

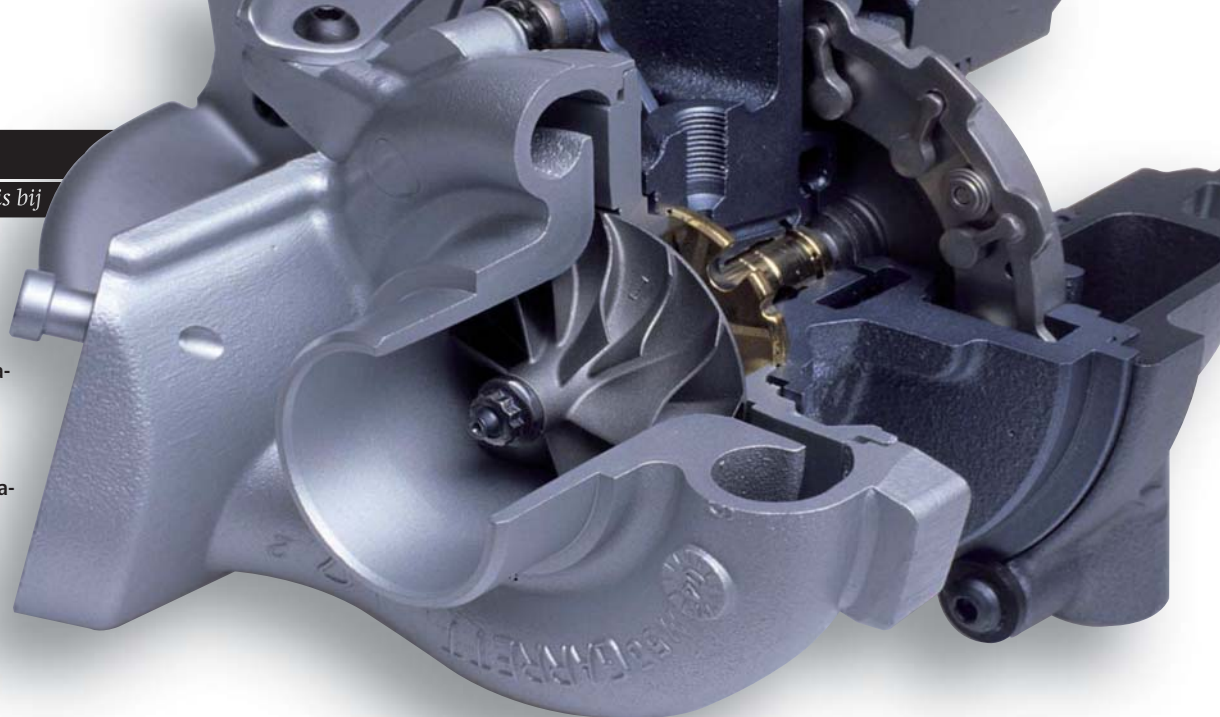
Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

WERKPLAATS

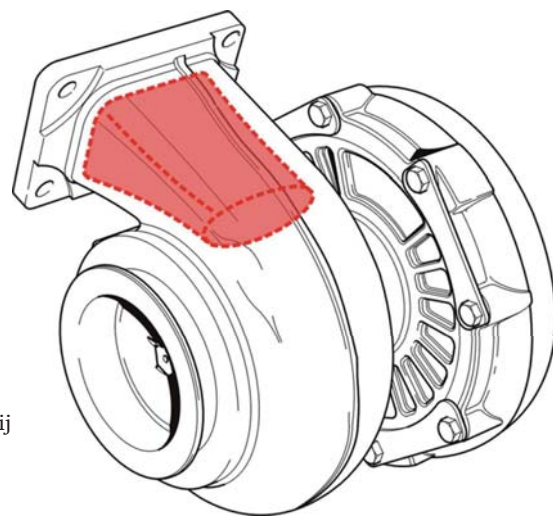
Garrett spijkert uw turbokennis bij

Extreme toerentallen en temperaturen stellen hoge eisen aan smering en afdichting binnen de turbo. Eenmaal ontleed blijkt de simpele luchtpomp een fijnmechanisch wonder.



