Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 117 (1999)

Heft: 13

Artikel: Die Stadt wird wieder grün: wie die Natur städtische Bauwerksoberflächen erobert und Lärm mindert

Autor: Rudolf, Wolfgang / Dienel, Hans-Liudger

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79713

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 31.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Athen, 1992 (Bild: Wolfgang Rudolf)

Wolfgang Rudolf und Hans-Liudger Dienel, Berlin

Die Stadt wird wieder grün

Wie die Natur städtische Bauwerksoberflächen erobert und Lärm mindert

Unsere Städte drohen im Lärm und Staub zu versinken wie die des Mittelalters in ihren Abwässern. Eine Studie an der Humboldt-Universität und an der Technischen Universität Berlin will nachweisen, wie mit Pflanzen Lärm und Schadstoffe in der Stadt bekämpft werden können.

Die globale Verstädterung vollzieht sich ungebremst. Ein wachsender Anteil der Bevölkerung lebt in Grossstädten bzw. stadtähnlichen Agglomerationen. Gleichzeitig wächst die urbane Bodenversiegelung, und photosynthetisch wirksame Flächen geraten lokal und regional ins Hintertreffen. Die anthropogenen Emissionen in die Biosphäre, verbunden mit biozider und phytozider städtischer Planung und technizistischer Architektur, führen in den grossen Städten zu wachsenden bioklimatischen, insbesondere lufthygienischen Problemen, die sich auf alarmierende Weise in externen gesellschaftlichen Kosten widerspiegeln.

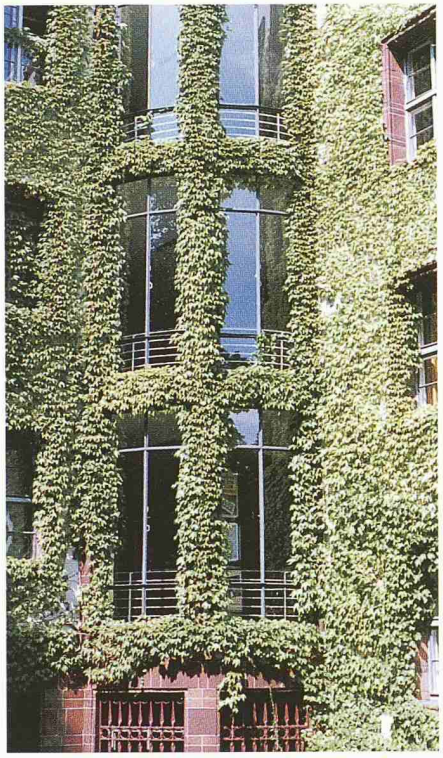
Wachsendes Lärmproblem

Eines der grössten Probleme dieses Wachstums ist der Lärm. Städtische Mobilität, sei sie nun erzwungen oder freiwillig, wächst. Sie ist unter anderem eine wesentliche Voraussetzung dafür, im «Grünen» zu wohnen, wo die Luft relativ sauber, die Mieten und die Bodenpreise erschwinglich sind. Gleichzeitig klagen Menschen zunehmend über den wachsenden Verkehrslärm und über die Abgassituation. Die nicht lediglich Lebensqualität mindernden, sondern gesundheitsschädigenden Wirkungen von Lärm sind inzwischen klar erkannt und wissenschaftlich nachgewiesen. Lärm ist in den vergangenen Jahren gerade in Metropolen wie Berlin zu einer der wichtigen, wenn nicht der wichtigsten wahrgenommenen Umweltbelastung geworden. Diese Bedeutung des Lärms wird darüber hinaus weiter wachsen.

Lärm ist unerwünschter Schall, der stören, gefährden, benachteiligen oder belästigen kann. Aus dieser Definition ergibt sich: Lärm ist kein rein physikalischer, sondern ein subjektiver Begriff.[1] Für die Beurteilung von Schall als Lärm sind die Betroffenen massgebend.

