

Viel Rauch um (fast) Nichts – Feinstaubemissionen aus Asphaltmischgut – eine Entgegnung

Eine Studie mit alarmierenden Daten...

Im September 2020 erschien eine wissenschaftliche Studie (abrufbar unter <http://bit.ly/asphaltemission>), die sich mit einer speziellen Feinstaubklasse beschäftigt. Es handelt sich dabei um flüchtige organische Verbindungen mit relativ hohem Siedepunkt (Intermediate-volatility & semivolatile organic compounds (I/SVOC)) als Vorläuferstoffe von sekundären organischen Aerosolen (SOA). Diese SOA tragen wesentlich zu Feinstaub PM_{2,5} im urbanen Raum bei und haben aufgrund ihrer geringen Größe eine besondere gesundheitliche Relevanz, da sie tief in die Atemwege eindringen können. Von den gemessenen I/SVOC-Emissionen konnte bislang nur ein Teil - etwa dem Treibstoffverbrauch (im Verkehr) - zugeordnet werden. Andere erdölbasierende Quellen für I/SVOC werden vermutet. In Großstädten sind wesentliche Flächenanteile versiegelt: so in den USA teilweise mehr als 45%, in Wien circa 27%. Etwa die Hälfte der versiegelten Fläche ist als Verkehrsfläche ausgewiesen. Zusätzlich sind in den USA, auf die sich die Studie konzentriert, 20% der Flächen in Städten durch Dächer belegt. Viele Dächer sind dort mit Asphaltshindeln oder direkt bewitterten Bitumenbahnen gedeckt. Daher gibt es in US-Großstädten große und im Vergleich zu Europa wesentlich größere Flächenanteile, die bitumenbeschichtet sind. Nachdem Bitumen ein Erdölprodukt ist, liegt es nahe zu untersuchen, ob bituminöse Produkte eine wesentliche Quelle für I/SVOC- und SOA-Emissionen sind. Motivation und Ziel der genannten Studie ist es, dies zunächst im Rahmen von Laborexperimenten zu untersuchen. Anhand von zwei Asphaltproben aus Straßenbaustellen und anderen bituminösen Produkten zur Dachdeckung wurden Aerosolemissionen in Abhängigkeit der Temperatur, der UV-Strahlung und der Zeit in einem hohen Detailgrad analysiert. Dabei zeigt sich im Wesentlichen, dass bei sommerlichen Temperaturen (+60°C) von jungen Asphaltflächen (direkt nach dem Einbau) zunächst für einige Stunden messbare organische Aerosole ausdampfen. Die Emissionen sinken jedoch rasch exponentiell ab und sind nach 5 bis 10 Stunden kaum mehr messbar. Wenn UV-Strahlung (also Sonnenlicht) dazukommt, steigen die Emissionen zunächst stark an und sinken anschließend wieder ab. Insgesamt sind die Daten bei UV-Strahlung jedoch schwer zu interpretieren und zeigen sehr hohe Schwankungen. Bei Einbautemperaturen (+140°C) werden deutlich höhere Emissionen gemessen, die auch mit der Zeit langsamer absinken. Im zweiten Teil der Studie machen sich die Autoren nun daran, die Daten aus kleinmaßstäblichen Laborexperimenten (in denen Asphaltproben mit einer Abmessung von 10x1x1 cm gemessen wurden), auf ein großes Gebiet in Südkalifornien, dem so genannten South Coast Air Basin (SoCAB) zu übertragen. SoCAB hat eine Fläche von 17.100 km², was in etwa der Fläche der Steiermark bzw. Niederösterreichs entspricht und beheimatet 18 Mio. Menschen, was in etwa der doppelten Einwohnerzahl Österreichs entspricht. SoCAB beinhaltet unter anderem den Großraum von Los Angeles und stellt das Gebiet mit schlechtester Luftqualität in den USA dar. Den Weg,

den die Autoren hier gehen, ist gewagt. Daten aus zwei kleinen Asphaltproben werden auf ein Gebiet übertragen, in dem jährlich etwa 500.000 Tonnen Bitumen im Straßenbau eingesetzt werden. Mit dieser Menge könnte das Wiener Straßennetz jedes Jahr zur Hälfte komplett erneuert oder etwa 700 km Autobahn gebaut werden. Zum Vergleich: In Österreich werden jedes Jahr etwa 400.000 Tonnen Bitumen verbraucht.

