



Universität
Salzburg

An
Prof. Dr. Johannes Gepp
Institut für Naturschutz - Naturschutzbund Steiermark
Herdergasse 3
A-8010 Graz
e-Post: office@naturschutzzinstitut.at
Tel: +43 316 322 377-18
URL: www.naturschutzzinstitut.at

FB Materialforschung und Physik
Abt. Physik und Biophysik

Salzburg, 12.2.2013

Prof. Dr. Werner Hofmann
DI. Dr. Pierre Madl

Betreff: Stellungnahme betreffend der
Feinstaubrelevanz tausender
flussbegleitender Bäume in Graz

Hellbrunnerstrasse 34
A-5020 Salzburg – Austria
Europe
Tel: +43.662 . 8044 – 5702 / 5717
Fax.: +43.662 . 8044 - 150
e-Post: werner.hofmann@sbg.ac.at
e-Post: pierre.madl@sbg.ac.at

Sehr geehrter Herr Prof. Gepp,

Ihren Ausführungen folgend und in Bezugnahme zu den in Graz beabsichtigten Massnahmen im Zuge der geplanten Realisierung eines Flusskraftwerkes an der Mur, erlauben wir uns Ihnen folgende Aspekte näher zu bringen.

Auf den nachstehenden Seiten finden Sie die uns relevant erscheinenden Fragestellungen mit den dazugehörigen Antworten. Wir sind schon der Meinung dass eine derartige Massnahme nachhaltige Auswirkungen auf die urbane Luftgüte haben wird, zumal die Menge an zu rodendem Baumbestand doch beachtlich ist.

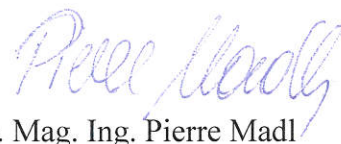
Wir hoffen mit diesen Ausführungen Ihnen die Implikationen einer derartig weitreichenden Neugestaltung eines bis dato naturbelassenen Lebensraumes verständlich vermitteln zu können.

Unter Rücksichtnahme einer objektiven Aufarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen sollte es möglich sein, das *pro* und *contra* eines Kraftwerksbaus abzuwägen, um zu einer den Gegebenheiten angepassten Lösung zu finden.

In diesem Sinne verbleiben wir mit freundlichen Grüßen,



Univ. Prof. Dr. Werner Hofmann



Dr. Mag. Ing. Pierre Madl

Beilagen:

Stellungnahme betreffend der Feinstaubrelevanz tausender flussbegleitender Bäume in Graz

Stellungnahme betreffend der Feinstaubrelevanz tausender flussbegleitender Bäume in Graz

Vorgelegt von
Univ. Prof. Dr. Werner Hofmann
Dr. Mag. Ing. Pierre Madl

FB-Materialforschung und Physik – Abteilung Physik und Biophysik, Universität Salzburg

Ausgangssituation

Im Rahmen des derzeit in 2. Instanz laufenden UVP-Verfahrens betreffend eines Wasserkraftwerkes in Graz, "Murkraftwerk Graz GZ: FA 17B 20.20-507/2011-23", befürchtet der Naturschutzbund Steiermark neben über 30 Bürgerinitiativen, dass das UVP-Thema "Baumverluste und geminderte Feinstaub-Bindefunktionen" bisher nicht nach Stand des Wissens abgehandelt wurde. Im bisherigen Verfahrensstand - gegen den in 2. Instanz am 9.10.2012 berufen wurde - gibt es dazu nach Meinung des Naturschutzbundes weder spezifische Untersuchungen noch haltbare Gutachten spezialisierter Experten, obwohl ein für Mitteleuropa einmaliger Baumverlust von tausenden zu rodenden Stadt-Bäumen unvermeidlich wäre. Demgegenüber ist Graz eine der Städte mit amtsbekannt höchsten Feinstaubwerten, verteilt auf alle Jahreszeiten. Der Naturschutzbund bewertet eine potentielle Minderung der Feinstaubbindung durch die Baum- und Blattflächenreduktion über zumindest 5 Jahrzehnte für die Gesundheit der Grazer Bevölkerung als ausreichend belegbar, sofern der Stand des heutigen Wissens bewusst ausgeschöpft wird. Die erwartbare Situationsverschlechterung kann im Rahmen einer für zehntausende betroffene Stadtbewohner relevanten UVP nicht alleinig mit verallgemeinernden Sachverständigenmeinungen (wie jene SV-Stellungnahme vom 20.5.2012 p.24, Gutachter Neuberger: „die Staubfilterwirkung von Laubbäumen wird von Laien überschätzt und ist für die gesundheitsgefährdenden Staubfraktionen meist gar nicht messbar“) abgetan werden. Der Naturschutzbund sieht darin einen Verfahrensmangel, der auf das Nichtvorhandensein relevanter Untersuchungsgrundlagen und auf oberflächlichen Einschätzungen der UVP-Sachverständigen beruht.