Verkehrs-Lärm in urbanen Räumen ist wegen seiner Abhängigkeit und Wechselwirkung von und zu anderen (verkehrsverursachten) Emissionen ein besonders schwer zu lösendes Problem. Die Ursachen dafür sind vor allem verkehrsbaulicher, psychophysikalischer und psychosomatischer Natur. Die erlebte Intensität eines Geräuschreizes wächst proportional zum Logarithmus des physikalischen Reizes. Eine massive Reduktion der Zahl der Verkehrsmittel führt deshalb nur zu einer marginalen Minderung des Verkehrslärms.[2] Der Berliner Umweltsenator Peter Strieder hat deshalb im Februar 1997 prognostiziert, dass die Minderung des Verkehrslärms längs grosser Verkehrsachsen, etwa der Berliner Bismarckstrasse, auf die in der Bundesimmissionsschutzverordnung vorgesehenen Grenzwerte von 64 Dezibel nicht erreichbar sein wird.[3] Auf Berlins Hauptverkehrsstrassen herrscht tagsüber auf einer Länge von über 140 km ein Pegel, der sogar den derzeitigen Orientierungswert von 70 dB(A) übersteigt.

Die wachsende Konkurrenz zwischen Bauwerks- und Vegetationsfläche, zwischen Stadt und Landschaft zuungunsten der natürlichen Vegetationsflächen verschärft dieses Problem. Akustische, stoffliche, thermische aber auch radiative Emissionen in die städtische Biosphäre verschärfen sich in der Regel zunehmend qualitativ oder sinken, gemessen am Wachs-



Links: Vegetative Fassadengestaltung in Berlin, 1995; unten: extensive Begrünung eines Einkaufszentrums in Berlin, 1998 (Bilder: Wolfgang Rudolf)

tum der Anzahl der Emittenten, meist unzureichend.

Die Schademissionen manifestieren sich immissiv oder depositiv. Medizinisch problematisch werden die Immissionen (z.B. Luftschall, Schadgase und Schadstäube, Strahlung), wenn sie mit sensitiven Organen des Menschen einzeln oder kombiniert in Berührung kommen. Dies ist angesichts der kurzen Entfernungen zwischen der Emissionsquelle und dem Rezipienten (Mensch) in urbanen Räumen von besonderer Bedeutung.

Bei Anerkennung der gewachsenen urbanen Strukturen sind die Stadt und ihr Umland nachhaltig zu entwickeln. Diese Aspekte sind starken wirtschaftlichen und sozialen Restriktionen unterworfen. Die städtische Umweltpolitik gerät dadurch in zahlreiche und teilweise schwerwiegende Zielkonflikte. Eine Neuorientierung in der Behandlung der urbanen Bauwerksoberfläche ist notwendig. Sie muss auf die Quadratkilometer von bisher pflanzenfeindlich gestalteter horizontaler, vertikaler und geneigter technischer Bauwerksoberflächen in der Grossstadt gerichtet werden.

Bauwerks-Naturierung als Lösungsansatz

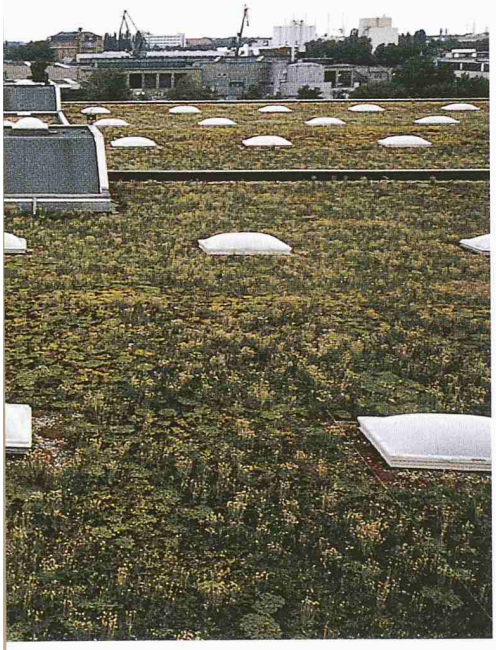
Ein Lösungsansatz für die Emissionsminderung ist die Naturierung von ausgewählten Verkehrs- und Verkehrsbegleitflächen sowie von Bauwerksoberflächen. An der Berliner Technischen Universität und dem Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin ist ein innovativer und finanzierbarer Ansatz zur Minimierung des Verkehrslärms entwickelt worden. Dieser Weg greift vier empirisch nachweisbare Zusammenhänge auf:

