect van borging leidt er ook toe dat natuurlijke ventilatiesystemen (met name in nieuwbouwsituaties en bij grootschalige renovatie) niet als geschikte oplossing kunnen worden beschouwd. Bij uitsluitend natuurlijke ventilatie kan de ventilatiehoeveelheid niet onder alle omstandigheden worden gegarandeerd.

Aanbeveling 5

Ontwikkel een richtlijn of norm voor ventilatiehoeveelheden voor kleine fitnessruimten (o.a. yoga ruimten, medische fitness) die gehuisvest zijn in niet specifiek voor deze (sport) functie ontwikkelde gebouwen zoals o.a. buurtcentra, scholen en kantoorgebouwen.

Onderbouwing

In deze omgevingen voldoet het ventilatiesysteem vaak niet aan de eisen die gelet op het BBS gezien de gebruiksfunctie moeten worden gesteld. Daarnaast ontbreekt het voor gebruikers van deze functies aan duidelijke richtlijnen en communicatie terwijl hier wel behoefte aan is.

Aanbeveling 6

Verplicht dat er bij de toegang van een ruimte duidelijk wordt aangegeven voor hoeveel mensen maximaal die ruimte is ontworpen.

Onderbouwing

Het is voor de eindgebruikers vaak niet duidelijk welke ontwerputgangspunten op een ruimte van toepassing zijn. Een eindgebruiker kan zelf dan ook geen afgewogen beslissing nemen om een ruimte al dan niet te betreden als er meer mensen in een ruimte aanwezig zijn dan waarvoor de ruimte is ontworpen. Door dit expliciet te maken kan dat wel. Dit heeft ook in normale situaties (niet pandemisch) voordelen voor virusverspreiding, bijvoorbeeld van het influenza seizoensvirus (griep). Een voorbeeld van een informatiebord (de "ventilatiekaart") is beschikbaar op www.ventilerenzogedaan.nl.

4.3 Communicatie

Aanbeveling 7

Communiqueer de meerwaarde van aanwezigheid en gebruik van spuivoorzieningen waarmee kortstondig grote hoeveelheden lucht kunnen worden uitgewisseld, om (sterk)verontreinigde lucht snel af te voeren ook wel het "luchten" genoemd logischerwijs een pre.

Onderbouwing

Alhoewel het effect van spuivoorzieningen in P3Venti niet direct is onderzocht, is het op basis van de beschikbare uitkomsten zeer waarschijnlijk dat deze voorzieningen voor de bedoelde functie een meerwaarde hebben. Dit geldt als maatregel om pandemisch paraat te zijn, door de blootstelling zo veel mogelijk te reduceren binnen aanvaardbare uitgangspunten, voor ruimten waarin meerdere personen langere tijd verblijven daar waar dit met name kwetsbare groepen in onze samenleving betreft, zoals in de langdurige intramurale zorg.

Aanbeveling 8

Promoot de toepassing van systemen die zorg dragen voor een gelijkmatige luchttoevoer (bijvoorbeeld via een airsok) bij nieuwbouw en vergaande renovatie.

Onderbouwing

Deze systemen produceren een meer homogene concentratieverdeling van (infectieuze) verontreinigingen in de lucht. Een dergelijke situatie "verdunt" de concentratie van virus uitgescheiden door een geïnfecteerd persoon (bron) en reduceert daardoor de kans op overdracht van de besmetting naar anderen in dezelfde ruimte. Zo leidt een systeem met gelijkmatige toevoer in een ruimte van 3 meter hoogte blijkt ten opzichte van een niet optimaal systeem tot een 3-maal lagere blootstelling te leiden, gemiddeld over de meetpunten.

Aanbeveling 9

Zet een communicatie campagne op voor gebruikers en management van maatschappelijk urgente sportvoorzieningen en de langdurige zorg over het nut van ventilatie en de wijze waarop je onder verschillende, al dan niet pandemische omstandigheden, moet omgaan met een ventilatiesysteem.

