

Allergene pollen in Nederland

Allergenic pollen in The Netherlands

Prof. dr. J. Buters¹, M. Koenders², T. van der Graaf³, dr. J. Rojo⁴, dr. L.A. de Weger⁵

SAMENVATTING

In de afgelopen tientallen jaren is de wereldwijde prevalentie van allergieën gestaag toegenomen. De meestvoorkomende zijn respiratoire allergieën voor pollen, voornamelijk voor berken- en graspollen, gevolgd door huisstofmijt. Ook in Nederland hebben veel patiënten respiratoire allergieklachten die worden veroorzaakt door pollen (hooikoorts). De levenskwaliteit van deze patiënten is duidelijk verminderd en de ziekte veroorzaakt hoge gezondheidskosten. De behandeling van hooikoorts is veelal gericht op het voorkomen van blootstelling aan pollen en (soms profylactisch) antihistaminica. Het is dan ook geen wonder dat pollentellingen veel worden geraadpleegd. Verbazingwekkend is wel dat er weinig meetstations in Nederland zijn, ondanks de hoge gezondheidskosten en het belang van de pollentellingen voor patiënten. Voor heel Nederland komen deze tellingen sinds jaar en dag van 2 meetstations vandaan: Leiden en Helmond. Sinds 2018 is er ook een meetstation gevestigd in Drachten. Voor 17 miljoen inwoners, waaronder ongeveer 3 miljoen hooikoortspatiënten, is dat weinig. Het feit dat er slechts op weinig plaatsen in Nederland pollentellingen gedaan worden, wordt gemaskeerd door het hoge aantal aanbieders van pollenvoorspellingen en informatie op internet of in apps. Op een enkele uitzondering na berusten de meeste voorspellingen niet op werke-

SUMMARY

During the last decades, the world-wide prevalence of allergic diseases has been steadily increasing. The most frequent allergic diseases are allergies to pollen, mostly to birch and grass, closely followed by allergies to house dust mite. In The Netherlands, similar to the rest of Europe, many people suffer from allergic respiratory complaints caused by allergenic pollen, commonly called hay fever. Allergies to pollen are seldom lethal, but the quality of life can be severely impaired and the illness generates high health-care costs. Treatment of the disease is mostly symptomatic by using anti-histamines or by avoidance of pollen exposure. Thus, it is no surprise that websites showing pollen counts are very popular. Surprisingly, despite the high economic burden of allergic diseases to pollen, few pollen stations are available in The Netherlands. Currently, only 3 stations (in Helmond, Leiden and Drachten [since 2018]) are determining pollen flight. For 17 million inhabitants with at least 3 million hay fever patients, this is limited. It is, however, unknown if 2 (and recently 3) stations are sufficient to supply the Dutch population with sufficiently accurate daily data on pollen. The fact that few pollen monitoring stations exist is masked by an abundance of pollen values on internet and apps. For most sites and apps, the source of the pollen data and pollen predictions is unknown. With few excep-

¹adjunct-directeur Zentrum Allergie und Umwelt, lid van het German Center for Lung Research (DZL), Technische Universiteit München/Helmholtz Centrum München, Duitsland, ²laboratoriumspecialist Klinische Chemie, Algemeen Klinisch Laboratorium, Elkerliek ziekenhuis, Helmond, Nederland, ³luchtspecialist, Innovation & Development Team Homecare, Royal Philips, Drachten, Nederland, ⁴onderzoeker, Zentrum Allergie und Umwelt, Technische Universiteit München/Helmholtz Centrum München, Duitsland, ⁵onderzoeker, afdeling Longziekten, LUMC, Leiden, Nederland. Correspondentie graag richten aan: dhr. J. Buters, ZAUM, Technical University Munich, Biedersteinerstrasse 29, 80802 München, Duitsland, tel.: +49 89 41403487, e-mailadres: buters@tum.de

Belangenconflict: J. Buters ontwierp en is betrokken bij de bouw van het project ePIN (electronic Pollen Information Network), waarbij een netwerk van BAA500 in Beieren, Duitsland, wordt geïnstalleerd. Financiële ondersteuning: geen gemeld.

Trefwoorden: allergie, astma, automatisch, fenologie, gras, klimaatverandering, netwerk, pollen.

Keywords: allergy, asthma, automatic, climate change, grass, network, phenology, pollen.

ONTVANGEN 8 JANUARI 2019, GEACCEPTEERD 7 FEBRUARI 2019.

lijk gemeten waardes afkomstig van de meetstations. Het is sinds kort mogelijk om pollen, naast manueel (het Nederlandse systeem), ook automatisch te bepalen en online ter beschikking te stellen. Of de kosten van deze automatische systemen gecompenseerd worden door besparingen in het gezondheidssysteem is nog niet bekend. Hoe dan ook, de vele allergische patiënten in Nederland zouden veel baat hebben bij een goede meting en voorspelling van de pollenvlucht.

(NED TIJDSCHR ALLERGIE, ASTMA, KLIN IMMUNOL 2019;19:39-48)

tions, these predictions are not based on real-life measurements of pollen. In other countries in Europe, the situation is the same, but some countries are trying to change this discrepancy. In contrast to the classical manual system (like the Dutch system), it has become possible to determine pollen automatically with online availability. It is unknown whether the costs of these systems are compensated for by reduced health expenditures. Nevertheless, many allergic individuals in The Netherlands would profit from a reliable measurement and prediction of their local pollen flight.

ALLERGIEËN EN THERAPIE IN NEDERLAND PREVALENTIE

Allergieën, zoals allergische rinitis, allergisch astma en voedingsallergieën, zijn een volksziekte waarvan de prevalentie veelal wordt onderschat.¹ Dat komt omdat veel patiënten niet naar een huisarts gaan met klachten die passen bij een allergie. Ook wordt de ziekte vaak gebagatelliseerd, zowel door patiënten als artsen.²

Op basis van schattingen is de prevalentie van allergie in Nederland ongeveer 20%. Dit is vergelijkbaar met andere Europese landen ten noorden van de Alpen.³ In Finland en Angelsaksische landen is het aantal allergische patiënten meestal hoger.^{4,5}

Omdat Nederland niet fundamenteel van andere Europese landen afwijkt, kunnen studies uit het buitenland representatief zijn voor Nederland. Uit buitenlandse studies blijkt dat het aantal allergieën bij de jeugd hoger ligt dan bij de oudere generaties; bij jongetjes hoger dan bij meisjes; en bij vrouwen hoger dan bij mannen.⁶ Uit deze studies blijkt ook dat het aantal allergieën nog steeds toeneemt en een einde van de 'allergische epidemie' is nog niet in zicht.^{5,6} Als oorzaak voor deze 'epidemie' zijn veel theorieën, maar een onomstotelijke verklaring ontbreekt nog.^{4,7-10} Wel is bekend dat de stijgende prevalentie te maken heeft met onze westerse leefstijl.

