

Technik Ratgeber

Band 5 | Turboladerschäden bei Transportern



Vorwort

Mit dem **BTS Technik Ratgeber Band 5 „Turboladerschäden bei Transportern“** halten Sie den mittlerweile fünften BTS Technik Ratgeber rund um das Thema „Turbolader in der Werkstattpraxis“ in der Hand. Nummer fünf dieser erfolgreichen und bei Werkstattfachleuten äußerst beliebten Praxisratgeber-Reihe beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit Turbolader-Problemen an Transporter-Motoren. Er setzt damit das Bestreben der Bände 1 bis 4 fort, das Wissen des Werkstatt-Profis angesichts des anhaltenden „Turbolader-Trends“ stets auf einem aktuellen Stand zu halten.

In Band 1 „Turboladerschäden“ erfährt der Werkstatt-Profi anhand zahlreicher Schadensbilder alles Wichtige über mechanische Schäden am Turbolader und deren Ursachen. Band 2 „Turboladerbauarten – Funktion“ indes gibt einen umfassenden Überblick über die Entwicklung der Turbolader-Technologie und erklärt die einzelnen Bauarten und deren Funktionsweisen im Detail.

Band 3 „Werkstattpraxis – Turboschäden“ trägt dem technischen Fortschritt Rechnung, denn moderne Aufladesysteme sind sehr komplex und wegen der fortschreitenden Elektronifizierung der Fahrzeugsys-



Abgasturbolader gehören bei modernen Transporter-Motoren zum Stand der Technik. Sie sorgen für ansprechende Leistung und geringen Verbrauch. Die Spitze markieren derzeit zweistufige Aufladesysteme.

teme längst tief in das Motormanagement eingebunden. Fehlersuche und Diagnose verlangen deshalb viel Know-how und Systemkenntnisse – und auch geeignetes Prüfequipment, etwa ein Diagnosegerät, um die elektrifizierte Peripherie des Turboladers prüfen zu können. Zudem gewährt der dritte Band einen Blick über den Tellerrand: Denn nicht immer ist zwangsläufig der Turbolader defekt, wenn einem modernen Turbomotor die Puste ausgeht.

Diese Tatsache vertieft der BTS Technik Ratgeber Band 4 „Diagnose im Umfeld des Turboladers“ noch weiter und zeigt anhand typischer Schadensbilder mögliche Defekte

am Turbolader auf. Zudem erklärt er detailliert die Hintergründe zu den jeweiligen Ursachen. Band 4 will außerdem dazu beitragen, dass unnötige Zweit Reparaturen, abgelehnte Reklamationen und Probleme mit dem Kunden gar nicht erst vorkommen. Denn üblicherweise ist der defekte Turbolader zwar ein Teil des Problems, jedoch so gut wie nie die Ursache dafür.

Der neue Band 5 „**Turboladerschäden bei Transportern**“ aus der BTS Technik Ratgeber-Reihe befasst sich ausschließlich mit den für die Transporter-Klasse typischen Problemen in der Peripherie des Turboladers, zeigt charakteristische Schadensbilder auf und beschreibt die Hintergründe. Zudem bekommt der Leser praxisrelevante Experten-Tipps, welche nicht nur die Fehlersuche erleichtern, sondern auch helfen, Folgeschäden zu vermeiden.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Inhaltsverzeichnis/Impressum	3
Lukratives Turbolader-Geschäft	4
Transporter-typische Turboladerschäden	5
Ölmangelschäden/Probleme mit dem Motoröl	7
Fremdkörperschäden	10
Fehlersuche + Diagnose	12
Fachgerechter Turbolader-Tausch	15
Nebenschauplätze	18
Modellspezifische Probleme	21
Qualität schafft Sicherheit – Das BTS-Tauschteile-Programm	22

Impressum

Text und Inhalt:

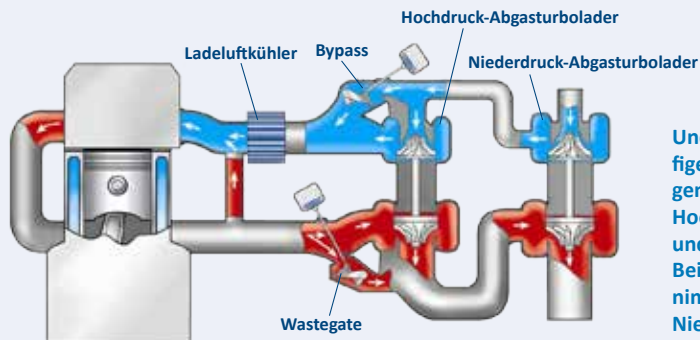
BTS GmbH | Paradiesstr. 56 | 82362 Weilheim | www.bts-turbo.de
 Klaus Kuss | Redaktionsbüro 'der techniKKuss' | Maurerweg 30 | 87616 Marktoberdorf-Rieder

Konzept und Gestaltung:

Ostenrieder Design & Marketing | Birkland 40 | 86971 Peiting | www.ostenrieder.com

Bildnachweis:

BTS GmbH | Klaus Kuss | Borgwarner | Honeywell Garrett | Mitsubishi | Holset Cummins | Oberland Mangold



Und so funktioniert die zweistufige Aufladung: Schon bei niedrigen Drehzahlen sorgt der kleine Hochdruck-Turbolader für Schub und eliminiert so das Turboloch. Bei höheren Drehzahlen übernimmt zunehmend der größere Niederdrucklader das Regiment.

Lukratives Turbolader-Geschäft

Das Geschäft mit dem Turbolader-Tausch bei Transporter-Motoren ist interessant – vorausgesetzt, man beherrscht die Basics.

Seit der Schweizer Alfred Büchi im Jahr 1905 auf den von ihm erfundenen Abgasturbolader ein Patent bekommen hat, haben sich die Grundfunktionen des Turboladers kaum wesentlich verändert – wohl aber dessen Leistungsvermögen und Einsatzspektrum. Ursprünglich dazu gedacht, großen Schiffsdiesel- und Lkw-Motoren mehr Kraft einzuhauchen, ist er mittlerweile in nahezu allen Fahrzeugkategorien und Motorkonzepten – vom kleinsten City-Flitzer bis hin zum schwersten Lkw und gleichgültig, ob Benzin- oder Diesel – zu finden.

Zu den Förderern des flächendeckenden Einsatzes gehören einerseits immer strengere Emissionsgesetze und andererseits das Bestreben der Motorenentwickler, die Motorleistung immer noch weiter zu erhöhen und dabei gleichzeitig den Kraftstoffverbrauch zu senken – Stichwort Downsizing. Downsizing bedeutet, einen großvolumigen Saugmotor durch einen deutlich hubraumkleineren und direkt einspritzenden Motor zu ersetzen, wobei der Turbolader eine der Schlüsselkomponenten ist.

Dieser Trend zur Turboaufladung gilt seit längerem auch für die Motoren von Transportern: Kaum einer dieser „Lastesel der Nation“ verlässt heutzutage noch „unaufgeladen“ das Werk. Da das Leistungsspektrum breit gefächert ist, sind neben starren Turboladern aufgrund der strengen Abgasgesetzte immer öfter auch Turbolader mit variabler Turbinen-Geometrie (VTG, VNT, etc.) zu finden. Selbst Aufladesysteme mit zwei in Register-Manier hintereinander ge-



Transporter-Motoren stammen meist von Pkw-Aggregaten ab – und verfügen wie diese über einen Abgasturbolader. Demensprechend interessant ist das Geschäft mit dem Turbolader-Tausch.

schalteten Turboladern sind keine Seltenheit mehr.

