

# Van klimaat naar kliniek: het effect van klimaatverandering op astmacontrole

The effect of climate change on asthma control

dr. J.P.M. van der Valk<sup>1,3,4</sup>, drs. T.C. Chin-See-Chong<sup>2,3</sup>, dr. J.C.C.M. in 't Veen<sup>1,3</sup>, dr. G.J. Braunstahl<sup>1,3,5</sup>

## SAMENVATTING

Astma is een chronische luchtwegaandoening gekenmerkt door ontsteking van de luchtwegen en hyperreactiviteit, die kan worden beïnvloed door zowel interne als externe triggers. Naast blootstelling aan allergenen en irriterende gassen, stoffen of chemicaliën (bijvoorbeeld als gevolg van werkomstandigheden) kan ook worden gedacht aan het weer als externe trigger. Het weer als uitlokkende factor voor astmaklachten speelt een toenemende rol door de klimaatverandering. De klimaatverandering met opwarming van de aarde wordt, naast natuurlijke processen, mede beïnvloed door menselijke activiteiten zoals fossiele verbranding, ontbossing en industrie. Door deze activiteiten ontstaan extremere weersomstandigheden. Dit heeft een negatief effect op de gezondheid, en specifiek voor mensen met longziekten zoals astma. Naast bronchiale hyperreactiviteit speelt het immuunsysteem hierbij een belangrijke rol; onder andere extreme temperaturen en allergenenexpositie kunnen de balans tussen de zogenoemde Th1- en Th2-celresponsen verstoren en elkaar versterken, waardoor disfunctie van de kleine luchtwegen met luchtweginflammatie en overmatige slijmsecretie. Door klimaatverandering wordt het pollenseizoen langer en intensiever, wat leidt tot meer allergische klachten. De toename van temperatuur en luchtvochtigheid zorgt voor toename van schimmelconcentraties en expositie aan kakkerlakken, met allergieensensibilisatie en luchtwegproblemen. De bosbranden, die in frequentie en intensiteit toenemen, vormen een directe bedreiging voor longgezondheid door de productie

van fijnstof en rook. Ook extreme onweersbuien kunnen astma-aanvallen uitlokken. Deze effecten van klimaatverandering mogen daarom niet worden onderschat. Meer bewustzijn is essentieel om de kwetsbare astmapopulatie beter te beschermen en astma-aanvallen te voorkomen.

(NED TIJDSCHR ALLERGIE ASTMA KLIN IMMUNOL 2026;26(2):85-90

## SUMMARY

Asthma is a chronic respiratory condition characterized by airway inflammation and hyperresponsiveness to internal and external factors. In addition to exposure to allergens and irritant gases, substances, or chemicals found in occupational settings, weather conditions can also act as external triggers. Weather, as a contributing factor to asthma symptoms, plays an increasingly significant role due to climate change. Climate change, including global warming, is influenced not only by natural processes, but also significantly by human activities such as fossil fuel combustion, deforestation, and industrial processes. These activities lead to more extreme weather events, which negatively impact health, particularly among individuals with respiratory diseases such as asthma. In addition to bronchial hyperresponsiveness, the immune system also plays a key role. Extreme temperatures and allergen exposure can disrupt the balance between Th1 and Th2 cell responses, resulting in small airway dysfunction, significant airway inflammation, and excessive mucus production. Due to climate change, pollen seasons are becoming longer and

<sup>1</sup>longarts, <sup>2</sup>doctorandus, <sup>3</sup>afdeling Longziekten, Expertisecentrum voor astma en COPD, Respiratoire Allergie en Beroep, Franciscus Gasthuis & Vlietland, <sup>4</sup>afdeling Public and Occupational Health, Amsterdam UMC, <sup>5</sup>afdeling Longziekten, Erasmus MC.

Correspondentie graag richten aan: mw. dr. J.P.M. van der Valk, afdeling Longziekten, Franciscus Gasthuis & Vlietland, Postbus 10900, 30004 BA Rotterdam, tel.: 06 42 91 27 00, e-mailadres: h.kuiper-vandervalk@franciscus.nl

Belangenconflict: geen gemeld. Financiële ondersteuning: geen gemeld.

