



© JOHN DEERE

# MEER RENDEMENT ÉN ZUIVERE UITLAATGASSEN

Sinds het referentiejaar 1996 moeten de nieuwe motoren voldoen aan de Euro 2-norm. Stelselmatig werden strengere normen ingevoerd. Sinds 2014 geldt Euro 6 voor offroadvoertuigen, waaronder ook de landbouwtractoren. De nieuwe motoren zorgen voor meer rendement, tegelijkertijd zijn de uitlaatgassen die worden uitgestoten, schoner. – *Maarten Huybrechts, landbouwconsulent Boerenbond*

Het opzuiveren van de uitlaatgassen kost extra energie. Er worden bijkomende filters geplaatst en er gebeurt een extra chemische nabehandeling. Ondanks dit alles krijgen de motorenbouwers het voor elkaar om de motoren zuiniger te maken. Bijkomende voordelen zijn: minder roetdeeltjes, stikstofgassen, koolwaterstofverbindingen én een lager dieselverbruik per kWh.

Trekkers van meer dan 130 kW moeten sinds 2014 voldoen aan Euro 6, wat gelijkstaat met het Amerikaanse Tier 4 Final (figuur 1). Zowel de Europese Unie als de VS legden 1996 vast als referentiejaar. Beide hameren vooral op roetpartikels (PM) en NO<sub>x</sub>. De uitscheiding van beide elementen mag nog maar 3% zijn van de referentiewaarde uit 1996.

Uit tabel 1 blijkt dat de cijfers soms wat verschillen tussen de Tier- en de Stage-

norm. Aan welke norm de tractor voldoet, is afhankelijk van het bouwjaar en het vermogen van de motor. Zwaardere motoren moeten sneller aan een betere emissienorm voldoen dan de lichtere. Offroadvoertuigen lopen achter op de uitstootnormen ten opzichte van de vrachtwagens.

Gelijklopend met deze periode van beperking van schadelijke gassen is de inbouw van het commonrail injectiesysteem de norm geworden. Dankzij dit systeem wordt de brandstof onder zeer hoge druk ingespoten op het gepaste tijdstip. Niet de hogedrukpomp maar de injector neemt alle commando's over. Deze worden elektronisch aangestuurd om geopend en gesloten te worden. De injector regelt zelf de brandstofhoeveelheid, het aantal inspuifracaties per arbeidsslag en de momenten van inspuif-

ting. Dit leidt tot een betere verbranding en bijgevolg tot een lagere consumptie per pk. De motortemperatuur loopt echter hoger op, wat ten goede komt van de energie-efficiëntie. Bovendien worden er zo minder roetdeeltjes uitgestoten. Een nadeel van deze betere verbranding bij hoge temperaturen is de vorming van meer NO<sub>x</sub>.

## EGR en SCR

Hoe lossen de motorbouwers deze problemen op? Er worden 2 verschillende methodes gebruikt om de NO<sub>x</sub> te reduceren. Dat zijn EGR en SCR.

**EGR** Het EGR-systeem (*exhaust gas recycle*) zorgt ervoor dat de verbrandings-temperatuur wat lager ligt zodat er minder NO<sub>x</sub> wordt gevormd. Hiermee komen we tot en met de Euro 3-norm. In dit systeem wordt een klein deel van de

uitlaatgassen weer in de luchtinlaat van de motor gebracht. Dit systeem wordt ook toegepast in de meeste personenwagens. De dosering van de hoeveelheid uitlaatgas die terug in de inlaat komt, gebeurt zeer precies door de EGR-klep. Voordeel van dit systeem is dat men met alleen diesel als brandstof kan rijden. Een nadeel is dat de motor een minder efficiënte verbranding heeft.

**SCR** Het SCR-systeem (selectieve katalysatorreductie) werkt nadat de uitlaatgassen de motor verlaten hebben. De motor kan dus optimaal worden afgesteld. Hierdoor komt een grote hoeveelheid NO<sub>x</sub> vrij, die vervolgens scheikundig omgevoerd wordt tot N<sub>2</sub> (luchtstikstof) en H<sub>2</sub>O (waterdamp). Deze chemische reactie kan gebeuren door het toevoegen van een ammoniumverbinding, die onder de commerciële naam AdBlue gekend is. De roetdeeltjes worden opgevangen in een partikelfilter (DPF). Samen met een dieseloxydatiefilter (DOC), die bijvoorbeeld koolwaterstoffen opneemt, moeten deze filters zuivere lucht uitstoten. Omdat

