



Bericht zur 21.ETH-Nanopartikel-Konferenz

19.- 22.Juni 2017

Auch in diesem Jahr hielt sich die Konferenz mit mehr als 400 Teilnehmern aus 33 Ländern auf dem seit 2006 gewohnten Niveau knapp unterhalb der Hörsaal-Belegungsgrenze. 1997 war sie als eintägiger Workshop mit 26 Teilnehmern gestartet worden, um brennende Fragen der Entwicklung und Bewertung von Partikelfiltern in einem interdisziplinären Expertenkreis zu diskutieren - Fragen, die für die Nachrüstung von Baumaschinen mit Partikelfiltern im NEAT-Tunnelbau wichtig geworden waren, wo man der Elimination von alveolengängigen Feststoff-Partikeln Vorrang gegeben hatte. Heute ist sie das weltweit zentrale Meeting verantwortlich denkender Wissenschaftler und Ingenieure in den Fachgebieten der Entstehung, der Messung, der Elimination und Kontrolle von Schadstoffen aus der Verbrennung.

Nach einem Grusswort von G.D'Urbano/BAFU eröffnete G.Kadijk/TNO-NL mit einer Key-Lecture zu den Chancen und Risiken der neuen Abgasminderungstechnik, dem katalytischen „aftertreatment“, die Konferenz. Erstmals in der Emissionsgeschichte gelingt es nun, CO₂ weiter abzusenken (bis zu 8%), weil Motor und Abgasreinigung entkoppelt werden können, und die wichtigsten Schadstoffe NO_x und PN nahezu vollständig zu eliminieren. Aber nur durch verbesserte Gesetzgebung und periodische Prüfung aller Fahrzeuge wird es möglich sein, dieses Qualitätsniveau auch zu erhalten. Damit waren wir mitten im aktuellen Thema; denn dass der Schwerpunkt auch in diesem Jahr bei der motorischen Verbrennung lag und dass neben den Partikelemissionen auch andere Schadstoffe in die Betrachtung einbezogen werden müssen, verwundert nicht angesichts der völlig aus dem Ruder gelaufenen öffentlichen Debatte zu Emissionsbetrug und Manipulation im Automobilsektor.

Ein paar Zahlen aus Beiträgen der Konferenz zeigen die Bedeutung der technisch-wissenschaftlichen Aufgabe, die man bisher auf die Partikelemission von Diesel-Fahrzeugen begrenzt glaubte:

- Fahrzeuge mit Ottomotoren und mit Erdgasmotoren emittieren zuweilen ähnlich viele Partikel im Grössenbereich der Alveolar-Deposition wie Dieselmotoren. Nicht nur Russ ist von Bedeutung, sondern auch angelagerte kanzerogene PAH und Schwermetalle aus Abrieb und dem Schmieröl. Dabei ist zu bedenken, dass es viel mehr Ottomotoren als Dieselmotoren gibt und dass wir viel weniger über sie wissen als über Dieselmotoren, und schon gar nicht, wie sie sich im täglichen Einsatz im Verlauf ihrer Einsatzzeit verändern können.
- Hochgerechnet emittieren die 500 Millionen Fahrzeuge zusammen etwa **10²⁵ Nanopartikel pro Jahr**. Ist das viel oder wenig? Immerhin genügt es, um etwa 4 Millionen vorzeitiger Todesfälle jährlich auszulösen, also etwa 10'000 täglich; eine Zahl, von der die OECD annimmt, dass sie sich absehbar verdoppeln wird. Und Todesfälle sind nur die Spitze des Eisbergs, denn die Wissenschaft berichtet über vielfältige Erkrankungen und Missbildungen, insbesondere bei Kindern. Werden wir mit hocheffizienten Filtern dagegen halten können?
- Nur Fahrzeuge oder auch Flugzeuge? Rechnet man aus Daten der Konferenzbeiträge die Partikelemission der ca. 25'000 Verkehrsflugzeuge hoch, so ergibt sich ein Total von **10²⁶ Nanopartikeln** pro Jahr. Mehrheitlich werden diese Partikel unterhalb einer Flughöhe von 3000 ft emittiert! Aber für Flugzeugtriebwerke haben wir leider keine Filter. Hier liegt eine weitere technische Herausforderung; immerhin hat eine Schweizer Initiative via BAZL und EMPA erreicht, dass diese Emissionen nun weltweit gemessen werden. Über eine schockierende Konsequenz dieser Emissionsquelle wurde berichtet: In der nach Süden abdriftenden Abluft des Flughafens von Los Angeles ist die Belastung durch Flugzeuge höher als durch die drei gewaltigen Highways, die man bisher neben dem Riesenhafen Long Beach als Hauptverursacher betrachtet hatte.

