

September 2025

# LUDOK Newsletter

Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit



## Neue Studien

Wir haben uns in den letzten zwei Monaten mit Studien beschäftigt, die Endpunkte der Nierengesundheit untersucht haben; darunter Nierenfunktion, chronische Nierenerkrankung und Studien mit Personen mit bereits bestehenden Nierenproblemen. Zudem diskutieren wir den kürzlich aktualisierten Luftqualitätsindex der europäischen Umweltagentur.

## Referenzliste

Pollutant	Index level (based on pollutant concentrations in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	Good	Fair	Moderate	Poor	Very poor	Extremely poor
Particles less than 2.5 $\mu\text{m}$ (PM <sub>2.5</sub> )	0-5	6-15	16-50	51-90	91-140	>140
Particles less than 10 $\mu\text{m}$ (PM <sub>10</sub> )	0-15	16-45	46-120	121-195	196-270	>270
Ozone (O <sub>3</sub> )	0-60	61-100	101-120	121-160	161-180	>180
Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> )	0-10	11-25	26-60	61-100	101-150	>150
Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> )	0-20	21-40	41-125	126-190	191-275	>275

AQ index	General population	Sensitive populations
Good	The air quality is good. Enjoy your usual outdoor activities.	The air quality is good. Enjoy your usual outdoor activities.
Fair	Enjoy your usual outdoor activities	Enjoy your usual outdoor activities
Moderate	Enjoy your usual outdoor activities	Consider reducing intense outdoor activities, if you experience symptoms.
Poor	Consider reducing intense activities outdoors, if you experience symptoms such as sore eyes, a cough or sore throat	Consider reducing physical activities, particularly outdoors, especially if you experience symptoms.
Very poor	Consider reducing intense activities outdoors, if you experience symptoms such as sore eyes, a cough or sore throat	Reduce physical activities, particularly outdoors, especially if you experience symptoms.
Extremely poor	Reduce physical activities outdoors.	Avoid physical activities outdoors.

Tabelle 1: Definition der Luftqualitätsbänder von gut bis sehr schlecht, basierend auf 1- Stundenwerten der Schadstoffe in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mit entsprechenden Gesundheitsempfehlungen. Durch eine Standardisierung auf PM<sub>2.5</sub> entsprechen die Sprünge von einem Güteband zum nächsten für die Schadstoffe PM<sub>10</sub> bis SO<sub>2</sub> dabei der gleichen Sterberisikozunahme wie für PM<sub>2.5</sub>.

## Europäischer Luftqualitätsindex

Die europäische Umweltagentur hat ihren Luftqualitätsindex aktualisiert. Neu basiert die Einschätzung der Luftqualität auf den Empfehlungen der WHO-Luftqualitätsrichtlinien für Feinstaub PM2.5, PM10, Ozon, NO2 und SO2. Dabei werden sowohl die langfristigen als auch die kurzfristigen Richtwerte für die Beurteilung der aktuellen Luftqualität (1-Stundenwerte / stündlich aktualisiert) herangezogen. Bei Einhaltung der langfristigen Richtwerte der einzelnen Schadstoffe wird die Luftqualität als «gut / good» (z.B. 0-5 µg/m3 PM2.5), bei Einhaltung des kurzfristigen Richtwerts (5-15 µg/m3 PM2.5) wird sie als «angemessen / fair» beurteilt.