**Trefwoorden:** astma, beleid, impact, klimaatverandering, weeromstandigheden.

**Keywords:** asthma, climate change, impact, policy, weather conditions.

ONTVANGEN 17 JUNI 2025, GEACCEPTEERD 11 JULI 2025.

more intense, leading to increased allergic symptoms. Rising temperature and humidity also increase mold concentrations and exposure to cockroaches, contributing to respiratory problems. Wildfires, which are increasing in frequency and intensity, pose a direct threat to pulmonary health due to the production

of fine particulate matter and smoke. Additionally, severe thunderstorms can trigger asthma exacerbations. These effects of climate change must not be underestimated. Greater awareness is essential to better protect the vulnerable asthma population.

## INLEIDING

Astma is een aandoening die wordt gekenmerkt door wisselende luchtwegvernauwing, inflammatie en bronchiale hyperreactiviteit uitgelokt door zowel interne triggers, zoals stress, hormonen, overgewicht of KNO-problemen, als externe triggers, zoals blootstelling aan allergenen, roken/vapen en gassen, stoffen of chemicaliën in bijvoorbeeld de werkomstandigheden.<sup>1</sup> Door goed in kaart te brengen welke factoren het astma bij een patiënt uitlokken, kunnen aanknopingspunten voor behandeling (in de internationale literatuur 'treatable traits' genoemd) worden bepaald. Bij externe triggers is dat vaak lastiger, maar niet onmogelijk. Naast de bovengenoemde externe triggers worden weersomstandigheden ook opmerkelijk vaak als externe trigger genoemd in de spreekkamer. Het gaat dan voornamelijk om de weersomslagen, die bij veel patiënten astmaklachten uitlokken. De temperatuurschommelingen en wisselingen in luchtvochtigheid kunnen leiden tot verergering van bronchiale hyperreactiviteit en leiden via prikkeling van de luchtwegen tot ontstekingsprocessen, waardoor astma kan ontstaan of de patiënten met astma meer klachten krijgen.<sup>2</sup> Door de verandering van het weer over langere periode (klimaatverandering) heeft dit invloed op de klachten van astmapatiënten. In dit artikel worden de directe effecten van klimaatverandering besproken op astma; hierbij wordt luchtverontreiniging buiten beschouwing gelaten.

## WEER VERSUS KLIMAAT(VERANDERING)

Het weer verwijst naar de atmosferische omstandigheden op een specifiek moment en op een specifieke locatie. Het weer omvat variabelen zoals temperatuur, neerslag, windsnelheid, luchtdruk en luchtvochtigheid, en kan variëren op tijdschalen van minuten tot dagen. Klimaat beschrijft het gemiddelde en de variabiliteit van weersomstandigheden over een langere tijdperiode in een bepaald geografisch gebied. Klimaat omvat statistische eigenschappen van het weer, zoals gemiddelden, extremen en frequenties, en wordt beïnvloed door factoren zoals breedteligging, hoogte, oceaanstromingen en grootschalige luchtstromen in de atmosfeer.<sup>3</sup>

Deze verandering in klimaat heeft grote consequenties voor natuur, milieu en mensen, en kan een gevolg zijn van

natuurlijke processen, maar menselijke activiteiten zijn medebepalend.<sup>4</sup>

## OORZAKEN VAN KLIMAATVERANDERING

Sinds de industriële revolutie (vanaf de tweede helft van de 18<sup>e</sup> eeuw) vindt er een (versnelde) verandering plaats van het klimaat, door de grootschalig uitstoot van fossiele brandstoffen zoals steenkool, olie en gas, ontbossing en toename van de industriële processen wereldwijd.

