

DOORREKENING LEERLABS

DOORREKENING TEN BEHOEVE VAN AANVRAAG NATIONAAL GROEIFONDS

NOTITIE

seo • economisch onderzoek

AUTEURS

BAS TER WEEL, HENRI BUSSINK, MARILOU VLAANDEREN, TAMARA DOEVE, IRIS KLINKER

IN OPDRACHT VAN

MINISTERIE VAN ONDERWIJS, CULTUUR EN WETENSCHAP

AMSTERDAM, 26 JANUARI 2023

SEO-notitie nr. 2023-04

Informatie & Disclaimer

SEO Economisch Onderzoek heeft op de verkregen informatie en data geen onderzoek uitgevoerd dat het karakter draagt van een accountantscontrole of due diligence. SEO is niet verantwoordelijk voor fouten of omissies in de verkregen informatie en data.

Copyright © 2023 SEO Amsterdam.

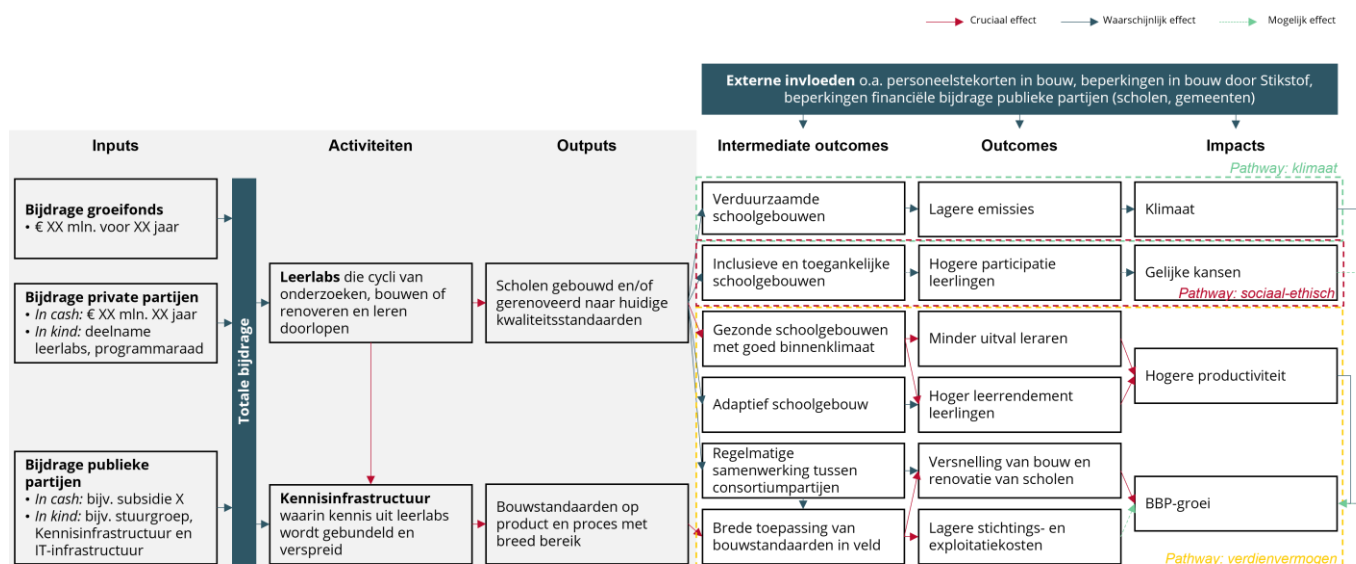
Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit dit rapport mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl.

1 Inleiding

Een samenwerkingsverband van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW), de PO-raad en de VO-raad dient een voorstel in voor het Nationaal Groeifonds (NGF). Het gaat om een impuls voor onderwijshuisvesting. De intentie is om met steun van het NGF leerlabs te organiseren. In die leerlabs werken het onderwijsveld, gemeenten, kennisinstellingen en marktpartijen gezamenlijk aan de verbetering en versnelling van de renovatie van schoolgebouwen. Een leerlab is een gezamenlijk initiatief om onderzoek te doen en te experimenteren met innovatieve bouwconcepten. In dit NGF-voorstel zijn de labs gericht op de standaardisatie van procedures en processen bij het bouwen en renoveren van schoolgebouwen in het primair (po) en voortgezet (vo) onderwijs. Het doel is om te zoeken naar mogelijkheden om processtappen niet steeds opnieuw te hoeven doorlopen en meer ruimte te bieden voor innovatie en waardemaximalisatie. De leerlabs geven in de komende jaren een impuls aan de kwaliteit van schoolgebouwen waar het gaat om binnenklimaat, adaptiviteit en inclusiviteit. Deze impuls leidt tot een productiviteitsverhoging in het bouwen en renoveren van schoolgebouwen tijdens de periode van financiering door het NGF. Hierdoor worden de extra kosten die zijn gemoeid met het bouwen van kwalitatief betere scholen in de periode na afloop van de leerlabs gedrukt. Na afloop van de periode waarin de leerlabs actief zijn geweest, wordt een structureel effect op de kwaliteit van schoolgebouwen in het po en vo bereikt, wat zich uit in leerwinst voor kinderen en lagere bouw- en renovatiekosten ten opzichte van de markt.

Om de ambities te realiseren heeft het samenwerkingsverband SEO Economisch Onderzoek gevraagd een doorrekening te maken van de bbp-effecten de leerlabs en de maatschappelijke impact in kaart te brengen. Figuur 1 geeft de beleidstheorie van de leerlabs aan.

Figuur 1 Beleidstheorie



De input bestaat in de eerste fase uit een bijdrage van het NGF van in totaal (afgerond) € 484 mln. Daarnaast investeren partijen uit het samenwerkingsverband middelen. Met deze middelen worden de leerlabs gevuld en worden in totaal 132 schoolgebouwen nieuwgebouwd of gerenoveerd in de periode tot en met 2037. Tegelijkertijd wordt gebouwd aan een kennisinfrastructuur waarin de kennis over effectiever (beter) en efficiënter (gestandaardiseerd) bouwen wordt gebundeld en verspreid. Dit leidt tot vernieuwing van bouwstandaarden en productiviteitsgroei waardoor op termijn tegen lagere kosten kan worden gebouwd. Vervolgens ontstaan er drie

typen uitkomsten die in deze notitie worden beoordeeld. Ten eerste bestaat er een positief effect van betere schoolgebouwen op het binnenklimaat, de adaptiviteit en inclusiviteit van die schoolgebouwen. Deze *pathway* van sociaal-ethische uitkomsten wordt omgeslagen in leerwinst voor leerlingen waaruit een bbp-effect wordt berekend. De business case is op lange termijn positief met een rendement op de investering van 13 procent in het meest conservatieve scenario en 25 procent in het meest optimistische scenario dat is doorgerekend. Een tweede effect is dat duurzame schoolgebouwen een positieve bijdrage leveren aan een duurzame samenleving (*pathway* klimaat). Dit effect wordt op kwalitatieve wijze beoordeeld in een kostenbatenanalyse. Ten slotte is er een effect op het verdienvermogen door efficiënter bouwen. Dit effect wordt meegenomen in de scenario's van het bbp-effect en op kwalitatieve wijze beoordeeld de kostenbatenanalyse.

Deze notitie is als volgt opgebouwd. Eerst wordt een overzicht gepresenteerd van de wetenschappelijke literatuur over de effecten van binnenklimaat, adaptiviteit en inclusiviteit op onderwijsuitkomsten. Onderwijsuitkomsten zijn de belangrijkste langetermijnwinst die wordt behaald met betere schoolgebouwen. Deze onderwijsuitkomsten worden uitgedrukt in leerwinst van leerlingen, en deze leerwinst leidt vervolgens tot een bbp-effect waarin opbrengsten en kosten met elkaar worden geconfronteerd (paragraaf 2). Op basis van een aantal veronderstellingen en uitgangspunten volgt een doorrekening van het effect van de impuls van de leerlabs zelf (het incidentele bbp-effect) en het effect op lange termijn vanwege de blijvende impuls die de leerlabs teweegbrengen (het structurele bbp-effect) - paragraaf 3. Deze doorrekening is conform CPB (2020) en volgt de handreiking van het NGF (NGF, 2022) met betrekking tot de eisen die worden gesteld aan een doorrekening. Naast deze doorrekening volgt een kwalitatieve inschatting van de belangrijkste maatschappelijke effecten - conform NGF (2022) - in paragraaf 4. Er wordt een aantal *pathways* benoemd waarlangs dit voorstel een maatschappelijke impuls genereert. Deze impuls valt uiteen in kosten en baten voor verschillende partijen die kwalitatief worden benoemd.

2 Literatuuroverzicht

Scholen die worden gebouwd of gerenoveerd naar de huidige kwaliteitsstandaarden kennen een goed binnenklimaat, zijn adaptief in de zin dat ze zijn aan te passen aan lesconcepten en inclusief en toegankelijk voor alle kinderen.¹ Op dit moment voldoet een groot aantal scholen in Nederland niet aan de gestelde kwaliteitsstandaarden.² Hierdoor ontstaat mogelijk meer uitval van leerkrachten, zijn kinderen vaker ziek en blijven leerprestaties achter. Tevens leiden niet-inclusieve gebouwen mogelijk tot een lagere participatie van bepaalde groepen leerlingen, waardoor ongelijke kansen ontstaan. Ten slotte is een hogere mate van adaptiviteit van het schoolgebouw van belang voor het mogelijk maken van verschillende onderwijsconcepten.

In dit overzicht vatten we de wetenschappelijke literatuur samen die de effecten van (veranderingen van) kwaliteitsstandaarden op de leerprestaties van leerlingen in beeld brengt. Een beter binnenklimaat verhoogt de leerprestaties doordat leerkrachten minder vaak uitvallen en kinderen effectiever de lesstof opnemen. Een adaptief schoolgebouw is flexibeler en biedt een omgeving waarin betere leerprestaties kunnen worden bereikt. Een inclusief gebouw biedt ook ruimte aan leerlingen met fysieke of mentale beperkingen en leerachterstanden, waardoor kansengelijkheid mogelijk wordt bevorderd. De empirische wetenschappelijke literatuur rapporteert positieve effecten op leerwinst van een beter binnenklimaat. Ook is er een positief effect van adaptiviteit dat echter niet los kan worden gezien van het binnenklimaat. Er is geen eenduidig beeld over de effecten van inclusiviteit op leerwinst.

2.1 Leerwinst

Ten behoeve van een doorrekening is het van belang om de effecten op leerprestaties eenduidig te meten. Dat gebeurt aan de hand van het begrip leerwinst. Leerwinst wordt in de wetenschappelijke literatuur ruim opgevat en omvat alle mogelijke cognitieve en niet-cognitieve vaardigheden die leerlingen zich eigen maken. Dit onderzoek richt zich op leerwinst als gevolg van nieuwe en betere schoolgebouwen. In de literatuur wordt leerwinst gemeten met behulp van objectieve toetsen, zoals landelijke leerstofafhankelijke examens. Hoewel dit nuttig is voor het meten van cognitieve prestaties, blijft een deel van de vaardigheden van leerlingen buiten beschouwing. Het gebruik van leerwinst als concept leidt mogelijk tot een onderschatting van het totale effect, waarmee de doorrekening in paragraaf 3 eerder een onderschatting van het totale effect is dan een overschatting.