Der Naturschutzbund ersuchte in seiner Einwendung vom 9.10.2012 den Umweltsenat in 2. Instanz eine Neubewertung der Baum- und Feinstaubrelevanz vorzunehmen und hat als zusätzliche Begründungen nachfolgende Experten-Stellungnahme der unterfertigten Mitarbeiter der Universität Salzburg in Auftrag gegeben.

Verfahrensgrundlage

Entlang des Murflusses in der steirischen Landeshauptstadt Graz wachsen entlang beider Ufersäume tausende durchschnittlich über 65 Jahre alte Laubbäume. Durch ein geplantes Murkraftwerk im Süden von Graz, aber auch durch die angekündigte Errichtung eines Hochwasser-Entlastungskanals entlang von Mur-Uferbereichen, sollen über mehrere Kilometer im Stadtgebiet alte Uferbäume gerodet werden. Prof. Johannes Gepp schätzt als beedeter Sachverständiger allein durch die Kraftwerkerrichtung einen Verlust von 4500 bis 8000 Bäumen über 20 cm Stammdurchmesser (Gepp 9.10.2012, p.3: zumindest 7200 große Bäume). Die Konsenswerber geben selbst für das Kraftwerk einen Verlust von 1417 Einzelbäume, sowie eine allmählich durch kilometerlange Überflutung absterbende ungenannte Anzahl von Bäumen, bzw. zusätzlich den Baumbestand von weiteren 5,4 ha

Hochwald an, der als neu zu pflanzende Waldaufforstung ersetzt werden soll. Diese Bäume können wegen Flächenmangel im Stadtgebiet nur in Teilen durch neu zu pflanzende, wesentlich kleinere geschulte Exemplare ersetzt werden (ein Anteil soll weit ausserhalb des Stadtgebietes ersetzt werden).

Ausgehend von der bestehenden Bestandssituation erlauben wir uns (Prof. Hofmann und Dr. Madl) folgende Argumente betreffend der Feinstaub-Bindefunktion von Bäumen, aufzulisten.

Vorab sollte noch kurz etwas zum Terminus Feinstaub gesagt werden: Stäube sind laut Definition feinst verteilte Teilchen in der Luft welche meist von mechanischen Entstehungsprozessen herrühren. Im Gegensatz dazu stehen Nano-Partikel welche überwiegend durch Verbrennungsanlagen (Hausbrand, Verkehr, Industrie und Agrarwirtschaft) verursacht werden, also durch Verbrennung von flüssigen und festen Brennstoffen. Der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Klassen liegt in der innewohnenden Depositionseigenschaft dieser Teilchen bei Inhalation. Während sich Stäube überwiegend im Nasen-Rachenraum ablagern und "ausgespuckt bzw. ausgeschneuzt" werden können, deponieren sich Nano-Partikel überwiegend in der Lunge - genauer in den Bronchiolen und Alveolen, wobei letztere den sensiblen Bereich des Gasaustausches betreffen, wo Sauerstoff aufgenommen und Kohlendioxid ausgeatmet werden.