Viele Transporter-Motoren stammen von Pkw-Aggregaten ab, sind aber auf die speziellen Anforderungen und Beanspruchungen des Fahrzeugsegments hin modifiziert. Je nach Philosophie des Fahrzeugherstellers – soweit es sich nicht um einen reinen Nutzfahrzeugbauer handelt – werden die Fahrzeuge entweder in den Pkw-Servicebetrieben oder in den Nutzfahrzeug-Werkstätten der jeweiligen Marke betreut. Oder aber die Fachwerkstätten des freien und unabhängigen Reparaturmarkts kümmern sich um diese spezielle Klientel, welche sich bunt gemischt aus Handwerkern, Gewerbetreibenden, Paket- und Zustelldiensten, Wohnmobilisten, Großfamilien, Freizeitsportlern sowie Lifestyle-orientierten Privatpersonen zusammensetzt.

Insbesondere der Trend, Dinge des täglichen Gebrauchs im Internet und bei Online-Versendern zu bestellen, hat die Transporter-Population auf Europas Straßen deutlich anwachsen lassen – sehr zur

Freude jener, die solche Fahrzeuge reparieren. Vor allem gewerblich genutzte Transporter legen häufig lange Strecken zurück, beziehungsweise sind durch das Gewicht der Ladung und die häufigen Lastwechsel im Zustellbetrieb außergewöhnlich hoch belastet, wodurch der Verschleiß zwangsläufig steigt.

Obleich der Turbolader auch bei Transporter-Motoren als „Lebensdauer-Komponente“ ausgelegt ist und nicht zu den typischen Verschleißteilen gehört, muss er aufgrund der extremen Betriebsbedingungen dennoch häufig ersetzt werden. Demensprechend interessant ist das Ersatzgeschäft – vorausgesetzt, man beachtet die transportertypischen Besonderheiten bei der Fehlersuche und



Transporter-Motoren werden häufig arg geschunden. Kein Wunder, dass ihnen hin und wieder aufgrund eines defekten Turboladers die Puste ausgeht. Aufgrund der hohen Beanspruchungen zeigen sich oft frapierende Turboladerschäden.

beim Austausch. Mit diesem Technik Ratgeber möchte BTS Turbo Ihnen das notwendige Turbo-Know-how an die Hand geben.

Transporter-typische Turbolader-Schäden

Die Komponenten von Transporter-Motoren sind höchst beansprucht. Das gilt besonders auch für den Turbolader. Doch fällt dieser aus, liegt es in den seltensten Fällen am Turbolader selbst.

Obschon es sich bei Transporter-Motoren um robuste Aggregate handelt, die auf lange Laufleistungen ausgelegt sind und auch bei rüder Behandlung zuverlässig ihren Dienst versehen, kommt es – neben klassischen, laufleistungs- und betriebs-



bedingten Verschleißreparaturen – immer wieder auch zu Schäden am Motor. Davon ist dann auch der Turbolader betroffen.

Doch erfahrungsgemäß sind die Gründe für den Turboladerschaden in den wenigsten Fällen beim Turbolader selbst zu finden, sondern vielmehr in dessen Umfeld, etwa in extremen Betriebsbedingungen, nachlässigen Wartungsgewohnheiten oder aufgrund einer unprofessionellen Vorreparatur. Nachfolgend beschreiben wir die häufigsten, Transporter-typischen Ausfallursachen nach dem Muster „Ursache – Schadensbild – Abhilfe – Hinweise + Expertentipps“.

Wegen seiner hydrostatischen Lagerung gehört der Turbolader nicht zu den klassischen Verschleißteilen eines Motors. Doch extreme Bedingungen im Fahrbetrieb verursachen „Transporter-typische“ Turboladerschäden.

Normaler Verschleiß

Wegen seiner hydrostatischen Gleitlagerung gehört der Abgasturbolader nicht zu den typischen Verschleißteilen des Fahrzeugs. Die Lagerung ist so aufgebaut, dass sich zwischen dem stehenden Lagergehäuse, der so genannten Rumpfgruppe, und der drehenden Laufzeug-Welle eine Lagerbuchse aus Messing befindet. Sämtliche Lagerkomponenten werden bei laufendem Motor vom Motoröl umspült und dadurch voneinander getrennt, so dass sich Welle und Lager in keinem Betriebspunkt berühren können. Damit ist die Lagerung des Turboladers quasi verschleißfrei – zumindest solange mit der Ölversorgung alles in Ordnung ist, denn die Lagerspalte betragen nur wenige Hundertstelmillimeter.

Vor allem aber im Paket- und Zustelldienst, wo permanent Zeitdruck herrscht, verlangen die Fahrer den Transporter-Motoren

alles ab. Häufig wechselnde Einsatzbedingungen – extremer Stop-and-Go-Verkehr in Städten und Dörfern gemischt mit Vollgasetappen dazwischen – und ein Werkstattbesuch nur dann, wenn dieser der unmittelbaren Fahrbereitmachung dient, fordern zwangsläufig ihren Tribut.

Doch auch Handwerker, zu deren Nutzerprofil häufige Kaltstarts mit anschließenden, extrem kurzen Distanzen – und dies meist voll beladen – gehören, zählen ebenfalls zu den „Risikofaktoren“ für einen vorzeitigen Turbolader-Totalschaden. Insbesondere, wenn dann angesichts der geringen Jahresfahrleistung auch noch sparsam „geölwechselt“ wird.

Bei beiden Kundengruppen kommen deshalb häufig schmierungsbedingte Turboladerschäden vor.

Ölmangelschäden / Probleme mit dem Motoröl

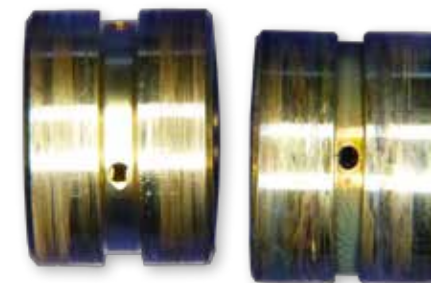
Turbolader-Defekte in Verbindung mit dem Motoröl kommen bei Transporter-Motoren häufig vor.

„Wer gut schmiert, der gut fährt!“ – das gilt ganz besonders für aufgeladene Transporter-Motoren, denn die Einsatz- und Betriebsbedingungen sind vielfach extrem. Hohe Öltemperaturen, häufige Motorstarts und ebenso häufiges Heißabstellen des Motors, ausgeprägter Kurzstrecken- und Stop-and-Go-Verkehr, falsches, minderwertiges und ungeeignetes Motoröl sowie vernachlässigte beziehungsweise weit überzogene Öl- und Filterwechselintervalle: alle diese Faktoren haben auf Dauer einen wesentlichen Einfluss auf die Schmierfähigkeit des Motoröls – und damit direkt auf die Lebensdauer der Lager des Turboladers.