Door de grootschalige verbranding van fossiele brandstoffen neemt de concentratie van broeikasgassen, zoals koolstofdioxide en methaan, in de atmosfeer toe. Deze gassen absorberen en reflecteren infrarode straling, wat leidt tot een toename van de gemiddelde temperatuur op de aarde.<sup>3,5</sup> Grootschalige ontbossing draagt bij aan klimaatverandering doordat bomen grote hoeveelheden koolstofdioxide opnemen uit de atmosfeer via fotosynthese. Wanneer bossen op grote schaal worden gekapt of in brand worden gestoken, komt deze opgeslagen koolstofdioxide weer vrij. Dit kan leiden tot een toename van broeikasgassen in de atmosfeer. Bomen spelen ook een rol in de regulatie van temperatuur, luchtvochtigheid en neerslag. Het ontbossen verstoort deze balans, wat kan zorgen voor hogere temperaturen, minder neerslag en een verhoogd risico op perioden van droogte.<sup>6</sup>

De industriële processen en bio-industrie, zoals de intensieve veehouderij, dragen bij aan de klimaatverandering.

## DE IMPACT VAN EEN OPWARMENDE AARDE

Sinds 1850 is de gemiddelde temperatuur op aarde met meer dan 1,2°C gestegen.<sup>7</sup> Voor Nederland geldt dat de temperatuurstijging 2°C is sinds 1901 en Nederland warmt hiermee sneller op dan het wereldgemiddelde.<sup>8</sup> Deze stijgende temperaturen zorgen voor meer en intensere hittegolven, vooral in steden waar beton en asfalt de warmte vasthouden. Door de stijging van deze temperatuur smelten de gletsjers en poolkappen, wat zorgt voor een stijging van de zeespiegel wereldwijd. Ook leidt het ontdooien van de permafrost op de toendra's tot het vrijkomen van broeikasgassen. Tevens leidt de toename van de temperatuur tot langdurige droogte en verwoestende bosbranden. Er wor-

den vaker extreem zware regenval en onweersbuien waargenomen met als gevolg overstromingen. De dieren en planten kunnen zich niet snel genoeg aanpassen aan het veranderende klimaat, waardoor bepaalde soorten uitsterven. Ook verandert het ecosystemen met als gevolg minder biodiversiteit.<sup>9</sup> Biodiversiteitsverlies schaadt de gezondheid doordat het de verspreiding van ziektes vergemakkelijkt en voedselzekerheid ondermijnt. Deze gevolgen van klimaatverandering schaden dus niet alleen de aarde, maar leiden uiteindelijk tot gezondheidsschade.

## KLIMAATVERANDERING EN ASTMA

Er zijn wetenschappelijke aanwijzingen dat het aantal patiënten met astma toeneemt en dat de respiratoire klachten van astmapatiënten verergeren door verandering in het klimaat.<sup>2,10</sup> Het is lastig om de invloed van klimaatverandering op de prevalentie van astma en allergieën vast te stellen. Toch lijkt de wereldwijde toename van voornamelijk allergieën/allergisch astma toe te schrijven aan klimaatgerelateerde factoren.<sup>11</sup> Hieronder worden de verschillende manieren waarop de veranderde weeromstandigheden effect hebben op het astma beschreven.

### TEMPERATUREN

Klimaatverandering brengt steeds vaker extreme temperaturen met zich mee, zoals hittegolven of extreme en ongebruikelijk koude perioden. Tijdens deze perioden met temperatuurpieken worden vaker klachten zoals benauwdheid, hoesten en piepende ademhaling gemeld, leidend tot longaanvallen en spoedeisende zorg.<sup>2</sup> Onderzoek toont ook aan dat extreme temperaturen het risico op ziekenhuisopnames verhogen bij mensen met astma.<sup>12</sup> Zowel koude als warme extremen blijken onafhankelijke voorspelers te zijn van astmaverergering – los van luchtvervuiling of allergenen.<sup>13</sup>

### ALLERGIE

Er zijn aanwijzingen dat de klimaatverandering effect zou hebben op de allergeenconcentraties, zoals boompollen, graspollen, huisstofmijt en schimmels, gedurende het jaar en de daarmee gepaard gaande luchtwegklachten.<sup>14</sup> Zo ontstaat er door klimaatverandering een wijziging in bloeipatroon van vegetatie, zoals de berk en hazelaar, dan wel een verandering in type vegetatie. De olijf en ambrosia worden bijvoorbeeld steeds vaker gezien in Nederland.<sup>15-18</sup> Ook kan het verspreidingsgebied van de pollen veranderen. Ten slotte zou het klimaat ook effect kunnen hebben op de allergeniciteit van de pollen. Voor de ambrosiaplant werd aangetoond dat een verhoogde koolstofdioxideconcentratie leidt tot toename van 'Amb al', het belangrijkste

allergeencomponent van de ambrosiapollen.<sup>14</sup> Door temperatuurtoename komen bomen en planten vroeger in bloei en is er reeds vroeg in het jaar een verhoogde concentratie van pollen in de lucht. Waar vroeger patiënten seizoensgebonden klachten hadden, lijkt het jaarritme verstoord te zijn en hebben patiënten het hele jaar door min of meer klachten.

