

Genauere Zahlen fehlen noch, doch Forscher weisen darauf hin, dass Emissionen aus der Schifffahrt Gesundheit und Umwelt schaden. Der Wechsel zu saubereren Treibstoffen bringt freilich Probleme.

Sven Titz

Der Schiffsverkehr trägt heute beträchtlich zur Luftverschmutzung auf dem Planeten bei. Weltweit wird auf den Meeren ungefähr halb so viel Smog wie durch Autos produziert. In den Schiffsmotoren wird oft billiges Schweröl verbrannt, welches grosse Mengen Schwefel enthält. Darum stösst mancher Superfrachter so viel Schwefeloxide aus wie die Autoflotte einer Grossstadt. Einen Katalysator sucht man in Schiffen meist vergebens.

Schäden auch in Küstenferne

Schiffsabgase erhöhen vor allem an der Küste die Konzentration gesundheitsgefährdender Partikel, aber nicht nur dort. Auch Hunderte von Kilometern weiter im Inland sinkt – trotz Verdünnungseffekt – die Luftqualität. Während der Verfrachtung durch den Wind altern die Schmutzteilchen. Dabei würden sie oft noch toxischer, erklärt die Chemikerin Kimberly Prather von der University of California in San Diego. Gemäss ihren Untersuchungen machen Schiffsemissionen heute einen erklecklichen Teil der in Kalifornien gemessenen Luftverschmutzung aus. Ähnliches gilt für viele andere Küstenregionen der Erde.¹

Aus den Schloten quillt eine nicht gerade unbedenkliche Mischung diverser Verbrennungsprodukte. Besonders gesundheitsschädlich sind die Schwefel- und Stickoxide, aus denen sich darüber hinaus Sulfat- und Nitratpartikel bilden können. Als problematisch gelten auch die Russpartikel sowie andere Teilchen organischer Natur. Dabei sind vor allem kleine Partikel gefährlich. Medizinische Studien haben gezeigt, dass hohe Konzentrationen von Partikeln mit einem Durchmesser von 2,5 Mikrometern oder weniger häufig zu Lungenerkrankungen führen, die tödlich enden können. Vor drei Jahren berichtete ein Team um James Corbett von der University of Delaware, dass weltweit womöglich Zehntausende solcher Fälle auf Schiffsemissionen zurückzuführen sind.²

An Corbetts vielzitierte Studie hat der Meteorologe Axel Lauer mitgewirkt, der an der University of Hawaii arbeitet. Seines Wissens war die Studie die erste, in denen die Gesundheitsschädlichkeit der Schiffsemissionen global abgeschätzt wurde. Allerdings sind die Aussagen für einzelne Orte ungenau, und die Simulationen



Schwarzer Rauch aus dem Schlot einer Fähre in England. Saubere Treibstoffe sind in der Schifffahrt noch rar.

ASHLEY COOPER / CORBIS

Ungesunde Seeluft

Die Reduktion der Luftschadstoffe aus der Schifffahrt kommt nur langsam voran

lassen sich nur schwer mit Messwerten vergleichen. Denn das Team verwendete für die Ausbreitungsrechnungen ein Computermodell, das nur eine grobe räumliche Auflösung von 250 Kilometern erlaubte. Unsicherheiten sieht Lauer auch noch bei den tatsächlichen Emissionen der Schiffe: Oft sei nicht einmal die genaue Menge des verbrauchten Treibstoffs bekannt, sagt er.

Neue Standards und Anreize

Bisher wurde die Luftverschmutzung durch Schiffe eben nur wenig erforscht, und anders als beim Autoverkehr sind die Regulierungen noch neu und relativ schwach. Global werden die maritimen Emissionen durch eine Konvention begrenzt – genauer: durch Anhang VI zur Marpol-Konvention der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (Marpol steht dabei für «marine pollution»). Das Dokument, das 1997 unterzeichnet wurde, trat 2005 in Kraft. Seit Juli 2010 gelten neue Grenzwerte: Der Treibstoff der Schiffe darf von nun an höchstens 4,5 Prozent Schwefel enthalten. Sondern streng ist das nicht – auch vorher schon lag der Schwefelanteil in handels-

üblichem Treibstoff meist niedriger. 2012 soll das Marpol-Limit auf 3,5 Prozent und 2020 auf 0,5 Prozent sinken.