Der Ausscheidungsprozess in den Bronchiolen kann zum Teil noch über die Brochial-Cilien in Richtung Rachen erbracht werden, wodurch die "Fracht" verschluckt bzw. wiederum "ausgespuckt" werden kann. Jene Nano-Partikel hingegen, welche sich in den Alveolen (Lungenbläschen) ablagern, können nur mehr durch die Makrophagen (Fresszellen) über das Blut oder Lymphe wegtransportiert werden. Damit ist unweigerlich eine Verfrachtung der Nano-Partikel in den gesamten Körper verbunden (der Blutkreislauf verteilt Partikel in alle Organe und Gewebe), welche akute und chronische Erkrankungen bei Patienten mit einschlägiger Diagnose nachweislich verschärfen.[1]

Bisweilen wird von den Umweltbehörden lediglich der gesetzliche Auftrag erfüllt, nämlich die Erfassung der Partikelmasse kleiner 10 μm : PM_{10} . Viel seltener noch werden jene erfasst, welche kleiner als 2.5 bzw. 1 μm sind: $\text{PM}_{2.5}$ bzw. $\text{PM}_{1.0}$. Bedauerlicherweise wird übersehen, dass bei Nano-Partikel nicht die Masse sondern vielmehr die numerische Konzentration von gesundheitlicher Relevanz ist (bzw. die Zahl der deponierten Teilchen pro Luftwegs-Oberfläche). Deshalb sind die Partikel unter 500 nm (bzw. 100 nm) wesentlich bedeutsamer als PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ oder $\text{PM}_{1.0}$.

Fragestellung 1:

Stellt der Baumverlust in der genannten Grössenordnung (man geht derzeit von 6000-8000 Bäumen aus) im Stadtgebiet und somit deren ökologische Funktionsverluste eine wissenschaftlich bewertbare und umweltrelevante Grösse dar?

Antwort ad 1 hinsichtlich Filterwirkung:

Gutachter Schopperer führt auf p.22 aus der seriösen Literatur eine Filterleistung pro Baum und Tag von ..."bis zu 2 kg PM_{10} " an, die je nach Hochrechnung für den zu fällenden Baumbestand eindeutig ausfallen würde. Dies ist aber, wie eingangs anhand der Anzahl vs. Masse Aspekte dargelegt, nicht ganz so einfach, da die grossen Partikel die Massebilanz für sich entscheiden, die kleineren (gesundheitlich relevanteren) Partikel aber dabei durchfallen. Dass der gegenwärtige Auwald-Baumbestand die Aerosol-Belastung trotzdem günstig beeinflusst lässt sich anhand vorliegender Studien belegen.[2] So erreicht man bereits bei

einer Vervierfachung der Grünfläche von 3.7 auf 16.5% eine PM₁₀-Reduktion um 10%. Eine Steigerung dieser Flächen auf 54% bewirkt sogar eine Reduktion der PM₁₀ auf 26%. In Glasgow (UK) gelang es durch Erhöhung des urbanen Baumanteils von 3.6 auf 8% den durchschnittlichen PM₁₀-Anteil um 2% zu senken. Eine standortbezogene Umrechnung anhand dieser Datenlage auf den betroffenen Baumbestand entlang der Mur ist allerdings schwierig, da örtliche Verhältnisse den PM₁₀-reduzierenden Effekt nicht 1:1 übertragen lassen. Hier könnte man sich mit einer Vorort-Messung abhelfen um die Grössenordnung der PM₁₀-Reduktion hochrechnen zu können.

Antwort ad 1 hinsichtlich Transpiration:

Ausgehend von der Transpirationsleistung von ca. 463 l/Tag (adulter *Salix fragilis*) gegenüber trockeneren Waldstandorten wie z.B. ein adulter Laubbaum der gemässigten Klimazone mit rund 135 l/Tag,[3] lässt sich eine einfache Hochrechnung (bei 6-monatigem Blattbestand) erstellen, welche zeigt, dass ein Auwaldbaum um einen ca. 60000 l pro Jahr höheren Transpirationsumsatz aufweist als trockenere Standorte. Somit würde die Rodung von 6000 - 8000 Auwald-Bäumen einen Wegfall von 360 – 480 Millionen Liter Wasser während einer Wachstumsperiode bedeuten (!). Diese enorme Menge befeuchtet speziell während der warmen Jahreszeiten das urbane Klima und trägt massgeblich dazu bei dass speziell die Sommer-Temperaturen von Stadtzentren in moderaten Bereichen bleiben.[4]