Leerwinst kan uitgedrukt worden in een eenheid die vergelijkbaar is met de standaarddeviatie verandering in de prestaties op een leerstof- en docentafhankelijke toets. De standaarddeviatie is een spreidingsmaat die aangeeft in welke mate prestaties afwijken van het gemiddelde. Dit is een eenvoudige en duidelijke manier om verschillende toetsen en uitgangssituaties met elkaar te vergelijken. In de onderwijsliteratuur wordt standaard in deze eenheid gerapporteerd om vergelijkingen te maken. Met een standaarddeviatie is het bijvoorbeeld mogelijk om een score uit een onderzoek in de Verenigde Staten te vergelijken met de centrale eindtoets in groep 8 in Nederland. Als voorbeeld van de omvang van deze eenheid: leerlingen die op de citotoets in groep 8 (die veel basisscholen gebruiken als centrale eindtoets) een hele standaarddeviatie opschuiven door een maatregel, schuiven gemiddeld ongeveer twee onderwijstypen op, bijvoorbeeld van vmbo-gl naar havo (CPB, 2016).

¹ Zie RVO (2021). Het Programma van Eisen - Frisse Scholen dient als leidraad voor opdrachtgevers van nieuw- en verbouw van scholen (schoolbesturen en gemeenten) bij het realiseren van energiezuinige en gezonde scholen.

² De Arbowet en het Bouwbesluit dragen bij aan een basiskwaliteit van schoolgebouwen. Met een dergelijke basis is vermoedelijk het directe effect van extra kwaliteit van het gebouw onder normale omstandigheden minimaal (Van den Berg, 2021).

2.2 Binnenklimaat

Binnenklimaat gaat onder andere over CO₂-concentraties, temperatuur, fijnstof, geluid en licht (Ministerie van Financiën, 2021). Het meeste wetenschappelijke onderzoek richt zich op ventilatie en temperatuur. Tabel 1 geeft een overzicht van de wetenschappelijke literatuur.

Tabel 1 Overzicht van empirische studies over effecten van het verbeteren van het binnenklimaat op leerwinst

Auteurs	Land, periode, sample	Resultaat
Bakó-Biró et al. (2012)	Verenigd Koninkrijk, 2006-2008, 8 basisscholen met meer dan 200 kinderen	Leerlingen scoren significant beter op de onderdelen Choice Reaction (2.2), Colour Word Vigilance (2.7), Picture Memory (8) en Word Recognition (15 procent) met veel ventilatie vergeleken met weinig ventilatie.
Currie et al. (2009)	Verenigde Staten, 1996-2001, 1.512 scholen in het po en vo	Een extra dag met een hoge CO ₂ -waarde (tussen 75 en 100 procent) verhoogt de afwezigheid met 5 procentpunt. Een extra dag met een CO ₂ -waarde boven de AQS verhoogt de afwezigheid met bijna 9 procentpunt.
Duran et al. (2022)	Nederland, 2017-2021, 270 klaslokalen op 27 locaties	Een toename van één standaarddeviatie in de piek-CO ₂ -blootstelling (gelijk aan 600 ppm) leidt tot een afname in toetsresultaten van 0,11 standaarddeviaties. De stijging van de CO ₂ -concentratie met één standaarddeviatie gaat gepaard met een 13 procent lagere kans op een havo/vwo-advies.
Ebenstein et al. (2016)	Israël, 2000-2002, 2010, 400.000 eindexamenleerlingen in het vo	Ten opzichte van een dag met een gemiddelde luchtkwaliteit, leidt een toename in de PM _{2.5} (Air Quality Index (AQI)) van één standaarddeviatie tot een afname in de prestaties van studenten van 0.93 punten, ofwel 3.9 procent van een standaard deviatie.
Ervasti et al. (2012)	Finland, 2001-2005, 1.678 leerkrachten op 92 locaties	Het risico op een kort ziekteverlof van 1-3 dagen is kleiner voor leerkrachten die werken op scholen met een goede IAQ (indoor air quality) op beide meetmomenten (OR = 0.6, 95% CI: 0.5-0.9) en voor leerkrachten die werken op scholen met een positieve verandering in IAQ (OR = 0.6, 95% CI: 0.4-0.9) vergeleken met leerkrachten in scholen waar de IAQ op beide meetmomenten slecht was.
Haverinen-Shaughnessy et al. (2011)	Verenigde Sten, 2004-2006, leerlingen in het po in 100 klaslokalen	Een verhoging van de hoeveelheid ventilatie met 1 l/s per persoon, verhoogt het slagingspercentage voor wiskunde met 2.9 procent (95%CI 0.9-4.8%) en voor lezen met 2.7 procent (0.5-4.9%). Dit lineaire verband houdt stand voor een bereik van 0.9-7.1 l/s per persoon.
Haverinen-Shaughnessy et al. (2015)	Verenigde Staten, 2008-2009, leerlingen in het po in 140 klaslokalen	De gemiddelde wiskundescores van leerlingen (2.286 punten) neemt toe met 11 punten (0.5 procent) per l/s per persoon toename in ventilatie, voor een bereik van 0.9-7.1 l / s per persoon. Daarnaast is er een toename van 12-13 punten voor elke 1 graden Celsius dat de temperatuur afneemt, voor een bereik van 20-25 graden.
Park et al. (2020)	Verenigde Staten, 1999-2014, 10 miljoen leerlingen in het vo	Het maken van een examen met 90 °F leidt tot een lagere score (afname van 0.19 standaard deviatie) ten opzichte van 72 °F, en een 12 procent grotere kans om het examen niet te halen. Zonder airconditioning leidt een 1 °F heter schooljaar tot een afname in de leerprestaties van 1 procent.
Shendell et al. (2004)	Verenigde Staten, 2000-2002, 434 klaslokalen in het po	Een verhoging van 1.000 ppm CO ₂ ten opzichte van de buitenlucht concentratie, is geassocieerd met een afname in de jaarlijkse gemiddelde dagelijkse aanwezigheid van leerlingen van 0.5-0.9 procent.

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

Een deel van de Nederlandse schoolgebouwen voldoet niet aan de wettelijke ventilatie-eisen. Er is echter weinig onderzoek beschikbaar naar de daadwerkelijke effecten van ventilatie en temperatuur op de leerprestaties van Nederlandse kinderen. Duran et al. (2022) hebben onder een steekproef van 27 scholen in de provincie Limburg het verband tussen de variatie in de kwaliteit van het binnenklimaat en de leerprestaties van basisschoolleerlingen onderzocht. De data is verzameld van augustus 2017 tot januari 2021. De resultaten van hun studie wijzen erop dat slechte ventilatie de leerprestaties van leerlingen vermindert. Een toename van één standaarddeviatie in de piek-CO₂-blootstelling (gelijk aan 600 ppm)³ leidt tot een afname in de toetscores van 0,11 standaarddeviatie, oftewel een afwijking van 6 procent van de gemiddelde toetscore. Daarnaast is de kans op een havo/vwo-advies 13 procent lager als de CO₂-blootstelling in het semester voor de eindtoets verdubbelt.

Naast dit Nederlandse onderzoek zijn er verschillende studies in het buitenland uitgevoerd. Zo hebben Bakó-Biró et al. (2012) op acht basisscholen in het Verenigd Koninkrijk de ventilatiegraad verhoogd van 1 l/s per persoon naar 8 l/s per persoon. De resultaten van dit experiment wijzen erop dat leerlingen significant beter scoren op de onderdelen Choice Reaction (2,2 procent), Colour Word Vigilance (2,7 procent), Picture Memory (8 procent) en Word Recognition (15 procent) in de situatie met veel ventilatie vergeleken met de situatie met weinig ventilatie.

In de studies van Haverinen-Shaughnessy et al. (2011) en Haverinen-Shaughnessy et al. (2015) worden de effecten van ventilatie op wiskundescores in respectievelijk 100 en 140 klaslokalen in de Verenigde Staten onderzocht. De onderzochte populatie bestaat uit leerlingen in het laatste jaar van de basisschool (5th grade). Beide studies vinden een positief effect van betere luchtkwaliteit: een verhoging van de hoeveelheid ventilatie met 1 l/s per persoon, verhoogt het slagingspercentage voor wiskunde met 2,9 procent (Haverinen-Shaughnessy et al., 2011) en verhoogt de gemiddelde wiskundescores met 0,5 procent (Haverinen-Shaughnessy et al., 2015).

Er is ook onderzoek beschikbaar naar de effecten van luchtkwaliteit op middelbare scholieren. Ebenstein et al. (2016) onderzoeken de relatie tussen de gemiddelde luchtkwaliteit (Air Quality Index) en de eindexamenresultaten van 400.000 eindexamenleerlingen in Israël. Zij vinden dat de prestaties van leerlingen met 0,93 punten toenemen als de luchtkwaliteit met één standaarddeviatie toeneemt ten opzichte van een dag met een gemiddelde luchtkwaliteit.

Een betere luchtkwaliteit heeft niet alleen effect op de leerprestaties van kinderen, maar leidt ook tot lagere afwezigheidscijfers van zowel leerlingen als leerkrachten. Zo vinden Shendell et al. (2004) dat een verhoging van de CO₂-waarde met 1.000 ppm ten opzichte van de buitenluchtconcentratie is geassocieerd met een afname in de jaarlijkse gemiddelde dagelijkse aanwezigheid van basisschoolleerlingen van 0,5 tot 0,9 procent. Ervasti et al. (2012) onderzoeken dit effect bij 1.678 Finse leerkrachten door de luchtkwaliteit en het ziekteverlof te bekijken op twee verschillende meetmomenten. De onderzoekers concluderen dat het risico op een kort ziekteverlof van 1-3 dagen kleiner is voor leerkrachten die werken op scholen met een goede luchtkwaliteit (indoor air quality) op beide meetmomenten en voor leerkrachten die werken op scholen met een positieve verandering in de luchtkwaliteit vergeleken met leerkrachten op scholen waar de luchtkwaliteit op beide meetmomenten slecht is.

Naast ventilatie kan de temperatuur in een klaslokaal een effect hebben op de leerprestaties van kinderen. Haverinen-Shaughnessy et al. (2015) onderzoeken de effecten van temperatuur op de toetscores van leerlingen in het laatste jaar van de basisschool in de Verenigde Staten. De auteurs vinden een toename in wiskundescores van 12-13 punten voor elke graad Celsius die de temperatuur afneemt. De studie van Park et al. (2020) focust op

³ De afkorting ppm staat voor parts per million. Dit kan voor gassen omgerekend worden naar mg/m³. 600 ppm is ongeveer 1.150 mg/m³ waar het om koolstofdioxide (CO₂) gaat.

eindexamenleerlingen in de Verenigde Staten. Er bestaat een negatief verband tussen de temperatuur en leerprestaties. De auteurs concluderen dat het maken van een examen met 32 graden Celsius leidt tot een lagere score ten opzichte van 22 graden Celsius en een 12,3 procent grotere kans om het examen niet te halen. Zij vinden daarnaast dat een 4 graden Celsius heter schooljaar tot een afname in de leerprestaties leidt van 1 procent, indien er geen airconditioning aanwezig is in het klaslokaal.

