

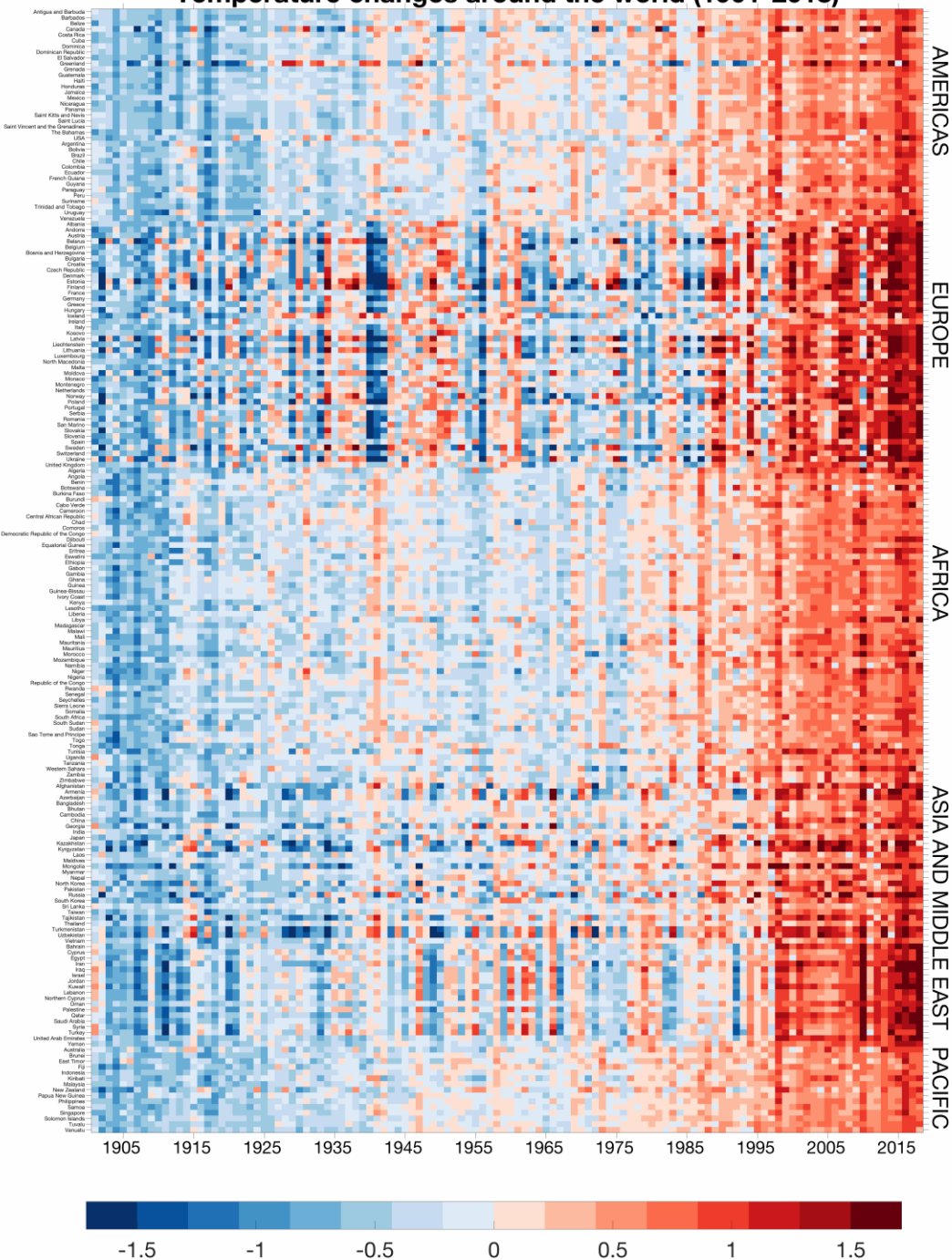
Pneumologie

Einfluss Umweltbelastung und Klima auf Lungengesundheit

Oster-Seminar-Kongress,
Brixen 2024

Bianca Schaub
Prof. Dr. med. univ.
Dr. von Haunersches Kinderspital

Temperature changes around the world (1901-2018)



Temperaturveränderungen weltweit: 1901-2018

„Warming stripes“

Nach Ed Hawkins, climate scientist at University of Reading Climate Lab Book (21 July 2019).



Kinder von 2020 im Vgl. zu 1960 – Unterschiede der lebenslangen Exposition zu Extrem-Ereignissen (Pariser Klimaabkommen: 1.5 Grad Ziel)

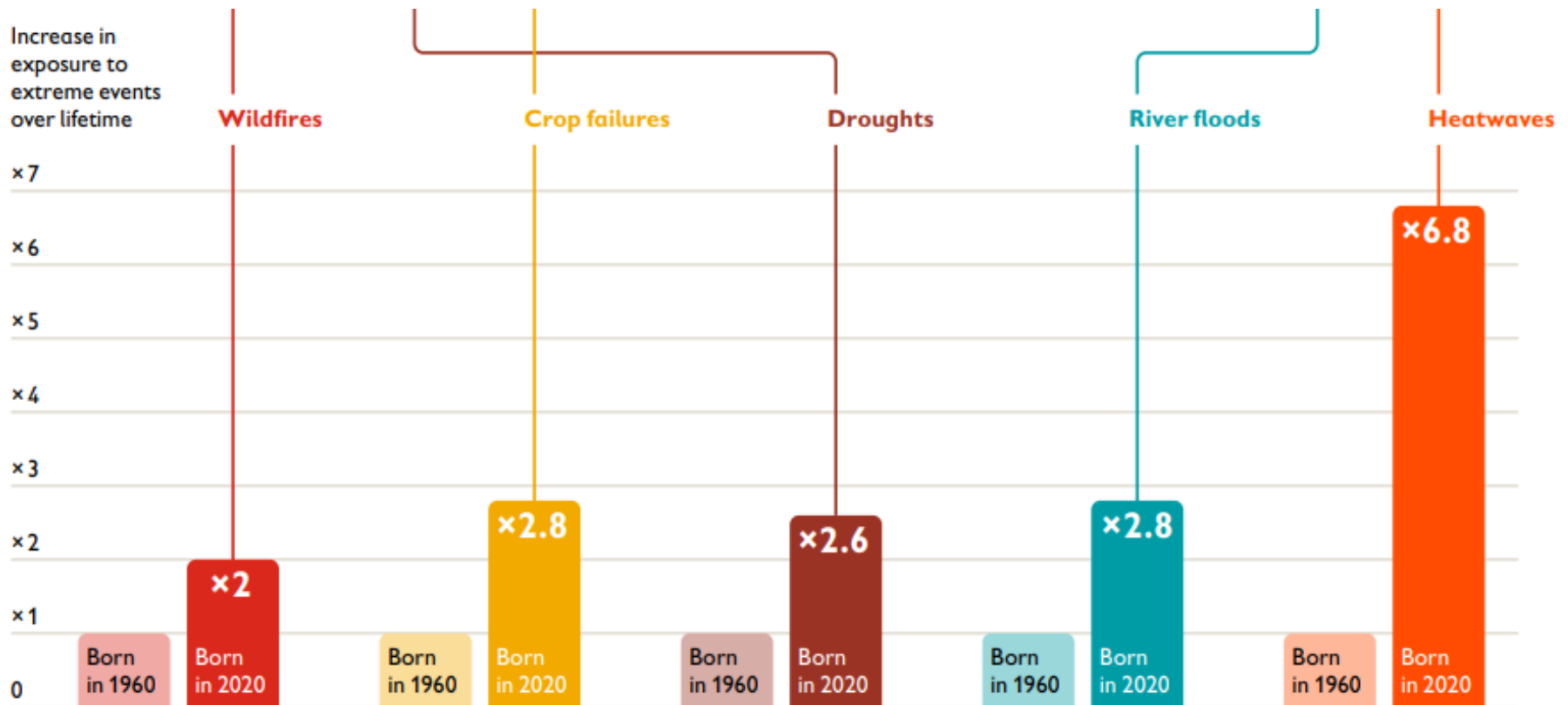
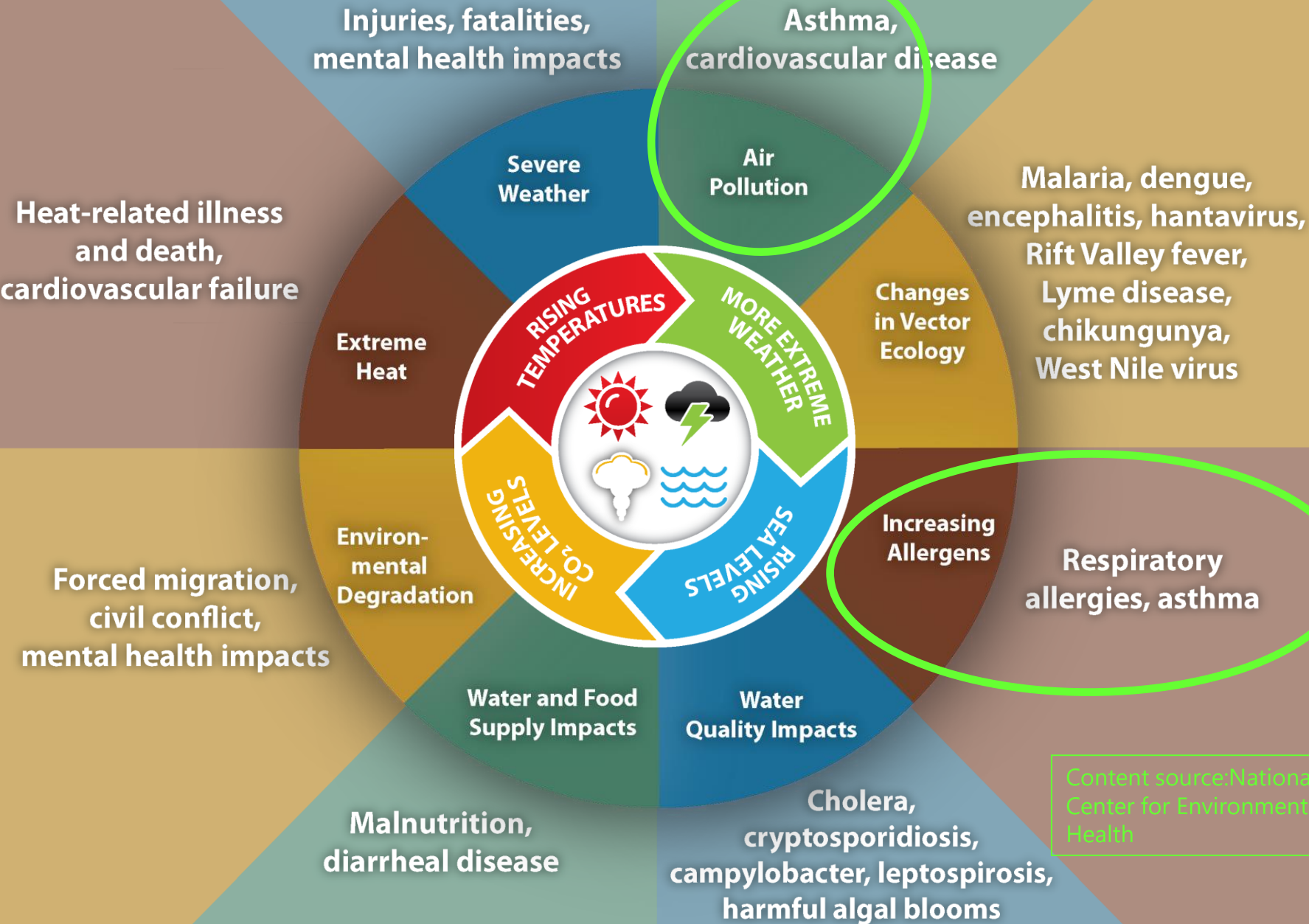