Wang et al. (2011) [5] konnten zeigen, dass urbane Luftverschmutzung kaum Auswirkungen auf die Vitalität der Pflanzen hat (gilt nicht für Nano-Aerosole – siehe auch Antwort 7), jedoch umgekehrt die Transpirationsleistung der Pflanzen massgeblich zur Reduktion der verkehrsbedingten Aerosol-Belastung beiträgt.[6] Hinzu kommen Untersuchungen anhand von Auwäldern, die belegen dass deren erhöhte Transpirationsleistung gegenüber trockeneren Baumstandorten eine erhöhte Reduktion der Verbrennungsaerosole erkennen lassen [7], welche durch die günstige Anordnung (entlang der Mur) die Lichtverhältnisse und damit die Transpirationseffizienz optimal ausnutzen. Um den weiteren ökologischen Verlust zu quantifizieren, müsste man natürlich auch Zoologen und Botaniker hinzuziehen, welche die Daten hinsichtlich der ökologischen Diversität genauer beziffern können.

Fragestellung 2:

Lässt sich ein derartiger Verlust allein nach dem Forstgesetz bewerten bzw. kann dieser als reine „Waldfläche“ abgehandelt werden?

Antwort ad 2:

Diesbezüglich gibt Givoni (1991) recht spezifisch Auskunft, indem ein Baumbestand, welcher in die Länge gezogen anstatt als Gruppe gepflanzt, eine bessere Aerosol-Absorption aufweist als letztere Anordnung.[8] Dies würde dem Istzustand der Auwaldsaums entlang der Mur in Graz entsprechen. Der kilometerlange, vor der Puntigamer Brücke in stadteinwärts strebender Richtung (Südteil der Stadt) beidseitig bestehender Baumbestand stellt einen Grünkorridor dar. Dies in der Form, dass die räumlichen Distanz (die Mur begleitend) die Ventilation erleichtert und den Oberflächenkontakt mit den Aerosolen erhöht und somit den Rückhalt der Aerosole verbessert. Hier ist die Pflanzengalerie vor Ort im urbanen Geschehen von bedeutender Relevanz. Givoni wörtlich: „Inside the green area, as well as on wooded land a diminution of dust is noticeable“ und weiter „The quantity of dust content usually decreases from the weather side to the lee side of the plantation and sometimes the minimum is to be found immediately on the lee side, outside of the green area. The dust content then rises rapidly, without attaining the maximum of the weather side“. Somit wäre zu erwarten, dass bei Wegfall des Baumbestandes die Aerosolbelastung auch während der Sommermonate die bestehende Filterwirkung der Bäume wegfällt und

sich den anderen urbanen „hotspots“ angleicht.

Das Argument „es handle sich um eine reine Waldfläche“ ist dahingehend zu entkräften als dass die Anordnung entlang der Mur einen grünen Gürtel darstellt, der bei senkrecht eintreffenden Winden dazu führt, dass diese Winde vertikal umgelenkt werden. Givoni schreibt dazu, dass die Grobfraction (Feinstaub) durch den Baumbestand nachweislich abgefiltert wird, ein Effekt der bei den kleineren Grössenklassen der Nanoaerosole leider nicht zu tragen kommt (siehe auch Antwort zu Frage 1, Filterwirkung und Transpiration durch Bäume). Was sich hingegen sehr wohl auswirkt, ist die Anlagerung von Nano-Aerosolen an Mikro-Aerosole, d.h. Nano-Aerosole tendieren durch Diffusion sich an grössere Aerosole anzulagern,[9] womit ein indirekter Effekt eintritt, der zu einer Verlagerung von Nano- zu Mikro-Aerosolen führt, welche wiederum von der Vegetation effizienter abgefiltert werden können.

Fragestellung 3:

Kann der Verlust tausender grosser Stadtbäume allein durch eine Anzahl (im Mehrverhältnis 1:1,5) an jungen Standardbäumen welche ausserhalb des eigentlichen Stadtgebietes als ausgleichend umweltverträglich ersetzt werden?