2.3 Adaptiviteit

Adaptiviteit is een van de kanalen waarmee (verbeteringen in) schoolgebouwen kunnen bijdragen aan schoolprestaties van leerlingen. Adaptiviteit refereert aan het vermogen van het gebouw om zich te kunnen aanpassen, en ruimte te bieden aan verschillende lesmethoden, groepsgrootten en leerbehoeften. In de praktijk komt adaptiviteit vaak neer op flexibiliteit: het eenvoudig kunnen aanpassen van een deel van het gebouw voor verschillende vormen van leren en lesgeven. Tabel 2 geeft een overzicht van de literatuur.

De wetenschappelijke literatuur gebruikt flexibiliteit en adaptiviteit als concepten. Barrett et al. (2017) operationaliseren flexibiliteit met twee indicatoren: de mate waarmee leerlingen beschikken over een passende leeromgeving; en de mate waarmee klaslokalen en -muren ruimte geven aan verschillende leermethoden en activiteiten. De onderzoekers richten zich op waarneembare vormen van flexibiliteit, zoals de aanwezigheid van 'break-out rooms' en specifieke leerzones.

Tabel 2 Overzicht van empirische studies over effecten van adaptiviteit op leerwinst

Auteurs	Land, periode, sample	Resultaat
Barrett et al. (2015) en (2018)	Verenigd Koninkrijk, 2011-2016, 3.700 leerlingen in 53 klassen op 27 po-scholen	Verschillen in flexibiliteit van klaslokalen verklaren 6 procent van de variatie in vooruitgang in leerprestaties in wiskunde. Voor lezen en schrijven verklaart verschil in flexibiliteit 2 procent van verschillen in vooruitgang in leerprestaties.
Byers et al. (2014)	Australië, 386 leerlingen in de eerste klas van het vo in 2012	Leerlingen die een jaar in een nieuwe generatie leerruimte hebben doorgebracht, scoren 2 procent hoger op wiskunde en taal dan vergelijkbare leerlingen in de traditionele klaslokalen.
Tanner (2008)	Verenigde Staten, 1.916 leerlingen in het po op 24 locaties in 2006	Verschillen in ruimte voor grote groepen en specifiek ingerichte werkplaatsen verklaren 2 en 3 procent van de totale variatie in de scores op basisvaardigheden van leerlingen.

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

Flexibiliteit en adaptiviteit is één van de ontwerp- en omgevingsaspecten van scholen. De studies in Tabel 2 geven een overzicht van hoe het ontwerp van scholen zich vertaalt in effecten op leerprestaties. Deze effecten van flexibiliteit en adaptiviteit hangen sterk samen met de uitwerking van andere ontwerpaspecten, zoals licht, geluid, temperatuur, luchtkwaliteit, verbinding, complexiteit en kleur (Barrett et al., 2015; 2017), of daglicht, uitzicht, beweging en circulatie (Tanner, 2008). Er zijn geen (experimentele) studies waarbij flexibiliteit of adaptiviteit als zodanig wordt onderzocht en waarmee de geïsoleerde impact op leerprestaties kan worden gemeten. Dit wordt bevestigd in het overzicht dat Van den Berg (2021) voor het Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (NRO) heeft opgesteld. Dit betekent dat de empirische effecten van adaptiviteit niet los kunnen worden gezien van het binnenklimaat en van inclusiviteitseffecten. Het betekent ook dat de gevonden effecten niet bij elkaar kunnen worden opgeteld. Bovendien is de wijze waarop schoolleiders, leerkrachten en leerlingen de adaptiviteit van het gebouw gebruiken minstens zo belangrijk als de mate van adaptiviteit van het gebouw zelf (Van den Berg, 2021).

We maken gebruik van studies die eerst het totaal aan omgevingseffecten meten, en vervolgens de bijdrage van flexibiliteit en adaptiviteit hierin onderscheiden. Het gaat om een zeer beperkt aantal empirische studies. Het meest bruikbaar is een grootschalige Britse studie onder 3.000 basisschoolleerlingen, verspreid over 153 klassen op 27 scholen in het po (Barrett et al., 2015; 2017). In de studie staat het effect op vooruitgang in leerprestaties centraal, met als redenering dat omgevingsfactoren helpen bij het leren (boeken van vooruitgang) en zich niet zozeer vertalen in hogere toetscores. Alle variabelen zijn genormaliseerd, zodat een coëfficiënt van 1 wijst op een verandering van één standaarddeviatie in vooruitgang in leerprestaties.

De resultaten van Barrett et al. (2015; 2017) laten zien dat de effecten van alle omgevingsfactoren samen verschillen per leergebied. Het effect is het grootst voor wiskunde: 11,7 procent van de totale variatie in vooruitgang kan worden verklaard door variatie in omgevingsfactoren. Bovendien is flexibiliteit bij uitstek de belangrijkste omgevingsfactor voor vooruitgang in wiskunde-prestaties: bijna de helft (49 procent) van de 11,7 procent komt voort uit verschillen in flexibiliteit. Omgerekend vertaalt een toename van één standaarddeviatie in flexibiliteit zich in een standaarddeviatie van 0,06 in voortuitgang in wiskunde-prestaties. Verschillen in flexibiliteit verklaren dus zes procent van verschillen in vooruitgang in wiskunde-prestaties.

Voor lezen en schrijven komt respectievelijk 9,3 en 8,4 procent van de variatie in vooruitgang voort uit verschillen in omgevingsfactoren. Flexibiliteit speelt een minder grote rol in deze leergebieden. Voor lezen en schrijven kan respectievelijk 21 en 23 procent van totale omgevingseffecten worden toebedeeld aan verschillen in flexibiliteit. Omgerekend verklaren verschillen in flexibiliteit circa twee procent van verschillen in vooruitgang voor zowel lezen als schrijven.

De omvang van bovenstaande effecten zijn grofweg in lijn met de resultaten van andere empirische studies. Byers et al. (2014) vergelijken de scores van 286 brugklasleerlingen in Australië na één jaar in een traditionele klaslokaalsetting versus in een 'nieuwe generatie leerruimte'. De leerlingen die een jaar in deze nieuwe leerruimte hebben doorgebracht, scoren circa 2 procent hoger op wiskunde en taal dan vergelijkbare leerlingen in de traditionele klaslokalen. Kanttekening is dat de meer flexibele herinrichting in deze casus alleen betrekking heeft op het klaslokaal, en niet op het hele schoolgebouw.

Ten slotte analyseert Tanner (2008) de verbanden tussen omgevingsaspecten en de basisvaardigheden van 1.916 leerlingen uit groep 5 (third grade), verspreid over 24 basisscholen in Iowa in de Verenigde Staten. Verbanden zijn statistisch significant voor vier aspecten: beweging en circulatie, ruimte voor grote groepen, daglicht en uitzicht, en specifiek ingerichte werkplaatsen. Wat betreft flexibiliteit, verklaren ruimte voor grote groepen en specifiek ingerichte werkplaatsen respectievelijk 2 en 3 procent van de totale variatie in schoolprestaties. Tanner (2008) plaatst als kanttekening dat de verbanden niet noodzakelijk als causaal kunnen worden gezien, gegeven de beschrijvende aard van de studie.

2.4 Inclusiviteit

Het bouwen of renoveren van scholen kan ervoor zorgen dat inclusieve scholen gecreëerd worden, wat kan bijdragen aan een inclusieve leeromgeving voor leerlingen met beperkingen of leerbehoeften die afwijken van de norm. Inclusieve klaslokalen zijn ontworpen om te voldoen aan de specifieke behoeften van leerlingen, waarbij rekening gehouden wordt met hun leerstijlen, leerniveaus en fysieke beperkingen (Wereldbank, 2018). Slechtziende kinderen kunnen baat hebben bij duidelijke contrasten in de omgeving, zoals donkere deuren en lichte vloeren en muren. Ook trappen kunnen een afwijkende kleur hebben. Kinderen met gedragsproblemen

kunnen baat hebben bij duidelijkheid, zoals logische looproutes en duidelijke in- en uitgangen. Voor kinderen met gehoorproblemen is goede akoestiek belangrijk. Leerlingen in een rolstoel hebben juist behoefte aan een toegankelijk toilet met douche. Voor alle kinderen, en met name voor kinderen met autisme, is rust en structuur belangrijk, dus is het belangrijk om rekening te houden met prikkelgevoeligheid (PO Raad, 2022).

Het is moeilijk om een effect van inclusieve klaslokalen in leerwinst uit te drukken, omdat dit afhankelijk is van verschillende factoren, zoals de leeftijd van de leerlingen, hun leerbehoeften en het niveau van ondersteuning dat ze krijgen. Er is geen onderzoek beschikbaar dat een poging doet om het effect van inclusieve schoolgebouwen uit te drukken in leerwinst van kinderen.

Er is wel onderzoek gedaan naar het effect van inclusieve klaslokalen op leerprestaties. De resultaten zijn niet eenduidig. Sommige studies laten zien dat leerlingen in inclusieve klaslokalen beter presteren dan leerlingen in gesegregeerde klaslokalen, terwijl andere studies geen verschillen in prestaties vinden. De reden is dat het resultaat sterk afhankelijk is van het type leerling en de leeromgeving. In de meta-analyse van Krämer et al. (2021) hebben inclusieve klassen voor leerlingen met milde beperkingen een licht positief effect op cognitieve uitkomsten zoals, lezen, schrijven en rekenen en waarschijnlijk geen effect op gedrag. Hierbij is gekeken naar onderzoeken van kinderen met algemene leerproblemen die speciale onderwijsbehoeften hebben. Ten slotte rapporteert het CPB (2016) dat de meeste wetenschappelijke studies erop wijzen dat homogene groepen de meeste leerwinst opleveren. Vooral beneden gemiddeld presterende leerlingen zouden profiteren van homogene klassen.

3 Doorrekening

De doorrekening van de bbp-effecten van de innovaties die door de leerlabs worden gegeneerd wordt uitgevoerd volgens CPB (2020). Het model dat wordt gebruikt is gelijk aan dat van CPB (2020) en de resultaten worden op twee manieren gepresenteerd. Een analyse van de effecten van de leerlabs zelf en een langetermijneffect op basis van een steady state analyse. Voordat de berekening (3.3) kan worden uitgevoerd moet een aantal uitgangspunten worden opgesteld (3.1) en het model en de input daarvan worden gepresenteerd (3.2).

De doorrekening wijst op een positieve business case. Het structurele bbp-effect van het voorstel bedraagt € 297 mln. in de steady state van het basisscenario, wat neerkomt op 0,036 procent van het bbp (in 2021). Om dit effect te bereiken worden jaarlijkse kosten van € 264 mln. gemaakt. In de steady state levert het voorstel een positief rendement op en is de return on investment (ROI) afgerond gelijk aan 13 procent. In de scenarioanalyse, waarin een groter bereik en lagere kosten door het realiseren van schaalvoordelen wordt verondersteld, loopt het bbp-effect van het voorstel op tot maximaal 0,36 procent en de ROI tot maximaal 25 procent.

3.1 Uitgangspunten

Uit het literatuuroverzicht in paragraaf 2 blijkt dat de leerwinst die wordt geboekt bij het verbeteren van het binnenklimaat in schoolgebouwen het hardst meetbaar is. Vooral waar het gaat om de kwaliteit van lucht en de temperatuur in de leslokalen. Het lijkt er tevens op dat het verbeteren van het binnenklimaat in de leerlabs de meeste leerwinst oplevert, omdat deze verbetering wijst op een direct en eenduidig effect voor alle kinderen. De effecten van adaptiviteit lopen veelal parallel en in combinatie met het binnenklimaat en de effecten van inclusiviteit zijn niet eenduidig vast te stellen.

