

Zusammenfassung 17. FAD-Konferenz „Herausforderung – Abgasnachbehandlung“

Am 6. und 7. November 2019 trafen sich 150 Fachleute aus der Automobil- und Zulieferindustrie, aus der Messtechnikbranche sowie von Hochschulen und Behörden in Dresden auf der 17. FAD-Konferenz „Herausforderung – Abgasnachbehandlung“, um sich über die neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der Abgasnachbehandlungstechnologien, der Kraftstoffe und Abgasmesstechnik zu informieren. Weiterhin konnten 12 Unternehmen, Institute und Hochschulen für die konferenzbegleitende Ausstellung gewonnen werden. Erstmals gab es eine Posterpräsentation der Diplom- und Promotionsthemen von den Studenten und Doktoranden, welche im Rahmen des Studentensponsorings an der Konferenz teilnahmen.

Die 23 Vorträge widmeten sich den unterschiedlichsten Themengebieten, wie z.B. den Antrieben der Zukunft, der Energiebasis zukünftiger Mobilität, der Herausforderung der Partikelmessung und der neuen Technologien zur Emissionsminderung.

Professor G. Zikoridse, HTW Dresden/ FAD e.V., eröffnete den ersten Konferenztag mit seinem Vortrag „Verbrennungsmotoren für nachhaltige Mobilität“ und gab damit einen Ausblick, auf die Zukunft des Verbrennungsmotors. Verbrennungsmotoren sind derzeit die dominierende Antriebsquelle für die individuelle Mobilität und werden in technisch optimierter Form auch weiterhin eine wesentliche Rolle spielen. Die zukünftigen Verbrennungsmotoren können elektrischen Antrieben im Hinblick auf den Klimaschutz überlegen sein, wenn diese kontinuierlich weiterentwickelt und mit neuen Kraftstoffen betrieben werden. Der Antriebsmix der Zukunft muss den individuellen Mobilitätsbedürfnissen gerecht werden und nachhaltig sein.

Professor A. Dittler, Karlsruher Institut für Technologie, gab in seinem Vortrag „Wie steht es heute um unsere Atemluft?“ einen umfassenden Überblick über die Entwicklung der Qualität der Atemluft in den letzten Jahren. Anhand von Messergebnissen stellt er anschaulich dar, dass Emissionen und Immissionen in Deutschland seit Jahren rückläufig sind (Ausnahme NH_3), der Feinstaub aber weiterhin problematisch bleibt. Erhöhte NO_2 -Werte sind nur noch an verkehrsnahen Messstationen nachweisbar, mit rückläufigem Trend. Zukünftig sollte der Fokus auf dem Feinstaub/ Ultrafeinstaub liegen. Ergänzend zu seinen Ausführungen verweist er auf die Leopoldinastudie „Saubere Luft: Stickstoffoxide und Feinstaub in der Atemluft: Grundlagen und Empfehlungen“, welche den Tagungsunterlagen beiliegt.

Francois Jaussi, Liebherr Machines Bulle SA, referiert über „Abgasnachbehandlungslösungen für EU Stufe V Off Highway Anwendungen“. Seit Stufe IV sind SCR-Systeme unverzichtbar, um die vorgegebenen NO_x -Werte zu erreichen. Liebherr hat sich dafür entschieden, die Leistungen des SCR-Systems zu maximieren und keine AGR zu verwenden, da Motoren der Stufe IV und V ohne AGR klare Vorteile bei Off-Highway-Anwendungen haben. Der daraus resultierende höhere Verbrauch an AdBlue wird durch die bessere Kraftstoffeffizienz überkompensiert. Durch das luftunterstützte Dosiersystem ist eine Begrenzung der Ablagerungsbildung auch bei hohem NO_x -Ausstoß möglich. Die Zuverlässigkeit und Robustheit der AGN-Systeme sind sehr bedeutend, da es auf Grund der Gesetzgebung bei Problemen mit dem AGN-System zum Stillstand der Maschine kommen kann.