- Schiffe - die Schweiz betreibt nur 41 Hochseeschiffe; ist deren Beitrag vernachlässigbar? Wohl kaum, denn sie ist damit bevölkerungsproportional an der Hochseeflotte der Welt beteiligt und alle zusammen emittieren nach einem der Beiträge so viel Russ wie alle Landfahrzeuge zusammen. Die klimawirksamen Russablagerungen auf der Nordpolarkappe stammen vor allem von Schiffen. Wir kennen aus vielerlei Beiträgen an dieser Konferenz die schockierend hohen Partikelemissionen der Zweitakt- und Viertaktmotoren des Marinesektors, die mit toxisch hochbelastetem Schweröl betrieben werden; mit üblichen Annahmen schätzt man für diese wichtige Verkehrsträgergruppe auf insgesamt **10²⁶ Nanopartikel** jährlich.

Eindrucksvolle Zahlen, in einem überraschenden Gleichklang. Die Aufgaben vervielfältigen sich also und das zeigte sich in der Vielfalt der Beiträge, die in 12 Kategorien ausgeschrieben und schlussendlich in die folgenden 8 Sessions gegliedert waren:

- Fundamentals
- Ambient Air
- Aircraft and Airports
- Non-Road Sources (enthält auch Marine und allg. Verbrennung)
- Diesel- and Gasoline Engines
- Particle Filters
- Particle Metrology & Instrumentation
- Health Effects
- *Legislation* fehlte – offenbar geschieht zu wenig Neues

Daran schloss sich - eine liebgewonnene Tradition - der FOCUS-EVENT an, der in diesem Jahr der provokanten Fragestellung „Will Diesel Technology Survive“ gewidmet war. Acht erfahrene Experten hatten wir eingeladen, um Beiträge auf einem fachlich hohen Niveau zu dieser stark umstrittenen Fragestellung präsentieren zu können: Die berechtigten Zweifel an der bestehenden DeNOx-Technologie kamen zu Wort, aber auch Skepsis gegenüber überoptimistischen Vorstellungen zur E-Mobilität; die Auswirkungen auf die Atemluft wurden diskutiert, wobei die sehr langsame Verbesserung der Diesel-NOx-Emissionen in Zürich auffällt während ein eindrucksvoll rasches Absinken der Partikelemissionen an hot-spots wie der NABEL-Messtation beim Autobahnkreuz in Härkingen zu beobachten ist – in 10 Jahren auf ein Drittel – das auf die konsequente Einführung der Partikelfilter zurückgeführt werden darf. Die hohen Emissionen der Hochseeschifffahrt, für welche der Dieselmotor noch lange unverzichtbar sein wird und noch keine Lösung zur Partikelminimierung vorliegt, wurden thematisiert, während für die Strassenfahrzeuge und Nonroad-Fahrzeuge Technologien auf der Schwelle sind, die die Schadstoffemissionen neuer Motoren nahezu eliminieren, mit Einführung synthetisierter Kraftstoffe sogar CO₂ – sofern alles perfekt funktioniert.

Wenn dies aber nicht der Fall ist und wenn neben technischen Defekten, Alterungserscheinungen oder Katalysator-Vergiftung dieser noch immer sehr jungen Technologien auch gezielt Manipulationen bei Software und Hardware vorgenommen werden, über die die Presse nicht müde wird, zu berichten? Dann hilft nur Kontrolle, aber diese NPTI – New Periodic Technical Inspection – muss der neuen Technologie angepasst werden und diesem Thema widmete sich der letzte Vortrag des Autors, der auch die Konferenz mit einer Key-Lecture eingeleitet hatte – dies war wohl eine der stärksten Botschaften der Konferenz.

Viele weitere Highlights wären zu erwähnen, vor allem auch im Health-Effect-Bereich: die Epidemiologie rückt mit gezielten Untersuchungen in Strassennähe dem Problem näher und das biologische Verständnis der toxischen Effekte durch solche Partikel wird vertieft, diesmal beispielsweise in einem so kritischen Organ wie der Plazenta. Dennoch gelingt es nicht, Verständnis für eine Einführung eines Nanopartikel-Immissionsgrenzwertes zu erwirken, obschon die Messung und Bewertung der Partikelgrösse und der Anzahl von Feststoffpartikeln PN sich doch zur gesetzlichen Charakterisierung der Emissionsqualität von Motoren und Flugtriebwerken inzwischen durchgesetzt hat. Wird da am Auspuff und in der Umwelt nicht mit 2 Ellen gemessen, mit völlig inkompatiblen Verfahren und Definitionen? Eine Frage, die die Konferenz von Anfang an begleitet.

Bedrückend waren die Beiträge aus den hochbelasteten indischen Städten, aus den Megacities von China, Persien und Südamerika, wo die Schweiz versucht, mit Technologietransfer und Forschungszusammenarbeit zu helfen, während die Zunahme des Verkehrs, lange Flottenlebensdauer,

Probleme des Vollzugs und gewissenlose industrielle Machtspiele diesen Anstrengungen entgegenwirken. Gerade dieser Herausforderung aber müssen wir uns stellen, da die Luft keine Grenzen kennt und da wir alle unter den Klimawirkungen dieser Partikelemissionen zu leiden haben.