Onderbouwing

De wijze waarop personeel in langdurige zorginstellingen en maatschappelijke urgente sportvoorzieningen omgaat met de aanwezige voorzieningen is cruciaal voor het effect dat met een ventilatiesysteem kan worden gerealiseerd. Veel medewerkers hebben echter beperkte kennis over de effecten van hun handelen omdat een duidelijke instructie vaak ontbreekt, het thema ventilatie geen onderdeel is van hun opleiding en trainingen en de informatie ook niet algemeen bekend is. Hierbij kan mogelijk per sector nog een differentiatie plaatsvinden en zou bijvoorbeeld een e-learning module kunnen worden ontwikkeld voor verschillende doelgroepen. Voor succesvolle communicatie is het belangrijk dat de communicatiemiddelen en -stijl worden afgestemd op het kennisniveau, de interesse en de voorkeursstijl van communicatie van de ontvangers. Om draagvlak voor de boodschap te vergroten is het aan te raden bij de opzet en uitvoering van de campagne samen te werken met koepelorganisaties in de betrokken sectoren.

4.4 Kennisnetwerk

Aanbeveling 10

Hou het vanuit P3Venti ontwikkelde kennisnetwerk vanuit de overheid actief en faciliteer dit financieel. Dat kan bijvoorbeeld door de betrokkenen periodiek bij elkaar te roepen en over de ontwikkelingen te sparren.

Onderbouwing

Naast het leveren van een bijdrage bij het invullen van de kennishiaten was een belangrijke doelstelling van het programma om een kennisnetwerk vanuit verschillende disciplines op te zetten en te onderhouden. In tijden van een pandemische uitbraak kan een dergelijk kennisnetwerk snel worden geactiveerd en spreekt men elkaars taal al beter. Door de nauwe samenwerking en afstemming met andere programma's zoals CLAIRE, MIST, PDPC en Airias is een dergelijk kennisnetwerk, waarin verschillende disciplines actief zijn, ontstaan.

4.5 Besluitvorming

Aanbeveling 11

Baseer besluitvorming over investeringen in ventilatie op een integrale afweging van mogelijke baten.

Onderbouwing

Uit onder andere de MKBA-analyses die voor het P3Venti-programma zijn uitgevoerd, komt naar voren dat verbeteringen in ventilatie tot baten leiden in termen van productiviteit, ziekteverzuim, thermisch comfort en algemene leefkwaliteit. Deze baten zijn relevant voor de inhoudelijke kwaliteit van dienstverlening en financiële bedrijfsvoering. Ze zouden daarom naast besmettingsreductie moeten worden meegenomen bij de ontwikkeling van beleid en richtlijnen voor ventilatie in de langdurige zorg en in maatschappelijk urgente sportvoorzieningen.

Aanbeveling 12

Implementeer de ontwikkelde instrumenten (Besluitvormingsperspectief sectie 2.3.1) in besluitvormingsprocessen voor o.a. pandemische situaties bij de Rijksoverheid. Promoot het gebruik van deze instrumenten in strategische besluitvorming door beslissers in de betrokken sectoren.

Onderbouwing

Een dergelijke benadering zorgt ervoor dat alle relevante aspecten van de langdurige zorg en maatschappelijk urgente sportvoorzieningen op transparante wijze worden meegenomen in afwegingen en besluitvorming. Stem instrumenten af op de rol en context, taak en mandaat van de beslisser.

Aanbeveling 13

Maak bij besluitvorming door de Rijksoverheid met betrekking tot pandemische paraatheid structureel en bewust gebruik van verschillende besluitvormingsmodellen. Promoot deze benadering bij beslissers in de betrokken sectoren.

Onderbouwing

Toepassing van het besluitvormingskader (Besluitvormingsperspectief sectie 2.3.1) laat zien dat de keuze voor een bepaald besluitvormingsmodel sterk afhankelijk is van de context. In situaties met grote onzekerheid, zoals bij een pandemie, is een strikt evidence-based benadering niet altijd passend of haalbaar. Andere modellen en benaderingen, of een combinatie, bieden dan meer uitkomst. Dit is van belang, omdat de keuze voor een model of benadering directe invloed heeft op de afwegingen die worden gemaakt en de uiteindelijke besluiten die daaruit voortkomen.

Aanbeveling 14

Maak het Afwegingskader structureel onderdeel van de voorbereiding van besluitvorming bij de Rijksoverheid door waarden en impactdomeinen expliciet te benoemen en af te wegen. Promoot deze benadering bij beslissers in de betrokken sectoren.