Die tiefen Riefen auf der Innen- und Außenseite des Radiallagers stammen eindeutig von harten Schmutzpartikeln wie Ölkohle und Lagerabrieb.

Typische Anzeichen für einen mit Schmierungsproblemen behafteten Turbolader sind beispielsweise Blau- oder Schwarzrauch unter bestimmten Lastbedingungen, ein deutlich erhöhter Ölverbrauch, Ölaustritt an der Verdichter- und/oder Turbinenseite, Geräusche – und im Ext-



Wird das Motoröl lange nicht gewechselt können Ablagerungen aus dem Ölfilter über ein offenes Bypass-Ventil in den Schmierkreislauf gelangen. Dringen feste Schmutzpartikel ungefiltert in die Lagerstellen, führt das dort zum vorzeitigen Verschleiß.

remfall der Totalausfall des Laders. Doch wie schon gesagt: in den wenigsten Fällen ist der Turbolader selbst der Verursacher dieser Beanstandungen. Daher gilt es, vor dem Einbau eines neuen Laders die Schadensursache zweifelsfrei zu ermitteln und zu beseitigen.

Erhöhtes Lagerspiel

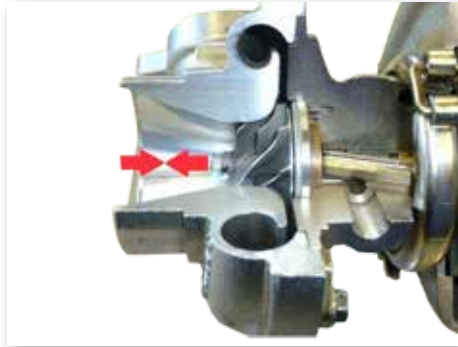
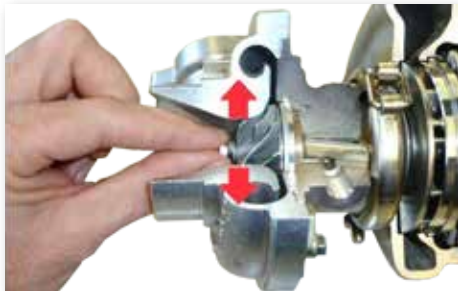
Schmiermittelmangel zählt zu den häufigsten Ausfallursachen eines Turboladers – das gilt auch bei Transporter-Motoren. Bekommen die Lager des Turboladers permanent zu wenig Öl, erhöht sich zwangsläufig das Lagerspiel. Denn aufgrund der reduzierten Ölmenge sinkt die Kühlleistung an Lagergehäuse und Läuferwelle, zudem verbrennt das Öl in den überhitzten Lagerstellen. Aufgrund des zu geringen Öldrucks verlieren die Lagerstellen außerdem ihre hydrostatischen Eigenschaften und es kommt zum Abriss des Ölfilms. Dieser kann auch reißen, wenn die Schmiereigenschaften durch fehlen-



Probleme mit der Schmierung zählen zu den häufigsten Ursachen für Turboladerschäden. Erhöhtes Lagerspiel ist ein sicheres Anzeichen dafür. Ein schmaler Streifen Papier zwischen Verdichterrad und -gehäuse eignet sich gut zum Prüfen.

de oder zerstörte Öladditive mangelhaft geworden sind. Wegen der hohen Drehzahlen des Laufzeugs kommt es innerhalb kürzester Zeit zum Lagertotalschaden und die Welle frisst.

Erhöhtes Lagerspiel lässt sich mit einer simplen Prüfung per Hand feststellen: Man nimmt die Mutter der Läuferwelle auf der Verdichterseite zwischen Daumen und Zeigefinger, hebt die Welle leicht an und bewegt sie sowohl in axialer als auch radialer Richtung. Doch Achtung: Wegen ihrer schwimmenden Lagerung weist die Läuferwelle in „trockenem“ Zustand zwangsweise ein größeres Spiel auf. Dieses sollte axial kaum (nicht größer als 0,1 mm), radial jedoch deutlich spürbar sein (zwischen 0,4 und 0,8 mm). Schleifgeräusche beim Drehen deuten allerdings auf eine bereits verschlissene Lagerung hin: der Turbolader ist defekt.



Hat die Welle überhaupt kein Spiel oder lässt sie sich nur mit merklichem Widerstand drehen, ist dies ebenfalls kein gutes Zeichen: in einem solchen Fall befindet sich verkoktes Öl in den Lagerstellen.



Gebrochene Läuferwelle

Weitere typische Folgen von Schmiermittelmangel – ein aufgrund von Überhitzung deutlich verfärbter Wellenschaft, auf die Läuferwelle aufgeschweißtes Lagermaterial oder Freißpuren am Axiallager – lassen sich allerdings erst nach dem Zerlegen des Laders erkennen.



Ist der Motorölstand generell und über längere Zeit zu gering, werden die Lagerstellen nur ungenügend geschmiert und gekühlt. Die blau angelaufene Läuferwelle deutet auf einen Überhitzungsschaden hin.

Mögliche Ursachen

Die möglichen Ursachen für Ölmanagementschäden sind vielfältig:

- Motorölstand generell zu niedrig: dadurch werden die Lager nur unzureichend geschmiert und gekühlt.
- Falsches beziehungsweise minderwertiges Öl: Temperaturstabilität reicht nicht aus, es bildet sich vermehrt Ölkohle. Dadurch verkoken Lagerstellen, Ölbohrungen und Ölleitungen.
- Verunreinigtes Motoröl: unverbrannter Kraftstoff (Verbrennungsstörungen, Injektor undicht, Kraftstoff-Rücklauf gestört), Kühlflüssigkeit (Zylinderkopfdichtung defekt, AGR-Kühler undicht), Kondenswasser (Kurzstreckenbetrieb) verdünnen das Öl und setzen dessen Schmierfähigkeit drastisch herab.
- Fremdkörper (verbranntes Öl, Ölaufland), Ölkohlepartikel, Metallabrieb (mechanischer Verschleiß oder Rückstände nach Motorinstandsetzung, Ladeluftkühler bei Vorschaden nicht ersetzt), Dichtmittelreste, Schmutz (Luftfilter defekt, Öleinfüllbehälter verschmutzt, Verbrennungsrückstände, Ruß) wirken abrasiv und führen zum Lagerverschleiß (Spiel nimmt zu). Achtung: Bereits kleinste Partikel verursachen Riefen in den Lagerbuchsen und die Kolbenringe verschleifen.
- Wartungsintervalle überzogen: Der Ölfilter kann den Schmutz nicht mehr zurückhalten, durch das offene Bypass-Ventil des Filters gelangen die Schmutzpartikel ungefiltert an die Lagerstellen.



Minderwertiges Motoröl und extreme Betriebsbedingungen können zur Verkokung des Lagergehäuses führen. Extrem wird das Ganze, wenn aufgrund eines zu hohen Abgasgedrucks zudem heiße Verbrennungsgase ins Lagergehäuse gelangen.

BTS-Experten-Tipp:

Beim Turbolader-Tausch immer auch Motoröl, Öl- und Luftfilter erneuern sowie den Ladeluftkühler (LLK) auf Verschmutzung prüfen beziehungsweise sicherheitshalber ersetzen, außerdem den Beladungszustand des Dieselpartikelfilters (DPF) feststellen und die Funktion des Differenzdrucksensors prüfen.

