

Handboek Ferriet

Ontstaan, materiaal, eigenschappen en toepassingen van ferriet en ferrietmagneten – het complete Nederlandstalige naslagwerk.

Handboek Ferriet als PDF

Wil je het handboek offline lezen, delen met collega's of gebruiken als lesmateriaal in de klas? Download hier de PDF-versie zodra deze beschikbaar is.

[Download PDF](#)

Ferrietmagneten zijn de “klassieke” permanente magneten die al decennialang in grote aantallen worden gebruikt. Ze worden ook wel keramische magneten genoemd en bestaan grotendeels uit ijzeroxide, gecombineerd met elementen zoals barium of strontium. In luidsprekers, motoren, magnetrons, transformatoren, magneetklemmen en magneetborden kom je ferriet voortdurend tegen – vaak zonder dat je het beseft.

In vergelijking met neodymiummagneten zijn ferrietmagneten minder compact en minder krachtig per volume-eenheid, maar ze hebben andere belangrijke voordelen: ze zijn relatief goedkoop, goed beschikbaar, temperatuurbestendig, niet gevoelig voor roest en elektrisch slecht geleidend. Daardoor zijn ze bij uitstek geschikt voor toepassingen waarin betrouwbaarheid, kostprijs en robuustheid belangrijker zijn dan maximale kracht in een heel klein formaat.

Dit handboek neemt je stap voor stap mee door de wereld van ferriet. Je ontdekt hoe ferrietmaterialen zijn ontstaan, hoe keramische magneten worden geproduceerd, welke magnetische eigenschappen ferriet zo bruikbaar maken en waarom ferriet ook in moderne elektronica en energietechniek nog altijd onmisbaar is. We kijken naar harde ferrieten (permanente magneten) én zachte ferrieten (voor spoelen en transformatoren), en we leggen uit hoe deze materialen helpen om energieverlies, storingen en oververhitting te beperken.

Net als het [Handboek Neodymium](#) is dit handboek opgezet als lespakket én naslagwerk. Het is geschikt voor leerlingen, studenten, docenten, technici, makers en iedereen die met magneten en elektronica werkt. Na bestudering begrijp je niet alleen wat ferrietmagneten zijn, maar kun je ook beter kiezen welk materiaal geschikt is voor jouw toepassing: ferriet, neodymium, of een ander magneettype.

Ferriet is misschien minder spectaculair dan neodymium in kracht per kubieke millimeter, maar het vormt de stille ruggengraat van een enorme hoeveelheid techniek. Dit handboek laat zien waarom.

1. Inleiding: wat is ferriet en waarom speelt het zo'n grote rol?

Ferriet is een verzamelnaam voor een groep keramische, ijzeroxide-rijke materialen met magnetische eigenschappen. In de praktijk bedoelen we met “ferrietmagneten” meestal **harde ferrieten**: permanente magneten op basis van bariumferriet of strontiumferriet. Daarnaast bestaan er **zachte ferrieten**, die niet permanent magnetisch zijn maar juist bedoeld zijn om wisselende magnetische velden te geleiden en verliezen te beperken, zoals in transformatoren en spoelen.

De meeste ferrietmagneten die je in de praktijk ziet, zijn donkergrijs tot zwart, hebben een keramische, licht poreuze structuur en zijn relatief hard maar bros. Ze voelen totaal anders aan dan glanzende neodymiummagneten. Toch zijn het volwaardige permanente magneten: eenmaal gemagnetiseerd behouden ze hun magnetisme jarenlang, zelfs in omgevingen waarin metalen (staal) zouden roesten of neodymiummagneten gevoelig zijn voor corrosie.

De kracht van ferriet ligt niet in extreme trekkracht per millimeter, maar in de combinatie van eigenschappen: goedkoop, massaal produceerbaar, temperatuurstabiel, elektrisch isolerend, corrosiebestendig en redelijk sterk. Daardoor zijn ferrietmagneten voor veel toepassingen nog steeds de logische keuze, zeker waar ruimte geen groot probleem is en de omgeving minder kritisch is dan in hightech motoren of medische apparatuur.

In luidsprekers, relais, elektromotoren, meettransformatoren, inductiespoelen, magneetborden, koelkastmagneten en eenvoudige magneetsluitingen speelt ferriet een bepalende rol. Voor veel ontwerpers is ferriet het eerste materiaal waar ze naar kijken wanneer ze een robuuste, betaalbare magneet nodig hebben.

Dit handboek laat zien hoe breed ferriet wordt toegepast en waarom het, ondanks de opkomst van neodymium, nog lang niet verdwenen is. Je leert de basisbegrippen, ziet hoe ferriet wordt gemaakt en ontdekt waar ferriet en neodymium elkaar aanvullen in plaats van vervangen.

Wist je dat?

De klassieke donkere magneet in een luidspreker is vaak een ferrietmagneet. Pas bij compacte, lichtgewicht of zeer krachtige audio-oplossingen wordt vaker neodymium ingezet.

Opdracht voor leerlingen: ferriet herkennen in het dagelijks leven

Zoek thuis, op school of in een werkplaats naar apparaten met een donkere, keramische magneet (bijvoorbeeld in een oude luidspreker, motor of magneethouder). Noteer per voorbeeld:

- wélk apparaat het is en waar de magneet zich ongeveer bevindt,
- waarom je denkt dat het een ferrietmagneet is (kleur, vorm, toepassing),
- of een neodymiummagneet in deze toepassing nodig of zinvol zou zijn – en waarom wel/niet.

Tip voor docenten: Gebruik oude luidsprekers of motoren als demonstratiemateriaal. Laat leerlingen het verschil zien tussen een keramische ferrietmagneet en een glanzende neodymiummagneet en bespreek de voor- en nadelen van beide.

Bronnen en verder lezen bij hoofdstuk 1

1. Inleidende teksten over ferriet en keramische magneten in standaard leerboeken magnetisme en materiaalkunde.
2. Overzicht van magneettypen (ferriet, neodymium, AlNiCo, samarium-kobalt) in technische documentatie van magneetproducenten.

Verder lezen op MagneetjesWinkel.nl

Een algemeen overzicht van verschillende magneetmaterialen vind je in het kennisbankartikel [soorten magneten](#). Daar wordt ferriet vergeleken met andere magneettypen.