In manchen Meeresgebieten gelten schon jetzt striktere Regeln. Der Schwefelgehalt des Sprits von Schiffen, die durch die Ostsee, die Nordsee oder den Ärmelkanal tuckern, darf 1 Prozent nicht überschreiten, ab 2015 nur noch 0,1 Prozent. Ähnliche Gebiete sind vor den Küsten Nordamerikas ausgewiesen. Neben dem Schwefelgehalt beschränkt die Marpol-Konvention auch den Ausstoss von Stickoxiden, welche zur Entstehung bodennaher Ozonsmogs beitragen, der vorzugsweise im Sommer auftritt. Schritt für Schritt werden nun die Emissionsstandards für neue Schiffsmotoren verschärft.

Darüber hinaus gibt es in der Branche derzeit eine freiwillige Verpflichtung. Der Vorreiter ist die World Ports Climate Initiative, eine weltweite Vereinigung 55 grosser Häfen. Ab Januar 2011 will die Organisation die Schiffe genauer nach der Schädlichkeit ihrer Emissionen klassifizieren. Dieser neue Environmental-Ship-Index berücksichtigt den Ausstoss von Schwefeldioxid und Stickoxiden sowie die Energieeffi-

zienz. Für Schiffe, die gemäss Index sauberer sind, könnten künftig in bestimmten Häfen verbilligte Gebühren gelten.

Die Umstellung auf schwefelarme Treibstoffe wie Schiffsdiesel oder Flüssiggas, die nun international vorangetrieben wird, hat weitreichende wirtschaftliche Konsequenzen, die sich nur schwer im Detail vorhersagen lassen. Steigt die Nachfrage nach den Ersatzkraftstoffen, kann es zu Produktionsengpässen kommen; wahrscheinlich ziehen dann die Preise an, sogar bei Diesel für Autos. Die Emissionen senken könnten die Schiffseigner im Prinzip auch anders, etwa durch den Einbau von Anlagen zur Abgasreinigung. Das ist aber recht teuer.

Effizientere Antriebe gefragt

Alternativ kann man den Verbrennungsprozess in den Motoren verbessern. Daran wird seit 2008 am Paul-Scherrer-Institut (PSI) getüftelt. Zusammen mit dem finnischen Motorenbauer Wärtsilä, ABB Turbo Systems und der ETH Zürich betreibt das PSI in Villigen einen Prüfstand für Schiffsmotoren. Die dortigen Tests sind Teil

des EU-Projekts Hercules-beta zur Entwicklung hocheffizienter, emissionsarmer Antriebe. Am PSI werden verschiedene Varianten eines Schiffsmotors mit einer Leistung von 1,2 Megawatt getestet. Durch Verwendung eines zweiten Turboladers könne die Verbrennungstemperatur gesenkt werden – das verringere die Emissionen deutlich, erklärt Philipp Dietrich, der Leiter des Kompetenzzentrums Energie und Mobilität. Ein Vorteil dieser Technik bestehe darin, dass anders als bei Katalysatoren und Filtern die Energieeffizienz des Antriebs nicht verringert werde.

Die Arktis in akuter Gefahr

Schiffsemissionen gefährden nicht nur die Gesundheit, sondern beeinflussen auch die Umwelt. Beispielsweise trägt der Schiffsverkehr rund 3 Prozent zum weltweiten Ausstoss von Kohlendioxid bei. Andererseits bilden sich im maritimen Smog mehr Wolken, die Sonnenlicht reflektieren und so die Atmosphäre kühlen – ein Effekt, der wahrscheinlich sogar überwiegt. Eine konkrete Umweltgefährdung zeigt sich in der Arktis. Durch Winddrift und Tauwetter im hohen Norden war die Eisausdehnung in den Sommern seit 2007 ein Drittel kleiner als in den achtziger Jahren. Wenn es der Eisgang erlaubt, nutzen nun manche Reedereien die Nordwest- oder Nordostpassage als sommerliche Abkürzung. Das spart Geld und reduziert die Emissionen. Umweltfachleute warnen aber vor einer Schädigung der sensiblen Arktis. Zum einen werden neue Arten in das Ökosystem eingeschleppt. Wie stark zum anderen die Luft in der Polarregion durch die Schiffe belastet wird, hat James Corbett dieses Jahr zusammen mit Kollegen aus den USA und Kanada untersucht.³ Russpartikel aus den Dieselmotoren könnten das arktische Klima verändern, sagt der Wissenschaftler. Lagert sich Russ auf Schnee und Eis ab, nimmt die Oberfläche mehr Strahlung auf und erwärmt sich. Dabei stellt die Arktis ohnehin die Region der Erde dar, in der die Temperatur in den letzten drei Jahrzehnten am schnellsten geklettert ist.

