Eine gesundheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen von Verkehrssystemen im Vergleich

Das steigende Mobilitätsbedürfnis führt zu einem zunehmenden Verkehrsaufkommen mit oftmals negativen Auswirkungen auf die Umwelt und in weiterer Folge auf die menschliche Gesundheit. Die Umweltauswirkungen sind je nach Verkehrssystem in Art und Intensität unterschiedlich ausgeprägt, durch gezielte Maßnahmen können negative gesundheitliche Folgen reduziert werden. Dieser Aufsatz gibt einen Überblick über die Umweltauswirkungen der verschiedenen Verkehrsträger und auf den damit verbundenen Einfluss auf die menschliche Gesundheit.

Ing. Dipl.-Ing. Hakan Kadam, BSc
Absolvent Master Bahntechnologie und Management von Bahnsystemen, FH St. Pölten
hakankadam@outlook.com

DI Dr.techn. Bernhard Rüger, EURAIL-ING
TU-Wien, Forschungsbereich für Eisenbahnwesen & FH-St.Pölten, Departement für Bahntechnologie und Mobilität
bernhard.rueger@tuwien.ac.at
bernhard.rueger@fhstp.ac.at

1. Einleitung

Die Zunahme des Verkehrsaufkommens bei den Systemen Straßenverkehr, Bahnverkehr und Luftverkehr ist eine Belastung für die Umwelt. Auswirkungen des Verkehrs sind z. B. Luftverunreinigungen, Lärmemissionen, Erschütterungen, Lichtverschmutzung, elektromagnetische Belastung oder Flächenverbrauch. Bei den Luftverunreinigungen und Lärmemissionen gilt der Verkehr als Hauptverursacher.

Die Umweltauswirkungen der Verkehrssysteme haben Einfluss auf die menschliche Gesundheit. Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zufolge sind die Auswirkungen von Luftverschmutzung sowie die Lärmbelastung die zwei größten umweltbedingten Ursachen für Gesundheitsprobleme. [1] Die möglichen gesundheitlichen Folgen können unterteilt werden in psychische Folgen wie z. B. Stress oder Schlafstörungen und physische Folgen wie z. B. Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie die Schwächung des Immunsystems. Einhergehend mit den gesundheitlichen Auswirkungen gibt es auch Auswirkungen auf die Lebenserwartung.

Um die Auswirkungen der Verkehrssysteme auf die menschliche Gesundheit zu minimieren beziehungsweise um geeignete Maßnahmen zur Reduktion der Umwelteinflüsse entwickeln zu können, ist es wichtig zu verstehen, wie sich der Verkehr auf die Umwelt auswirkt und welche gesundheitlichen Folgen damit verbunden sind.

Dieser Fachartikel basiert hauptsächlich auf Literaturrecherchen und stellt mit Fokus auf Schadstoff- und Lärmemissionen folgende Fragen in den Mittelpunkt:

- Welche Auswirkungen haben die Verkehrssysteme Straßenverkehr, Luftverkehr und Schienenverkehr auf die Umwelt und wie wirken sich diese auf die menschliche Gesundheit aus?
- Welche Maßnahmen können helfen, die Umweltauswirkungen der Verkehrssysteme und deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu reduzieren?

2. Luftverunreinigung

Gemäß EU-Richtlinie 2008/50/EG ist jeder Stoff, der in der Luft vorkommt und schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder auf die Umwelt haben kann, ein Schadstoff. Demnach ist Luft, die solche Stoffe enthält, verunreinigt beziehungsweise verschmutzt. Das Ziel der EU-Richtlinie 2008/50/EG ist, die Luftverschmutzung zu reduzieren, um schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit möglichst gering zu halten. Die EU beurteilt die Luftqualität anhand der in der RL 2008/50/EG Artikel 5 genannten Schadstoffe. Die aktuellen Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind in der EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa festgelegt (siehe Tabelle 1):

Der Verkehr zählt zu den Hauptverursachern von Feinstaub. Neben Verbrennungsprozessen im Motor entsteht Feinstaub auch durch Abrieb von mechanisch beanspruchten Komponenten wie z. B. Reifen, Bremsen, Kupplungen und der Straßenoberfläche. Das erklärt auch die Zusammensetzung des Feinstaubs aus verschiedenen Substanzen. Neben dem Feinstaub tragen auch Stickoxide zur Luftverunreinigung bei. Sie setzen sich aus Stickstoff (N) und

Datenbankveröffentlichung unbefristet genehmigt für FH St. Pölten und TU Wien / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