2. Ontdekking en geschiedenis van ferrietmaterialen

Het begrip “ferriet” komt van het Latijnse *ferrum*, dat ijzer betekent. IJzeroxiden met magnetische eigenschappen zijn al duizenden jaren bekend: natuurlijke magnetiet (Fe_3O_4) werd in de oudheid al gebruikt als kompassteen. Toch duurde het tot de 20e eeuw voordat de moderne ferrietmaterialen – zoals we die nu kennen in keramische magneten en spoelkernen – systematisch werden ontwikkeld.

In de eerste helft van de 20e eeuw nam de vraag naar materialen voor hoogfrequente elektronica sterk toe. De komst van radio, telefoonnetwerken en later televisie vroeg om spoelen en transformatoren die bij hogere frequenties efficiënt konden werken zonder enorme verliezen. Traditioneel werden hiervoor metalen kernen gebruikt, maar die hadden bij hoge frequenties last van wervelstroomverliezen. Er was behoefte aan een materiaal dat wél magnetisch geleidend, maar elektrisch slecht geleidend was.

Onderzoekers ontdekten dat bepaalde mengsels van ijzeroxide met andere metaaloxiden – onder meer barium en strontium – keramische materialen opleverden met precies die eigenschappen: ferro- of ferrimagnetisch gedrag gecombineerd met hoge elektrische weerstand. Zo ontstonden de eerste zachte ferrieten voor spoelen en transformatoren, die vooral in de radio-industrie snel populair werden.

Vanaf de jaren vijftig en zestig werden deze materialen verder geoptimaliseerd en ontstonden ook **harde ferrieten**: keramische materialen met een hoge coerciviteit, geschikt als permanente magneet. Bariumferriet en later strontiumferriet bleken bijzonder geschikt. Deze keramische magneten waren goedkoper dan veel alternatieven, roestten niet en konden in grote aantallen worden geproduceerd. Ze veroverden snel een plek in luidsprekers, elektromotoren, magnetrons, magneetklemmen en eenvoudige magneetsluitingen.

In de jaren tachtig kwamen neodymiummagneten op, die ferriet qua kracht per volume ver achter zich lieten. Dat betekende echter niet dat ferriet overbodig werd. Integendeel: ferriet bleef (en blijft) extreem belangrijk in toepassingen waar kosten, robuustheid, beschikbaarheid en temperatuurstabiliteit zwaarder wegen dan maximale kracht. Daarnaast bleven zachte ferrieten dé standaard voor hoogfrequente kernen in voedingen, laders en netfilters.

De geschiedenis van ferriet laat mooi zien hoe materiaalontwikkeling vaak in stappen gaat: van eenvoudige natuurlijke magnetiet, via keramische ferrieten, naar complexe zeldzame-aardmagneetmaterialen. Elk nieuw materiaal vult een niche, maar verdringt de voorganger niet volledig. Ferriet en neodymium bestaan daarom naast elkaar, elk met een eigen rol in moderne techniek.

Wist je dat?

In de begintijd van radio waren transformatoren vaak groot, zwaar en luidruchtig. De introductie van ferrietkernen maakte compactere, stillere en efficiëntere radio's mogelijk – een stille revolutie in de elektronica.

Opdracht: tijdlijn van ferrietmaterialen

Maak een tijdlijn van de ontwikkeling van ferriet, en verwerk daarin ook andere magneetmaterialen. Neem in elk geval:

- de historische toepassing van natuurlijke magnetiet,
- de ontwikkeling van zachte ferrieten voor radio en telecom,
- de introductie van harde ferrietmagneten als permanente magneten,
- de opkomst van neodymiummagneten en hoe die naast ferriet zijn komen te staan.

Uitbreiding: Voeg per stap één voorbeeldtoepassing toe (bijv. radio, luidspreker, motor, magnetron) en beschrijf in één zin waarom ferriet juist daar geschikt was.

Bronnen en verder lezen bij hoofdstuk 2

1. Historische overzichten van ferriet en keramische materialen in leerboeken over elektronicageschiedenis.
2. Publicaties van vroege ferrietontwikkelaars en elektronica-producenten.

3. Ferriet als materiaal: chemische samenstelling en kristalstructuur

Ferrietmaterialen zijn in de basis **ijzeroxiden** die gecombineerd zijn met andere metaaloxiden. Het bekendste voorbeeld is de zogenaamde M-type hexagonale ferriet, met een algemene formule zoals $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ (strontiumferriet) of $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ (bariumferriet). Dit zijn de materialen waaruit de meeste harde ferrietmagneten worden gemaakt.

Op atomair niveau zijn ferrieten **ferrimagnetisch**: een vorm van magnetisme die lijkt op ferromagnetisme, maar waarbij verschillende subroosters in de kristalstructuur met elkaar in oppositie staan. De magnetische momenten heffen elkaar niet volledig op, waardoor er netto een magnetisch moment overblijft. Deze interne ordening bepaalt mede hoe sterk het materiaal als magneet kan functioneren.

Voor zachte ferrieten – gebruikt in transformatoren, spoelen en storingsonderdrukkers – worden vaak mangaan-zink (MnZn) en nikkel-zink (NiZn) ferrieten gebruikt. Deze hebben een spinelstructuur en zijn gericht op lage magnetische verliezen bij wisselvelden, niet op permanente magnetisering. NiZn presteert beter bij zeer hoge frequenties (typisch boven ~1 MHz), terwijl MnZn vooral wordt gebruikt bij lagere tot middenfrequenties.

Wat alle ferrietmaterialen gemeen hebben, is een combinatie van eigenschappen die hen uniek maakt:

- een relatief hoge magnetische permeabiliteit (het materiaal geleidt magnetische flux goed),
- een hoge elektrische weerstand (waardoor wervelstroomverliezen klein zijn),
- een keramische, broze structuur (hard maar niet ductiel),

- een grote stabiliteit tegen roest en chemische aantasting in normale omgevingen.

Een breder overzicht van de meest gebruikte magneetmaterialen vind je in het kennisbankartikel [soorten magneten](#), waar ferriet wordt vergeleken met onder meer neodymium, AlNiCo en samarium-kobalt.