Ob nun zum Schutz der Umwelt oder zum Schutz der menschlichen Gesundheit – die Minderung von Schiffsemissionen dürfte in den nächsten Jahren auf der politischen Tagesordnung bleiben. Denn mit dem internationalen Handel wächst auch der Frachtverkehr auf den Meeren: Nach Schätzungen kann sich der maritime Treibstoffverbrauch bis Mitte des Jahrhunderts verdoppeln. Ohne Gegenmassnahmen würde für den Schadstoffausstoss durch Schiffe das Gleiche gelten.

¹ Environmental Science & Technology, 44 (6), 1954–1961 (2010); ² Environmental Science & Technology, 41 (24), 8512–8518 (2007); ³ Atmospheric Chemistry and Physics, 10, 9689–9704 (2010).

Psychische Störungen bei Asylsuchenden

Resultate einer Schweizer Studie

mi. · Asylsuchende in der Schweiz leiden oft unter psychischen Krankheiten wie Depressionen und posttraumatischen Belastungsstörungen. Diese Probleme werden aber von den betreuenden Hausärzten häufig nicht erkannt, wie eine vor kurzem im «Swiss Medical Weekly» publizierte Studie mit 78 zufällig ausgewählten Asylsuchenden zeigt. Der Befund ist umso erstaunlicher, als die Asylsuchenden doppelt so häufig einen Arzt aufsuchen wie die übrige Bevölkerung und entsprechend mehr Krankenkassenleistungen beanspruchten.

Die 57 Männer und 21 Frauen wurden von Fachleuten des Ambulatoriums für Folter und Kriegsopfer des Universitätsklinikums Zürich interviewt. Bei 32 fand sich mindestens eine psychische Störung, doch nur 20 hatten eine Behandlung erhalten. Für den Psychiater und Studienleiter Thomas Maier liegt ein Hauptgrund im häufigen Fehlen von interkulturellen Übersetzern. Asylsuchende sollten zudem routinemässig auf psychische Probleme untersucht werden, sagt er. So könnten ihnen gezielter geholfen und könnten auch unnötige Krankenkassenleistungen eingespart werden.

Dürren bereiten den Boden für Hitzewellen

Zusammenhang von trockenem Boden und extremer Sommerhitze erstmals mit Messdaten belegt

tel. · Auffällig war das spätestens nach der Hitzewelle vom Sommer 2003: Der Frühling davor war in Europa vergleichsweise niederschlagsarm und eher warm gewesen, die Böden waren zu Sommerbeginn entsprechend trocken. Der Verdacht, dass eine Rückkopplung von Bodenfeuchte und Lufttemperatur die Intensität und Dauer von Hitzewellen in Europa beeinflussen könnte, wurde dann noch durch Modellrechnungen erhärtet. Nun ist es Forschern unter der Leitung von Sonia Seneviratne von der ETH Zürich und Martin Hirschi von Meteo Schweiz erstmals gelungen, diesen Zusammenhang empirisch zu belegen.¹

Eigentlich erscheint das Wechselspiel einleuchtend: Ist der Boden trocken, wird weniger Wärme in die Verdunstung von Bodenwasser umgesetzt. Die daraus resultierende Überschusswärme staut sich in der Luft an. Dass der Boden ein sehr effektives «Kühlggerät» sein kann, sehe man sehr gut in der Schweiz, sagt Seneviratne. Hierzulande werde 40 Prozent der Sonneneinstrahlung, die den Boden erreicht, für die Verdunstung von Bodenwasser absorbiert. In Mitteleuropa sei die Boden-

feuchte in der Regel so hoch, dass es nur bei sehr langen Hitzeperioden zur Austrocknung und somit zur Verstärkung der Hitze komme.

