

Auteurs

Dr. H. (Henk) Brink [1,2], dr.ir. M.G.L.C. (Marcel) Loomans [2], dr. M. (Mark) Mobach [1],
prof.dr. H.S.M. (Helianthe) Kort [2,3]

1. Hanzehogeschool Groningen, Groningen
2. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven
3. Hogeschool Utrecht, Utrecht

Het binnenmilieu in het hoger onderwijs: ondergeschoven kindje of sleutel tot studiesucces?

Op 7 maart 2023 verdedigde Henk W. Brink met succes zijn proefschrift met de titel “Examining in-class activities to facilitate academic achievement in higher education: A framework for optimal indoor environmental conditions”. Dit promotieonderzoek richtte zich op de kwaliteit van het binnenmilieu in scholen voor hoger onderwijs. De kwaliteit van de binnenmilieu condities wordt door luchtkwaliteit, de thermische omgeving, het licht en de akoestische condities bepaald. Dat deze condities verre van optimaal zijn bleek wel tijdens de coronacrisis. Toen werd duidelijk dat de luchtkwaliteit in klaslokalen, ook binnen het hoger onderwijs, lang niet in alle gevallen voldeed aan de Nederlandse richtlijnen. Dat studenten het binnenmilieu, in relatie tot andere aspecten, laag waarden binnen het hoger onderwijs was al langer bekend [5]. En in een slecht binnenmilieu kunnen studenten niet optimaal presteren. Het binnenmilieu in klaslokalen ligt daarom steeds meer onder een vergrootglas, de rapportages zijn al heel lang buitengewoon slecht en het lijkt niet beter te worden. Het promotieonderzoek van Henk W. Brink richtte zich echter op de positieve invloed van het binnenmilieu op studenten en docenten. Maar hoe maak je het nu ècht beter? En hoe doe je dat in een complexe praktijksituatie? Tijdens het onderzoek stond met name het “Programma Frisse Scholen” van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2018) centraal. Door toepassing hiervan zijn we wel op de goede weg, maar daarmee zijn we er nog niet.

In Nederland en daarbuiten is sprake van een toenemende belangstelling voor het creëren van een gezond en effectief binnenmilieu voor docenten en studenten in het hoger onderwijs. Binnen het promotieonderzoek is bewijs verzameld van interventies die leiden tot verbetering van de leeromgeving in het hoger onderwijs en had tot doel nieuwe kennis te verwerven voor het creëren van optimale binnenmilieucondities die de activiteiten in de klas, d.w.z. het lesgeven en leren, het beste faciliteren en daarmee de academische prestaties bevorderen. Met de academische

prestatie van docenten en studenten wordt de prestaties op korte termijn, bijvoorbeeld tijdens een college, en de academische prestaties op lange termijn, bijvoorbeeld gedurende een cursus of een academisch jaar bedoeld.

Het onderzoek bestond uit vier delen. Het eerste deel betrof een systematisch literatuuronderzoek. Dit onderzoek richtte zich met name op het verzamelen van bewijs met betrekking tot het effect dat het binnenmilieu in klaslokalen voor het hoger onderwijs heeft op de kwaliteit van lesgeven, de kwaliteit van leren en de academische prestaties van studenten. In het tweede deel van het onderzoek is op basis van de uit de geïncludeerde studies afgeleide meetmethoden vervolgens een systematische aanpak ontwikkeld en gevalideerd. Deze aanpak maakt onderzoek mogelijk naar het effect dat alle vier de binnenmilieu parameters in klaslokalen in het hoger onderwijs gelijktijdig hebben op het ervaren comfort, de lichamelijke, emotionele en cognitieve reacties en de academische prestaties van studenten. In het derde deel werd vervolgens een veldexperiment uitgevoerd waarin met behulp van de gevalideerde systematische aanpak mogelijke positieve effecten van meerdere binnenmilieu parameters op studenten en hun academische prestaties zijn onderzocht. Het vierde deel bestond uit een kwalitatieve casestudy die de perceptie van docenten en studenten onderzocht met betrekking tot het binnenmilieu, hun interactie met deze omgeving en de wijze waarop zij een acceptabele kwaliteit van het binnenmilieu creëren of handhaven. De resultaten van deze vier onderzoeken worden in de volgende paragrafen in het kort gepresenteerd.