### Nieuwe motoren met uitlaatgasbehandeling zijn dubbel zo duur als bij de start van de referentieperiode.

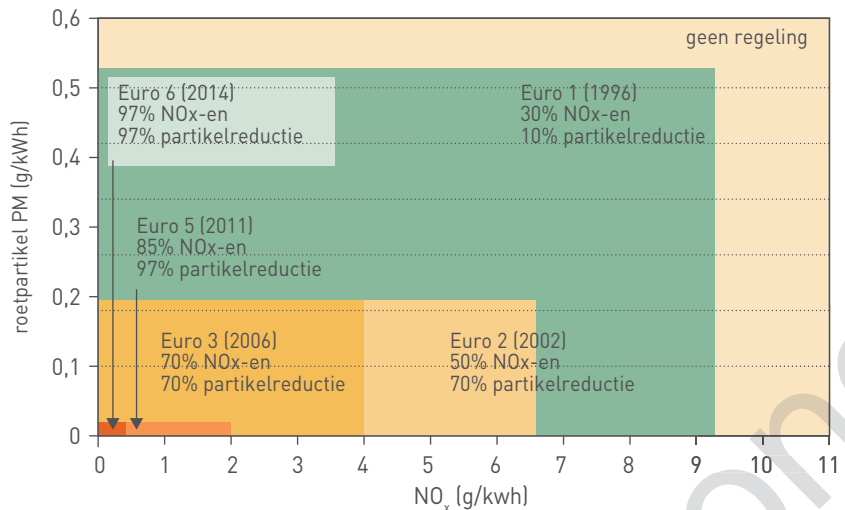
de filters verzadigd kunnen geraken worden ze regelmatig automatisch gezuiverd. De roetfilter kan bijvoorbeeld om de 24 werkuren een brandstofinjectie krijgen zodat de roetdeeltjes in deze filter worden naverbrand.

Vanaf de Euro 4- en Tier 4F-normen worden beide systemen (EGR en SCR) meestal samen op de motor gebouwd om minder AdBlue te verbruiken.

Het motorcompartiment moet de nodige ruimte bieden om deze filters te plaatsen. Daarom moesten trekkerbouwers steeds een nieuw model aanbieden. Het nieuwe systeem van uitlaatgasbehandeling heeft als gevolg dat de prijs van de nieuwe motoren verdubbelde ten opzichte van 1996.

### Meer rendement uit de dieselmotor

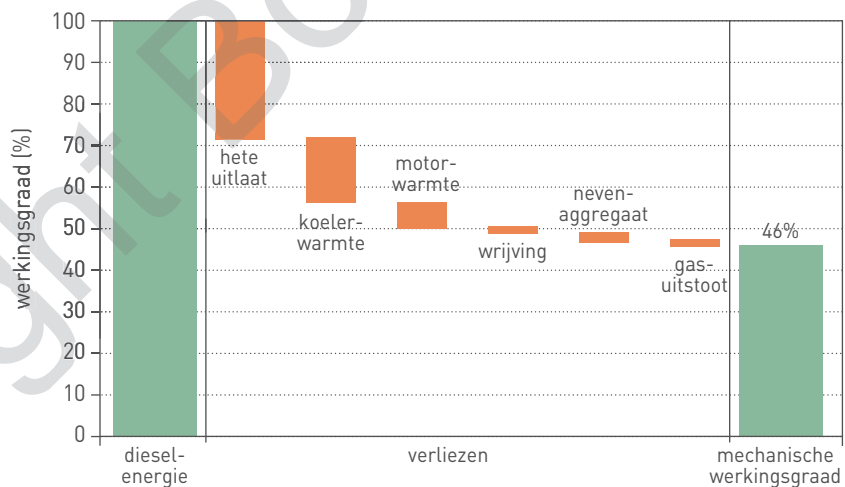
Met rendement bedoelen we de energie die in 1 l diesel vervat zit, ten opzichte van de mechanische en hydraulische energie welke men kan benutten. De eerste dieseltractoren hadden zo een rendement van circa 25%. Dat betekende ook een



**Figuur 1** Traject waaraan een motor van meer dan 130 kW moet voldoen op het vlak van fijn stof (PM) en stikstofoxide (NO<sub>x</sub>) - Bron: FPT

**Tabel 1** Emissienormen voor tractoren en offroadvoertuigen

Eerste inschrijving van het voertuig (in binnen- of buitenland)	Fase- of Stage-norm	Tier-norm	Emissienorm km-heffing
1 jan 1999 tot 31 dec 2001	Fase I		Euro I
1 jan 2002 tot 31 dec 2005	Fase II		Euro II
1 jan 2006 tot 31 dec 2010	Fase IIIa	Tier 3	Euro III
1 jan 2011 tot 31 dec 2013	Fase IIIb	Tier 4i	Euro V
vanaf 1 jan 2014	Fase IV	Tier 4	Euro VI



**Figuur 2** Rendement elektronische injectoren (commonrail) in een periode van 10 jaar. Sinds de doorontwikkeling is het rendement van een dieselmotor van 35 naar 45% gestegen. - Bron: FPT

verlies van 75%. In de loop van de jaren is er extra efficiëntie bijgekomen dankzij de ontwikkeling van turbo's, interkoelers, vierkleppenmotoren en betere tandwiel-overbrengingen. Momenteel behalen de nieuwste dieselmotoren een werking van 45%. Naar verwachting zou dit tegen 2020 kunnen stijgen tot 55% (figuur 2).

Deze hogere rendementen komen onder meer door een vermindering van interne wrijvingskrachten. Een betere lagering en oliesmering en een optimale druksmering brengen vooruitgang. Er kan zeker

nog winst worden behaald door slim om te gaan met de aggregaten. Een lucht-compressor, airco, dynamo, hydrauliek-pomp, radiatorventilator ... kunnen enkel worden ingeschakeld wanneer het echt nodig is. Door bijvoorbeeld al deze apparaten elektrisch aan te drijven, kan dit slim worden uitgeschakeld.

De grootste vooruitgang kan waarschijnlijk behaald worden via een verbeterde verbranding en het motormanagementsysteem. Dankzij de invoering van het commonrailsysteem kan de brandstof

veel beter verdeeld worden in dosis en tijd. Immers, het is nu de injector zelf die elektronisch aangestuurd wordt om te openen en te sluiten. Door elektromagnetische injectoren te vervangen door Piëzo-elementen kan de openings- en sluitingstijd nog verkort worden. Voor één dieselontploffing in de cilinder worden in de toekomst zeker 5 injectie-impulsen gegeven zodat de brandstof heel fijn verneveld en optimaal omgezet wordt in ontploffingskracht. Dit alles gebeurt bij brandstofdrukken dit in 50 jaar vertienvoudigd zijn tot 2200 bar.

Door motormanagement weet de motor wat van hem wordt gevraagd. Hierdoor zal de dosis brandstof sterk kunnen worden aangepast. Een motor die belastingvrij draait verbruikt vandaag tussen 1 en 2 l per uur. Omdat we weten dat onze tractoren zeer veel uren in die 'ralenti'-situatie draaien, heeft deze besparing een grote impact. Een toekomstige ontwikkeling in de motorenbouw situeert zich in de regeling van de kleppen. Een dieselmotor bouwt een heel hoge compressiedruk, wat zeer veel energie vraagt, ongeacht het te leveren vermogen. Sommige motorbouwers experi-

menteren in dit domein met het uitschakelen van enkele cilinders.

### **Energie uit de uitlaatgassen**

Zelfs bij de modernste tractoren gaat er via de uitlaat nog steeds 25 à 30% van de brandstofenergie verloren. De enige recuperatie van de uitlaatgassen is de aandrijving van de turbo. Hier zijn de motorenbouwers druk in de weer om

meer uit deze energie te halen. Zo bestaat er reeds een Turbo-Compound-systeem, waarbij de uitlaatgassen ook een extra turbine aandrijven. Deze staat via een aandrijfsysteem in verbinding met de krukas. In de landbouw zijn er reeds een aantal zware motoren uit de maai-dorserwereld uitgerust met dit systeem. De extra winst komt neer op 3 à 4%. ■

## **WAT ONTHOUDEN WE?**

- De uitlaatgassen van de tractoren worden steeds zuiverder, maar hiervoor zijn extra chemische reacties en filters nodig.
- Het nettorendement van een dieselmotor is in 50 jaar ongeveer verdubbeld.
- De grote vooruitgang komt er met het commonrail injectiesysteem.
- Het SCR-systeem grijpt niet in op de motortechniek en laat de volle ontwikkeling toe. De moderne versnellingsbakken en hydraulische componenten vreten een groot deel van deze vooruitgang weg.