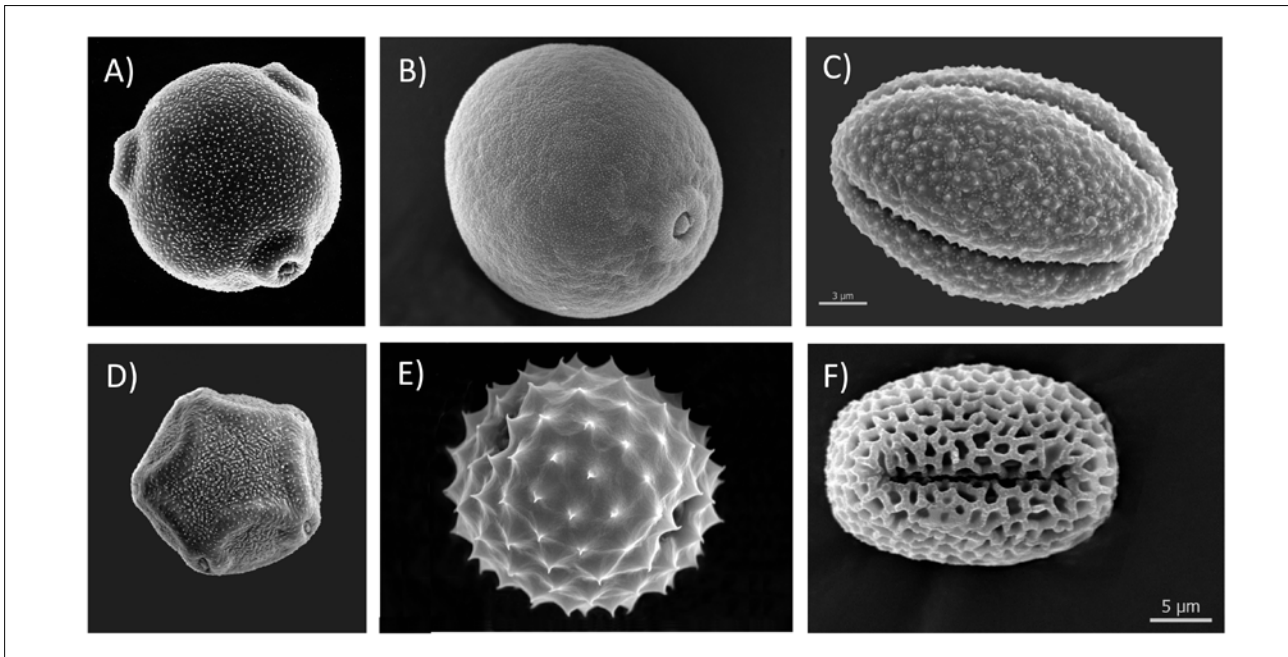
Het pollenseizoen met allergene pollen wordt steeds langer door de klimaatverandering. Vroegbloeiers zoals de hazelaar, els en berk bloeien namelijk steeds eerder. Ook wordt het seizoen langer door de komst van – met de globalisering verbonden – invasieve soorten planten zoals *Ambrosia artemisiifolia* (alsemambrosia). Deze plant kan tot in oktober bloeien.

RESPIRATOIRE ALLERGIEËN

Allergische klachten van de bovenste ademhalingswegen zoals bij astma, allergische conjunctivitis en allergische rinitis worden gevat onder de noemer respiratoire allergieën. Dit type wordt vooral veroorzaakt door pollen, meestal graspollen, gevolgd door huisstofmijt.^{6,11} Eveneens veel voorkomend zijn allergieën voor berkenpollen en kattenepitheel. Als allergieën voor boom-, gras- en kruidpollen meegeteld worden, is een pollenallergie duidelijk koploper. Daarbij moet ook nog opgemerkt worden dat huisstofmijt het hele jaar door aanwezig is en het vóórkomen van pollen seizoensgebonden is. Stuifmeelkorrels zijn dus een belangrijke bron van allergenen waarop patiënten reageren. Deze reacties typeren zich met name door allergische conjunctivitis (oogklachten, zoals jeuk) en rinitis (neusklachten, zoals niezen, loopneus en een verstopte neus). In de volksmond worden deze klachten ook wel hooikoorts genoemd.

BEHANDELING

De eenvoudigste behandeling van hooikoorts is het vermijden van pollen. Indien noodzakelijk kunnen de symptomen worden onderdrukt met nasale corticosteroiden (eerste keus) of antihistaminica.¹ De symptoombestrijding kan worden bepaald op basis van de klachten, maar ook op basis van de in Nederland beschikbare pollentellingen en de meerdaagse voorspelling van het aantal pollen in de lucht. Een causale therapie voor hooikoorts is de specifieke desensibilisering, ook immunotherapie genoemd. Net als bij koning Mithridates van Pontos (120-62 v. Chr.) die zich tegen vergiftiging wilde beschermen door dagelijks kleine hoeveelheden gif tot zich te nemen (maar helaas gewelddadig gestorven is), wordt bij het desensibiliseren van allergische patiënten langzaam of sneller, afhankelijk van



FIGUUR 1. Elektronenmicroscopische afbeeldingen van pollen. (A) *Betula verrucosa*, berk, (B) *Poaceae*, gras, (C) *Artemisia vulgaris*, bijvoet, (D) *Alnus glutinosa*, zwarte els, (E) *Ambrosia artemisiifolia*, Alsemambrosia, (F) *Olea Europaea*, olijf (komt in Nederland niet voor). Pollenkorrels van verschillende soorten zijn ook lichtmicroscopisch meestal goed van elkaar te onderscheiden. Een uitzondering is graspollen, daarvan zijn de verschillende soorten niet te onderscheiden.

het protocol en de toedieningswijze, de dosis van het allergeen verhoogd.^{12,13} Na ongeveer 3 jaar onderhuidse injecties kan een patiënt ongevoelig voor een allergeen geworden zijn. Het succesgehalte van desensibilisatie door middel van immunotherapie tegen bijvoorbeeld graspollen is ongeveer 65%.^{14,15} De therapie wordt door patiënten beschouwd als langdurig en onplezierig. Nieuwe methoden zijn patiëntvriendelijker en maken het mogelijk dat de sensibilisering thuis kan plaatsvinden door het doseren van het allergeen onder de tong.¹⁶ Deze methode resulteert echter niet in een hoger percentage van succesvolle desensibilisering.

Een alternatieve therapie is het wegvangen van het molecuul dat essentieel is voor een allergie, het specifiek immunoglobuline E (sIgE). Het monoclonale antilichaam omalizumab kan het sIgE wegvangen en verhindert mestceldegranulatie en daarmee de symptomen.^{17,18} Het middel is echter te duur om routinematig ingezet te worden.

Ondanks bovenstaande behandelopties kiezen de meeste patiënten met hooikoortsklachten voor symptoombestrijding met bijvoorbeeld antihistaminica.