Turbo onder de loep

Een turbo is een luchtpomp. Niks moeilijks aan. Alhoewel, uitlaatgassen van meer dan 1000°C, toerentallen van 280.000 per minuut en smering met vuile motorolie maken het toch knap lastig. Garrett-producent Honeywell ontleedt de turbo, laat zien dat revisie niet altijd tot goede resultaten leidt en haalt uit naar namaak.



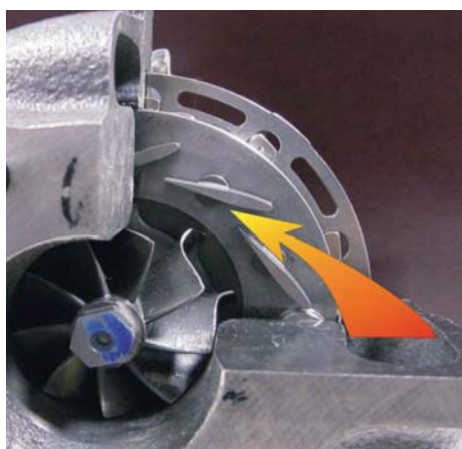
Hoe kleiner de einddoorlaat van de nozzle, hoe hoger de gassnelheid.

Trevor Cass reist heel Europa door. Overal helpt hij Garrett-distributeurs bij het oplossen van turboproblemen. Tijdens de schaarse momenten thuis in Manchester analyseert hij schades aan opgestuurde turbo's en bestudeert hij de producten van revisiebedrijven en nama-

kers. Omdat Cass dit werk al 20 jaar doet, is hij uitgegroeid tot dé kennisbron voor turbo's in de werkplaats.

Voor AMT begint hij bij de basis: "Het uitlaatgas drijft de turbine aan. De compressor perst de inlaatlucht richting motor en de turbo-as

verbindt turbinewiel en compressorwiel". Dan neemt hij onderdeel voor onderdeel onder de loep: "Voor het uitlaatgas het turbinewiel bereikt, stroomt het achtereenvolgens door een nozzle, een slakkenhuis en een tweede nozzle. In beide nozzles wordt de doorlaat verkleind. Daardoor versnelt het uitlaatgas. De vorm van de nozzles is een compromis. Een klein eindoppervlak geeft een hoge gassnelheid. Als er bij laag toerental weinig uitlaatgas wordt geproduceerd, brengt die hoge gassnelheid de turbo snel op gang. Maar bij de grote gasstroom van een hoog toerental draait zo'n kleine uitstroomopening de turbo over zijn toeren. Dan is juist een groter eindoppervlak nodig. De VNT-turbo (Variable Nozzle Turbine) heeft het allebei. De beweegbare vanen van die Garrett-



Vanen dicht geeft een hoge gassnelheid en brengt het turbinewiel snel op gang.



Vanen open bij hoger motortoerental voorkomt overtoeren.

inding maken het eindoppervlak variabel". Die beweegbare vanen worden ook ingezet om de EGR te helpen: "Door de vanen dicht te zetten, gaat meer uitlaatgas via de EGR terug naar de inlaat. Dat vraagt wel om snelle en nauwkeurige sturing van de vanen. Vandaar dat de nieuwste VNT-turbo's volelektronisch worden aangestuurd. Dat maakt meteen foutcodes en een noodloop mogelijk, voor als er wat misgaat".

Van snelheid naar druk

Bij het passeren van het turbine wiel expandeert het uitlaatgas en draagt het energie over aan de turbinebladen. "Onze kleinste turbo, met een turbine wioldiameter van 38 mm kan daardoor toerentallen tot 280.000 omwentelingen per minuut draaien. De GT 70 met een 176 mm turbine wiel komt altijd nog tot 63.000 t/min." Het compressorwiel draait met datzelfde duizelingwekkende toerental. De buitendiameter van het compressorwiel haalt snelheden tot 530 meter per seconde. Dat is meer dan 1900 km/u. Daardoor versnelt het compressorwiel de instromende lucht tot bijna de geluidssnelheid." Spectaculair, maar niet wat de motor vraagt: "Die wil geen snelle lucht, maar druklucht. Daarom stroomt de lucht door een diffuser die de lucht afremt en daarmee de druk verhoogt. Het slakkenhuis na de diffuser neemt geleidelijk in diameter toe, zodat de luchtsnelheid daar verder daalt, terwijl de druk nog verder toeneemt".