Onderbouwing

Gebruik van dit Afwegingskader (Besluitvormingsperspectief sectie 2.3.1) vergroot transparantie, legitimiteit en draagvlak. Integreer het kader in beleid, toets het in de praktijk en ondersteun implementatie via de toepassing van het ontwikkelde handelingsperspectief.

BIJLAGE A – LIJST VAN DELIVERABLES/LITERATUUR EN UITINGEN

Hier worden alle uitingen in vakbladen, wetenschappelijke journals, etc. en de opgeleverde rapportages en overige deliverables samengevat weergegeven. Deze worden ook in verband gebracht met de initieel gedefinieerde kennishiaten en kennisvragen. Tevens is hierin het opgebouwde nationale en internationale kennisnetwerk beschreven.

Lijst van deliverables:

Deliverables Transmissieroute

- Paauw, A. Hornstra, L.M. 2024. Eigenschappen van uitgedemde aerosol deeltjes met SARS-CoV-2 en de effecten van de omgeving daarop. Programmalijn VI Levensvatbaarheid en infectiviteit virusdragende aerosolen. TNO 2023 R11579 ([link](#))
- Literatuurstudie Programmalijn VI, juni 2025 – inzichten resultaten literatuurstudie Transmissieroute ([link](#))
- Rapportage Programmalijn VI, september 2025 - Stabiliteit van respiratoire virussen in aerosolen ([link](#)).
- Rapportage Programmalijn VI, september 2025 - Evaluatie van collectiesystemen van virussen in aerosolen ([link](#))
- Rapportage Programmalijn VI, september 2025 – Ontwikkeling van een elektrodynamische balans levitator voor het bestuderen van aerosolen ([link](#))

Verwachte publicatie (okt/nov 2025):

- Wetenschappelijke publicatie over de invloed van de Coriolis-luchtbemonsteraar op de infectiviteit van SARS-CoV-2, influenza en rhinovirus (collectie-vloeistof spiking experimenten, data RIVM).

Deliverables Gebruik en systeemconfiguratie

De volgende rapportages zijn opgeleverd:

- Rapportage Programmalijn II, januari 2023 – Analysis Computational Fluid Dynamics ([link](#))
- Rapportage Programmalijn II, september 2025 - CFD-resultaten van de onderzochte cases (mock-up) en beperkte parameterstudie voor LZ en MUSV ([link](#))
- Rapportage Programmalijn II, september 2025 - Toepassing van fast-CFD technieken in de context van blootstelling aan pathogenen ([link](#))
- Rapportage Programmalijn III, juli 2023 - Experimenten langdurige zorg; Onderbouwing methodologie ([link](#))
- Rapportage Programmalijn III, februari 2024 – Resultaten Experimenteel onderzoek in-situ ([link](#))
- Rapportage Programmalijn III, oktober 2024 – Literatuurstudie: Overzicht van methoden om blootstelling aan in de lucht verspreide biologische deeltjes te evalueren in gesimuleerde realistische omgevingen ([link](#))
- Rapportage Programmalijn III, september 2025 - Resultaten Experimenteel onderzoek testfaciliteit ([link](#))
- Rapportage Programmalijn III, oktober 2025 – Ventilatie en verspreiding van ademhalingsbioaerosolen in binnenruimten: een experimenteel onderzoek ([link](#))

- Rapportage Handelingsperspectief Gebruik en Systeemconfiguratie, in twee delen:
 - * juli 2025 - Handelingsperspectief Gebruik ([link](#))
 - * juli 2025 - Handelingsperspectief Systeemconfiguratie ([link](#))

Deliverables Besluitvormingsperspectief

Reeds gepubliceerde deliverables:

