

De hybride in de landbouw: diesel-elektrisch heeft de toekomst

Hybride is momenteel een toverwoord: de John Deere 7530 E staat hiervoor model. In het Duitse Kleef rijdt echter al tien jaar de diesel-elektrische Eltrac. LandbouwMechanisatie bekeek deze trekker en schetst de alternatieven. De toekomst lijkt klaar voor meer spanning op de trekker.

Hybride betekent letterlijk bastaard: afkomstig van twee (verschillende) bronnen. In de wereld van de personenauto's is de diesel-elektrische hybride sterk in opkomst. Als voordelen gelden de efficiënte omzetting van fossiele brandstof, de lage emissie en de goede regelbaarheid van de 'transmissie'. Deze voordelen gelden in principe ook in de landbouw. De technische universiteit van Dresden voorspelt om die reden een goede toekomst voor de hybride trekker. Knechtges en Renius, de Duitse goeroes in de landbouwtechniek, omschrijven in de 2007-editie van het Jahrbuch Agrartechnik de 7530 E van John Deere als 'de wereldwijd eerste trekker met een geïntegreerd elektrisch systeem voor nevenaggregaten en externe verbruikers'. Een praktisch voordeel van zo'n generator, een soort grote dynamo, is dat hij al een groot vermogen levert bij een relatief laag toerental. De motor van de trekker draait nog stationair, terwijl bijvoorbeeld de airco en de compressor van de luchtdrukinstallatie al volop kunnen werken, mits die dan elektrisch worden aangedreven. Voor de landbouw spreekt echter vooral tot de verbeelding dat er krachtstroom beschikbaar is voor allerlei functies op werktuigen die nu langs hydraulische weg in beweging komen.

Twee merken 'in the picture'

John Deere monteert in zijn 7530 E de generator in het vlieg wielhuis. Die neemt in eerste instantie de functie van de dynamo over: hij voedt met 12 volt de verlichting en de accu. Ook levert de generator met z'n maximaal 20 kW de elektrische energie voor onder andere de koelventilator, de waterpomp en de compressor van de airco. Voor elektrische functies op werktuigen staan zowel 220 als 400 volt ter beschikking. Case New Holland is ook al meerdere jaren tastbaar bezig met de hybride en toonde op de



Agritechnica van 2005 de Hybrid EECVT, een 155 pk sterke MXM. Deze trekker realiseert via een generator tussen de motor en de transmissie en een elektromotor tussen de transmissie en het differentieel, een traploze aandrijving. Energie die over is wordt opgeslagen in een grote accu die tevens dienst doet als frontgewicht. Bij een energietekort wordt als een vorm van powerboost deze voorraad aangesproken. Rond de hybride van CNH is het sedert de Agritechnica van 2005 echter weer stil geworden. John Deere daarentegen begint nog dit jaar met de productie van zijn 7530 E.

Verskil in interesse

Case IH kreeg in 2005 op de Agritechnica voor zijn hybride slechts een fractie van de aandacht die John Deere vorig jaar ten deel viel. Dat ligt enerzijds aan de tamtam die John Deere maakte en anderzijds aan de publiciteit die er tussen 2005 en 2007 was voor de hybride auto. Ook het feit dat John Deere het begrip hybride via twee stopcontacten tastbaar maakt, speelt een forse rol in het verschil in media-aandacht. Bij John Deere is de 'stroom' te zien. De eenvoud van die stekkerverbinding ten opzichte van de hydrauliekslang spreekt daarbij tot de verbeelding. Ook is elektriciteit efficiënter dan hydrauliek, vervuult en verouderd niet en hoeft dus ook niet verversd te worden. Het verschil tussen micro-, mild- en vol-hybride is

afhankelijk van de invloed van het elektrisch deel op de aandrijving. Bij de micro-hybride is er geen ondersteuning van de rijaandrijving; bij mild wel. Bij de vol-hybride kan het voertuig ook rijden (werken) met uitgeschakelde motor. Duidelijk omschreven zijn de definities echter niet. De 7530 E van John Deere is een micro-hybride. De meeste hybride auto's zijn mild. De eerder genoemde Eltrac is eigenlijk geen hybride, omdat de aandrijving van de wielen enkel van de elektromotor komt. De huidige traploze transmissie daarentegen is wel een hybride: een deel van de energie komt er langs hydraulische weg in en een deel langs mechanische.