Der primäre Befund ist die physikalische Reduktion des Schalls durch seine Dämmung und Dämpfung an und durch naturierte Flächen. Dieser Effekt gilt sowohl für die Verkehrsflächen (Naturierung der Gleisbettungen sowie Strassen- und Gleisbettungsbegleitflächen) als auch für die naturierten Gebäude- und Bauwerksoberflächen (Lärmschutzwände, Mauer- und Gitterwerke, Fassaden, Dachflächen, Brücken, Untertunnelungen). Die auf diese Weise eintretende Schallminderung wird ergänzt durch die Dämpfung der schwingenden Abstrahlflächen der Bauwerksfläche durch Naturierung.

Verstärkt wird dieser Befund durch die psychophysikalische und -somatische Komponente. Befragungen bei Anwohnern und weiteren Betroffenen belegen diesen Einfluss der Naturierung auf die Verkehrsemissionsempfindung. Die lärmsenkende Wirkung hängt auch mit der Entlastung der Sinnesorgane (Auge, Ohr, Haut) durch die Naturierung sowie des Herz-Kreislauf-Systems durch andere emissionsmindernde Eigenschaften (z.B. Verminderung der Wärmeabstrahlung von Verkehrsflächen durch Naturierungen) zusammen. Die Intensität und Zahl mehrerer Stressoren bzw. schädigender Umwelteinflüsse sinkt auch wegen der durch Vegetationssysteme verursachten Verdunstungskühle sowie durch die Senkung der Sekundäremission von Luftschadstoffen (Schwermetallen[4], Dieselruss[5], Brems-, Strassen-, Reifen-, Schienen- und Radabrieb sowie von PAK[6]) und verstärkt damit indirekt die Empfindung der Lärmreduktion.

Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten

Eine dritte wichtige qualitative Funktion der Naturierung ist ihre Wirkung auf das Verkehrsverhalten im individuellen Strassenverkehr. Naturierung integriert die Verkehrsfläche in den urbanen Raum und legt deshalb dem Verkehrsteilnehmer ein «urbanes Verkehrsverhalten» nahe, ohne zu Zwangsmassnahmen zu greifen. Durch die Lärmminderung steigt zudem die Bereitschaft der Bevölkerung, citynah und damit verkehrsarm zu wohnen. Steigender Verkehrslärm ist heute ein nicht zu



unterschätzender Faktor für den sinkenden Wert von Immobilien und das Image und Gefüge eines Stadtquartiers.[7] Umgekehrt erhöht die Senkung des Verkehrslärms den Gebäudewert. Die Bereitschaft, für sinkenden Verkehrslärm finanziell etwas zu tun, ist bei Anliegern insgesamt hoch, wenn es nachvollziehbare und einheitliche Verfahren der Kostenbeteiligung gibt. Dieser Zusammenhang wird im Forschungsansatz durch innovative (Re-)Finanzierungsvorschläge aufgegriffen. Die Eigentümer und Nutzer an Verkehrsachsen können an den Kosten der Lärmminderung durch Naturierung zum Teil mitbeteiligt werden, ohne dadurch das Verursacherprinzip generell in Frage zu stellen.[8] Die Naturierung von Verkehrsflächen und Verkehrsbegleitflächen ist ein Ansatz, einen immer grösser werdenden Anteil der städtischen Bauwerke ökologisch und ökonomisch optimiert wieder aufzuwerten.