Om tot een doorrekening van de bbp-effecten te komen is een aantal uitgangspunten en/of veronderstellingen nodig. Deze uitgangspunten worden hieronder geformuleerd en onderbouwd op basis van de beschikbare wetenschappelijke literatuur.

Uitgangspunt 1. We gaan ervanuit dat de scholen die door de leerlabs worden gebouwd of gerenoveerd minimaal aan de eisen van Klasse B het Programma van Eisen Frisse Scholen 2021 (RVO, 2021) voldoen. Niet alleen op papier, maar ook in de praktijk. Dat betekent dat voor de luchtkwaliteit de CO₂-concentratie in leslokalen maximaal 950 ppm bedraagt en dat het ventilatiedebiet minimaal 8,5 l/s is. Daarnaast ligt de temperatuur in het stookseizoen tussen 19 en 24 graden Celsius en in de zomer niet hoger dan 26 graden Celsius.

Uit de recente Nederlandse studie van Duran et al. (2022) blijkt dat met een gemiddelde dagelijkse piek CO₂ van 1.495 ppm (en een standaarddeviatie van deze piek van 624 ppm) ongeveer 68 procent van de klaslokalen boven de norm van 1.200 ppm zit (dat is boven de norm van Klasse C het Programma van Eisen Frisse Scholen 2021). De dagelijkse gemiddelde CO₂-waarde is 988 ppm (met een standaarddeviatie van dit gemiddelde van 336 ppm), wat betekent dat ongeveer 55 procent van de klaslokalen boven de norm van een gemiddelde van 950 ppm zit. Duran et al. (2022) vinden dat een toename van één standaarddeviatie in de piek- CO₂-blootstelling leidt tot een afname in toetsscores van 0,11 standaarddeviaties. Ebenstein et al. (2016) laten in een vergelijkbare studie in de Verenigde Staten zien dat een afname van één standaarddeviatie in de luchtkwaliteit leidt tot een afname in de prestaties van studenten van ongeveer 0,04 standaarddeviaties.

Uitgangspunt 2. We gaan ervanuit dat de schoolgebouwen die worden vervangen op dit moment maximaal gemiddeld voldoen aan Klasse C van Programma van Eisen Frisse Scholen 2021 (maximale CO₂-concentratie van 1.200 ppm) en dat het waarschijnlijk is dat zij gemiddeld behoren tot de groep schoolgebouwen met een maximale CO₂-concentratie van 2.120 ppm (één standaarddeviatie boven het gemiddelde uit Duran et al. (2022)). De verbetering in luchtkwaliteit tot 950 ppm ligt dan tussen de 250 en 1.170 ppm waar het gaat om de maximale CO₂-concentratie in leslokalen tijdens de gebruikstijd. De gemiddelde verbetering van de luchtkwaliteit is dan 710 ppm. Dat betekent in een leerwinst van 0,125 standaarddeviaties als de studie van Duran et al. (2022) als uitgangspunt wordt genomen.

De verschillen in eisen aan de temperatuur tussen Klasse C en B van het Programma van Eisen Frisse Scholen 2021 zijn minder groot. De wetenschappelijke literatuur wijst op een positieve invloed van lagere maximumtemperaturen waarbij het bereik van 26 (Klasse B) en 27 (Klasse C) niet wordt onderzocht. We gaan er daarom vanuit dat het verschil in de maximum temperatuur tussen beide klassen geen invloed heeft op de leerwinst. Hetzelfde geldt voor de luchtverversing. Studies rapporteren effecten tot 7 l/s, terwijl de eis voor Klasse B gelijk is aan 8,5 l/s (Klasse C is 6 l/s).

Uitgangspunt 3. We gaan ervanuit dat het effect van het verbeteren van de luchtkwaliteit met gemiddeld 710 ppm samen met de overige verbeteringen in de nieuwe en gerenoveerde gebouwen de totale leerwinst weerspiegelen. Waarschijnlijk is dat een onderschatting van de totale leerwinst die wordt geboekt omdat de literatuur ook leerwinst beschouwd waar het gaat om andere aspecten van de luchtkwaliteit, temperatuur, licht en geluid.⁴

Uitgangspunt 4. We gaan ervanuit dat tijdens de periode waarin de leerlabs innovatieve bouwconcepten toepassen op nieuw te bouwen of te renoveren schoolgebouwen een kwart van de scholen in de markt op dezelfde wijze wordt gebouwd, omdat bij deze projecten ook volgens nieuwe normen en wellicht zelfs beter wordt gebouwd en gerenoveerd. Van de leerwinst van bijna 0,125 standaarddeviaties blijven dan afgerond 0,09 standaarddeviaties over die kunnen worden toegewezen aan de innovaties in de leerlabs.

Een deel van de schoolgebouwen die in de leerlabs wordt gebouwd of gerenoveerd zou ook zonder de leerlabs worden gebouwd of gerenoveerd. Daarnaast zijn de innovaties in de leerlabs op langere termijn ook bekend in de markt waardoor de innovatieve concepten deels worden overgenomen door de markt. Op langere termijn gaan we er daarom vanuit dat de markt de innovatieve bouwconcepten voor een deel overneemt, maar dat de leerlabs door hun innovatieve manier van bouwen wel tot 2057 (20 jaar na de investeringsfase) een blijvende voorsprong behouden. De (doorontwikkeling van) innovaties in de leerlabs leiden blijvend tot een voorsprong in de kwaliteit van schoolgebouwen en daarmee tot een blijvend effect op leerwinst. We veronderstellen dat de leerwinst op langere termijn halveert naar 0,045 standaarddeviaties als gevolg van leereffecten en spillovers in de markt. Dat is de helft van het oorspronkelijke effect, omdat we veronderstellen dat de markt het verschil met de innovaties in de leerlabs langzaam inloopt. Daardoor neemt de leerwinst die de leerlabs leveren ten opzichte van de markt langzaam af. Het gemiddelde voordeel is de helft. Hiermee rekenen we het model door.

⁴ De totale effecten van adaptiviteit en inclusiviteit op leerwinst ronden we af op 0. Wat betreft adaptiviteit zijn de effecten die worden gerapporteerd in de literatuur niet los te zien van het binnenklimaat. De positieve leerwinsten die worden gevonden zijn veelal het gevolg van een verbetering van omgevingsfactoren, waaronder de adaptiviteit van de leeromgeving. De buitenlandse studies van Barrett et al. (2015;2017) en Byers et al. (2014) zijn de meest betrouwbare, maar kunnen niet zomaar naar de Nederlandse context worden vertaald. Bovendien is de wijze waarop docenten en leerlingen gebruik maken van de leeromgeving minstens zo belangrijk als de leeromgeving zelf (Van den Berg, 2021). Ten slotte komt uit de wetenschappelijke literatuur naar voren dat de inclusiviteit van het schoolgebouw geen netto effect heeft op leerwinst.

Uitgangspunt 5. We gaan ervanuit dat de markt ook de helft van de innovatiekosten maakt om een deel van de innovatieve concepten uit te leerlabs te realiseren. Daarnaast gaan we ervanuit dat gedurende de investeringsfase van de leerlabs een jaarlijkse productiviteitswinst geboekt wordt van 5 procent. Dit betekent dat na de investeringsfase van 15 jaar de innovatiekosten voor het realiseren van de innovatieve concepten gehalveerd zijn. Productiviteitsgroei in de bouwnijverheid ligt op 1 procent per jaar (EIB, 2022), terwijl door innovatie een productiviteitsgroei kan worden bereikt van 5 procent (McKinsey, 2017). We gaan ervanuit dat de innovaties in de leerlabs deze groei van 5 procent realiseren wat tot uiting komt in lagere kosten.

Uitgangspunt 6. We gaan ervanuit dat de kosten om eventuele gebreken aan nieuwgebouwde of gerenoveerde schoolgebouwen op te lossen op gemiddeld 5 procent van de nieuwbouw- of renovatiekosten liggen. Dat betekent dat de leerwinst gelijk blijft, maar dat de kosten waartegen deze leerwinst wordt behaald hoger zijn.

3.2 Model en input

Het model dat is gebruikt voor de doorrekening van het bbp-effect is ontleent aan *Kansrijk onderwijsbeleid 2020* (CPB, 2020). Het structurele bbp-effect is doorgerekend als annuïteit van de contante waarde van de jaarlijkse inkomensgroei (Z_t) voor de relevante doelgroep (n_t) die bereikt wordt met het voorstel, uitgedrukt als percentage van het huidige bbp (bbp_t).

$$\text{Bbp-effect} = n_t Z_t / bbp_t$$

De contante waarde van de inkomensgroei per leerling is gedefinieerd als:

$$\Delta Y_t = \sum_{s=t+23-l_t}^{t+70-l_t} (1/(1+r))^{s-t} \Delta y_s$$

waarbij r de reële discontovoet voor onderwijsmaatregelen is, l_t de leeftijd van de leerling in jaar t waarin het voorstel ingevoerd wordt en Δy_s het extra inkomen in jaar s als gevolg van de maatregelen. Hierbij is verondersteld dat alleen tijdens het werkzame leven extra arbeidsinkomen wordt verdiend en dat het werkzame leven van 23 tot 70 jaar loopt. Voor de leeftijd in jaar t is uitgegaan van de gemiddelde leeftijd van leerlingen in een bepaalde onderwijssector (zie Tabel 3). De inkomensgroei tijdens het werkzame leven in jaar s is gedefinieerd als:

$$\Delta y_s = \alpha_t \Delta s d$$

waarbij α_t de opbrengst per eenheid leerwinst in jaar t waarin het voorstel ingevoerd wordt is (zie Tabel 3) en $\Delta s d$ de leerwinst (standaarddeviatie toetscores) die het voorstel oplevert is (zie Tabel 3).

De jaarlijkse annuïteit is gelijk aan:

$$Z_t = \Delta Y_t / \left(\sum_{s=t+23-l_t}^{t+70-l_t} (1/(1+r^*))^{s-t} \right)$$

waarbij r^* de standaard reële discontovoet is (3,75 procent) - zie CPB (2016).

Tabel 3 geeft een overzicht van de veronderstellingen die zijn gemaakt met betrekking tot de modelparameters, waarbij we een onderscheid maken tussen het structurele en incidentele bbp-effect. Het structurele effect is het effect dat jaarlijks wordt bereikt door de innovaties die in de leerlabs hebben plaatsgevonden. Het incidentele effect is het eenmalige effect van de impuls die de leerlabs geven aan de nieuwbouw en renovatie van schoolgebouwen in het po en vo.