Antwort ad 3:

Nach den obigen Ausführungen sollte evident sein dass, dem nicht so ist. Schon die Tatsache, dass das neu zu bepflanzende Areal ausserhalb des engeren Stadtbereiches liegt, legt nahe, dass der Aerosol-minimierende Effekt des Grüngürtels nicht mehr gegeben ist. Eine naheliegende Option als der zu begrünende Waldgürtel am Stadtrand würde sich in Form von pflanzenbewachsenen Hauswänden anbieten. Immergrüner Bewuchs bei optimaler Wasserversorgung erzielt einen aerosol-bindenden Effekt dort wo sie entstehen.[10] Laufende Untersuchungen stossen in diese Richtung, speziell um Aerosole im Grössenbereich 1 µm und darunter Herr zu werden.[11]

Fragestellung 4:

Ist der zu erwartende grosse Verlust von Blattfläche sofort gegeben, bzw. wie könnte sich das über Jahrzehnte hin in der ökologischen Funktion auswirken?

Antwort ad 4:

Aus ökologischer Sicht stellt die Umwandlung eines Schwemmland-geprägten Auwaldes in eine Überflutungszone einen drastischen Eingriff dar, dessen sich die Initiatoren sicherlich bewusst sind. Es ist zu erwarten, dass der Verlust des grünen Gürtels im urbanen Kernbereich sich daher nicht durch eine Pflanzung ausserhalb des Stadtbereiches wettmachen lässt, womit die Folgen dauerhaft zugunsten einer schlechteren Luftqualität geändert wären, bzw. so lange andauern solange Verbrennungs-Aerosole im Stadtbereich generiert werden.

Fragestellung 5:

Durch den geplanten kilometerlangen Aufstau wird der derzeit vorhandene dichte Unterwuchs und Falllaubbedeckung im Uferbereich überstaut. Bedingt der Wegfall von geschätzten 60000 Sträuchern der gegenwärtig ebenfalls als Ausgleichsraum sich besonders struktur- und oberflächenreich darstellt, eine Reduktion der Feinstaub-Resorption?

Antwort ad 5:

Das können wir zum gegebenen Zeitpunkt noch nicht beantworten. Dazu bedarf es einer kleinen Pilotstudie, die Verbrennungs-Aerosole direkt auf die humusreiche, mit Falllaub bedeckte Bodenschicht strömen lässt. Ein derartiger experimenteller Aufbau sollte sich sogar im Labor (oder sonst vorort in einem kleinen Feldversuch) umsetzen lassen.

Fragestellung 6:

Lässt sich nach aktuellem Stand des Wissens die Feinstaub-Bindung durch Pflanzenbewuchs quantitativ bestimmen? Wurde das jemals gemacht?

Antwort ad 6:

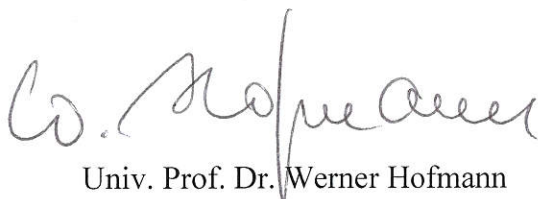
Im bisherigen UVP-Verfahren wird von den Sachverständigen behauptet, dass Feinstaub-Relevanz, kleinklimatische Funktionen etc. nach Stand des Wissens nicht dokumentierbar wären. Diese Frage lässt sich klar verneinen – die Filterwirkung lässt sich sogar relativ gut abschätzen. Dazu gibt es Untersuchungen, die bis in die frühen 1990er zurückreichen.[8] Neuere Untersuchungen zeigen dass Umweltaerosole nicht nur für den Menschen pathogenes Potential haben sondern auch für Pflanzen. Ein junger Forschungszweig widmet sich daher der „Pflanzen-Nano-Toxikologie“.[12]

Fragestellung 7:

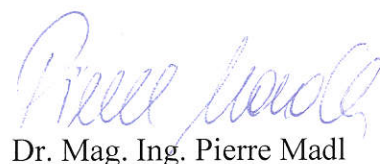
Ist es nach heutigem Stand des Wissens vertretbar, wenn in einer von Feinstaub überlasteten Stadt wie Graz bei der gegenständlichen UVP keinerlei wissenschaftliche Expertengutachten betreffend Feinstaub im Zusammenhang mit dem Verlust adulter Bäume beigezogen werden? Wäre eine solche Studie relevant und ist sie erstellbar?