Door klimaatverandering stijgen temperatuur en luchtvochtigheid, wat bijdraagt aan een toename van kakkerlakpopulaties met als gevolg allergieën in stedelijke gebieden.<sup>19</sup>

### SCHIMMELCONCENTRATIES

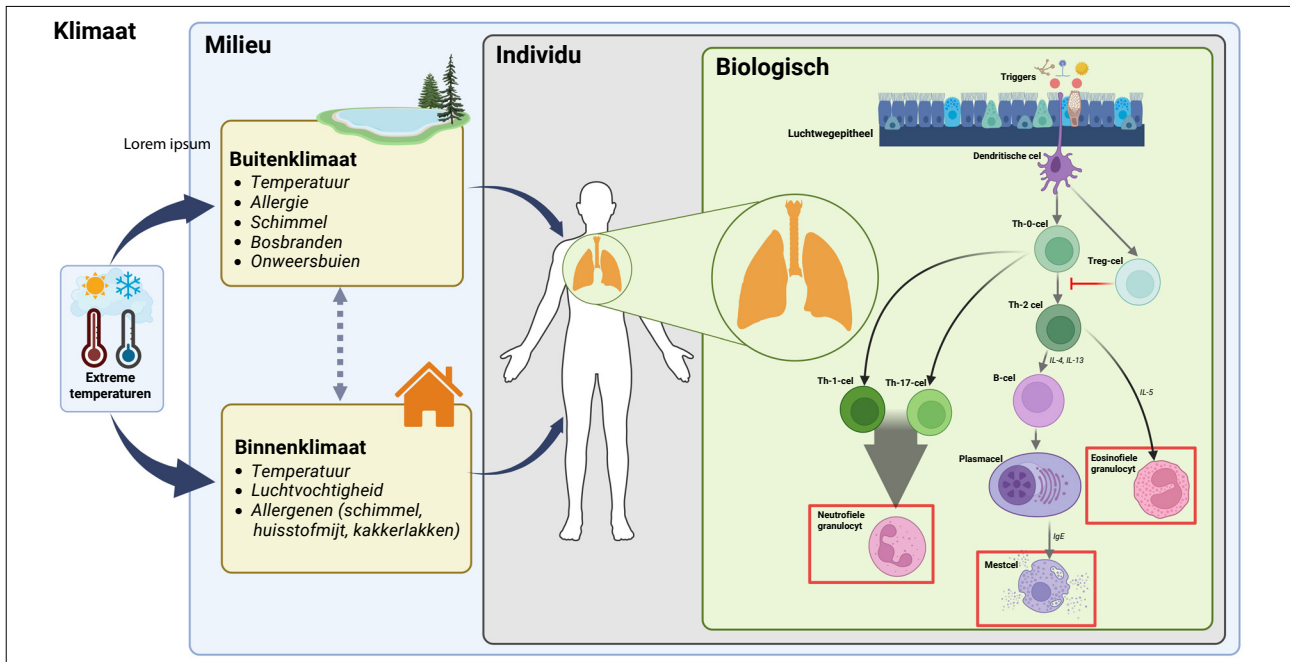
De klimaatverandering zorgt ervoor dat de temperatuur en luchtvochtigheid toenemen, voornamelijk in de zomers. Dit zijn ideale omstandigheden voor schimmelgroei. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) toont dat blootstelling aan vocht en schimmels een verhoogd risico geven op het ontstaan of de verergering van luchtwegklachten, luchtweginfecties en astma.<sup>20</sup> Daarbij maakt het geen verschil of er al sprake is van allergieën, hoewel allergische personen wel extra gevoelig zijn voor de effecten van dergelijke blootstelling. Een meta-analyse van Fisk et al. uit 2007 toont een associatie tussen schimmel en vocht in huis en luchtwegklachten met oddsratio's variërend van 1,34 tot 1,75.<sup>21</sup> Deze associatie is duidelijk terugkerend in diverse studies. Onderscheid maken in het type schimmel is ook belangrijk om de luchtwegklachten beter te kunnen duiden. Verhoogde concentraties van *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* en *Alternaria*-soorten zijn bij astma geassocieerd met een toenemend risico op verergering van de klachten of zelfs exacerbatie van de ziekte.<sup>22</sup>