Sauerstoff (O) zusammen und entstehen hauptsächlich durch Verbrennungsprozesse. Am Ende des Verbrennungsprozesses werden Stickstoffmonoxid (NO) sowie Stickstoffdioxid (NO_2) an die Außenluft abgegeben. Unter Sonneneinwirkung (UV-Strahlung) reagiert Stickstoffdioxid (NO_2) mit Sauerstoff (O_2). Durch diese Reaktion entsteht Stickstoffmonoxid (NO) sowie Ozon (O_3), welches ein Bestandteil von Sommersmog ist. [5]

Etwa ein Viertel der Treibhausgasemissionen der Europäischen Union entfielen im Jahr 2018 auf den Verkehrssektor. Insgesamt betrugen die Treibhausgasemissionen im Jahr 2018 in der Europäischen Union 4392 Megatonnen CO_2-Äquivalent [6] (Mt CO_2e), davon entfielen circa 1095 Mt CO_2e auf den Verkehrssektor. Der Großteil davon, nämlich 71,1 %, werden durch den Straßenverkehr verursacht. Einen vergleichsweise geringen Anteil an den Emissionen des Verkehrssektors hat der Bahnverkehr mit insgesamt 1,7 % (siehe Bild 1). Davon sind 0,4 % auf den nicht elektrifizierten Bahnverkehr zurückzuführen. Zu den Treibhausgasemissionen werden alle Emissionen gezählt, die eine direkte Auswirkung auf die Erderwärmung haben sowie jene Emissionen, die bei der Erzeugung, Übertragung und Verteilung der genutzten Energie anfallen. [7, 8, 9]

In Bild 1 sind die Anteile der Verkehrssysteme an den Treibhausgasemissionen des gesamten Verkehrssektors innerhalb der Europäischen Union dargestellt.

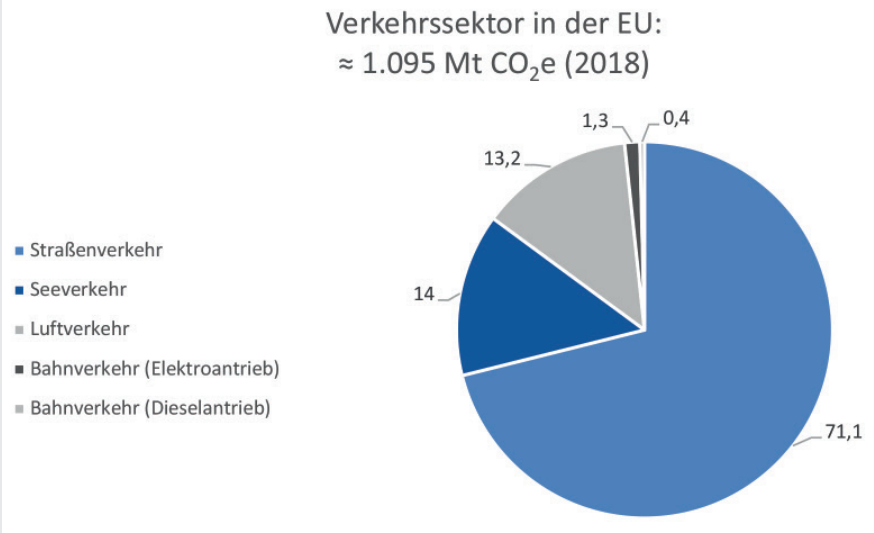
In Österreich lagen die Treibhausgasemissionen (THG) im Jahr 2018 bei 50,5 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalent (exklusive Emissionshandel). Damit wurden die zulässigen Höchstmengen gemäß Klimaschutzgesetz um 1,6 Millionen Tonnen überschritten. Die THG verteilen sich auf die Sektoren Verkehr (47,3 %), Landwirtschaft (16,2 %), Gebäude (15,6 %) sowie Energie und Industrie (11,6 %). [11]

Der Straßenverkehr emittiert mit rund 99 % den Großteil der Treibhausgase des Verkehrssektors in Österreich. Davon entfallen etwa 61 – 62 % auf den Personenverkehr und 36 – 37 % auf den Straßengüterverkehr. Die restlichen THG des Verkehrssektors entfallen auf die Bereiche Bahnverkehr, Schiffverkehr, nationaler Flugverkehr sowie auf mobile militärische Geräte. [12, 13]

Zusätzlich zu den Treibhausgasen emittieren Verkehrssysteme unter anderem Partikel wie z.B. PM_{10}. Im Jahr 2018 betrugen die PM_{10}-Emissionen in Österreich 26 400 Tonnen. Davon entfielen 16,8 % (rund 4435 Tonnen) auf den Verkehrssektor. Der Feinstaub durch den Verkehr entsteht hauptsächlich durch Verbrennungsmotoren (insbesondere Diesel), Brems- und Reifenabrieb. [14] Der Straßenverkehr ist für 92 % der PM_{10}-Emissionen verantwortlich. Der Rest verteilt sich zu 4 % auf die Bahn sowie je 2 % auf den Schiff- und Luftverkehr.

