



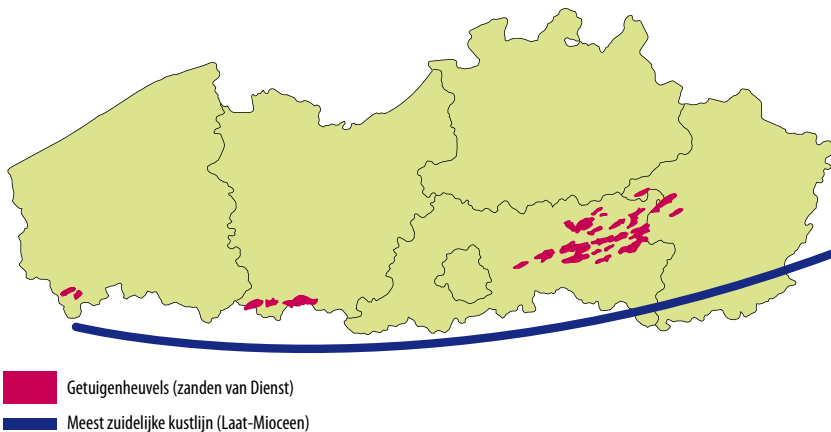
AFBEELDING 7. | Ontsluiting ijzerzandsteen Wijngaardberg bij Wezemaal.

Bouwsteen van ijzererts

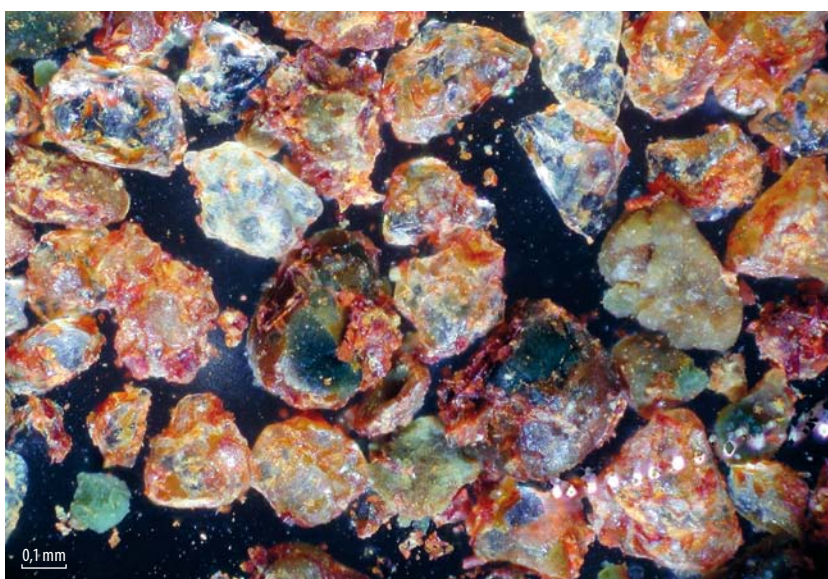
CEES LABAN
CEES.LABAN@MARINEGEOLOGICALADVICE.NL

Ijzeroer – een ijzerhoudend afzettingsgesteente – is een van de eerste producten uit de natuur die als bouwsteen is gebruikt. Het gebruik vond over het algemeen plaats in de buurt van de wingebieden, in Midden-, Oost-, en Zuid-Nederland. Samen met andere gesteenten is ijzeroer gebruikt bij de bouw van onder meer kerken en kloosters. In België komt, naast voorkomens van ijzeroer, in een groot gebied zandsteen voor waarin ijzer(hydr)oxide als bindmiddel heeft gediend. Deze ijzerzandsteen is lange tijd als bouwsteen gewonnen en voornamelijk toegepast bij de bouw van kerken, huizen en muren.

