

DOI 10.17442/merkblatt.04

August 2021

Die Berücksichtigung von Mehrfachbelastungen in der Umweltprüfung

Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Bewertung möglicher Umweltauswirkungen „im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge“ (s. UVP-Merkblatt 01) erfordert eine Betrachtung des zu erreichenden hohen Schutzniveaus, welches über die Regelungen fachrechtlicher Niveaus hinausgeht. Gleichzeitig sind gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 5 UVPG die Wechselwirkungen zwischen den genannten Schutzgütern zu betrachten, wie es auch für Bauleitpläne gilt. Dagegen wird die Betrachtung gesundheitsrelevanter Einwirkungen auf den Menschen in der Regel lediglich auf einzelne Belastungsfaktoren (Noxen) begrenzt, die aus der direkten Exposition gegenüber Luft, Lärm oder Strahlen resultieren oder direkt aus Nahrungsmitteln, Trinkwasser oder Badegewässern aufgenommen werden. Auch indirekt können Noxen beispielsweise über Futtermittel und Nutztiere in den menschlichen Organismus gelangen. Die Organisation des Umwelt- und Gesundheitsschutzes ist allerdings durch den Mangel geprägt, dass sie häufig sektoral auf das jeweilige Umweltmedium oder auch auf spezifische Noxen ausgerichtet ist bzw. nach einzelnen Belastungsbereichen unterscheidet (z. B. nach Schadstoffen im Innenraum oder in der Außenluft). Diese Sicht- und Arbeitsweise verkennt, dass in der jeweiligen örtlichen Realität vielfältige Belastungsfaktoren auf den individuellen Organismus kumulativ einwirken können. Auch umweltmedizinische Wirkungsuntersuchungen und die Bewertung ihrer Ergebnisse mithilfe von Schwellen- oder Grenzwerten konzentrieren sich hauptsächlich auf die Identifizierung der einzelstoffbezogenen bzw. noxenspezifischen Ursachen und deren Wirkungen. Dagegen hat die wissenschaftliche Bearbeitung der Analyse von Kombinationswirkungen bereits eine 100-jährige Tradition und führte zu einer geradezu unübersehbaren Vielzahl an theoretischen und experimentellen Monographien (eine Zusammenfassung findet sich beim PAN 2005: 7 ff.). Untersuchungen zeigen die deutliche Tendenz, dass die Kumulation verschiedener

Umweltbelastungen zu einer höheren Belastung insgesamt führt.

Gerade in Umweltprüfungen ist daher zu fragen, inwieweit verschiedene Belastungsfaktoren gemeinsam betrachtet werden müssen, um die Anforderungen an eine Bewertung im Sinne der wirksamen Umweltvorsorge erfüllen zu können.

Zur Beschreibung dieser sektoral übergreifenden Betrachtung wird häufig der (umgangssprachliche) Begriff „Mehrfachbelastungen“ verwendet; er soll die Ansammlung verschiedenartiger Umweltnoxen chemischer, biologischer und physikalischer Art als Einwirkungskomplex beschreiben, der ggf. zu einer (über die Relevanz der Einzelwirkungen hinausgehenden) Gesamtbelastung führen kann. Man kann näher unterscheiden:

- Kombinationswirkungen einzelner physikalischer, biologischer oder chemischer Komponenten untereinander (z. B. Stoffgemische),
- Mehrfachbelastungen durch die gleichzeitige Einwirkung verschiedener Belastungsarten (Luftschadstoffe, Lärm, Strahlen etc.).

Situationsbeschreibung

Die Bedeutung der Mehrfachbelastung wird in einem „State of the Art Report“ (Kortenkamp et al. 2009) anhand der Ergebnisse einer großen Anzahl wissenschaftlicher Studien belegt, wo stoffliche Gemische bei aquatischen und terrestrischen Organismen Kombinationseffekte hervorrufen. Diese Stoffmischungen sind toxischer als die jeweiligen Einzelstoffe.