De hybride auto

Toyota (met de Prius) en Honda (met de Civic) zijn als hybride in de personenautowereld al bijna gemeengoed. Ook Lexus is vergevorderd. De Japanners hebben op dit gebied tot nu toe de slag gewonnen. West-Europese merken waaronder Peugeot zijn bezig met een inhaalslag. Motorenbouwer Deutz ontwikkelde samen met Atlas de middelzware hybride AR65 wiellader. Accu's leveren bij stilstand via kleine elektromotoren de energie voor verbruikers als de airco. De accu's schakelen ook bij als er veel vermogen gevraagd wordt. De verbrandingsmotor kan daardoor relatief licht zijn. De energie die vrijkomt bij het remmen en bij een tijdelijk 'overschot' van de motor gaat naar de accu's. Ook Volvo is

sinds kort in de markt met een hybride wiel-lader. In de tuin- en parktechniek is de hybride ook al redelijk ingeburgerd, met bijvoorbeeld een hydrostatische aandrijving op de wielen. Voor golfbanen zijn er al maaiers, van onder andere Jacobsen, met een volledig elektrische aandrijving. De verbrandingsmotor kan op een lager toerental draaien (minder geluids-overlast) en er is geen kans op vervuiling van het gras door olie lekkage. De Honda sneeuw-frees werkt met een elektrische aandrijving van de wielen en een mechanische van de frees. Transmissiefabrikant ZF werkt aan een hybride-transmissie met een geïntegreerde elektromotor. De ene vorm van aandrijving gaat daarbij naadloos over in de andere, zonder dat de chauffeur er ook maar iets van merkt.

Energie-opslag

De komst van de lichte lithium-ion-accu maakt de opslag van elektriciteit eenvoudiger en doeltreffender dan met de zware lood-accu. Bij makkelijk rollende voertuigen als personenauto's en distributietrucks is er tijdelijk geheel over te schakelen op energie uit accu's. Op dat moment is de emissie nul. DAF en Iveco hebben prototypes klaar van diesel-elektrische vrachtwagens. Bij de personenauto, en veel later ook bij de trekkers, is de hybride-techniek de tussenstap naar de brandstofcel. Die gebruikt waterstof als energie en scheidt via de 'uitlaat' enkel water

Elektro-mechanische cvt

De dynamo op een trekker vervangen door een generator biedt de mogelijkheid de traploze transmissie elektrisch aan te sturen in plaats van hydraulisch. Olie heeft namelijk als het nadeel dat de 'werking' sterk afhankelijk is van de temperatuur. In koude streken (denk aan het noorden van Scandinavië) voldoet de hydro-mechanische cvt om die reden minder goed dan in gematigde of warme streken. Dat is mede de reden dat Valtra nog geen cvt heeft, ofschoon die binnen de Agco-groep via de Vario van Fendt wel aanwezig is. Eind dit jaar komt Valtra echter wel met een 'Vario'. Die kan als basis een mechanische 'variator' hebben, maar meer waarschijnlijk is een aansturing van planetaire stelsels via een elektromotor. Die biedt dan de andere merken van de Agco-groep (met Fendt voorop) de mogelijkheid een hoger niveau van efficiëntie te bereiken en zo de volgende stap te zetten in de emissiewetgeving. Bekend is dat Fendt hier sinds het begin van dit millennium al mee bezig is. Ook JCB is actief op het gebied van de elektro-mechanische cvt.

uit. Honda is in deze techniek met haar FCX Clarity een eind op weg. In de VS heeft deze Japanse fabrikant al een toelating voor gebruik op de openbare weg. Toro heeft al een kleine transporter die op waterstof rijdt. Ook BMW en Chevrolet zijn druk doende met dit gas dat in de natuur vrijwel onbeperkt voorhanden is. De experimentele Nederlandse Hytruck vrachtwagen met een 16 kW brandstofcel en twee wielmotoren is ook volledig vrij van schadelijke emissies.

