

Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport

Delft, CE Delft, October 2020

A consortium of public interest NGOs in 10 European countries (Spain, France, Germany, Poland, Slovenia, Hungary, Romania, Bulgaria, The Netherlands, Italy) led by the umbrella organisation European Public Health Alliance (EPHA) commissioned this report

CE Delft

Committed to the Environment

Through its independent research and consultancy work CE Delft is helping build a sustainable world. In the fields of energy, transport and resources our expertise is leading-edge. With our wealth of know-how on technologies, policies and economic issues we support government agencies, NGOs and industries in pursuit of structural change. For 40 years now, the skills and enthusiasm of CE Delft's staff have been devoted to achieving this mission.

Executive Summary

Methodology

This study investigates the health-related social costs of air pollution in 432 European cities in 30 countries (the EU27 plus the UK, Norway and Switzerland). Social costs are costs affecting welfare and comprise both direct health care expenditures (e.g. for hospital admissions) and indirect health impacts (e.g. diseases such as COPD, or reduced life expectancy due to air pollution). These impacts affect welfare because people have a clear preference for healthy life years in a good and clean environment. As a clean environment is not something that can be bought in the marketplace, however, a robust methodology is required to monetize them in order to quantify the wider public health impacts.

Gesundheitskosten der Luftverschmutzung in europäischen Städten und der Zusammenhang mit dem Straßenverkehr

Delft, CE Delft, Oktober 2020

Ein Zusammenschluss von gemeinnützigen NGOs in 10 europäischen Ländern (Spanien, Frankreich, Deutschland, Polen, Slowenien, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Niederlande, Italien) unter der Leitung der Dachorganisation European Public Health Alliance (EPHA) hat den vorliegenden Bericht in Auftrag gegeben.

CE Delft

Einsatz für die Umwelt

Durch seine unabhängige Forschungs- und Beratungsarbeit trägt CE Delft dazu bei, eine nachhaltige Welt zu schaffen. In den Bereichen Energie, Verkehr und Ressourcen verfügen wir über Expertise auf höchstem Niveau. Mit unserem umfangreichen Fachwissen zu Technologien, Strategien und ökonomischen Fragen unterstützen wir Regierungsbehörden, NGOs und Wirtschaftsbranchen bei ihren Bemühungen um strukturellen Wandel. Seit nunmehr 40 Jahren richten sich die Kompetenzen und der Tatendrang der Mitarbeiter von CE Delft auf die Erfüllung dieser Mission.

Zusammenfassung

Methoden

Die vorliegende Studie untersucht die gesundheitsbezogenen sozialen Kosten der Luftverschmutzung in 432 europäischen Städten in 30 Ländern (EU-27 sowie Vereinigtes Königreich, Norwegen und Schweiz). Soziale Kosten sind Kosten, welche die Wohlfahrt beeinträchtigen, und umfassen sowohl direkte Gesundheitsausgaben (z. B. für Krankenhausaufenthalte) als auch indirekte gesundheitliche Auswirkungen (z. B. Erkrankungen wie COPD oder verringerte Lebenserwartung aufgrund der Luftverschmutzung). Diese Auswirkungen beeinträchtigen die Wohlfahrt, weil die Menschen eine klare Präferenz für gesunde Lebensjahre in einer guten und sauberen Umwelt

Environmental economists have performed numerous studies to quantify the impacts of air pollution on health and monetize these as social costs. These studies were used to develop the methodological framework adopted in the present study, which encompasses 16 health impacts attributable to air pollution by fine particulate matter, ozone and nitrogen oxides. Using data on reported air quality in the Urban Audit statistics and the EEA Air Quality network, the physical impacts on human health were quantified using concentration-response functions based on the recommendations of the World Health Organization (WHO). The physical impacts were subsequently monetized using a valuation framework developed in the peer-reviewed Handbook of External Costs published by the European Commission's Directorate General for Mobility and Transport, DG MOVE. The resulting social costs incurred in a specific city were then determined from the air pollution levels reported there and the size, age structure and living standards of the population in that particular city.

General findings

For all 432 cities in our sample (total population: 130 million inhabitants), the social costs quantified were over € 166 billion in 2018. In absolute terms, London is the city with the highest social costs. In 2018, the loss in welfare for its 8.8 million inhabitants totalled € 11.38 billion. London is followed by Bucharest, with an annual loss in welfare of € 6.35 billion and Berlin, with an annual loss of € 5.24 billion. City size is a key factor contributing to total social costs: all cities with a population over 1 million feature in the Top 25 cities with the highest social costs due to air pollution.