Figure 1
Lifetime exposure to extreme events under
Paris Agreement pledges for children born in
2020 compared to that of a person born in 1960

Impact of Climate Change on Human Health



Content source: National Center for Environmental Health

Luftschadstoffe, Temperatur, Wetter,

und deren Effekt auf.....

- Asthma, Asthma Exazerbationen
- Allergische Rhinitis/Konjunktivitis
- Gewitterasthma
- Und noch mehr.....

Relevante Luftschadstoffe

1. **Ozon = O_3** , eher kurzfristige Effekte / ausgeprägt
2. **Stickoxide = NO_x** – v.a. durch Diesel
3. **Feinstäube – *particulate matter* = PM_{10} , $PM_{2.5}$**
mittel / langfristige Effekte
 - * Straßenverkehr (Auspuffabgase, Bremsen, Reifenabrieb)
 - * Kaminöfen, Heizungen
 - * Heizwerke, Metall-, Stahlerzeugung
 - * Feinstaub (sekundär z.B. aus SO_2 u. Ammoniak= NH_3)
 - * Waldbrände
4. **VOC (flüchtige organische Stoffe), CO (Kohlenmonoxid)**
5. **Toxische Verbrennungsprodukte**
 - * aus Waldbränden, *wild/bushfire* – z.B. Rußpartikel



Umweltverschmutzung und Lungenschäden

Internationales Umwelt- Komitee
Schraufnagel et al. Chest, 2018 Nov 9

Oxidativer Stress

- Lipidperoxidation, ↓ Antioxidantien
- Entzündung (CrP, Fibrinogen, Leukozyten ↑)
- ↑ Adhäsion, Viskosität, Zytokine
- Veränderung Endothel

Direkte Effekte des Immunsystems (angeboren/erworben)

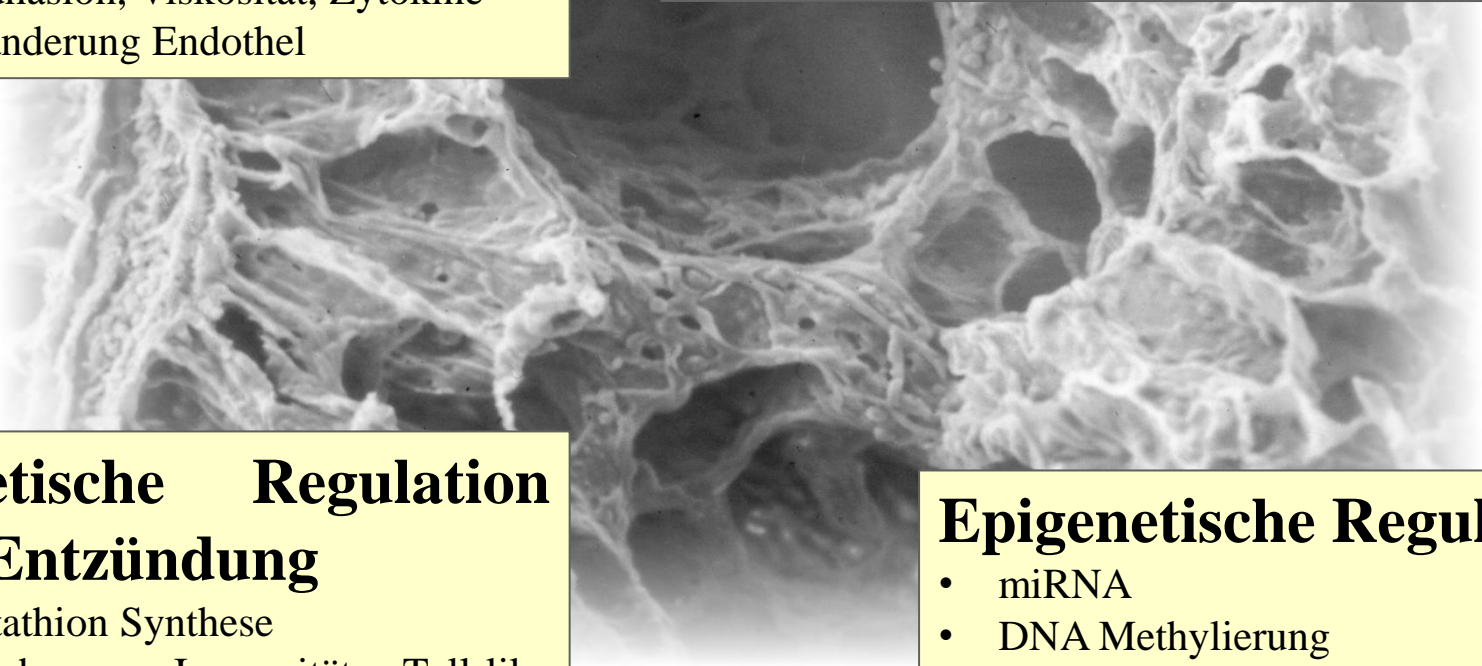
- ↓ Interferon g
- Veränderung von Th1, Th2 Zellen