Trekkertechniek

Bij de trekker ligt de hybride-vorm van John Deere nu het meest voor de hand. In grote lijnen blijft alles bij het oude: een aantal functies krijgt een elektrische in plaats van een mechanische voeding. De 7530 E kan ook, zoals bij de kunstmeststrooier van Rauch, werktuigen elektrisch aandrijven. Toch heeft voor landbouwtrekkers die vaak langdurig eentonig werk verrichten, de diesel-elektrische Eltrac meer toekomst. Alle energie voor de 'transmissie' komt van de dieselgedreven generator. Die voedt een grote elektromotor met daaraan het differentieel. Wielmotoren zijn in theorie ook mogelijk, maar doordat die dan bij slip elk afzonderlijk het volle vermogen over moeten kunnen brengen, worden ze vaak te groot. De aftakas en de oliepompe zijn van een eigen elektromotor te voorzien, maar ook, zoals bij de Eltrac, mechanisch aan te drijven vanaf de dieselmotor. Een hybride zet motorvermogen om in elektrisch, vervolgens weer in mechanisch en ondertussen van wissel- in gelijkstroom. Dat vraagt extra regel- en koeltechniek en is daardoor duurder dan de

huidige manier van aandrijven. Ook zijn elektrische componenten bij dezelfde vermogensoverdracht wat zwaarder dan mechanische en/of hydraulische. Bij de 20 kW generator van de John Deere speelt dat in geringe mate, bij de 100 kW versie van de Eltrac wat meer.

Eltrac al tien jaar klaar

De diesel-elektrische Eltrac kwam in de tweede helft van de negentiger jaren tot stand op het landbouwmechanisatiebedrijf van Ronald Schmetz in Kleef (Duits: Kleve), net over de grens bij Nijmegen. De transmissie bestaat uit twee componenten: een generator en een elektromotor. De 100 kW (135 pk) zescilinderdieselmotor van de New Holland M135 drijft de generator aan, die zijn elektrische energie via een 100 kW elektromotor doorgeeft aan het differentieel. De Eltrac rijdt via een 'gaspedaal' net als een huidige trekker met een traploze hydro-mechanische transmissie. Ook het schakelen tussen voor- en achteruit is daarmee volledig te vergelijken. Een chauffeur die niet weet of hij op een trekker met een gewone cvt zit of op de elektrische Eltrac, zal het verschil niet merken. Hooguit valt het voor- of na-ijlen van de motor wat op; dit is een gevolg van het ontbreken van een mechanische verbinding tussen motor en transmissie. Het voordeel van de Eltrac ten opzichte van de huidige hydro-mechanische cvt's is dat hij vanuit stilstand met een hoog koppel weg kan rijden. Een elektromotor levert zijn maximum al vanuit nul en heeft mede daardoor een (zeer) sterke 'actieve stilstand'. Elektriciteit is ook een efficiënte vorm van energie. Verder kan de dieselmotor bij

Geschiedenis

Porsche-Lohner toonde in 1900 op de wereldtentoonstelling in Parijs een 'elektrische auto' via wielmotoren met voeding vanaf via een benzinemotor-aangedreven generator. De snelle ontwikkeling van de mechanische transmissies drukte dit idee naar de achtergrond. International Harvester introduceerde in 1954 een Farmall met een aangebouwde generator voor het aandrijven van bijvoorbeeld een opraappers. De opkomst van de aftakas zette deze ontwikkeling de voet dwars. Locomotieven met diesel-elektrische aandrijving namen in de jaren vijftig en zestig volledig het roer over van de stoomlocomotief. In 1960 verscheen met techniek van Siemens de eerste diesel-elektrische mijnbouwduim: het wegrijkoppel is daarbij groter en de slijtage kleiner dan bij een diesel-mechanische aandrijving. In 1961 had Tsjechië de primeur van een diesel-elektrische rups-trekker, die vele jaren in productie bleef. Sinds 1999 heeft Mercedes-Benz de 'Evo' stadsbus met aandrijving via wielmotoren. Het Duitse blad Landtechnik meldt in zijn januarinumnummer dat alle belangrijke fabrikanten van landbouw-trekkers momenteel bezig zijn met het onderzoeken en ontwikkelen van nieuwe (hybride) aandrijftechnieken.

licht transport- of aftakaswerk veel verder naar beneden in toeren. Dat spaart brandstof. Dat Schmetz met zijn Eltrac, ondanks belangstelling van bijna alle trekkerfabrikanten, nog geen navolging krijgt, ligt simpelweg aan het feit dat hij z'n tijd vooruit is. Tien jaar geleden zat er nog voldoende ontwikkelingspotentie in de hydro-mechanische cvt en nu nog in de hybride. Nu een grote fabrikant als John Deere echter een duidelijke 'elektrische stap' zet met de 7530 E neemt bij alle fabrikanten de interesse voor de techniek van de Eltrac weer toe.

Kast op het dak

De Eltrac is, om de ontwikkelingskosten laag te houden, opgebouwd uit standaardcomponenten. De trekker is daardoor een halve meter langer dan normaal. Bij een eventuele serieproductie verdwijnt die extra lengte evenals de 'kast' op het dak. Daarin zitten nu vooral de aansturing, de halfgeleiders en de luchtgekoelde remweerstand. De generator is in de Eltrac rechtstreeks gekoppeld aan de dieselmotor, en het toerental van beide is gelijk. Het toerental van de elektromotor varieert tussen de 0 en 5.100 per minuut en tussen links- of rechtsom, afhankelijk van voor- of achteruit. Tussen de elektromotor en het differentieel zit een overbrenging met een veldgroep (van 0-17 km/h) en een transportgroep (0-40 km/h). De Eltrac kan rechtstreeks als (nood)stroomaggregaat dienen en/of elektrische componenten op werktuigen aandrijven. Betrouwbaarheid is voor Schmetz een belangrijk argument dat pleit voor diesel-elektrisch. Voor de generator en elektromotor – dat is de complete transmissie – zijn



▲ De 7530 E van John Deere is de eerste trekker met een geïntegreerd elektrisch systeem voor neven-aggregaten en externe verbruikers. Dit hybride 'hart' komt naar verwachting eind dit jaar op de markt.



▲ EECVT was de naam van de hybride MXM 155 die Case IH toonde op de Agritechnica van 2005. Van deze trekker met z'n power-split transmissie is sindsdien niets meer vernomen.

slechts drie lagers nodig. Een voordeel is ook dat de motor min of meer 'stationair' kan zijn: eigenschappen als constant vermogen en een koppelstijging zijn minder belangrijk. De krachtbron is daardoor beter af te stemmen op een minimale emissie.

Eltrac de toekomst?

Schmetz gaat ervan uit dat zijn diesel-elektrische trekker in serieproductie niet noemenswaardig duurder is dan een huidige trekker met een hydromechanische cvt en ook niet noemenswaardig zwaarder. Schmetz veronderstelt dat een oplossing als die van John Deere slechts een tussenfase is. Elektrische overbrengingen zijn namelijk efficiënter naarmate het vermogen hoger is. Het optimum ligt bij 100 kW en hoger. Een nadeel van de hybride in de landbouw, zeker bij veldwerk, is dat de trekker weinig of geen elektrische energie terug kan winnen uit afremmen. Een personenauto en een wielader kunnen dat wel. Die kunnen ook 'winst' halen uit het automatiseren van de start/stop-procedure. Schmetz kreeg het idee voor z'n Eltrac in 1992 na het lezen van een script over traploze transmissies. Hij bouwde

de Eltrac samen met technicus Jürgen Kett en heeft een aantal patenten in handen. Dat Schmetz met zijn ideeën op de juiste weg zit, bewijst Caterpillar. Op de tentoonstelling Conexpo in Las Vegas afgelopen maand toonde deze Amerikaanse fabrikant van grondverzetmateriaal de volledig diesel-elektrische bulldozer D7E. De 173 kW (235 pk) sterke dieselmotor drijft rechtstreeks een generator aan die op zijn beurt twee elektromotoren voedt; één voor elke rups. Caterpillar claimt met de D7E een 20 procent hogere brandstofefficiëntie dan met een vergelijkbare mechanisch aangedreven bulldozer. Het feit dat elektrische aandrijvingen, al of niet hybride, nu beter slagen dan een jaar of tien geleden, heeft te maken met de ontwikkelingen in de elektronica, waardoor processen beter te sturen zijn en/of op elkaar af te stemmen.