Oliver Dingel, IAV GmbH, stellt in seinem Vortrag „Entwicklung eines CNG Range Extenders für ein elektrisch angetriebenes Abfallsammelfahrzeug“ Projektergebnisse vor. An diesem EU-Projekt sind 39 Projektpartner aus 12 Ländern beteiligt. Das Projektfahrzeug wird von einer Batterie angetrieben, welche für einen Arbeitstag nicht ausreichend ist. Daher wurde der LKW außerdem mit einem CNG Tankmodul und einem CNG-Range-Extender –Modul ausgestattet. Dieses Abfallsammelfahrzeug wird nun in München unter realen Einsatzbedingungen getestet. Für Range-Extender-Anwendungen dieser Art sind die PEMS-Testanforderungen und -methoden aber derzeit noch ungeklärt.

Einblicke in die „Simulation zur Optimierung von Abgasanlagen“ gab Dr. Johann Wurzenberger, AVL List GmbH. Er stellte zwei Simulationsumgebungen 0D/1D CRUISE™ und 3D-CFD FIRE M vor, die bei der Entwicklung von Abgasnachbehandlungsanlagen in der Konzept- und Anwendungsphase zum Einsatz kommen. Diese beiden Werkzeuge sind vertikal so vernetzt, dass Modellparameter zwischen den Umgebungen ausgetauscht werden können. Derartige Entwicklungsmethoden müssen zum Einsatz kommen, soll die Varianten- und Anwendungsvielfalt beherrschbar sein.

Professor B. Buchholz, Universität Rostock stellt in seinem Vortrag „Synthetische Kraftstoffe für die maritime Energiewende – Potentiale und Herausforderungen“ den Einsatz von Paraffinkraftstoffe als einen vielversprechenden Weg dar, um die gesetzten Ziele zur Treibhausgasemissionsreduzierung im maritimen Bereich erreichen zu können. Das Potential paraffinischer Kraftstoffe, wie die Herstellung aus erneuerbaren Quelle, ihre Kompatibilität zu fossilen Kraftstoffen und damit deren Einsatz als Kraftstoffgemischen, könnten kurz- und mittelfristig zur Reduzierung von CO₂-Emissionen führen. Langfristig führt der Einsatz reiner paraffinischer Kraftstoffe auf Grund ihrer positiven Eigenschaften hinsichtlich Stabilität, Zündeigenschaften, Rußbildung, Energiedichte zu erhebliche Vorteile bei der Verbrennung und Emissionsbildung, wie Motortests mit HVO an verschiedenen Lastpunkten bestätigten. Die Ergebnisse zeigen, paraffinische Kraftstoffe haben das Potential, um die maritime Energiewende zu vollführen.

Kevin Friese, TU Braunschweig, sprach in seinem Vortrag „Ablagerungsbildung auf Abgasnachbehandlungskomponenten“ über Ergebnisse von Untersuchungen während eine dynamischen Dauerlaufs im Rahmen eines FVV-Projektes. Während des Dauerlaufs kam es innerhalb weniger Stunden zu Ablagerungen auf dem DOC. Ablagerungsprozesse werden von vielen Faktoren, wie z.B. Temperatur, Rohemissionen, physikalischen Transportvorgängen, etc. beeinflusst. Die Untersuchungen zeigen, dass Ablagerungsprozesse sehr komplexe Vorgänge sind. Zum Beispiel erfolgt die Bildung neuer Ablagerungen gleichzeitig zum Austrag bestehender Ablagerungen. In weiteren Untersuchungen soll der Einfluss einzelner Faktoren auf die Belagsbildung gewichtet und effiziente Möglichkeiten zur Entfernung von Belag ermittelt werden.

Im Vortrag „Vor-Turbo Abgasnachbehandlungssysteme für zukünftige Dieselmotoren“ präsentiert Johannes Hipp, TU Darmstadt, Untersuchungsergebnisse einer Pre-Turbo-Catalyst Antriebsstrangkonfiguration unter realen Bedingungen an einem Engine-in-the-Loop-Prüfstand. Der Fokus der Untersuchungen lag auf dem Tieftemperaturpotential der Konfiguration. Die erwarteten Kaltstarteigenschaften mit einem deutlich früheren Umsatzverhalten konnten in den Untersuchungen bestätigt werden. Da großer Wert auf eine reale Versuchsumgebung gelegt wurde, können auch erste Schlüsse über das Systemverhalten im Fahrzeug gezogen werden.