Tabelle 1: EU-Grenzwerte für Feinstaub ($PM_{2,5}$ und PM_{10}), Stickstoffdioxid (NO_2), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol (C_6H_6), Kohlenstoffmonoxid (CO) und Blei (Pb) in der Außenluft zum Schutz der menschlichen Gesundheit [4]

Schadstoff	Grenzwert	Parameter	Zulässige Überschreitung
$PM_{2,5}$ [2]	20 µg/m³	Jahresmittelwert	Keine
PM_{10} [3]	50 µg/m³	Tagesmittelwert	35-mal im Kalenderjahr
	40 µg/m³	Jahresmittelwert	Keine
NO_2	200 µg/m³	1-Stunden-Mittelwert	18-mal im Kalenderjahr
	40 µg/m³	Jahresmittelwert	Keine
SO_2	350 µg/m³	1-Stunden-Mittelwert	24-mal im Kalenderjahr
	125 µg/m³	Tagesmittelwert	3-mal im Kalenderjahr
C_6H_6	5 µg/m³	Jahresmittelwert	Keine
CO	10 mg/m³	Höchster 8-Stunden-Mittelwert pro Tag	Keine
Pb	0,5 µg/m³	Jahresmittelwert	Keine



1: Verkehrssektor in der EU: Verteilung von CO_2e nach Verursacher (2018) [10]

3. Lärmemission

Neben Luftschadstoffen emittieren Verkehrssysteme auch Schall. Die sich ausbreitenden Schallwellen können bei den Betroffenen zu einer Lärmbelastung führen und bei dauerhafter Einwirkung auch Krankheiten verursachen. Etwa 2,7 Millionen Menschen in Österreich fühlen sich in ihrem Wohnumfeld durch Lärm beeinträchtigt. Ungefähr 54 % beziehungsweise 1,46 Millionen davon, sehen die Hauptursache dafür im Straßenverkehr. [15]

Die EU-Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm bildet die Grundlage zur Weiterentwicklung und Ergänzung bestehender Gemeinschaftsmaßnahmen bezüglich Lärmemissionen. Als wichtigste Lärmquellen werden unter anderem Straßen- und Schienenfahrzeuge, Infrastruktureinrichtungen sowie Flugzeuge definiert. Zur Schaffung vergleichbarer Kriterien wurden gemeinsame Lärmindizes definiert:

- Zur Bewertung der Lärmbelästigung:
  - L_{den}: Tag-Abend-Nacht-Pegel (day-evening-night); [dB]

Datenbankveröffentlichung unbefristet genehmigt für FH St. Pölten und TU Wien / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

Tabelle 2: Grenzwerte für die Lärmindizes gemäß‚EU-RL 2002/49/EG' in Österreich [16]

Lärmindex	Grenzwert in Österreich [dB]	WHO – Empfehlung [dB]
Tag-Abend-Nacht-Pegel (L_{den})		
Straßenverkehr	60	53
Bahnverkehr	70	54
Luftverkehr	65	45
Nachtlärmindex (L_{night})		
Straßenverkehr	50	45
Bahnverkehr	60	44
Luftverkehr	55	40

- Zur Bewertung von Schlafstörungen:
  - L_{night}: Nachtlärmindex (Night-time noise indicator); [dB]

In Österreich sind die Grenzwerte für die Lärmindizes wie in Tabelle 2 dargestellt definiert.

Bei Personenkraftwagen im Straßenverkehr beträgt der Schalldruckpegel Lp abhängig vom Fahrzeugtyp bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h ungefähr 70 bis 80 dB(A). Dabei überwiegt bis etwa 35 km/h das Motorgeräusch, ab 35 km/h überwiegt das Abrollgeräusch der Reifen. [17]

Etwa 20 % der EU-Bevölkerung leben in Regionen, in denen der Verkehrslärm schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit hat. Rund 139 Millionen Menschen sind einem Tag-Abend-Nacht-Pegel von $L_{den} \geq 55$ dB ausgesetzt und etwa 100 Millionen Menschen sind einem Nacht-Pegel von $L_{night} \geq 50$ dB ausgesetzt. [18] In Bild 2 sind die Verursacher der Lärmbelästigung nach deren Anteil dargestellt.