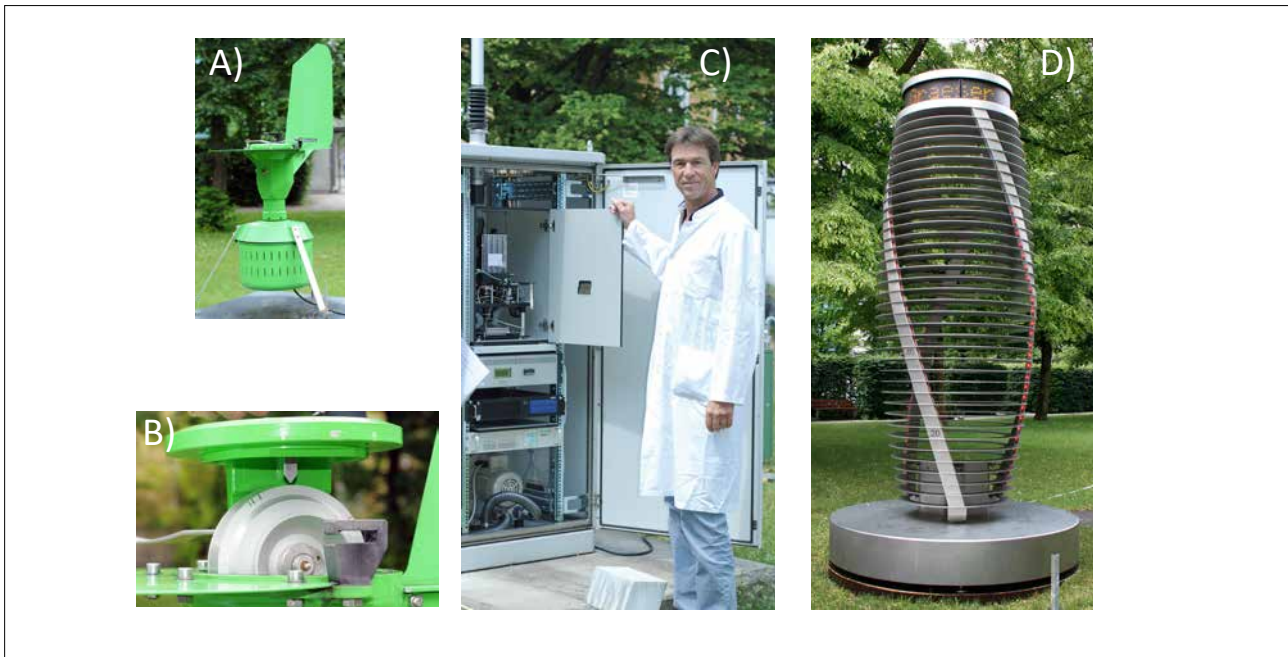
POLLENTELLINGEN IN NEDERLAND

Pollenkorrels hebben per soort meestal een karakteristieke vorm. Ze zijn van elkaar te onderscheiden door visuele

herkenning. *Figuur 1* toont enkele voorbeelden van pollen onder een elektronenmicroscop.

Elektronenmicroscopie wordt echter zelden gebruikt om pollen te analyseren. De meeste landen in Europa maken gebruik van normale lichtmicroscopie om stuifmeelkorrels te tellen. De meestgebruikte, en in Nederland uitsluitend gebruikte, methode om pollen te vangen is met de pollenva van Hirst uit 1952 (zie *Figuur 2A* op pagina 42).¹⁹ Bij deze methode worden pollenkorrels aangezogen door een smalle opening en dan opgevangen op een stuk doorzichtige tape bedekt met vaseline of siliconen.²⁰⁻²² De vaseline en siliconen zorgen ervoor dat de pollenkorrels blijven plakken aan de tape. Door kleuring van de tape met saffraan of fuchsine kleuren de pollenkorrels rood, waardoor ze makkelijker te herkennen zijn.^{22,23} Onder de lichtmicroscopie zien ze er dan ongeveer hetzelfde uit als onder een elektronenmicroscop, alleen kleiner.

Het tellen van pollen gebeurt in meetstations. Nederland heeft er 3; in Leiden sinds 1969, in Helmond sinds 1975 en in Drachten sinds 1 mei 2018. In vergelijking met omliggende buurlanden heeft Nederland relatief weinig meetstations: België heeft er 5; Duitsland ongeveer 48. Welke pollenmeetstations in Nederland en de omliggende landen beschikbaar zijn, is te zien op een kaart (<https://www.zaum-online.de/pollen/pollen-monitoring-map-of-the-world.html>).²⁴ Een manier om te bepalen of Nederland vol-



FIGUUR 2. Methoden om pollen te meten. **A.** Een Hirst-type pollen- en sporeval. Dit type pollenval wordt in Nederland ingezet. **B.** Detailfoto: een op een trommel met uurwerk draaiende plakstreep (vaseline). **C.** Voorbeeld van een automatische pollenval (pollenrobot) met een van de auteurs. **D.** De pollenindicator met een verticale lichtshow die aangeeft hoeveel pollenkorrels er op dit moment in de lucht zijn.

doende meetstations heeft, is door te kijken in hoeverre de tellingen van de 3 Nederlandse meetstations overeenkomen. Hiervoor is in *Figuur 3* het graspollenseizoen van 2018 weergegeven (zie ook de interactieve grafiek op http://rpubs.com/J_Rojo/480259). Bij een vergelijking van de tellingen zien we al een opmerkelijk verschil bij de start van het seizoen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in de timing van het pollenseizoen (zie *Figuur 4* op pagina 44) en de hoeveelheid pollen in de lucht (zie *Figuur 5* op pagina 45). De timing van het pollenseizoen is afhankelijk van het tijdstip waarop planten in de omgeving beginnen met bloeien. De hoeveelheid pollenkorrels die op jaarbasis geteld worden, kan van jaar tot jaar enorm verschillen. Deze verschillen worden veroorzaakt door variaties in het vermogen van de planten om pollen te produceren en de lokale weersomstandigheden (bijvoorbeeld precipitatie). Als de timing van het pollenseizoen van Helmond en Leiden vergeleken wordt, valt op dat in de afgelopen 10 jaar het graspollenseizoen in Helmond gemiddeld een week eerder was begonnen dan in Leiden (zie *Figuur 4*, $p < 0,001$).