Voor harde ferrietmagneten is vooral de **hoge coerciviteit** belangrijk: het kost relatief veel tegenwerkend magnetisch veld om de magneet te demagnetiseren. Daardoor blijft de magneet stabiel in veel gebruiksomstandigheden. De remanentie en energiedichtheid van ferriet zijn lager dan die van neodymium, maar de combinatie met vormvrijheid en kosten maakt het materiaal zeer aantrekkelijk.

Omdat ferriet keramisch is, kan het in allerlei vormen worden geperst en gesinterd: ringen, blokken, hoefijzers, segmenten, u-kernen, E-kernen, potkernen en meer. Dat verklaart waarom je ferriet niet alleen als magneet, maar ook als kernmateriaal in spoelen en transformatoren in heel veel verschillende vormen tegenkomt.

Wist je dat?

In tegenstelling tot metalen magneetmaterialen geleidt ferriet bijna geen elektrische stroom. Daardoor kun je ferrietkernen in hoogfrequente voedingen gebruiken zonder dat ze heet worden van wervelstromen.

Opdracht: eigenschappen van ferriet in eigen woorden

Beschrijf in vijf tot acht zinnen wat ferriet als materiaal bijzonder maakt. Gebruik in elk geval de begrippen:

- ijzeroxide,
- keramisch,
- ferrimagnetisch,
- hoge elektrische weerstand,
- coerciviteit (voor harde ferriet).

Tip voor docenten: Laat leerlingen een vergelijkingstabel maken tussen ferriet, staal en neodymium, en daarin per materiaal de belangrijkste eigenschappen en typische toepassingen noteren.

Bronnen en verder lezen bij hoofdstuk 3

1. Leerboeken materiaalkunde over ferrimagnetische materialen en spinel-/hexagonale structuren.
2. Datasheets van ferrietmaterialen (MnZn, NiZn, harde ferriet) van kern- en magneetproducenten.

4. Grondstoffen en productie van ferrietpoeder

De basis van ferrietmaterialen ligt bij relatief goed beschikbare grondstoffen. In tegenstelling tot neodymium gaat het niet om zeldzame aardmetalen, maar om ijzer en elementen zoals barium en strontium, die op veel plaatsen in de wereld worden gewonnen. Dat maakt ferriet tot een minder kritisch materiaal in termen van geopolitiek en levert een stabielere aanvoerketen op.

Als grondstof voor ferrietmagneten worden meestal gebruikt:

- **ijzeroxide** (bijvoorbeeld Fe_2O_3),
- **bariumcarbonaat** (BaCO_3) of **strontiumcarbonaat** (SrCO_3),
- eventueel kleine hoeveelheden andere metaaloxiden om eigenschappen te finetunen.

De productie van ferrietpoeder begint met het nauwkeurig afwegen en mengen van deze grondstoffen. Het mengsel wordt vervolgens verhit in een oven, zodat de componenten reageren tot een nieuwe fase: barium- of strontiumferriet. Dit proces wordt vaak een

calcineringsstap genoemd. Na deze warmtebehandeling ontstaat een keramisch materiaal dat nog verder gemalen wordt tot een fijn poeder.

De deeltjesgrootte en -verdeling van het poeder zijn belangrijk voor de latere magneiteigenschappen. Bij harde ferrietmagneten wil men graag kleine, uniforme deeltjes die zich goed laten uitlijnen tijdens het persen. Bij zachte ferrieten voor kernen ligt de focus juist op verliezen bij wisselvelden, en worden andere optimalisaties toegepast.

De grondstoffen voor ferriet zijn niet vrij van milieubelasting, maar de schaal en complexiteit van de winning zijn minder problematisch dan bij zeldzame aardmetalen. Het blijven wel zware industrieprocessen die energie, hoge temperaturen en zorgvuldig beheer van emissies en reststromen vragen.

Omdat de chemie eenvoudiger is en de grondstoffen goedkoper zijn dan bij neodymiummagneten, kunnen ferrietmagneten tegen relatief lage kosten in grote aantallen worden geproduceerd. Dat verklaart waarom ferrietmagneten in veel meer “bulktoepassingen” worden gebruikt dan zeldzame-aardmagneten.

Wist je dat?

Hoewel ferriet minder “kritiek” is dan neodymium, werken producenten toch aan efficiëntere processen – onder andere vanwege energieverbruik en CO₂-uitstoot bij het calcineringsproces.

Opdracht: van grondstof naar ferrietpoeder

Maak een schematisch stappenplan van de weg van grondstof naar ferrietpoeder. Verwerk daarin:

- de keuze van de grondstoffen (ijzeroxide, barium- of strontiumcarbonaat),
- het mengen en verhitten (calcineringsstap),
- het malen tot fijn poeder,
- de controle van de deeltjesgrootte en -verdeling.

Tip voor docenten: Laat leerlingen hun schema presenteren en leg de link met de productie van andere keramische materialen, zoals porselein of tegels. Zo wordt duidelijk dat ferrietmagneten in zekere zin “technische keramiek” zijn.

Bronnen en verder lezen bij hoofdstuk 4

1. Technische documentatie van ferrietproducenten over grondstoffen en poederbereiding.
2. Leerboeken keramische technologie en poedermetallurgie.

5. Van poeder tot harde ferrietmagneet (keramische permanente magneet)

Net als bij andere poedergebaseerde materialen doorloopt ferriet een aantal vaste stappen op weg naar een eindproduct: vormgeven, persen, sinteren en, waar nodig, nabewerking. Bij harde ferrietmagneten draait het daarbij om twee doelen: een stabiel keramisch lichaam én goede magnetische eigenschappen.

Na de productie van het ferrietpoeder wordt dit poeder gemengd met een kleine hoeveelheid bindmiddel. Dat bindmiddel helpt om het poeder tijdens het persen bij elkaar te houden. Vervolgens wordt het poeder in een matrix gebracht en onder hoge druk geperst tot een “groen lichaam”: een nog niet gesinterd, relatief broos en poreus onderdeel in de gewenste vorm. Dit kan een ring, blok, segment of speciale vorm zijn.

Bij **georiënteerde ferrietmagneten** wordt tijdens het persen een extern magnetisch veld aangelegd. Daardoor richten de kleine kristaldeeltjes zich grotendeels in dezelfde voorkeursrichting. Dit vergroot de remanentie en de algehele magneetkracht in die richting. Bij

isotrope ferrietmagneten gebeurt dit niet; de deeltjes liggen dan willekeurig. Isotrope magneten zijn iets zwakker, maar kunnen in meerdere richtingen worden gemagnetiseerd.