In het kort

Elektrische aandrijvingen krijgen de komende tijd een plaats in de landbouw, te beginnen met een micro-hybride als de John Deere 7530 E. Ook de EECVT van Case New Holland is een variant op dat thema. Werktuigenfabrikanten als Rauch met de elektrische

kunstmeststrooier spelen in op die ontwikkeling (al is dat de vraag van de kip of het ei). Een diesel-elektrische trekker als de Eltrac is de consequente doortrekking van die lijn, maar de naam hybride is daar niet meer op z'n plaats. Caterpillar zet de toon in het grondverzet met zijn nieuwe D7E bulldozer. Het elektrisch variëren van planetaire stelsels is een interessante variant op het hybride thema: Valtra creëert waarschijnlijk op die manier een elektro-mechanische traploze transmissie. Die heeft ten opzichte van een hydromechanische cvt het voordeel dat de werking minder afhankelijk is van de buitentemperatuur. Elektrische overbrengingen hebben bovendien als voordeel dat ze vanuit een laag toerental met een hoog koppel kunnen beginnen en dat de regelbaarheid beter is dan van een mechanische overbrenging. Verder wordt de brandstof efficiënt omgezet in nuttig vermogen. Strengere emissienormen zijn daardoor makkelijker haalbaar. De conclusie lijkt dus gerechtvaardigd: de spanning stijgt. **LM**

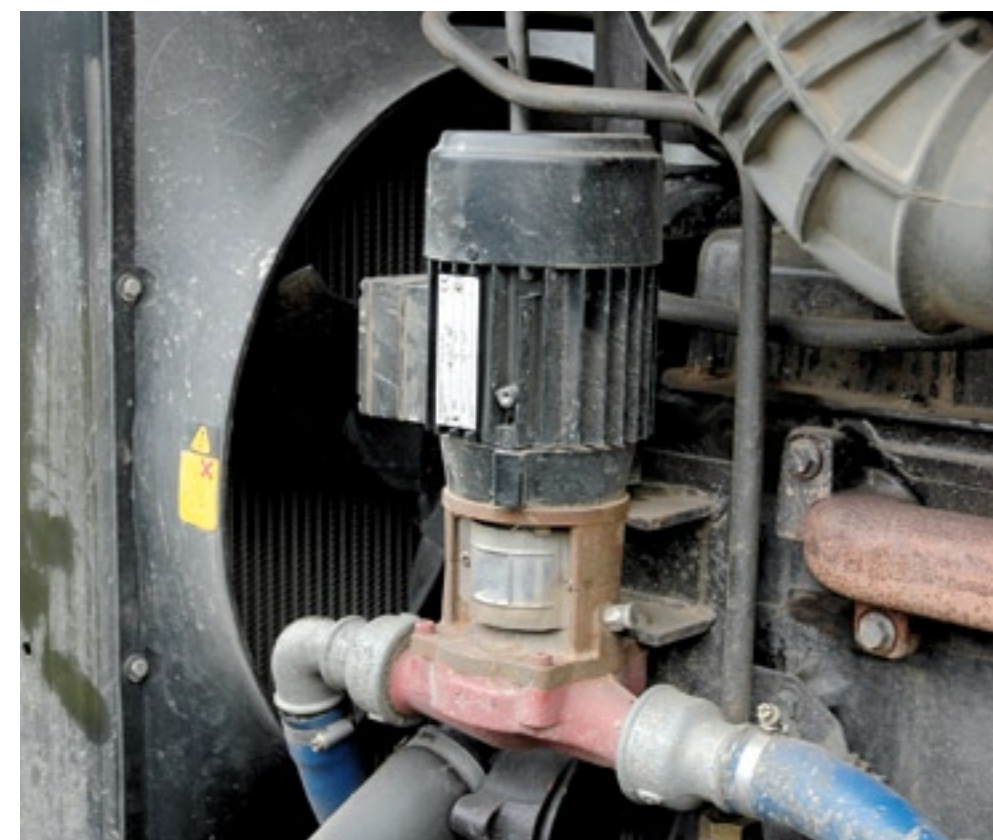


▲ Roland Schmetz van het landbouwmechanisatiebedrijf P.J. Schmetz in het Duitse Kleef ontwierp en bouwde in 1997 de diesel-elektrische Eltrac op basis van een New Holland M135. De Eltrac heeft geen mechanische verbinding tussen de motor en de wielaandrijving.