In Österreich sind laut Angaben der Europäischen Umweltagentur 44,9 % der Bevölkerung (ca. 4 Mio. Menschen) einem Tag-Abend-Nacht-Pegel von $L_{den} \geq 55$ dB ausgesetzt. [20] Der Straßenverkehr ist mit ca. 72 % der Hauptverursacher. Der Anteil des Bahnverkehrs liegt bei ca. 27 %, der Rest entfällt auf den Luftverkehr. Der Grund für den relativ hohen Anteil beim Bahnverkehr liegt im vergleichsweise dichten Bahnnetz in Österreich.

4. Auswirkungen der Emissionen

Luftverunreinigungen können Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen. Dadurch kann das Herzinfarktrisiko steigen und das Immunsystem geschwächt werden. Durch das geschwächte Immunsystem sind Menschen anfälliger für Virusinfektionen. Es wird z. B. geschätzt, dass in Deutschland etwa 26 % der COVID-19-Todesfälle auf eine langfristige Feinstaubbelastung ($PM_{2,5}$) zurückzuführen sind. [21] Luftverunreinigungen wirken sich auch auf die Lebenserwartung aus. In Österreich verringert sich die Lebenserwartung infolge der Feinstaubbelastung um durchschnittlich acht Monate. [22] Der Verkehrslärm ist hauptsächlich für Schlafstörungen verantwortlich. Weitere lärmbedingte Gesundheitsschäden sind Störungen der Herz-Kreislauf-Funktion, die koronare Herzkrankheit, das erhöhte Herzinfarktrisiko, Bluthochdruck sowie eine verringerte Konzentrationsfähigkeit (insbesondere bei Kindern). [23]

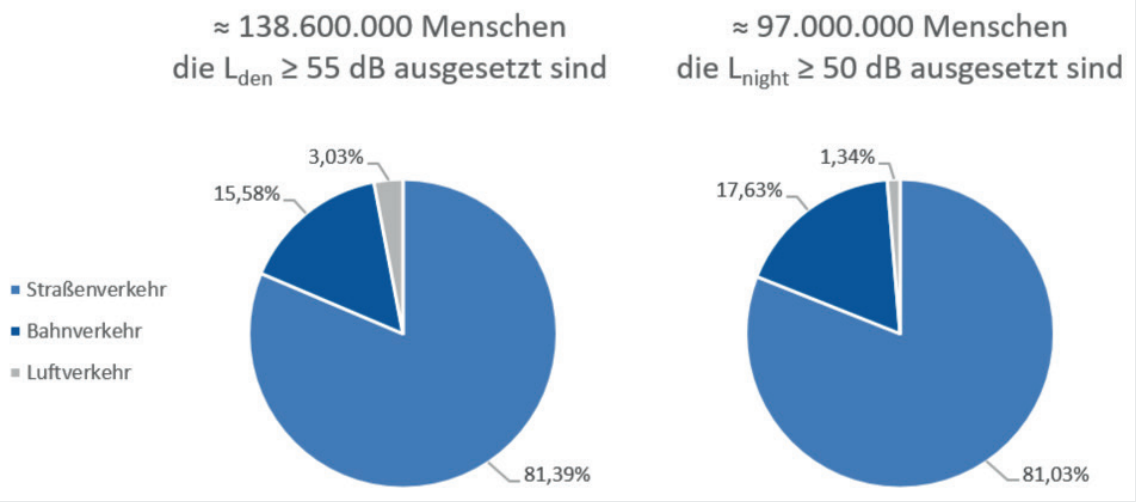
In Europa verursacht der Verkehr rund 48 000 Fälle koronarer Herzerkrankung. Zusätzlich leiden etwa 6,5 Millionen Menschen an schweren Schlafstörungen und rund 22 Millionen Menschen sind einer starken Lärmbelästigung ausgesetzt. [24] Im Bild 3 werden die Einflüsse der Verkehrssysteme gegenübergestellt.

Zu den vorzeitigen Sterbefällen, aufgrund der vom Verkehr verursachten Luftverschmutzung (Feinstaub PM_{10}), gibt es mehrere Angaben. Demnach sind 2000 (Quelle: WHO) bis 3000 (Quelle: The Lancet) vorzeitige Sterbefälle in Österreich auf die Luftverschmutzung durch den Verkehr zurückzuführen. [26, 27] Von durchschnittlich 2500 vorzeitigen Sterbefällen entfallen etwa 2300 auf den Straßenverkehr, 100 auf den Bahnverkehr und je 50 auf den Schiff- und Luftverkehr.