Na het persen volgt het **sinterproces**. De geperste onderdelen worden in een oven verhit tot een temperatuur waarbij de deeltjes aan elkaar gaan “groeien” zonder te smelten. Het onderdeel krimpt, wordt dichter en krijgt zijn uiteindelijke mechanische eigenschappen. De porositeit neemt af, maar blijft hoger dan bij metalen magneten: ferriet blijft een keramisch, enigszins poreus materiaal.

Na het sinteren kunnen de onderdelen eventueel worden **nabewerkt**. Omdat ferriet hard en bros is, gebeurt dit meestal door slijpen met diamantschijven in plaats van boren of frezen. Veel ferrietmagneten komen direct uit de matrijs in hun eindvorm, om nabewerking te beperken.

De laatste stap is het **magnetiseren**. Net als bij andere permanente magneten gebeurt dit in een zeer sterk extern veld, waarbij de interne domeinen in de gewenste richting worden uitgelijnd. Pas dan wordt een ogenschijnlijk “dof keramisch ringetje” een volwaardige magneet.

Het resultaat is een mechanisch harde, corrosiebestendige magneet met een redelijke energiedichtheid, geschikt voor luidsprekers, motoren, houders, magneetsluitingen en meer.

Wist je dat?

Omdat ferriet zo bros is, kan een vallende ferrietmagneet eerder breken dan een neodymiummagneet met een goede coating – ook al roest ferriet veel minder snel.

Opdracht: processtappen visualiseren

Teken een schema van het productieproces van een harde ferrietmagneet. Verwerk daarin ten minste:

- poedermengsel en bindmiddel,
- persen met of zonder extern veld,
- sinteren,
- eventuele nabewerking,
- magnetiseren.

Tip voor docenten: Laat leerlingen het schema vergelijken met het schema uit het neodymiumhandboek. Welke stappen zijn vergelijkbaar, en waar verschillen de processen duidelijk?

Bronnen en verder lezen bij hoofdstuk 5

1. Productieprocessen voor harde ferrietmagneten in technische brochures van magneetproducenten.
2. Algemene literatuur over sintertechnologie en poedermetallurgie.

6. Zachte ferrieten voor spoelen, transformatoren en EMC

Naast harde ferrietmagneten bestaat een grote familie van **zachte ferrieten**. Dit zijn materialen die wél sterk magnetisch reageren op een extern veld, maar niet bedoeld zijn als permanente magneet. Ze verliezen hun magnetisatie grotendeels zodra het veld verdwijnt. Juist dat maakt ze ideaal als kernmateriaal in spoelen, transformatoren, smoorspoelen en EMC-componenten.

Zachte ferrieten zijn vaak gebaseerd op **MnZn**- (mangaan-zink) of **NiZn**- (nikkel-zink) samenstellingen. Ze worden op een vergelijkbare manier geproduceerd als harde ferrieten, maar de exacte samenstelling en microstructuur zijn geoptimaliseerd voor lage verliezen bij wisselende magnetische velden. Belangrijke parameters zijn de initiële permeabiliteit, de kernverliezen en het bruikbare frequentiebereik.

In **laagfrequente voedingen** (bijvoorbeeld nettransformatoren) worden MnZn-ferrieten veel gebruikt. Bij hogere frequenties, zoals in schakelende voedingen en datalijnen, zijn NiZn-ferrieten gangbaar omdat die minder verliezen hebben bij hoge frequenties. NiZn presteert goed bij zeer hoge frequenties (typisch boven ~1 MHz), waar MnZn minder efficiënt is. De hoge elektrische weerstand van ferriet voorkomt dat er sterke wervelstromen ontstaan, waardoor de verliezen en opwarming beperkt blijven.

Ook in **EMC-toepassingen** (ElectroMagnetic Compatibility) spelen zachte ferrieten een grote rol. Ferrietkralen, klemferrieten en ferrietbuisjes om kabels heen helpen om ongewenste hoogfrequente ruis te dempen. Ze werken als een soort frequentie-afhankelijke weerstand voor storingsstromen, zonder de gewenste signaaloverdracht (laagfrequent of gelijkstroom) te blokkeren.

Hoewel deze zachte ferrieten geen permanente magneten zijn, horen ze inhoudelijk thuis in een handboek over ferriet: ze laten zien hoe hetzelfde basismateriaal aangepast kan worden voor heel andere functies in elektronica en energietechniek.

Wist je dat?

De “dikker wordende kabel” bij sommige laptopladers of HDMI-kabels is vaak een ferrietkern. Die kern helpt om storingen te verminderen en de apparatuur te beschermen.

Opdracht: zachte en harde ferriet vergelijken

Maak een tabel waarin je harde en zachte ferrieten vergelijkt. Neem in elk geval op:

- belangrijkste toepassing (permanente magneet vs. kern),
- gewenste eigenschap (hoge coerciviteit vs. lage verliezen),
- typische vorm (ring, blok, kern, klem),
- voorbeeldtoepassing (luidspreker, smoorspoel, EMC-klem, transformator).

Uitbreiding: Bedenk een apparaat waarin zowel harde als zachte ferrieten voorkomen en beschrijf welke rol elk type daar speelt.

Bronnen en verder lezen bij hoofdstuk 6

1. Datasheets van MnZn- en NiZn-ferrieten van kernfabrikanten.
2. EMC-handboeken waarin ferrietkralen en kabelkernen worden besproken.

7. Magnetische eigenschappen van ferrietmagneten

Om ferrietmagneten goed te kunnen inzetten, is het belangrijk hun magnetische eigenschappen te begrijpen. Veel begrippen lijken op die uit het neodymiumhandboek, maar de getallen en verhoudingen verschillen. Ferriet is minder krachtig per volume, maar scoort beter op kosten, stabiliteit en temperatuurgedrag.

Remanentie (Br) beschrijft de magnetische fluxdichtheid in de magneet na volledige magnetisatie en het wegnemen van het externe veld. Voor harde ferriet ligt de remanentie typisch rond 0,3–0,4 T, terwijl neodymiummagneten ruim boven 1 T kunnen uitkomen. In de praktijk betekent dit dat een ferrietmagneet groter moet zijn om dezelfde trekkracht te leveren.