Die Verknüpfung der vier Funktionen führt zu der Forschungs- und Entwicklungshypothese, dass durch Naturierung von Verkehrs- und Bauwerksoberflächen ein nachhaltiger und effizienter Beitrag zur Emissionsreduktion an den urbanen Verkehrswegen und damit ein Beitrag zur Aufwertung urbaner Lebensräume geleistet werden kann.

Die stadtökologische Dimension der Bauwerks-Naturierung

Um die technischen Bauwerksoberflächen der Stadt photosynthetisch grossflächig zu aktivieren, ist eine nachhaltige ökologische Stadtentwicklung notwendig. Sie muss die konstitutiven stadtökologischen Ressourcen der Stadt, wie die vertikalen, horizontalen und geneigten Oberflächen der Dächer, Fassaden, Mauern, Lärmschutzwände, Gittersysteme, Böschungen, Gleisbettungen, Verkehrs- und Verkehrsbegleitflächen als solche begreifen. Solche Potentiale müssen zwingend in die Flächennutzungsplanung für eine ökologisch und wirtschaftlich vernünftige Bauwerks-Grossflächen-Naturierung miteinbezogen werden. Denn die einzige Grossfläche in der Stadt, die für zusätzliche urbane Vegetation real zur Verfügung steht, ist die Bauwerksoberfläche der Stadt. Neben bereits bekannten Lösungen für Dächer, Fassaden und Lärmschutzbauten bilden die mit Gleisanlagen und -körpern beanspruchten Flächen der Bahnbetreiber sowie Strassenbegleitflächen eine stadtökologische Ressource von besonderem Stellenwert.

Zunehmend werden deshalb durch Kommunen Möglichkeiten nachgefragt, alternative, kostensparende Vegetationsflächen zu schaffen, die eine nachhaltige Verbesserung der Lebensqualität im Rahmen bereits vorhandener städtischer Strukturen herbeiführen.

Angesichts leerer Haushaltskassen in Städten und Gemeinden ist die Bereitschaft, sich von geförderten «Luxusbegrünungen» zu verabschieden (bspw. wurden Dachbegrünungen in Deutschland mit opulenten 120 DM/m^2 gefördert), besonders entwickelt.

Die heutige Stadt ist dadurch charakterisiert, dass sie «technogene Fäkalien» wie Haus- und Industriebrand, Fahrzeugabgase, Reifenabrieb, Baustaub, Luft- und Körperschall, Abwärme und «Elektrosmog» in den Stadtraum entsorgt. Ein Ergebnis sind - quantitativ und qualitativ zunehmend - psycho-physikalisch bestimmte «Stadtkrankheiten» wie Atemwegserkrankungen, Allergien, Herz-Kreislauf- und andere Erkrankungen[9].

Verschärfend wirken sich die über Jahrhunderte angesammelten und im Stadtraum abgelagerten Stäube aus, die zyklisch der Atemluft zugeführt werden. Zunehmend empfundener Lärm in den Strassenschluchten und von den Stadtautobahnen, mangelnde Luftfeuchtigkeit und sommerlicher Hitzestau forcieren die Situation. Abtropfverluste von Fetten, Ölen und Kraftstoffen der Verkehrs- und Betriebsmittel sowie der Eintrag von chemischen Substanzen in die Kanalisation und das Grundwasser verursachen weitere Umweltprobleme und Kosten. Die stereotype Gebrauchsarchitektur der Städte und die daraus mitbestimmte Sozialstruktur, insbesondere in den Grosswohnsiedlungen mit ihren Plattenbauten schaffen zusätzliche Spannungen.

