

Magneter bruges til alt, lige fra at lave strøm i en generator til at sætte tegninger fast på et køleskab. Alligevel er der meget, vi endnu ikke ved om magneter og magnetsystemer. Hvis vi bedre vidste, hvordan vi præcis kan skabe lige nøjagtigt det magnetfelt, vi kunne ønske os, ville vi kunne realisere en række nye spændende teknologier som eksempelvis strømfri MRI-skannere eller svævende, friktionsløse lejer. At løse disse udfordringer kræver nye beregningsmetoder og en mere detaljeret forståelse af magneter, end vi hidtil har haft.

ALT OM MAGNETER



FOTO: ISTOCKPHOTO

RASMUS BJØRK

LEKTOR OG SEKTIONSLEDER VED INSTITUT FOR ENERGikonVERTERING OG -LAGRING, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET

Magneter er alle vegne og bruges i et utal af teknologier. Mange af os har som børn (og voksne) leget med magneter og været fascineret af den måde, hvorpå de både kan frastøde og tiltrække hinanden, alt efter hvilken vej de vender. I vores dagligdagsverden er vi alle

bekendt med kræfter, der tiltrækker (tyngdekraften er det bedste eksempel her), men at ting både kan tiltrække og frastøde hinanden er ualmindeligt.

Den grundlæggende fysik bag magneter har

”Bare fordi den grundlæggende fysik er kendt, betyder det ikke, at der ikke er masser af videnskabelige udfordringer og spørgsmål, der stadig mangler svar”

været kendt i mere end 150 år, siden James Clark Maxwell publicerede de grundlæggende ligninger for elektricitet og magnetisme. Men bare fordi den grundlæggende fysik er kendt, betyder det ikke, at der ikke er masser af videnskabelige udfordringer og spørgsmål, der stadig mangler svar.

Et af de uafklarede spørgsmål, som jeg beskæftiger mig med i min forskning, er, hvordan man laver et magnetfelt, der ser ud på én bestemt måde. Det kan være et magnetfelt, som er ens alle steder i et bestemt område, f.eks. inde i en MRI-skanner. Man siger, at feltet har en høj homogenitet. Det kunne også være det at skabe et magnetfelt, der er så kraftigt som overhovedet muligt. Der findes flere måder at generere et magnetfelt på, men jeg beskæftiger mig udelukkende med permanente magneter. Den slags magneter vi alle kender fra køleskabet, og som er kendetegnet ved altid at lave et magnetfelt omkring sig.

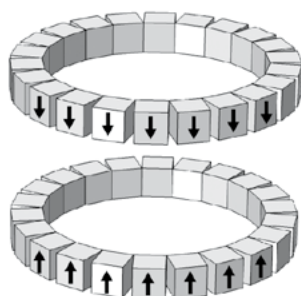
I min forskning undersøger jeg, hvordan man kan sætte eksempelvis firkanter af permanente magneter sammen, så de genererer præcis det magnetfelt, man ønsker sig. Det kan måske virke ligetil, men magnetfelter

opfører sig ikke trivielt, så det kræver en god del intuition og viden om fysik for at regne ud, hvordan man kan placere blokke af magneter, så de genererer det påkrævede magnetfelt. Ud over den videnskabelige interesse, hvorfor forsker jeg så overhovedet i, hvordan man kan lave magnetfelter? Det gør jeg, fordi magneter anvendes i et hav af forskellige teknologier, og for mange af disse kan vi opnå en bedre ydelse ved at forbedre den måde, magnetterne anvendes på. Der er også en række nye teknologier, som kan realiseres, hvis vi ved mere om, hvordan vi laver magnetfelter med bestemte egenskaber. Et eksempel på det sidste er en ny teknologi til lagring af energi, som til dels er baseret på magneter. Denne teknologi er et svævende svinghjul, og selv om det umiddelbart lyder avanceret, er selve svinghjulsteknologien ekstrem simpel. Energien lagres ved, at en stor masse (en tung ting) roteres meget hurtigt rundt. Man lagrer energi ved at øge rotationen og trækker energi ud igen ved at bremse rotationen. Problemet med svinghjul er imidlertid, at de taber energi, når de roterer, fordi der er modstand i de lejer, de er ophængt i. Dette problem kunne løses, hvis bare svinghjulene svævede frit i rummet i stedet for at være ophængt i lejer. Selv om vi måske alle husker det svævende skateboard fra Tilbage Til Fremtiden-filmene, så er det knap så nemt at få ting til at svæve i den virkelige verden. Men det kan næsten gøres med magneter – og hvordan man gør det, er en del af min forskning.

Fordi magneter frastøder, kan man forstille sig, at man måske kan få én magnet til at svæve over en anden, ved at vende deres poler mod hinanden. Fysikkens love forhindrer imidlertid, at den svævende magnet kan holdes stabil – den vil altid stå som på en knivspids, og vælte ved den mindste påvirk-

Et koncept til et magnetsik leje. De to ringe af magneter frastøder hinanden, og dermed kan den øverste ring holdes svævende om end i en ustabil situation.