Das Ergebnis der Studie in kurzen Worten: die I/SVOC- und SOA-Emissionen aus bituminösen Produkten (die auch Dachdeckungen einschließen) überschreiten jene aus Benzin- und Dieselverbrauch im untersuchten Gebiet und tragen damit wesentlich zu dieser Feinstaubquelle im städtischen Gebiet bei. Was für die Autoren und Wissenschaft erfreulich schien, nämlich das Inventar für diese Feinstaub-Klassen zu füllen, war für die bitumenverarbeitende Industrie, allen voran den Straßenbau, aber auch für Menschen in Städten eine schlechte Nachricht. Dementsprechend nahmen auch zahlreiche Medien die Daten zum Anlass, diese Erkenntnisse zu publizieren und die notwendige Aufmerksamkeit zu erreichen, um an Lösungen zu arbeiten. Gleichzeitig waren die Ergebnisse jedoch so erstaunlich (hoch), dass sie danach riefen, genauer betrachtet und im Detail überprüft zu werden.

...überschätzt aufgrund methodischer Fehler...

Die schlechte Nachricht (für die Autoren): Während der experimentelle Teil sehr sorgfältig durchgeführt und analysiert wurde, weist der Teil, in dem diese Daten für die Hochrechnung auf Südkalifornien verwendet werden, wesentliche methodische Schwächen auf, wodurch die ermittelten Emissionen aus dem Straßenbau um den Faktor 5 bis 10 überschätzt wurden. Die gute Nachricht (für alle anderen): Die Feinstaubbelastung aus unseren Verkehrsflächen sind gering und stellen keinen großen Beitrag zur I/SVOC und SOA Emissionen dar. Wie konnte das geschehen? Zunächst gibt es einige kleinere Schwächen, die bedenklich sind, aber die nicht nur in dieser Studie auftreten: Von einer sehr kleinen Stichprobe, nämlich Proben aus zwei verschiedenen Straßenbaustellen, werden Daten für ein riesiges Gebiet modelliert. Beide Proben zeigen eine große Streuung: Eine Probe führt zu Emissionen, die fünf- bis siebenmal höher sind als die der anderen. Diese Streuung sollte Anlass für eine starke Erweiterung der Stichproben sein, um die tatsächliche Streuung statistisch absichern zu können. Das ist aufwändig und wurde nicht durchgeführt. Dennoch werden die beiden Einzeldaten herangezogen, um eine obere und untere Grenze für Emissionen berechnen zu können – diese Annahme entbehrt jeder statistischen Grundlage. Der zeitliche Verlauf der Emissionen bei +60°C wurde nach 80h abgebrochen und aus diesem Verlauf auf das langzeitliche Emissionspotenzial geschlossen. 80h entsprechend etwa 0,06% der Lebensdauer einer Deckschicht von 15 Jahren. Nachdem die Emissionen schon nach 5 bis 10 Stunden gegen 0 gehen, ist

davon auszugehen, dass das dauerhafte Emissionspotenzial rasch erschöpft ist. Dies wird in der Studie nicht berücksichtigt.

Die Untersuchungen mit UV-Strahlung zeigen einen Emissionsverlauf mit der Zeit, der nicht erklärbar ist. Da dieses Verhalten nicht erklärbar ist, wäre auch hier eine tiefergehende Untersuchung notwendig, bevor die Daten für Hochrechnungen herangezogen werden. Auch das wurde verabsäumt.