Die Veröffentlichungen des Eidgenössischen Verkehrsdepartements 1996[10] sowie die darauf aufbauende Studie des Heidelberger UPI[11] legen an Hand der verkehrsbedingten Staubemissionen und der daraus erwachsenden Gesundheits- und Kostenproblematik dar, vor welchen Problemen die Städte Deutschlands jetzt und in der Zukunft stehen und stehen werden. Allein die aus dem Kraftfahrzeugverkehr Deutschlands resultierenden Luftschadstoffe verursachten 1995 in den Städten und Gemeinden Deutschlands zusätzliche Gesundheitskosten in Höhe von 28,13 Milliarden DM.

«Technogene Fäkalien»

Die Städte und Gemeinden stehen heute weltweit vor dem Problem, ein in Dimension und Bedeutung nicht weniger grosses Stadt- und Siedlungsentwicklungsvorhaben zur Minderung der Umwelt-, Gesundheits- und Sozialprobleme anzugehen als die Kommunen im 19. Jahrhundert.

Galt es in der mittelalterlichen Stadt, die flüssigen Abwässer in die innerstädtische Kanalisation zu verbannen, steht die Stadt von heute vor dem lufthygienischen Problem des Umgangs mit «technogenen Fäkalien». Ignoriert man die bestehenden Entwicklungen und Tendenzen, gilt es zu akzeptieren, dass durch zunehmende stadtklimatische und lufthygienische Defizite, Stadtflucht einsetzt. Diese zieht eine Entleerung und Verslumung von Innen- und Satellitenstadtbereichen - oftmals auch noch auf Kosten unversiegelter stadtnaher Naturräume - nach sich. Das kann weder im Interesse der Stadtbewohner noch der Immobilieneigner, Unternehmer oder der Kommune sein. War - um bei den geschichtlichen Parallelen zu bleiben - für den Bauwerkseigner und die Kommune der mittelalterlichen Stadt der Bau einer städtischen Kanalisation wirtschaftlich nicht vorstellbar, wurde sie spätestens nach den abwasserverursachten Cholera-Epidemien zwischen 1800 und 1900 eine Überlebensnotwendigkeit für die Stadt.

Die städtische Umwelt wird permanent mit giftigen und krebserregenden Luftschadstoffen und Abwärme sowie mit Lärm und Elektrosmog belastet, ohne dass eine effiziente Ableitung und Entsorgung dieser «technogenen Fäkalien» stattfindet. Naturierte Bauwerksflächen als pflanzliche Absorber können Luftschadstoffe

durch ihre erhöhte Rauhigkeit mit Hilfe der oberirdischen Pflanzenteile (wie Blätter und Halme) mechanisch auskämmen. Im Vergleich zur konventionellen Bauwerksoberfläche können Blei, Cadmium und andere Schwermetalle als auch Dieselruss sowie polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe und organische Substanz durch den technischen Systemaufbau von Bauwerks-Naturierungen dauerhaft gebunden und der Atemluft entzogen werden. Die Wärmeaufnahme und -abstrahlung des Bauwerks kann gleichzeitig wesentlich reduziert und die Luftfeuchtigkeit positiv beeinflusst werden. Andererseits können bestimmte Strahlungsarten in den Vegetationssystemen in Wärme umgewandelt und mit Hilfe von Wasser als Wasserdampf mit humanbioklimatischen Wohlfahrtswirkungen (Verdunstungskühle) abgeführt werden.

Bis zu 85% des jährlich anfallenden Niederschlagswassers in Mitteleuropa kann auf der Bauwerksoberfläche gespeichert, zeitversetzt der Kanalisation zugeführt, versickert und über Verdunstung in den biologischen Wasserkreislauf zurückgeführt werden. Diese Effekte lassen sich im Falle grossflächiger Naturierungen mikro- und makroökonomisch quantifizieren und zur Wirtschaftlichkeit für Bauwerkseigner, -nutzer und Kommune führen.

