

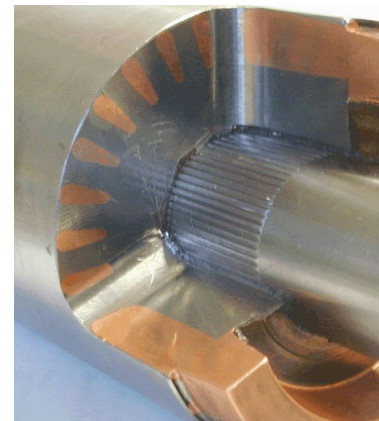
Bouwwijze levert vooral voordeel bij constant draaiende motoren

# Energiezuinige draaistroommotoren

*In Europa wordt circa 70% van de industriële stroomafname gebruikt voor het voeden van draaistroommotoren. Dit betekent jaarlijks een energiebehoefte van 620 000 MWh en een CO<sub>2</sub>-emissie van 273 miljoen ton. Voor het leveren van deze energie geeft de industrie ongeveer 37 miljard euro uit.*

**Ing. F. Schouten**

*Vector Aandrijftechniek*



*De koperstaven zijn in de rotor gegoten*

verdringing, verliezen bij de wikkelkopen en verliezen door strooiveld vanwege de schuine plaatsing van de rotorstaven. Maar de grootste verliezen zijn de stroomwarmteverliezen ( $i^2R$ ) in zowel de rotor als de stator.

## Vermindering verliezen

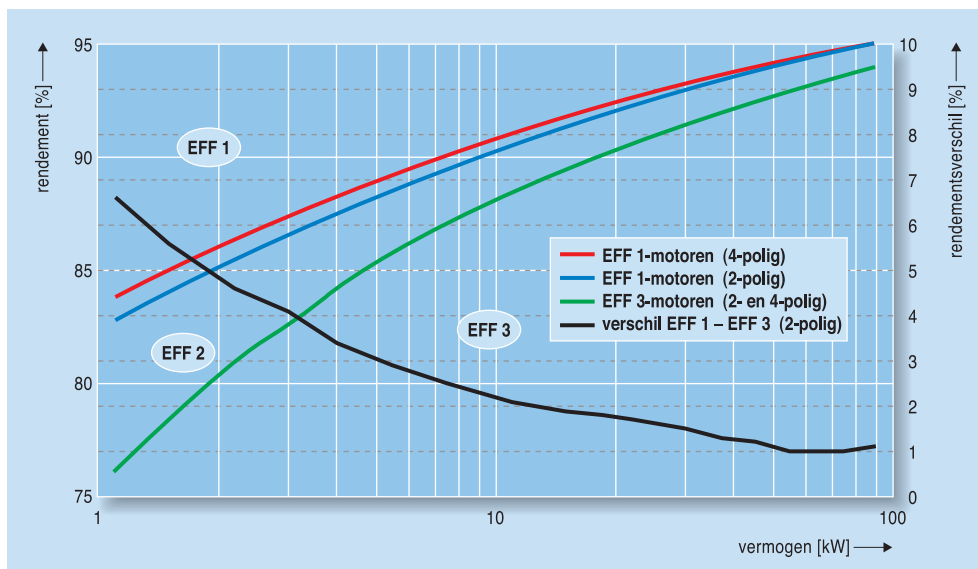
Vermindering van stroomwarmteverliezen kan gerealiseerd worden door een grotere doorsnede van de wikkelingen en daarmee een verkleining van de elektrische weerstand te kiezen, of het vermogen te reduceren en daarmee een verkleining van de stroomsterkte. Omdat het verlies evenredig is met het kwadraat van de stroomsterkte is vermogensreductie veel effectiever om het rendement te ver-