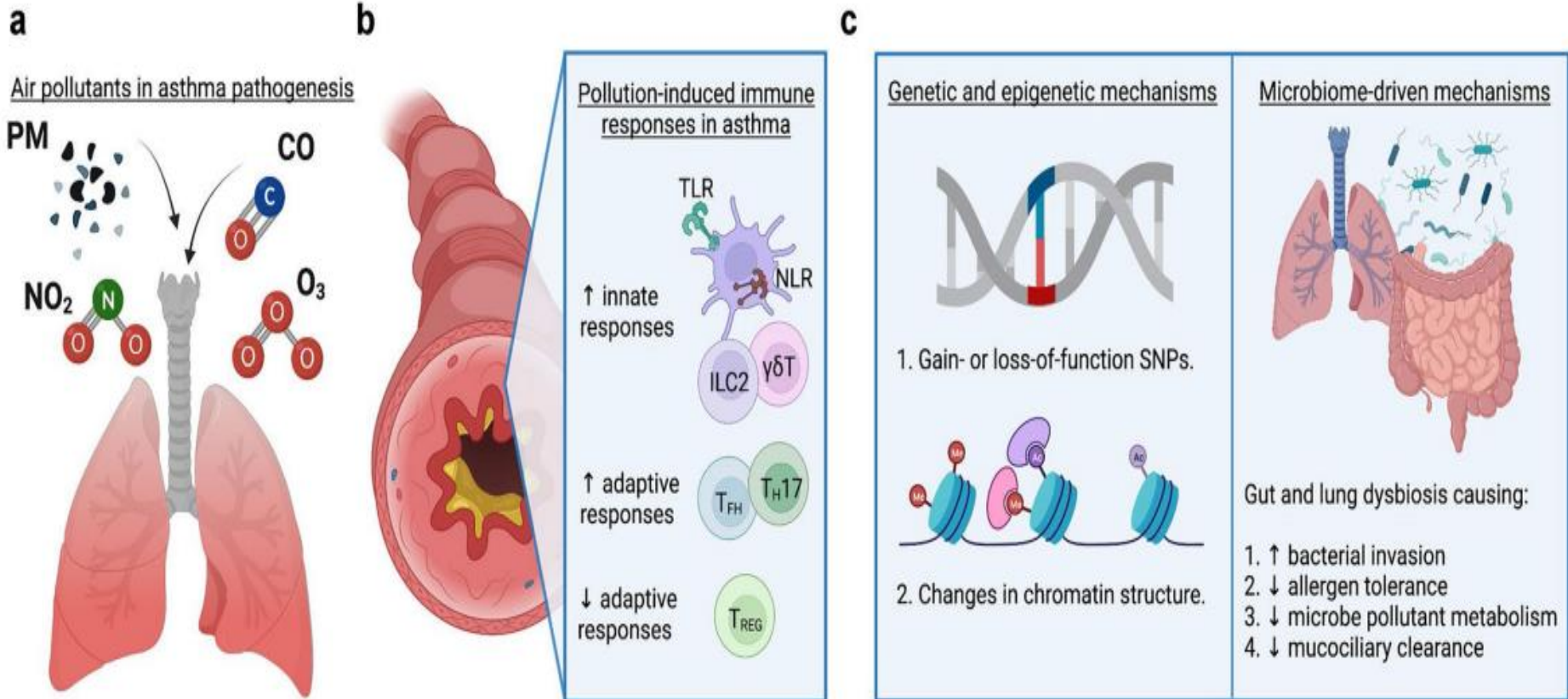
Genetische Regulation von Entzündung

- Glutathion Synthese
- Angeborene Immunität: Toll-like Rezeptoren, Wachstumsfaktoren

Epigenetische Regulation

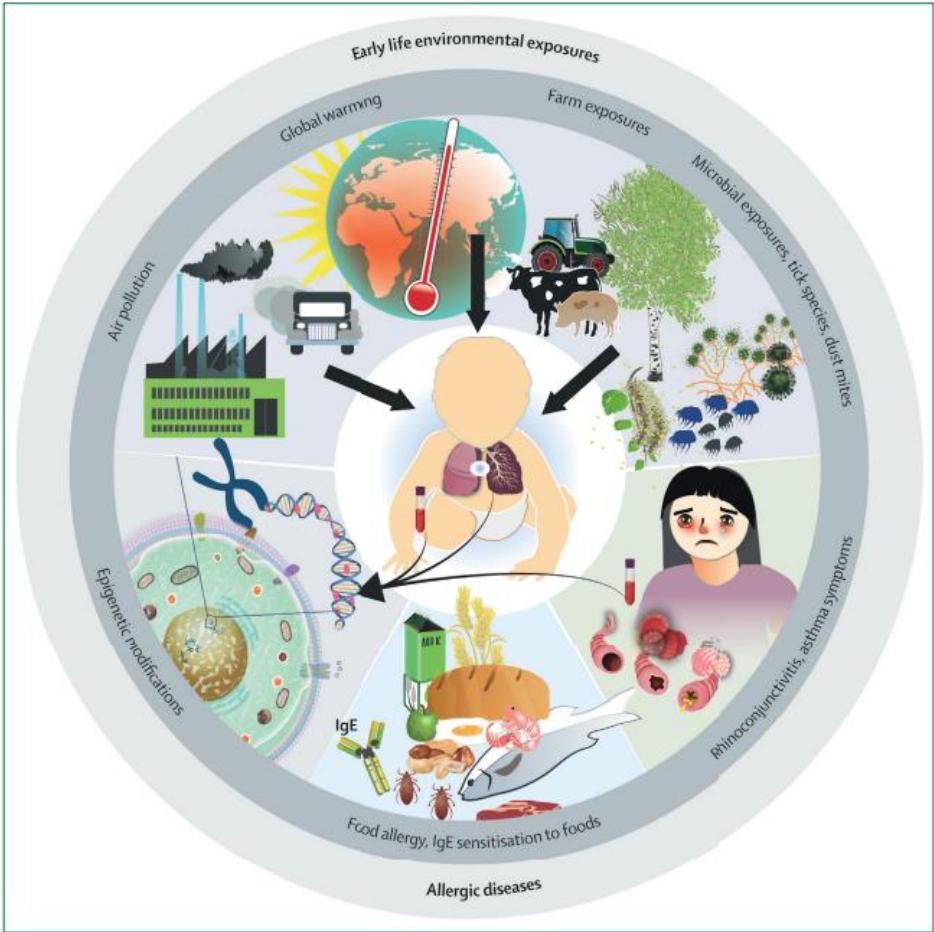
- miRNA
- DNA Methylierung
- Histon Acetylierung





Zunehmender Einfluss von Luftqualität auf Lungenerkrankungen

- Ablagerung von feinen Partikeln (PM_{2.5}) in den kleinen Atemwegen
- Epigenetische Regulation: kann benigne u. maligne Lungenerkrankungen verursachen
- Weitere Schadstoffkonzentrationen werden erhöht
- Allergenkonzentrationen ↑↑
- Veränderung des Allergenspektrums, Pollenmenge u. Dauer: längerer Zeitraum
- Zunahme der Allergenität bei einigen Pollen und der Zusammensetzung



- Simulationen: pro kg KG hat ein Kind 4x höhere Dosis der Partikel in Atemwegen
- Mehr *outdoor*: 50% längere Pollensaison, 8 % höhere Pollenkonzentration
- Neue Pollenverteilung, zusammen mit höherer Temp., u. veränderter Biodiversität
- ↑Exposition: NM-Allergene, Inhalationsallergene
- Exposition: epigenetische Veränderungen über längeren Zeitraum

Globale Belastung durch Umweltverschmutzung für Asthma

- 2019, chronisch respiratorische Erkrankungen: dritthäufigste Todesursache – Prävalenz von 454.6 Mio Fällen (417.4–499.1) weltweit
- **Asthma:** 262.4 Mio (224.1–309.5) Prävalenz, Gesamtfälle altersstandardisiert geringer
- *Disability-adjusted life years (DALYs):*
 - durch **1) Rauchen**
 - 2) Umweltverschmutzung**
 - 3) Arbeitsexposition**
- Hohe Temperatur und erhöhter BMI als zusätzliche Risiken

Rolle der Umweltschadstoffe

European Lung White Book, 2003 (ERS)

WHO Publikation: Luftverschmutzung und Kindergesundheit

- **Ca. 15 % der Asthma-Erkrankung bei Kindern weltweit** aufgrund von Umweltschadstoffen
- **Ca. 15 % Exazerbationen von Asthma** aufgrund von Umweltschadstoffen
- Studien mit Kindern: NO₂-Konzentration >20 µg/m³ in der Außenluft
↑ Hospitalisierungen - schwere untere **Atemwegsinfektionen**, Folgeerkrankungen der Lunge / Atemwege
- Vilnius Deklaration für chronische Atemwegserkrankungen – Kampf gegen Luftverschmutzung – EU Gesundheitsstrategie
Valiulis et al. Clin Transl Allergy. 2019 Jan 28;9:7
- Bestätigt durch MUPPITS1- u ICATA Kohorten (USA): > 600 Kinder: Luftverschmutzung als unabhängiger Risikofaktor für Asthma Exazerbationen (nicht-viral) bei Kindern in Städten (USA), reduzierte Lungenfunktion, unabhängig von Infekten

Altman et al. Lancet Planet Health. 2023 Jan;7(1):e33-e44.

WHO Air pollution and childrens health: Okt. 2018, WHO ref number: WHO/CED/PHE/18.01

WHO Air pollution: March 2024, <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>

https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/K/Klimawandel_Gesundheit/KlimGesundAkt.html

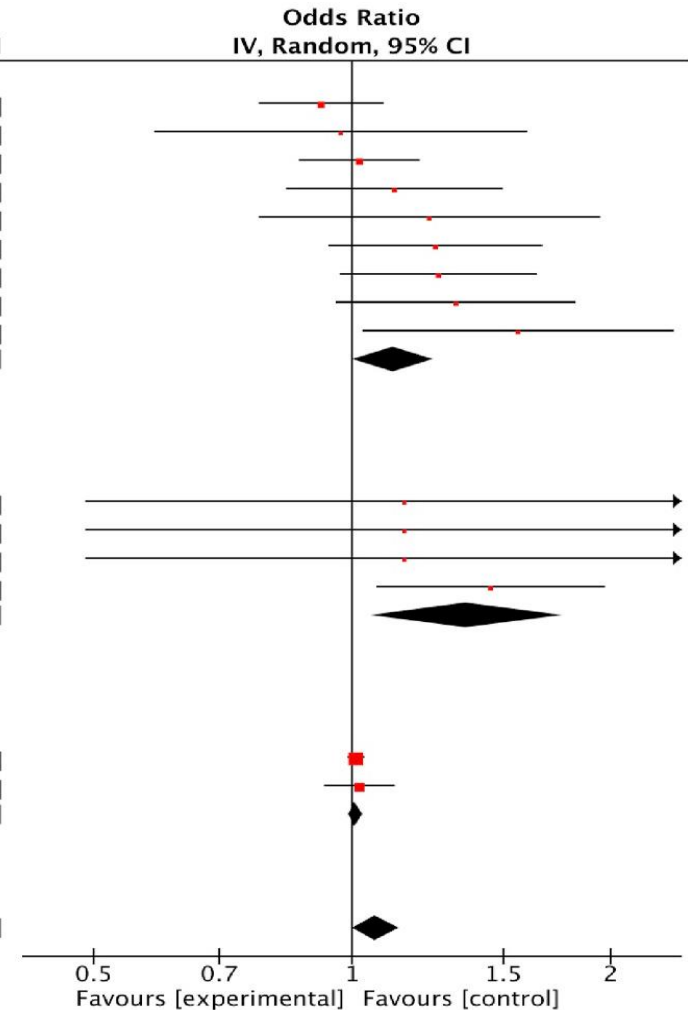
<https://www.ersnet.org/the-european-lung-white-book/>