Weiters wird angenommen, dass die gesamte im Straßenbau eingesetzte Bitumenmenge ausschließlich für Deckschicht-Erneuerungen eingesetzt wird und keine tiefergehenden Erneuerungen (Binder- und Tragschicht) durchgeführt werden. Wenn man zudem berücksichtigt, dass die Autoren stets behaupten konservativ, untere Grenzen für mögliche Emissionen darzustellen, wird ersichtlich, dass die Grundlagen für die Hochrechnung auf dünnen Beinen stehen und nicht ausreichend abgesichert sind.

Wirklich problematisch sind jedoch zwei methodische Fehler:

Zum einen gehen die Autoren davon aus, dass das Mischgut beim Einbau über 5 Stunden bei 140°C vorliegt und das volle Mischgutvolumen während der gesamten Dauer für Emissionen zur Verfügung steht. Einerseits kühlt Mischgut relativ rasch ab – Untersuchungen zeigen, dass die Abkühlrate bei 2°C bis 3°C pro Minute beträgt. Damit sinkt die Temperatur des Mischgutes nach 10 Minuten schon um 20°C. Die Autoren der Studie selbst zeigen, dass die Emissionen um etwa 40% sinken, wenn die Temperatur um 20°C abnimmt. Diesem Umstand wird nicht Rechnung

ist. In grober Näherung kann man davon ausgehen, dass dies während des Transfers vom Lkw zum Fertiger und während des Einbaus vom Fertiger der Fall ist. Anschließend stellt die verdichtete Oberfläche eine Versiegelung dar und Emissionen können nur mehr vom oberflächlich zugänglichen Bitumenfilm ausgehen. Dies sind unter den in der Studie vorgegebenen Annahmen nur etwa 0,9% der gesamten Bitumenmenge.

...das tatsächliche Emissionspotenzial um das 5- bis 10-fache

Wenn die Berechnungen der Studie nun mit plausiblen Randbedingungen wiederholt und die groben methodischen Fehler ausgeglichen werden, dann ergibt sich ein vollkommen anderes Bild des Emissionspotentials, das von Asphaltstraßen ausgeht.

Tabelle 1 vergleicht die Ergebnisse der Studie mit der Neubewertung unter Berücksichtigung plausibler Randbedingungen für das Gebiet von SoCAB. Die Fälle Einbau (140°C), Sommer (60°C) mit und ohne UV-Strahlung sind getrennt dargestellt, wie auch die Summe der Emissionen aus I/SVOC und SOA. Dabei wird ersichtlich, dass die Gesamtemissionen unter plausiblen Annahmen nur 10% bis 20% der in der Studie angegebenen Zahlen betragen. Am stärksten überschätzt werden die Zahlen während der Lebensdauer, wo nur 1% bis 5% der Emissionen zu erwarten sind, die von der Studie angegeben werden.

Tabelle 2 zeigt den Anteil der betrachteten Fälle an den neu ermittelten Gesamtemissionen. Dabei zeigt sich, dass der größte Anteil auf den Einbau entfällt – hier treten 80% bis 95% der Emissionen auf.

Tabelle 1: Vergleich der berechneten Emissionen Studie und Neubewertung

	I/SVOC [Gg/Jahr]			SOA [Gg/Jahr]		
	Studie	Neubewertung	Verhältnis	Studie	Neubewertung	Verhältnis
Einbau (140°C)	1,4	0,47	34%	0,45	0,15	33%
Sommer (60°C)	0,4 - 2,3	0,004 – 0,02	1%	0,1 - 0,3	0,001 – 0,003	1%
Sommer (60°C) + UV-Strahlung	1,0 - 2,5	0,04 – 0,1	4%	0,2 - 0,6	0,01 – 0,02	3% - 5%
Gesamt	2,8 - 6,2	0,51 – 0,59	9% - 18%	0,75 - 1,35	0,16 – 0,18	13% - 21%

getragen. Zum anderen, und dies ist der zweite, wesentliche methodische Fehler, steht das gesamte Mischgutvolumen zu keinem Zeitpunkt voll zur Verfügung. Das würde voraussetzen, dass jedes umhüllte Gesteinskorn der umgebenden Luft voll zugänglich

Nicht relevant scheinen Emissionen im Sommer ohne UV-Strahlung. Wenn UV-Strahlung berücksichtigt wird, steigen die Emissionen. Die Datenlage für diesen Fall ist jedoch dürftig und bedarf weiterer Experimentalanalysen.