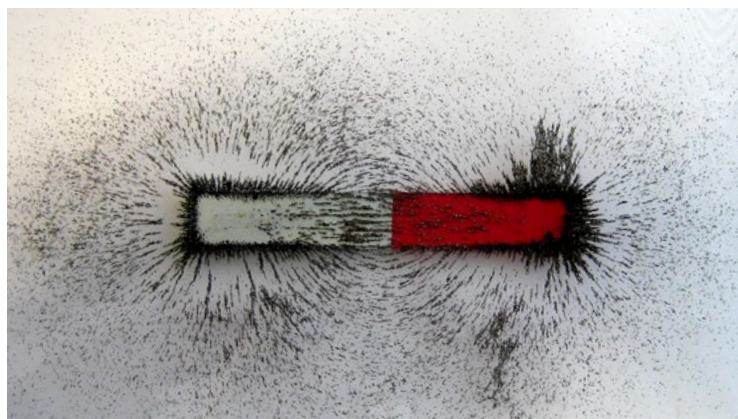
[Til højre] En prototype til test af konceptet for det magnetiske leje vist i figuren til venstre. Denne prototype kan man så teste i laboratoriet og måle stabilitet af den.



ning. Det duer selvfølgelig ikke til en teknologi som eksempelvis svinghjulsteknologien, hvor en stor masse roterer ekstremt hurtigt. Derfor er man nødt til at stabilisere den svævende magnet ved hele tiden at sørge for, at den er præcist centreret over de magneter, der bærer den. I min forskning har vi fundet en ny konfiguration af magneter, der er meget mindre ustabil end eksisterende designs. Dermed bliver det gjort "nemmere" at holde eksempelvis et svinghjul svævende, og dermed mere effektivt at lagre energi på denne måde. Et eksempel på konceptet bag et sådant magnetisk leje og en prototype til test er vist i illustrationen på side 22.

Min seneste hypotese er, at man kan bruge svævende magneter til at høste energi fra vibrationer. Man kan forestille sig, at en svævende magnet kan bringes i bevægelse, fordi den påvirkes af vibrationer fra omgivelserne. Hvis den svævende magnet så bevæger sig frem og tilbage forbi et sæt af spoler, får man induceret en strøm (præcis som i en generator), og man skaber dermed elektricitet direkte fra vibrationerne. Denne grundidé er til dels allerede undersøgt og eftervist, men med støtte fra Danmarks Frie Forskningsfond skal jeg til at starte et projekt op, hvor vi undersøger om disse vibrationer kan styres i flere retninger samtidig, således at energien fra vibrationer kan høstes langt mere effektivt end nu.

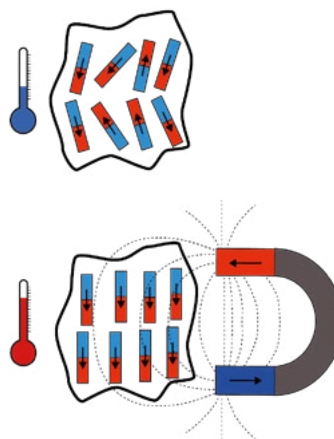
Baggrunden for, at jeg kan finde disse nye konfigurationer af magneter og kan regne på magnetbevægelse ved vibrationer etc., er, at jeg sammen med gode kollegaer har udviklet en numerisk metode, der eksakt og hurtigt kan udregne magnetfeltet fra en samling af magneter. Bag denne model ligger et utal af analytisk udregnede integraler og andet godt fra matematikkens nederste skuffe. Med en sådan magnetfeltmodel i hånden kan man også begynde at regne på andre interessante problemer. Jeg har i min forskning også beskæftiget mig en del med, hvordan magnetiske materialer opfører sig indeni. Jeg er særligt været interesseret i magnetiske materialer, som reagerer på det udefrakommende magnetfelt ved at blive varme. Disse kaldes magnetokaloriske materialer. På grund af koblingen mellem varme/temperatur og magnetfelt kan man ved hjælp af termografi - altså det at kunne se temperatur med et infrarødt kamera - se magnetfeltet på overfladen af en prøve. Vi er ved at raffinere en teknik, hvor vi med en kraftig infrarød makrolinse kan



En række nye teknologier kan realiseres, hvis vi ved mere om, hvordan vi laver magnetfelter.

se på et meget lille område af en prøve, for at se på meget små ændringer i magnetfeltet på grund af eksempelvis materialeujævnheder i prøven. Ved at sammenholde dette med en eksakt beregning af magnetfeltet med den tidligere omtalte model, håber vi at kunne forstå, hvordan magnetisme kan påvirkes lokalt i magnetiske materialer - og derigennem måske en dag kunne designe materialer med præcis de magnetiske egenskaber, vi ønsker.

Min forskning i magneter er altså både på stor og lille skala. Og min forskning er vigtig, både fordi den nye viden om magneter og magnet-systemer giver os nye teknologiske muligheder på både kort og langt sigt, men også fordi vi får en større forståelse af magnetismefænomenet, som har fascineret mennesker, siden man fandt de første magnetiske sten for flere årtusinder siden.



En prøve ved stuetemperatur, hvor de små magneter, som man kan forestille sig prøven består af, peger i tilfældige retninger

Når en magnet retter de små magneter ind, stiger ordenen i prøven. For at bevare den samlede orden i prøven (entropien) stiger prøvens temperatur.