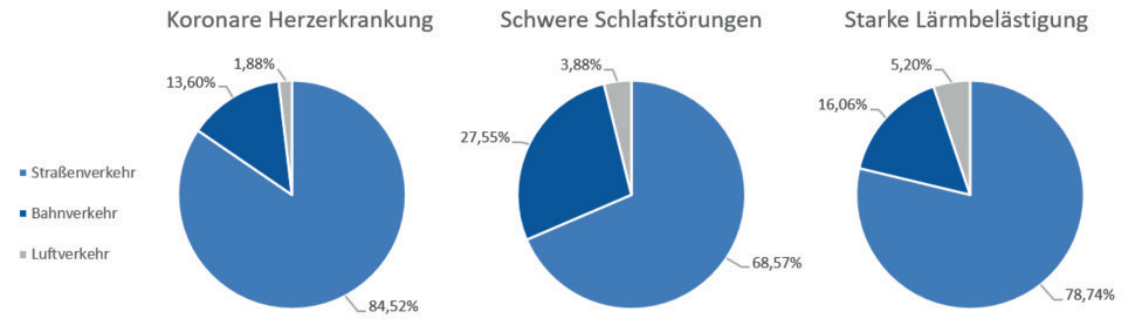
Neben der Luftverschmutzung führt auch die Lärmbelastung zu vorzeitigen Sterbefällen, deren Anzahl jedoch vergleichsweise gering ist. Die Europäische Umweltagentur schätzt, dass europaweit 12 000 vorzeitige Sterbefälle durch den Verkehrslärm verursacht werden. [28] Mit ca. 84 % ist der Straßenverkehr für die meisten vorzeitigen Sterbefälle verantwortlich. Der Anteil von Bahn- und Luftverkehr liegt bei 14 % bzw. 2 %.

Als Vergleich sind in Bild 4 die Todeszahlen verschiedener Todesursachen in Ös-

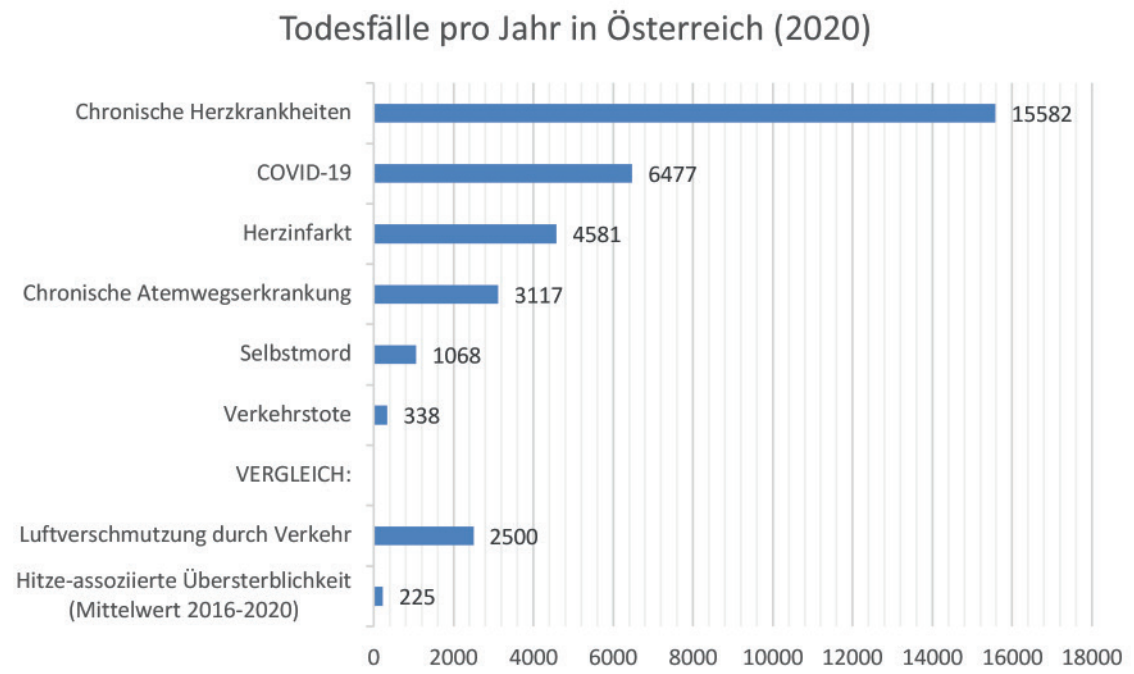
Datenbankveröffentlichung unbefristet genehmigt für FH St. Pölten und TU Wien / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH



2: Lärmbelastung in Europa: Verteilung $L_{den} \geq 55$ dB und $L_{night} \geq 50$ dB nach Verursacher [19]



3: Auswirkungen der Lärmbelastung in Europa: Verteilung nach Verursacher [25]



4: Todesfälle pro Jahr in Österreich (2020) [29]

terreich im Jahr 2020 dargestellt, wobei ca. 25 % (s.o., Angaben aus Deutschland) der COVID-19 bedingten Todesfälle ihre Ursache in der Luftverschmutzung haben und im Jahr 2020 diesem Segment zugerechnet werden müssten.