Das folgende Beispiel zeigt auf, dass das Gefährdungspotenzial beispielsweise von stofflichen Mischungen durch die alleinige Bewertung der Einzelstoffe bisher unterschätzt wird. Man unterscheidet bei den verschiedenartigen Wirkungen:

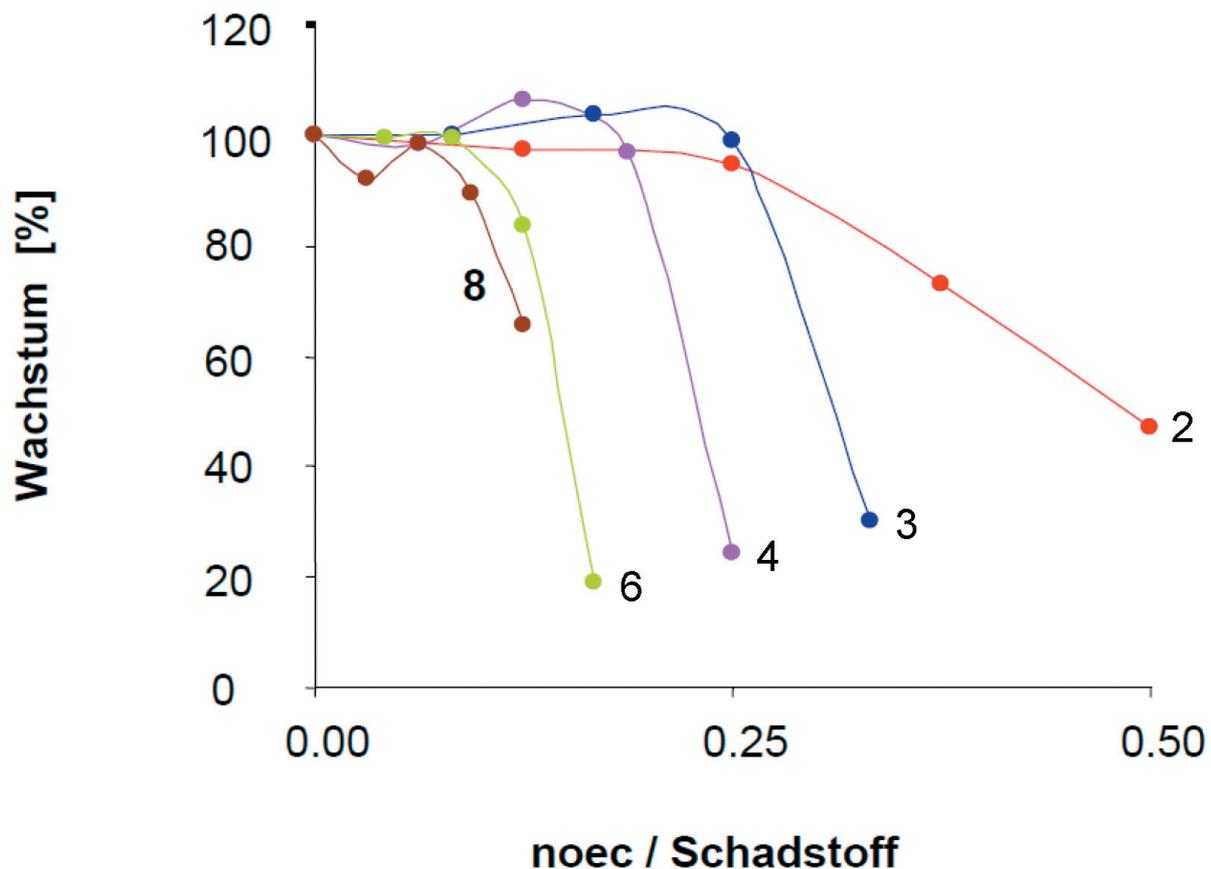


Abb. 1: Hemmung des Wachstums menschlicher Fibroblasten nach einstündiger Einwirkung durch Mischungen aus 2 bis 8 Substanzen in Abhängigkeit von ihrer Konzentration (noec = no observed effect concentration) (aus: Witte 2012)

- additive Wirkungen, die sich jedoch kaum durch rein rechnerische Addition der Effekte von Substanz A und B ermitteln lassen,
- synergistische Wirkungen (mehr als additiv),
- antagonistische Wirkungen (weniger als additiv).