Om de milieubelasting te reduceren, is een aantal ontwikkelingen gestart. In Europa is er een indeling gemaakt in efficiencyklassen van draaistroommotoren (afb. 1). Hierbij zijn de draaistroommotoren ingedeeld in drie klassen. De klasse met 'normale' rendementswaarden is EFF 3. De klasse met een verbeterd rendement is EFF 2 en de energiezuinige motoren hebben de (momenteel nog) hoogste klasse EFF 1. De grafiek toont dat het bij motoren met een laag vermogen lastiger is een gunstig rendement te verkrijgen dan bij de grotere motoren. Belangrijke Europese motorfabrikanten hebben zich verplicht het aandeel van de EFF 3-motoren vóór het jaar 2003 gehalveerd te hebben. Ontwikkelingen in de wetgeving van de Verenigde Staten gaan echter nog verder in het streven naar hoge rendementen. Het laat zich daarom aanzien dat het gedrag in de Verenigde Staten, Canada, Australië, Engeland, Scandinavië en Japan ten aanzien van energiezuinige draaistroommotoren ook invloed zal hebben op het motorconcept van de Europese fabrikanten.

## Inventarisatie verliezen

Welke maatregelen heeft een fabrikant van draaistroommotoren beschikbaar? Voor het inschatten van de effectiviteit van een inspanning dient eerst kort geïnventariseerd te worden welke verliezen er zijn en hoe deze gekwantificeerd zijn. Complicerend hierbij is weer dat bij

schaalvergroting in de techniek de onderlinge verhoudingen van de verschillende soorten verliezen veranderen. Dit is geïllustreerd in afbeelding 2 en afbeelding 3. De wrijvingsverliezen worden veroorzaakt door de ventilator en de lagers. Door het ommagnetiseren en door wervelstromen in de blikpakketten ontstaan ijzerverliezen. De resterende verliezen worden gevormd door trillingsverliezen in het blikpakket, verliezen door tangentialstromen bij schuin geplaatste rotorstaven, verliezen in de stator door niet-netfrequente stromen, verliezen in de stator door stroom-



*Afb. 1. Klassenindeling van draaistroommotoren in de EG met bijbehorende rendementseisen voor elektromotoren (1 kW tot en met 90 kW) (foto en bron illustraties: Vector Aandrijftechniek)*

# met koperen rotorstaven

beteren dan een grotere doorsnede van de wikkelingen. De meeste fabrikanten van EFF 1-motoren kiezen voor vermogensreductie.

De ijzerverliezen zijn ook relatief groot. Beïnvloeding van het rendement via de ijzerverliezen is slechts beperkt mogelijk en komt dan neer op een verbetering van de productiekwaliteit, de stanskwaliteit en de onderlinge isolatie van de blikplaten. Ook de homogeniteit van de drukgegoten aluminium rotorstaven speelt een belangrijke rol. Het gebruik van speciale bliksoorten voor geringe ijzerverliezen is eveneens fors effectief. Deze oplossing is echter niet alleen relatief duur, dergelijke speciale bliksoorten hebben bovendien het nadeel dat de magnetisatiestroom toeneemt. In onbelaste situatie wordt dan meer stroom opgenomen en bij nominaal vermogen daalt de  $\cos\phi$ . Er is meer blindstroom nodig. Als gevolg hiervan daalt het rendement bij deellast. Een andere verwoording van vermogensreductie om het rendement te verbeteren, is dat om hetzelfde vermogen te bereiken de motor groter gedimensioneerd dient te worden. De nadelen van deze maatregel mogen duidelijk zijn: de motor wordt groter en zwaarder en de investeringskosten voor een dergelijke, meer energiezuinige motor stijgen. Voor toepassingen waarbij frequent wordt gescha-

keld is het toegenomen massa traagheidsmoment van zo'n motor ook een nadeel. Voor fabrikanten van motorreductoren is er bij het gebruik van vermogensreducerende motoren nog het extra probleem dat de samenbouwmogelijkheden van motor en reductor ofwel ingrijpend uitgebreid moeten worden, of dat er leemten ontstaan in de reeks met elkaar samenwerkende combinaties.