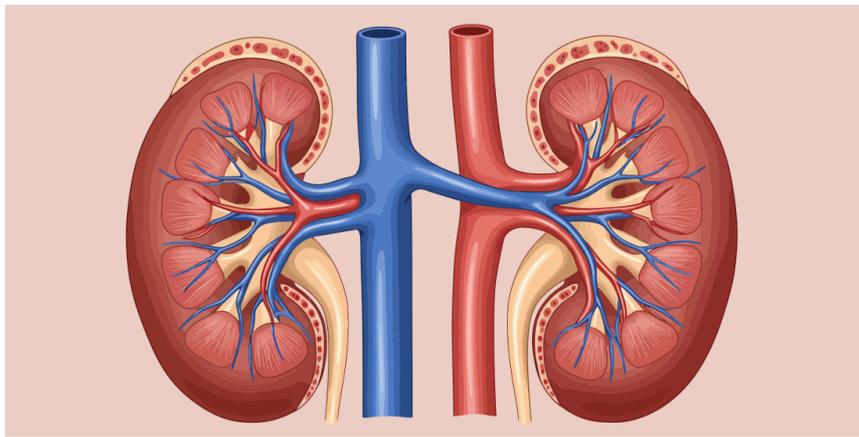
Der Gesamtindexwert wird von dem Schadstoff bestimmt, für den zum aktuellen Zeitpunkt die höchsten Belastungswerte gemessen werden. Die weiteren vier Kategorien (moderat bis sehr schlecht) richten sich für PM2.5 nach den von der WHO definierten Zwischenzielen (interim targets). Die Belastungsspannen zur Einteilung der Luftqualität der übrigen Schadstoffe wird basierend auf dem kurzfristig erhöhten Sterberisiko von PM2.5 berechnet, welches 0.65% pro 10 µg/m3 Zunahme der 24-Stunden-Konzentration beträgt. Für die anderen Schadstoffe werden die schadstoffbedingten Sterberisiken dann auf das mit PM2.5-verbundene Sterberisiko standardisiert. Dabei werden die auf 24 Stunden basierenden Risikowerte auf eine Veränderung der Luftqualität in einer Stunde umgerechnet. Die genaue Methodik ist [hier](#) beschrieben. Die aktuellen Indices für Europa können [hier](#) angeschaut werden.

Im Vergleich dazu orientieren sich die Schweizer Luftqualitätsindices an den Immissionsgrenzwerten, wobei Kategorie 1 75% des Immissionsgrenzwerts (IGW) entspricht und Kategorie 2 einer Einhaltung des Kurzzeit-IGW entspricht.

KBI	Belastung	PM10 µg/m3	O3 µg/m3	NO2 µg/m3
6	sehr hoch	> 100	> 240	> 160
5	hoch	75 - 100	180 - 240	120 - 160
4	erheblich	63 - 75	150 - 180	100 - 120
3	deutlich	50 - 63	120 - 150	80 - 100
2	mässig	37 - 50	90 - 120	60 - 80
1	gering	0 - 37	0 - 90	0 - 60

Tabelle 2: Schweizer Kurzzeit-Luftqualitätsindices für PM10, Ozon und NO2 (KBI). Im Gegensatz zu den neuen europäischen Indices beziehen sich die Konzentrationen auf 24 Stunden.

---



### **Chronische Nierenerkrankung bei langfristiger Luftbelastung**

Die Global Burden of Disease Studie bezieht das feinstaubbedingte Risiko für chronische Nierenerkrankung (CKD) schon seit einigen Jahren in ihre Berechnungen der Krankheitslast mit ein (vgl. Bowe 2020, ID10194). Als Mechanismen werden zum einen direkte Wirkungen auf Nierenzellen über oxidativen Stress, Entzündungen und Störungen verschiedener systemischer Regulationswege, zum anderen indirekte Wirkungen über Bluthochdruck und Diabetes, welche zu Nierenerkrankungen führen, diskutiert.

Die aktuell erfassten Studien widersprechen dieser Einschätzung nicht. In einer chinesischen Übersicht war das Risiko für chronische Nierenerkrankung nicht nur mit PM<sub>2.5</sub>, sondern auch mit der langfristigen Belastung mit PM<sub>10</sub>, Stickoxiden, Kohlenmonoxid und SO<sub>2</sub> – aber nicht mit Ozon – erhöht (Xu 2024). In einer US-Kohortenstudie waren Spitaleintritte wegen chronischer Nierenerkrankung auch bei tiefen Langzeitbelastungen mit PM<sub>2.5</sub> und NO<sub>2</sub> erhöht (Lee 2022). Zwei chinesische Querschnittstudien fanden ausserdem ein signifikant erhöhtes Risiko für chronische Nierenerkrankung mit PM<sub>2.5</sub> und seinen Bestandteilen Russ (BC), organische Materie (OM), Nitrat, Sulfat und Ammonium (Zhang 2023; Dai 2024).