Tabelle 2: Anteil der Emissionen je Fall

	I/SVOC [Gg/Jahr]		SOA [Gg/Jahr]	
	Neubewertung	Anteil	Neubewertung	Anteil
Einbau (140°C)	0,47	80% - 92%	0,15	85% - 94%
Sommer (60°C)	0,004 – 0,02	1% - 3%	0,001 – 0,003	0% - 2%
Sommer (60°C) + UV-Strahlung	0,04 – 0,1	7% - 17%	0,01 – 0,02	6% - 14%
Gesamt	0,51 – 0,59		0,16 – 0,18	

Tabelle 3 stellt nun den Anteil des Asphaltstraßenbaus an den Gesamtemissionen im Betrachtungsgebiet (SoCAB) und im Vergleich zu den Emissionen aus Treibstoffverbrennung dar. Anders als in der Studie angegeben, überschreiten die Emissionen aus dem

Dem Asphalteinbau ist dabei besondere Beachtung zu schenken. In vergangenen Studien konnten wir zeigen, dass beim Gussasphalteinbau bei hohen Temperaturen (>200°C) eine starke Feinstaubbelastung für Arbeitnehmerinnen entsteht.

Tabelle 3: Anteil der Emissionen aus Straßenbau und Treibstoff an Gesamtemissionen

	I/SVOC [Gg/Jahr]	Anteil	SOA [Gg/Jahr]	Anteil
Anteil Asphaltstraßenbau	0,55	2%	0,17	2%
Anteil Treibstoff	3,6	10%	1,15	16%
Gesamtemissionen SoCAB	35 ± 9	100%	7,0 ± 2,5	100%

Asphaltstraßenbau die aus dem Treibstoffbedarf bei weitem nicht. Treibstoffe tragen mit 10% bis 16% zu den Gesamtemissionen bei, während der Anteil aus dem Asphaltstraßenbau bei etwa 2% liegt und in der Streuung des Gesamtinventars untergeht.

Die vorliegende Studie eröffnet ein spannendes Feld, überschätzt jedoch die Emissionen an I/SVOC und SOA aus dem Asphaltstraßenbau wegen falscher Annahmen um das 5- bis 10-fache. Dazu kommen wesentliche Unsicherheiten in den Eingangsdaten, die oben beschrieben wurden.

Um abgesicherte Aussagen treffen zu können, bedarf es dem Aufbau einer größeren Datenbasis, um die statistische Streuung erfassen zu können. Ebenso müssen Langzeitstudien zu Emissionen aus bestehenden Straßen durchgeführt und die Laborexperimente um Felduntersuchungen erweitert werden.

Die Emissionen sinken jedoch stark ab, wenn die Temperatur unter 200°C gesenkt wird. In diesem Fall liegen die PM10 Emissionen nahe am Grenzwert, den die WHO für gute Luftqualität vorgibt.

Weiterführende Untersuchungen in diesem Bereich, die auch Walzasphalthe berücksichtigen scheinen sinnvoll. So kann die Exposition von Arbeiterinnen und Anrainer_innen unter Feldbedingungen abgesichert und im Anlassfall Maßnahmen entwickelt werden, die der Straßenbau-Industrie die Möglichkeit geben, weiterhin ein sicheres Arbeits- und Lebensumfeld zu gewährleisten.

Auf Basis der vorliegenden Daten kann jedenfalls nicht bestätigt werden, dass Asphaltmischgut und Asphaltstraßen einen wesentlichen Beitrag zu I/SVOC- und SOA-Feinstaubemissionen leisten.