Systematische literatuurstudie

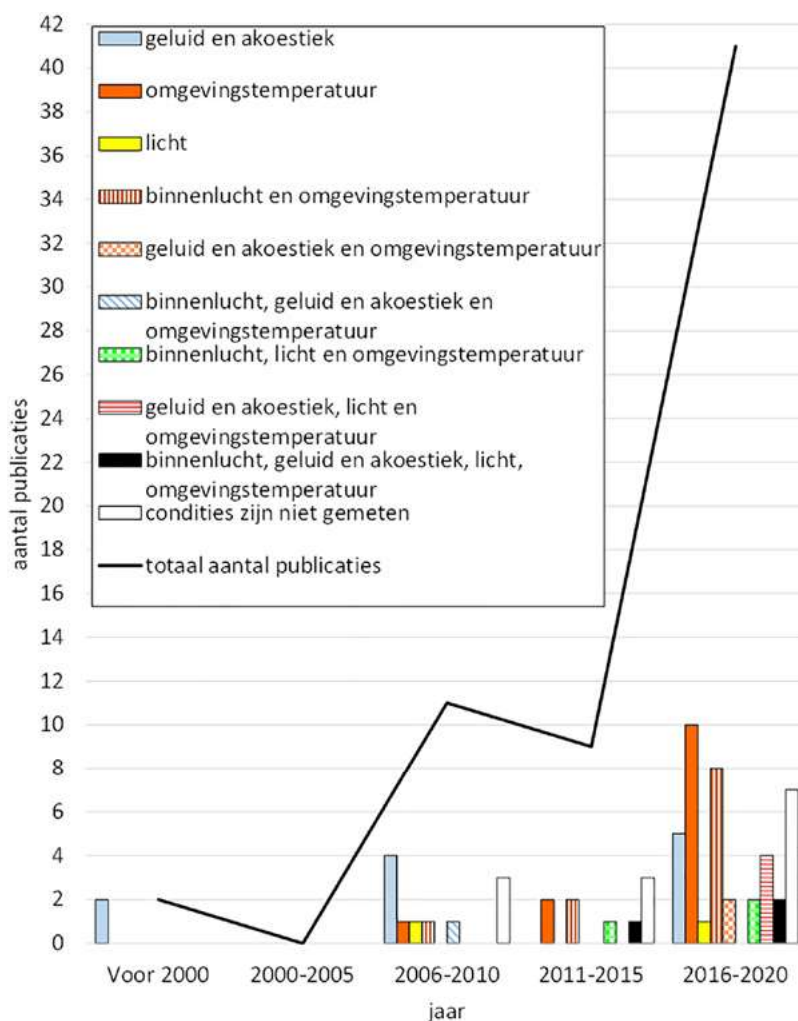
Tijdens de systematische literatuurstudie [1] werden meerdere wetenschappelijke databases doorzocht. In totaal werden 61 publicaties gescreend en zijn 21 voor dit onderzoek relevante publicaties in detail gelezen. Figuur 1 geeft het aantal studies weer welke het binnenmilieu in het hoger onderwijs hebben onderzocht, de verdeling over de jaren en de verdeling over de vier binnenmilieu factoren binnenlucht, geluid en akoestiek, licht, en omgevingstemperatuur.

Deze publicaties toonden aan dat het binnenmilieu positief kan bijdragen aan de academische prestaties van studenten. Echter, het binnenmilieu kan de prestaties van de studenten ook negatief beïnvloeden, zelfs als het binnenmilieu nog voldoet aan de huidige normen voor de binnenmilieu kwaliteit in klaslokalen. Op basis van het verzamelde bewijs kon niet één bepaalde binnenmilieu conditie