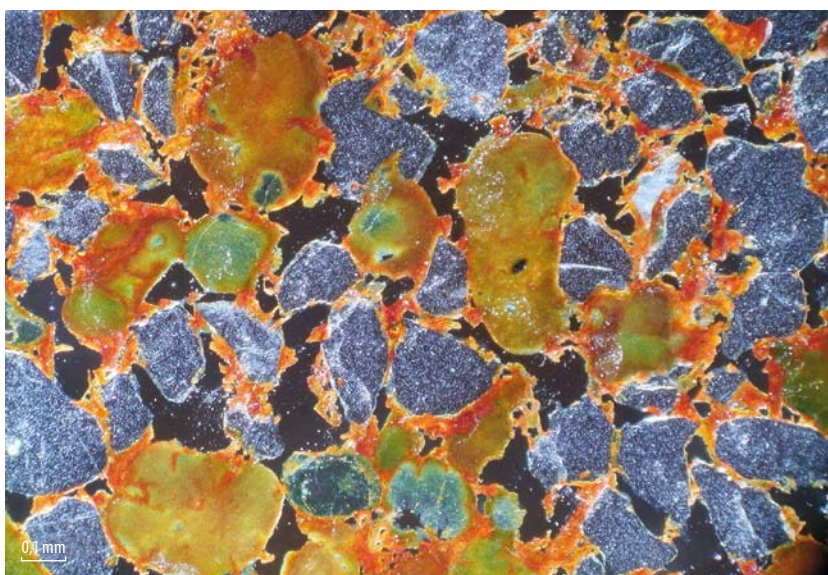




AFBEELDING 1. | De ligging van de reeks langgerekte heuvelruggen in België.
Bron: Gullentops en Broothaers, 1996. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Natuurlijke Rijkdommen en Energie.



AFBEELDING 2. | Zandkorrels uit de ijzerzandsteen met het groene glauconiet en bruine limoniet. Foto: Hans de Kruyk.



AFBEELDING 3. | Een slijpplaatje van de ijzerzandsteen met het bindmiddel limoniet tussen de zandkorrels. De groene korrels bestaan uit glauconiet. Foto: Hans de Kruyk.

Miocene erosie en sedimentatie

Ijzeroer en ijzerzandsteen zijn door twee verschillende processen gevormd en stammen uit geologische tijdvakken waar miljoenen jaren tussen liggen. In de ondergrond van België komen vier zandig ontwikkelde Tertiaire formaties voor waarin ijzerzandsteen aanwezig is: de Formatie van Brussel (Eoceen), de Formatie van de Tongeren (Laat-Eoceen tot Vroeg-Oligoceen), de Formatie van Diest (Midden- tot Laat-Mioceen) en de Formatie van Poederlee (Pliocene). In dit artikel wordt ingegaan op het ontstaan, de samenstelling en het gebruik van de ijzerzandsteen uit de Formatie van Diest. Deze ijzerzandsteen werd traditioneel als bouwsteen gebruikt; in latere perioden gebruikte men de zandsteen uit de Formatie van Brussel als vervangende steen bij restauraties.

In het Belgische Noord-Hageland ligt een reeks noordoost-zuidwest lopende heuvels (ook wel 'getuigenheuvelds' genoemd) die grotendeels zijn opgebouwd uit zandsteen: de Formatie van Diest (Afb. 1). Het zand waaruit de zandsteen is gevormd, is gedurende de Laat-Miocene transgressie (ca. 8 miljoen jaar geleden) door een noordoostelijke getijdestroming in een grote geul afgezet in de vorm van grote zandbanken. De brede – tot 80 m diepe en meer dan 100 km lange – geul is tijdens het Midden-Mioceen gevormd door erosie van de ondergrond.

Het zand in de geul is rijk aan het groenachtig gekleurde kleimineraal glauconiet ($\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Mg})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), waarvan de korrels in de warme Mioceene zee zijn afgezet. Het gehalte aan glauconiet in het zand bedroeg ca. 50%. Glauconiet behoort tot de mica's en is ontstaan door verwerking van biotiet. Het mineraal kan tot 20% Fe_2O_3 ijzer bevatten (Gullentops & Broothaers 1996).