5. Mögliche Maßnahmen zur Reduktion der gesundheitlichen Folgen

Da der Straßenverkehr sowohl bei der Luftverunreinigung als auch bei der Lärmemission als Hauptverursacher gilt, ist eine mögliche Maßnahme zur Verringerung der gesundheitlichen Folgen, die Senkung der Durchschnittsgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeit der Fortbewegung ist ein wichtiger Faktor bei der Luftverunreinigung. Es gilt grundsätzlich, dass die Feinstaubbelastung umso höher ist, je höher die Geschwindigkeit ist. Dabei steigt die Feinstaubbelastung überproportional mit steigender Geschwindigkeit. Vom VCÖ („Verkehrsclub Österreich") wurden die in Tabelle 3 dargestellten Schadstoff-Emissionen für die jeweilige Geschwindigkeit berechnet.

Demnach können durch eine Verringerung der Geschwindigkeit von 130 km/h auf 100 km/h die Feinstaubpartikel um über 10 % sowie die Stickstoffoxide sogar um über 19 % reduziert werden. Eine Anhebung des Tempolimits von 130 km/h auf 140 km/h würde dagegen die Feinstaubbelastung um über 18 % und die Stickstoffoxidbelastung um über 16 % erhöhen.

Berechnungen der TU Graz zufolge sind die Auswirkungen noch größer. Unter Berücksichtigung der realen Verkehrssituation (abweichende Durchschnittsgeschwindigkeit im Vergleich zum flüssigen Verkehr) hätte eine Senkung des Tempoli-

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Schadstoff-Emission bei PKW. [31]

Geschwindigkeit [km/h]	Stickstoffoxide (NO_x) [g/km]		Feinstaubpartikel (PM_{10}) [g/km]	
140	0,605	+16,4 %	0,010	+18,6 %
130	0,520	100 %	0,008	100 %
100	0,420	-19,3 %	0,007	-10,6 %

Datenbankveröffentlichung unbefristet genehmigt für FH St. Pölten und TU Wien / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

Tabelle 4: Auswirkungen der Geschwindigkeitsreduktion auf den Verkehrslärm (30 km/h statt 50 km/h) [34]

Geschwindigkeit [km/h]	Verringerung der Lärmemission	Entspricht einer Lärmreduktion wie durch die Verringerung des Verkehrsaufkommens um
50	Vergleichswert	Vergleichswert
30	-3 dB	– 50 %

mits von 130 km/h auf 100 km/h demnach eine noch stärkere Auswirkung. Die Stickstoffoxide würden um 25 % statt um circa 19 % sinken und die Feinstaubbelastung würde sich um 20 % statt um circa 10 % verringern. Zusätzlich wurde berechnet, dass die Kohlenstoffdioxid-Emissionen um 16 % sinken würden. [32]

Wie bei der Luftverunreinigung gilt auch bei der Lärmbelastung, dass mit steigender Geschwindigkeit der Lärm überproportional steigt. Die Lärmbelastung durch den Straßenverkehr kann daher durch die Herabsetzung von Tempolimits gesenkt werden (siehe Tabelle 4). [33]

Eine Verringerung des Tempolimits von 100 km/h auf 80 km/h würde eine Senkung der Lärmemissionen um 2 dB bewirken. Das entspricht einer Reduktion des Lärms in dem Ausmaß, wie wenn das Verkehrsaufkommen um 35 % verringert werden würde. Bei einer Senkung der Lärmemissionen um insgesamt 3 dB wäre der empfundene Lärm vergleichbar mit einer Halbierung der Verkehrsmenge. [35]

Durch Geschwindigkeitsreduktionen können sowohl die PM_{10}-Emissionen als auch die Lärmemissionen gesenkt werden. Eine Senkung der PM_{10}-Emissionen um 11 % bis 20 % (z. B. durch 100 km/h statt 130 km/h) würde bewirken, dass in Österreich pro Jahr ungefähr 500 Menschen weniger in Folge der Feinstaubbelastung durch den Verkehr vorzeitig sterben würden.