Coerciviteit (Hc) geeft aan hoe goed de magneet bestand is tegen demagnetiserende invloeden. Harde ferrieten hebben een relatief hoge coerciviteit, voldoende voor veel toepassingen in motoren en luidsprekers. De waarde ligt lager dan die van hoogkwalitatieve NdFeB, maar is ruim voldoende voor alledaagse toepassingen en veel industriële systemen.

BHmax, de maximale energiedichtheid, is voor ferriet aanzienlijk lager dan voor neodymium. Typische waarden voor harde ferriet liggen rond 3–5 MGOe, waar NdFeB tot boven 40–50 MGOe kan halen. Dit verklaart het verschil in kracht per volume. Toch is een BHmax van 3–5 MGOe voor veel toepassingen ruimschoots voldoende, zeker als er genoeg ruimte is voor een grotere magneet.

Ferrietmagneten worden vaak gespecificeerd in kwaliteitscodes (bijvoorbeeld Y30, C8 of andere aanduidingen), die iets zeggen over de energiedichtheid en magneetcurve. Deze coderingen verschillen per producent, maar in technische datasheets wordt meestal een B-H-curve getoond waaruit remanentie, coerciviteit en BHmax af te leiden zijn.

Voor praktische toepassingen – vooral in de consumentensfeer – is de **houdkracht in kilo's** op een vlakke staalplaat opnieuw de meest tastbare waarde. Omdat ferrietmagneten minder krachtig zijn, zie je ze bij houdmagneten vaak in grotere diameters of met een stalen kap (potmagneetconstructie) om het veld te concentreren.

Wil je houdkrachten beter kunnen inschatten of vergelijken, dan gaat het artikel [hoe sterk moet een magneet zijn?](#) dieper in op het omrekenen van specificaties naar houdkracht in de praktijk.

Voor een praktische uitleg over hoe de richting van het magnetisch veld in een magneet is vastgelegd, kun je daarnaast het artikel [magnetiseringsrichting: waar liggen de polen?](#) raadplegen.

Wist je dat?

Een ferrietmagneet kan in volume vele malen groter zijn dan een neodymiummagneet met dezelfde houdkracht, maar soms is dat geen probleem of zelfs een voordeel – bijvoorbeeld als de magneet ook als handgreep dient.

Opdracht: ferriet in cijfers

Zoek in een datasheet van een harde ferrietmagneet en van een neodymiummagneet de waarden voor Br, Hc en BHmax op. Beantwoord vervolgens:

- Hoeveel keer lager is BHmax voor ferriet dan voor neodymium in jouw voorbeelden?
- Wat betekent dat in de praktijk voor de afmetingen van een magneet met dezelfde taak?
- Waarom kan ferriet toch de beste keuze zijn, ondanks een lagere BHmax?

Bronnen en verder lezen bij hoofdstuk 7

1. B-H-curves en datasheets van harde ferrietmagneten.
2. Vergelijkende tabellen van magneetmaterialen in standaard magnetismereferenties.

8. Temperatuurgedrag, corrosiebestendigheid en mechanische eigenschappen

Ferrietmagneten staan bekend om hun goede gedrag bij hoge temperaturen. Harde ferrieten kunnen doorgaans probleemloos functioneren tot ongeveer **150–250 °C**, afhankelijk van materiaalvariant en toepassing. Dat is hoger dan voor standaard neodymiummagneten, waar de maximale bedrijfstemperatuur meestal tussen 60 en 120 °C ligt tenzij speciale legeringen worden gebruikt.

De Curietemperatuur – het punt waarop een magneet zijn magnetische eigenschappen verliest – ligt voor ferriet veel hoger dan voor neodymium. Dit maakt ferriet geschikt voor toepassingen in warme omgevingen, zoals motoren, inductiecomponenten en bepaalde industriële processen.

Een ander belangrijk voordeel is dat ferriet **niet roest**. Omdat het een oxide-keramiek is, is het van nature bestand tegen corrosie. Waar neodymiummagneten een coating nodig hebben om te beschermen tegen roest, kan ferriet in veel toepassingen ongecoat worden gebruikt. In zeer agressieve chemicaliën of zoute omstandigheden kan nog steeds aantasting optreden, maar voor normaal gebruik is ferriet extreem stabiel.

Mechanisch gezien is ferriet een hard maar **bros** materiaal. Het gedraagt zich meer als keramiek dan als metaal: het kan goed tegen druk, maar slecht tegen buiging, impact of puntbelasting. Als een ferrietmagneet valt op een harde vloer, kan deze eerder barsten of afbreken dan vervormen. Dit vraagt om iets meer voorzichtigheid bij hanteren en monteren.

Door hun temperatuurstabiliteit en corrosiebestendigheid worden ferrietmagneten veel gebruikt in omgevingstoepassingen waar metalen magneten zouden roesten of verzwakken en waar kunststofmagneten tekortschieten.

Wist je dat?

Ferriet houdt zijn magnetische kracht beter vast dan neodymium in zeer warme omgevingen. Voor motoren en sensoren met hoge bedrijfstemperaturen is ferriet daarom vaak de eerste keuze.

Opdracht: ferriet in extreme omstandigheden

Beschrijf in een korte tekst (5–8 zinnen) waarom ferriet geschikt is voor warme, vochtige of buitenomgevingen. Vergelijk daarbij met de eigenschappen van neodymiummagneten. Gebruik hierbij termen als:

- Curietemperatuur,
- corrosiebestendigheid,
- mechanische brosheid,
- bedrijfstemperatuur.

Bronnen bij hoofdstuk 8

1. Temperatuurgedrag in ferrietdatasheets en magnetismehandboeken.
2. Corrosiebestendigheid van keramische materialen in materiaalkundige documentatie.

9. Veiligheid, breukrisico en praktisch omgaan met ferriet

Hoewel ferrietmagneten minder krachtig zijn dan neodymiummagneten, kunnen ze toch gevaar opleveren bij onjuist gebruik. De meeste veiligheidsrisico's hebben te maken met hun keramische aard en de kracht waarmee magneten elkaar kunnen aantrekken.