Kijkend naar de hoeveelheid pollen in de lucht werd in 2018 in Helmond al midden april een graspollenconcentratie gemeten van ruim boven de grens van 10-30 pollen/ $m^3/24h$ waarbij symptomen te verwachten te zijn (zie *Figuur 3B*).^{25,26} Dit was ruim een maand eerder dan dat dergelijke concentraties in Leiden werden gemeten. Ook in

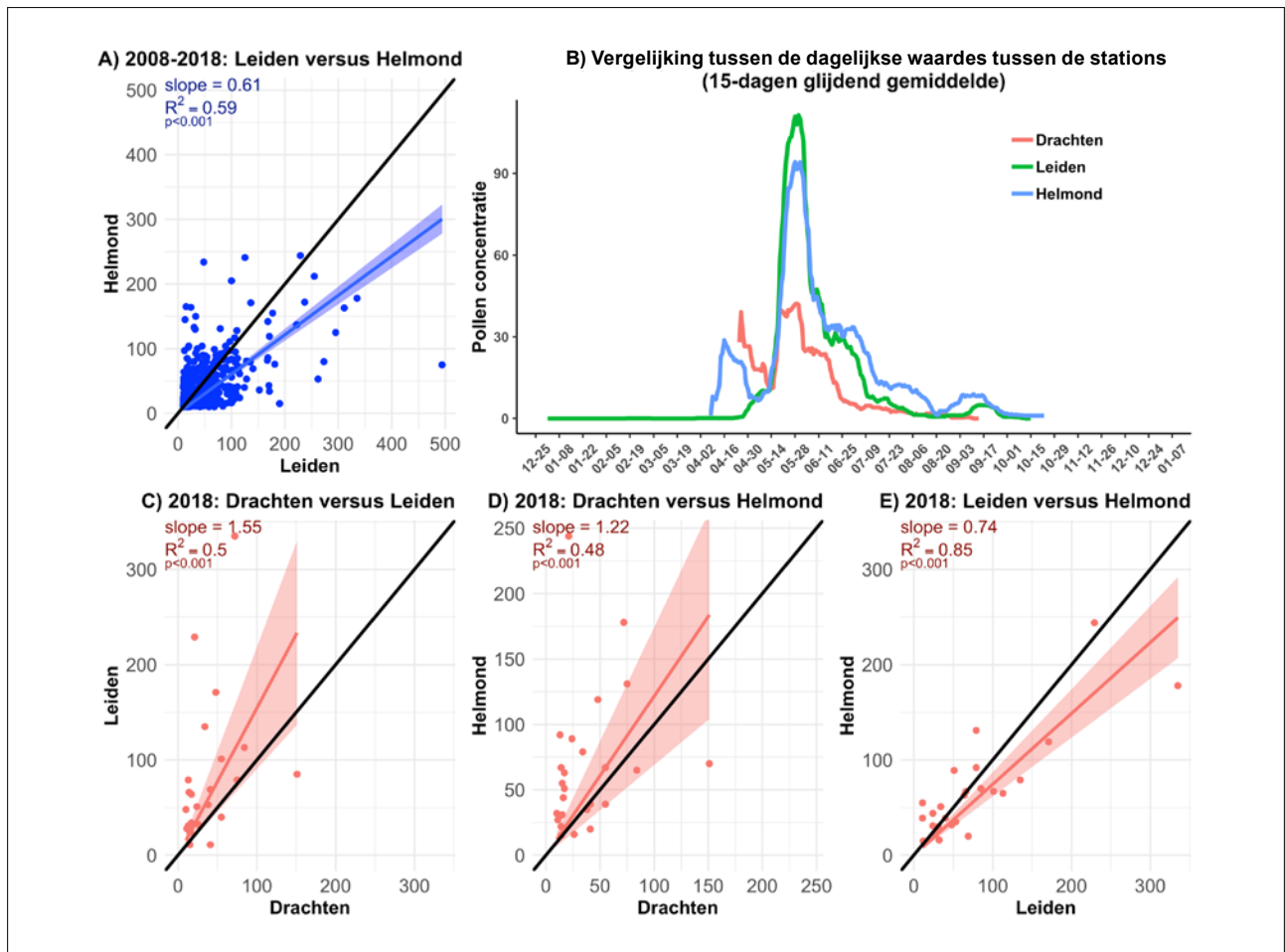
Drachten werden eind april reeds hoge graspollenconcentraties waargenomen. Dit betekent dat patiënten die allergisch zijn voor graspollen in de omgeving van Helmond en Drachten tot een maand eerder klachten konden ondervinden dan in de omgeving van Leiden. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de tellingen afkomstig van de verschillende meetstations niet hetzelfde beeld weergeven.

Een andere manier om in kaart te brengen of het aantal meetstations afdoende is, is met een vergelijkbare methode als die in een studie uit Beieren (Duitsland). In deze studie werd ervan uitgegaan dat wanneer de pollentellingen van 2 meetstations zeer sterk correleerden ($r > 0,85$) een van de 2 stations kon vervallen.²⁷ Op basis van gebrek aan correlatie tussen de stations in Nederland kan dus geen van de huidige meetstations vervallen (zie *Figuur 3*).

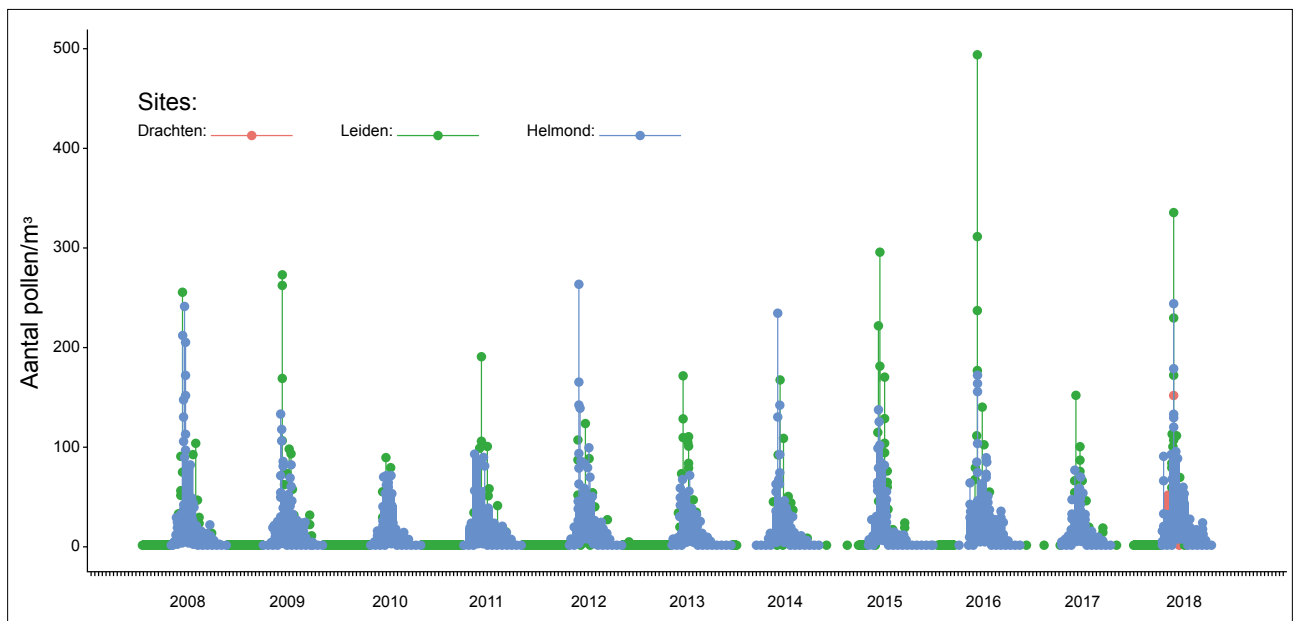
In de literatuur wordt aangenomen dat een meetstation een gebied van ongeveer 30 km afdekt, maar hoe vlakker het land, hoe groter deze straal.²⁷ Hoeveel stations in Nederland nodig zijn, kan alleen bepaald worden door gedurende minimaal 1 pollenseizoen veel stations op te bouwen en te bepalen welke daarvan overvloedig zijn.²⁸

WAT DOE JE MET DE POLLENDATA?