Mit steigendem Motoralter und zunehmender Laufleistung sollte man die Ölwechselintervalle deutlich verkürzen.

Fremdkörperschäden

Gerät ein Fremdkörper in den Turbolader, bedeutet das meist dessen Totalschaden. Im Extremfall kann es sogar zu einem kapitalen Motorschaden kommen.

Fremdkörperschäden treten häufig auf. Typisch für sie ist das Schadensbild: Ein mehr oder weniger stark beschädigtes Verdichter- oder Turbinenrad. Je nach Art und Beschaffenheit des Fremdkörpers, und ob er von der Ansaug- oder Abgasseite eingedrungen ist, reichen die Beschädigungen von geringfügig „angefrästen“ bis hin zu vollständig „abgefrästen“ Lufteintrittskanten des Verdichterrads beziehungsweise Gaseintrittskanten des Turbinenrads. Auch umgebogene oder teilweise abgebrochene Schaufeln – einzeln oder mehrere – sind je nach Verursacher anzutreffen.



Ins Ansaugsystem eingedrungene Fremdkörper wie Schrauben, Muttern und harte Schmutzpartikel zerstören das Verdichterrad im Nu – und gehören ebenfalls zu den Hauptausfallursachen eines Turboladers.

Gelangen Fremdkörper wie Staub, Sand, Ölkohleablagerungen, Schrauben und Muttern, Bruchstücke eines schadhaften Ladeluftkühlers oder – bedingt durch einen mechanischen Schaden in der Motorperipherie – Bruchstücke von Kolbenringen, Ventilen, Ventilsitzen, Glühstiften, Kolben in den Lader, bedeutet das ebenso wie



Auch abgasseitig können Fremdkörper eindringen, etwa Bruchstücke von Glühkerzen, Ventilen und Ventilsitzen, Fragmente aus Blech-Abgaskrümmern, AGR-Ventilen, der Regelklappe des AGR-Ventils oder des im Abgaskrümmern sitzenden Temperatursensors.

beim Lastwechsel eingedrungene Fragmente eines schadhaften AGR- oder Schubluftventils oder der Regelklappen des AGR-Kühlers aufgrund der hohen Drehzahlen meist einen vollständigen Turbolader-Totalschaden.

Typische Kundenbeanstandungen bei einem Fremdkörperschaden lauten „Starke Rauchentwicklung“, „Schwarzrauch“, „Leistungsmangel“ beziehungsweise „Plötzlicher Leistungsverlust“, „Zunehmende Pfeifgeräusche“ oder „Plötzliche starke mechanische Geräusche“.



So sieht es aus, wenn ein Fragment der Läuferwelle aus dem vorausgegangenen Turbolader-Totalschaden in den Verdichterraum gelangt.

Typische Schadenbilder

Während eindringender Staub und Sand – etwa aufgrund eines schadhaften Luftfilters oder weil die Ansaugstrecke undicht ist – die Verdichterseite des Turboladers betreffen, entstehen Fremdkörperschäden auf der Turbinenseite meist durch einen Vorschaden in der Motormechanik oder dem Abgassystem: Harte Partikel und Bruchstücke aus dem Motor oder dem AGR-System können die Gaseintrittskanten des Turbinenrads beschädigen. Zudem können die eindringenden Teile die Luftleitflügel der VTG-Einheit beschädigen und verbiegen, was einen deutlichen Leistungsverlust verursacht.

Ist dagegen nur eine einzelne Schaufel des Verdichterrades verbogen, deutet



Eindringender Staub und Sand – etwa aufgrund eines schadhaften Luftfilters oder weil die Ansaugstrecke undicht ist – „raspelt“ mit der Zeit die Verdichterschauflern ab. Das Schadensbild dazu ist typisch.

dies auf den Einschlag eines relativ weichen Fremdkörpers hin, etwa einen aus dem Ansaugschlauch gelösten Gummipfropfen oder einen Eisklumpen. Letzterer kann sich bei ungünstigen Betriebsbedingungen im Bereich Motorentlüftung aus Kondenswasser und Motoröl bilden und verdichterseitig in den Turbolader gesaugt werden. Aufgrund der ho-

hen Drehzahlen zerplatzen die Eispartikel beim Auftreffen auf die erste Schaufel, außerdem schmilzt die Motorwärme das Eis, so dass bei der Schadensfeststellung praktisch kein Fremdkörper aufzufinden ist. Allerdings ist die einzelne umgebogene Schaufel das charakteristische Schadensbild für einen solchen „Eisschaden“. In einem solchen Fall sollte man immer auch die Funktion und den Zustand der Kurbelgehäuseentlüftung sowie den Zustand der zugehörigen Leitungen prüfen.



Eine einzelne umgebogene Leitschaufler weist auf den Einschlag eines weichen Fremdkörpers wie einem Gummipfropfen oder Eisklumpen hin.

Häufiger Anlass für Ärger mit dem Kunden

Fremdkörperschäden sind übrigens einer der häufigsten Gründe für eine Reklamation oder eine Wiederholungsreparatur: Werden nämlich die Späne und Bruchstücke des ursprünglichen Turboladerschadens nur unzureichend entfernt, können im Ladeluftsystem verbliebene Bruchstücke und Späne beim folgenden Motorbetrieb in die Ladeluftstrecke gelangen, angesaugt werden und den eben erst getauschten Turbolader zerstören. Deshalb sollte man bei Fremdkörperschäden

besonders sorgfältig vorgehen und das gesamte Ladeluftsystem inspizieren und – wo technisch möglich – gründlich reinigen und einen neuen Luftfilter einbauen. Im Zweifelsfall sollte man auch den Ladeluftkühler ersetzen, da sich dieser nicht zuverlässig reinigen lässt.

Fremdkörperschäden treten aber immer wieder auch unmittelbar nach mehr oder weniger umfangreichen Reparaturen im Umfeld des Turboladers auf, bei denen die Luftansaugstrecke geöffnet wurde: Unbemerkt in den Luftfilterkasten oder einen Ladeluftschlauch gefallene Schrauben, Muttern oder Schmutzpartikel gelangen später in den Ansaugtrakt des Laders, wo sie das empfindliche Verdichterrad zerstören.

Doch es gibt auch einen besonders kuriosen Fremdkörperschaden, auf den schon so mancher Werkstattfachmann „hereingefallen“ ist: die gelöste Mutter des Verdichterrads, die beim vorausgegangenen Turboladertausch übersehen wurde. Hintergrund: Ist der ursprüngliche Lader aufgrund mangelhafter Schmierung ausgefallen, kann

sich beim Festfressen der Radiallagers und dem damit verbundenen abrupten Abbremsen der Welle die Befestigungsmutter des Verdichterrads lösen. Wird diese dann bis in den Luftfilterkasten geschleudert und bleibt dort unbemerkt liegen, lässt der Exitus des eben erneuerten Turboladers meist nicht lange auf sich warten.



Die fehlende Befestigungsmutter des Verdichterrads weist auf ein kurzzeitiges Fressen der Läuferwelle hin, etwa, weil der Ölfilm abgerissen ist. Vor dem Einbau des neuen Turbos muss man die Mutter unbedingt aus der Ansaugstrecke entfernen.