Als Beispiel des gemeinsamen Wirkens verschiedener Noxen beschreibt Witte (2012) Untersuchungen zu synergistischen Kombinationswirkungen. Diese Gemische enthalten vier bis acht Komponenten unspezifisch wirksamer Chemikalien in jeweils nicht toxischen Konzentrationen der Einzelsubstanzen (Abb. 1). Die Toxizität wurde anhand der Wachstumshemmung menschlicher Zellen (Fibroblasten) bestimmt. Das Ergebnis:

- Alle Mischungen waren trotz nicht toxischer Konzentration der einzelnen Komponenten insgesamt toxisch.
- Je höher die Anzahl der Stoffe im Gemisch war, desto toxischer wirkte das Gemisch.
- Bei Berechnung der Kombinationseffekte wirkten alle Gemische synergistisch. Dies steht im Widerspruch zur

allgemeinen Annahme einer additiven Wirkung von unspezifisch wirksamen Substanzen.

Viele weitere Untersuchungsergebnisse liegen vor, die diese und andere Befunde stützen (z. B. Witte et al. 2007; Altenburger et al. 2005).

Lesebeispiel: Bereits bei Kombination von zwei Substanzen, die jeweils in einer Konzentration eingesetzt werden, die der Hälfte ihrer Wirkschwellenkonzentration (0,5 noec) entspricht, wird schon eine 50 %ige Wachstumshemmung gemessen. Je größer die Anzahl der Stoffe im Gemisch ist, desto geringer werden die Einzelkonzentrationen, um eine Wachstumshemmung hervorzurufen.

Mangels expliziter Untersuchungen zu diesem Thema dürfte dieser Befund im Prinzip auch auf das Problem „Mehrfachbelastungen“ übertragen werden können. Allerdings steht eine wissenschaftlich angemessene Berücksichtigung der Mehrfach- oder Gesamtbelastung vor der Schwierigkeit, dass u. a. (Risikokommission 2003: 157):

- bereits in der Bewertung der einzelnen Noxen oft wesentliche Kenntnislücken in Kauf genommen werden müssen; belastbare Daten zu den Einzelnoxen stellen jedoch eine zentrale Vorbedingung zur adäquaten Bewertung von Mehrfachbelastungen dar;
- die Vielzahl der Noxen und deren zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten in Quantität und Qualität die empirisch-wissenschaftliche Analyse ausschließt;
- nicht nur chemische Schadstoffe, sondern z. B. auch Lärm, Strahlung, Stress sowie weitere exogene Faktoren wichtige Variablen einer multiplen Belastungssituation darstellen, deren Zusammenwirken nicht mit der wissenschaftlichen Kompetenz von Einzeldisziplinen beurteilbar ist.

Eine konkret nachvollziehbare, kombinatorische Beziehungsstruktur dürfte sich also meist nicht ableiten lassen. Liegen keine speziellen Erkenntnisse über die Kombination von Wirkungen zweier Noxen vor, so ist eine unabhängige Wirkung der Einzelsubstanzen zu unterstellen, was in der Konsequenz der Annahme einer additiven Wirkung gleichkommt.

Trotz dieser wissenschaftlich nicht sehr befriedigenden Situation „sind Mehrkomponentenbelastungen bewertungsrelevant und in der Risikocharakterisierung zu berücksichtigen“ (Risikokommission 2003: 157). Das „Human Biomonitoring“-Programm der EU (HBM4EU) verfolgt deshalb das Ziel, Verfahren zu entwickeln, wie sich die Mehrfachbelastungen durch Chemikalien bei der Risikobewertung berücksichtigen lassen. Die dort gewonnenen Erkenntnisse über Wirkungsverstärkungen beim gleichzeitigen Einwirken verschiedener Noxen verdeutlichen, dass Belastungssituationen im Raum, die bisher meist sektoral interpretiert wurden (sektorale Betrachtung von Lärm, von Luftschadstoffen etc.), bei Umweltprüfungen auch gesamthaft gesehen werden müssen.