Tolerantie: twee bacteriën

De as tussen turbine- en compressorwiel is een precisie-onderdeel. De gigantische toerentallen stellen extreme eisen: "Op de lagertappen is een onrondheid toegestaan van maximaal 4 µm, maar 95% van onze units zit beneden de 2 µm. Om een idee te geven: een menselijke haar heeft een doorsnede van 75 µm, een deeltje tabaksrook is 2,5 µm en een bacterie 1 µm. Een onderdeel produceren met zulke kleine maattoleranties kan alleen in een heel schone productieomgeving".

Om de lagertappen zitten zwevende lagers. Soms leidt dat tot misverstanden: "Als de turbo draait zit er een olielaminet tussen lagertap en lager en een tweede olielaminet tussen lager en turbohuis. Bij stilstaande turbo is er geen olielaminet en dus speling. Dat verwacht niet iedereen bij een turbo. We krijgen nog wel eens een perfecte turbo terug met de klacht: 'Speling op as'".

Ook in axiale richting is de turbo-as hydrodynamisch gelagerd. Vanuit de olielaminet in het centrale huis van de turbo gaat de olie niet alleen naar de beide radiaallagers, maar ook naar een sleuf in de achterplaat van de compressor. De olie daar vormt een axiaal druklager.

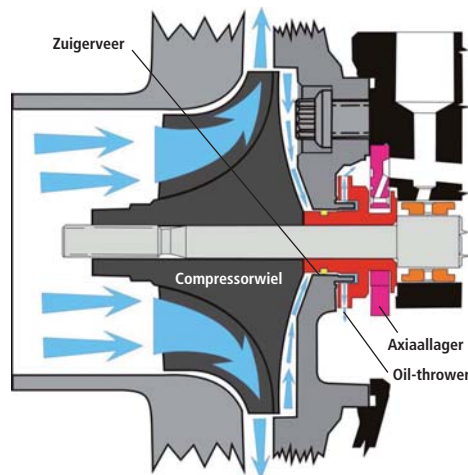
Voorkomen dat de olie in het turbine- of compressorhuis terechtkomt, is niet eenvoudig bij een turbo: "O-ringen met lipafdichting, zoals

elders in de motor, werken niet. De omwentelingsnelheid en temperatuur zijn te hoog en de radiale speling is te groot". Hoe dan wel? "Met een dynamisch afdichtingssysteem", zegt Cass. Hij legt uit hoe het werkt: "Een opstaand randje op de as, de zogenaamde oil-thrower houdt de olie in het centrale huis. Daarachter zit een zuigerveer. Die dicht af dankzij de hulp van gasdruk. Aan de turbinekant is dat de druk van het uitlaatgas, aan de compressorkant de druk van de inlaatlucht".

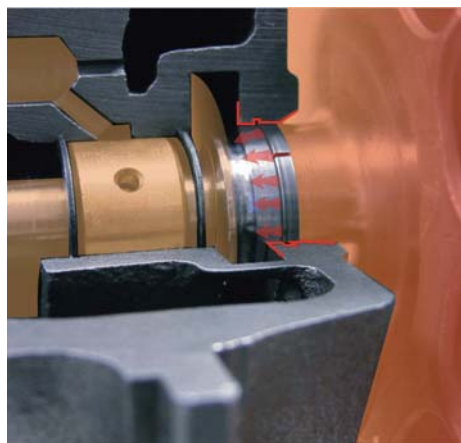
Maar een zuigerveer dicht nooit voor 100% af: "Klopt en dus lekt er gas het centrale huis in. Via de olieafvoer gaat dat naar het motorcarter. De olieafvoer is dus eigenlijk een olie- en gasafvoer. Om die reden is de diameter van de olieafvoer groter dan die van de olie-aanvoer".

VNT-revisie vergeleken

Nu we weten hoe een turbo in elkaar zit, gaan we turbo's demonteren. Cass legt een Garrett VNT-turbo naast een gerevisieerd exemplaar van hetzelfde type: "Het reviseren van VNT-turbo's valt niet mee. Als je het goed wilt doen, zijn de kosten hoger dan die van nieuwbouw.



Afdichting aan compressorzijde. De inlaatlucht verzorgt de gasdruk op de zuigerveer.



Olieafdichting aan turbinezijde. Het opstaande randje rechts van het radiaallager is de oil-thrower. Rechts daarvan de zuigerveer.



De turbo-as (hier weggelaten) is zwevend gelagerd. Zolang er geen oliedruk is, geeft dat speling. Olie in de sleuf in de achterplaat van het compressorwiel verzorgt de axiaalagering.



Zulke afdichtingen werken niet in een turbo.

Daarom leveren wij de laatste jaren geen losse onderdelen meer voor deze turbo's. Onze distributeurs (in Nederland Turbo's Hoet) reviseren ze ook niet meer. Anderen doen dat nog wel. Is dat verantwoord? Laten we maar eens kijken".

Aan de buitenkant lijkt er in eerste instantie weinig mis met de gerevisieerde VNT-turbo. Alhoewel, het asje dat de vanen bedient is getoerd en verbogen: "We weten inmiddels hoe belangrijk het is dat de vanen in de juiste positie staan. Ik heb deze getest, hij is ver buiten de tolerantie".

Op de drukdoos die het asje beweegt, ontbreekt de afdichting: "Water en vuil kunnen zo naar binnen". Als Cass de drukdoos opent, wordt het nog erger. De O-ring, die het asje geleidt, is totaal versleten zodat water en vuil echt ongehinderd door kunnen. Niet zo vreemd dat de onderdelen in de drukdoos nogal roestig zijn. "Als deze roestige veer breekt, blijven de vanen in hun minimum positie staan. Bij hoog toerental overtoert de turbo dan, en is het einde verhaal."

Op het membraan ontdekt Cass staalgrit: "Dat zal erop gekomen zijn tijdens het schoonmaken". Onder het vergrootglas blijkt het staalgrit het membraan op een paar plaatsen bijna doorboord te hebben. "Hoeveel cycli zou dat membraan nog meegaan", vraagt Cass zich af. De situatie in het turbinehuis is niet veel beter. Plakkerige olieresten beperken de beweging van de vanen. De vanen zelf lijken wel met de hand geschuurd en zijn ver buiten de tolerantie. Ook het oppervlak waar de vanen tegenaan liggen is ongelijk en ruw bewerkt. Dat heeft consequenties. "De motor zal bij laag toerental onderpresteren en de turbo zal snel verder vervuilen", verwacht Cass.

In het centrale huis blijken de zuigerveren te zijn vervangen door niet-originele exemplaren. Cass: "Het gat tussen begin en eind is groter.

Kijk uit met imitatie



Ook namakers hebben moeite met het bedieningsasje. Let op de veel te grote speling op de linkerfoto.



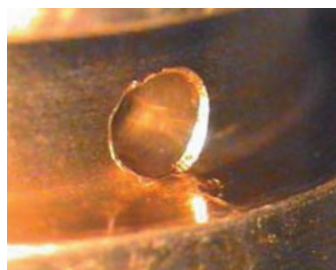
Links origineel, rechts namaak. Het rechterboutje verliest zijn spanning bij hoge temperaturen, ontbeert de frictiecoating en is te kort. Gevolg: een lostrillend turbinehuis.



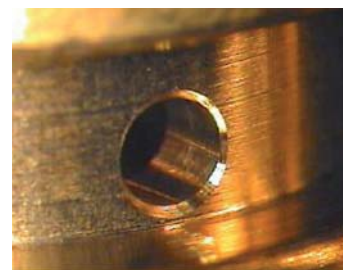
Imitatie compressorwiel. On rond, ruw bewerkt en te ruime boring...



Zijn de padjes van het axiaallager links met de hand bijgevijsd?



Oei, op de linkerfoto zien we bramen op de olieboringen in de radiaallagers.



Daar lekt meer gas door, zodat de carterdruk toeneemt". Bovendien hebben deze zuigerveren een wat andere kleur dan de originele: "Ik ken de materiaalsamenstelling van deze veer-

tjes niet. Ze zouden zomaar de turbo-as kunnen beschadigen". Terwijl Cass zich concentreert op de met te groot koppel aangedraaide boutjes in de achter-

Turbostoringen en diagnostips

Een turbo is gebouwd om een autoleven mee te gaan. Toch lukt dat niet altijd. Trevor Cass van Garrett-producent Honeywell zet de vijf belangrijkste faaloorzaken op een rij.

- 1. Gebrek aan smering.** Dat kan gebeuren tijdens bedrijf, maar ook een nieuw gemonteerde turbo kan door een droge start al meteen beschadigd raken. Vul dus de olietoevoer al zoveel mogelijk en crank de motor liefst een tijdje zonder hem aan te laten slaan.
- 2. Olievervuiling.** Roet in de olie is schuurpapier voor de lagers. Zeker bij diesels is het belangrijk de olie-

verversingsintervals niet te overschrijden.

- 3. Inslag van voorwerpen in turbine of compressor.** Er gaat iets mis in de motor of in het luchtaanvoertraject. De turbo is het slachtoffer.
- 4. Overtoeren.** Het turbotoerental is niet direct gerelateerd aan het motortoeerental. Overtoeren kan onder meer ontstaan door een falende wastegate of vastgeplakte vanen.
- 5. Vanen in de VNT-turbo zitten vast.** Meestal door excessieve vervuiling. Hoe ontstaat die?

De vijf oorzaken laten zien dat de turbo voor zijn gezondheid sterk afhankelijk is

van allerlei omliggende systemen. Denk aan de olietoe- en afvoer, het oliefilter, het luchtfilter- en inlaatsysteem, de intercooler, het uitlaatsysteem inclusief roetfilter en katalysator en de motor- en voertuigelektronica.

Wie een turbo vervangt, zal heel zeker moeten weten dat al deze systemen in orde zijn, voor hij een nieuwe monteert. AMT helpt graag bij de diagnose.

Kijk voor veel praktische tips en een uitgebreid schema van symptomen, oorzaken en oplossingen op www.AMT.nl (kies 'Archief', 'Onderdelen', 'Turbo', 'Beter bekend met de moderne turbo'). ●



Resultaat na korte tijd in gebruik: de lagertappen zijn rijp voor revisie.

plaat van het compressorhuis, is zijn boodschap duidelijk. "Een gereviseerde VNT-turbo mag goedkoper zijn in aanschaf, er kunnen kostbare herhalingsbezoeken tegenover staan."

Goedkoper uit met imitatie?

Imitatie dan? Trevor Cass toont een exemplaar met wastegate dat echt sprekend op het Garrett-equivalent lijkt. Het verschil zit opnieuw in de details. Bij meting blijkt de wastegate al bij een veel te lage druk te openen: "Zo gaat er te weinig lucht naar de motor. Die zal minder presteren en vuiler uitlaatgas produceren".

De imitatieturbo heeft andere boutjes tussen het turbinehuis en centrale huis. Is dat een probleem? Cass denkt van wel: "De originele boutjes zijn chroom-molybdeen-vanadium B16 boutjes voor temperaturen tot 540°C. De imitatieboutjes zijn geschikt voor temperaturen tot 300°C. Door de steeds herhaalde cycli van warm naar koud verliezen ze hun spanning en gaat het turbinehuis trillen tegen het centrale huis".