Fehlersuche und Diagnose

Strukturiertes Vorgehen bei der Fehlersuche spart Zeit und Ärger.

Mangelt es einem modernen, turboaufgeladenen Transporter-Motor an Leistung oder macht er „komische“ Geräusche, muss nicht zwangsläufig der Turbolader defekt sein. Häufig liegt die Ursache für die Beanstandung im Umfeld des Turboladers. Diese muss in jedem Fall vor dem Einbau des neuen Laders gefunden und beseitigt werden, sonst ist ein neuerlicher Turbolader-Ausfall vorprogrammiert: Je nach vorliegendem Schaden kann der neue Turbolader sonst

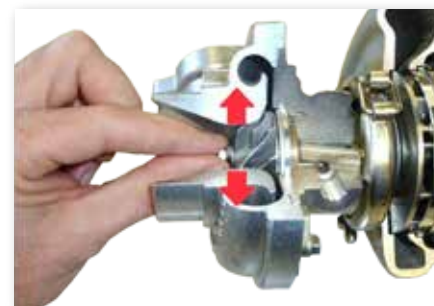
schon beim ersten Motorstart nach dem Einbau irreparablen Schaden nehmen – was sich dann in der Folgezeit bemerkbar macht –, oder sofort ausfallen.

Klassische Beanstandungen aufgrund eines schadhafte Aufladesystems sind „geringe Motorleistung“, „Endgeschwindigkeit wird nicht (mehr) erreicht“, „mangelnder Durchzug“ (insbesondere an Steigungen), „hoher Kraftstoffverbrauch“, aber auch Pfeif-, Heul- oder Zischgeräusche. Im Extremfall rollt der Transporter mit leuchtender Motorkontrolllampe (MI-Leuchte) und im Notlauf

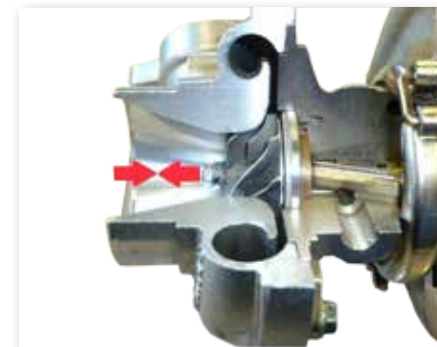
befindlichem Motorsteuergerät auf den Werkstatthof.

Um schon bei der Reparaturannahme die Schadensursache schnell und sicher aufzuspüren, beginnt man die Fehlersuche mit einem ausführlichen Kundengespräch und einer gemeinsamen Probefahrt. Dabei sollten Fragen wie:

- Ist die Beanstandung reproduzierbar?
- Wie und bei welcher Gelegenheit hat sich der Schaden erstmals bemerkbar gemacht?
- Wurde unmittelbar vor dem Auftreten des Turbolader-Mangels etwas am Motor repariert?
- Wurden regelmäßig Inspektionen vorgenommen und dabei das vom Fahrzeughersteller vorgeschriebene Motoröl verwendet und der Ölfilter regelmäßig gewechselt?
- Wie sehen die Haupteinsatzbedingungen und Fahrergewohnheiten aus? Betreiben mehrere Fahrer das Fahrzeug? Wird der Ölstand regelmäßig kontrolliert?
- Ist der Motor Chip-getunt?



Etwas „Luft“ ist normal, da die Läuferwelle hydrostatisch gelagert ist und erst, wenn der Öldruck aufgebaut ist, spielfrei läuft. In radialer Richtung darf das Spiel zwischen 0,4 und 0,8 mm liegen.



In axialer Richtung sollte das Spiel der Läuferwelle nicht mehr als 0,1 mm betragen. Schleifgeräusche beim Drehen deuten allerdings auf einen defekten Turbolader hin.

Als nächstes liest man mit dem Diagnosesetester den Fehlerspeicher des Motorsteuergeräts aus, um sich einen globalen Überblick zu verschaffen. Beim Auswerten der Fehlercodes ist zu berücksichtigen, dass nicht alle beanstandungsrelevant sind beziehungsweise direkt auf die wirkliche Fehlerursache hinweisen. Beispielsweise können Fehlerspeichereinträge wie „Ladedruck zu gering“ oder „Ladedruck – Regelgrenze unterschritten“ beispielsweise ihre Ursache in einem schadhafte Luftmassenmesser, einem vom Mar-



Die Fehlerspeicher-Auslese gehört ebenso zur Fehlersuche wie das ausführliche Kundengespräch inklusive gemeinsamer Probefahrt. Allerdings muss man die Fehlercodes richtig zu interpretieren wissen.

der verbissenen Unterdruckschlauch im Ladedruckregelkreis, einem fehlerhafter Ladedruck- oder Abgas-Differenzdrucksensor oder einer undichten Regeldose der VTG-Verstellung haben. Ein Stellglied-Test (AGR-Ventil, VTG-Versteller, etc.) mit dem Diagnosetool rundet die elektronische Diagnose ab.

Im Anschluss daran folgt die genaue Sichtprüfung des gesamten Ladedrucksystems: Ladedruckschläuche auf Risse, Undichtigkeiten und lose/abgefallene Schellen sowie Unterdruckschläuche auf Risse, Brüche und poröse Stellen prüfen, Verkabelung der Ladedruckregelung auf Scheuerstellen, Korrosion und Marderverbiss(!) untersuchen, Leichtgängigkeit des Gestänges der Ladedruckregelung beziehungsweise der Verstellung der VTG prüfen (mit Handunterdruckpumpe). Zusätzlich empfehlenswert: Schlauchwaagen-Test mit dem BTS Turbo-Diagnosetool MESS01, um den Kurbelgehäusedruck zu ermitteln und die Funktion der Kurbelgehäuseentlüftung zu prüfen. Außerdem Abgasgegendruck vor dem Dieselpartikelfilter (DPF) sowie Steuerdruck an der pneumatischen Regeldose kontrollieren.

Bei allen Prüfungen sollte sich der Kfz-Fachmann stets an die gültigen Herstellervorgaben halten und zudem die aktuellen, fahrzeugspezifischen BTS-Service Informationen berücksichtigen, welche wichtige Tipps für die Fehlersuche enthalten. Zudem sollte man sich beim versuchsweisen „Teile-Tauschen“ immer vom Einfachen (und Billigeren) zum Schwierigen (und manchmal auch Unwahrscheinlicheren) vorantasten.

Hilfreiche Hinweise für eine erfolgreiche Turbolader-Diagnose geben zudem die BTS Technik Ratgeber Teil 3 und 4 sowie die von BTS entwickelte Diagnose-Matrix (Download unter www.turboexperte.de).



Eine wertvolle Hilfe bei der Fehlersuche ist das von BTS entwickelte Turbolader-Diagnosetool „MESS01“. Damit lassen sich wichtige analoge Messungen vornehmen und Fehler aufspüren, die über die OBD nicht erfasst werden.



Es enthält eine Schlauchwaage, um die Druckverhältnisse am Turbolader und von der Kurbelgehäuseentlüftung zu prüfen.