Die ersten 1000 Tage: Verkehr und erhöhtes Risiko für Wheeze und Asthma im Kindesalter

- Systemat. Review von Geburtskohorten, 1/2000-5/2020
- 9681 Berichte: 26 Studien mit 21 Kohorten inkludiert, meist PM u NO_x
- 10 Kohorten: Exposition in der Schwangerschaft – konsistent **erhöhtes Risiko für Asthma** (besonders 2. Trimenon), für *wheeze* nicht klar
- Erste Lebensjahre **erhöhtes Risiko für Asthma** (PM: 7/10 Studien; NO_x 11/13 Studien), für *wheeze* nicht sicher

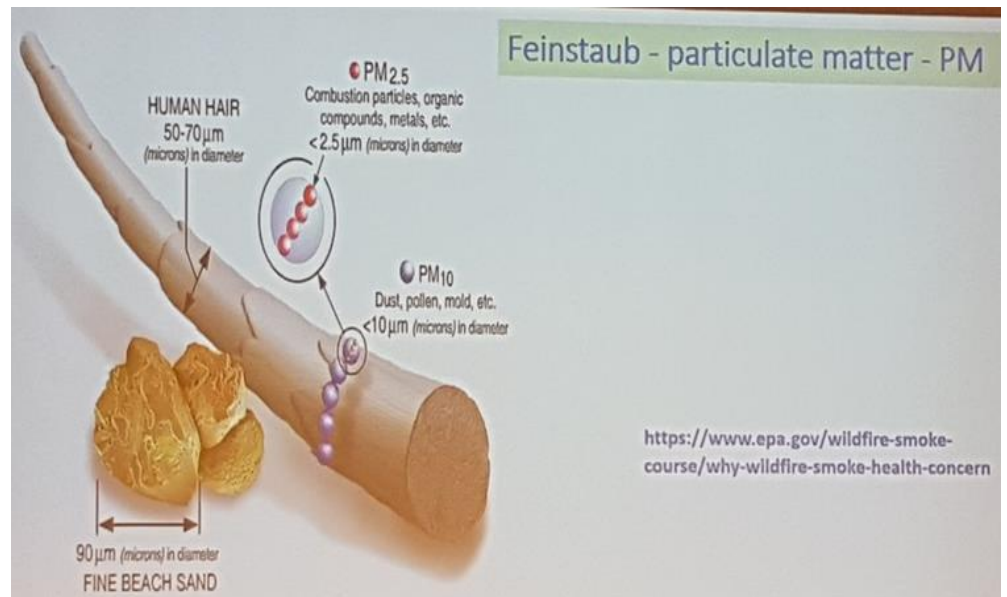
Verkehr und erhöhtes Risiko für Asthma im Kindesalter

Study or Subgroup	log[Odds Ratio]	SE	Weight	Odds Ratio IV, Random, 95% CI
1.1.1 Europe				
Gehring et al., 2002	-0.0834	0.0842	10.0%	0.92 [0.78, 1.09]
Fuertes et al., 2013	-0.0305	0.2537	1.5%	0.97 [0.59, 1.59]
Yang et al., 2016	0.0198	0.0812	10.5%	1.02 [0.87, 1.20]
Brauer et al., 2002	0.1133	0.1468	4.1%	1.12 [0.84, 1.49]
Mölter et al., 2014	0.207	0.2324	1.8%	1.23 [0.78, 1.94]
Gehring et al., 2015	0.2231	0.1454	4.1%	1.25 [0.94, 1.66]
Gehring et al., 2010	0.2311	0.1335	4.8%	1.26 [0.97, 1.64]
Brauer et al., 2007	0.2776	0.1625	3.4%	1.32 [0.96, 1.82]
Morgenstern et al., 2008	0.4447	0.2118	2.1%	1.56 [1.03, 2.36]
Subtotal (95% CI)			42.2%	1.12 [1.00, 1.25]
Heterogeneity: $\tau^2 = 0.01$; $\chi^2 = 11.55$, $df = 8$ ($P = 0.17$); $I^2 = 31\%$				
Test for overall effect: $Z = 1.99$ ($P = 0.05$)				
1.1.2 Asia				
Emilia Zainal Abidin., 2014	0.1398	0.4353	0.5%	1.15 [0.49, 2.70]
Abidin et al., 2014	0.1398	0.4353	0.5%	1.15 [0.49, 2.70]
Abidin et al., 2014	0.1398	0.4353	0.5%	1.15 [0.49, 2.70]
Wang et al., 2016	0.3716	0.1551	3.7%	1.45 [1.07, 1.97]
Subtotal (95% CI)			5.3%	1.36 [1.05, 1.76]
Heterogeneity: $\tau^2 = 0.00$; $\chi^2 = 0.62$, $df = 3$ ($P = 0.89$); $I^2 = 0\%$				
Test for overall effect: $Z = 2.33$ ($P = 0.02$)				
1.1.3 North America				
Clark et al., 2010	0.01	0.0102	33.1%	1.01 [0.99, 1.03]
Nishimura et al., 2013	0.0198	0.0471	19.4%	1.02 [0.93, 1.12]
Subtotal (95% CI)			52.5%	1.01 [0.99, 1.03]
Heterogeneity: $\tau^2 = 0.00$; $\chi^2 = 0.04$, $df = 1$ ($P = 0.84$); $I^2 = 0\%$				
Test for overall effect: $Z = 1.05$ ($P = 0.30$)				
Total (95% CI)				
			100.0%	1.07 [1.00, 1.13]
Heterogeneity: $\tau^2 = 0.00$; $\chi^2 = 19.71$, $df = 14$ ($P = 0.14$); $I^2 = 29\%$				
Test for overall effect: $Z = 2.02$ ($P = 0.04$)				
Test for subgroup differences: $\chi^2 = 8.11$, $df = 2$ ($P = 0.02$), $I^2 = 75.3\%$				



Verkehr – einzelne Komponenten

- PM_{2.5} (meta-OR = **1.07**, 95% CI:1.00–1.13),
- NO₂ (meta-OR = **1.11**, 95% CI:1.06–1.17), Benzene (meta-OR: 1.21, 95% CI:1.13–1.29)
- TVOC, „totale volatile organische *Pollutants*“ (meta-OR:**1.06**, 95% CI: 1.03–1.10).



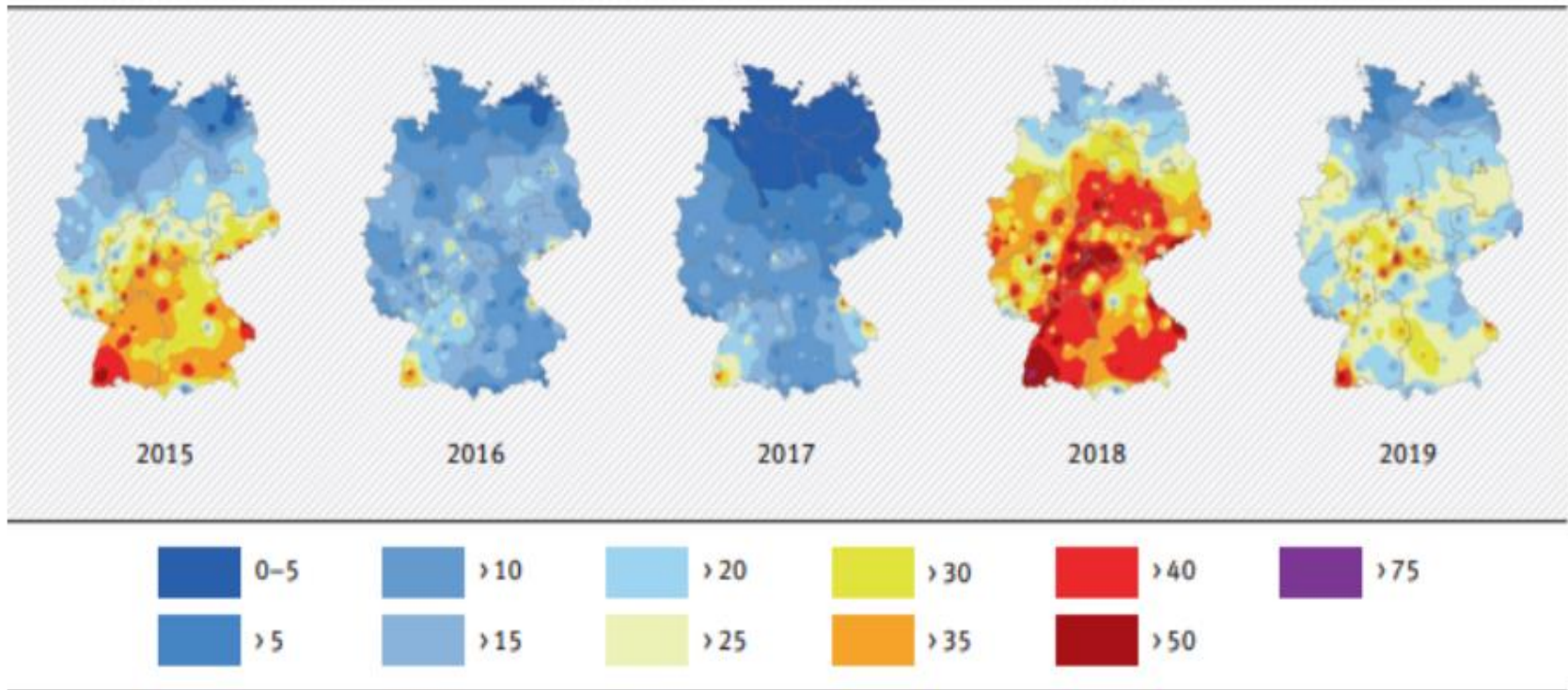
Umweltverschmutzung und Asthma, Rhinitis und Lungenfunktion bei Erwachsenen