## Koperen rotorstaven

SEW-Eurodrive heeft om al dergelijke redenen naar een andere mogelijkheid gezocht en deze gevonden in bewezen technieken. De uitvinder van de asynchrone draaistroommotor Dolivo Dobrowolsky gebruikte in zijn eerste motor koperen rotorstaven. Dat waren destijds nog koperen staven die men met een hamer in de groeven van de rotor sloeg en daarna aan beide zijden aan een ring aan elkaar laste. Pas later ging men ertoe over de rotorkooi via drukgiettechniek uit aluminium te maken, hetgeen veel goedkoper is. De drukgiettechniek met koper werd, vanwege de grote problemen die verbonden zijn met de hogere smelttemperatuur (1050 °C in plaats van 650 °C), niet toegepast hoewel de elektrische en mechanische eigenschappen van aluminium-druk-giettechniek duidelijk slechter zijn. Bij heel speciale eisenpakketten komt ook

in onze tijd de uit afzonderlijke koperen staven samengelaste rotor nog voor.

De productietechnische problemen, die verbonden zijn met het in-druk-giettechniek-realiseren van koperen rotorstaven, konden pas recent worden opgelost, zodat het toepassen in een serieproductie mogelijk werd. Daarmee is een technisch proces gevonden waarbij de diameter van de motor, ook bij een duidelijk hoger rendement, gelijk is aan die van de standaardmotor. Slechts incidenteel zijn geringe extra lengtetoenamen nodig.

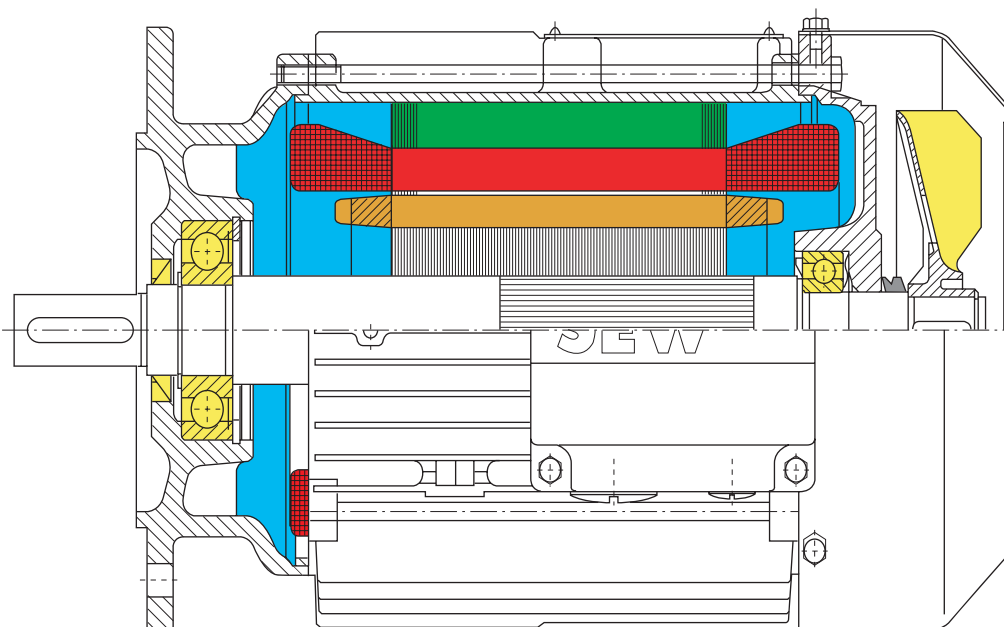
Een voordeel van de nieuwe kopertechnologie is ook, dat naast de verminderde statorverliezen, de resterende verliezen met circa 20% verminderen ten opzichte van motoren met een aluminium-druk-giettechniek-rotor. Dit komt door de homogene materiaalverdeling en de goede geleidingseigenschappen van de rotorkooi. SEW is hierdoor in staat energiezuinige motoren te maken in dezelfde motor-grootte als de standaardmotoren. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat als gevolg van de grotere soortelijke massa van koper ten opzichte van die van aluminium het massa traagheidsmoment van een rotor met koperen rotorstaven groter is dan die bij aluminium rotorstaven.