Eltrac in detail



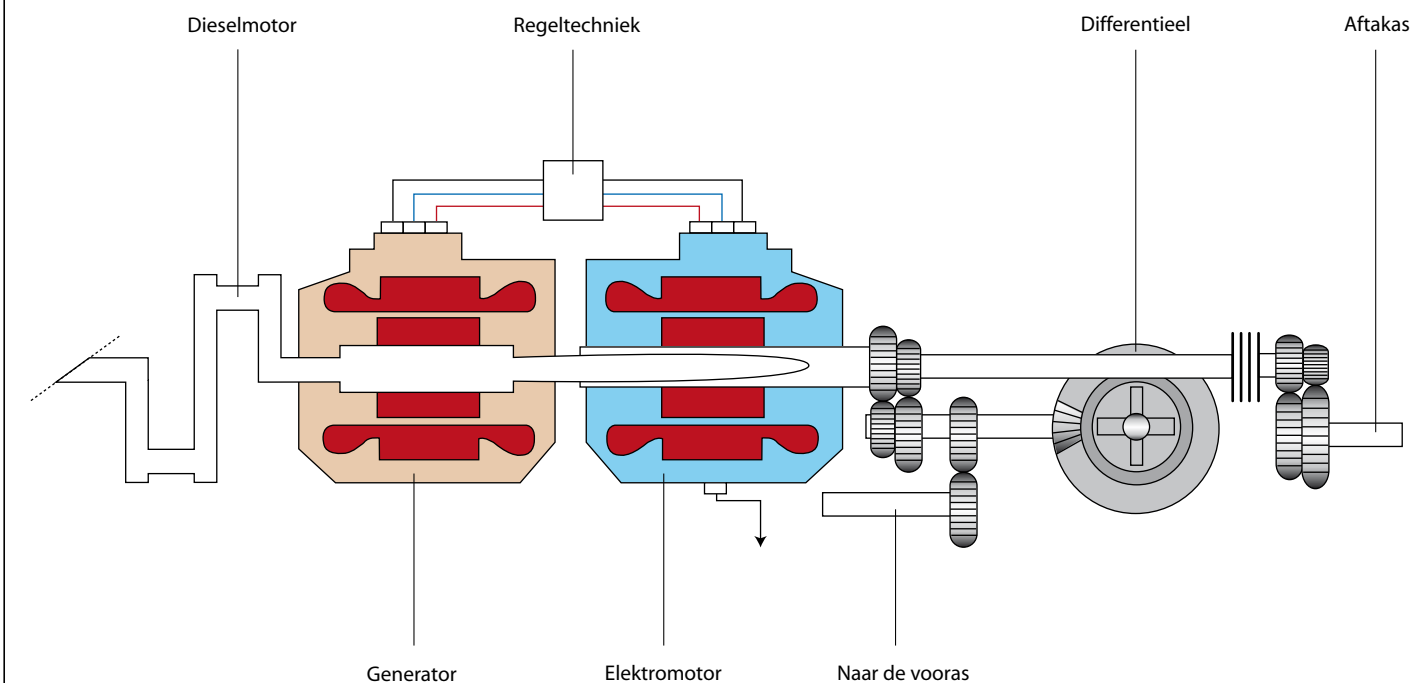
▲ De zware elektriciteitskabels duiden op de bijzondere aandrijving van de Eltrac.



▲ De elektromotor draait maximaal ruim 5.100 toeren en afhankelijk van de rijrichting links- of rechtsom.



▲ De regeling van de snelheid loopt via een 'naaimachinepedaal'.



▲ De generator ligt in lijn direct achter de dieselmotor en wordt 1:1 aangedreven. De opgewekte elektriciteit voedt een elektromotor die vrij draait om de doorgaande as naar de aftakas. De elektromotor is via een tussenbak (veld/transport) verbonden met het differentieel.