Das Diagnosetool enthält zudem alles, um den Abgasgegendruck und den Steuerdruck von pneumatischen Regeldruckdosen zu prüfen.

BTS-Experten-Tipp:

Immer zuerst alle mechanischen Schäden reparieren, dann erst weiter diagnostizieren. Erst wenn alle Schäden in der Peripherie beseitigt sind, darf der Turbolader ersetzt werden.

Fachgerechter Turbolader-Tausch

Obwohl es sich bei einem Turbolader-Tausch prinzipiell um eine simple Routinearbeit handelt, passieren immer wieder Fehler. Doch wer die folgenden wenigen, aber wichtigen Punkte beachtet, kann unnötige Nachreparaturen und Ärger mit dem Kunden sicher vermeiden.

Ist ein Turbolader zu erneuern, gelten vorrangig die Einbau- und Montagevorschriften sowohl des Fahrzeug- als auch des Turboladerherstellers. Wer diese nicht beachtet, riskiert nicht nur den Verlust sämtlicher Garantieansprüche, sondern auch eine Fehlfunktion – und im Extremfall sogar die Zerstörung des eben erneuerten Turboladers.

Darüber hinaus gibt es auch noch einige wichtige, allgemeingültige Einbauhinweise, die man ebenfalls beachten sollte. Diese allgemeinen Hinweise für die Montage des Turboladers stehen auf der Internetseite von BTS Turbo unter www.turboexperte.de zum Download zur Verfügung und liegen zudem jedem BTS-Ersatzturbolader bei.

Hier die Schritte im Einzelnen:

- Sicherstellen, dass der Ersatzturbolader zu dem betreffenden Motor passt. Die Installation eines falschen Turboladers kann den Lader und/oder den Motor beschädigen. Zudem verfällt die Garantie.
- Vor dem Einbau des neuen Turboladers unbedingt die Ursache für den ursprünglichen Turboladerausfall feststellen und beseitigen.
- Bei mechanischen Turboladerschäden das gesamte Ladeluftsystem inspizieren und reinigen. Luftfilterkasten aussau-

gen und Luftfilterelement ersetzen. Bei Spänen und Fremdkörpern Ladeluftkühler unbedingt ersetzen.

- Bei abgasseitigen Fremdkörperschäden Oxidationskatalysator beziehungsweise Dieselpartikelfilter, gegebenenfalls auch das Abgassammelrohr/den Abgaskrümmern erneuern.
- Motoröl, Ölfilter und Luftfilter in jedem Fall erneuern, idealerweise vor dem Einbau des neuen Laders, um eine Verschmutzung über den Ölkreislauf zu vermeiden.
- Sämtliche Dichtflächen auf Zustand und Planheit prüfen, gegebenenfalls nacharbeiten.
- Während der gesamten Einbauprozedur darauf achten, dass weder Schmutz noch Fremdkörper in den Turbolader und das Ladeluftsystem eindringen können. Schutzkappen während der Montage am Lader belassen, vor dem endgültigen Anschluss jedoch vollständig entfernen.
- Ölzu- und Ablaufleitungen grundsätzlich erneuern. Idealerweise verwendet man einen fahrzeugspezifischen Anbau- oder Montagesatz beziehungsweise ein komplettes „BTS Turbos Service Set“. Die übrigen Leitungen für Luft, Abgas, Kühlmittel, etc. genau kontrollieren und auf Dichtheit, Verschmutzung, Verstopfung und Beschädigung prüfen – und im Zweifelsfall ebenfalls ersetzen.
- Ladeluftschläuche und -Leitungen auf Dichtheit und Beschädigungen (interne Risse, Gewebebrüche, Aufquellungen!) prüfen, gegebenenfalls erneuern.
- Grundsätzlich alle Flanschdichtungen und Befestigungsschrauben erneuern.

Nebenschauplätze

Fällt ein Turbolader aus, ist in den seltensten Fällen ein Materialfehler oder betriebsbedingter Verschleiß daran schuld. Häufig liegt der eigentliche Grund für den „Turbolader-Tod“ in seinem Umfeld begründet. Wird die tatsächliche Ausfallursache beim Turbo-Tausch nicht erkannt und beseitigt, droht dem erneuerten Turbolader zwangsläufig ebenfalls ein Schaden. Meist gerät dann als erstes der erneuerte Lader in Verdacht. Deshalb ist es äußerst wichtig, auf der Suche nach der tatsächlichen Ursache auch das Turbolader-Umfeld genau zu checken. Nachfolgend einige solcher typischen – und nicht immer augenscheinlichen – „Nebenschauplätze“.

Leistungsmangel nach Turbolader-Tausch – Beladungsgrenze des Dieselpartikelfilters (DPF) erreicht

Problem: Nach dem Einbau eines neuen Turboladers bemängelt der Kunde weiterhin einen Leistungsmangel des Motors. Der erneuerte Turbolader fällt im Extremfall nach kürzester Zeit wieder aus.



Ist der Dieselpartikelfilter (DPF) verstopft, erhöht sich der Abgasgegendruck. Dadurch kann Abgas in das Lagergehäuse eindringen und die Lagerstellen überhitzen – was zwangsläufig den sicheren „Turbo-Tod“ bedeutet.

Ursache: Dieselpartikelfilter (DPF) voll/verstopft, dadurch steigt der Abgasgegendruck zwischen Turbo und DPF und es kommt zum Leistungsabfall und Störungen im Fahrbetrieb – und zu einem verdichterseitigen Ölaustritt am Turbolader. Im Extremfall fällt der Turbo komplett aus, da die Abgase durch den stark erhöhten Abgasgegendruck in das Lagergehäuse eindringen und den Ölfilm an den Radiallagern des Laufzeugs verbrennen können. Zudem verschieben die eindringenden Abgase die Läuferwelle axial, wodurch das Axiallager äußerst schnell verschleißt.

Abhilfe: Turbolader ersetzen. DPF reinigen oder ersetzen. Motorperipherie (Abgasrückführung, Einspritzbild + Dichtigkeit der Injektoren, Rücklaufmengen, etc.) prüfen. Kunden ggf. auf problematische Einsatzbedingungen (extremer Stop-and-Go-Betrieb, überwiegend Kurzstrecken- oder Stadtverkehr, etc.) hinweisen.

BTS Experten-Tipp:

Eine stark verkockte Ölrücklaufleitung ist typisch für dieses Schadensbild. Beim Einbau eines neuen Turboladers – am besten noch vorher! – unbedingt immer auch den Beladungszustand des DPF feststellen. Hierzu ist ein geeignetes Diagnosegerät zum Auslesen der Istwerte (Differenzdruck, Abgas-Gegendruck, etc.) notwendig. Gegebenenfalls muss man eine manuelle Regeneration mit dem Diagnosegerät anstoßen und ausführen.

Abschließend sollte man bei einer Probefahrt unter Last den Abgasgegendruck manuell messen, etwa mit dem von BTS entwickelten Diagnosewerkzeugset MESS01, um andere Ursachen im Abgasstrakt und der Sensorik ausschließen zu können.