Na het droogvallen van het gebied (ca. 5,8 miljoen jaar geleden) en de latere opheffing tot plaatselijk meer dan 100 m boven de zeespiegel, is het glauconietrijke zand aan de lucht blootgesteld. Hierdoor oxideerde een deel van het glauconiet waarbij het ijzeroxide limoniet werd gevormd ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (Afb. 2). Limoniet zorgde voor het aan elkaar kitten van de zandkorrels waardoor er ijzerzandsteen ontstond (Afb. 3). De zandsteen

is als gevolg van de aanwezigheid van ijzeroxide licht- tot donkerbruin gekleurd.

Het ijzergehalte in de zandsteen bedraagt ca. 16% Fe_2O_3 en de dichtheid (het soortelijk gewicht, tegenwoordig volumieke massa genoemd) bedraagt gemiddeld 2070 kg/m^3 . De gemiddelde druksterkte (de grens van de draagkracht van het gesteente), bedraagt 14 N/mm^2 . Als deze grens wordt overschreden, breekt de steen. Dit houdt in dat de zandsteen tot de zachte gesteenten wordt gerekend. De porositeit bedraagt gemiddeld 31% en is belangrijk in verband met het waterabsorberend vermogen (Hayen *et al.*, 2014).

Brede toepassing

Ijzerzandsteen is al door de Romeinen gebruikt bij de bouw van kelders, waarin vermoedelijk wijn werd bewaard. Het hoge poriënvolume zorgde voor een goed absorberend vermogen en hield de kelders droog. In het Belgische Bierbeek is zo'n Gallo-Romeinse villa uit de 2e eeuw opgegraven waarvan de keldermuren met die ijzerzandsteen zijn opgetrokken. Na de Romeinse tijd begint het gebruik van ijzerzandsteen uit de Formatie van Diest pas weer met de opkomst van de steden aan het eind van de vroege middeleeuwen; zo rond de 11e eeuw. De zandsteen is gebruikt bij de bouw van kerken en verdedigingswerken (Afb. 4). Tijdens de volle- (11e-13e eeuw) en de late middeleeuwen (14e-15e eeuw) is ijzerzandsteen in het Hageland (Afb.1) op grote schaal gebruikt als bouwsteen. De steen werd niet alleen gebruikt als bouwsteen voor kerken, zoals in Kortrijk-Dutzel, Langdorp, Leuven, Aarschot, Diest en Wezemaal (Afb. 5),



AFBEELDING 5. | *Ijzerzandsteen in de Onze-Lieve-Vrouwekerk in Diest.*



AFBEELDING 4. | *De Onze-Lieve-Vrouw in de Wijngaard kerk te Veerle, België, uit de 14e eeuw, is deels met ijzerzandsteen gebouwd.*

maar ook voor de bouw van woonhuizen, stadsmuren (o.a. in Leuven), watermolens (o.a. de Hertogenmolens in Aarschot) en kademuuren. In Zichem staat de Maagdentoren, die in de 14e eeuw is gebouwd en is opgetrokken uit die steensoort (de functie van het bouwwerk is niet bekend).

De woonhuizen zijn in die tijd voornamelijk gebouwd met hout, vandaar dat er weinigen bewaard zijn gebleven. Rijke stadsbewoners konden zich huizen permitteren met een stenen onderbouw en kelders. In Diest zijn bijvoorbeeld nog twee woningen te vinden uit de periode 1450 tot 1550 waarin met ijzerzandsteen is gebouwd. Na de middeleeuwen, in de periode van de 16e tot de 18e eeuw, nam het gebruik af en is de zandsteen hoofdzakelijk gebruikt bij de bouw van waterwerken zoals watermolens, bruggen en sluizen (Driessche, 2014).