Als weitere Maßnahme, die sowohl die Luftverunreinigungen als auch die Lärmbelastung senken kann, zählt unter anderem die Einführung einer Citymaut. Eine Citymaut kann zur Verkehrsvermeidung sowie zur Verkehrsverlagerung beitragen. Der Ausbau alternativer Verkehrsnetze (z. B. Radwege, Fußwege) kann zur Erhöhung der Anteile von Rad- und Fußwegen bzw. zur Senkung der Anzahl der PKW-Nutzer*innen führen. Außerdem kann die Einführung von Umweltzonen dazu beitragen, dass Fahrzeuge mit geringem Schadstoffausstoß bevorzugt werden (z. B. Elektroauto) und die Anzahl älterer Fahrzeuge mit höherem Schadstoffausstoß dadurch sinkt. Mit einer Förderung der Elektromobilität kann dieser Effekt verstärkt werden. Zur Senkung des Verkehrsvolumens kann außerdem Carsharing beitragen.

Um die Luftverunreinigungen zu senken, sind der weitere Ausbau und die Förderung des öffentlichen Verkehrs zu forcieren. Außerdem sind bestehende Emissionsstandards laufend auf Einhaltung zu überprüfen. Weitere wichtige Maßnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe sind z. B. die Ökologisierung und Staffelung der Maut nach Abgaswerten bzw. eine fahrleistungsabhängige Maut für PKW. Durch die Ökologisierung der Maut kann sowohl eine Verkehrsverlagerung als auch eine Verkehrsvermeidung erreicht werden. Einen ähnlichen Lenkungseffekt hätte auch die Anpassung der Mineralölsteuer sowie die Ökologisierung bestehender Förderungen (z. B. Pendlerpauschale).

Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung sind oft mit Investitionen in die Infrastruktur verbunden. Zur Senkung des Verkehrslärms können z. B. geräuscharmer Asphalt, geräuscharme Reifen und geräuscharme Motoren beitragen. Darüber hinaus können an stark belasteten Orten Lärmschutzwände errichtet werden bzw. Schallschutzfenster gefördert werden. Begegnungszonen sowie die Schaffung von Grünflächen können zur Verkehrsberuhigung und somit zur Verringerung der Lärmemissionen beitragen. Eine Ökologisierung der Maut könnte neben der Reduzierung der Luftschadstoffe auch auf die Reduktion des Verkehrslärms abzielen und Fahrzeuge mit geringeren Lärmemissionen bevorzugen.

Beim Bahnverkehr ist im Vergleich zum Straßenverkehr die Schadstoffbelastung deutlich geringer. Dennoch sind Verbesserungen zu erwirken, vorzugsweise durch weitere Elektrifizierung. Zu beachten ist jedoch, dass der Bahnstrom aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen werden muss, um den tatsächlichen Vorteil der geringen Schadstoffemissionen zu generieren! Ein vergleichsweise größeres Emissionsproblem besteht bei der Bahn nach wie vor im Bereich des Lärms. Hier sind sowohl vermehrt aktive Schutzmaßnahmen entlang von Bahnstrecken durch Siedlungsgebiete (Lärmschutzwände oder -dämme) als auch Lenkungsmaßnahmen wie z. B. Lärmmonitoring (Bevorzugung lärmarmer Fahrzeuge in Form von reduziertem Infrastrukturbenutzungsentgelt) als Möglichkeiten zur Reduktion der Lärmemissionen zu nennen.

Literatur

[1] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe – Stand: 01.05.2021

[2] PM2,5: Feinstaubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 2,5 µm.

[3] PM10: Feinstaubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 10 µm.

[4] Eigene Darstellung: Vgl. Europäische Union (EU): RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. URL https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0050

[5] Vgl. Schwedes, Oliver: Verkehrspolitik – Eine interdisziplinäre Einführung. Berlin: 2018

[6] Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase.

[7] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): EU greenhouse gas emissions kept decreasing in 2018, largest reductions in energy sector. URL https://www.eea.europa.eu/highlights/eu-greenhouse-gas-emissions-kept – Stand: 01.05.2021

[8] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Zug, Flugzeug, Auto oder Schiff – welches Verkehrsmittel belastet die Umwelt am wenigsten?. URL https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/d6990f94754c43419aa15d9daae245bf – Stand: 04.04.2021

[9] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Transport and environment report 2020 – Train or plane? URL https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2020 – Stand: 01.05.2021

[10] Eigene Darstellung.