Mit 50 mündlichen Vorträgen und 70 Postern, die in ausgedehnten Poster-Sessions vorgestellt wurden, waren die Zuhörer über 3 volle Tage ausgelastet. Über Abstracts, die auf der neuen Konferenz-Homepage vorher schon zugänglich waren, konnte man sich vorbereiten. Im Laufe der 21 Jahre haben wir gelernt, dass Pausen häufig und lange sein müssen und dass diese Gelegenheiten die Kommunikation fördern, besonders wenn durch das ETH-Mensa-Team Kaffee und kulinarische Energiehäppchen gereicht werden – dem SV, der auch das Konferenz-Dinner ausgerichtet hat, ist hier ein Kränzchen zu winden - sodass die drei Stockwerke, auf denen die Ausstellung von Messinstrumenten und Filtern mit den Postern gemischt dargeboten wurden, während dieser Pausen voller lebendiger Diskussionen waren, auffallend selten nur Dialoge – auch laut, sodass sich zum Wiederbeginn der Folgesessions nur eine Schweizer Kuhglocke aus der Aarauer Glockengiesserei durchsetzen konnte.

Alle Autoren stellen ihre Arbeiten für die Konferenz-Homepage zeitlich unbegrenzt zur Verfügung; das ist eine der Bedingungen der Konferenz; auch der Download ist jederzeit möglich. Auf diese Weise enthält diese Internetseite www.nanoparticles.ethz.ch inzwischen eine elektronisch nach Stichworten navigierbare Bibliothek mit gesamt 1938 Fachbeiträgen. Nach jeder Konferenz wird auch eine CD mit allen Beiträgen produziert, für die sich inzwischen mehr und mehr grosse Bibliotheken interessieren. Die CD trägt eine ISDN-Kennung und die Beiträge sind damit auch wissenschaftlich zitierbar. Darüber hinaus bietet die Springer-Zeitschrift „Emission Control Science and Technology“ allen Autoren nach einem peer-review Verfahren auch die Publikation ihrer Beiträge als „full papers“ an.

4 Preise wurden gesponsert

- Preise für die 3 besten Poster (600, 400, 200 Fr), gestiftet von Dr.O. Brändli, gingen dieses Jahr an L.Durdina/EMPA für seinen Beitrag zu Flugtriebwerken, L.Rubino/Opel für eine Untersuchung zu Benzinmotorfiltern GPF und an V.Abramesco/Technion Haifa für die Dokumentation der hohen Partikelbelastung in Zügen mit Diesellokomotiven.
- Der neue Trojan Horse Preis für einen herausragenden Beitrag zur Biologie (2000 Fr), gestiftet von Dr.J.Schiltknecht, ging an P.Baltzopoulou/APTL, Thessaloniki für ihre Untersuchung der Toxizität von Diesel-Abgas mittels einer Zellkultur an der Grenzfläche Gas/Flüssigkeit, womit die Wirklichkeit im Atemtrakt nachgebildet wurde.

Die ETH-NPC erhebt keine Teilnehmergebühren; dies ist einerseits ihrem Ruf als akademische Konferenz, dem Patronat der ETH und des BAFU geschuldet, andererseits dient es dazu, dass möglichst viele junge Wissenschaftler und Ingenieure die Konferenz besuchen und ihre Ergebnisse mitteilen und diskutieren können, in diesem Jahr waren es 138, die zum ersten Mal teilgenommen haben. So bleibt die Konferenz jung und ambitionierte junge Doktoranden werden in absehbarer Zeit die Entscheidungsträger sein; aber die „alten Hasen“ sind ebenso wichtig und kennzeichnend ist die bunte Durchmischung der Disziplinen und Sparten - so nahmen diesmal auch erstmals Vertreter von 9 Motorenherstellern teil.

Die ETH-NPC hat mit dieser grossen interdisziplinären Fachgruppe (über 2600 korrespondierende Fachleute) viel erreicht, sie hat die Argumente geliefert, um den Partikel-Anzahlgrenzwert für die Homologation der europäischen Fahrzeuge gesetzlich zu verankern und nur dadurch haben wir heute über 100 Millionen hocheffizienter Partikelfilter auf der Strasse. Vor uns aber stehen zahlreiche bedeutenden Aufgaben, selbst wenn wir uns bei der ETH-NPC nur auf die Feststoffpartikel konzentrieren, ihre Entstehung, ihre biologischen Wirkungen, technische Massnahmen zu ihrer Elimination, Gesetzgebung und Kontrolle und zwar bei allen Arten von thermischen Antrieben – nicht nur bei neuen Fahrzeugen und nicht nur bei Dieselmotoren, sondern auch bei Benzinmotoren, Flugzeugtriebwerken, bei Lokomotiven und bei Hochseeschiffen.

Nur durch die Unterstützung zahlreicher Sponsoren, Behörden, Firmen und Private, können wir dieser Aufgabe gerecht werden und daher möchten wir uns bei den 36 Sponsoren der 21.ETH-NPC an dieser Stelle bestens danken.

3.Juli 2017

Andreas Mayer

Mitglied des Organisationskomitees