Locaties van de groeves en ontsluitingen

De groeves bevonden zich op een groot aantal plaatsen in Noord-Hageland, onder andere bij Leuven, Wezemaal, Diest, Zichem en Zelem. Na het uithouwen van de ijzerzandsteen met pikhouwelen, werden de blokken met paard en wagen naar steenkapperijen vervoerd om daar tot bouwstenen te worden bewerkt. In de 19e eeuw en de eerste helft van de 20e eeuw is ijzerzandsteen alleen gewonnen voor restauratiewerkzaamheden. De ijzerzandsteen is voornamelijk lokaal toegepast en er zijn geen aanwijzingen voor grootschalige export naar andere streken. In het Zuid-Limburgse Cadier en Keer is mogelijk ijzerzandsteen gebruikt in de onderbouw van de H. Kruisverheffingskerk.

In Noord-Hageland is de ijzerzandsteen op een groot aantal plaatsen aan het oppervlak te bewonderen. Een mooie ontsluiting ligt op de Wijngaardberg bij Wezemaal. Hier is een wandelroute uitgezet met als startpunt het bezoekerscentrum in Wezemaal. De Sint Martinuskerk in dit plaatsje is grotendeels opgetrokken uit ijzerzandsteen. De wandelroute voert langs een 3 km lange muur, gebouwd met stukken ijzerzandsteen, met als doel de wijngaarden op de zuidoostelijke helling tegen de koude noordenwind te beschermen (Afb. 6). Iets ver-





AFBEELDING 6. | De 3 km lange muur van ijzerzandsteen op de Wijngaardberg bij Wezemaal is gebouwd om de wijngaard tegen de koude noorderwind te beschermen.

derop ligt een voormalige groeve waarin de zandsteen mooi is ontsloten (Afb. 7). Uitvoerige informatie over de wandelroute is te lezen in de Wandeling Wezemaal. (Zie voor uitvoerige informatie over de wandelroute: www.routeyou.com/nl-nl/route/view/661747/recreatieve-wandelroute/wandeling-wijngaardberg-wezemaal.nl).

Ijzeroer

Ijzeroer (of moerasijzererts) is een op chemische wijze gevormd sedimentair gesteente dat niet alleen uit zand en slib bestaat, maar voor een groot deel tevens uit ijzer. In tegenstelling tot ijzerzandsteen is ijzeroer geologisch veel jonger. Ijzeroer is gevormd tijdens de warmere, vochtige fasen van de Pleistocene interglacialen, vooral tijdens het jongste tijdvak, het Holoceen.

Tot op de dag van vandaag gaat de vorming van ijzeroer nog door, in beekdalen en lage natte delen, vooral in de hoge delen van de Veluwe en het oosten en zuiden van Nederland (Afb. 8). In België wordt ijzeroer voornamelijk aangetroffen in de Antwerpse en Limburgse Kempen, langs de Grote en Kleine Nete en het noordoostelijk deel van het Demerbekken, in de buurt van de stad Herentals (Landuydt & Bus, 1990).

Aanvoer van ijzer in de bodem vindt plaats door wegzakkend regenwater. De vegetatie neemt ijzerdeeltjes via de wortels op; als de planten afsterven, komt het ijzer in een oplosbare vorm weer vrij door een chemische reactie met koolzuur en humuszuren. De tweewaardige ijzerionen (Fe^{2+}) die zo ontstaan, worden met het regenwater dieper de bodem ingevoerd en vervolgens (via het grondwater) naar lagere delen zoals beekdalen getransporteerd. Door de aanwezigheid van zuurstof in de zone boven de grondwaterspiegel vindt oxidatie plaats tot driewaardig ijzer (Fe^{3+}) en zo wordt het onoplosbare ijzerhydroxyde limoniet ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$) in de bodem gevormd. Limoniet is de verzamelnaam voor microkristallijne tot amorfe ijzerhydroxyden (goethiet) en gehydrateerde ijzeroxiden (hematiet) waarin water in gebonden vorm aanwezig is

($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Als gevolg van deze chemische processen kunnen dikke limonietbanken (ijzeroer) worden gevormd in de bodem, die 'waterafsluitende' lagen vormen (Laban *et al.*, 1988).