Prof. Klaus Augsburg, TU Ilmenau, informierte in seinem Vortrag „Stand und Entwicklungstendenzen bei der Minderung von Non-Exhaust-Emissionen“ darüber, dass die Bewertung und Minderung von Non-Exhaust-Emissionen immer mehr in den Fokus rücken und auch für gesetzliche Regelungen interessant werden. Er stellte eine experimentelle Möglichkeit vor, mit deren Hilfe Rückschlüsse auf die Partikelentstehung und die Modellierung von Reibungsverhältnissen bei trockenlaufenden Reibungsbremsen gezogen werden können. Weiterhin zeigte er effektive Methoden zur Minderung von Bremspartikeln. Aus seiner Sicht ist das Problem der Bremspartikelemissionen in naher Zukunft technologisch lösbar. Dagegen sieht er in der Erforschung der Emissionen von Reifenpartikeln auf Grund der Komplexität eine sehr große technische Herausforderung und keine technische Lösung zur Partikelreduktion in nächster Zeit.

Über die „PM/BC Messkampagnen und Diskussionstand in der Schifffahrt („IMO, BC in the arctic“) referiert Torsten Mundt, DNVGL-SE in seinem Vortrag. Seit 10 Jahren wird in der IMO über die Black-Carbon-Emissionen der Schifffahrt in der Arktis diskutiert. Es wurde durch einige Mitgliedsstaaten und NGOs Forschungsaktivitäten und Messkampagnen gestartet, um eine Datenbasis für diese Fragestellung zu erhalten. Die Auswertung der Messergebnisse ergab z.B.: bei moderne Großmotoren fallen BC-Emissionen geringer aus als angenommen, der Wechsel von Schweröl zu Destillat zeigt kein eindeutiges Bild, der Wechsel auf Gas verringert ebenfalls BC-Emissionen. Bisher wurde bei der Betrachtung von Partikelemissionen von einer Abhängigkeit Schwefelgehalt - Partikelemission ausgegangen. Ab Januar 2020 wird der zugelassene Schwefelgehalt im Kraftstoff von 3,5 % auf max. 0,5 % festgelegt. Es bleibt nun abzuwarten, ob diese angenommene Korrelation weiterhin Bestand hat oder der Gesetzgeber diesbezüglich nachjustieren muss.

„Wirksamkeit und Schutzmaßnahmen gegenüber Abgasen von Dieselmotoren in Abstellbereichen von Feuerwehren und Rettungsdiensten“ stellte Dr. Ralph Hebisch, BAuA, anhand von Messergebnissen vor. Er betrachtet die Problematik aus dem Sichtwinkel des Arbeitsschutzes, daher sind die TRGS 554 und TRGS 420 die Bewertungsbasis. Die Auswertungen der Messungen zeigen, es gibt keine Überschreitung der Schichtmittelwerte für Dieselruß und Stickoxide, die Einhaltung der Kurzzeitwerte können aber nur mit technischen Maßnahmen durchgehend sichergestellt werden. Dabei müssen die Abgase unmittelbar am Auspuff erfasst und aus dem Arbeitsbereich entfernt werden. Die aufsteckbare (mitfahrende) Absaugung bietet, unabhängig von der Abgasnorm der Fahrzeuge, einen wirksamen Schutz gegen Dieselruß und Stickoxide. Bei Verwendung von diesen Einrichtungen kann auch ohne Messungen von der Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte ausgegangen werden.

Der zweite Konferenztag begann mit dem Plenarvortrag von Herr Dr. Helmut Becker, IWK München „Überlebensstrategie Elektromobilität – ist E-Mobilität die Zukunft?“ In seinen Ausführungen stellte er das Thema E-Mobilität aus volkswirtschaftlicher Sicht dar. Er zeigte anhand von Statistiken die gegenwärtigen und prognostizierten Marktanteile der E-Autos national und global und diskutierte die Wirksamkeit von Subventionen. Die dargestellten Absatzzahlen relativierten den von verschiedenen Seiten dargestellten erfolgreichen Beginn der Mobilitätswende hin zur E-Mobilität. Der Vortrag war ein Perspektivwechsel, weg von Grenzwerten und technischen Möglichkeiten hin zu Kosten- Nutzen-Betrachtungen. Fazit des Vortrags: E-Mobilität wird die Zukunft sein, aber nicht als batterieelektrischer Antrieb.