- RHINESSA-Studie, Norwegen/Schweden, N=3428 Teilnehmer, NO₂, Partikelgröße (PM₁₀, PM_{2.5}), Ruß (black carbone, BC), Ozon (O₃), “*greenness*” (Vegetations-index, NDVI) in bestimmten Zeitfenstern: 0–10 J, 10–18 J, Lebenszeit, Erwachsenenalter
- Arzt diagnose Asthma Exazerbation (12 M), Rhinitis, reduzierte Lungenfunktion (z-scores FEV₁, FVC, FEV₁/FVC < 1.64)
- Exposition zu Umweltverschmutzung im Kindesalter, Adoleszenz und Erwachsenenalter → erhöhtes Risiko für Asthma Exazerbationen, Rhinitis, reduzierte Lungenfunktion im Erwachsenenalter (OR 1.29 bis 2.25).
- “*Greenness*” - nicht mit Asthma o. Rhinitis assoziiert, aber Risiko für reduzierte Lungenfunktion (OR 1.39-1.74).


Ozon und Langzeiteffekte auf die Lungengesundheit

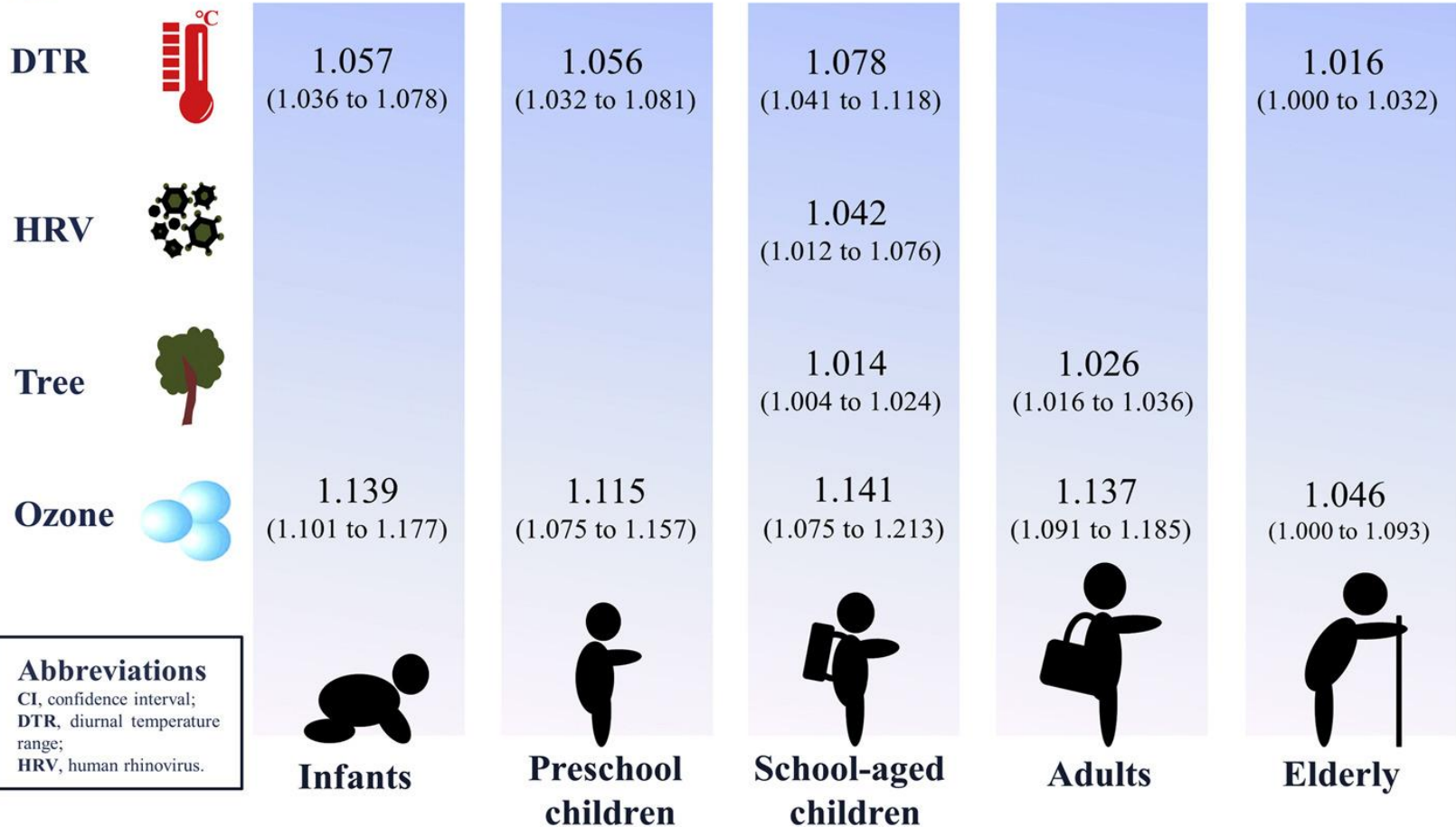
- Kinder bis zum 12. LJ: Lungenwachstum reduziert
- Jugendliche /Erwachsene: Lungenfunktion eingeschränkt
- Verschlechterung eines Asthma bronchiale
- ↑ COPD (Schäden Elastizität, vorzeitige Gewebsalterung)
- ↑ Atemwegserkrankungen, ↑ Krankenhaus-Einweisungen
- Langzeitbelastung: Erhöhte Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen

Räumliche Verteilung der Anzahl der Tage mit Überschreitungen des 120 µg/m³ Schwellenwertes



Effekt von Ozonexposition auf Asthmaexazerbationen

 **Relative risk (95% CI) of asthma exacerbations**



Abbreviations
 CI, confidence interval;
 DTR, diurnal temperature range;
 HRV, human rhinovirus.

Was sagt die Leitlinie

Kopp et al. S3 Guideline Allergy prevention, Allergol Select 2022, 6: 61-97. www.awmf.org.

Auch aktuelle Arbeiten stützen die Empfehlungen zu Luftschadstoffen:

- Die aktive und passive Exposition gegenüber Tabakrauch erhöhen das Allergierisiko und **sind deshalb zu vermeiden**.
- Die Exposition gegenüber Stickoxiden, Ozon und kleinen Partikeln (PM 2,5) ist mit einem erhöhten Risiko, besonders für Asthma, verbunden.
- Daher sollte die Exposition gegenüber Emissionen gegenüber Stickoxiden, Ozon und kleinen Partikeln (PM 2,5) gering gehalten werden.

Die Autor:innen dieser Leitlinie sprechen sich einhellig für den Erlass entsprechender Verordnungen zur Minimierung dieser Luftschadstoffe aus.

Epidemiologische Evidenz

- Exposition zu Bränden („wildfire smoke“)

➤ Asthma:

- * Hospitalisierung
- * Asthma Notaufnahme Vorstellung
- * Symptome
- * Neuauftreten

➤ COPD:

- * Hospitalisierung
- * Asthma Notaufnahme Vorstellung
- * Symptome
- * Neuauftreten

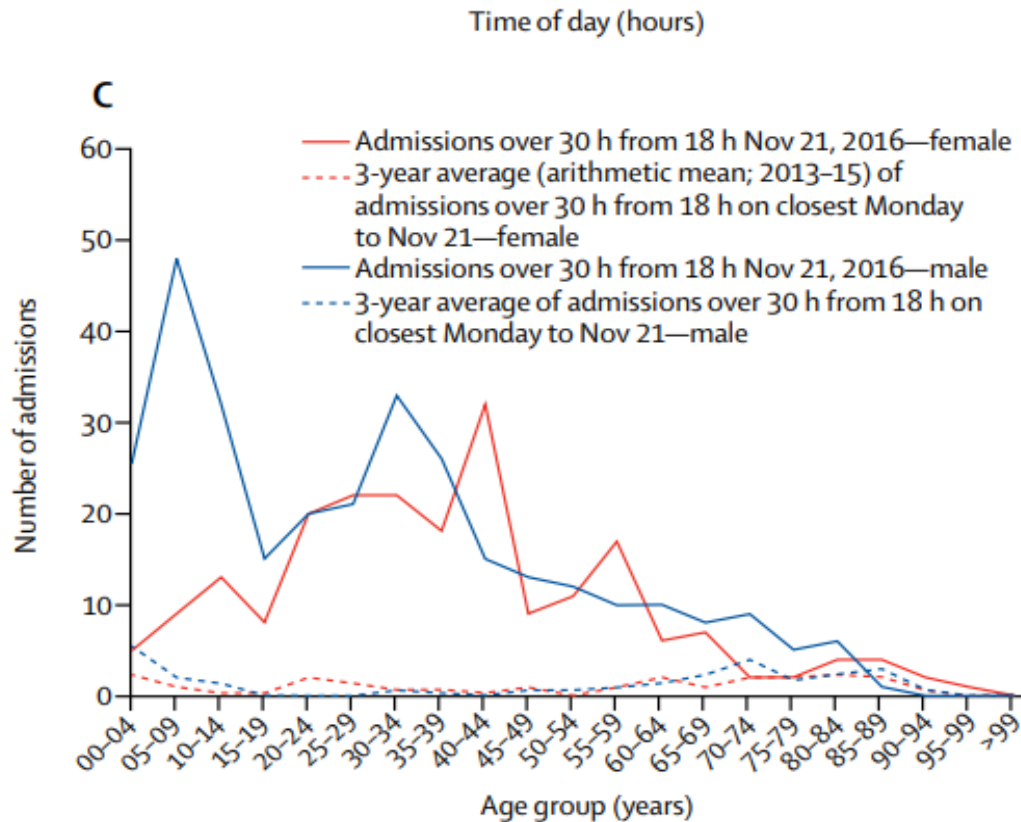
➤ Respir. Infektionen

➤ Lungenkrebs

➤ Respir. Mortalität: 8.7 Mio vorzeitige Todesfälle

Melbourne Gewitter: 21.11.2018

Gewitterasthma – „*thunderstorm asthma*“



Stationäre Aufnahmen
wg. Asthma innerhalb
von 30h
Peak bei Kindern
(männl)