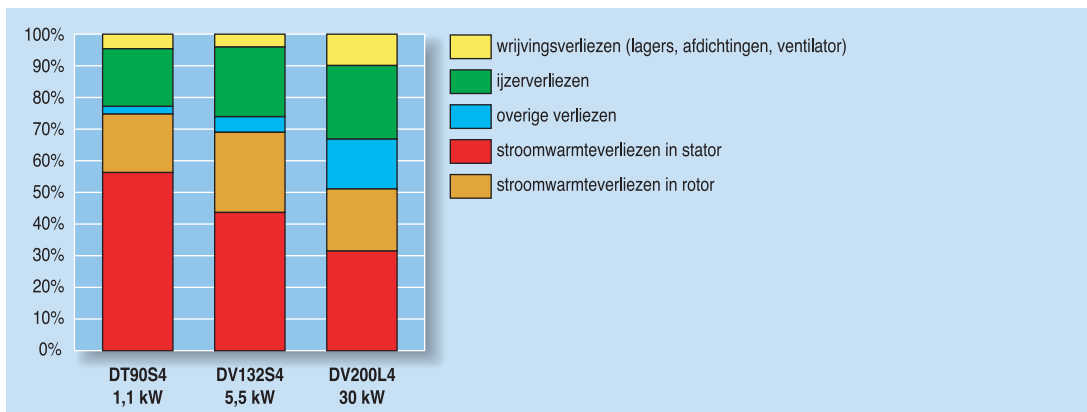
## Besparing?

Elke techniek om het rendement van de

Afb. 2. De verliezen in de motor

- wrijvingsverliezen (lagers, afdichtingen, ventilator)
- ijzerverliezen
- overige verliezen
- stroomwarmteverliezen in stator
- stroomwarmteverliezen in rotor





*Afb. 3. Dit voorbeeld van drie EFF 2-draaistroommotoren toont onderling verschillende aandelen van de diverse soorten verliezen ten opzichte van de totale verliezen*

motor te verbeteren, zal ertoe leiden dat de energiezuinige motor in elk geval zwaarder wordt, soms groter, dat het massastraagheidsmoment toeneemt en dat de motor duurder is dan de gebruikelijke standaardmotor. Dit impliceert óók dat het gebruik van een energiezuinige motor niet voor alle toepassingen even zinvol is. Essentiële voorwaarden voor een economisch en ecologisch zinvol gebruik zijn: een hoog aantal uren per dag in gebruik, overwegend bedrijf met minimaal 75% van het nominale vermogen en weinig aanloop- en vertragingprocessen. Daarnaast moet een motor gecombineerd worden met een reductor die eveneens

een hoog rendement heeft. Zo dient een garagedeuraandrijving, die tweemaal per dag dienst doet en waarbij een wormwiel-aandrijving wordt gebruikt, niet met een energiezuinige motor te worden uitgevoerd. De extra's die hieraan verbonden zijn, verdienen zich nooit terug. Voor de aandrijving die vanuit stilstand 60 keer per minuut wordt ingeschakeld om met een stang een product te verplaatsen, dient ook geen energiezuinige motor te worden gekozen. Vanwege het hogere massastraagheidsmoment van de rotor neemt de aanloopenergie toe. In dergelijke toepassingen gebruikt de motor met een verbeterd rendement zelfs

meer energie dan de standaardmotor. Een transportband die de hele dag materiaal transporteert in een cementfabriek, en nagenoeg continu werkende aandrijvingen van koeltorens, roerwerken, waterzuiveringsinstallaties en vergelijkbare toepassingen, profiteren echter duidelijk van energiezuinige motoren. Deze leveren de eigenaar van dergelijke installaties een – vaak aanzienlijke – besparing op op zijn energierekening, die zich vertaalt in een terugverdientijd van ongeveer twee jaar. ■ADT

**Inl.: Vector Aandrijftechniek BV,  
NL-Rotterdam, tel.: (010) 446 37 00.**