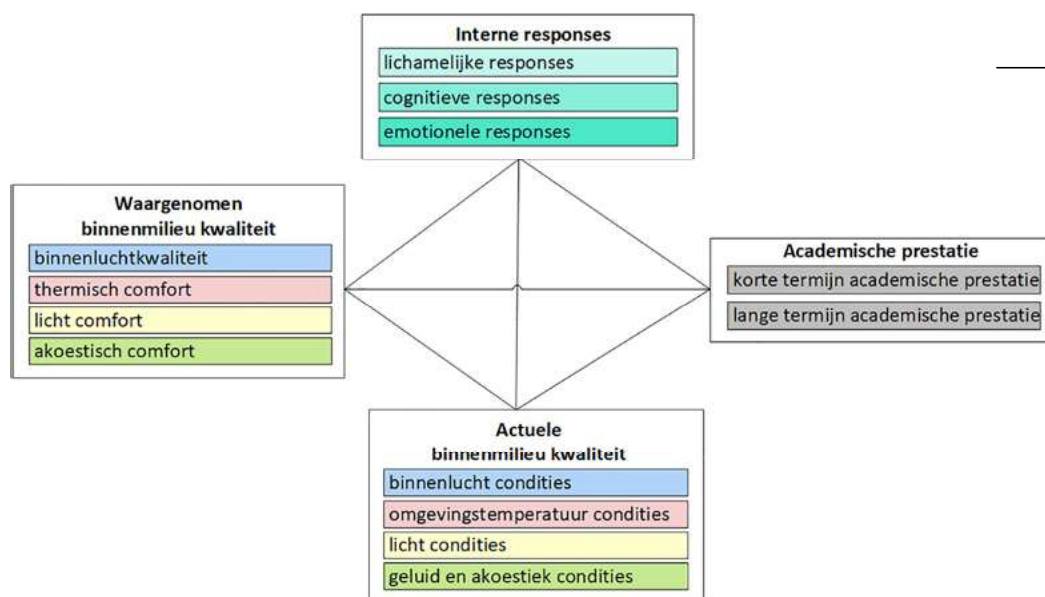
worden geïdentificeerd die optimaal de verschillende activiteiten in klaslokalen faciliteert. Verschillende studies rapporteerden namelijk dat binnenmilieucondities waarin studenten het beste presteren, verschillen en taakafhankelijk zijn. Bijvoorbeeld Xiong et al. [6] rapporteerde dat probleemoplossende taken het beste worden uitgevoerd in een thermisch neutrale, tamelijk stille en matig verlichte omgeving. Een koele, tamelijk stille en lichte omgeving is optimaal voor het uitvoeren van aandachtstaken en een relatief warme, rustige en matig verlichte omgeving weer optimaal voor geheugen taken.

Systematische aanpak

De verschillende methoden, welke zijn toegepast in de studies die zijn geïdentificeerd tijdens de systematische literatuurstudie, zijn vervolgens gebruikt voor de ontwikkeling van een systematische aanpak om de invloed van het binnenmilieu op het ervaren comfort, de fysieke gezondheid, de emotionele balans en de cognitieve en academische prestatie van studenten te meten [2]. Figuur 2 geeft schematisch de ontwikkelde systematische aanpak weer.



Figuur 1: Het aantal geïdentificeerde studies welke het binnenmilieu in het hoger onderwijs hebben onderzocht, de verdeling over de jaren en de verdeling over de vier binnenmilieu factoren.



Figuur 2: Schematische weergave van de systematische aanpak.

Deze aanpak maakt het mogelijk om het effect van alle vier de binnenmilieu parameters tegelijkertijd te bestuderen. Vervolgens is deze aanpak getest in een pilotstudie tijdens een reguliere academische cursus in het hoger onderwijs. Het ervaren binnenmilieu comfort van studenten werd gemeten met een vragenlijst. Ook de ervaren fysieke gezondheid, emotionele balans en het cognitieve vermogen werden gemeten met de ontwikkelde vragenlijst. De academische prestatie van studenten werd gemeten door middel van een test. In deze test kwamen onderwerpen aan de orde die tijdens de les waren behandeld. De resultaten van deze pilotstudie lieten verbanden zien tussen natuurlijke variaties van de binnenmilieu kwaliteit en het door de studenten ervaren binnenmilieu. Het ervaren binnenmilieu hield ook verband met de ervaren gezondheid en het cognitieve vermogen van studenten. Bovendien werd een relatie vastgesteld tussen enerzijds het ervaren cognitieve vermogen van studenten en de score op de academische prestatie test anderzijds.

Veldexperiment

Deze systematische aanpak werd vervolgens toegepast in een veldexperiment om het effect van meerdere binnenmilieuparameters op studenten en hun academische prestaties in het hoger onderwijs te onderzoeken [3]. Dit experiment had een 'between-subjects' design,