In 2018, on average every inhabitant of a European city suffered a welfare loss of over € 1,250 a year owing to direct and indirect health losses associated with poor air quality. This is equivalent to 3.9% of income earned in cities. It should be noted that there is a substantial spread in these figures among cities: in the Romanian capital Bucharest total welfare loss amounts to over € 3,000 per capita/year, while in Santa Cruz de Tenerife in Spain it is under € 400/cap/yr. In many cities in Bulgaria, Romania and Poland the health-related social costs are between 8-10% of income earned. Most of these costs relate to premature mortality:

haben. Da man jedoch eine saubere Umwelt nicht auf dem Markt kaufen kann, ist ein solides Verfahren notwendig, um die Auswirkungen zu monetarisieren und damit die allgemeinen Folgen für die öffentliche Gesundheit zu quantifizieren.

Umweltökonominnen haben zahlreiche Studien durchgeführt, um die Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit zu quantifizieren und sie als soziale Kosten zu monetarisieren. Auf diese Studien wurde bei der Entwicklung des methodischen Rahmens für die vorliegende Studie zurückgegriffen, welche 16 gesundheitliche Auswirkungen erfasst, die der Luftverschmutzung durch Feinstaub, Ozon und Stickoxide zuzuschreiben sind. Auf der Grundlage von Daten zur gemeldeten Luftqualität in den Urban Audit-Statistiken und im Luftqualitätsnetzwerk der EUA wurden die physischen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit mit Hilfe von Konzentrations-Wirkungs-Funktionen quantifiziert, basierend auf Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Die physischen Auswirkungen wurden anschließend mit Hilfe eines Bewertungsrahmens monetarisiert, der in dem fachlich geprüften Handbook of External Costs, veröffentlicht von der Generaldirektion Mobilität und Verkehr (DG MOVE) der Europäischen Kommission, entwickelt wird. Die entstehenden sozialen Kosten für eine bestimmte Stadt wurden dann anhand deren erfasster Luftverschmutzung sowie der Größe, der Altersstruktur und des Lebensstandards der Bevölkerung in dieser Stadt ermittelt.

Allgemeine Ergebnisse

Für die 432 untersuchten Städte (Gesamtbevölkerung: 130 Mio. Einwohner) lagen die quantifizierten sozialen Kosten im Jahr 2018 bei mehr als 166 Mrd. €. In absoluten Zahlen ist London die Stadt mit den höchsten sozialen Kosten. Im Jahr 2018 belief sich der Verlust an Wohlfahrt für deren 8,8 Mio. Einwohner auf 11,38 Mrd. €. London wird gefolgt von Bukarest mit einem jährlichen Verlust von 6,35 Mrd. € und Berlin mit einem jährlichen Verlust von 5,24 Mrd. €. Die Größe der jeweiligen Stadt ist ein Schlüsselfaktor in Bezug auf die sozialen Gesamtkosten: Alle Städte mit einer Einwohnerzahl von über 1 Million befinden sich unter den 25 Städten mit den höchsten sozialen Kosten durch die Luftverschmutzung.

for the 432 cities investigated, the average contribution of mortality to total social costs is 76.1%. Conversely, the average contribution of morbidity (diseases) is 23.9%.

City air pollution stems from many sources: transport activities, household heating and a range of other activities including agriculture and industry. Without further analysis, the relative share of each source cannot be assessed with any certainty. In this study we did investigate the role of city transport in explaining these social costs using econometric methods. Although there is a severe lack of data at the level of individual cities, we do find evidence that transport policies impact the social costs of air pollution, using several proxy indicators that are available for many cities, including commuting times and car ownership. Our results show that a 1% increase in the average journey time to work increases the social costs of PM10 emissions by 0.29% and those of NO2 emissions even by 0.54%. A 1% increase in the number of cars in a city increases overall social costs by almost 0.5%. This confirms that reduced commuting and car ownership has a positive impact on air quality, thus reducing the social costs of poor city air quality.

Comparison of our study's findings regarding welfare losses with those from other research shows that our results are sometimes higher than previously found. To a large extent this can be explained by the more recent figures used here for valuing the adverse impacts of air pollution. Our findings provide additional evidence that reducing air pollution in European cities should be among the top priorities in any attempt to improve the welfare of city populations in Europe. The present COVID-19 pandemic has only underscored this. Comorbidities feature prominently in the mortality of COVID-19 patients and among the most important of these are those associated with air pollution.