Abgasseitiger Fremdkörperschaden durch gebrochene Regelklappe des AGR-Kühlers

Problem: Kunde beklagt plötzlich eingetretenen, permanenten Leistungs-mangel, häufig verbunden mit „komischen“ (undefinierbaren) mechanischen Geräuschen. Im Fehlerspeicher des Motor-managements sind häufig Einträge wie „Laderdruck – Saugrohrdruck zu niedrig“ oder „Ladedrucksystem – Funktion fehlerhaft“ zu finden.



Der weiße Pfeil weist auf die tatsächliche Ursache des Turboladerschadens hin: ein Bruchstück der Regelklappe aus dem AGR-Kühler (kleines Bild). Da dieser unterhalb des Turboladers sitzt, gelangen beim Lastwechsel die Fragmente durch den Unterdruck im Abgaskrümmen zuerst in den Krümmer und anschließend in das Turbinengehäuse, wo sie die Leitschaufeln des Turbinenrads beschädigen.

Ursache: Die Regelklappe des AGR-Kühlers ist gebrochen. Bei harten Lastwechseln wird das Bruchstück in den Abgaskrümmen zurück geschleudert und gelangt schließlich durch das Turbinengehäuse in das Turbinenrad. Durch die Beschädigung der Gaseintrittskanten des Turbinenrads kommt es zum Leistungsabfall und zu Geräuschen.

Abhilfe: Turbolader ersetzen. Abgaskrümmen, AGR-Kühler und -Rohre sowie AGR-Ventil auf Beschädigungen und Bruchstücke untersuchen. Beschädigte Bauteile nach Herstellervorgabe erneuern.

Defektes Zweimassenschwungrad zerstört Turbolader

Problem: Läuferwelle des Turboladers weist trotz geringer Laufleistung vergleichsweise viel Spiel auf.

Ursache: Insbesondere bei Transportern mit längs eingebautem Motor kippt der Motor stark beim Anfahren und bei harten Lastwechseln (typisches Betriebsprofil bei Zustell- und Paketfahrzeugen!), wodurch die Dämpfung der hydrostatischen Lagerung nicht mehr ausreicht, um die Läuferwelle zu zentrieren und die Welle taumeln kann. Dadurch reißt der Schmierfilm immer wieder punktuell ab und es kommt zur Mischreibung – und damit zu einem Verschleiß. Ein schadhafes Zweimassenschwungrad (ZMS) und verschlissene beziehungsweise schadhafte Motor- und Getriebelager können diesen Effekt noch verstärken.

Abhilfe: Turbolader ersetzen. Zweimassenschwungrad sowie Motor- und Getriebelager auf Verschleiß und Schäden prüfen und im Schadensfall ersetzen.

Verdichterseitiger Fremdkörperschaden, weil sich Ansaugschläuche und Leitungen der Kurbelgehäuse-Entlüftung aufgrund von zu viel Blow-by-Gasen „innerlich“ auflösen.

Problem: Einzelne Schaufeln des Verdichterrads beschädigt (verbogen, abgebrochen).



Durch einen zu hohen Motorinnendruck oder wegen einer schadhaften Kurbelgehäuse-Entlüftung gelangen zu viel Blow-by-Gasen in den Ansaugschlauch vor dem Turbolader. Löst sich dieser dadurch „innerlich“ auf beziehungsweise trennen sich Innen- und Außenhaut, reduziert sich der freie Querschnitt und der Motor verliert Leistung. Darüber hinaus können sich Gummipartikel lösen und einzelne Luftschaufeln des Verdichterrads beschädigen.

Ursache: Aufgrund einer schadhaften Kurbelgehäuseentlüftung oder wegen eines fortgeschrittenen mechanischen Motorverschleißes erhöhten Kurbelgehäusedrucks gelangen vermehrt Öldämpfe, so genannte Blow-by-Gase, auf die Verdichterseite des Turboladers. Die heißen Gase greifen die Ladeluftschläuche an und weichen diese von innen her auf. In der Folge können sich von der Schlauchinnenseite kleine Gummipartikel lösen und über die Ansaugstrecke ins Verdichtergehäuse gelangen, wo sie auf das Verdichterrad treffen. Ein solcher weicher Gummipropfen kann einzelne Verdichterschaukeln verbiegen oder diese im Extremfall sogar abbrechen.

Abhilfe: Turbolader ersetzen, Ansaugschläuche prüfen und schadhafte ersetzen. Ladeluftsystem reinigen und Gummipartikel entfernen. Kurbelgehäuseentlüftung ersetzen und Kurbelgehäusedruck prüfen (z.B. mit „BTS Diagnosetool Turbolader“, siehe S. 14).

Modellspezifische Probleme

Bei manchen Fahrzeugmodellen gibt es auch modellspezifische Probleme. Diese sollte der Mechaniker kennen – und beseitigen. Ansonsten kann es zu einem erneuten Ausfall des Turboladers kurz nach der Reparatur kommen. Ein Beispiel dafür ist der Fiat Ducato (Typ 250) ab Bj. 2010 mit 2,3 JTD und 3,0 JTD-Motor (Euro 5).

Problem: Diverse Fehlerspeichereinträge im Motorsteuergerät. Motor geht in Notlauf beziehungsweise lässt sich zeitweise nur noch im Notlauf betreiben. Betroffen sind Fahrzeuge mit Garrett-Turboladern der Baureihen 806850-xxx (2,3 JTD) und 796122-xxx (3,0 JTD).

Ursache: Wasser tritt in die Unterdruckdose und den Positionsgeber des Turboladers ein und verursacht Schäden in den Komponenten, welche die Ansteuerung des Turboladers beeinträchtigen und zu den Fehlercodes führen. Das Wasser wird über die Belüftungsöffnung des Elektro-Pneumatischen Wandlers (EPW) angesaugt und gelangt beim Belüften der Unterdruckleitung in die Regeldose des Turboladers, wodurch es zur Korrosion kommt und der Geber dadurch ausfällt.

Abhilfe: Turbolader inklusive EPW ersetzen und Unterdruckleitungen reinigen. Um dauerhaft Abhilfe zu schaffen, müssen unbedingt auch die vom Hersteller vorgeschriebenen Servicemaßnahmen (u. a. Modifizierung des Wasserablaufs oberhalb des Motors), durchgeführt werden. Entsprechende Informationen gibt es beim Fiat-Vertragspartner.

Totalausfall des Turboladers aufgrund eines Bruchs der Verdichterrückwand beim Mercedes-Benz Sprinter (Typ 906) mit Motorcode OM651.

Problem: Turbolader fällt plötzlich aus, weil die Rückwand des Verdichtergehäuses bricht. Durch den schlagartigen Ausfall des 2-stufigen Turboladers kommt es häufig auch zu kapitalen Folgeschäden am Ladeluftkühler und den nachfolgenden Baugruppen.

Ursache: Der Turbolader sitzt direkt am Abgaskrümmter, der Ladeluftkühler dagegen auf der Fronttraverse. Aufgrund des längs eingebauten Motors kippt dieser bei jedem Lastwechsel mehr oder weniger stark. Diese Kippbewegung fangen die Gummi-Metall-Lager der Motoraufhängung ab. Ermüden die Lager mit der Zeit, vergrößern sich diese Kippmomente und das gesamte Aggregat senkt sich gegenüber dem Chassis ab. (Bei Fahrzeugen im Zustell- und Paketdienst sind die Lager aufgrund der vielen Lastwechsel extrem beansprucht!). Der kurze und steife Ladedruckschlauch kann den Relativ-Versatz und die vergrößerten Kippmomente des Motors jedoch nicht ausgleichen, wodurch es zur mechanischen Überbelastung der Bauteile und folglich zu einer Materialermüdung und zum Bruch kommt.