### BOSBRANDEN

Door klimaatverandering nemen de bosbranden in frequentie en intensiteit toe over de jaren. Vooral mensen met astma en andere luchtwegaandoeningen lopen extra risico op toenemende klachten, verhoogde mortaliteit, Spoedeisende Hulp-bezoeken en opnames.<sup>23</sup> Bosbranden produceren rook, die bestaat uit een mengsel van gassen en fijne deeltjes die diep in de luchtwegen komen. Dit zorgt voor inflammatie, die bestaande luchtwegproblemen verergeren. Naast dat astma kan verergeren door bosbranden, kan ook astma ontstaan door de expositie aan rooklucht, het zogenoemde irritatie-geïnduceerde astma.<sup>24</sup>

### ONWEERSBUIEN

Klimaatverandering leidt tot intensievere onweersbuien. Deze onweersbuien kunnen leiden tot de zogeheten 'thunderstorm asthma'. De onweersbuien kunnen leiden tot een massale toename van astma-aanvallen die optreden tijdens



**FIGUUR 1.** De pathofysiologische effecten van klimaatverandering op astma-aanvallen.<sup>29</sup>

of vlak na een onweersbui, meestal in het pollenseizoen. Het ontstaat doordat in deze specifieke weersomstandigheden tijdens een onweersbui met hoge luchtvochtigheid, sterke wind en elektrische activiteit pollen openbarsten in zeer kleine deeltjes ( $<2,5 \mu\text{m}$ ). Deze microscopische fragmenten zijn klein genoeg om diep in de lagere luchtwegen te worden ingeademd.<sup>25</sup>

### BINNENKLIMAAT

Klimaatverandering heeft ook effect op het binnenklimaat. Door de toename van de temperatuur en luchtvochtigheid zijn er hogere concentraties schimmel, huisstofmijten en kakkerlakken binnenshuis. Dit kan een verhoogd risico geven op het ontstaan of de verergering van luchtwegklachten, allergie en astma. Ook heeft het streven naar koolstofdioxideneutraliteit (zoals beschreven in de 'Green Deal') met verandering in stads- en wooninrichting met bijvoorbeeld betere isolatie van woningen effect op het binnenklimaat met als consequentie een verandering in exposities. Betere isolatie zorgt voor vermindering van tocht en koude, vermindering van vocht en schimmel, minder binnendringende allergenen en verbeterde luchtkwaliteit. Het is bewezen dat een slechte kwaliteit van het binnenmilieu is gerelateerd aan de toename van het voorkomen van inhalatieallergie (PIAMA-studie).<sup>18</sup>

### PATHOFYSIOLOGIE

De oorzaak ligt onder andere in de manier waarop het lichaam reageert op externe prikkels, zoals extreme tem-

peraturen, allergenen, bosbranden en onweersbuien. Ten eerste worden de klachten uitgelokt door de bronchiale hyperreactiviteit, maar het immuunsysteem speelt hierbij ook een belangrijke rol; onder andere extreme temperaturen kunnen de balans tussen de zogenoemde Th1- en Th2-celresponsen verstoren (zie *Figuur 1*). Een verschuiving van een TH1- naar een Th2-gedomineerde respons bij astma leidt tot eosinofiele luchtwegontsteking, gekarakteriseerd door verhoogde expressie van IL-4, IL-5 en IL-13, verhoogde IgE-productie met als gevolg bronchiale hyperreactiviteit en overmatige slijmsecretie.<sup>26</sup> Xue et al. toonden bijvoorbeeld in een in-vivo-studie aan dat disfunctie van de kleine luchtwegen werd waargenomen in muismodellen van astma, gepaard gaande met aanzienlijke luchtweginflammatie en overmatige slijmsecretie bij temperatuurswisselingen.<sup>27</sup> Dit geldt ook voor expositie aan allergenen, bijvoorbeeld tijdens hevige onweersbuien, waarbij hoge expositie aan grote hoeveelheden pollen diep in de luchtwegen kunnen voorkomen.<sup>28</sup>