- Het eerste blok geeft het veronderstelde effect op toetscores aan dat wordt vertaald in leerwinst (zie paragraaf 3.1 voor de onderbouwing).
- In het tweede blok is de inkomensgroei per standaard deviaties (SD) leerwinst (€ 3.750) - conform CPB (2020) - en wat daarvan overblijft in de leerlabs (€ 169 structureel) op basis van het veronderstelde effect van 0,045 standaard deviaties leerwinst.
- In het derde, vierde en vijfde blok nemen we de veronderstellingen van CPB (2020) over met betrekking tot de lengte van het werkzame leven en de discontovoet en passen we het bbp van 2021 toe (dat is het laatste beschikbare door het CBS vastgestelde bbp van Nederland).
- In het zesde blok wordt het bereik van het voorstel gepresenteerd. Voor de berekening van het incidentele bbp-effect gaan we uit van de scholen die in de leerlabs worden gebouwd of gerenoveerd, waarbij we po en vo-scholen onderscheiden. Voor de berekening van het structurele bbp-effect gaan we uit van de huidige vervangingsgraad van po en vo-scholen en veronderstellen we een bereik van 10 procent van de leerlabs in een behoudend scenario en 50 procent in een optimistisch scenario.
- Het zevende blok van Tabel 3 geeft inzicht in de kosten die worden gemaakt om te bouwen volgens de methodes ontwikkeld in de leerlabs. Het gaat om extra kosten die worden gemaakt voor het realiseren van nieuwbouw en renovatie ten opzichte van het gemiddelde in de markt, waarbij we uitgaan van een jaarlijkse productiviteitsgroei van 5 procent. De extra kosten voor nieuwbouw en renovatie lopen niet erg uiteen. We rekenen met een opslag van 5 procent voor faalkosten.
- In het voorlaatste blok melden we het bereik van het aantal leerlingen. Tijdens de fase van leerlabs wordt een aantal leerlingen in het po en vo bereikt, die directe baten ondervinden van de betere schoolgebouwen. Deze aantallen zijn gebaseerd door het aantal scholen in de leerlabs als fractie van het totale aantal scholen te nemen en die fractie te vermenigvuldigen met het huidige aantal leerlingen in het po (1.370.900) en vo (929.700).⁵ We rekenen hierbij met een gemiddelde leeftijd voor po (8 jaar) en vo (15 jaar) - conform CPB (2020). Voor het structurele effect gaan we ervanuit dat alle nieuwe cohorten leerlingen in het po (vanaf 4 jaar) tijdens hun onderwijsloopbaan in het po en vo onderwijs genieten in scholen die zijn gebouwd of gerenoveerd volgens de leerlabmethodes. We gaan hierbij dus uit van een heel nieuw cohort aan leerlingen en niet van een dwarsdoorsnede van de huidige cohorten leerling zoals bij het incidentele effect. De aantallen zijn 59.223 (in het behoudende scenario van een bereik van 10 procent van de leerlabs) en 592.229 (in het optimistische scenario van een bereik van 50 procent van de leerlabs) als we de fractie van het aantal bereikte scholen in de verschillende scenario's vermenigvuldigen met het huidige aantal leerlingen in het po.
- Ten slotte nemen we de veronderstellingen van CPB (2020) over met betrekking tot de onderwijsloopbaan in het po en vo.

⁵ Zie [StatLine - Leerlingen en studenten; onderwijssoort, vanaf 1900 \(cbs.nl\)](#).

Tabel 3 Veronderstelde modelparameters

	Structureel bbp-effect (jaarlijks na investeringsfase)	Incidenteel bbp-effect (totaal tijdens investeringsfase)
Verondersteld effect voorstel op toetscores (SD)	0,045	0,090
Veronderstelde inkomensgroei per SD toetscore (€)	€ 3.750	€ 3.750
Veronderstelde inkomensgroei (€)	€ 169	€ 338
Start met werken	23 jaar	23 jaar
Stoppen met werken	70 jaar	70 jaar
Discontovoet onderwijsmaatregelen (reëel)	3,75%	3,75%
Standaard discontovoet	3,00%	3,00%
Bruto binnenlands product (2021)	€ 828.000.000.000	€ 828.000.000.000
Bereik schoolgebouwen nieuwbouw (po)	131 tot 1.313	72
Bereik schoolgebouwen renovatie (po)	210 tot 2.104	34
Bereik schoolgebouwen nieuwbouw (vo)	24 tot 236	16
Bereik schoolgebouwen renovatie (vo)	38 tot 378	10
Extra innovatiegelden nieuwbouw (po)	€ 396.272 tot € 440.920	€ 1.833.283
Extra innovatiegelden renovatie (po)	€ 370.445 tot € 412.183	€ 1.713.799
Extra innovatiegelden nieuwbouw (vo)	€ 1.566.333 tot € 1.742.811	€ 7.246.359
Extra innovatiegelden renovatie (vo)	€ 1.553.058 tot € 1.728.040	€ 7.184.944
Extra faalkosten (%)	5%	5%
Bereik leerlingen (po) (bereik schoolgebouwen x aantal leerlingen)	59.223 tot 592.229	18.373
Bereik leerlingen (vo) (bereik schoolgebouwen x aantal leerlingen)	n.v.t.	16.999
Startleeftijd (po)	4 jaar	n.v.t.
Gemiddelde leeftijd (po)	n.v.t.	8 jaar
Gemiddelde leeftijd (vo)	n.v.t.	15 jaar

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

3.3 Resultaten

Tabel 4 rapporteert de resultaten van de doorrekening van respectievelijk het structurele en incidentele bbp-effect van het NGF-voorstel. Het structurele effect is het *jaarlijkse effect* dat na de investeringsfase jaarlijks wordt bereikt door de innovaties die in de leerlabs hebben plaatsgevonden afgezet tegen de jaarlijkse kosten. Het incidentele effect is het *eenmalige effect* van de impuls die de leerlabs geven aan de nieuwbouw en renovatie van schoolgebouwen in het po en vo en tijdens de investeringsfase wordt bereikt tegen de totale kosten.

Het structurele bbp-effect van het voorstel is € 297 mln. in de steady state, wat neerkomt op 0,036 procent van het huidige bbp. De interpretatie van de steady state is dat het gaat om het effect op lange termijn als de innovaties van de leerlabs zijn geïmplementeerd en voor een hele generatie leerlingen hebben gewerkt. Vanaf het moment dat de steady state wordt bereikt is het structurele bbp-effect het effect dat jaarlijks ontstaat. Om dit effect te bereiken worden kosten van € 264 mln. gemaakt. Bij het berekenen van de steady state gaan we ervan uit dat 10 procent van

de leerlingen die vanaf 2038 instromen in het po positieve effecten van het voorstel ondervinden gedurende hun periode in het funderend onderwijs (po en vo). De berekening geldt dan ook voor dit cohort dat in 2038 instroomt in het po en in 2104 op 70-jarige leeftijd met pensioen gaat. Ieder jaar stroomt een nieuw cohort in die hetzelfde effect ervaart. In de steady state levert het voorstel een positief rendement op en is de return on investment (ROI) afgerond gelijk aan 1,13, wat neerkomt op 13 procent.

Tabel 4 Resultaten doorrekening bbp-effect

Structureel bbp-effect (jaarlijkse na investeringsfase)	
Structureel bbp-effect (€)	€ 297.177.837
Structureel bbp-effect (%)	0,036%
Investering 2038-2057 (€)	€ 263.661.218
Rendement op de investering (ROI)	1,13
Incidenteel bbp-effect (totaal tijdens investeringsfase)	
Incidenteel bbp-effect (€)	€ 374.594.443
Incidenteel bbp-effect (%)	0,045%
Investering 2023-2037 (€)	€ 483.718.563
Rendement op de investering (ROI)	0,77

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

Het incidentele bbp-effect van het voorstel is € 375 mln., wat neerkomt op 0,045 procent van het huidige bbp. De kosten van het voorstel in de investeringsfase van de leerlabs bedragen € 484 mln. Dit is een eenmalige impuls die de leerlabs bewerkstelligen door op een innovatieve manier te bouwen. Het effect wordt bereikt voor een aantal po-leerlingen dat profiteert (gedurende de gehele onderwijsloopbaan) en een aantal vo-leerlingen dat een impuls krijgt vanaf het moment dat zij in een beter schoolgebouw onderwijs genieten. De totale kosten zijn hoger in de investeringsfase dan in de steady state vanwege een groter aantal scholen dat wordt aangepakt tijdens de leerlabs dan dat wordt aangenomen na afloop van de leerlabs. De totale return on investment is 0,8.

3.4 Scenarioanalyse

We voeren aanvullend een scenarioanalyse uit voor het structurele bbp-effect, omdat dit berekende effect afhankelijk is van (onzekere) ontwikkelingen in het beleid (zoals de beschikbaarheid van budget) en de markt (zoals de innovatie van bouwconcepten) voor onderwijshuisvesting.

Tabel 5 presenteert vier verschillende scenario's. Het eerste scenario is gelijk aan het basisscenario in Tabel 4, waarbij we uitgaan van een bereik van 10 procent van alle scholen (en leerlingen) in het po en vo op een huidige vervangingsgraad van 2,16 procent voor nieuwbouw (1,33 procent) plus renovatie (0,83 procent) gedurende een periode van 20 jaar (2038-2057). Daarnaast rekenen we het model een keer door met een dubbele vervangingsgraad (scenario 2) en een bereik van 50 procent van alle scholen in het po en vo (scenario 3 en 4), ook gedurende een periode van 20 jaar (2038-2057). De scenario's met een hogere vervangingsgraad zijn gebaseerd op mogelijk extra publieke middelen die beschikbaar komen om schoolgebouwen nieuw te bouwen of te renoveren. Het bereik van 50 procent is gebaseerd op een optimistisch scenario wat betreft het succes van de

leerlabs. In de basisberekening gaan we uit van een bereik van 10 procent, wat behoudend is. Tot slot schetsen we ook een scenario met zowel een hogere vervangingsgraad als een hoger bereik, wat als absolute bovengrens beschouwd kan worden.

Tabel 5 Scenario's structureel bbp-effect

	Bereik 10% scholen	Bereik 50% scholen
Huidige vervangingsgraad 2,16%	Scenario 1 (basisscenario)	Scenario 3
Dubbele vervangingsgraad 4,32%	Scenario 2	Scenario 4

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

Noot: Huidige vervangingsgraad (2,16%): nieuwbouw (1,33%) plus renovatie (0,83%). Dubbele vervangingsgraad (4,32%): nieuwbouw (2,66%) plus renovatie (1,66%).

Tabel 6 presenteert de resultaten van de scenarioanalyse van het structurele bbp-effect. Het structurele bbp-effect verdubbelt bij een dubbele vervangingsgraad voor nieuwbouw en renovatie en vermenigvuldigt met een factor 5 bij een bereik van 50 procent van alle scholen in het po en vo. In de steady state ligt het structurele bbp-effect tussen de € 297,2 mln. en € 3,0 mld., wat neerkomt op 0,036-0,359 procent van het huidige bbp. Ook de kosten lopen op bij een hogere vervangingsgraad en/of een hoger bereik, maar in mindere mate dan het effect door het realiseren van schaalvoordelen. We rekenen hierbij met een productiviteitsgroei van 5 procent (scenario 1), 5,3 procent (scenario 2), 5,5 procent (scenario 3) en 5,8 procent (scenario 4) van de gemiddelde nieuwbouw- en renovatiekosten (zie Tabel 3). Hierdoor varieert het rendement op investering afgerond tussen de 1,13 en 1,25 in de verschillende scenario's, wat neerkomt op 13 tot 25 procent.