- Rapportage Programmalijn IV, maart 2024 - Afwegingskader resultaten 2023 ([link](#))
- Rapportage Programmalijn IV, mei 2024 - Technische en gebruiksinventarisatie ventilatiesystemen in bestaande gebouwen voor langdurige zorg, op basis van een taxonomie en vragenlijst ([link](#))
- Rapportage Programmalijn IV, juli 2025 - Technische en gebruiksinventarisatie ventilatiesystemen in bestaande maatschappelijk urgente sportgebouwen, op basis van een taxonomie en vragenlijst ([link](#))
- Paper Programmalijn IV-1, juni 2025 - Inventarisatie ventilatievoorzieningen in 60 zorggebouwen ([link](#))
- Rapportage Programmalijn V, december 2023 - Kosten en baten (krachtenveld, besluitvorming en kosten-baten) langdurige zorg ([link](#))
- Rapportage Programmalijn V, oktober 2024 - Krachtenveld van drie maatschappelijk urgente sportvoorzieningen ([link](#))
- Rapportage Programmalijn V, december 2024 - MKBA ventilatie in langdurige zorg ([link](#))
- Rapportage Programmalijn V, januari 2025 - Besluitvorming en bedrijfsvoering in drie maatschappelijk urgente sportvoorzieningen over investeringen in ventilatie ([link](#))
- Rapportage Programmalijn V, februari 2025 - Besluitvormingskader voor pandemische paraatheid ([link](#))
- Hinkema, M., Overgaag, E. & Becker, J. (2025). Rapportage afwegingskader 2024: Programmalijn IV – Risico's, impact en markt, projectnummer 060.51323/01.04. Den Haag: P3Venti. ([link](#))
- Rappange, D., Wezenberg-Hoenderkamp, K. & Steenbergen, J. (2025). Impactdomeinen en indicatoren maatschappelijk urgente sportvoorzieningen 2025: Programmalijn IV – Risico's, impact en markt, projectnummer 060.51323. Den Haag: P3Venti. ([link](#))
- Arnoldussen, J., De Ruiters, J. & Van Meurs, S. (2025). MKBA kleine fitnessruimten in een pandemische situatie: Programmalijn V – Kosten en baten, projectnummer 060.51323. Den Haag: P3Venti. ([link](#))
- Kools, M. & Hover, P. (2025). Kosten- en batenfactoren zwembaden en medische fitness – een kwalitatieve beschouwing: Programmalijn V – Kosten en baten, projectnummer 060.51323. Den Haag: P3Venti. ([link](#))
- Rapportage Programmalijn IV/V, juli 2025 - Werkvorm Besluitvorming over beleidsinstrumenten ([link](#))
- Rapportage Programmalijn IV/V, juli 2025 - Werkvorm Waardenverkenning en waardenafweging ([link](#))
- Rapportage Programmalijn IV/V, juli 2025 - Advieskaart Pandemische Paraatheid in maatschappelijk urgente sportvoorzieningen ([link](#))
- Rapportage Programmalijn IV/V, juli 2025 - Rekenhulp afwegingskader ([link](#))
- Rapportage Programmalijn IV/V, juli 2025 - Begrippenkader langdurige zorg ([link](#))

- Rapportage Programmalijn IV/V, september 2025 - Besluitvormingsperspectief Pandemische Paraatheid ([link](#))

Verwachte publicatie (okt/nov 2025)

- Huijbregts R., Elsmann R., Hinkema M., Overgaag E.: Scientific paper – Embedding values elicitation and decision-making design in pandemic preparedness policymaking – the case of ventilation policy instruments.

Deliverables WIR

- Rapportage Programmalijn I, juni 2024 - Samenvatting resultaten: Blootstelling tijdens operationele omstandigheden in de langdurige zorg, een inventarisatie in de praktijk ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, juni 2024 - Inventarisatie van de operationele omstandigheden locatie 1 ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, juni 2024 - Inventarisatie van de operationele omstandigheden locatie 2 ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, juni 2024 - Inventarisatie van de operationele omstandigheden locatie 3 ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, juni 2024 - Inventarisatie van de operationele omstandigheden locatie 4 ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, juni 2024 - Inventarisatie van de operationele omstandigheden locatie 5 ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, juni 2024 - Inventarisatie van de operationele omstandigheden locatie 6 ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, maart 2024 - Kwaliteitsindicatoren en theoretisch kader om risico's, waarden en hun relaties te identificeren en te begrijpen ([link](#))
- Rapportage Programmalijn I, juli 2025 - Deliverable 2: Handelingsperspectief Waarde, Interactie en Risico (WIR) model ([link](#))
- Tool: PARAAT-scan: <https://p3venti.netlify.app/>