Wird das Fahrzeug darüber hinaus über längere Zeit mit einem schadhaften Zweimassenschwungrad (ZMS) betrieben, beansprucht dies die Motorlager ebenfalls über Gebühr, was genauso zu dem oben beschriebenen Schaden führt.

Abhilfe: Turbolader ersetzen. Motorlager erneuern. ZMS prüfen, ggf. ebenfalls ersetzen.

Qualität schafft Sicherheit

Als einer der führenden Anbieter von Abgasturbo ladern im freien Ersatzteilmarkt bietet BTS ein komplettes Lieferprogramm in Originalteile-Qualität. Das Sortiment enthält neue Werks-Turbolader aller wichtigen Originalhersteller sowie mit „BTS BLUE TURBO“ zusätzlich auch noch über ein breites Angebot an wiederaufbereiteten Ladern aus den Werksaustauschprogrammen der Originalhersteller sowie der hauseigenen BTS-Refabrikation speziell für die zeitwertgerechte Reparatur.

Bleibt ein Transporter wegen eines Turbo lader-Schadens liegen, ist Eile angesagt. Denn nur wenn das Fahrzeug schnellstmöglich wieder zurück auf der Straße ist, lässt sich damit wieder Geld verdienen. Dank einer leistungsfähigen Logistik und Lieferverträgen mit allen wichtigen Original-Turbolader-Herstellern gehört BTS zu den führenden Turbolader-Distributoren im freien Ersatzteilmarkt und kann schnell und kompetent Originalteile in Erstausrüsterqualität liefern.

Besser Original

Gerade bei Ersatz-Turbo ladern spielt die Qualität eine zentrale Rolle. Doch der anhaltende Turbolader-Trend bringt Gefahren und Risiken mit sich: Minderwertige Billig-Nachbauten und unfachmännisch aufbereitete Turbolader fragwürdiger Herkunft überschwemmen zunehmend den Markt. Allerdings können sich diese schnell als „Groschengrab“ erweisen – und richtig teuer werden.

Vergleichstests mit Original-Turbo ladern entlarven nämlich regelmäßig, dass Billig-Lader deutlich weniger Performance bringen und dadurch oft die Motorleistung

sinkt. Gleichzeitig treiben sie den Kraftstoffverbrauch sowie die Abgasemissionen in die Höhe. Im Extremfall kann ein solcher Billig-Lader sogar einen kapitalen Motorschaden verursachen. Darüber hinaus droht durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) aufgrund des völlig veränderten Abgas- und Emissionsverhaltens der Verlust der Allgemeinen Betriebserlaubnis (ABE) des Fahrzeugs.

Der Griff zum Qualitäts-Turbolader zahlt sich also in jedem Fall aus – nicht nur für den Transporter-Besitzer, sondern insbesondere auch für die Einbauwerkstatt: versagt nämlich ein Billig-Turbo aufgrund der hohen Belastungen nach wenigen Tausend Kilometern, zerstört dies meist auch die Kundenbeziehung.

Optimale Marktabdeckung

Als namhafter Turbolader-Spezialist führt BTS natürlich auch für Transporter ein breites Sortiment an Neu- und Werks-Turbo ladern in Originalteilequalität – und dies für nahezu alle Fahrzeugmodelle. Das Programm an Neuladern umfasst Produkte der Hersteller Garrett by Honeywell, BorgWarner (mit KKK und Schwitzer), Mitsubishi Turbocharger, Cummins Turbo Technologie (Holset), IHI Charging Systems International (CloverTurbo), CZ sowie Hitachi.

Und auch wenn es nicht unbedingt ein neues Ersatzteil sein muss, etwa für die zeitwertgerechte Reparatur, kann BTS mit den Austausch-Turbo ladern aus dem „BTS BLUE TURBO“-Programm eine passende Alternative liefern – und dies ebenfalls in Erstausrüsterqualität. Die wiederaufbereiteten Austausch-Turbo lader des „BTS BLUE TURBO“-Sortiments stammen sowohl aus

den Werkstauschprogrammen der Original-Turbo-Hersteller sowie der hauseigenen Refabrikation von BTS und sind so gut wie Neuteile – und dies bei gleicher Gewährleistung.

Ein eigener gut sortierter Lagerstock sowie der direkte Zugriff auf die Service-Lager der Original-Turbo lader-Hersteller garantiert dabei eine hohe Lieferfähigkeit und schnelle Lieferung.

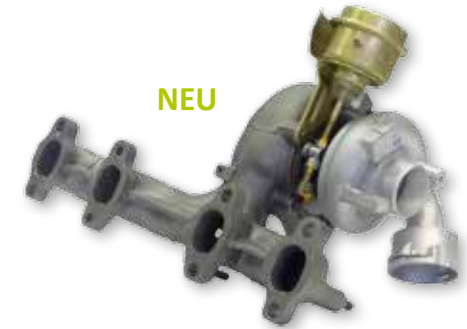
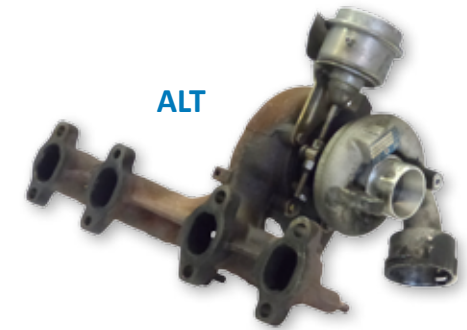


„BTS BLUE TURBO“ steht für:

- OE-Qualität durch industrielle, hochwertige Refabrikation,
- wiederaufbereitete Austausch-Turbo lader – „so gut wie neu“ und mit gleicher Gewährleistung,
- Wirtschaftlichkeit – speziell für die zeitwertgerechte Reparatur,
- Umweltschutz und Ressourcenschonung.



Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz und Ressourcenschonung kennzeichnen die fachgerechte Wiederaufbereitung, auch Remanufacturing oder kurz Reman genannt. Austausch-Turbo lader in Erstausrüsterqualität sind eine interessante und wirtschaftlich sinnvolle Alternative zur zeitwertgerechten Reparatur.



Aus alt mach neu: Tauscherturbo lader aus dem „BTS Blue Turbo“-Sortiment sind so gut wie Neuteile – bei gleicher Gewährleistung. Die Aufbereitung erfolgt nach industriellen Standards und mit Original-Ersatzteilen.



Technik Ratgeber

Band 5 | Turboladerschäden bei Transportern



BTS GmbH

Paradeisstraße 56
D-82362 Weilheim

Tel.: + 49 881 627-300
Fax: + 49 881 627-311

Web: www.bts-turbo.com



BTS Turbo GmbH

Dr.-Franz-Werner-Straße 30
A-6020 Innsbruck

Tel.: +43 512 214 220
Fax: +43 512 214 220-30

Mail: info@bts-turbo.com