Auch aus heutiger Sicht war die Installation der innerstädtischen Kanalisation in den Städten des 19. Jahrhunderts ein erstaunliches Investitionsvorhaben sowohl hinsichtlich seines Bau- als auch seines Finanzvolumens. Erst die Verschmutzung von Luft, Boden und Wasser in der Stadt und die damit einsetzenden Erkrankungen führten zwangsläufig zu einer Erweiterung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Kanalisation.

Die heutige Stadt benötigt nicht nur eine Neuorientierung in der Behandlung der Bauwerksoberfläche, sondern auch in der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Bauwerks-«Begrünungen», gerichtet auf die Quadratkilometer bisher pflanzenfeindlich gestalteter horizontaler und vertikaler technischer Bauwerksoberflächen in der Grossstadt. Heisst eine kommunale Lösung von Stadtproblemen «Kanalisation der Emissionen»? - Wenn ja: Wie sieht sie technisch aus, was kostet und leistet sie für den Bauwerkseigner - und wie stellen sich die jeweiligen Naturierungssysteme hinsichtlich der externen Revenue aus ihren «Wohlfahrtswirkungen» für die Kommune im Gebühren- und ggf. Besteuerungssystem des Bauwerkseigners dar?

Innerhalb von Städten beanspruchen Bauwerksoberflächen der unterschiedlichen Besitzer - denken wir nur an die unterschiedlichen Verkehrsbetreiber - einen beträchtlichen Anteil der urbanen Stadtflächen. Welche Rolle bei der Lösung o.g. kommunaler Probleme könnten die Immobilieneigner einnehmen? Festzustellen ist, dass die Nutzung von Bauwerken externe Kosten und Lasten durch die Flächeninanspruchnahme erzeugt und durch die Wirkung der Bauwerke als Emittent (Sekundär-Emittent) Umweltbelastungen verursacht, die ökonomisch und ökologisch zugunsten der Betroffenen im Rahmen der wirtschaftlichen Möglichkeiten zu optimieren sind.

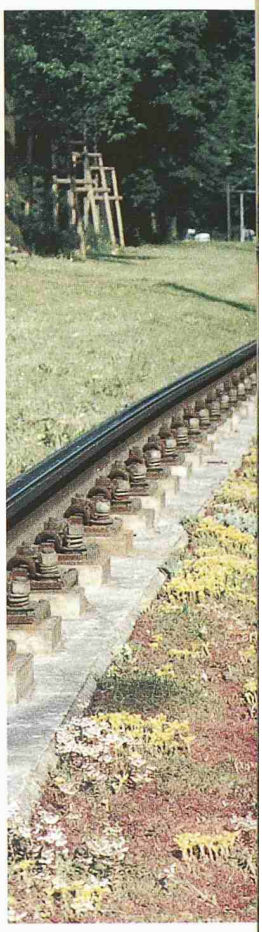
Der Berliner Ansatz

Im Rahmen eines multi- und interdisziplinären Forschungsprojektes arbeiten Vertreter aus Kommune und Wirtschaft gemeinsam mit der Technischen Universität und dem Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin an der Minderung von verkehrsinduzierten Emissionen durch Bauwerks-Naturierungen. Dazu soll ein integratives Prognose Modell zur ökologisch-ökonomisch optimierten Emissionsminderung (Plant Aided Traffic Emission Sinks) als Modul des Prognostic Model Urban Ecology erarbeitet werden.