Brosheid: Ferriet is gevoelig voor breuk bij impact. Een vallende ferrietmagneet kan barsten of afspringen. Draag bij voorkeur een veiligheidsbril wanneer je grote ferrietmagneten monteert of losmaakt.

Klemgevaar: Grote ferrietmagneten kunnen nog steeds een scherpe knel- of klemming veroorzaken. Houd vingers uit de buurt wanneer twee magneten elkaar kunnen aantrekken.

Stof: Bij slijpen of schuren van ferriet kan fijn stof vrijkomen. Dit moet altijd met afzuiging of waterkoeling gebeuren, want keramisch stof is schadelijk om in te ademen.

Elektronische storingen: Ferriet is minder problematisch dan sterke NdFeB-magneten, maar elk permanent magnetisch veld kan invloed hebben op gevoelige elektronica of magnetische opslag. Houd ferrietmagneten daarom uit de buurt van oude harde schijven, bankpassen met magneetstrip en meetapparatuur.

Veilig omgaan met ferriet betekent vooral: beschermen tegen vallen, correct monteren, en bij grote magneten rekening houden met de trekkracht.

Wist je dat?

Omdat ferriet donkergrijs en dof is, lijkt het soms “ongevaarlijker” dan metaalglanzende neodymiummagneten – maar vooral grote ferrietringen kunnen verrassend krachtig zijn.

Opdracht: veiligheidskaart ferriet

Maak een poster of veiligheidskaart met daarop:

- de belangrijkste risico's van ferriet,
- drie duidelijke do's en drie don'ts,
- een eenvoudige uitleg waarom ferriet breekbaar is.

Bronnen bij hoofdstuk 9

1. Veiligheidsrichtlijnen van magneetproducenten.
2. Materiaalkundige bronnen over keramische breukmechanica.

10. Toepassingen in elektronica en vermogenselektronica

Ferriet speelt een hoofdrol in moderne elektronica, vooral omdat het materiaal zowel magnetisch goed geleidt als elektrisch isolerend is. Daardoor ontstaan er nauwelijks wervelstroomverliezen, wat cruciaal is bij hoge frequenties.

Transformatoren: In schakelende voedingen (SMPS-systemen) worden ferrietkernen gebruikt voor primaire en secundaire spoelen. Bij hoge schakelfrequenties – vaak tussen 20 kHz en 1 MHz – zou een metalen kern te veel warmte produceren. Ferriet maakt compacte, efficiënte voedingen mogelijk.

Smooerspoele: Ferrietkernen in inductors helpen om stroom te filteren, energie op te slaan en piekspanningen af te vlakken. MnZn wordt vaak gebruikt voor lage frequenties, NiZn bij hogere frequenties.

Koppelsmoerspoele: Voor gelijkstroomtoepassingen helpen ferrietkernen om longitudinale storingen te onderdrukken.

Netfilters en EMI-onderdrukking: Ferrietkralen, -ringen en -klemmen worden toegepast om hoge frequenties op kabels te verzwakken. Deze componenten spelen een grote rol in storingsvrije elektronica, van laptops tot medische apparaten.

Ontkoppeling en bescherming: Ferrietkernen kunnen piekstromen dempen en helpen voorkomen dat schakelingen elkaar beïnvloeden.

In vrijwel alle moderne elektronica – telefoons, computers, voedingen, routers, zonnepanelen, elektrische auto's – zijn ferrietcomponenten aanwezig. Zachte ferrieten vormen daarmee een stille maar essentiële schakel in betrouwbare en efficiënte techniek.

Wist je dat?

De kleine zwarte cilinders die je soms om kabels ziet geklemd, zijn ferrietklemmen die hoogfrequente ruis dempen.

Opdracht: ferriet in jouw apparatuur

Bekijk vijf apparaten thuis of op school (bijv. lader, laptop, router, spelcomputer, televisie). Zoek of er ferrietcomponenten aanwezig zijn – vooral bij de kabels of voedingen. Maak per apparaat een korte notitie:

- Waar zit de ferriet?
- Welk type lijkt het te zijn (kern, kraal, klem)?
- Waarom is ferriet hier nuttig?

Bronnen bij hoofdstuk 10

1. EMC- en power electronics-handboeken.
2. Datasheets van SMPS-transformatorfabrikanten.

11. Ferriet in audio en luidsprekers

Luidsprekers zijn een van de bekendste toepassingen van ferrietmagneten. De meeste traditionele speakers – van radio's tot gitaarversterkers – gebruiken een ferrietmagneet om de spreekspoel aan te drijven. In deze context komt de combinatie van ferrieteigenschappen goed tot zijn recht: stabiele prestaties, lage kosten en voldoende kracht wanneer de magneet groot genoeg is.

Een luidspreker bestaat uit een spreekspoel die zich in een smalle luchtspleet bevindt tussen magnetische delen. Wanneer er stroom door de spoel loopt, ontstaat er een magnetisch veld dat aantrekt of afstoot afhankelijk van de richting van de muziekstroom. Het permanente veld van de ferrietmagneet bepaalt hoe krachtig de spoel kan bewegen en hoe goed de luidspreker lage tonen kan produceren.

Voor huishoudelijke speakers, studiomonitors en veel professionele toepassingen is ferriet nog steeds de standaard. Neodymium wordt vooral gebruikt waar gewicht en formaat kritisch zijn – zoals in portable luidsprekers, in-ear monitors of luxe headsets. Ferriet biedt een robuuste en betaalbare oplossing in de meeste situaties.

Wist je dat?

Veel muzikanten geven nog steeds de voorkeur aan ferrietluidsprekers, omdat ze een bepaalde “klassieke” klankarakteristiek hebben die bij neodymium soms ontbreekt.

Opdracht: ferriet vs. neodymium in speakers

Luister naar twee luidsprekersets – één met ferriet, één met neodymium – en noteer:

- verschil in gewicht,
- verschil in laagweergave,
- eventuele klankverschillen,
- de voor- en nadelen van beide systemen.

Bronnen bij hoofdstuk 11

1. Documentatie van luidsprekerfabrikanten.
2. Basisprincipes van elektromagnetische aandrijving in audioapparatuur.

12. Motoren, sensoren en auto-industrie

Ferrietmagneten spelen een belangrijke rol in elektromotoren voor huishoudelijke apparaten en industriële toepassingen. Veel motoren in ventilatoren, stofzuigers, boormachines, pompen en compressoren werken met ferriet als permanente magneet. De kracht per volume is lager dan bij neodymium, maar de hogere temperatuurstabiliteit en lage kosten maken ferriet tot een betrouwbare keuze.