Gerade die Arbeitsweise und das Know-how von Umweltprüfungen im Rahmen einer zur Abwägung verpflichteten räumlichen Gesamtplanung können dieses Thema aufgreifen. So entsteht eine fachlich und rechtlich verlässliche Vorgehensweise, die sich nicht allein an regulatorischen Voraussetzungen einer Grenzwertfindung messen lassen muss (vgl. UVP-Merkblatt 01). Dies kommt dem von der Risikokommission entwickelten Verfahren zur Bewertung von Risiken und Gefahren entgegen, wenn außerhalb der rein wissenschaftlichen Erkenntnisse und Abschätzungen ein Abwägungsschritt die Frage der gesellschaftlichen Zumutbarkeit beantwortet.

Konkretisierungen und Darstellungsoptionen

Zur praktischen Umsetzung der Aufgabe „Mehrfachbelastung“ bietet sich die Anwendung der auch rechtlich wirksamen Vorsorge an, wo auch weniger starke Evidenzen Maßnahmen auslösen können. Insbesondere sind hier die Planfeststellung und die räumliche Gesamtplanung angesprochen, die gesundheitsrelevante Belange in der Abwägung rechtlich verbindlich durch Schutz- oder Vorsorgemaßnahmen bzw. Sollgrößen festlegen können, auch wenn lediglich Hinweise auf Gefahren vorliegen (Kühling

2012b). Das anzustrebende hohe Umweltschutzniveau (beispielhaft sichtbar gemäß § 50 Satz 2 BImSchG, § 26 der 39. BImSchV und § 1 Abs. 6 Nr. 7 lit. h BauGB, UVP-Merkblatt 01) zeigt den rechtlichen Ansatz.

In Räumen mit Mehrfachbelastung lässt sich zum einen das Maß einer Gesamtbelastung auch visualisiert verdeutlichen, um Lösungen oder Handlungsansätze generieren zu können. Eine solche, umfangreiche Zusammenschau oder Überlagerung verschiedener Belastungsfaktoren zeigt Klimeczek (2014) für Berlin. Mit dem SUHEI-Modell als Entscheidungsgrundlage kann das Thema Mehrfachbelastung aus der Perspektive umweltbezogener Gerechtigkeit Eingang in die räumliche Planung finden (Köckler et al. 2020). Pilotprojekte in deutschen Kommunen zeigt eine Studie des DIfU (Böhme et al. 2019). Im Weiteren bieten Fürst & Scholles (2008) eine Übersicht über Methoden zur Bewertung verschiedener Raumwirkungen.

Meist erfordert die Verschiedenartigkeit von Wirkungen einzelner Belastungsarten die Überführung der einzelnen Messgrößen und Bewertungsmaßstäbe (wie Dezibel, Schadstoffkonzentrationen, magnetische Flussdichte) in eine neue, einheitliche Skalierung, um bewertungsmethodisch verlässliche Aussagen zu erzielen. Hier bieten sich verschiedene Methoden an (s. konkrete Beispiele und weitere Hinweise bei Kühling 2012a):

- Belastungsindizes, mit denen durch die Bildung von Indizes Ausprägungen mehrerer Belastungsfaktoren auf eine dimensionslose Skala übertragen werden können,
- Unit risk-Werte für Kanzerogene: Quantifizierung zusätzlicher Krebsrisiken für vergleichende Betrachtungen,
- Rahmenskalen zur integrativen Bewertung, mit denen ausgehend von einer fallbezogen differenzierten ordinalen Grundskala (z. B. 3-/5-/7-stufig) Umwelt- und Gesundheitsbeeinträchtigungen argumentativ mit definierten Zuordnungs- oder Messkriterien einheitlichen Wertstufen zugeordnet werden (vgl. Hartlik 2013),
- Normierung anhand kollektiver Mortalitätsrisiken bzw. verlorener Lebenszeit: Vergleich unterschiedlicher Belastungswirkungen auf den Menschen.

Autor

Prof. Dr. Wilfried Kühling, Mitglied der AG Menschliche Gesundheit in der UVP-Gesellschaft e.V.

Mit Anmerkungen von:

Prof. Dr. Sabine Baumgart, Dr. Joachim Hartlik, Monika Machtolf, Roland Quentmeier, Dr. Natalie Riedel und Dr. Claudia Terschüren

Literatur

39. BImSchV – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010. BGBl. I: 1065, zuletzt geändert am 19. Juni 2020. BGBl. I: 1328.