Dat wordt nog erger omdat op de imitatieboutjes de coating ontbreekt: "Die coating verlaagt de frictie. Ontbreekt die, dan gaat een veel groter deel van het aanhaalkoppel verloren in het overwinnen van de wrijving. Omdat de imitatieboutjes ook nog eens 2 mm korter zijn dan de originele, is de kans dat het turbinehuis daadwerkelijk losraakt levensgroot". Cass demonteert verder en vindt een compressorwiel dat ruw bewerkt is en op het oog al on rond. "Dit moet wel 180.000 t/min gaan draaien!", roept Cass verbijsterd. Dat is toch al een probleem, want de boring in het hart is te ruim: "De verbinding tussen compressorwiel en as is kritisch. In dit geval kan het wiel verdraaien over de as. Dat heeft gevolgen voor de balancering, het geluid en de betrouwbaarheid".

Dat blijkt. "Deze turbo heeft nog maar kort gelopen en toch zijn de lagertappen op de as al zwaar beschadigd." Als Cass de lagers zelf bekijkt, ontdekt hij nog een oorzaak van de beschadiging. De olieboringen zijn ruw afgewerkt. "Er zitten bramen op de randjes! Die breken af en gaan mee met de olie."

Nee, ook dit is geen turbo die je graag onder je motorkap hebt. "Een turbo uitbouwen kost al gauw een uur", zegt Cass met de onderdelen van de imitatieturbo nog in zijn hand. "Bij sommige auto's zelfs vele uren. Als een turbo niet voldoet, overschrijden de kosten van in- en uitbouw dus al snel die van de turbo. Welke turbo kies je dan?"

Erwin den Hoed

Foto's/Tekeningen: Garrett

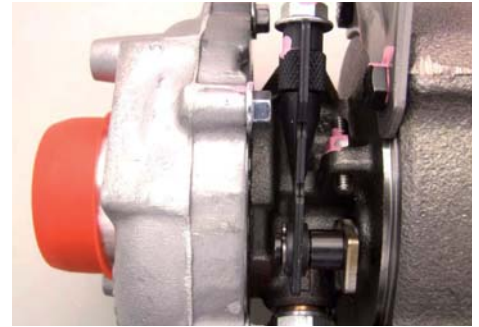
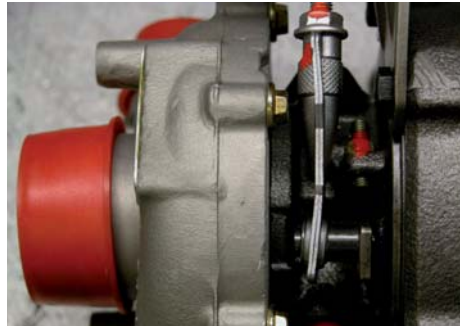
www.AMT.nl

Dé internetsite voor de Automotive Professional

Turbo's op AMT.nl

De turbo is een graag geziene gast op www.AMT.nl. Klik voor diverse artikelen op 'Archief', 'Onderdelen', 'Turbo'. Doe de kennistest van de turbo met variabele geometrie en bekijk de Garrett-video van een turbo-intercoolersysteem met EGR. Last but not least helpen talloze collega's u verder met uiteenlopende turbo-problemen én hun oplossingen op www.amtgarageforum.nl.

VNT-revisie? Niet doen!



Links een 'Gereviseerde' VNT-turbo. Het asje van de VNT-bediening is krom en getordeerd. In de Garrett-productie wordt speciaalgereedschap gebruikt om dat te voorkomen.



De actuator wordt op zijn kop gemonteerd. Als de afdichting ontbreekt, lopen water en vuil zo naar binnen. Let ook op het kleurverschil. De lichtblauwe kleur geeft aan dat de Garrett-drukdoos aan de nieuwste ELV-richtlijn (End of Life Vehicle) voldoet. De gereviseerde (links) is overgespoten en de originele coating ontbreekt. Hoe lang gaat dat goed vlak naast het gloeiend hete turbinehuis?



Staalgrit op het membraan.



Ruw bewerkt, buiten tolerantie en vuil.



In de gereviseerde turbo liggen de vanen tegen een ruw bewerkt oppervlak. In de originele turbo op de rechterfoto tegen een spiegelglad vlak.