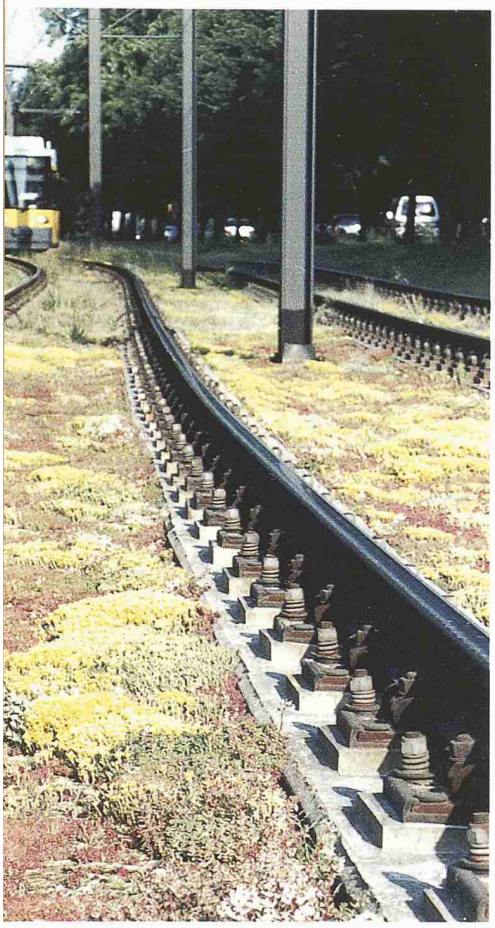
Ziel der gemeinsamen Arbeit ist es, Wege zu finden, ob und wie grossflächige vegetative Absorber auf und an horizontalen, vertikalen und geneigten Bauwerksoberflächen

- verkehrsinduzierte akustische Emissionen-Immissionen zu dämpfen und zu dämmen,
- verkehrsinduzierte stoffliche Emissionen-Immissionen dauerhaft durch vegetative Ad- und Absorption bzw. Inkorporation in Biomasse zu immobilisieren,
- verkehrsinduzierte thermische Emissionen-Immissionen durch Evapotranspiration (Wärmeentzug durch Verdunstung), die circadianen Temperaturamplituden der verkehrsaufnehmenden Bauwerksoberflächen zu dämpfen,
- verkehrsinduzierte radiative Emissionen-Immissionen, wie nieder- und hochfrequente technische (Stromleitungen, Elektromotoren, Transformatoren - «Elektrosmog»,) sowie natürliche elektromagnetische Felder (ultraviolette Strahlung), in Wärme umzuwandeln und über Verdunstung abzuleiten.

Die Studie läuft in zwei Schritten ab. In der Machbarkeitsstudie werden die bisher gemessenen Emissionsminderungen durch Naturierung dokumentiert, durch weitere Messungen an naturierten Verkehrsachsen in Berlin ergänzt und die Ergebnisse interpretiert. Auf diese Weise soll die erreichbare Emissionsreduktion für unterschiedliche Anwendungskontexte nachgewiesen bzw. zumindest konkret abgeschätzt werden. In der folgenden Hauptuntersuchung werden sodann konkrete Konfigurationen für unterschiedliche Anwendungsfälle im Ballungsraum erarbeitet, sowie Durchsetzungs- und Finanzierungsstrategien entwickelt. Die Durchführung von Modellprojekten wird durch eine enge Kooperation mit Unternehmen und der kommunalen Verwaltung ermöglicht.



Das Projekt hatte zum Ziel, finanzierbare Wege der nachhaltigen Verkehrsemissionsminderung zu entwickeln. Es erforscht die Lebenszykluskosten der Naturierung, stellt sie den möglichen Einsparungen bei kommunalen und privaten Aufwendungen für Lärmschutz, Kompensationsmassnahmen und Versiegelungsgebühren gegenüber und entwickelt fondsgestützte Refinanzierungsmodule, welche den Beitrag der Verkehrsemissionssenkung zur Aufwertung der an den Verkehrsachsen liegenden Bauwerke berücksichtigen.