The figures reported here are cited without uncertainty ranges. In this kind of study, uncertainty bounds are typically around 30–40%, implying that the figures reported here could be a factor 1/3 lower or 1/3 higher. Finally, it should be stressed that our study is based on reported levels of air quality, which may diverge from the actual situation, given that air quality is still relatively sparsely monitored across Europe. As a result, the social

Im Jahr 2018 erlitt im Durchschnitt jeder Einwohner einer europäischen Stadt einen Verlust an Wohlfahrt von über 1.250 € durch direkte oder indirekte Gesundheitsverluste aufgrund von schlechter Luftqualität. Das entspricht 3,9% des Einkommens in Städten. Es ist zu beachten, dass bei diesen Zahlen eine erhebliche Streuung zwischen den Städten besteht: In der rumänischen Hauptstadt Bukarest beläuft sich der gesamte Verlust an Wohlfahrt auf über 3.000 € pro Kopf/Jahr, während er in Santa Cruz de Tenerife in Spanien unter 400 € pro Kopf/Jahr liegt. In vielen Städten in Bulgarien, Rumänien und Polen liegen die gesundheitsbezogenen sozialen Kosten zwischen 8 und 10% des verdienten Einkommens. Die meisten dieser Kosten hängen mit vorzeitiger Mortalität zusammen: Für die 432 untersuchten Städte liegt der durchschnittliche Beitrag der Mortalität zu den sozialen Gesamtkosten bei 76,1%. Umgekehrt liegt der durchschnittliche Beitrag der Morbidität (Erkrankungen) bei 23,9%.

Urbane Luftverschmutzung hat viele Ursachen: Verkehr, Heizung für Privathaushalte und eine Reihe anderer Aktivitäten, einschließlich Landwirtschaft und Industrie. Ohne weitere Untersuchungen kann der relative Anteil einer jeden Verschmutzungsquelle nicht mit Sicherheit beurteilt werden. In der vorliegenden Studie haben wir die Rolle des Stadtverkehrs zur Erklärung dieser sozialen Kosten unter Anwendung ökonomischer Verfahren untersucht. Auch wenn ein erheblicher Mangel an Daten auf der Ebene einzelner Städte besteht, lässt sich unter Anwendung mehrerer Proxy-Indikatoren, die für viele Städte verfügbar sind, darunter die Dauer von Arbeitswegen und der Fahrzeugbesitz, nachweisen, dass sich die Verkehrspolitik auf die sozialen Kosten der Luftverschmutzung auswirkt. Unsere Ergebnisse zeigen, dass ein Anstieg um 1% bei der durchschnittlichen Anfahrtsdauer zur Arbeit die sozialen Kosten der PM10-Emissionen um 0,29% erhöht und die der NO2-Emissionen sogar um 0,54%. Ein Anstieg der Pkw-Anzahl in einer Stadt um 1% erhöht die sozialen Gesamtkosten um beinahe 0,5%. Dies bestätigt, dass eine Verringerung der Fahrtdauer und des Fahrzeugbesitzes einen positiven Einfluss auf die Luftqualität hat und folglich die sozialen Kosten durch schlechte Luftqualität reduziert.

Der Vergleich der Ergebnisse unserer Studie hinsichtlich der Verluste an Wohlfahrt mit denen anderer Untersuchungen zeigt, dass unsere Ergebnisse teilweise höher ausfallen als zuvor festgestellt. Das lässt sich weitgehend mit den aktuelleren Zahlen

costs reported are likely to be an underestimate in some cities. If air pollution levels are in fact higher than the figures reported in official statistics, the social costs will increase accordingly.

Recommendations

This leads to the following recommendations:

- The findings in this research paper show that impacts of poor air quality on human welfare are very substantial and larger than previously understood. Our findings provide additional evidence that reducing air pollution in European cities should be among the top priorities in any attempt to improve the welfare of city populations in Europe.
- The costs calculated in this study are likely to become higher if the costs because of the COVID-19 pandemic would be properly included. Comorbidities feature prominently in the mortality of COVID-19 patients and among the most important of these are those associated with air pollution. Various research papers have evidenced that poor air quality tends to increase mortality from COVID-19 cases. Therefore, social costs of poor air quality may be higher than estimated in this research.
- Air quality is, to a large extent, influenced by transportation habits which in turn are influenced by transport policies, both at the national and the city level. Hence governments have an important role to play here. Car possession and journey times to work tend to be positively correlated with higher levels of air pollution. The social costs should be taken into account by transport policy decisions affecting urban mobility and they can be assessed when calculating the transition of urban mobility from the internal combustion engine to zero- and low emission alternatives, including e-mobility. The relationship between transport policies at the local level and air pollution should be investigated in more detail in future research. Transport policies improving air quality can have co-benefits for public health if they stimulate increased physical activity such as walking or cycling.
- The present analysis is based on reported air quality. In general we also observe that much could be improved with respect to the moni-

erklären, die hier zur Bewertung der schädlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung herangezogen werden. Unsere Ergebnisse liefern zusätzliche Beweise dafür, dass die Reduzierung der Luftverschmutzung in europäischen Städten zu den obersten Prioritäten gehören sollte, wenn es darum geht, die Wohlfahrt der Stadtbevölkerung in Europa zu verbessern. Die derzeitige COVID-19-Pandemie hat dies nur noch bekräftigt. Komorbiditäten spielen eine bedeutende Rolle bei der Mortalität von COVID-19-Patienten, und die mit der Luftverschmutzung zusammenhängenden Erkrankungen gehören dabei zu den wichtigsten.