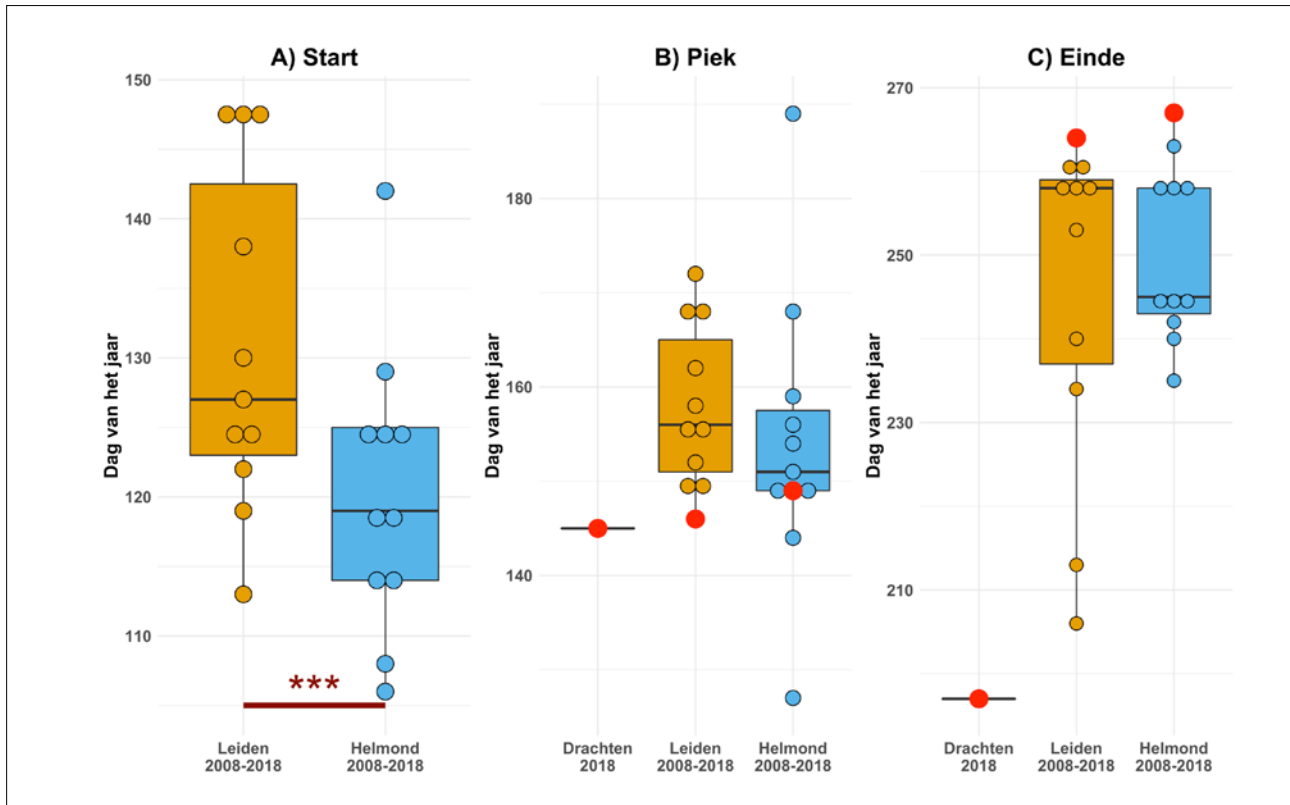
De pollentellingen van de Nederlandse meetstations zijn beschikbaar als hulpmiddel voor diagnose, preventie en



FIGUUR 3.1. Vergelijking van graspollenaantallen tussen de stations in Nederland. Vergelijking (A) tussen Helmond en Leiden gedurende 2008-2018; (B) van de dagelijkse waarden voor graspollen in 2018; (C) tussen Drachten en Leiden in 2018; (D) tussen Helmond en Drachten in 2018; (E) tussen Helmond en Leiden in 2018. Dagen met minder dan 10 pollen/m³/24h zijn verwijderd voor de analyse.



FIGUUR 3.2. Pollenconcentraties in Nederland in detail. Bekijk ook de interactieve grafiek op http://rpubs.com/J_Rojo/480259.



FIGUUR 4. Karakteristieken van het graspollenseizoen in Nederland. Begin, piek en einde van het graspollenseizoen in Nederland. De grafieken tonen voor de verschillende meetstations de verdeling in het dagnummer (geteld vanaf 1 januari) waarop het graspollenseizoen begint (A), de piek in graspollen optreedt (B) en het graspollenseizoen eindigt (C). Voor Leiden en Helmond is dit berekend over de jaren 2008-2018; voor Drachten alleen voor 2018. Omdat in Drachten de tellingen tijdens het graspollenseizoen van start gingen kon de start van het bloeiseizoen niet worden berekend. De rode punten staan voor het jaar 2018.

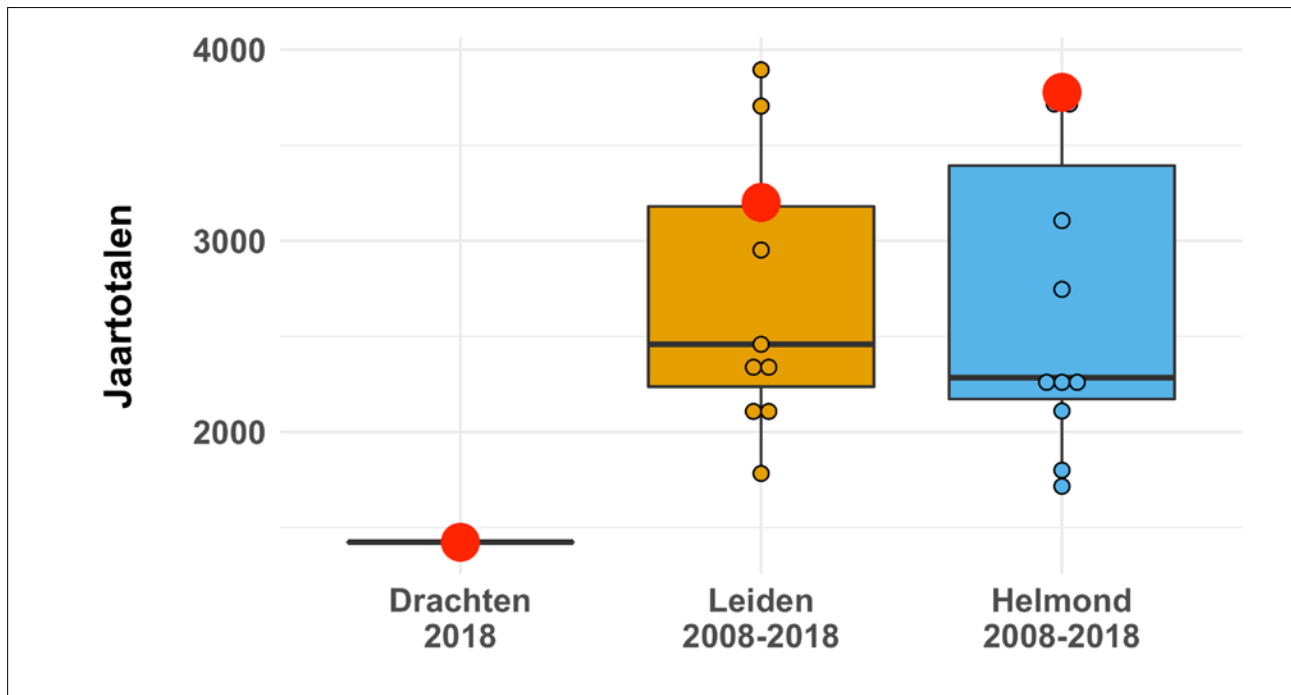
behandeling via www.lumc.nl/pollen (meetstation Leiden) of www.elkerliek.nl/Elkerliek/Hooikoorts/Pollentellingen.html (meetstation Helmond). Meetstation Helmond werkt ook samen met www.pollennieuws.nl, een informatieve website die ook een webapplicatie (app) aanbiedt. Er is niet alleen grote belangstelling voor de actuele tellingen, ook is er animo voor de meerdaagse voorspelling met behulp van een weerkaart van Nederland waarop de hoeveelheid stuifmeelkorrels in de lucht voor morgen en een aantal dagen later wordt weergegeven. Daar worden rekenmodellen zoals SILAM (<http://silam.fmi.fi/pollen.html>) of Cosmo-Art (<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home.html?tab=pollenprediction>) voor gebruikt.^{29,30} De voorspellingen voor Nederland worden inzichtelijk weergegeven op de website of app van pollennieuws.nl, voor graspollen van mei tot augustus ook op www.lumc.nl/hooikoorts-verwachting.

Apps worden steeds belangrijker voor de verspreiding van informatie over pollen en de voorspellingen hiervan. Momenteel zijn er veel websites en apps die pollen-voorspellingen geven. Aan de basis van voorspellingen

moeten de gemeten pollentellingen staan. Omdat die niet vrij beschikbaar zijn, zijn de voorspellingen van bijna alle pollen-apps niet op werkelijk gemeten pollen-data gebaseerd. Van deze inschattingen is het dan ook zeer twijfelachtig of dit betrouwbare voorspellingen zijn.

Pollentellingen kunnen ook op andere manieren worden gebruikt. Een mooi voorbeeld hiervan is te zien in München waar een 'pollenstoplicht' in een park te zien is: de actuele tellingen worden online direct naar het 'stoplicht' gestuurd, waarin de pollenwaarden in een lichtshow omgezet worden. Een display geeft aan welke pollenkorrels op dat moment worden geteld. Bij een grote hoeveelheid bloeit de zuil rood op; bij een kleine hoeveelheid groen.³¹ Het doel van het pollenstoplicht is het publiek bewust te maken van de beschikbaarheid van pollendata, die in dit geval online gegenereerd worden door de nieuwe automatische pollenval BAA500.

Een interessant detail is dat het pollenkunstwerk in Nederland is ontworpen en gebouwd. Een foto van de 4 meter hoge indicator is in *Figuur 2D* te zien.



FIGUUR 5. Hoeveelheid graspollen in de meetstations. Hierin wordt getoond hoeveel graspollen er in de verschillende gebieden op jaarbasis gemiddeld vliegen. Omdat Drachten pas vanaf 2018 data heeft, wordt alleen dit jaar vergeleken. De rode punten staan voor het jaar 2018.

POLLENMETINGEN IN DE TOEKOMST

Het tellen van pollen onder de microscoop is een arbeidsintensief proces waar men gemiddeld 2 dagen mee bezig is. Tevens zijn de tellingen pas 1 week later beschikbaar en daarom alleen in retrospectief te gebruiken; ze zijn dus niet live beschikbaar. Recent zijn er automatische pollentellers op de markt gekomen die geheel zelfstandig en live de concentratie van stuifmeelkorrels in de lucht kunnen meten en online kunnen distribueren.^{32,33}

Er zijn meerdere systemen in omloop die automatisch pollen kunnen tellen. Het meestgebruikte systeem staat al sinds jaren in Japan (zie ook <http://kafun.taiki.go.jp/>).³⁴ In Japan hebben we te maken met een bijzondere situatie. Daar is in het voorjaar slechts 1 dominant allergenpollentype in de lucht aanwezig, waarop de meeste patiënten in Japan allergisch reageren: *Cryptomeria japonica*. Deze stuifmeelkorrel is groot, ongeveer 30 μm , en daardoor makkelijk automatisch te herkennen.³⁵ Omdat er bovendien niet veel andere pollenkorrels in de lucht aanwezig zijn, hoeft het systeem alleen onderscheid te maken tussen wel of geen pollen van 30 μm en is het niet nodig het type te herkennen.

In Europa is het anders, daar moeten pollenkorrels wel op soortniveau herkend worden, omdat hier veel verschillende allergene pollensoorten voorkomen.²³ In Tabel 1 (op pagina 46) zijn de meestvoorkomende (meer of minder allergene) pollenkorrels weergegeven.