### **Nierenfunktion bei langfristig erhöhter Luftbelastung**

Die Studienlage zum subklinischen Endpunkt der Nierenfunktion – gemessen anhand der glomerulären Filtrationsrate (eGFR) – ist immer noch weniger konsistent (vgl. Übersicht Rasking 2022, ID11398). Die wenigen europäischen Studien in LUDOK fanden bisher gemischte Resultate (Kuzma 2021, ID11410; Feng 2021, ID11428; Cai 2019, ID10212) und die schwedische Querschnittsanalyse der SCAPIS-Daten fand eine paradox verbesserte Nierenfunktion mit PM<sub>2.5</sub> während der Biomarker MMP-2 mit PM<sub>2.5</sub> erhöht war und damit auf Nierenverletzungen hinwies (Kilbo Edlund 2024).

Asiatische Studien finden in der Regel eher Zusammenhänge. In Hong Kong hatten Jugendliche, die während der Schwangerschaft und Kindheit mit PM<sub>10</sub> und SO<sub>2</sub> belastet waren, eine verringerte Nierenfunktion (Shi 2024). Eine taiwanesischen Kohortenstudie berichtete über eine signifikant reduzierte Nierenfunktion bei Belastung durch PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, Ozon und SO<sub>2</sub>, gleichzeitig aber auch eine paradox erhöhte Nierenfunktion mit CO und Stickoxiden (Su 2023). In einer chinesischen Kohortenstudie war die Nierenfunktion mit PM<sub>2.5</sub>, BC, OM und dem Schadstoffgemisch verringert (Wen 2023). In einer weiteren chinesischen Kohorte war das Risiko für Nierenerkrankungen mit allen Feinstaubfraktionen (PM<sub>1</sub> bis PM<sub>10</sub>) erhöht, wobei PM<sub>10-2.5</sub> am meisten zum Risiko beitrug (Peng 2024).

---



## Ozon

Die Studienlage zu Ozonbelastung und Nierengesundheit ist ähnlich heterogen. In einer Übersicht aus China zeigte sich kein Zusammenhang zwischen chronischer Nierenerkrankung und der langfristigen Ozonbelastung (Xu 2024). In der europäischen ELAPSE-Studie war die Sterblichkeit an chronischer Nierenerkrankung mit PM<sub>2.5</sub> und BC signifikant erhöht, mit NO<sub>2</sub> tendenziell erhöht, aber mit Ozon paradox verringert (Kadelbach 2024). In der Analyse zweier europäischer Kohorten war das Risiko für chronische Nierenerkrankung im Endstadium mit unterschiedlichen Schadstoffen erhöht, aber nicht mit der langfristigen Ozonbelastung (Cesaroni 2024). Eine US-Studie fand im Einzelschadstoffmodell verringerte, im Mehrschadstoffmodell mit PM<sub>2.5</sub> und NO<sub>2</sub> erhöhte Nierenfunktionswerte mit der langfristigen Ozonbelastung (Dillon 2024). Eine Medicare-Analyse in den USA beobachtete wiederum ein erhöhtes Risiko für Spitaleintritte wegen akuten Nierenversagens mit der langfristigen Ozonbelastung (Lee 2023). Eine Zeitreihenanalyse in sechs Ländern von Kanada über Europa bis Asien fand mit der kurzfristigen Ozonbelastung nur eine tendenziell erhöhte Sterblichkeit an akutem Nierenversagen (AKI). 6.3% der Todesfälle an akutem Nierenversagen wurden dabei auf Ozonbelastungen oberhalb der WHO-Richtwerte von 2021 zurückgeführt (Min 2024).

## Empfindliche Gruppen: Patient:innen mit Nierenerkrankungen

Bei US-Patient:innen mit Nierenversagen und Hämodialyse waren kardiovaskuläre Ereignisse und Todesfälle sowohl mit der kurzfristigen als auch langfristigen Feinstaubbelastung erhöht (Xi 2022: ID12595, ID12596). Bei Patient:innen mit Glomerulonephritis war eine Verschlechterung der Nierenfunktion mit der langfristigen Belastung durch NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> assoziiert (Yi 2024). In Korea zeigte sich bei Patient:innen mit chronischer Nierenerkrankung ein signifikant erhöhtes Risiko für Nierenversagen und Sterblichkeit mit der langfristigen Ozonbelastung (Kim 2024). In Taiwan wurde bei Verbesserung der Luftqualität ein geringeres Risiko für Dialyse und Sterblichkeit bei Patient:innen mit fortgeschrittener chronischer Nierenerkrankung beobachtet mit PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, CO und SO<sub>2</sub> (Chen 2025).