Die hier berichteten Zahlen sind ohne Unsicherheitsbereiche angegeben. Bei dieser Art von Untersuchungen liegen die Unsicherheiten typischerweise bei etwa 30-40%, was bedeutet, dass die genannten Zahlen um ein Drittel niedriger oder höher sein können. Zum Schluss muss darauf hingewiesen werden, dass unsere Studie auf den gemeldeten Angaben zur Luftqualität basiert, die von der tatsächlichen Situation abweichen können, da die Luftqualität in Europa immer noch relativ spärlich überwacht wird. Daher ist es wahrscheinlich, dass in unseren Ergebnissen die sozialen Kosten für manche Städte unterschätzt werden. Wenn die Luftverschmutzung gegenüber den Angaben in den offiziellen Statistiken in Wirklichkeit höher ist, sind auch die sozialen Kosten entsprechend höher.

Empfehlungen

Daraus lassen sich die folgenden Empfehlungen ableiten:

- Die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsberichts zeigen, dass die Auswirkungen von schlechter Luftqualität auf die Wohlfahrt der Menschen beträchtlich sind und ein größeres Ausmaß haben als bisher bekannt. Unsere Ergebnisse liefern zusätzliche Beweise dafür, dass die Reduzierung der Luftverschmutzung in europäischen Städten zu den obersten Prioritäten gehören sollte, wenn es darum geht, die Wohlfahrt der Stadtbevölkerung in Europa zu verbessern.
- Die in der vorliegenden Studie ermittelten Kosten würden sehr wahrscheinlich höher liegen, wenn die Kosten aufgrund der COVID-19-Pandemie auf geeignete Weise einbezogen werden. Komorbiditäten spielen eine bedeutende Rolle bei der Mortalität von COVID-19-Patienten, und die mit

toring of air quality: some large European cities have only a limited number of monitoring stations. Without a good network of monitoring stations, air pollution may seriously be underestimated and social costs determined in this study may be even modest. Therefore our final recommendation is to improve the monitoring network so that a more accurate relationship between human health and air pollution can be assessed.

der Luftverschmutzung zusammenhängenden Erkrankungen gehören dabei zu den wichtigsten. Verschiedene Forschungsberichte haben Nachweise erbracht, dass eine schlechte Luftqualität die Mortalität bei COVID-19-Fällen tendenziell erhöht. Daher können die sozialen Kosten der schlechten Luftqualität höher ausfallen als in der vorliegenden Studie ermittelt.

- Die Luftqualität wird in hohem Maße von den Fortbewegungsgewohnheiten beeinflusst, die wiederum durch die Verkehrspolitik, sowohl auf nationaler als auch auf städtischer Ebene, geprägt werden. Somit spielen Regierungen hierbei eine wichtige Rolle. Fahrzeugbesitz und Fahrtzeit zur Arbeit korrelieren meist positiv mit höherer Luftverschmutzung. Die sozialen Kosten sollten bei verkehrspolitischen Entscheidungen, welche die innerstädtische Mobilität betreffen, berücksichtigt werden und können bei Berechnungen zum Übergang der städtischen Mobilität vom Verbrennungsmotor hin zu emissionsfreien oder emissionsarmen Alternativen, einschließlich Elektromobilität, veranschlagt werden. Der Zusammenhang zwischen Verkehrspolitik auf lokaler Ebene und der Luftverschmutzung sollte in zukünftigen Studien genauer untersucht werden. Eine auf die Verbesserung der Luftqualität gerichtete Verkehrspolitik kann positive Nebeneffekte für die Gesundheit der Bevölkerung haben, wenn sie zu mehr Bewegung anregt, wie Gehen oder Fahrradfahren.
- Die vorliegende Untersuchung basiert auf der gemeldeten Luftqualität. Allgemein stellen wir zudem fest, dass bezüglich der Überwachung der Luftqualität viel Verbesserungspotential besteht: Manche großen europäischen Städte haben nur eine geringe Zahl von Messstationen. Ohne ein hinreichendes Netz von Messstationen wird die Luftverschmutzung ggf. erheblich unterschätzt und die in der vorliegenden Studie ermittelten sozialen Kosten sind möglicherweise sogar sehr niedrig. Daher schließen wir mit der Empfehlung, das Messstationennetz zu verbessern, um eine präzisere Beurteilung des Zusammenhangs zwischen der menschlichen Gesundheit und der Luftverschmutzung zu ermöglichen.