### MAATSCHAPPELIJKE IMPACT

De WHO meldde in 2024 dat wereldwijd meer dan 250 miljoen mensen aan astma lijden.<sup>30</sup> Indien deze populatie toeneemt door klimaatverandering, zal dit significante ziektelast met zich mee brengen voor de maatschappij. De verlenging van het pollenseizoen lijkt bijvoorbeeld te leiden tot meer allergieklachten met een geschatte verdubbeling van de kosten van medicijngebruik in Nederland tot gevolg (geschatte medicijnkosten in euro's per 1.000

## AANWIJZINGEN VOOR DE PRAKTIJK

- 1** Het weer als uitlokkende factor voor astmaklachten speelt een toenemende rol door de klimaatverandering.
- 2** Het is bewezen dat klimaatverandering resulteert in een stijging van temperatuur, een langer en verschoven pollenseizoen, toename van het aantal bosbranden, onweersbuien en concentratie van schimmels zowel buiten- als binnenshuis. Hierdoor neemt het aantal astma-aanvallen en ziekenhuisopnames toe.
- 3** Indien beleidsmakers beter geïnformeerd zijn over de effecten van klimaatverandering op gezondheid kunnen adequate aanpassingen van beleid worden genomen, zoals verstandige keuzes qua nieuwe stadsinrichting, wegenbouw, woningbouw en huisvesting.

patiënten in 2008 (6.200 euro) en geprojecteerd naar 2050 (13.400 euro) door klimaatverandering.<sup>18</sup>

### IMPLICATIES VOOR DE KLINIEK

Doordat een patiënt de relatie kan leggen op individueel niveau tussen de ernst van de klachten en blootstelling aan allergenen in het buiten- en binnenmilieu en de luchtkwaliteit, kan de patiënt anticiperen op veranderingen in relevante blootstelling. De patiënt krijgt meer grip op zijn chronische aandoening. Er kan gebruik worden gemaakt van tools die de weersomstandigheden, luchtkwaliteit en pollenconcentraties voorspellen en in kaart brengen. Indien sprake is van extreme hitte is het advies bijvoorbeeld om de schaduw op te zoeken, om binnen te blijven en te veel inspanning te vermijden. Ook is op tijd overleggen met de behandelend specialist of longconsulente aangeraden en een longaanvalactieplan op te stellen/ te volgen. Als de behandelaar ook inzicht krijgt in persoonsgebonden triggers, kan dit worden meegenomen als aangrijpingspunt in de behandeling van astma en kunnen direct preventieve en therapeutische maatregelen worden genomen. Hierbij kan een weloverwogen keus worden gemaakt voor een poederinhalator in plaats van een dosisaerosol. Traditionele dosisaerosolen bevatten drijfgassen met een significant hogere CO<sub>2</sub>-uitstoot en zijn dus slechter voor het klimaat.<sup>31</sup> Ook kan in specifieke gevallen worden gekozen voor een verblijf op hoogte (bijv. revalidatiecentrum Davos) om zo veel mogelijk prikkels te vermijden.