Sensoren: Ferriet wordt gebruikt in magnetische encoders, Hall-sensoren en toerentalsensoren. De vormvrijheid van ferriet maakt het mogelijk om specifieke geometrieën te persen die geschikt zijn voor meettechniek.

Automotive: In auto's komt ferriet voor in:

- wisselmotoren,

- ventilatoren en pompen,
- sensoren,
- alternatorcomponenten,
- ECU-afscherming en filters via zachte ferrieten.

Hoewel in elektrische voertuigen vaker neodymium wordt gebruikt vanwege de hogere energiedichtheid, blijft ferriet een belangrijke rol spelen in ondersteunende systemen waar kosten- en hittebestendigheid belangrijker zijn.

Wist je dat?

In veel moderne auto's zitten tientallen ferrietcomponenten – niet alleen magneten, maar vooral ferrietkernen voor filtering en signaalintegriteit.

Opdracht: ferriet in een auto

Kies een type auto (elektrisch, hybride of benzine) en maak een lijst van alle plaatsen waar ferriet waarschijnlijk wordt gebruikt. Denk aan motoren, sensoren, kabels, filters en elektronica.

Bronnen bij hoofdstuk 12

1. Automobieltechniek literatuur over motoren en elektrische systemen.
2. EMC-richtlijnen voor voertuigen.

13. Ferriet in energieopwekking en nettechniek

Ferriet speelt een belangrijke rol in energieopwekking, netbeheersing en vermogenselektronica. Door de hoge elektrische weerstand en goede magnetische geleiding kunnen ferrieten worden ingezet in systemen waar efficiëntie en stabiliteit cruciaal zijn.

Inductieve koppelingssystemen: Denk aan draadloze opladers, inductieve energietransfer en sensoren. Ferrietkernen helpen om magnetische velden te sturen en verliezen te beperken.

Transformatoren in zonne-energie en windenergie: In omvormers van zonnepanelen en windturbines wordt ferriet gebruikt voor hoogfrequente transformatoren en filters. Hierdoor kunnen de systemen compacter, lichter en efficiënter gebouwd worden.

Netfilters: Om storingen vanuit vermogenselektronica te verminderen, worden ferrietcomponenten gebruikt in filters op zowel wisselstroom- als gelijkstroomlijnen.

Metingen en monitoring: Ferrietkernen worden gebruikt in stroomtransformatoren voor meetdoeleinden, bijvoorbeeld om het verbruik of de netkwaliteit te bewaken.

In moderne energietechniek zorgt ferriet voor stabiliteit, lagere verliezen en betere EMC-prestaties, waardoor het materiaal onmisbaar blijft in de energietransitie.

Wist je dat?

Zonder ferriet zouden omvormers voor zonnepanelen veel groter en minder efficiënt zijn. Het materiaal maakt compacte, stille en betrouwbare omvormers mogelijk.

Opdracht: ferriet in de energietransitie

Beschrijf hoe ferriet wordt gebruikt in zonnepaneel-omvormers of windturbine-elektronica. Leg uit waarom ferriet hier geschikter is dan metalen kernmaterialen.

Bronnen bij hoofdstuk 13

1. Technische documentatie over omvormers en inductiesystemen.
2. Materiaalkundige referenties over ferriet in vermogenselektronica.

14. Ferrietkernen en storingsonderdrukking (EMI/EMC)

Ferriet speelt een sleutelrol in het verminderen van elektromagnetische storingen (EMI) en het verhogen van de elektromagnetische compatibiliteit (EMC). De hoge elektrische weerstand en de materiaaleigenschappen van zachte ferrieten maken ze ideaal voor het absorberen en dempen van ongewenste hoogfrequente signalen.

De meest voorkomende ferrietcomponenten in EMC-toepassingen zijn:

- **ferrietkralen** – kleine componenten op printplaten die hoogfrequente ruis blokkeren,
- **ferrietklemmen** (ook wel “ferrietchokes”) – ronde kernen die om een kabel worden geklemd,
- **ferrietbuisjes** – doorvoercomponenten voor kabels,
- **ringkernen** – gebruikt in netfilters en smoorspoelen.

In een kabelklem werkt ferriet door hoogfrequente pulsen te absorberen als warmte, terwijl lage frequenties of gelijkstroom gewoon doorgelaten worden. Hierdoor worden bijvoorbeeld storingen op datakabels verminderd, worden klikgeluiden in audioapparatuur onderdrukt en wordt straling van voedingen beperkt.

Omdat de verliezen van ferriet sterk frequentie-afhankelijk zijn, bestaan er klemmen en kralen voor verschillende frequentiegebieden. Het juiste type ferriet kiezen is daarom essentieel voor effectieve ruisonderdrukking.

Wist je dat?

De “dikke bobbel” in de kabel van veel laptopvoedingen is een ferrietklem die voorkomt dat de kabel als antenne fungeert.

Opdracht: ferriet op je eigen kabels

Bekijk drie kabels thuis of op school en controleer of er ferrietklemmen aanwezig zijn. Noteer:

- waarop de klem zit,
- welke soort storing waarschijnlijk wordt tegengehouden,
- waarom ferriet hiervoor geschikt is.

Bronnen bij hoofdstuk 14

1. EMC-richtlijnen voor consumenten- en industriële elektronica.
2. Datasheets van ferrietklemmen en kralen.

15. Alledaagse toepassingen

Ferriet komt je in het dagelijks leven vaker tegen dan je denkt. Veel huishoudelijke apparaten gebruiken ferrietcomponenten om efficiënt en storingsvrij te kunnen werken. Ook als permanente magneet vind je ferriet in talloze producten.

Voorbeelden van alledaagse toepassingen:

- **koelkastmagneten** – gemaakt van ferrietpoeder in kunststof; flexibel en veilig,
- **magnetische sluitingen** – in dozen, tassen en speelgoed,
- **magneetborden** – de meeste borden vereisen ferriet- of neodymiummagneten om iets op te hangen,
- **speelgoed** – eenvoudige magnetische bouwsets of knutsels,
- **motoren** – in ventilatoren, pompen, huishoudelijke apparaten,
- **audioapparatuur** – luidsprekers, koptelefoons (traditionele typen),
- **elektronica** – ferrietklemmen, kralen en kernen in voedingen en datalijnen.