Im Vortrag „Homologation und Entwicklung von Stufe V NRMM SCRT Systemen und Komponenten“ stellt Dominik Lamotte, HJS Emission Technology GmbH & Co. KG, die Erfahrungen aus einer erfolgreichen Zertifizierung (Stufe IV) mit einem Stufe IIIA Motor und einer zusätzlichen AGN vor. Weiterhin stellt er dar, wie die daraus gewonnenen Kenntnisse genutzt wurden, um Optimierungen in der AGN für ein Stufe V-System vorzunehmen. Neben Optimierung des DOCs, Änderungen in der Steuerung und Sensorik musste auch die für Stufe V geforderte kontinuierliche Feldüberwachung realisiert werden. Dies erfolgte mittels Neusystem. Auch die Problematik der Bauteilgeometrie konnte gelöst werden.

Über das „Das HyMethShip Projekt: Auf dem Weg zum CO₂-freien Schiffsantrieb“ berichtete Dieter Barnstedt, LEC GmbH. Das HyMethShip-Projekt umfasst die Entwicklung eines Wasserstoff-Methanol-Schiffsantrieb mit Kohlenstoffabscheidung vor der Verbrennung an Bord mit dem Ziel, Emissionen drastisch zu reduzieren und gleichzeitig die Effizienz des Wassertransports zu verbessern. Mit diesem System können eine Reduzierung von CO₂ bis zu 97% erzielt, von NO_x um mehr als 80% erreicht sowie SO_x u. Feinstaub-Emissionen praktisch vermieden werden. Tests am Einzylindermotor bestätigen die Machbarkeit des Motorbetriebs mit einem Wasserstoff-Methanol-Gemisch mit einem verbesserten Betrieb im transienten MCE. Die endgültige Systemkonstruktion hängt von den Schiffsanforderungen ab kann einen Dieselmotor oder einen Gasmotor beinhalten. Bevor dieses Konzept in Standard-Schifffahrtsanwendungen zum Einsatz kommen kann, sind grundlegende Fragen zu klären, wie z.B.: Methanolproduktion, CO₂- Behälter und -Netze in Häfen, Richtlinien für CO₂-Ableitungen, Bunkern von Methanol, etc.

Dr. Jörn Karl, Shell Global Solutions spricht über das „ Potenzial paraffinischer Kohlenwasserstoffe für hochwertige Kraft- und Schmierstoffe “ Kohlenwasserstoffe werden weiterhin eine wichtige Rolle spielen, um die dringend benötigte Energie für das Transportwesen sowie für die Herstellung von Produkten des täglichen Lebens zu liefern. Die GTL-Technologie von Shell ist das katalytische Verfahren zur Umwandlung von Gas in qualitativ hochwertige flüssige Produkte. Die größte Anlage dieser Art steht in Qatar mit einem Produktionsvolumen 140.000 bbl/d. Synthetischer Diesel hat viele Vorteile gegenüber Diesel aus Erdöl, z.B. weniger Emissionen bei der Verbrennung, höhere Energiedichte, gute Oxidationsstabilität, etc. Synthetische Kraftstoffe werden bereits eingesetzt, daher nehmen die Markterfahrungen ständig zu. Paraffinische Kraftstoffe sind derzeit das verfügbare Mittel, um eine sofortige CO₂- und Partikel-Reduktion bei Verbrennungsmotoren zu erreichen.

Frau Dr. Jennifer Schmitt spricht in ihrem Vortrag „Informationen zu Kraftstoffqualitäten Weltweit“ über die Gewinnung von Daten zu Kraftstoffqualitäten und die daraus gewonnen Erkenntnisse. Informationen zu weltweiten Kraftstoffqualitäten sind für verschiedene Akteure wichtig. Weltweit werden die Kraftstoffvorschriften und Emissionsnormen immer strenger, spiegeln sich jedoch nicht immer in der tatsächlichen Marktqualität wieder. Die zweimal jährlich weltweit durchgeführten Probenahme von Kraftstoffqualitäten auf Tankstellenebene geben dagegen einen realen Überblick über Kraftstoffqualitäten. Im Kontext des Klimawandels und der Luftqualität verändert sich der globale Kraftstoffmarkt. Der globale Trend zur Schwefelreduzierung ist an den sinkenden Schwefelwerten zu erkennen. Auch den gestiegenen Biokraftstoffanteil zeigen die Daten. Seit einigen Jahren gibt es den Trend des Anstiegs des Ethanol- und Biodieselgehalts. Methanol ist in bestimmten Regionen Asiens aber ein neues Thema.