Meer dan 90% van de grotere deeltjes (>20 μm) in de lucht zijn geen pollenkorrels, maar worden door de meeste systemen makkelijk van pollen onderscheiden. Een probleem bij het standaardiseren van de automatische systemen is het ontbreken van een standaard, een bekende hoeveelheid lucht met een bekende hoeveelheid pollen van een bekende soort. Tot nu toe is de mens de standaard die de instrumenten vergelijkt. Het is echter niet ondenkbaar dat computers met vele voorbeelden het uiteindelijk beter kunnen dan de mens, zoals bij de detectie van melanoom werd aangetoond.³⁶

Een automatische pollenteller geschikt voor de Europese markt moet allergene (voor patiënten) en niet-allergene pollen (voor klimaatverandering) kunnen herkennen. Op het moment zijn er 2 geschikte automatische pollentellers op de markt: de Bio Aerosol Analyser BAA500 en de PLAIR Rapid-E.^{32,33} De BAA500 is een robotmicroscopie en werkt eigenlijk zoals de manuele methode met lichtmicroscopie, namelijk met beeldherkenning: de pollenkorrels worden op een plakplaat verzameld, onder de microscoop gelegd en gefotografeerd. De foto wordt geanalyseerd op ongeveer 200 parameters, zoals de diameter, lengte en oppervlakte van het deeltje, en op de aanwezigheid van uitstulpingen (kortom: beeldherkenning).

De parameters worden met referentieparameters uit bekende foto's vergeleken met behulp van geavanceerde

TABEL 1. Allergene pollen en andere (boom)pollen.

Allergene pollen	Andere boompollen		Andere pollen
Hazelaar (Corylus)	Esdoorn (Acer)	Wilg (Salix)	Brandnetel (Urticaceae/Parietaria)
Ambrosia (Ambrosia)	Taxus (Taxus/Juniperus)	Denneboom (Pinus)	Schermbloemenfamilie (Umbelliferae)
Berk (Betula)	Eik (Quercus)	Linde (Tilia)	Ganzenvoet (Chenopodium)
Gras (Poaceae)	Beuk (Fagus)	Populier (Populus)	Heidefamilie (Ericaceae)
Els (Alnus)	Es (Fraxinus)	Plataan (Platanus)	Hop (Humulus)
Weegbree (Plantago)	Kastanje (Castanea)	Iep (Ulmus)	Composieten (Compositae)
Bijvoet (Artemisia)	Cipres (Cupressaceae)	Haagbeuk (Carpinus)	Kruisbloemenfamilie (Cruciferae)
Zuring (Rumex)			

computeranalysemethoden (neuraal netwerk). Deze vergelijking bepaalt dan welke pollenkorrel het is. Afhankelijk van het type pollen gaat dat goed tot uitstekend.³² De grootste valkuil van de BAA500 is dat sommige pollenkorrels niet worden herkend, maar worden getypeerd als ‘deze pollenkorrel ken ik niet’. Meestal komt dat omdat ook een stuifmeelkorrel een ‘bad hair day’ kan hebben. Zo kan de korrel een klein beetje afwijken van de ideale vorm of ‘vies’ zijn, waardoor de robot hem niet meer goed kan identificeren. Het foutpercentage van de BAA500 is vergelijkbaar met die van de manuele methode, maar is wel constant en onafhankelijk van een variabele menselijke fout. De machinale fout kan tevens door training van het neurale netwerk worden verbeterd.

De PLAIR Rapid-E werkt anders: elk deeltje wordt met 2 roodlicht-lasers en een UV-laser beschoten, waarna meerdere parameters worden geanalyseerd (zoals lichtstrooiing, fluorescentie en reflectiespectrum). Deze parameters worden vergeleken met de parameters van bekende monsters, waardoor de identiteit van een deeltje bepaald kan worden.³³ In het laboratorium functioneert PLAIR Rapid-E goed; in het veld zijn nog geen duidelijke resultaten beschikbaar.

Welk automatisch instrument het meest geschikt is voor de pollentelling is nog niet bekend. Dit komt omdat de apparaten nog niet op dezelfde plaats met elkaar vergeleken zijn. Naast deze 2 methoden zijn er nog meer in ontwikkeling, maar nog niet in de praktijk getest. Het is te verwachten dat er steeds meer en steeds goedkopere meetinstrumenten zullen komen.

Betrouwbare informatie over wanneer welke pollenkorrel in de lucht voorkomt, is van groot belang voor allergiepatiënten om grip te krijgen op hun ziekte. Een van de weinige economische berekeningen toonde aan dat in Bei-

eren ongeveer 600 miljoen euro per jaar aan allergische ziektes wordt uitgegeven, terwijl een modern pollenmeetnet voor dit gebied ongeveer 400.000 euro kost.³⁷ Als dit meetnet 0,1% van de kosten voor allergische ziektes zou besparen, zou het al kostenneutraal zijn.

CONCLUSIE

Vandaag de dag worden pollenkorrels in bijna heel Europa met een manuele, arbeidsintensieve methode bepaald, waarbij de financiering meestal door privé-instituten wordt verzorgd. Het zal duidelijk zijn dat data dan niet vrij beschikbaar kunnen zijn en dat het ook meestal niet mogelijk is om manueel snel, bijvoorbeeld binnen een dag, data te leveren.

Ook in Nederland betalen een universitair medisch centrum, een ziekenhuis en een bedrijf ieder hun eigen meetstation. Hoewel beide ziekenhuizen al tientallen jaren de pollentellingen op eigen kosten leveren, is het voortbestaan van deze privé-meetstations onzeker. Daarbij is nog niet in ogenschouw genomen dat het aantal meetstations in Nederland te gering is om de pollenverdeling in het land goed in kaart te brengen.

Een mogelijke manier om de bestaande meetstations in stand te houden en het netwerk van meetstations wellicht uit te breiden is door de arbeidsintensieve manuele pollentellingen te vervangen door automatische pollentellers met een online datadistributie. Dan kunnen de verschillende websites en apps hun meerdaagse voorspelling op werkelijke gemeten pollenwaarden baseren.

De automatische pollentellers zijn tot op heden nog erg duur en de bestaande meetstations zijn dan ook niet bij machte een automatische pollenteller aan te schaffen. Tot het zover is, is het echter belangrijk de bestaande metin-

AANWIJZINGEN VOOR DE PRAKTIJK

- 1 Ondanks dat 1 op de 5 Nederlanders allergisch op pollen reageert, worden pollenkorrels in Nederland maar door 3 privé-initiatieven geteld: door meetstations in Helmond en Leiden en sinds 2018 ook in Drachten. Het is twijfelachtig of deze 3 meetstations afdoende zijn om de pollenverdeling in Nederland betrouwbaar weer te geven.**
- 2 Er zijn veel pollenvoorspellingen te vinden op internet en in apps. Deze informatie is, op een enkele uitzondering na, veelal niet gebaseerd op de werkelijke pollentellingen. De juistheid van de informatie op deze sites en apps is dan ook twijfelachtig.**
- 3 De Nederlandse bevolking zou veel baat hebben bij een netwerk van geautomatiseerde meetstations dat de pollentellingen kosteloos, real-time en online ter beschikking stelt.**
- 4 Een netwerk van commerciële pollentellingen is niet beschikbaar. Blijkbaar moet dit uit gemeenschappelijke middelen gefinancierd worden.**

gen in stand te houden en de lange tijdreeksen gedegen in de nieuwe automatische methode te laten overgaan. Zo'n hybridesysteem van manuele en automatische systemen wordt in Zwitserland en Beieren opgezet.³⁸