waarbij de student elke keer slechts één conditie ervaarde. Vervolgens werden de verschillen tussen de gemiddelden van twee groepen studenten geanalyseerd. Dit experiment is uitgevoerd tijdens een reguliere academische cursus in 2020-2021 om het effect van verschillende akoestische, verlichtings- en binnenluchtcondities te analyseren. Als eerste werd de nagalmtijd in een leslokaal gemanipuleerd tot 0,4 s in de interventieconditie en in de controleconditie tot 0,6 s. Na twee weken werd vervolgens de horizontale verlichtingssterkte verhoogd van 500 tot 750 lx in de interventieconditie en in de controleconditie bleef deze 500 lx. Deze condities komen overeen met kwaliteitsklasse A voor de interventieconditie en met kwaliteitsklasse B voor de controle conditie. Deze kwaliteitsklassen zijn gespecificeerd in Nederlandse richtlijnen voor schoolgebouwen, het programma van eisen "Frisse Scholen" (2015). Tenslotte werd na twee weken ook de binnenluchtkwaliteit verbeterd. Deze binnenluchtkwaliteit, gerepresenteerd door de CO₂-concentratie, was circa 1100 ppm. In beide leslokalen werd deze binnenluchtkwaliteit vervolgens verbeterd tot een CO₂-concentratie lager dan 800 ppm, waarmee in beide condities aan kwaliteitsklasse A van het programma van eisen "Frisse Scholen" werd voldaan. Percepties van de studenten werden gedurende deze zeven weken gemeten met een vragenlijst, ontleend aan de systematische aanpak. De feitelijke cognitieve en academische prestaties van de studenten op de korte termijn werden geëvalueerd met verschillende gevalideerde cognitieve testen en een academische test. De academische test bevroeg onderwerpen die behandeld waren in de les. Figuur 3 geeft schematisch de opzet van het veldexperiment weer.

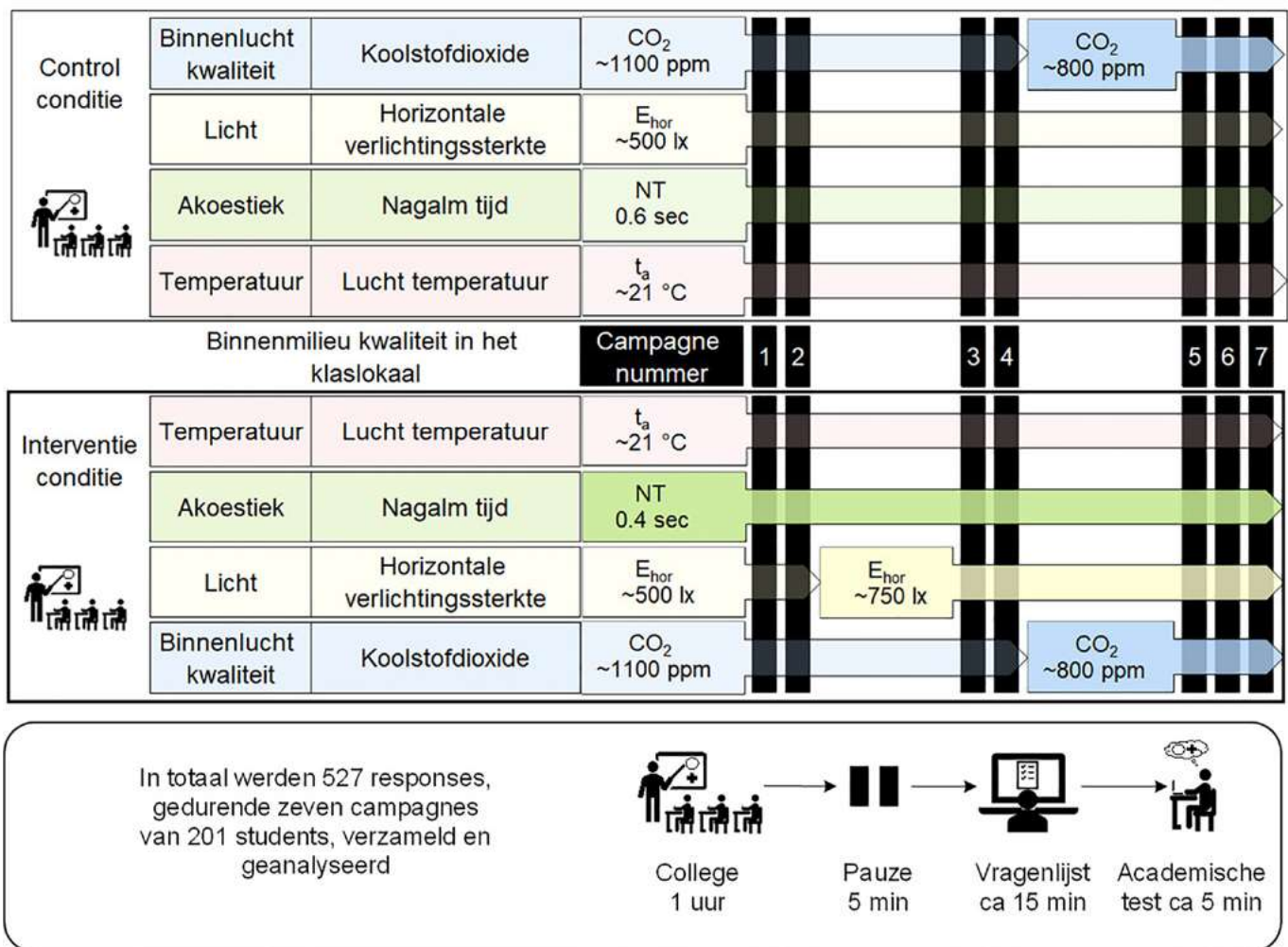
In totaal werden gedurende 7 weken, verspreid over een periode van 10 weken, van 201 studenten (62% vrouw) 527 responses verzameld en geanalyseerd.