BauGB – Baugesetzbuch i.d.F. vom 3. November 2017. BGBl. I: 3634, zuletzt geändert am 8. August 2020. BGBl. I: 1728.

BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz i.d.F. vom 17. Mai 2013. BGBl. I: 1274, zuletzt geändert am 9. Dezember 2020. BGBl. I: 2873.

UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung i. d. F. vom 18. März 2021. BGBl. I: 540.

Altenburger, R.; Schmitt, H. & Schüürmann, G. (2005): Algal toxicity of nitrobenzenes: combined effect analysis as a pharmacological probe for similar modes of interaction. *Environmental Toxicological Chemistry* 24 (2): 324-333.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3715_62_201_umweltgerechtigkeit_bf.pdf; 04.02.2021]

Böhme, C.; Franke, T. & Preuß, T. (2019): Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen. Abschlussbericht, Dessau-Roßlau (Umwelt & Gesundheit 02/2019). https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-03-28_uug_02-2019_umweltgerechtigkeit.pdf

Fürst, D. & Scholles, F. (Hrsg.) (2008): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, 4. Aufl., Dortmund.

Hartlik, J. (2013): Inhalte und Methoden der Umweltprüfungen. In: Sinner, W.; Gassner, U.M.; Hartlik, J. & Albrecht, J. (Hrsg.): Umweltverträglichkeitsprüfung, Strategische Umweltprüfung. Bearbeitung umweltrechtlicher Praxisfälle. Erläuterungswerk. Loseblattsammlung, Kennz. III., UVP-Methodik – 1. Teil, Wiesbaden.

Klimeczek, H.-J. (2014): Umweltgerechtigkeit im Land Berlin – Zur methodischen Entwicklung des zweistufigen Berliner Umweltgerechtigkeitsmonitorings. UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst (2), 16-22.

Köckler, H.; Simon, D.; Agatz, K. & Flacke, J. (2020): Gesundheitsfördernde Stadtentwicklung – Das SUHEI-Modell nutzt hierfür Indikatoren. *Informationen zur Raumentwicklung* (1): 96-109.

Kortenkamp, A.; Backhaus, T. & Faust, M. (2009): State of the Art Report on Mixture Toxicity. Report for the Directorate General for the Environment of the European Commission. https://ec.europa.eu/environment/chemicals/effects/pdf/report_mixture_toxicity.pdf

Kühling, W. (2012a): Mehrfachbelastungen durch verschiedenartige Umwelteinwirkungen. In: Bolte, G.; Bunge, C.; Hornberg, C.; Köckler, H. & Mielck, A. (Hrsg.): Umweltgerechtigkeit. Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit: Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven, 135-150, Bern.

Kühling, W. (2012b): Die Mehrfachbelastung durch Immissionen erfordert einen Paradigmenwechsel bei Grenzwert- und Entscheidungsfindungen. *Immissionsschutz* 17 (3): 125-131. DOI: 10.37307/j.1868-7776.2012.03.05

PAN – Pestizid Aktions-Netzwerk e.V. (2005): Warum Risikobewertungen auch für Mischungen von Stoffen notwendig sind. Stellungnahme zu Kombinationswirkungen von Perstiziden, Hamburg. http://www.pan-germany.org/download/stellungnahme-kombi_wirk.pdf

Risikokommission – Ad hoc-Kommission „Neuordnung der Verfahren und Organisationsstrukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland“ (2003): Abschlussbericht im Rahmen des gemeinsamen Aktionsprogramms „Umwelt und Gesundheit“ der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie Gesundheit, Berlin. <http://www.apug.de/risiken/risikokommission/index.htm> [20.08.2020]

Witte, I. (2012): Kombinationswirkungen von Umweltgiften. In: Steinmetz, B. & Trautmann, S. (Hrsg.): Vergiftet und allein gelassen. Arbeitsmedizin und Umweltmedizin im Schatten wirtschaftlicher Interessen, Weimar.

Witte, I.; Beyersmann, D.; Filser, J.; Berthe-Corti, L.; Butte, W. & Backhaus, T. (Hrsg.) (2007). Toxische Kombinationswirkungen. Komplexe Wirkungen chemischer und physikalischer Stressoren auf Mensch und Umwelt, Oldenburg.