Nachuntersuchungen über 5 Jahre nach Gewitterasthma in Australien: Asthmasymptome

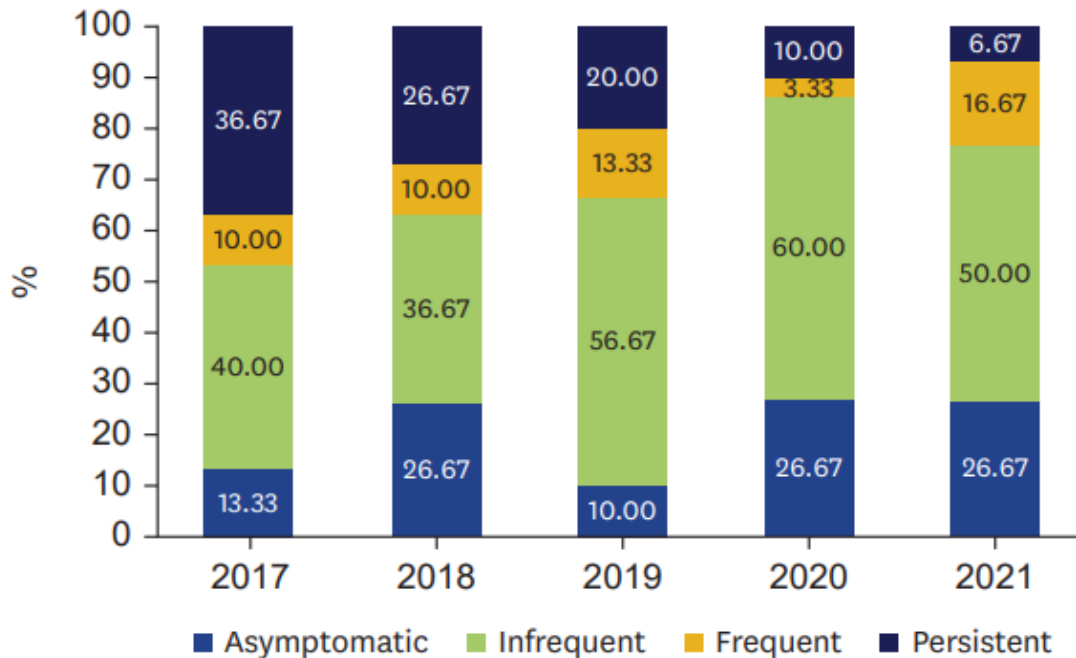
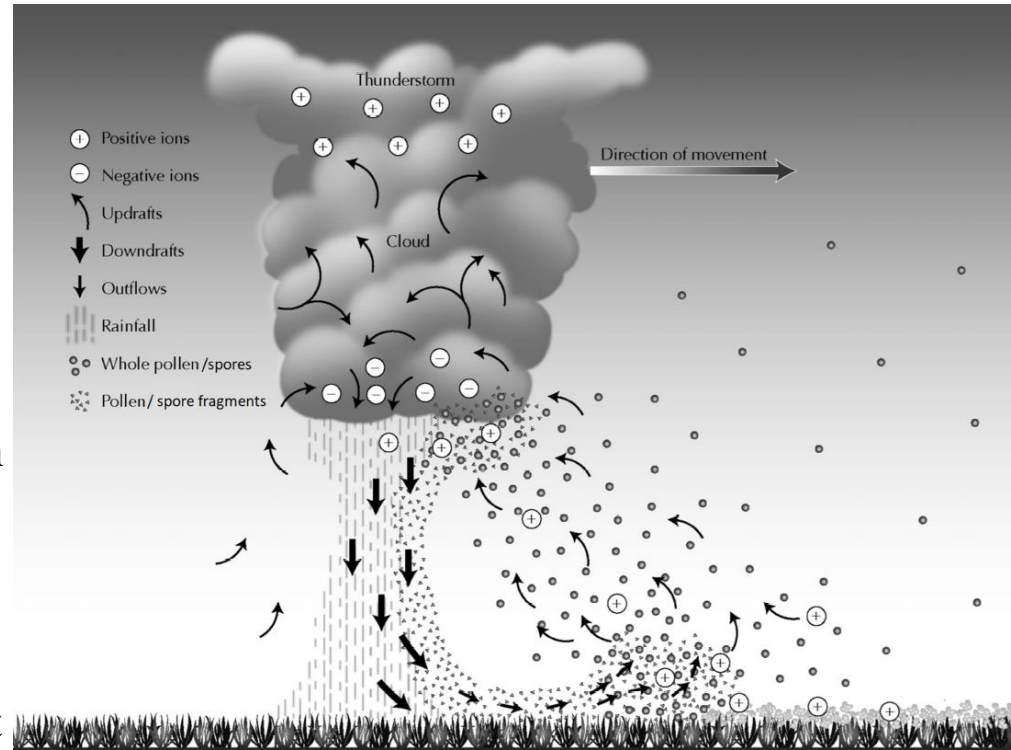


Fig. 3. Frequency of asthma symptoms as reported at yearly intervals from 2017–2021 in substudy cohort with complete data (n = 30).

Gewitterasthma – „*thunderstorm asthma*“

- Größtes **Risiko**: im **Frühjahr** und **Sommer**
- Wärme und Trockenheit: **asthma-**
auslösenden Pollen steigen nach oben.
- **Gewitter**: starke Fallwinde - **große**
Mengen dieser allergenen Pollen aus den
oberen Luftregionen – werden Richtung
Boden transportiert
- Pollen saugen sich bei heftigem Regen mit
Wasser voll
- Zerplatzen, u. Freisetzen kleinster
Allergene



Gewitterasthma – „*thunderstorm asthma*“

- Bereits auch 1-2h vor Gewitter Zerplatzen aufgrund osmot. Schocks (Wärme, elektrostatische Aufladung, Feuchtigkeit)
- Allergene binden auch an Feinstäube
- Einatmung: in kleinste Bronchien
- Freisetzung von PALMS: pollenassoziierten Lipidmediatoren -Wirkungsverstärkung
- Bei Asthmatikern wie auch Gesunden **Gewitterasthma mit Asthmaanfall**
- **Oft Jugendliche/junge Erw. mit vorher wenig Symptomen**
- **Selten Dauertherapie, meist kein Notfallspray**

- 40 Schüler einer Gesamtschule klagen über Atemnot, Reizung der Augen und Nase
- Reizgas Unfall vermutet
- Symptome nach Verlassen der Schule zunehmend
- Großeinsatz Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst
- Schule in Nähe eines Industriegebiets, keine Fremdgaseinwirkung/ Schadstoffe festgestellt
- Kinderpneumologe wird von der Feuerwehr zum Einsatzort gebracht
- **Was ist passiert?**

➤ **25 Kinder /Jugendliche: stationäre Diagnostik und Therapie**

➤ **Symptome:**

- * Hyperventilation
- * Reizhusten
- * Dyspnoe
- * Brennen im Hals
- * Kopfschmerzen
- * Konjunktivale Reizung
- * Fremdkörpergefühl

➤ **Therapie: 14/25 (13 w/1m)**

- * Beutel Rückatmung bei Hyperventilation (n=6)
- * Lorazepam (6)
- * Salbutamol Inhalation



Pixabay.com

Besonderes Klima:

- Temp: 29 C, sehr trocken, Windböen bis 50 km/h
- Geschlossener Schulhof
- **Erste Symptome:** Im Klassenzimmer bei geöffnetem Fenster
- **Dichte Bepflanzung mit hohen alten Platanen**



Platanenhusten durch Irritantien – spiky hairs

Trichome: feinste spitze Härchen, Sternhaar

Auf der Unterseite junger Platanenblätter, auf Knospen
(=Irritantien, keine Allergene)

Symptome:

- Mechanische Reizung von Konjunktiven, Schleimhäute
- Kontaktdermatitis
- Hustenreiz bei Einatmung