Beim „Vergleich der Potentiale eines CNG-Motors gegenüber einem Dieselmotor für Medium-Duty-Fahrzeuge bis 7,5t“ zeigt Dr. Christoph Hörhammer, ISUZU MOTORS Germany GmbH, dass es möglich ist einen Dieselmotor zu einem CNG-Motor zu konvertieren. In Versuchen wurde nachgewiesen, dass es möglich ist eine identische Drehzahl- und Drehmomentcharakteristik wie der vergleichbare Dieselmotor darzustellen. Änderungen an Bauteilen, z.B. des Turboladers, der Zündung und des Kolben, helfen den Motor auf die geänderten Randbedingungen anzupassen. Messungen am Motorenprüfstand zeigen, dass die CO₂-Emissionen unter den Emissionen des vergleichbaren Dieselmotors liegen. Kommt regenerativ erzeugtes Methan zum Einsatz wird die CO₂-Bilanz des gasmotorischen Antriebskonzeptes zusätzlich verbessert. Damit stellt ein stöchiometrisch betriebener CNG-Motor eine Alternative zu konventionellen Dieselmotoren dar.

Leslie Hill, HORIBA Ltd., gibt mit seinem Vortrag „Recent and Future Development in the Legislation and Measurement of Particle Number for Type Approval, In Service Conformity and real Driving Emissions“ einen Überblick über den derzeitigen Stand und Trends bei der Partikelmessung. Die Partikelanzahl (PN) ist in vielen Ländern, der Schlüsselparameter für die Messung und Kontrolle von Partikelemissionen. Die Messung von PN wurde von der Fahrzeug- und Motortypgenehmigung im Labor auf bordeigene Messmethoden für die Zwecke von Real Driving Emissions (RDE), In-Service-Konformität (ISC) und In-Service-Überwachung (ISM) ausgeweitet. Die Zukunft der PN-Messung liegt eindeutig in der Zählung aller festen Partikel mit einer Dicke von 10 nm (d₅₀) und darüber.

Die USA verwendet die Partikelmasse (PM) als Hauptparameter für die Überwachung und Kontrolle der Partikelemissionen. Sie bestätigt, dass die derzeitige LEV III / TIER III-Höchstgrenze von 1 mg / Meile mit der gravimetrischen Filtermethode bestimmt werden kann. Der Fokus der Partikelmessung wird sich in Zukunft zunehmend auf Emissionen richten, die nicht vom Verbrennungsmotor kommen, z.B. Bremsen. Auch die Diskussion über die Emissionen flüchtiger oder schwerflüchtiger Partikel und ihren Beitrag zur Luftverschmutzung und zur menschlichen Gesundheit wird fortgesetzt. Die reproduzierbare Messung aus Motorabgas unter Verwendung der gegenwärtigen Messverfahren ist derzeit technisch noch nicht möglich.

Jürgen Spielvogel, TSI GmbH, stellt in seinem Vortrag dar, wie „Neue Herausforderungen für die Messmittel zur Bestimmung der Partikelanzahl und Partikelgrößenverteilung aus der motorischen Verbrennung“ gelöst werden können. Neueste Motorentechnologie und Abgasnachbehandlungssysteme führen zu einer starken Reduzierung der Partikelanzahl im Abgas. Umso wichtiger ist für eine quantitative Messung eine verlustarme Konditionierung und Verdünnung. Das Hauptaugenmerk liegt auf sehr kleinen Partikeln mit einem Durchmesser unterhalb von 23 nm. Aufgrund ihrer hohen Beweglichkeit führen hier konventionelle Verdünnungslösungen zu starken Diffusionsverlusten. Diesen Herausforderungen trägt der neue TSI Modell 3098 Porous Tube Thermodiluter (PTT) Rechnung, es ist eine variable Verdünnner- und Konditionierlösung im Tandem Betrieb mit dem EEPS für die Bestimmung von zeitaufgelösten Partikelgrößenverteilungen. Die erweiterten Funktionen des PTT ermöglichen außerdem detailliertere Studien der Größenverteilung bis zu 10 nm und darunter.