Links: naturiertes Gleisbett mit Schienen auf Längsbalken, Berlin 1998 (Bild Hans-Joachim Henze); Unten: Begrünung eines Schrägdaches, Berlin 1997 (Bild Wolfgang Rudolf)

Die Arbeitsgruppe integriert auf Seiten der Hochschule die Fachgebiete Verkehrsplanung, Stadtökologie, Sozialwissenschaften - Psychologie, Technische Akustik und Investition & Finanzierung und kooperiert auf der Seite der Wirtschaft eng mit Partnern aus dem Verkehrsgewerbe (Deutsche Bahn AG, Berliner Verkehrsgesellschaft, Verkehrsbetriebe Potsdam), Naturierungsunternehmen (Xeroflor, ANTEC, re natur, BEMA, Bihler & Oberneder, Röfa) der Wohnungswirtschaft (Wohnungsbaugesellschaft Prenzlauer Berg) und der städtischen Verwaltung (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie Berlin, Bezirksämter Hellersdorf und Prenzlauer Berg von Berlin). Sie wird vom Zentrum Technik und Gesellschaft koordiniert.

Adresse der Verfasser:
Wolfgang Rudolf, Dr., Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin, Invalidenstrasse 42, 10115 Berlin, *Hans-Liudger Dienel*, Dr., Zentrum Technik und Gesellschaft, Technische Universität Berlin, Hardenbergstrasse 4-5, 10623 Berlin

Anmerkungen

[1] *Manfred Heckl* (Hg.): Taschenbuch der technischen Akustik. Berlin 1995. *Heinz Brauer* (Hg.): Emissionen und ihre Wirkungen. Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik Bd. 1 Berlin 1996

[2] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie (Hg.): Strassenverkehrslärm in Berlin. Berlin 1996. Grundlegend: *Jürgen Gruber*: Lärm. Wirkung und Bewertung. Düsseldorf 1975.

[3] Dafür müsste das tägliche Verkehrsaufkommen in der Bismarckstrasse, so Strieder, von derzeit 50 000 auf 3125 Fahrzeuge sinken. Die Grenzwerte gelten allerdings vorerst nur für Neubauten oder wesentliche Änderungen. ADN Nachricht vom 14.2.1997.

[4] Lufthygienisch bedeutsam sind insbesondere Blei und Cadmium

[5] Dieselruss wird zunehmend als der Asbestfaser vergleichbares Kanzerogen angesehen

[6] PAK (oder englisch PAH) ist das Akronym für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe. Von besonderem Interesse ist das krebserregende Benz-(a)pyren.

[7] Die Wertminderung durch Verkehrslärm ist aus diesem Grund Gegenstand zahlreicher Prozesse. Vgl.: *Hans-Peter Michler*: Rechtsprobleme des Verkehrsimmissionsschutzes. Düsseldorf 1993 (Diss. Speyer 1992); *Willi Blümel* (Hrsg.): Verkehrslärmschutz, Verfahrensbeschleunigung. Speyer 1991 (= Speyerer Forschungsberichte, Bd. 95); *Helmut Parzefall*: Entschädigung des Strassennachbarn bei Eigentumsbeeinträchtigung durch Verkehrslärm. Stuttgart/München 1995 (= Jenaer Schriften zum Recht, Bd. 6); Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau (Hg.): Entschädigung für die Beeinträchtigung von Wohngrundstücken - insbesondere des Aussenwohnbereichs - durch Strassenverkehrslärm. Dortmund 1993 (= Verkehrsblatt-Dokument Nr. B 6330, Fassung vom Mai 1993).

[8] *G. Zimmermann.* (Hg.): Neue Finanzierungsinstrumente für öffentliche Aufgaben. Baden-Baden 1997. *U. Kirchhoff u. H. Müller-Godeffroy*: Finanzierungsmodelle für kommunale Investitionen. Stuttgart 1993.

[9] Vgl. Gesundheitsrisiken durch Lärm. Tagungsband zum Symposium. Schritte zur nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bonn 1998

[10] Monetarisierung der verkehrsbedingten externen Gesundheitskosten. Synthesebericht. Dienst für Gesamtverkehrsfragen des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements. Bern 1996

[11] *D. Teufel, A. Arnold* et al.: Externe Gesundheitskosten des Verkehrs in der Bundesrepublik Deutschland. UPI-Bericht (1997) 6, 43