Antwort zu 8:

Wie schon eingangs erwähnt, haben wir selbst vom aktuellen gesetzlichen Standpunkt aus Schwierigkeiten, eine Stellungnahme hinsichtlich der PM-Lage ausser acht zu lassen. Es ist richtig, dass die Partikelanzahl in der gegenwärtigen Gesetzeslage nicht inkludiert ist, sprich dass es keinen gesetzlichen Auftrag gibt dies zu erheben. Da wir allerdings täglich mit Nano-Aerosolen zu tun haben – sowohl im Laborbetrieb als auch extern, und bei Messungen die erfassten Grössenklassen (von 5.5 nm bis >40 µm) in den von uns eigens entwickelten Lungen-Depositions-Modell (IDEAL) einfließen lassen,[13] können wir ihnen versichern, dass dies aus biophysikalischer Sicht ein gravierendes Manko darstellt, wenn man derlei Aspekte ausklammert. Anhand der Ergebnisse unserer Modellierungen lässt sich sehr wohl zeigen welche gesundheitliche Relevanz Nano-Aerosole haben.



Univ. Prof. Dr. Werner Hofmann



Dr. Mag. Ing. Pierre Madl

Literatur:

- [1] Madl P (2012) Exposure to Nano-Sized Particles and the Emergence of Contemporary Diseases with a Focus on Epigenetics. In: Air Pollution - Monitoring, Modelling and Health, Ch. 14. InTech University Publ. Rijeka, HR.
- [2] McDonald AG, Bealey WJ, Fowler D, Dragosits U, Skiba U, Smith RI, Donovan RG, Brett HE, Hewitt CN, Nemitz E (2007) Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations. *Atmospheric Environment*, Vol. 41:8455–8467.
- [3] Larcher W. (1995) *Physiological Plant Ecology*, 3rd ed. Springer Verlag, Berlin – FRG.
- [4] Georgi NJ, Zafiriadis K (2006) The impact of park trees on microclimate in urban areas. *Urban Ecosyst* Vol. 9:195–209.
- [5] Wang H, Ouyang ZY, Chen WP, Wang XK, Zheng H, Ren YF (2011). Water, heat, and airborne pollutants effects on transpiration of urban trees. *Environmental Pollution* Vol.159: 2127-2137.
- [6] Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC (2006) Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* Vol.4: 115–123
- [7] Slad H, Maier R (1980) *Untersuchungen zum Wasserhaushalt an Pflanzen der Heissländen im Augebiet der Wiener Lobau*. Biozentrum Wien – AUT.
Köstner B, Clausnitzer F (2011). Die Transpiration eines Fichten- und Buchenbestandes unter Bodentrockenheit im Tharandter Wald. *Waldökologie, Landschaftsforschung & Naturschutz* Vol.12: 29–35.
- [8] Givoni B (1991) Impact of Planted Areas on Urban Environmental Quality: A Review. *Atmospheric Environment* Vol. 25b(3): 289-299.
- [9] Kerker M, Chatterjee A, Cooke DD (1976) Brownian coagulation of aerosols in the transition regime. *Pure & Appl. Chem.*, Vol. 48: 457-462.
Fuchs NA, Daisley RE, Davies CE (1964) *The Mechanics of Aerosols – Ch.7 The Coagulation of Aerosols*. Pergamon Press, Oxford – UK.
- [10] Madl P (2009) *Anthropogenic Environmental Aerosols: Measurements and Biological Implications*. Dissertation. Introduction, p55: <http://biophysics.sbg.ac.at/exotica/thesis-piero2.pdf>
- [11] Litschke T, Wilhelm Kuttler W (2008) On the reduction of urban particle concentration by vegetation – a review. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 17, No. 3, 229-240.
- [12] Dietz KJ, Herth S (2011). Plant Nanotoxicology. *Trends in Plant Science*, Vol. 16(11): 582-589.
- [13] Hofmann W. Modelling inhaled particle deposition in the human lung—A review. *Journal of Aerosol Science*, Vol.42(10): 693–724.