Im Vortrag „Ultrafeine Partikel, Ruß und Stickoxide in der Außenluft in Sachsen“ präsentierte Dr. Gunter Löschau, LfLUG, Messergebnisse der Immissionsüberwachung mit dem Luftgütemessnetz von Sachsen. Mit der Messstation Dresden-Nord wurden Langzeitmessungen in straßennaher Außenluft durchzuführen. Überwacht wurden gesetzlich

vorgegebenen Schadstoffen sowie die Größenverteilung von ultrafeinen und feinen Partikeln überwacht. Von 2003 bis 2018 gab es eine Reduzierung der Anzahlkonzentration im Partikelgrößenbereich von 5 bis 800 nm um 73 %. Auch die Einführung der Umweltzone Leipzig wurde durch Immissionsmessungen von 2010 bis 2016 wissenschaftlich begleitet. Die gasförmigen Stickstoffoxide stagnierten, aber es konnte eine Reduzierung der Partikel um 59 bis 74 % im Zentrum der Umweltzone nachgewiesen werden. Die Umweltzone war damit eine sinnvolle und erfolgreiche Maßnahme der Stadtverwaltung Leipzig. Gleichzeitig wurde der Misserfolg in der Minderung der Stickoxide moderner Diesel-PKW beim realen Fahren in der Stadt trotz verschärfter EURO-Abgasnormen dokumentiert.

Dr. Klaus Thuneke, TFZ stellt in seinem Vortrag „Real Driving Emissions von Pkw im Betrieb mit Ethanolblends und CNG“ die Ergebnisse eines Forschungsprojektes vor. Es wurden zwei PKW untersucht, die für den Einsatz von erneuerbaren und fossilen Brennstoffen geeignet sind. Es wurden RDE Fahrten und Untersuchungen am Rollenprüfstand durchgeführt. Bei dem Fahrzeug wo Benzin und Ethanol in einem beliebigen Verhältnis verwendet wurde, konnte festgestellt werden, dass E85 im Kraftstoff zu einer erheblichen Reduzierung von CO und NO_x führte. Beim zweiwertigen CNG-Fahrzeug wurden beim Gasbetrieb geringere CO- und CO₂-Emissionen gemessen. NO_x und THC-Emissionen sind jedoch höher als beim Ottokraftstoff, aber noch unterhalb der Grenzwerte. Alle Vergleichsmessungen zeigten, dass sich Betriebsbedingungen stark auf die Gesamtemissionen auswirken. Trotzdem konnte gezeigt werden, dass mit Ethanol und CNG neben der Reduktion von Treibhausgasemissionen auch Verbesserungen hinsichtlich limitierter Abgasbestandteile zu erzielen sind.

Den „Einfluss erneuerbarer Kraftstoffe auf die spezifischen Fahrzeugemissionen im Realbetrieb“ zeigt Martin Kortschack, TAC, in seinem Vortrag. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde der Einfluss erneuerbarer Kraftstoffe auf die Emissionen untersucht. Mittels RDE-Fahrten und Prüfstandsuntersuchungen konnte eine deutliche NO_x-Reduzierung beim Einsatz von R33 in Bezug auf Diesel nachgewiesen werden. Mit Erhöhung des Ethanolgehalts im Ottokraftstoff wurde eine geringe CO₂-Reduktion und eine signifikante PN-Reduktion erreicht. Dabei stellte sich RDE als nützliches Werkzeug für die Kraftstoffauslegung dar.

Die Vorträge der diesjährigen FAD-Konferenz zeigten, dass die Weiterentwicklung der Abgasnachbehandlungssysteme und deren Anpassung an die veränderten Bedingungen weiterhin wichtige Themen sind. Die Entwicklung CO₂-reduzierter und CO₂-neutrale Kraftstoffe und deren Einsatz rückt als adäquates Mittel zur zeitnahen CO₂-Reduktion immer mehr in den Focus. Diskutiert werden muss auch die Reduzierung von verkehrsbedingten Emissionen, welche nicht verbrennungsmotorische Ursachen haben. Die Messtechnikindustrie steht ebenfalls vor neuen Aufgabe, wie z.B. der Messung flüchtiger und schwerflüchtiger Partikel. Die Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen wird mit unterschiedlichsten Mitteln vorangetrieben, damit Verbrennungsmotoren als Bestandteil zukünftiger Mobilität weiterhin eine bedeutende Rolle spielen.

Wir freuen uns bereits jetzt darauf, die Diskussionen und den Erfahrungsaustausch auf der 18. FAD-Konferenz im November 2020 fortsetzen zu können.

(Tagungsband der 17. FAD-Konferenz veröffentlicht unter ISSN 2199-8973.)