[11] Vgl. Republik Österreich Parlamentsdirektion: Parlamentskorrespondenz Republik Österreich – Klimaschutz: CO_2-Emissionen in Österreich lagen 2018 erneut über den Grenzwerten. URL https://www.parlament.gv.at/PAKT/PR/JAHR_2020/PK1274/index.shtml – Stand: 05.05.2021

[12] Vgl. Republik Österreich Parlamentsdirektion: Parlamentskorrespondenz Republik Österreich – Klimaschutz: CO_2-Emissionen in Österreich lagen 2018 erneut über den Grenzwerten. URL https://www.parlament.gv.at/PAKT/PR/JAHR_2020/PK1274/index.shtml – Stand: 05.05.2021

[13] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Klimaverträgliche Mobilität. URL https://www.vcoe.at/themen/klimavertraegliche-mobilitaet – Stand: 09.05.2021

Datenbankveröffentlichung unbefristet genehmigt für FH St. Pölten und TU Wien / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

[14] Vgl. Umweltbundesamt GmbH: Emissionstrends 1990 – 2018 – Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2020). URL https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0736.pdf – Stand: 06.05.2021
[15] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Saubere Luft und wenig Lärm. URL https://www.vcoe.at/saubere-luft – Stand: 04.04.2021
[16] Eigene Darstellung: Vgl. Republik Österreich: Bundes-Umgebungslärmschutzverordnung BGBl. II Nr. 169/2019 §8. URL https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004689 – Stand: 01.07.2021 / Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe – Stand: 01.05.2021
[17] Vgl. Schwedes, Oliver: Verkehrspolitik – Eine interdisziplinäre Einführung. Berlin: 2018
[18] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe – Stand: 01.05.2021
[19] Eigene Darstellung.
[20] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe – Stand: 01.05.2021
[21] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe – Stand: 01.05.2021
[22] Eigene Darstellung.
[23] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Ausgeblendete Kosten des Verkehrs. URL https://www.vcoe.at/themen/ausgeblendete-kosten-des-verkehrs – Stand: 05.05.2021
[24] Vgl. VCÖ –Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Saubere Luft und wenig Lärm. URL https://www.vcoe.at/saubere-luft – Stand: 04.04.2021
[25] Vgl. Europäische Umweltagentur (EUA): Environmental noise in Europe – 2020. URL https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe – Stand: 01.05.2021
[26] Eigene Darstellung: Vgl. Statistik Austria – Bundesanstalt Statistik Österreich: Rund 7 % aller Sterbefälle im Jahr 2020 aufgrund von COVID-19. URL https://www.statistik.at/web_de/presse/125475.html – Stand: 05.04.2021 / Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES): Hitze-Mortalitätsmonitoring. URL https://www.ages.at/themen/umwelt/informationen-zu-hitze/hitze-mortalitaetsmonitoring/ – Stand: 04.05.2021
[27] Vgl. Umweltbundesamt (UBA): Coronavirus: Bedeutung der Luftverschmutzung. URL https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/besondere-belastungssituationen/coronavirus-bedeutung-der-luftverschmutzung – Stand: 03.05.2021
[28] Vgl. Umweltbundesamt GmbH: Abschätzung der Gesundheitsauswirkungen von Schwebestaub in Österreich. URL https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0020.pdf – Stand: 05.04.2021
[29] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft (VCÖ): Saubere Luft und wenig Lärm. URL https://www.vcoe.at/saubere-luft – Stand: 04.04.2021
[30] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit – Stand: 04.04.2021
[31] Eigene Darstellung: Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit – Stand: 04.04.2021
[32] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit – Stand: 04.04.2021
[33] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit – Stand: 04.04.2021
[34] Eigene Darstellung: Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Ausgeblendete Kosten des Verkehrs. URL https://www.vcoe.at/themen/ausgeblendete-kosten-des-verkehrs – Stand: 05.05.2021
[35] Vgl. VCÖ – Mobilität mit Zukunft: Welche Auswirkungen haben Tempolimits auf Luftqualität und Lärm? URL https://www.vcoe.at/service/fragen-und-antworten/welche-auswirkungen-haben-tempolimits-auf-luftqualitaet-laerm-und-verkehrssicherheit – Stand: 04.04.2021

Summary

A comparison of the environmental impacts of transport systems from a health perspective

The study of the environmental effects of transport systems (road transport, rail transport and air traffic) and the related health consequences has revealed, among other things, that in Austria about 2.500 people die prematurely due to traffic-related air pollution (fine particles) and life expectations decrease by an average of 1,34 months for the same reason. In addition, traffic noise causes about 12.000 premature deaths per annual in Europe and almost 6,5 million people across Europe suffer from severe sleep disorders due to traffic noise

Datenbankveröffentlichung unbefristet genehmigt für FH St. Pölten und TU Wien / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH