

Abgasprozesse
aus
Kfz-technischer Sicht

Dr. Wolfgang Pfeffer

ZVR Verkehrsrechtstag 2024

1. Genese der Dieselfälle

Ausgangspunkt „Dieselskandal“ bei Fahrzeugen des VW-Konzerns 2015

Grundüberlegung der sogn **Umschalteinrichtungen**:

Am Prüfstand im NEFZ eine andere Abgasstrategie zu realisieren als im normalen Fahrbetrieb, um damit den technischen Aufwand und die Belastung der relevanten Bauteile gering zu halten und eine möglichst lange Lebensdauer des EKS zu erreichen. Fahrprofilerkennung oder zeitgesteuerte Abschaltungen.

Im Zuge der Softwareupdates zur Beseitigung der Umschaltungen entstanden Diskussionen über vorhandene temperaturgesteuerte Abgasrückführungen (AGR) – **Thermofenster**.

Dies führte zu einer Prozessflut, die sich explosionsartig auf andere Regeleinrichtungen und auf viele andere Marken und Diesel-Typen ausbreitete.

Im Zuge der zahlreichen Gerichtsverfahren wurden sukzessive immer mehr **Mechanismen** bekannt, die in bestimmten Betriebszuständen die Wirksamkeit der Abgasreinigung reduzieren bzw vollständig deaktivieren.

2. Grundproblematik

Das Ziel der **Anspruchsteller** besteht im Wesentlichen darin, aus einer festgestellten Unzulässigkeit von Abschaltvorrichtungen einen **Wandlungs-** oder **Schadenersatzanspruch** abzuleiten.

Die zentrale Aufgabenstellung besteht daher in der Frage, ob es sich bei den verbauten Steuerungen der Abgasreinigung um **zulässige** oder **unzulässige** Abschaltvorrichtung im Lichte des Art 5 Abs 2 lit a) VO (EG) 715/2007 handelt, dh, ob die Einrichtungen notwendig sind, um den Motor vor Beschädigung oder Unfall zu schützen und um den sicheren Betrieb des Fahrzeuges zu gewährleisten.

Zur Beurteilung dieser Frage wurden von den Gerichten bereits vom Beginn der Abgasprozesse an bis heute Kfz-technische **SV als Hilfsorgane** beigezogen.

3. Beispielhafte Fragen an den SV

Erfüllt das Kfz die in den jeweils geltenden Abgasvorschriften und damit verbundenen Prüfverfahren normierten Grenzwerte ?

Welche Einrichtungen sind im Kfz realisiert, die die Wirksamkeit des Emissionskontrollsystems im Sinne einer Abschaltvorrichtung beeinflussen ?

Fallen die Abschaltvorrichtungen unter eine der in Art. 5 Abs 2 normierten Ausnahmetatbestände?

War die temperaturgesteuerte Abgasrückführung ausschließlich notwendig, um unmittelbare Risiken für den Motor in Form von Beschädigung oder Unfall zu vermeiden ?

Gab es zum Genehmigungszeitpunkt andere Technologien, mit denen das Temperaturfenster vergrößert, bzw die Wirksamkeit des EKS verbessert werden hätte können, wie zB die Verwendung von SCR-Katalysatoren ?

Ist die Höhenabschaltung technisch ausschließlich notwendig, um den Motor vor unmittelbaren Schäden zu schützen ?

Ist die temperaturgesteuerte Abschalteinrichtung überwiegend im Jahr aktiv ?

Welche Durchschnittstemperatur herrscht in Europa ?

Hält das gegenständliche Fahrzeug unter vernünftigerweise zu erwartenden Bedingungen den NOx-Grenzwert ein ?

Konnte der Kläger das gegenständliche Fahrzeug seit der Übergabe uneingeschränkt nutzen, war es durchgehend betriebs- und verkehrssicher ?

Haben die Diskussionen rund um die Dieselproblematik dazu geführt, dass der Wert des gegenständlichen Fahrzeuges zu irgendeinem Zeitpunkt einen Wertverlust erlitten hat, der höher war, als bei vergleichbaren anderen Dieselfahrzeugen ohne Abschalteinrichtung ?

Wie hoch ist das Benützungsentgelt ?

4. Technische Grundlagen

Bei der Verbrennung von Dieselkraftstoff im Kfz entstehen neben den Hauptabgasbestandteilen Wasserdampf und Kohlendioxid auch weitere Schadstoffe, wie unverbrannte **Kohlenwasserstoffe (HC)**, **Kohlenmonoxid (CO)** und **Stickoxide (NO_x)**.

Bei den Stickoxiden geht es beim Dieselmotor im Wesentlichen um NO und NO₂. NO₂ ist für den Menschen äußerst schädlich, es schädigt die Schleimhäute im gesamten Atemtrakt und reizt die Augen. NO₂ ist ein Gas mit bräunlicher Färbung und steckendem Geruch, NO ist geruchlos.

Die HC- und CO-Schadstoffe werden idR mit einem dem Motor im Abgasstrang nachgeschalteten **Oxidationskatalysator** vermindert, die Rußemissionen werden mit einem **Rußpartikelfilter (DPF)** reduziert.

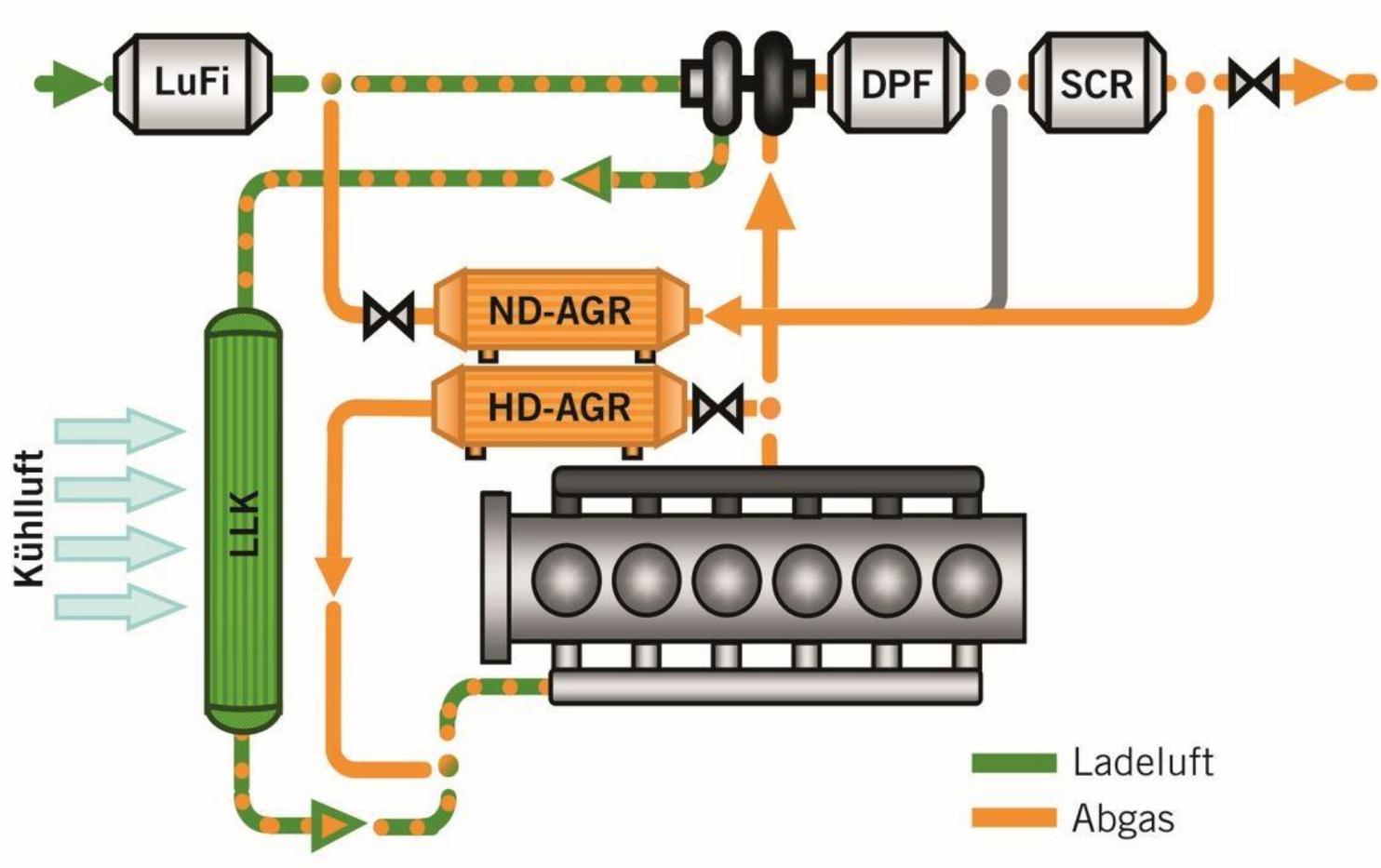
Stickstoffoxide entstehen bei hohen Temperaturen und bei Sauerstoffüberschuss. Die Reduzierung der Stickoxide erfolgt im Motorenbau ua durch eine Absenkung der Verbrennungstemperatur durch **Abgasrückführung**.

Zur Reduzierung der motorischen NO_x-Emissionen stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

Abgasrückführung (AGR)

Zählt zu den innermotorischen Maßnahmen zur Emissionsreduktion. Dadurch wird eine Verringerung der Verbrennungstemperatur erreicht, es kommt zu einer Absenkung des Sauerstoffgehaltes.

Die AGR-Rate wird durch den sogn NO_x-Ruß-Zielkonflikt begrenzt, dh, dass es mit steigendem Anteil von rückgeführten Abgasen zu einer stärkeren Rußbildung kommt, was zu häufigeren Regenerationen des Dieselpartikelfilters und damit auch zu einem steigenden Kraftstoffverbrauch und hohen NO_x-Emissionen während der Regeneration führt. Zusätzliche Grenzen für die zurückgeführten Abgasmengen ergeben sich aus den Effekten der Verlackung und Versottung von Bauteilen, Problemen mit der Regelung des Turboladers und der Motorölverdünnung.

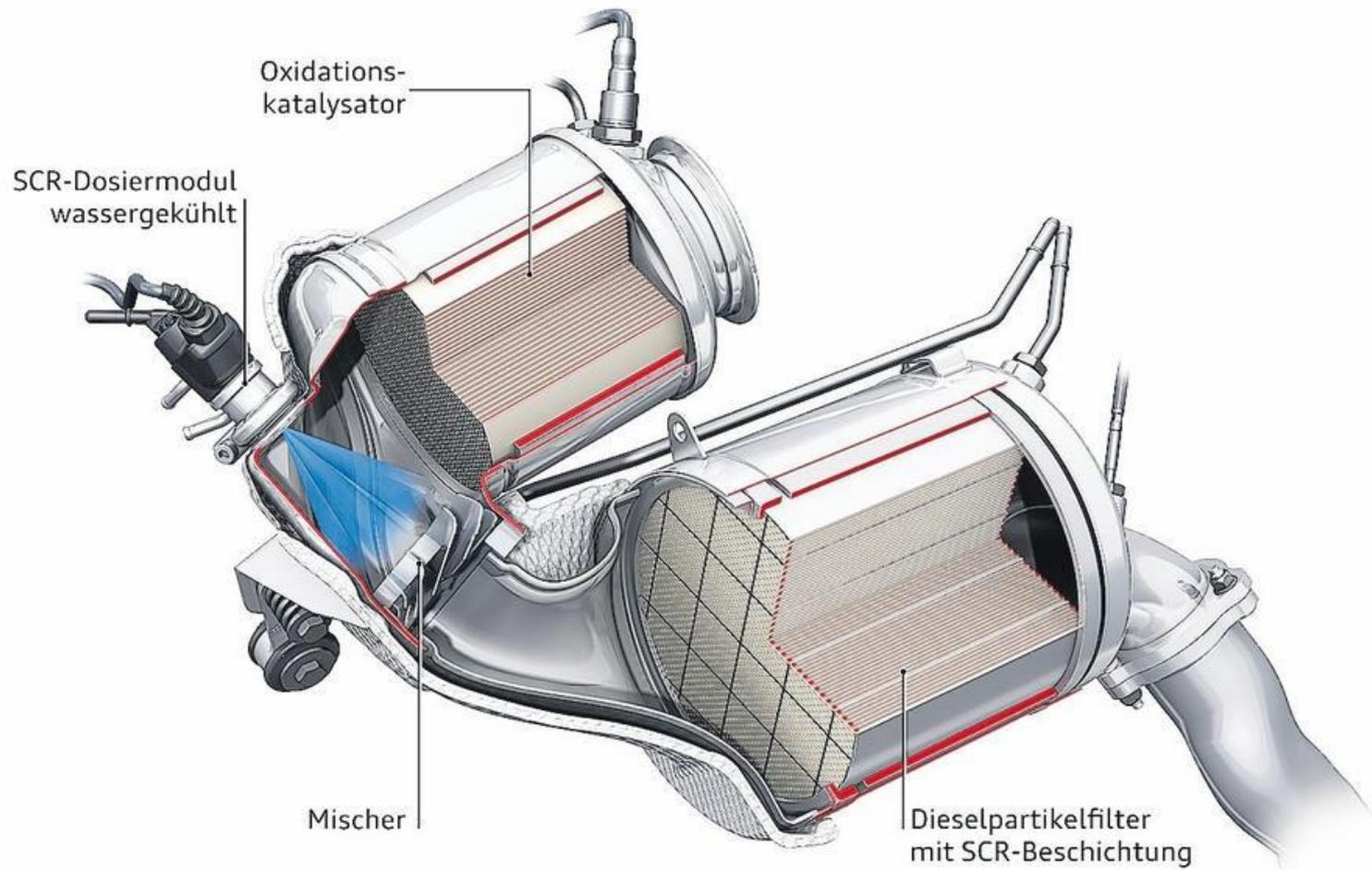


NOx-Speicherkatalysator

Der NOx-Speicherkatalysator zählt zu den Abgasnachbehandlungssystemen. Er verfügt über eine katalytische Beschichtung, mit der die Stickoxide aus dem Abgas gebunden werden können, um sie nach einer abgeschlossenen Beladung (Speicherung) in Stickstoff und CO₂ umwandeln zu können.

Selektive Katalytische Reduktion (SCR)

Dabei handelt es sich ebenfalls um eine Abgasnachbehandlungseinrichtung, mit dem Ziel die NOx-Emissionen effektiv zu reduzieren. Eine Harnstoff-Wasser-Lösung (Adblue) wird über eine Dosiereinheit in den heißen Abgasstrang gespritzt. Durch chemische Reaktionen reagiert die Harnstofflösung zu NH₃ (Ammoniak) und CO₂. Das entstandene Ammoniak wird in der Beschichtung eingelagert und kann die im Abgas enthaltenen NOx zu Stickstoff und Wasser umwandeln.



Quelle: Audi technologie-portal.de

5. Die Abgasreinigung als Gesamtsystem – Ein Orchester mit vielen Instrumenten



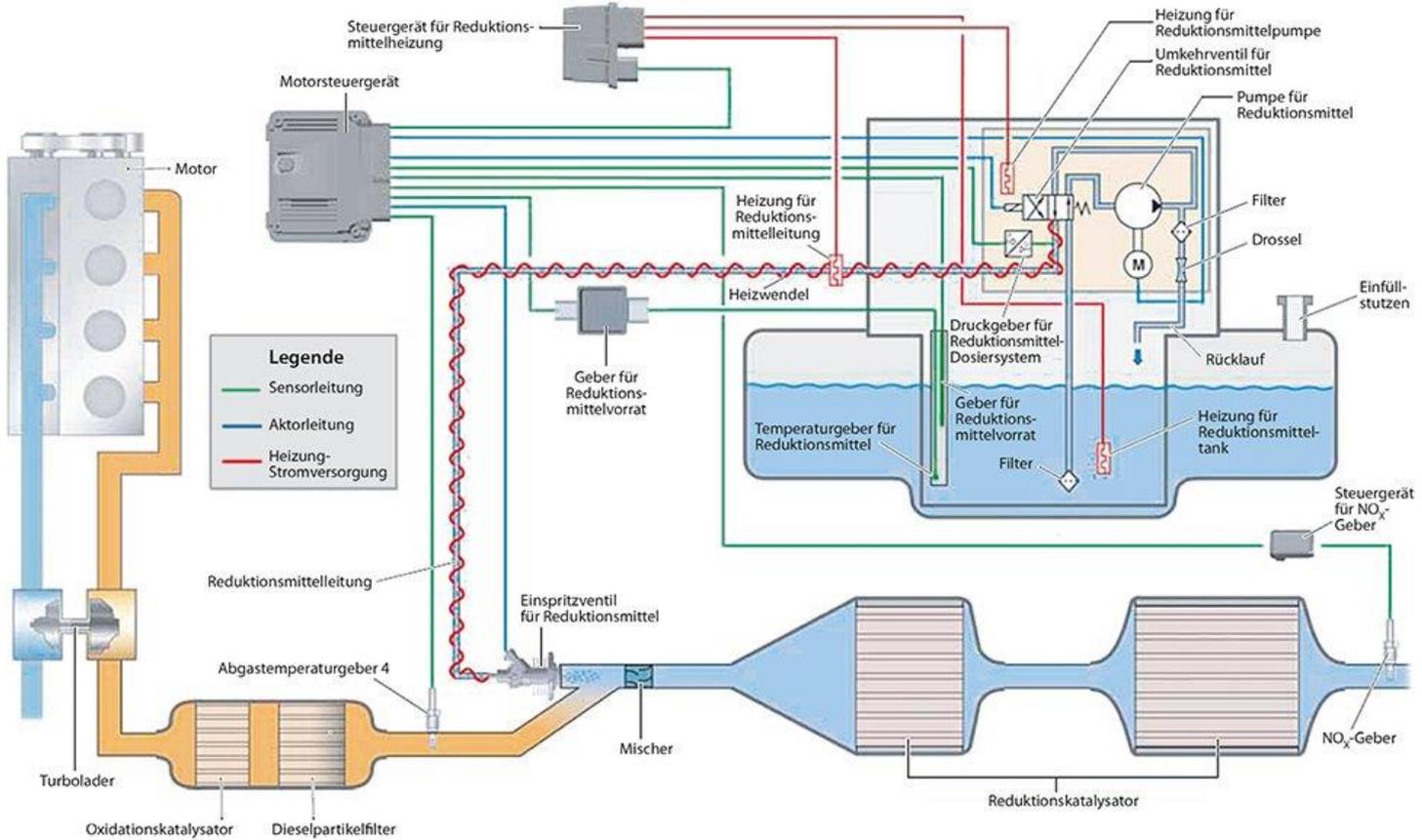
Quelle: Schloss Schönbrunn Orchester Wien

Zum besseren Verständnis der Abgasreinigung kann ein Vergleich mit dem Ablauf in einem Orchester herangezogen werden.

So wie die einzelnen **Noten der Partitur** die Einsatzpunkte und Amplitude der Tonerzeugung für alle Instrumente steuern, so steuert auch die **Software in einem Dieselfahrzeug die Start- bzw Endpunkte sowie die Dauer und die Wirksamkeit der einzelnen Abgasreinigungssysteme**. Das Ergebnis stellt, vergleichbar mit der wahrgenommenen Musik des Orchesters, die tatsächliche NOx-Emission am **Auspuffendrohr** dar.

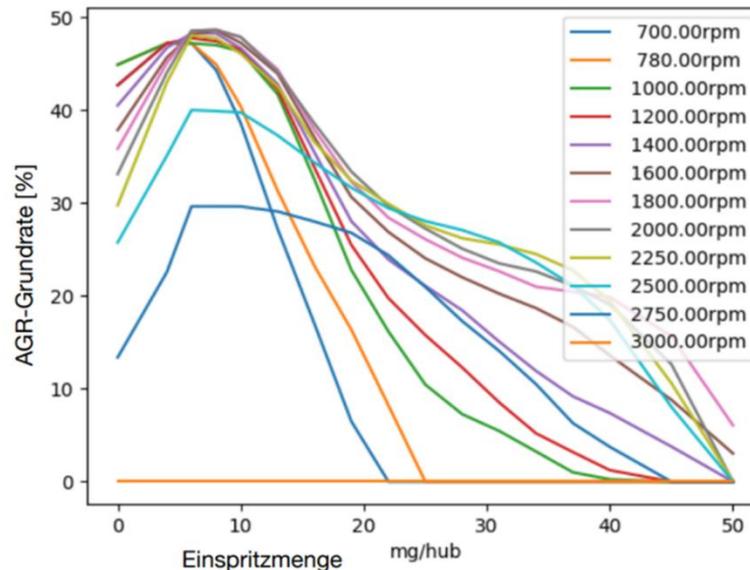
So wie der Komponist das Musikstück in der Partitur als „**Gesamtsetting**“ kreativ festgelegt hat, stellt auch das Setting der Emissionskontrolle eine Gesamtauslegung des Motorenherstellers dar, die lt neuester Rechtsprechung des OGH auch als ein solches **Gesamtsystem** zu beurteilen ist (vgl 10Ob 34/24h).

Während bei Euro5-Fahrzeugen mit der Abgasrückführung mit der AGR oftmals nur eine Einrichtung zur NOx-Reduktion verwendet wurde, kamen nach und nach mehrere miteinander zusammenspielende Komponenten zum Einsatz, die durch eine komplexe Software gesteuert werden.



Quelle: krafthand.de

Die Emissionskontrolle stellt kein statisches System dar, vielmehr arbeitet das System bereits in der Grundauslegung dynamisch, dh, dass die Abgaseinrichtungen, abhängig vom Betriebs- und Lastzustand des Motors aufgrund eines definierten Basiskennfeldes dynamisch gesteuert werden.



Quelle: Felix Domke AGR Grundkennfeld X3

In diese dynamische Steuerung fließen dann noch weitere Parameter, wie der Luftdruck, die Temperatur, Spannung etc in diese Steuerung ein und daraus ergibt sich dann das **Gesamtsystem der Emissionskontrolle** mit unter diesen Bedingungen konstruktiv festgelegten Emissionswerten am Auspuffendrohr.

6. Ausgewählte Fragen

Welche mögliche Abschalteneinrichtungen gibt es in Diesel-Kfz ?

Temperaturabhängig gesteuerte Abgasrückführung - Thermofenster

Luftdruckgesteuerte Abgasrückführung - Höhenabschaltung

Ad-Blue (SCR)-Abschaltung, zB temperaturabhängige Reduktion, zB Abschaltung < 2° C, nach Zeit oder bei Überschreitung von Speed Limits (zB > 140 km/h)

Abschaltung der AGR im Leerlauf (Taxischaltung), zB Deaktivierung nach 15 Min

Schutz Fehlerfall Über-/Unterspannung: Abschaltung der AGR unter 9V und über 16V

Lastwechselabschaltung: kurze Deaktivierung der AGR (unter 1 s) bei abruptem Lastwechsel zur Vermeidung von Druckschwankungen im Abgasturbolader

Deaktivierung der AGR beim Regenerieren des DPF

Verfügbare Technik im Genehmigungszeitpunkt ?

Gab es andere Technologien, mit denen das Temperaturfenster vergrößert, bzw die Wirksamkeit des Emissionskontrollsystems verbessert werden hätte können, wie zB die Verwendung von SCR-Katalysatoren ?

Hier bleibt rechtlich zu beurteilen, ob der Maßstab des Standes der Technik die **mögliche Technologie** oder die zu diesem Zeitpunkt von der überwiegenden Anzahl der Hersteller **angewendeten Technologie**, im Sinne einer üblichen baulichen Anwendung für einen wirtschaftlichen Serieneinsatzes, samt den Anforderungen an die Lebensdauer und einem verlässlichen Einsatz im praktischen Betrieb, darstellt.

Beispiel SCR:

Beginn der Entwicklung in Japan Mitte der 70er Jahre (Kraftwerke)

LKW ab 2004

PKW ab 2007 in USA

Breite Realisierung in Europa ab ca. 2014

Wertstabilität ?

Die von der Abgasproblematik betroffenen Fahrzeuge unterlagen lt Marktdaten des **Autopreisspiegels** bisher einer normalen stetigen Abwertung über Alter und Laufleistung, die Diskussionen rund um die Abgasproblematik hatten bisher aus technischer Sicht keinen erkennbaren negativen Einfluss auf die Wertentwicklung.

Die Nachfrage nach derartigen Fahrzeugen und damit die Preise sind durch die Gesamtmarktentwicklung (Pandemie, Lieferschwierigkeiten von Neuwagen, Misstrauen gegenüber E-Technologie, Inflation, Krisen etc) in den vergangenen 2-3 Jahren sogar gestiegen.

Derzeit liegen aus Kfz-technischer Sicht keine effektiven Auswirkungen durch die in den betroffenen Fahrzeugen verbauten Abgassteuerungen auf die Marktwerte vor.

Hypothetische Wertminderung ?

Wenn die Typgenehmigung von der Genehmigungsbehörde (KBA) widerrufen werden würde, dann könnte das Fahrzeug nicht mehr als Transportmittel verwendet werden, es könnte nur mehr als Ersatzteilsender dienen, allenfalls wäre ein Export mit einem hohen Wertabschlag in Drittländer möglich, die über keine oder nur über rudimentäre Abgasvorschriften verfügen. Der Wert des Fahrzeugs würde in diesem Fall schlagartig auf unter 50 % sinken.

Unter der hypothetischen Annahme, dass das Klagsfahrzeug zum Kaufzeitpunkt zwar eine aufrechte Genehmigung aufwies, aber bekannt gewesen wäre, dass eine unzulässige Abschaltvorrichtung vorliegt, die geltende EU-Abgasnorm nicht erfüllt wurde und es dadurch die Zulassung verlieren könnte, ist aus meiner Sicht davon auszugehen, dass ein Wertabzug von mindestens 20-30% erforderlich gewesen wäre, damit ein potenzieller Käufer das Fahrzeug überhaupt gekauft hätte.

Benützungsentgelt ? Differenzmethode versus lineare Abwertung

Praxisbeispiel:

Kläger kaufte das Neufahrzeug am 1.6.2014, Kaufpreis € 21.618,-
Wandlung erfolgte am 12.9.2022, Händlereinkaufwert zu diesem Zeitpunkt
€ 5.700,- , Laufleistung 68.520 km

a) Differenzmethode unter Berücksichtigung des Verlustes der Neuheit:

Benützungsentgelt: **€ 14.500,-** , Wandlungsbetrag : **€ 7.118,-**

b) Lineare Methode: Benützungsentgelt: **€ 5.925,-** , Wandlungsbetrag: **€ 15.692,-**

Händler nimmt Fahrzeug zurück und verkauft es um **€ 12.800,-**

Mit der DM verblieb ihm ein Gewinn nach Wandlung und Wiederverkauf von
€ 5.682,- (ohne Kosten).

Mit der LM hätte er hingegen einen Verlust von **€ 2.895,-** (ohne Kosten) erlitten.

Zur Methodik der Ermittlung des Benutzungsentgeltes hat der OGH nach vorhergehenden durchaus divergierenden bzw offenen Entscheidungen in seiner Leitentscheidung 10 Ob 2/23a die **lineare Berechnungsmethodik** mit nachvollziehbaren Argumenten bestätigt.

Meines Erachtens wurde damit auch aus Kfz-technischer Sicht die beste Methode festgelegt, wie sie in der deutschen Rechtsprechung auf Basis einer konsistenten Judikatur des BGH bereits seit Jahrzehnten zur Anwendung kommt.

Bemessungsgrundlage Kaufpreis ohne Mangel versus Wert mit Mangel ? –
Rechtsfrage

Sonderfälle

Liegt trotz des kombinierten Einsatzes von mehreren Systemen zur NOx-Reduktion (Abgasrückführung, Abgasnachbehandlung) eine Abschaltvorrichtung des EKS in seiner Gesamtheit vor, die unter den vernünftigerweise zu erwartenden normalen Fahrbedingungen im (gesamten) Unionsgebiet die Wirksamkeit des EKS insgesamt verringert ?

Diese Frage ist auch aus technischer Sicht sinnvoll, wenn man davon ausgeht, dass der Gesetzgeber mit den Abgasvorschriften, samt Normierung der Ausnahmetatbestände, nicht die Steuerung einzelner Baugruppen sondern eine möglichst wirkungsvolle, durchgehende Abgasreinigung zum Ziel hatte.

Allerdings ist eine technische Beantwortung dieser Frage ohne Kenntnis der Steuerungssoftware aus meiner Sicht mit wirtschaftlichen Mitteln nicht möglich.

Es ist unmöglich, das Zusammenspiel der einzelnen Emissionskontrollvorrichtungen auf einem Prüfstand in allen in Frage kommenden kombinierten Betriebszuständen (Temperatur, Luftdruck, Last, Geschwindigkeiten, Regeneration etc) so zu messen, dass man sie abschließend technisch beantworten kann.

Es ist möglich, entsprechend einem konkreten Vorbringen ein Messprogramm für ausgewählte Fragen festzulegen und dann zu messen. Eine „Suche“ nach unzulässigen Abschaltvorrichtungen zur integrativen „Beurteilung des Gesamtsystems“ durch Tests ist eine mit wirtschaftlichen Mitteln unlösbare Aufgabe.

Die in 10Ob 34/24h im Zuge der Zurückverweisung gestellte Frage, wonach im fortzusetzenden Verfahren zu klären sein solle, **ob das „Emissionssystem in seiner Gesamtheit“ eine Abschaltvorrichtung darstellt**, wird daher aus meiner Sicht mit hoher Wahrscheinlichkeit unbeantwortet bleiben und könnte möglicherweise zur Folge haben, dass hier die Beweislastregeln Prozesse entscheiden.

Danke für die Aufmerksamkeit