Uit de resultaten bleek dat de verkorting van de nagalmtijd een positieve invloed had op de gepercipieerde cognitieve prestatie van de studenten. Een kortere nagalmtijd in combinatie met verbeterde lichtcondities beïnvloedde ook positief het gepercipieerde lichtcomfort. Ook de ervaren gezondheid, emotionele balans en kwaliteit van het leren van de studenten werd door deze combinatie van factoren positief beïnvloed, evenals het ervaren cognitieve vermogen. Echter, deze combinatie van factoren had een negatieve invloed op het vermogen van de studenten om problemen op te lossen, terwijl de academische testscore van de studenten niet werd beïnvloed. In de laatste drie weken, toen de luchtkwaliteit in zowel de interventie- als controlecondities was verbeterd, werden deze effecten echter niet waargenomen, terwijl er nog wel een verschil was tussen deze condities met betrekking tot de nagalmtijd en lichtcondities. Onbekend is of de opeenvolgende volgorde van

de veranderingen van het binnenmilieu relevant is voor het teweegbrengen van deze effecten en of het verbeteren van twee binnenmilieu aspecten al gunstig is. Toekomstige studies zijn nodig om dit verder te onderzoeken. Figuur 4 geeft een indruk van de klaslokalen aan de Hanzehogeschool Groningen waarin het experiment heeft plaatsgevonden.

Kwalitatieve casestudy

Ten slotte werden in een kwalitatieve casestudy de ervaringen van docenten en studenten onderzocht met betrekking tot de binnenmilieu condities in leslokalen voor het hoger onderwijs [3]. Met name werden de ervaringen in klaslokalen die geschikt zijn voor het geven van colleges met een maximale capaciteit van ongeveer 30 studenten bevestigd. Onderzocht werd welke invloed het



Figuur 3: Schematische weergave van de opzet van het veldexperiment.



Foto 1: Studenten in het klaslokaal tijdens het onderzoek.

binnenmilieu heeft op de kwaliteit van lesgeven en leren. Ook werd onderzocht hoe docenten en studenten een aanvaardbare kwaliteit van het binnenmilieu realiseren en handhaven. Voor deze studie werd een kwalitatieve onderzoeksaanpak toegepast. Elf docenten werden individueel geïnterviewd en vierentwintig studenten namen deel aan drie focusgroep discussies.

Op basis van de bevindingen van deze studie kon worden geconcludeerd dat docenten en studenten onacceptabele binnenluchtkwaliteit, thermische, licht en akoestische condities ervaren, die vervolgens hun vermogen om les te geven en te leren negatief beïnvloedden. Bovendien was het voor docenten moeilijk om een acceptabele omgevingstemperatuur en binnenluchtkwaliteit te handhaven zonder ramen of deuren te openen. Het openen van ramen en deuren leidde vervolgens tot ervaren geluidsoverlast. In oncomfortabele binnenmilieu condities konden docenten besluiten om eerder

dan gepland een pauze in te lassen of om de les eerder te laten eindigen. Wanneer studenten oncomfortabele condities ervaren had dit een negatieve invloed op het concentratievermogen, de emotionele balans en het vermogen om te leren.