Viel sensibler ist der Wärmepuffer im Boden hingegen in Südosteuropa, wie sich nun zeigt. Dort kommt es häufiger zum Teufelskreis: Wenig Niederschlag im Frühjahr führt zu Wassermangel im Boden und dieser wiederum zu Hitzewellen im Sommer. In den Sommermonaten der Jahre 1961 bis 2000 stiegen sowohl die Anzahl Hitzetage (jene Tage, die wärmer sind als 90 Prozent aller Tage im langjährigen Mittel) als auch die maximale Dauer der Hitzeperioden (also die maximale Anzahl aufeinanderfolgender Hitzetage) im Südosten Europas sehr schnell an mit zunehmender Trockenheit. Bei ausgedörrten Böden waren 43 Prozent aller Tage überdurchschnittlich heiss – im Vergleich zu nur 4,5 Prozent bei feuchten bis sehr feuchten Böden. Auch war die längste Reihe der Hitzetage bei Dürre deutlich länger: 6,9 gegen nur 1,2 Tage bei «gesundem» Wassergehalt im Boden. In Bezug auf den östlichen Mittelmeerraum komme dieses Ergebnis nicht überraschend, sagt Seneviratne. Denn nicht nur Computer-

simulationen, auch In-situ-Messungen der Energieflüsse im Boden hätten vorher darauf hingedeutet.

Für Mitteleuropa stelle sich nun aber heraus, dass die Klimamodelle die Auswirkungen von Dürren auf die Schwere von Hitzewellen überschätzen. Noch ist die Schweiz also dank ihren feuchten Böden gut gegen extreme Sommerhitze geschützt; Seneviratne aber weist warnend darauf hin, dass unser Land im Zuge des Klimawandels dereinst mediterrane Verhältnisse bekommen könnte.

Da die Bodenfeuchte sich nur langsam ändert, könnte sie als guter Frühwarnindikator für Hitzewellen taugen. Doch bis anhin wird der Wassergehalt des Erdreichs entweder indirekt aus Niederschlagsdaten berechnet oder mit Hilfe von Satelliten gemessen, die nur über die obersten Zentimeter der Oberfläche Auskunft geben. Das soll sich ändern: Die Forschungsgruppe von Seneviratne hat zusammen mit Meteo Schweiz und Agroscope ein neues Messnetz aufgebaut, um Anomalien der Bodenfeuchte in der Schweiz besser zu überwachen.

¹ Nature Geoscience, Online-Publikation vom 12. Dezember 2010.

Afrika – zu nah am Wasser gebaut

Urbanisierung und Flutopfer

tel. · Die Anzahl jährlicher Todesopfer bei Überschwemmungen in Afrika hat sich in den letzten 50 Jahren verzehnfacht. Doch steckt – entgegen der einschlägigen Wahrnehmung – nicht der Klimawandel hinter der Tragödie. Laut einer von der Unesco finanzierten Studie sind die Afrikaner eher wegen der um sich greifenden, planlosen Urbanisierung immer verwundbarer für Hochwasser geworden.¹

Bei der Studie wurden Daten über Hochwasser-Ereignisse in 79 afrikanischen Flussebenen aus den letzten 30 bis 90 Jahren ausgewertet. Dabei zeigten nur 4 Flussebenen einen Trend zu schwereren Überschwemmungen, der Rest verzeichnete entweder mildere Fluten oder keinen eindeutigen Trend. Daher schliessen die Autoren eine klimatische Ursache für den Anstieg der Todesopfer aus. Dieser korrelierte vielmehr mit dem Bevölkerungswachstum in den betroffenen Gebieten. Eine bessere Raumplanung sowie erschwingliche Frühwarnsysteme könnten dabei Abhilfe schaffen, schreiben die Forscher.

¹ Geophysical Research Letters, 37, L22402.