Tabel 6 Resultaten scenarioanalyse structureel bbp-effect

	Structureel bbp-effect (€)	Structureel bbp-effect (%)	Investing 2038-2057 (€)	Rendement op investering (ROI)
Scenario 1 (basisscenario)	€ 297.177.837	0,036%	€ 263.661.218	1,13
Scenario 2 (hogere vervangingsgraad)	€ 594.355.674	0,072%	€ 508.843.426	1,17
Scenario 3 (hoger bereik)	€ 1.485.889.185	0,179%	€ 1.227.633.835	1,21
Scenario 4 (hoger(e) bereik/vervangingsgraad)	€ 2.971.778.370	0,359%	€ 2.369.627.596	1,25

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

4 Maatschappelijke impact

De handreiking economische effecten van het NGF geeft aan dat de leerlabs vallen onder innovatieve randvoorwaardelijke faciliteiten of voorzieningen. “Het voorstel betreft een investering in product of procesinnovatie in een fysieke, digitale of anderszins randvoorwaardelijke faciliteit of voorziening die bijdraagt aan kostenreductie, productiviteitsverhoging en/of efficiencyverbetering van productieprocessen.” (p. 9, NGF, 2022). De maatschappelijke impact van de leerlabs wordt aan de hand van deze handreiking in beeld gebracht waarbij ook relevante elementen van opleiding en vaardigheden (“Het voorstel betreft een investering in onderwijs of leven lang ontwikkelen (scholing) van scholieren, studenten, werkenden of werkzoekenden”, p. 10) worden meegenomen.

Effectieve en efficiënte onderwijshuisvesting is een randvoorwaarde voor kwalitatief goed onderwijs, inclusief onderwijs en het ondersteunen van verschillende en vernieuwende onderwijsconcepten. In de praktijk blijft de kwaliteit van schoolgebouwen achter bij maatschappelijke verwachtingen en voldoet de kwaliteit niet altijd aan wettelijke eisen. Ook zijn schoolgebouwen onvoldoende flexibel om aan de vraag van nieuwe onderwijsconcepten te voldoen. In een analyse van het stelsel van schoolgebouwen, onderscheidt het ministerie van Financiën (2021) in een IBO Onderwijshuisvesting verschillende vormen van markt- en systeemfalen. Als gevolg van dit falen slagen partijen er niet in om innovaties aan te jagen en te verankeren in standaarden en daarmee een adequaat niveau van repeteerbaarheid te bereiken en efficiëntere bouw te stimuleren. Hierdoor worden lagere leerwinsten geboekt dan mogelijk zou zijn in een efficiënt werkende markt, wat op lange termijn ten koste gaat van het verdienvermogen van de Nederlandse economie.

Om scholen beter, kostenefficiënt en sneller te (ver)bouwen is een investering nodig in repeteerbaarheid - en dus standaardisatie - van producten, procedures en werkprocessen. Zo kunnen de markt- en systeemfalen die innovaties in de weg staan worden verholpen. Dit NGF-voorstel is een gecoördineerd programma waarbinnen de vraag- en aanbodzijde zich samen inzetten voor innovatie en standaardisatie van onderwijshuisvesting. Binnen dit programma wordt kennis en ervaring opgebouwd met nieuwe manieren van werken, die onderwijshuisvesting blijvend naar een hoger niveau tillen. Met de focus op het creëren voor randvoorwaarden voor innovatie, sluit het projectvoorstel het beste aan op de beschrijving van innovatieve randvoorwaardelijke faciliteiten of voorzieningen uit de handreiking economische effecten van het NGF (2022).

4.1 Analyse maatschappelijke effecten

De handreiking onderscheidt drie *pathways* van economische effecten: verdienvermogen, sociaal/ethische aspecten en duurzaamheid. Elke *pathway* bevat (intermediate) outcomes en impacts. Voor projecttype 4 zijn verschillende voorbeelden van (intermediate) outcomes en impacts benoemd die als startpunt van de analyse van maatschappelijke effecten worden genomen. We spitsen deze toe op het project op basis van de beleidstheorie.

Een tweede stap in de analyse is het scoren van de mogelijke (intermediate) outcomes en impacts. Outcomes en impacts kunnen een positieve (+), negatieve (+/-) of ambigue (+/-) maatschappelijke uitwerking hebben. Daarnaast zijn effecten ‘op papier’ in de praktijk niet altijd aannemelijk. Een vermoedelijk verwaarloosbaar of niet-aannemelijk effect noteren we als ‘nul’ (0). Voor het scoren van de aannemelijkheid van effecten maken we gebruik van de empirische wetenschappelijke literatuur die effecten rapporteert en hebben we oog voor de huidige Nederlandse situatie door de externe validiteit van de gevonden effecten in de literatuur te beschouwen.

De uitwerking van het voorstel raakt aan een breed palet van actoren, die actief zijn op verschillende markten. Tabel 7 maakt onderscheid tussen verschillende groepen en maatschappelijke effecten die zij ondervinden.

- Op de **onderwijshuisvestingsmarkt** profiteren adviseurs, architecten en aannemers van de verandering in werkwijze, waardoor zij innovatiever en efficiënter bouwen. De verwachting is dat de overheid als afnemer van onderwijshuisvesting, profiteert van de lagere productiekosten en kortere productietijd die hieruit volgen, en het effect op de aanbieders op de onderwijshuisvestingsmarkt verwaarloosbaar ('0') zijn.
- Op de **onderwijsmarkt** profiteren leraren en leerlingen van een hogere gebruikswaarde van schoolgebouwen, die zich op den duur vertalen in positieve *outcomes* en *impacts*.
- Op de **arbeidsmarkt** profiteren toekomstige werkgevers en werknemers van een toegenomen arbeidsproductiviteit als gevolg van leerwinsten door betere onderwijshuisvesting. Voorwaarde is dat de toekomstige werkgevers (een deel van) de productiviteitswinst overhevelen naar de werknemers, door hen een hoger salaris uit te keren.
- Voor **overheid en maatschappij** zijn de effecten overwegend positief. Op korte termijn profiteert de overheid van een verbetering van het aanbod van schoolhuisvesting. In zoverre het voorstel bijdraagt aan bbp-groei, profiteert de overheid op de langere termijn van hogere belastinginkomsten. De baten voor de maatschappij komen overwegend voort uit de effecten op de duurzaamheid van schoolgebouwen, al zijn deze niet altijd evident (zie paragraaf 4.4). Ten slotte profiteert de maatschappij ook op lange termijn van meer kansengelijkheid.

Tabel 7 De maatschappelijke baten voor verschillende markten en actoren

		Onderwijshuis-vestingsmarkt	Onderwijsmarkt		Arbeidsmarkt	Overheid en maatschappij	
		Adviseurs, architecten & aannemers	Leraren	Leerlingen	Toekomstige werkgevers en werknemers	Overheid	Maatschappij
Intermediate outcomes							
Verdienvermogen	Andere werkwijze	+					
	Lagere productiekosten	0				+	
	Kortere productietijd	0				+	
Sociaal, ethisch	Hogere gebruikswaarde		+	+			
	Kortere reistijden			+/-			
Duurzaamheid	Energiebesparing en schone energiebronnen						+/-
	Meer gebruik/ritten		+/-	+/-			0
Outcomes							
Verdienvermogen	Hogere productie		+	+	+		
	Lerarenuitval		+				
Sociaal, ethisch	Leerlingenparticipatie			+			
Duurzaamheid	Lagere emissies						+/-
Impacts							
Verdienvermogen	Hogere bbp-groei				+	+/-	+/-
	Meer tevreden gebruikers		+	+			
Sociaal, ethisch	Toename gezondheid		+	+			
	Kansengelijkheid			+	+		+
Duurzaamheid	Beter onderwijs			+	+		
	Hogere klimaat & milieukwaliteit						+/-
	Meer biodiversiteit						0

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

Samengenomen is er naast de positieve economische effecten (zie hoofdstuk 3), ook sprake van een 'maatschappelijke business case'. Tabel 7 laat zien dat verschillende groepen baat hebben bij de impuls in huisvesting. Bovendien werken de baten nog ver na de implementatiefase door. Daar waar hogere leerwinsten zich jaren later vertalen in een hogere arbeidsproductiviteit, plukken kinderen in betere gebouwen ook gedurende hun werkende leven hier nog de vruchten van. En daar waar de impuls de hoeveelheid emissies weet terug te dringen, profiteren meerdere generaties van een hogere klimaat- en milieukwaliteit.

4.2 Verdienvermogen

Intermediate outcomes

Er wordt geïnvesteerd in de repeteerbaarheid en standaardisatie van de producten, procedures en werkprocessen om zo schoolgebouwen beter, kostenefficiënter en sneller te (ver)bouwen. Dit wijst op de drie *intermediate outcomes* (eerste orde uitkomsten) die horen bij een voor innovatie randvoorwaardelijke faciliteit of voorziening waarbij **een andere werkwijze** moet zorgen voor **lagere productiekosten** en een **kortere productietijd** bij het (ver)bouwen van scholen. De beleidstheorie benoemt een regelmatige samenwerking tussen consortiumpartijen en een brede toepassing van bouwstandaarden in het veld als voorbeelden van een andere werkwijze. Het innovatieve concept in dit NGF-voorstel leidt tot een blijvende voorsprong ten opzichte van de ontwikkelingen in de markt, doordat in leerlabs de meest effectieve en efficiënte innovaties worden beproefd.

Outcomes

De bijbehorende *outcome* (tweede orde uitkomst) is een **hogere productie**. Het doel van dit NGF-voorstel is niet noodzakelijk om structureel meer schoolgebouwen te (ver)bouwen, maar vooral om sneller, betere scholen te (ver)bouwen. Specifiek richt de kwaliteitsimpuls zich op de gezondheids-, inclusiviteits- en adaptiviteitsaspecten van schoolgebouwen en worden doelen op die terreinen gesteld. Het realiseren van deze doelen (minimaal op het niveau van Frisse Scholen klasse B) levert op basis van de literatuurstudie naar de economische effecten een lange-termijn effect op 0,045 standaarddeviaties in de leerwinst van leerlingen. Door betere schoolgebouwen gaan hun prestaties omhoog doordat er minder ziekteverzuim is en zij de lesstof effectiever opnemen; ook zullen leerkrachten minder vaak uitvallen door ziekte vanwege een beter klimaat in de schoolgebouwen. De kwaliteitsimpuls leidt daarmee tot een hogere productie *per school*, wanneer we productie uitdrukken in termen van leerwinsten.

Impacts

De leerwinst die op de basisschool wordt geboekt, kan als vliegwiel dienen voor de prestaties in het vervolgonderwijs en later op de arbeidsmarkt. Daar waar leerwinst ervoor zorgt dat de arbeidsproductiviteit toeneemt, leidt dit tot **een toename in bbp-groei**. De daadwerkelijke *impact* op het verdienenvermogen van de economie is op voorhand echter lastig vast te stellen. Zo wijst wetenschappelijk onderzoek uit dat het effect van meer scholing op de arbeidsproductiviteit begrensd is: ieder jaar extra scholing voegt steeds minder toe aan de arbeidsproductiviteit van een land (Gelauff et al., 2018). Het is denkbaar dat de wet van afnemende opbrengsten ook op de *kwaliteit* van een jaar scholing (uitgedrukt in leerwinst) geldt, indien deze al relatief hoog is. Op basis van het Kansrijk Onderwijsbeleid (CPB, 2020) verdisconteren we leerwinsten in het latere inkomen van leerlingen wat leidt tot een positieve businesscase op lange termijn.

4.3 Sociaal-ethische effecten

Binnen de sociaal-ethische *pathway* vallen kwaliteitsaspecten die niet of niet direct via een hoger bbp worden gemeten en die ook geen duurzaamheidswinst betreffen. Voorbeelden van deze *pathway* zijn gezondheid, inclusiviteit en prettig werk.