Uit deze studie kwam ook naar voren dat het belangrijk is om aanvaardbare lucht- en omgevingstemperatuur condities in klaslokalen te realiseren. Dit vermindert de noodzaak om ramen en deuren te openen waardoor geluidsoverlast en daarmee samenhangende afleiding wordt voorkomen. Verder kan in vervolgonderzoek specifiek het aantal en duur van pauzes en de duur van de les worden onderzocht, als indicatoren voor de kwaliteit van lesgeven. Ter illustratie van deze studie nog een quote van een docent: "Ik hou van een ruim lokaal, waar daglicht is waar een aangename temperatuur is. Nou, dan voel ik me prettig en als ik me



vragen om verschillende binnenmilieu condities. Voor klaslokalen betekent dit onder andere dat de omgevingstemperatuur effectief moet kunnen worden geregeld. Ook de verlichting zou moeten kunnen worden aangepast, zowel in lichtkleur als in lichtintensiteit. Docenten zijn dan in staat om het binnenmilieu aan te passen op de activiteit in het leslokaal, waarmee deze activiteit optimaal wordt gefaciliteerd. Wel is het van belang om vooraf docenten te informeren welke condities bepaalde lesactiviteiten optimaal faciliteren. En omdat gebouwen soms sterk van elkaar verschillen zou de gebouwbeheerder de docenten en studenten moeten informeren hoe de binnenmilieu condities kunnen worden aangepast. Dit kan per klaslokaal verschillen omdat tussen gebouw en lokalen verschillen zijn in de wijze waarop het binnenmilieu wordt geconditioneerd.

Uit dit promotieonderzoek blijkt dat optimale binnenmilieucondities een positieve invloed kunnen hebben op het comfort, de gezondheid, de emotionele balans en de academische prestaties van de docenten en studenten. Daarmee kunnen de uitkomsten van dit onderzoek bijdragen aan het creëren van een beter schoolklimaat. Ontwerpers en ingenieurs kunnen zich laten inspireren door deze resultaten. De behoeften van eindgebruikers, welke vaak worden verwoord door facility managers, zouden moeten worden geïntegreerd tijdens renovatie- of nieuwbouwprojecten, met als doel om betere binnenmilieucondities te realiseren in klaslokalen voor het hoger onderwijs.

De details van de afzonderlijke onderzoeken, als onderdeel van dit promotieonderzoek, zijn terug te vinden in de open access artikelen waarnaar wordt gerefereerd. Het volledige proefschrift is via deze link te downloaden: <https://research.tue.nl/nl/publications/examining-in-class-activities-to-facilitate-academic-achievement->

prettig voelt, dan geef ik ook, denk ik, beter les. Dan kan ik mensen beter bereiken."

Conclusie

De resultaten van deze vier studies geven aan dat er niet één standaard binnenmilieuconditie bestaat om optimaal verschillende activiteiten in leslokalen te faciliteren. Verschillende activiteiten

Dankwoord

Wij zijn de Hanzehogeschool Groningen zeer erkentelijk voor het (financieel) mogelijk maken van het onderzoek. En natuurlijk gaat onze grote dank uit naar alle docenten en studenten die (vrijwillig) aan de beschreven onderzoeken hebben deelgenomen.

Referenties

1. Brink, H. W., Loomans, M. G. L. C., Mobach, M. P., & Kort, H. S. M. (2021). Classrooms' indoor environmental conditions affecting the academic achievement of students and teachers in higher education: a systematic literature review. *Indoor Air*, 31(2), 405-425. <https://doi.org/10.1111/ina.12745>
2. Brink, H. W., Loomans, M. G. L. C., Mobach, M. P., & Kort, H. S. M. (2022). A systematic approach to quantify the influence of indoor environmental parameters on students' perceptions, responses, and short-term academic performance. *Indoor Air*, 32(10), e13116. <https://doi.org/10.1111/ina.13116>
3. Brink, H. W., Krijnen, W.P., Loomans, M. G. L. C., Mobach, M. P., & Kort, H. S. M. (2023a). Positive effects of indoor environmental conditions on students and their performance in higher education classrooms: a between-groups experiment. *Science of The Total Environment*, 869, 161813. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161813>
4. Brink, H. W., Lechner, S.C.M., Loomans, M. G. L. C., Mobach, M. P., & Kort, H. S. M. (2023b, under review). Understanding how indoor environmental classroom conditions influence academic performance in higher education: A qualitative case study.
5. Kok, H., Mobach, M., & Omta, O. (2015). Predictors of study success from a teacher's perspective of the quality of the built environment. *Management in Education*, 29(2), 53-62. <https://doi.org/10.1177/0892020614553719>
6. Xiong, L., Huang, X., Li, J., Mao, P., Wang, X., Wang, R., & Tang, M. (2018). Impact of Indoor Physical Environment on Learning Efficiency in Different Types of Tasks: A 3 x 4 x 3 Full Factorial Design Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1256. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061256>