Uitingen

Datum	Auteur(s)	Titel artikel/ presentatie	Type uiting	naam evenement /journal
10-2022	Traversari	Presentatie AIVC congres Rotterdam	Presentatie	
2023	Loomans, M. G. L. C., van Hooff, T., & Traversari, A. A. L.	Onderzoeken naar ventilatie in het kader van infectiepreventie	Vakblad artikel	TVVL Magazine, 3(2023), 18-21
2023	Kang, L., Loomans, M. G. L. C., & van Hooff, T.	Assessment of numerical approaches for the prediction of airborne transmission of human respiratory particles in an indoor environment	<u>Paper</u> + Presentatie	Healthy Buildings Asia and Pacific Rim, Tianjin, China
11-2023	Loomans, M.	Ventilatie en luchtreiniging in het post-Covid tijdperk	Presentatie	VCCN Contamination Control Congres: From local to global, Bussum
2-2024	Rinus Elsmann, Aleksandrina Skvortsova	Decision making under uncertainty during the pandemic	Presentatie	Symposium P3Venti 2024
2-2024	Annemarie Weersink, Frans Koene	Ventilation systems in long term care buildings	Presentatie	Symposium P3Venti 2024
2-2024	Luc Hornstra	Airborne transmission of viruses	Presentatie	Symposium P3Venti 2024
2-2024	Bezemer, R. & Loomans, M.	Program lines 2-3: Simulation of indoor exposure to pathogens	Presentatie	Symposium P3Venti 2024
4-2024	Kang, L., Qin, P., Diepens, J., van Hooff, T., & Loomans, M. G. L. C.	CFD-aided ventilation design for a large experimental chamber to study aerosol dispersion and removal	<u>Paper</u> + Presentatie	RoomVent conference, Stockholm, Sweden
4-2024	Qin, P., van Hooff, T., Loomans, M. G. L. C., & Traversari, A. A. L.	Contaminant exposure in a pharmacy cleanroom with mixing ventilation: Impact of air-change rates	<u>Paper</u> + Presentatie	RoomVent conference, Stockholm, Sweden

4-2024	Mamulova, E., Al Assaad-Merema, D., Loomans, M. G. L. C., & van Hooff, T.	Summary statistics for quasi-stationary air velocity time series based on asynchronous velocity components	<u>Paper</u> + Presentatie	RoomVent conference, Stockholm, Sweden
6-2024	S. Mijnhardt en S. Herfst	Designing and validating a novel aerosol chamber to assess respiratory virus viability kinetics in the air	Poster	Aerosols and Microbiology: Connecting Disciplines in the Post-Pandemic Era, Bristol, UK
7-2024	De Lange, A.A.J., Lejeune, N., Kompatscher, K. Traversari, A.A.L.	Method development of experimental particle measurements and exposure risk in long-term health care facilities	Presentatie	Indoor Air conference, Honolulu, Hawaii
10-2024	Roberto Traversari	Keynote presentatie	Presentatie	Excellence in Pandemic Response and Enterprise Solutions, Helsinki
10-2024	Loomans, M.	Three projects related to ventilation, air cleaning and spread of pathogens	Workshop	IEA Annex 86 Meeting: Energy Efficient IAQ Management in residential buildings. Dublin, Ireland
10-2024	S. Mijnhardt en S. Herfst	Designing and validating a novel aerosol chamber to assess respiratory virus viability kinetics in the air	<u>Poster</u>	2nd Congress on Pandemic and Disaster Preparedness Research, Rotterdam.
11-2024	Loomans, M.	Ventilatie en luchtreiniging – van ventilatievoud naar ventilatie-effectiviteit	Presentatie	VCCN Contamination Control Congres, 's-Hertogenbosch
2024	A. Terneusen, J. Berner, O. Guerra-Santin, M. Mohammadi	Decision-making about ventilation during a pandemic	<u>Congrespaper</u>	