### GEZONDHEIDSGERICHT BELEID

Indien beleidsmakers beter geïnformeerd zijn over de effecten van klimaatverandering op gezondheid, kunnen adequate aanpassingen van beleid worden doorgevoerd. Indien de beleidsmakers weten welke planten en bomen meer of minder pollen verspreiden, kunnen ze aanpassingen maken in het 'groenbeleid'. Woningbouwplannen

kunnen worden afgestemd op het groeiende risico van bosbranden, bijvoorbeeld door strategische locatiekeuzes. Weloverwogen keuzes kunnen worden gemaakt bij nieuwe groenvoorziening in de stad, meenemend de risico's op gezondheidsschade door bijvoorbeeld allergenen. Ook bij woningbouw en huisvesting kan rekening worden gehouden met de behoeften van astmapatiënten, bijvoorbeeld door het voorkomen van vochtproblemen, schimmelvorming en de aanwezigheid van kakkerlakken. Een goed binnenklimaat of de juiste aanpassingen aan woningen, zoals goede ventilatie, zijn essentieel voor deze kwetsbare astmapopulatie.

### CONCLUSIE

Klimaatverandering heeft een groeiende impact op astma. Verandering in weersomstandigheden, een langer pollenseizoen, toename van de concentratie allergenen, frequentere bosbranden en hevige onweersbuien dragen allemaal bij aan het ontstaan en verergeren van astmaklachten. Deze ontwikkelingen benadrukken het belang van een preventieve en persoonsgerichte benadering binnen de gezondheidszorg. Daarnaast is het essentieel dat patiënten en beleidsmakers zich bewust zijn van de gezondheidsrisico's en zorgkosten van klimaatverandering. Door hier gericht op in te spelen, kunnen kwetsbare groepen beter worden beschermd en kan de ziektelast van astma worden beperkt in de toekomst.

### REFERENTIES

1. <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2024/12/GINA-Summary-Guide-2024-WEB-WMS.pdf>
2. Xu J, et al. China. Environ Res 2025;272:121096.
3. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
4. <https://www.epa.gov/climatechange-science/causes-climate-change>
5. Filonchyk M, et al. Sci Total Environ 2024;935:173359.

6. <https://www.wwf.org.uk/learn/effects-of/deforestation>
7. <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/wat-als-de-aarde-meer-dan-2-graden-opwarmt>
8. [https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/nederland-warmt-ruim-2-keer-zo-snel-op-als-de-rest-van-de-wereld?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/nederland-warmt-ruim-2-keer-zo-snel-op-als-de-rest-van-de-wereld?utm_source=chatgpt.com)
9. <https://www.unesco.org/en/climate-change/biodiversity>
10. Xu Q, et al. *Sci Total Environ* 2023;904:166726.
11. D'Amato G, et al. *Multidiscip Respir Med* 2015;10:39.
12. Chen Y, et al. *Int J Hyg Environ Health* 2021;238:113839.
13. Zhu Y, et al. *Sci Total Environ* 2022;814:151959.
14. De Weger LA, et al. *Ned Tijdschr Geneesk* 2009;153:A1410.
15. Tzedakis PC, et al. *Science* 2004;306:2231-5.
16. Weng C, et al. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2007;362:253-62.
17. Ayres JG, et al. *Eur Respir J* 2009;34:295-302.
18. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0044.pdf>
19. Erban T, et al. *J Med Entomol* 2010;47:1062-70.
20. Europe WROf. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. World Health Organization; 2009.
21. Fisk WJ, et al. *Indoor Air* 2007;17:284-96.
22. Sharpe RA, et al. *J Allergy Clin Immunol* 2015;135:110-22.
23. Etherington C, et al. *Environ Res* 2025;277:121504.
24. Weheba A, et al. *MMW Fortschr Med* 2025;167:62-3.
25. Liao W, et al. *Sci Rep* 2017;7:7123.
26. Xue Y, et al. *J Asthma Allergy* 2021;14:883-96.
27. Chin-See-Chong TC, et al. *Clin Exp Allergy* 2025;55:773-83.
28. Han A, et al. *Environ Res* 2023;216:114489.
29. <https://www.who.int/news/item/07-05-2024-world-asthma-day--who-calls-for-better-education-to-empower-people-living-with-asthma?>
30. [https://www.nvalt.nl/nieuws/nieuws/2025-04-09\\_transmurale-leidraad-biedt-handvatten-voor-klimaatbewust-voorschrijven-van-inhalatiemedicatie](https://www.nvalt.nl/nieuws/nieuws/2025-04-09_transmurale-leidraad-biedt-handvatten-voor-klimaatbewust-voorschrijven-van-inhalatiemedicatie)