Intermediate outcomes

Er zijn twee voorbeelden van intermediate outcomes van innovatie randvoorwaardelijke faciliteiten of voorzieningen: een hogere gebruikerswaarde en een kortere reistijd. Dit NGF-voorstel beoogt een **hogere gebruikerswaarde** van schoolgebouwen in termen van gezondheid, inclusiviteit en adaptiviteit. Recent onderzoek bevestigt dat op deze drie aspecten winst te behalen valt ten opzichte van bestaande gebouwen. Wat betreft gezondheid, dient de investering ervoor te zorgen dat alle schoolgebouwen worden gebouwd volgens de eisen Frisse Scholen klasse B. Bestaande gebouwen voldoen lang niet allemaal aan deze eisen. Op dit moment is de dagelijkse gemiddelde CO₂-waarde 988 ppm met een standaarddeviatie van 336 (Duran et al., 2022). Dit betekent dat ongeveer 55 procent van de klaslokalen niet aan de norm van Klasse B voldoen (max. 950 ppm).

Wat betreft inclusiviteit, laat onderzoek naar de kwaliteit van onderwijshuisvesting (Oberon et al., te verschijnen) onder ruim 750 po- en 200 vo-instellingen zien dat slechts een klein deel van de schoolgebouwen geschikt is om inclusief onderwijs aan te bieden aan (speciale) doelgroepen. In bijna 80 procent van de schoolgebouwen is een toilet voor mindervaliden aanwezig, maar in bijna een kwart van de gebouwen zijn niet alle voorzieningen toegankelijk voor leerlingen met een lichamelijke beperking. Wat betreft adaptiviteit is slechts een vijfde van de schoolgebouwen voldoende flexibel en aanpasbaar aan veranderende wensen en innovatieve onderwijsconcepten (Oberon et al., te verschijnen).

Een **kortere reistijd** ligt als uitkomst minder voor de hand, aangezien het aantal te (ver)bouwen scholen niet verandert. Wel kan een toename in de inclusiviteit van scholen ervoor zorgen dat kinderen die nu op het speciaal onderwijs aangewezen zijn, bij een groter aantal scholen terecht kan. Hierdoor kan voor deze groep de gemiddelde reistijd afnemen. Daarnaast kan een adaptiever schoolgebouw ertoe leiden dat meer activiteiten op de school kunnen plaatsvinden, waardoor er minder reistijd hoeft te worden afgelegd naar externe locaties.

Outcomes

Het ziekteverzuim en de **uitval van leerkrachten** is waarschijnlijk lager in betere schoolgebouwen. De kwaliteit van het binnenklimaat verlaagt het ziekteverzuim. De wetenschappelijke literatuur wijst erop dat een beter binnenklimaat zorgt voor minder verzuim (Ervasti et al., 2012; Wargocki et al., 2014). Een mogelijk tegenovergesteld effect komt uit het Nederlands onderzoeksprogramma Evaluatie Passend Onderwijs naar voren. Dit onderzoek vindt dat leerkrachten die lesgeven aan inclusieve klassen vaker uitvallen dan leraren die lesgeven aan minder inclusieve klassen (Ledoux et al., 2020). De reden hiervoor is dat leraren meer kinderen in de klas hebben met extra ondersteuningsbehoeften, zonder dat de leraren substantieel meer ondersteuning krijgen. Leraren staan hierdoor voor de complexe taak om de benodigde ondersteuning zelf te bieden en tegelijkertijd voldoende aandacht schenken aan andere leerlingen. Het netto-effect is niet helder en zal afhangen van de verbeteringen in het klimaat ten opzichte van de effecten van inclusiviteit en hoe hier in de praktijk mee wordt omgegaan.

Wat betreft participatie, wijst wetenschappelijk onderzoek uit dat een gezonder en adaptiever schoolgebouw de **participatie onder leerlingen** verhoogt. In Byers (2014) en Imms & Byers (2017) faciliteert een adaptief klaslokaal een meer uitdagende en interactieve leeromgeving, wat zich vertaalt in meer betrokkenheid vanuit leerlingen. Dit benadrukt dat het effect van adaptiviteit afhangt van de mate waarmee de mogelijkheid tot aanpassingen ook

daadwerkelijk worden benut. Daarnaast blijkt uit kleinschalige experimenten (Bakó-Biró et al., 2012) dat leerlingen in slecht geventileerde klaslokalen minder goed presteren bij geheugen- en concentratietests en moeite hebben met het aandachthouden bij de les en het opnemen van de lesstof. Een goede ventilatie en een optimale temperatuur dragen bij aan het vermogen van leerlingen om bij de les te blijven en de lesstof effectief tot zich te nemen.

Impacts

Sociaal-ethische impact bestaat ten eerste uit **meer tevredenheid** onder gebruikers als gevolg van een voor innovatie randvoorwaardelijke faciliteit of voorziening. Leerlingen en leerkrachten zijn in deze context belangrijke groepen van gebruikers. Onderzoek van de Rekenkamer (2016) wijst uit dat leerlingen en leerkrachten beperkt tevreden zijn over de gezondheid, adaptiviteit en inclusiviteit van schoolgebouwen. Het ligt voor de hand dat een verbetering van de kwaliteit op deze drie aspecten de algemene tevredenheid ten goede komt. Hierdoor wordt het vak van leerkracht aantrekkelijker wat een positieve impact kan hebben op het aanbod van leerkrachten en kan helpen bij het oplossen van arbeidsmarkt knelpunten.

Sociaal-ethische impact bestaat daarnaast uit een **toename in gezondheid**. Een gezond schoolgebouw draagt bij aan een goede gezondheid van leerlingen en leerkrachten. Daar waar het ventilatiesysteem onvoldoende werkt, kunnen leerlingen en leerkrachten worden blootgesteld aan vuilere lucht, met meer fijnstof en hogere CO₂-concentraties. Meelker et al. (2019) beschrijven dat hoge fijnstofconcentraties op de lange termijn de longgroei van kinderen belemmeren. De kleinste deeltjes vernauwen net als cholesterol de bloedvaten. Ultrafijnstof kan ook de hersenen bereiken en zo de hersenontwikkeling van kinderen verstoren. Zo kan een ondermaatse luchtkwaliteit blijvende effecten hebben op de fysieke ontwikkeling van kinderen.

In Nederland dragen de Arbowet en het Bouwbesluit bij aan een basiskwaliteit van schoolgebouwen. Dit zorgt voor een zekere basis in de gezondheid van schoolgebouwen, waardoor de gezondheidseffecten in termen van de ontwikkeling van chronische ziekten vermoedelijk beperkt zijn. Wel kan een ondermaatse luchtkwaliteit en een teveel aan CO₂ astmklachten verergeren. Verder heeft onderzoek aangetoond dat virussen (verkoudheid of griep) en bacteriën zich snel en gemakkelijk verspreiden als de lucht in een pand ongezond, vies en onvoldoende geventileerd is. Ook hooikoortsaanvallen komen vaak voor in gebouwen met een slechtere luchtkwaliteit. Het zijn dus vooral kinderen die reeds kampen met luchtweg- en longklachten die direct last hebben van een ongezond leerklimaat. Juist deze kinderen zullen profiteren van een verbetering in de gezondheid van de leeromgeving, betere resultaten boeken; ook zullen gezondheidsverschillen tussen kinderen verminderen waardoor kansengelijkheid wordt bevorderd.

Gezondheid en sociale positie zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Ziekte en gezondheidsproblemen zorgen voor uitval en concentratieproblemen op school en later op het werk. Zo kunnen gezondheidsverschillen **kansenongelijkheid** in de hand werken. Daarnaast blijkt uit de analyse van de economische effecten dat het binnenklimaat ook op korte termijn invloed heeft op de schoolprestaties. Kinderen op scholen met hoge CO₂-concentratiepieken en grotere variatie in de temperatuur worden meer gehinderd in hun ontwikkeling dan kinderen in een gunstiger binnenklimaat, wat kansenongelijkheid verder in de hand werkt. Bovendien blijkt uit onderzoek van Meelker et al. (2019) naar fijnstof op Amsterdamse basisscholen dat het vaak juist de scholen in minder goede wijken en scholen met een achterstandsscore⁶ zijn waar de luchtkwaliteit achterblijft. Ongelijke posities van basisschoolkinderen worden door verschillen in kwaliteit van het gebouw en binnenklimaat hiermee nog ongelijker.

⁶ Het CBS berekent deze score aan de hand van opleidingsniveau, herkomst, verblijfsduur en financiële situatie van de ouders en de intelligentiescore van de kinderen.

Samengenomen dragen investeringen in het binnenklimaat bij aan de kansengelijkheid van basisschoolkinderen. Binnen dezelfde klas en school profiteren vooral kinderen met ademhalingsproblemen van een betere luchtkwaliteit. Het gevolg is kleinere gezondheidsverschillen tussen klasgenoten en meer kansengelijkheid binnen dezelfde klas en school. Hetzelfde geldt voor verschillen tussen scholen. Doordat de luchtkwaliteit vermoedelijk vaker achterblijft op scholen met een achterstandscore, zal het verhogen van de luchtkwaliteit conform de eisen van Frisse Scholen klasse B hier grotere effecten hebben dan op andere scholen. Hierdoor ontstaat een grotere mate van kansengelijkheid tussen scholen.

Ten slotte is er impact op de **kwaliteit van het onderwijs**. Zowel de adaptiviteit als het binnenklimaat van het schoolgebouw kunnen hierbij een faciliterende rol spelen. Onderzoek wijst uit dat adaptiviteit van het schoolgebouw de tevredenheid van leerlingen over de kwaliteit van het onderwijs positief beïnvloedt (Byers et al., 2014; Imms & Byers, 2017). Daarnaast wijzen Aldridge & Fraser (2016) op een positief verband tussen het binnenklimaat van de school en de beoordeling van het eigen functioneren door leerkrachten. Wanneer leerkrachten beter functioneren als gevolg van een gunstiger binnenklimaat, verhoogt dit de kwaliteit van het onderwijs met leerwinst voor leerlingen als voornaamste opbrengst.

4.4 Duurzaamheid

Bij de *pathway* duurzaamheid (of klimaat) gaat het om effecten op emissies en de kwaliteit van het milieu.

Intermediate outcomes

Voorbeelden van intermediate outcomes zijn **energiebesparing en schone energiebronnen** en **meer gebruik/ritten**. Uit recent onderzoek blijkt dat het aantal schoolgebouwen dat alternatieve energiebronnen gebruikt nog beperkt is. Ongeveer 90 procent van de schoolgebouwen is bijvoorbeeld aangesloten op gas (Oberon et al, te verschijnen). Bijna de helft van de schoolgebouwen gebruikt groene stroom, en een kwart van de schoolgebouwen (27 procent) wekt eigen stroom op. Samengenomen is er dus nog vooruitgang te boeken in het besparen van energie en het gebruik van schone energiebronnen door scholen.