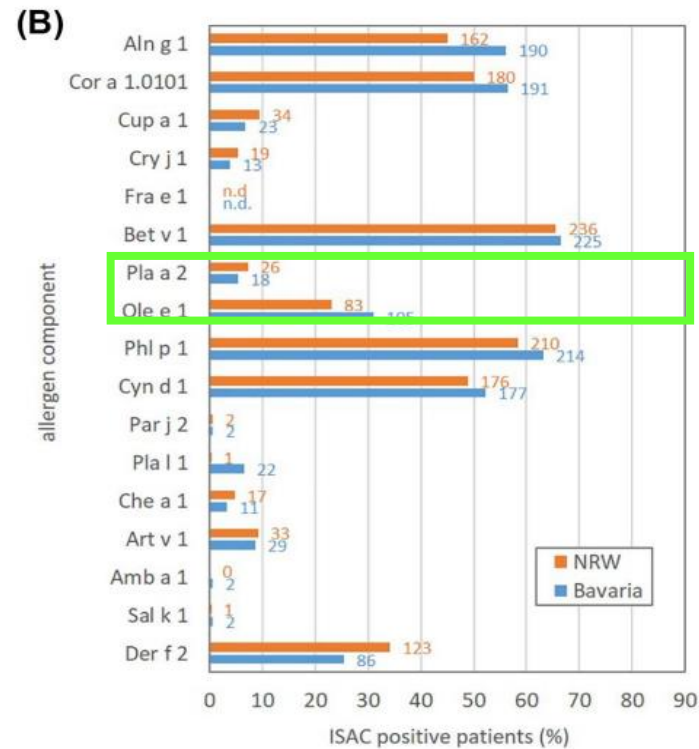
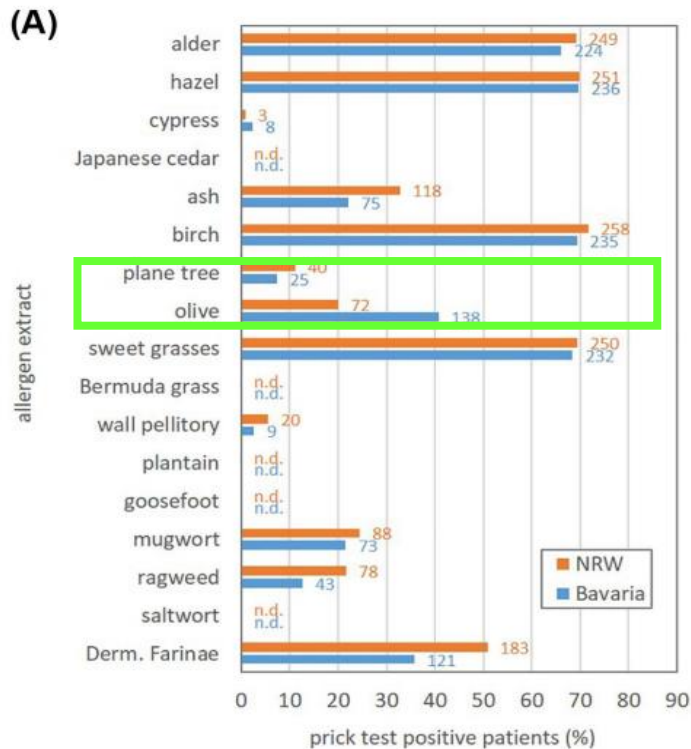
The.farmer.com

Bei Trockenheit/Wind:

- Abbrechen, Verwirbelung, hohe lokale Partikelkonzentration



- Sensibilisierung in D: 5-11%
- Blütezeit: April-Mai (in Australien: Aug bis Okt)
- Trichome: Mai- Juli





- Abhängig von Umgebung: Trockenheit, Wärme, Wind

Individuell:

- Exposition im Frühjahr beobachten
- Haut- und Schleimhautkontakt vermeiden
- Schutzbrille u. -maske bei Exposition (z.B. Baumpfleger)
- Blätter /Äste absaugen (nicht fegen)

Allg:

- Präventive Städteplanung /urbane Bepflanzung
- Saisonales Besprühen von Bäumen in kritischer Umgebung (z.B. Schulen) mit Apfel-Pektin-Wasser-Gemisch

**Trichome:
Biofilter für
Luftschadstoffe**



DIE APP LUFTQUALITÄT

Wie gut ist die Luft, die Sie atmen?



Umwelt Bundesamt

Die App Luftqualität
Aktuelle Luftqualität in Deutschland

11:10

Humboldt-Sportanlage

mäßig

LO₂ PM₁₀ PM_{2.5} O₃ NO₂

Ozon O₃ sehr gut

gestern heute morgen

16 µg/m³

Fazit für Klinik und Praxis

Annesi-Maesano, J Allergy Clin Immunol 2021;148:70-2.

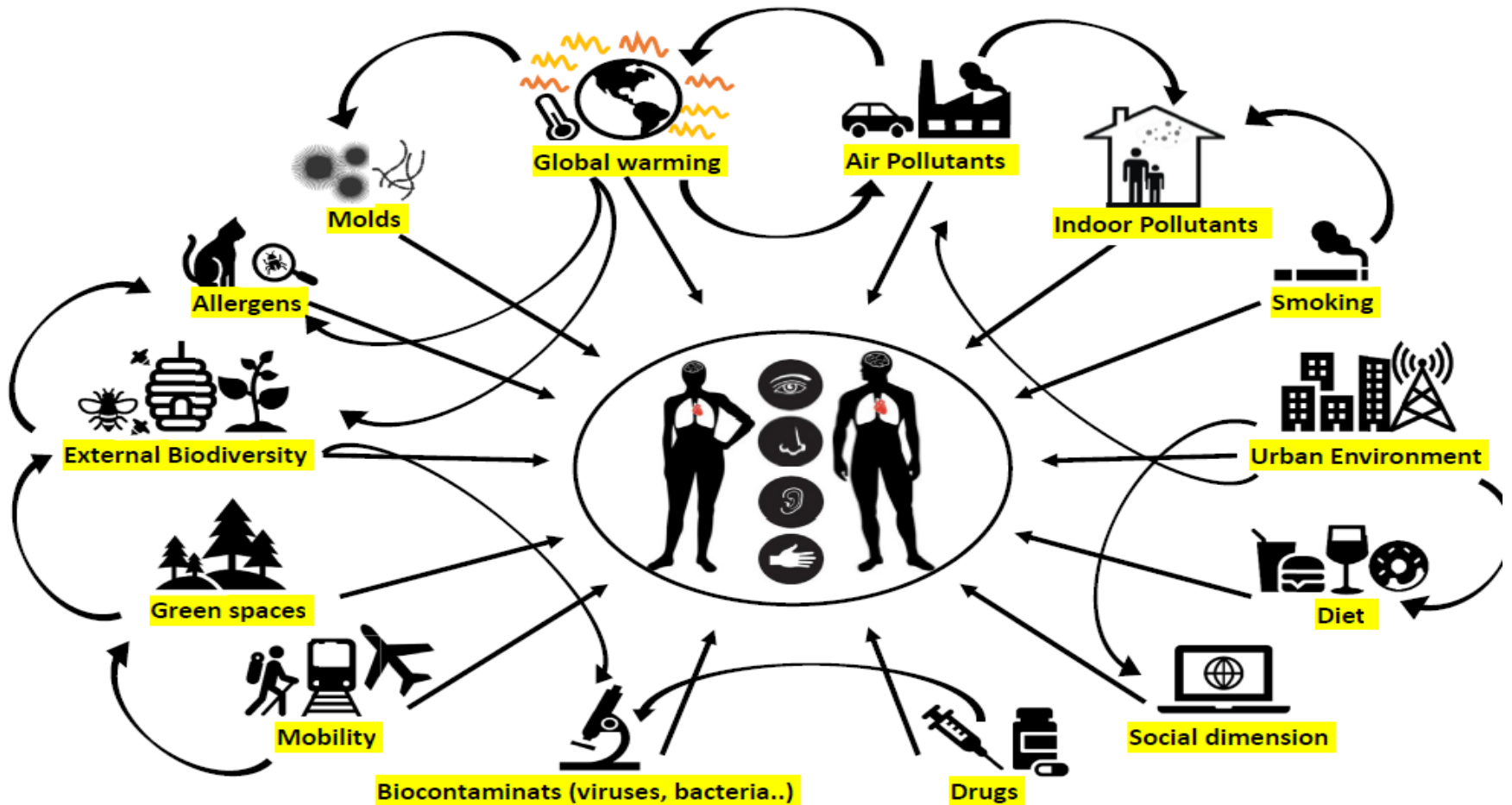
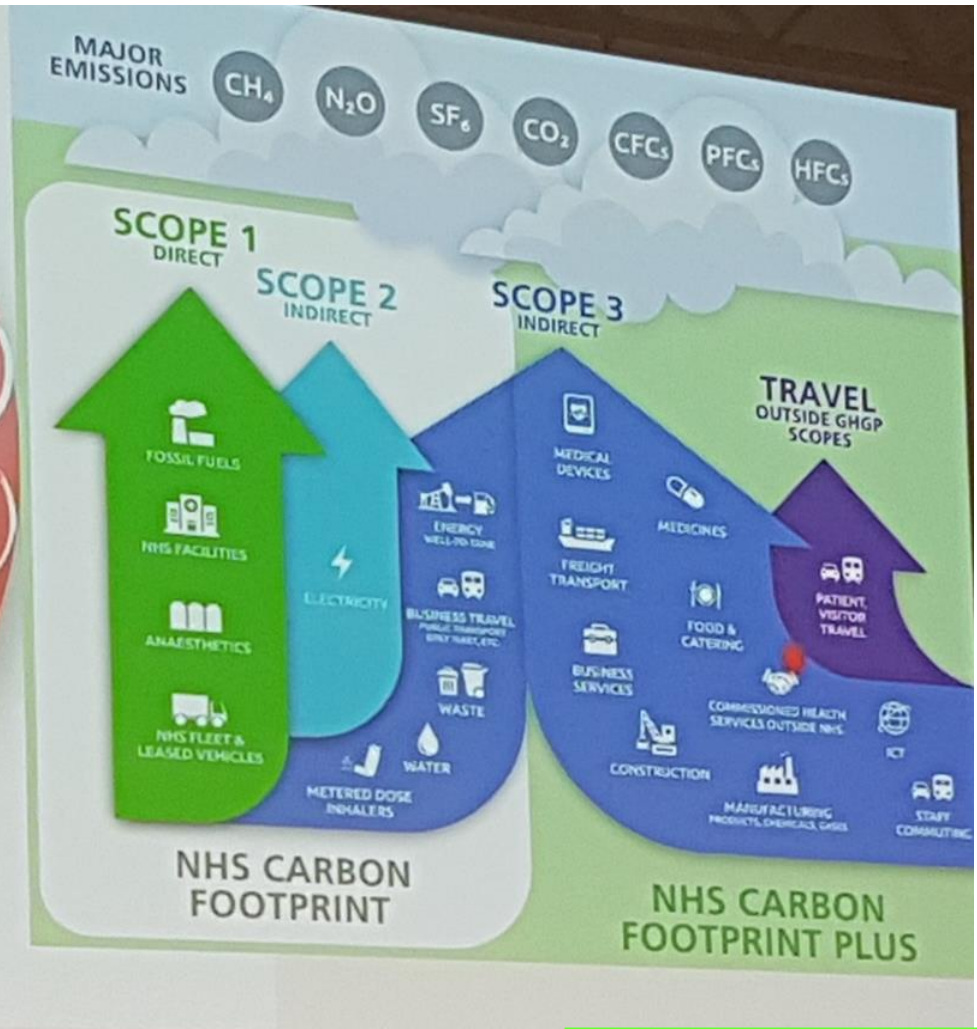
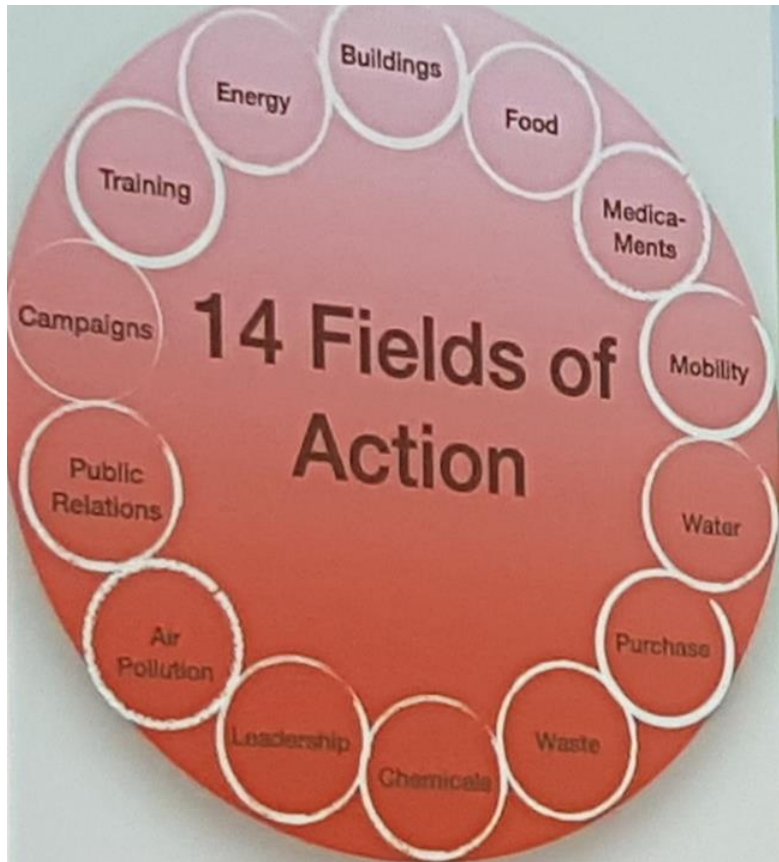