2-2025	S. Herfst	Respiratory virus transmission	Presentatie	Third annual EU Durable meeting Paris
4-2025	Frans Koene, Roberto Traversari, Lisette Rueb	P3Venti: Programma Pandemische Paraatheid met Ventilatie	artikel	TVVL
6-2025	Rinus Elsmann	Decision-making in times of uncertainty: ventilation during a pandemic	Presentatie	MIST symposium De Ingenieur
6-2025	Annemarie Weersink, Frans Koene, Christian Struck	Increasing the pandemic resilience of healthcare facilities through efficient ventilation – a review of 60 healthcare buildings in the Netherlands	conferentie	CLIMA 2025
2025	Qin, P., de Lange, A., van Hooff, T., Traversari, R. & Loomans, M.	Experimental and CFD analysis of particle distribution in a controlled test facility: Impact of exhalation flow velocity and direction	<u>Journal article</u> , published	Building and Environment
2025	Mamulova, E., Loomans, M. & van Hooff, T.	RANS-based fast computational methods for indoor flows: a framework-driven performance assessment for a simple benchmark	<u>Journal article</u> , published	Developments in the Built Environment
6-2025	Loomans, M.	Ventilation and Air cleaning - The particle in the loop	Presentatie	Symposium MIST-project, Delft
6-2025	Loomans, M., Xia, L., Peng, Q. & van Hooff, T.	Ventilation and air cleaning in the context of infection risk – results from two large Dutch research projects	<u>Paper</u> + Presentatie	Healthy Buildings Europe 2025, Reykjavik, Iceland
7-2025	Qin, P., de Lange, A., van Hooff, T., Traversari, R. & Loomans, M.	CFD validation of airflow and particle distribution in a well-controlled test facility	Paper (not published) + Presentatie	COBEE 2025, Eindhoven, The Netherlands
9-2025	De Lange, A.A.J., Kompatscher, K. Traversari, A.A.L.	Method validation of experimental particle measurements and exposure risk in long-term health care facilities	Presentatie	IEQ 2025 conference, Montreal, Canada

2025	De Lange, A.A.J., Egter van Wissekerke, N., Traversari, A.A.L.	Evaluating particle clearance, distribution, homogeneity, and energy efficiency under varying ventilation rates in a sterile preparation room	Presentatie	Healthy Buildings Europe 2025, Reykjavik, Iceland
2025	K. Kompatscher, A. de Lange, N. Egter van Wissekerke	The role and importance of human presence and interactions on the quality and effectiveness of care processes that take place in indoor environments in healthcare facilities in case of a pandemic.	Conferentiepaper	IEQ 2025 conference, Montreal, Canada
5-2025	Wouters, I.M, Kristi, E., Loomans, M. Traversari, R., Smit, L.A.M	The influence of ventilation conditions on the spread of human respiratory aerosols in indoor spaces: an experimental aerobiological study	<u>Poster presentatie</u>	6th Workplace and Indoor Aerosols Conference, Gaeta, Italy

BIJLAGE B – FINANCIËLE OVERZICHT

Hieronder is het financiële overzicht te vinden van de budgetten per programmalijn en jaar. In 2025 is er gewerkt met handelingsperspectieven, in plaats van programmalijnen. Hierbij zijn programmalijn II en III samengevoegd tot één handelingsperspectief met een gezamenlijk budget. Ditzelfde geldt voor programmalijn IV en V.

Bedragen in kEuro

jaartal programmalijn/handelingsperspectief	2022	2023	2024	2025	Totaal
PL I/ WIR model	355	255	234	228	1072
PL II	100	250	200	0	550
PL III / Gebruik en systeemconfiguratie	240	510	415	340	1505
PL IV	100	187	359	11	657
PL V / Besluitvormingsperspectief	15	212	430	354	1011
PL VI / Transmissieroute	300	764	624	306	1994
PL VII	200	165	140	142	647
PL VIII	170	100	155	139	564
Totaal budget	1480	2443	2557	1520	8000

BIJLAGE C – LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

Afkorting/begrip	Toelichting
WIR-Model	Waarde, interactie en risico model
MUS	Maatschappelijk urgente sportvoorzieningen zoals medische fitness, kleine fitnessruimten en zwembaden vanuit zwemvaardigheid.
P3Venti	Programma pandemische paraatheid en ventilatie
Bbl	Besluit bouwwerken leefomgeving
airsock	Luchtverdeelslang; slang meestal van textiel die zowel lucht transporteert als lucht met lage snelheid en gelijkmatig aan een ruimte toevoert.
MKBA	Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse
CFD	Computational Fluid Dynamics
CAR	Clean Air Delivery Rate
IEQ	Indoor Environmental Quality, binnenluchtkwaliteit
RSV	Respiratoir Syncytieel Virus