Energiebesparing en schone(re) energiebronnen sluit aan bij de beoogde verschuiving in het voldoen aan eisen van klasse C naar klasse B in het Programma van Eisen voor Frisse Scholen voor nieuwbouw en ingrijpende innovatie. De verschuiving van eisen van klasse C naar klasse B vertaalt zich in verschillende verschuivingen in de vereisten omtrent energiegebruik en behoeften. Het Programma van Eisen voor Frisse Scholen sluit hierbij aan bij de eisen die van toepassing zijn op Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG): de BENG⁷ eisen. Om te voldoen aan de eisen aan energiegebruik en energiebehoeften (BENG 1 & 2) van klasse C, volstaat het om te voldoen aan de eisen in het bouwbesluit. Daarnaast moet het aandeel hernieuwbare energie groter of gelijk zijn dan 40 procent (BENG 3). Om te voldoen aan klasse B, moet het primair fossiel energiegebruik (BENG 1) minimaal 25 procent lager zijn dan de vereisten van het bouwbesluit, en de energiebehoefte (BENG 2) minimaal 20 procent lager dan vereist in het bouwbesluit. Ten slotte moet ook het aandeel hernieuwbare energie (BENG 3) groter of gelijk zijn aan 55 procent.

⁷ De BENG eisen zijn opgesteld voor Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG), met een primair fossiel energiegebruik van maximaal 70 kWh/m² per jaar. Uit Oberon et al. (te verschijnen) blijkt dat 4,5 procent van de schoolgebouwen voldoet aan BENG. 1,7 procent van de gebouwen zijn Energie Neutrale Gebouwen (ENG), met een primair fossiel gebruik kleiner of gelijk aan 0. Het Programma van Eisen voor Frisse Scholen stelt geen aanvullende eisen voor gebouwen in deze categorie.

Meer gebruik/ritten ligt als uitkomst minder voor de hand. Wel kan door adaptiviteit de multifunctionaliteit van het schoolgebouw toenemen, waardoor ook het totale gebruik van het gebouw intensifieert. Het effect op benutting is echter sterk afhankelijk van de mate waarmee de uitbreiding van mogelijkheden in de praktijk wordt benut. Het effect is hierdoor op voorhand niet goed vast te stellen. Ook kan een toename in de inclusiviteit van scholen ervoor zorgen dat kinderen met speciale behoeften van een breder aanbod van scholen gebruik kunnen maken, wat het gebruik per school kan verbreden en vergroten.

Outcomes

Een eerste outcome is **lagere emissies**. Deze kunnen worden gerealiseerd door energiebesparing en het gebruik van schone(re) energiebronnen. Het voorstel richt zich primair op striktere eisen in het energiegebruik en de energiebehoeften van nieuwbouw. Het onderzoek van Oberon et al. (te verschijnen) laat echter zien dat recent gebouwde scholen al vaker gebruik maken van elektriciteit in plaats van gas, en vaker energiebesparende maatregelen treffen. Het additionele effect van de leerlabs op emissies is daarom waarschijnlijk beperkt. Tegelijkertijd dienen de Leerlabs er niet alleen toe om naast goed presterende schoolgebouwen realiseren, maar ook via de kennisinfrastructuur de opgedane lessen en ervaringen verspreiden. Het richt zich onder meer op het vinden van oplossingen waarbij tegen een zo laag mogelijk energieverbruik toch goed geventileerd kan worden. De oplossingen die in nieuwbouw worden gevonden en toegepast, zouden het via de kennisstructuur ook voor bestaande schoolgebouwen makkelijker en goedkoper moeten maken om te verduurzamen.

Impacts

De impact van duurzaam bouwen is een **hogere klimaat- en milieukwaliteit** en **meer biodiversiteit** die mogelijk voortkomen uit een voor innovatie randvoorwaardelijke faciliteit of voorziening. Een impact op biodiversiteit is in beginsel niet aan de orde voor dit projectvoorstel. De impact op de klimaat- en milieukwaliteit zal sterk afhangen van de mate waarmee de verschuiving in vereisten van klasse c naar klasse b zich vertaalt in *de facto* minder fossiel energiegebruik, lagere energiebehoeften en een hoger aandeel hernieuwbare energie.

4.5 Generatietoets

Een van de eisen van het NGF is dat een generatietoets wordt uitgevoerd. Tabel 8 vat de resultaten van deze toets samen. Belangrijke veronderstelling bij het beoordelen van deze generatietoets is dat het om een partieel effect gaat, wat betekent dat de alternatieve aanwending van de middelen niet wordt gewogen. Het gaat in de resultaten om het effect van de leerlabs op de uitkomsten van de verschillende generaties.

Tabel 8 splitst de verwachte maatschappelijke effecten 10 tot 20 jaar na de implementatie van de leerlabs uit naar drie leeftijdscategorieën: kinderen en jongvolwassenen (<24 jaar); volwassenen (24-67 jaar) en ouderen (>67 jaar). Kinderen en jongvolwassenen die in kwalitatief betere schoolgebouwen onderwijs hebben genoten, profiteren van een betere kwaliteit van het onderwijs met hogere leerwinsten. De baten van beter onderwijs werken door in het werkende leven (24-67), met een betere positie op de arbeidsmarkt en een hoger inkomen. Dit is het voornaamste effect van leerlabs.

Daarnaast zorgen leerlabs voor een versnelling in de verduurzaming van schoolgebouwen, waardoor alle generatie profiteren van de positieve effecten op klimaat en duurzaamheid. Dit is een positief, maar gering effect.

Ten slotte is er een positief effect op de participatie op school én op de arbeidsmarkt. Vooral kinderen met gezondheidsbeperkingen profiteren van een verbetering van het binnenklimaat en een meer inclusief schoolgebouw. Dit stimuleert de participatie van deze groep: eerst in de klas (<24) en later op de arbeidsmarkt (24-

67). Daarnaast zorgen inclusieve schoolgebouwen ervoor dat minder kinderen op het speciaal onderwijs zijn aangewezen, wat de algehele toegankelijkheid van onderwijs ten goede komt. Meer toegankelijk onderwijs helpt de participatie binnen deze groep te verhogen. Ook hier geldt dat een hogere participatie in het onderwijs binnen 10-20 jaar ook de participatie op de arbeidsmarkt verhoogt, omdat beter geschoolde mensen vaker werken.

Tabel 8 Verwachte effecten over 10-20 jaar, uitgesplitst naar leeftijdscategorie

Generatietoets	< 24 jaar	24-67 jaar	> 67 jaar
Inkomen	+/-	+	
Onderwijs	+	+	
Klimaat & duurzaamheid	+	+	+
Arbeidsmarkt	+/-	+	
Democratie & participatie	+	+	

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023).

Literatuur

- Aldridge, J. M., & Fraser, B. J. (2016). Teachers' views of their school climate and its relationship with teacher self-efficacy and job satisfaction. *Learning Environments Research*, 19, 291-307. <https://doi.org/10.1007/s10984-015-9198-x>
- Bakó-Biró, Z., Clements-Croome, D., Kochhar, N., Awbi, H., & Williams, M. (2012). Ventilation rates in schools and pupils' performance. *Building and Environment*, 48, 215-223.
- Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, 89, 118-133.
- Barrett, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2017). The holistic impact of classroom spaces on learning in specific subjects. *Environment and Behavior*, 49(4), 425-451.
- van den Berg, N. (2021). *Wat is het effect van de inrichting van schoolgebouwen voor primair onderwijs op de ontwikkeling van leerlingen*. NRO Kennisrotonde. NRO: Den Haag.
- Byers, T., Imms, W., & Hartnell-Young, E. (2014). Making the case for space: The effect of learning spaces on teaching and learning. *Curriculum and Teaching*, 29(1), 5-19.
- CPB (2016). *Kansrijk onderwijsbeleid*. CPB: Den Haag.
- CPB (2020). *Kansrijk onderwijsbeleid: update*. CPB: Den Haag.
- Currie, J., Hanushek, E., Kahn, E., Neidell, M., & Rivkin, S. (2009). Does pollution increase school absences? *Review of Economics and Statistics*, 91(4), 682-694.
- Duran, N., Eichholtz, P., Kok, N., & Palacios, J. (2022). Betere ventilatie helpt om leerprestaties te bevorderen. *Economisch Statistische Berichten*, ESB 9 december 2022.
- Ebenstein, A., Lavy, V., & Roth, S. (2016). The long-run economic consequences of high-stakes examinations: Evidence from transitory variation in pollution. *American Economic Journal: Applied Economics*, 8(4), 36-65.
- EIB (2022). *Trends op de bouwmarkt 2022-2026*. EIB: Amsterdam.
- Ervasti, J., Kivimäki, M., Kawachi, I., Subramanian, S., Pentti, J., Oksanen, T., . . . Virtanen, M. (2012). School environment as predictor of teacher sick leave: data-linked prospective cohort study. *BMC Public Health*, 12, <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-770>
- Gelauff, G., Lanser, D., Van der Horst, A., & Elbourne, A. (2018). *Roads to Recovery*. CPB: Den Haag.
- Haverinen-Shaughnessy, U., & Shaughnessy, R. (2015). Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores. *Plos One*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136165>

- Haverinen-Shaughnessy, U., Moschandreas, D., & Shaughnessy, R. (2011). Association between substandard classroom ventilation rates and students' academic achievement. *Indoor Air*, 21, 121-131.
- Imms, W. & Byers, T. (2017). Impact of classroom design on teacher pedagogy and student engagement and performance in mathematics. *Learning Environments Research*, 20, 139-152.
- Krämer, S., Möller, J., & Zimmermann, F. (2021). Inclusive education of students with general learning difficulties: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 91(3), 432-478.
- Ledoux, G. & Waslander, S., m.m.v. Eimers, T (2020). *Evaluatie passend onderwijs*, 1047(74), Amsterdam: Kohnstamm Instituut | Tilburg: TIAS School for Business and Society, Tilburg University| Nijmegen: KBA Nijmegen.
- McKinsey & Company (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute: Brussels.
- Meelker, E., Rotman, M. & de Vos, E. (2019). *Niet fris*. De Groene Amsterdammer. Geraadpleegd op: '[Niet fris](#)' - [De Groene Amsterdammer](#).
- Ministerie van Financiën (2021). *Een vak apart: Een toekomstbestendig onderwijshuisvestingsstelsel*. IBO *Onderwijshuisvesting funderend onderwijs*. Ministerie van Financiën: Den Haag.
- NGF (2022). *Handreiking economische effecten*. NGF: Den Haag.
- Oberon, Sygma en Kohnstamm Instituut (2022). *Wat is de kwaliteit van onze schoolgebouwen? Quickscan kwaliteit onderwijshuisvesting*. Concept rapport, nog niet gepubliceerd.
- Park, J., Goodman, J., Hurwitz, M., & Smith, J. (2020). Heat and learning. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12(2), 306-339.
- PO Raad (2022). *Hoe pas je huisvesting aan voor inclusief onderwijs?* PO Raad: Utrecht.
- RVO (2021). *Programma van eisen frisse scholen 2021*. RVO: Den Haag.
- Shendell, D., Prill, R., Fisk, W., Apte, M., Blake, D., & Faulkner, D. (2004). Associations between classroom CO2 concentrations and student attendance in Washington and Idaho. *Indoor Air*, 14, 333-341.
- Tanner, C. K. (2008). Explaining relationships among student outcomes and the school's physical environment. *Journal of Advanced Academics*, 19(3), 444-471.
- Wargocki, P., Foldbjerg, P., Eriksen, K. E., & Videbæk, L. E. (2014). Socio-economic consequences of improved indoor air quality in Danish primary schools. *Proceedings of Indoor Air*. Hong Kong.
- Wereldbank (2018). *The impact of school infrastructure on learning : A synthesis of the evidence*. Wereldbank: Washington DC.