FIG 1. The surrounding environment involved in asthma and allergy.

Maßnahmen – Was können wir tun?



Beratung von Familien zur Lungengesundheit

- * Beratung zur Vermeidung von Noxen (Rauchen, Verkehr, Ozon,
- * Beratung zur Verhaltensveränderung bei Allergenexposition (z.B. Pollenflug u. Sport, Bepflanzung, Hyposensibilisierung)
- * Hitzeschutz bei Kindern (KiTa, Schulhöfe, Klassenzimmer): Hitzeschutzpläne
- * Feuchtigkeit: Schimmel.....
- * Awareness, Diagnose und konsequente Therapie bei Lungenerkrankung



Berlin: Potsdamer Platz

<https://www.klinikum.uni-muenchen.de/Bildungsmodule-Aerzte/download/de/bildungsmodule-aerzte/DGKJ-Kongress/DGKJ-2021--Lob-Corzilius.pdf>

<https://klimawandel-schule.de/de/der-lmu-klimakoffer>

<https://www.flickr.com/photos/e-l-f/26566148771/in/photostream/>

Dosieraerosole mit FKW als Treibmittel

- Treibhausgaseffekt: Global Warming Potential = GWP
- Kohlendioxid als CO₂ hat ein GWP von 1
- FKW, z.B. Flurane als Treibmittel in Dosieraerosolen (DA), exponentiell höhere GWPs, in CO₂-Äquivalent angegeben
- Z.B: **Norfluran** (HFA 134) = sehr häufig eingesetzt – GWP von **1.430** (Verweilzeit 13.4 Jahre)
- **Apafuran** (HFA-227ea) = seltener eingesetzt – GWP von 3.220 (Verweilzeit ca. 27 Jahre)



DAHER BEVORZUGT PULVERINHALATOR

(wenn vom Patient her möglich)

Videos zur Anwendung: Dt. Atemwegsliga

<https://www.atemwegsliga.de/richtig-inhalieren.html>



publiziert bei: AWMF online
Forum der Allgemeinärztlichen Medizin

Klimabewusste Verordnung von Inhalativa

S2k-Leitlinie

AWMF-Register-Nr. 053-059



Deutsche Gesellschaft
für Allgemeinmedizin
und Familienmedizin e.V.



Tabelle 2: Vergleich Dosieraerosol zu Pulverinhalator

Inhaler	Dosieraerosol (DA)	Pulverinhalator (DPI)
Auslösung	Synchronisation von Sprühstoßauslösung und Inhalation erforderlich (Ausnahme: atemzug-getriggerte Systeme)	Keine Synchronisation erforderlich (im Einzelfall Atemfluss-getriggert)
Atemmanöver*	Langsamer und tiefer Atemzug**	Langsamer und tiefer Atemzug, Gleichmäßiges, kräftiges Einatmen**
Spacer	Möglich	Nicht möglich
Zähler	Manchmal	Fast immer
Klimaschaden durch Treibmittel	Sehr hoch	Gering

Für Kinder ab ca. 6 Jahren möglich
Gute Schulung wichtig

Auch in GINA 2023: www.gina.com
Lancet, 2023, 403, 1012-1016

- Klimasensibler Umgang mit Narkosegasen
- Keine Narkosen mit Desfluran, Sevofluran, Hydrofluorether
- Keine Narkosegase ohne Filtrierung der Schadstoffe



Wussten Sie schon, dass....

- in Deutschland jährlich 7 Millionen Vollnarkosen mit Narkosegasen durchgeführt werden
- die klimaschädlichen Emissionen einer 7-stündigen OP mit Desfluran etwa einer Autofahrt von fast 8.000 Kilometern entsprechen
- eine Gasnarkose durchschnittlich 60 Kilogramm CO₂-Äquivalente verursacht
- Narkosegase klimaschädlicher wirken als CO₂ (Global Warming Potential/GWP100)
 - » Desfluran: 2.540-Fach
 - » Isofluran: 510-Fach
 - » Sevofluran: 130-Fach
 - » Lachgas: 300-Fach
- Narkosegase bis zu 35 Prozent der Emissionen einer Klinik verursachen
- Narkosegase viel länger als die Narkose dauert in der Atmosphäre verweilen
 - » Desfluran: bis 14 Jahre
 - » Isofluran und Sevofluran: 2 bis 6 Jahre
 - » Lachgas: bis 114 Jahre

Umweltbelastung, Klimaveränderungen und Lungengesundheit

- Exposition zu Noxen
- Temperaturerhöhung, Trockenheit, Hitze
- Überflutungen, Brände

Auswirkungen:

- Veränderungen der Allergenexposition
- Atemwegserkrankungen:
 - * Asthma, Exazerbationen, Gewitterasthma
 - * Husten, Bronchitiden, u.a. Platanenhusten
 - * COPD

Maßnahmen

- Politische Maßnahmen gegen Umweltschadstoffe / Klimaveränderung
- **Persönliche Optionen zur Unterstützung der Lungengesundheit von Kindern:**
 - * Beratung zur Vermeidung von Noxen (Rauchen, Verkehr, Ozon,)
 - * Beratung zur Verhaltensveränderung bei Allergenexposition (z.B. Pollenflug u. Sport, Bepflanzung, Hyposensibilisierung)
 - * Hitzeschutz bei Kindern (KiTa, Schulhöfe, Klassenzimmer): Hitzeschutzpläne
 - * Konsequente Therapie: bei Lungenerkrankung