Ijzeroer is meestal opgebouwd uit zand met 20 tot 30 % ijzer, dat daarnaast silt en klei kan bevatten. Bij hogere percentages ijzer, die tot 70% kunnen oplopen, wordt over ijzererts gesproken. De dichtheid kan, afhankelijk van het percentage ijzer, sterk variëren, van 3800 tot 4300 kg/m^3 . Het gesteente is zeer poreus, met soms grote holten en krimpstreken (Afb. 9). Ijzeroer komt voor in uitgestrekte banken, met een dikte van zo rond de 50 cm, plaatselijk soms zelfs tot een meter (Slinger *et al.*, 1980).

Toepassing van ijzeroer

Het oudst bekende gebruik van ijzeroer dateert uit de IJzertijd (800



AFBEELDING 8. | Het voorkomen van ijzeroer in ons land.
Bron: Brongers en Woltering.



AFBEELDING 9. | Ijzeroer in de Oude Kerk van Ermelo.

- 1200 voor Chr.). Daarvan getuigt een boerderij uit die tijd bij Heeten, waar ijzeroer is aangetroffen in de fundering (Bosboom z.j.). Het gebruik van ijzeroer als bouwsteen is minder populair geweest dan ijzerzandsteen. Vermoedelijk vond men donkere stenen met vele holten niet mooi. Wel zijn veel middeleeuwse kerken deels uit ijzeroer opgetrokken. Het werd vooral voor de onderbouw gebruikt, naast tuf- en baksteen gebruikt. Op de Veluwe en in Oost-, en Zuid-Nederland is het onder meer in kerkmuren (zoals in Putten, Ermelo, Raalte, Ommen, Hellendoorn, Silvolde, Zelhem, Arcen, Afferden en Bergen) verwerkt (Afb. 10). In België is ijzeroer, net als in Nederland, ook bij de bouw van kerken toegepast: zoals in het Limburgse Kuringen en Kermt (Landuydt & Bus, 1990; Slinger *et al.*, 1980). Daarnaast is ijzeroer gebruikt bij de bouw van kloosters en kastelen, zoals onder meer: het kasteel van Coevorden (daterend uit 1143 en waarin bouwsteen van ijzeroer is aangetroffen), het klooster van Sibculo (waarvan de bouw in 1403 van start ging), de stadsmuur (uit 1230) en het kasteel van Hardenberg (uit 1354) (Afb. 11).

Ijzererts

Het grootste deel van het aanwezige ijzeroer in de Nederlandse bodem is echter niet gebruikt bij de bouw, maar voor de productie van gietijzer. Ijzeroer is sinds de IJzertijd tot in de vorige eeuw met dit doel ontgonnen en is van groot economisch belang geweest. In de vorige eeuw werd het ijzer verwerkt in vier ijzergieterijen in Deventer, Ulft, Keppel en Terborg, alwaar tot 1880 jaarlijks ca. 3000 ton gietijzer werd geproduceerd. In de jaren 1924-1925 vond nog export van ijzeroer naar Engeland en Finland plaats. Het Nederlands moerasijzererts is onder meer gebruikt bij de bouw van het Centraal Station in Amsterdam (1882 tot 1889), voor de overkapping en de pilaren (De Gans, 2011). Daarnaast is ijzeroer gebruikt voor het maken van ijzermenie en oker en bij de zuivering van kolengas (Bosboom, z.j., Smit & Van Straalen, 2007).

Dankwoord

Grote dank aan Hans de Kruijk die slijpplaatjes van een aantal stukken ijzerzandsteen produceerde en foto's van de zandkorrels heeft gemaakt!



AFBEELDING 10. | De Oude Kerk in Ermelo is deels gebouwd met ijzeroer, tufsteen en baksteen.



AFBEELDING 11. | Restanten van de stadsmuur van Hardenberg uit 1230.
Foto: Timo Nijland.

Alle afbeeldingen in dit artikel zijn van de auteur, tenzij anders vermeld.

LITERATUUR

Voor de verwijzing naar de literatuuropgave bij dit artikel, zie het colofon op de binnenomslag onder 'Literatuurlijsten'.