REFERENTIES

1. Akdis C, Hellings P, Agache I. Global atlas of allergic rhinitis and chronic rhinosinusitis. Zurich: EAACI; 2015.
2. Maurer M, Zuberbier T. Undertreatment of rhinitis symptoms in Europe: findings from a cross-sectional questionnaire survey. *Allergy* 2007;62:1057-63.
3. Burbach GJ, Heinzerling LM, Edenharter G, et al. GA(2)LEN skin test study II: clinical relevance of inhalant allergen sensitizations in Europe. *Allergy* 2009;64:1507-15.
4. Haahtela T, Laatikainen T, Alenius H, et al. Hunt for the origin of allergy - comparing the Finnish and Russian Karelia. *Clin Exp Allergy* 2015;45:891-901.
5. Asher MI, Montefort S, Björkstén B, et al. Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC Phases One and Three repeat multicountry cross-sectional surveys. *Lancet* 2006;368:733-43.
6. Haftenberger M, Laussmann D, Ellert U, et al. Prevalence of sensitisation to aeroallergens and food allergens: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2013;56:687-97.
7. Platts-Mills TA. The allergy epidemics: 1870-2010. *J Allergy Clin Immunol* 2015;136:3-13.
8. Lambert KA, Bowatte G, Tham R, et al. Residential greenness and allergic respiratory diseases in children and adolescents - A systematic review and meta-analysis. *Environ Res* 2017;159:212-21.
9. Lambrecht BN, Hammad H. The immunology of the allergy epidemic and the hygiene hypothesis. *Nat Immunol* 2017;18:1076-83.
10. Ohnmacht C. Microbiota, regulatory T cell subsets, and allergic disorders. *Allergo J Int* 2016;25:114-23.
11. Schmitz R, Kuhnert R, Thamm M. 12-Monats-Prävalenz von Allergien in Deutschland. *J Health Monitor* 2017;2:77-82.
12. Marquardt H, Schäfer SG. Lehrbuch der Toxikologie. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH; 2004.
13. Muraro A, Roberts G. Allergen Immunotherapy Guidelines Part 2: Recommendations. Zurich: EAACI; 2017.
14. Calderon MA, Alves B, Jacobson M, et al. Allergen injection immunotherapy for seasonal allergic rhinitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2007:CD001936.
15. Van der Valk JP, De Jong NW, Gerth van Wijk R. Review on immunotherapy in airway allergen sensitised patients. *Neth J Med* 2015;73:263-9.
16. Zielen S, Devillier P, Heinrich J, et al. Sublingual immunotherapy provides long-term relief in allergic rhinitis and reduces the risk of asthma: A retrospective, real-world database analysis. *Allergy* 2017;72:1-13.
17. Casale TB, Condemni J, LaForce C, et al. Effect of omalizumab on symptoms of seasonal allergic rhinitis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2001;286:2956-67.
18. Dantzer JA, Wood RA. The use of omalizumab in allergen immunotherapy. *Clin Exp Allergy* 2018;48:232-40.
19. Hirst JM. An automatic volumetric spore trap. *Ann Appl Biol* 1952;39:257-65.
20. Galan C, Smith M, Thibaudon M, et al. Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis. *Aerobiologia* 2014;30:385-95.
21. Maya-Manzano J, Fernandez-Rodríguez S, Silva-Palacios I, et al. Comparison between two adhesives (silicone and petroleum jelly) in Hirst pollen

- traps in a controlled environment. *Grana* 2017;57:1-7.
22. Verein-Deutsche-Ingenieure. Ermittlung von Pollen und Sporen in der Außenluft unter Verwendung einer volumetrischen Methode für ein Messnetz zu allergologischen Zwecken. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL. VDI 4252, 2017.
 23. Winkler H, Ostrowski R, Wilhelm M. Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst. Paderborn: Takt Verlag, 2001.
 24. Buters JTM, Antunes C, Galveias A, et al. Pollen and spore monitoring in the world. *Clin Transl Allergy* 2018;8:9-13.
 25. Pfaar O, Bastl K, Berger U, et al. Defining pollen exposure times for clinical trials of allergen immunotherapy for pollen-induced rhinoconjunctivitis - an EAACI position paper. *Allergy* 2017;72:713-22.
 26. Durham SR, Nelson HS, Nolte H, et al. Magnitude of efficacy measurements in grass allergy immunotherapy trials is highly dependent on pollen exposure. *Allergy* 2014;69:617-23.
 27. Oteros J, Garcia-Mozo H, Alcazar P, et al. A new method for determining the sources of airborne particles. *J Environ Manage* 2015;155:212-8.
 28. Oteros J, Sofiev M, Smith M, et al. Building an automatic Pollen Monitoring Network (ePIN): Selection of optimal stations by clustering pollen zones. In press, *Sci Tot Environ*, 2019.
 29. Sofiev M, Vira J, Kouznetsov R, et al. Construction of the SILAM Eulerian atmospheric dispersion model based on the advection algorithm of Michael Galperin. *Geosci Model Dev* 2015;8:3497-522.
 30. Zink K, Vogel H, Vogel B, et al. Modeling the dispersion of *Ambrosia artemisiifolia* L. pollen with the model system COSMO-ART. *Int J Biometeorol* 2012;56:669-80.
 31. Buters J, Schmidt-Weber C, Oteros J. Next generation pollen monitoring and dissemination. *Allergy* 2018;73:1944-5.
 32. Oteros-Moreno J, Pusch G, Weichenmeier I, et al. Automatic and on-line pollen monitoring. *Int Arch Allergy Clin Immunol* 2015;167:158-66.
 33. Crouzy B, Stella M, Konzelmann T, et al. All-optical automatic pollen identification: Towards an operational system. *Atmos Environ* 2016;140:202-12.
 34. Kawashima S, Clot B, Fujita T. An algorithm and a device for counting air pollen automatically using laser optics. *Atmos Environ* 2007;41:7987-93.
 35. Ishibashi Y, Ohno H, Oh-ishi S. Characterization of pollen dispersion in the neighborhood of Tokyo, Japan in the spring of 2005 and 2006. *Int J Environ Res Public Health* 2008;5:76-85.
 36. Haenssle HA, Fink C, Schneiderbauer R, et al. Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists. *Ann Oncol* 2018;29:1836-42.
 37. Ewert T. Gesundheitsökonomische und arbeitsökonomische Kosten der Pollenallergie in Bayern. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit 2015; Aktenzeichen GE6-2495-06-V63-D23788/2015.
 38. Weber A. Pollenmonitoring – Current Development. *Umwelt-Hygiene-Arbeitsmedizin* 2017;22:35-44.

<https://epin.lgl.bayern.de/pollenflug-aktuell>

https://modeling-jesus-rojo.shinyapps.io/pollen_app1/