Flexibele ferrieten (zoals koelkastmagneten en magneetband) bestaan uit ferrietpoeder dat gemengd is met kunststof. Deze materialen zijn **isotroop** en daardoor zwakker dan massieve ferrietmagneten, maar juist zeer geschikt voor grote oppervlakken of creatieve toepassingen.

Wist je dat?

De meeste “souvenir-magneten” van toeristische plekken zijn gemaakt van flexibel ferriet, niet van metaal.

Opdracht: ferriet in je huis

Maak een lijst van 10 voorwerpen in huis waarin ferriet voorkomt – als magneet of als kerntype in elektronica. Noteer per voorwerp waar het ferriet zich bevindt en waarom het daar wordt gebruikt.

Bronnen bij hoofdstuk 15

1. Consumentenelektronica-datasheets en service manuals.
2. Fabrikanten van flexibele ferrietproducten.

16. Ferriet vergeleken met neodymium en andere magneetmaterialen

Ferriet en neodymium zijn geen concurrenten, maar complementaire materialen. Elk materiaal scoort goed op andere eigenschappen. Ferriet is robuust, goedkoop en hittebestendig; neodymium is uitzonderlijk sterk bij kleine afmetingen.

Ferriet wint op:

- prijs en beschikbaarheid,
- temperatuurstabiliteit,
- corrosiebestendigheid,
- bestendigheid tegen chemische omgevingen,
- EMI- en EMC-prestaties bij zachte ferrieten.

Neodymium wint op:

- kracht per volume,
- geschiktheid voor miniaturtoepassingen,

- precisietoepassingen waar elke millimeter telt.

Andere magneetmaterialen zoals AlNiCo en samarium-kobalt vullen het spectrum verder aan met unieke eigenschappen, maar voor bulktoepassingen blijft ferriet de meest gebruikte magneet wereldwijd.

Wanneer kies je ferriet?

- als de magneet groot mag zijn,
- als de kosten laag moeten blijven,
- als het materiaal tegen hitte of vocht moet kunnen,
- als corrosieproblemen een risico zijn.

Wanneer kies je neodymium?

- als maximale kracht per millimeter essentieel is,
- als gewicht beperkt moet blijven,
- als het ontwerp zeer compact moet zijn.

Wist je dat?

Wereldwijd worden er jaarlijks meer ferrietmagneten geproduceerd dan neodymiummagneten – vooral omdat ze in motoren, luidsprekers, filters en voedingen op gigantische schaal worden toegepast.

Opdracht: materiaalkeuze

Kies een toepassing (bijvoorbeeld luidspreker, magnetisch kinderslot, spoel in een voeding). Bepaal welk materiaal het meest geschikt is – ferriet of neodymium – en motiveer je keuze in 5 zinnen.

Bronnen bij hoofdstuk 16

1. Overzichtstabellen van magneetmaterialen in vakliteratuur.
2. Datasheets van NdFeB, ferriet en AlNiCo.

17. Duurzaamheid, beschikbaarheid en toekomst van ferriet

Ferriet heeft een gunstig duurzaamheidsprofiel omdat het geen zeldzame aardmetalen bevat. De belangrijkste grondstoffen – ijzeroxide, barium en strontium – zijn ruim beschikbaar en minder gevoelig voor geopolitieke spanning.

Verder is de productie van ferriet relatief voorspelbaar en stabiel. Wel vraagt het sinteren veel energie en ontstaat er CO₂-uitstoot bij het calcineringsproces.

Recycling: Ferriet kan gerecycled worden, al is dit economisch minder aantrekkelijk dan bij neodymium, omdat de materiaalkosten lager zijn. Toch wordt er gewerkt aan efficiëntere recyclestromen, vooral voor ferriet in elektronica (kernen, kralen, klemmen).

Toekomstige ontwikkelingen:

- optimalisatie van sinterprocessen met lagere temperaturen,
- nieuwe ferrietsamenstellingen met betere eigenschappen voor hoge frequenties,
- hybride oplossingen waarbij ferriet en neodymium gecombineerd worden,
- verdere toepassing in duurzame energie (omvormers, sensoren, filters).

Dankzij de stabiliteit, duurzaamheid en lage kosten zal ferriet ook in de toekomst een kernrol spelen in elektronica, energie en alledaagse techniek.

Wist je dat?

Omdat ferriet geen kritieke grondstoffen bevat, wordt het wereldwijd gezien als een relatief toekomstbestendig magneetmateriaal.

Opdracht: duurzaamheid van magneten

Maak een vergelijking tussen de duurzaamheid van ferriet en neodymium. Beschrijf welke factoren het belangrijkst zijn in de levenscyclus van een magneet: winning, productie, gebruik, recycling.

Bronnen bij hoofdstuk 17

1. Rapporten over kritieke grondstoffen en materiaalbeschikbaarheid.
2. Duurzaamheidsdocumentatie van elektronica- en magneetproducenten.

18. Samenvatting en afsluiting

Ferriet is een veelzijdig, betrouwbaar en betaalbaar magneetmateriaal dat wereldwijd op enorme schaal wordt gebruikt. Van luidsprekers en elektromotoren tot omvormers, transformatoren en kabelklemmen: ferriet vormt de stille basis van veel moderne technologie.

In dit handboek heb je geleerd:

- wat ferriet is en hoe het verschilt van andere magneetmaterialen,
- hoe harde en zachte ferrieten worden geproduceerd,
- waarin ferriet uitblinkt (prijs, hittebestendigheid, corrosiebestendigheid),
- waarom ferriet in elektronica en energietechniek onmisbaar blijft,
- hoe ferriet zich verhoudt tot neodymium en wanneer je welk materiaal kiest.

Ferriet is misschien niet het sterkste magneetmateriaal, maar het is wél een van de meest betrouwbare en breed toepasbare. Hopelijk helpt dit handboek om gefundeerde keuzes te maken in techniek, onderwijs, ontwerp of hobbyprojecten.

Laatst bijgewerkt op 10 december 2025