

Begrippen bij metaalkunde

Austeniet is een structuur van staal (ijzer) waarbij de atomen volgens het [kubisch vlakgecentreerde](#) atoomrooster zijn gestapeld. Deze structuur komt bij ongelegeerde staalsoorten alleen voor boven een temperatuur van 727°C.

In austeniet kan maximaal 2,11% koolstof oplossen; deze maximale hoeveelheid koolstof kan alleen op een temperatuur van 1148°C worden opgelost.

Bij het afkoelen van austeniet met meer dan 0,02% koolstof tot onder 727°C ontstaat bij snelle afkoeling [martensiet](#) (in de orde van ca. 200-400 graden per seconde) en bij trage afkoeling [perliet \(staal\)](#) (een samenstelling bestaande uit ferriet en cementiet).

Legeringselementen hebben een invloed. Nikkel stabiliseert austeniet. Chroom daarentegen stabiliseert ferriet of martensiet. Daarom bestaat roestvast staal niet enkel uit chroom, maar ook uit nikkel.

Martensiet is een zeer harde en brosse verschijningsvorm van staal, waarin de ijzeratomen niet [kubisch ruimtelijk gecentreerd](#) (krg) zijn (zoals ferriet), maar wegens de koolstofatomen op de assen zijn de roosterparameters ongelijk dus tetragonaal ruimtelijk gecentreerd.

Het ontstaat wanneer austeniet, een andere verschijningsvorm van staal met een [kubisch vlakgecentreerd](#) (kvg) rooster en minder dan 3.83 % koolstof, vanuit zone 05 in het diagram snel (in enkele seconden tot minuten) afgekoeld 'afgeschrikt' wordt, bijvoorbeeld in water of olie.

Omdat bij snelle afkoeling vanuit austeniet er geen tijd is voor koolstofdifusie (en dus geen tijd is om cementiet te vormen) blijft alle koolstof in het ferriet (wat bijna geen koolstof wil bevatten). Dit zorgt voor veel interne spanningen en maakt het erg bros.

Perliet is een kristalstructuur in staal en gietijzer en komt voor bij temperaturen beneden 727°C. Dit is dus de strook 01 - 03 - 11 - 12 in het diagram.

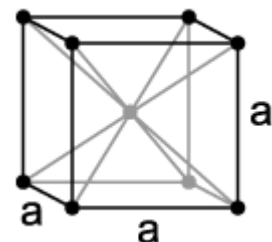
Lamellair perliet bestaat uit afwisselend zeer fijne laagjes ferriet en cementiet. De structuur heeft enige gelijkenis met een vingerafdruk. De dikte van de laagjes is afhankelijk van de afkoelsnelheid (bij langzame afkoeling zijn er brede lamellen). In nodulair perliet komt het cementiet voor als bolletjes in de ferriet. Deze vorm van perliet treedt echter alleen op na zachtgloeien, een warmtebehandeling waarbij het materiaal gedurende enige tijd net onder de eutectoidische temperatuur (02 in de figuur) wordt gehouden. In gietijzer kan in bepaalde gevallen ook koolstof voorkomen in plaats van cementiet, omdat deze laatste niet geheel stabiel is bij hoge percentages koolstof in ijzer (rechts van 13 in de figuur). De perlietvorming kan dan al beginnen bij 738°C.

De mechanische eigenschappen van staal en gietijzer worden in grote mate bepaald door de hoeveelheid cementiet in de perliet en de structuur van het perliet.

Kubisch ruimtelijk gecentreerd of **krg** (*body centered cubic of bcc*) is de benaming voor een type tralie/bolstapeling waarin de traliepunten zich op de hoekpunten van een kubus bevinden, en in het midden van de kubus. De krg-tralie is één van de veertien Bravaistralies.

Een krg-tralie bevat in totaal twee traliepunten:

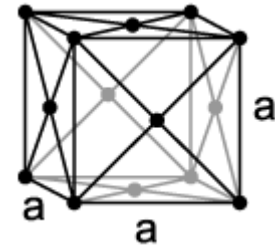
- 8 hoekpunten die elk voor 1/8 binnen het tralie vallen
- 1 punt in het midden van de kubus die geheel binnen het tralie valt



Wanneer een tralie zich herhaalt in dezelfde stand, in drie onafhankelijke richtingen (zodat er een heel groot rooster ontstaat van tralies naast elkaar), en er op ieder traliepunt een atoom of ion wordt ingevuld, noemt men het resultaat een krg-kristalrooster. De atomen of ionen hebben zich dan op dezelfde manier gerangschikt zoals te zien is in het plaatje met het krg-tralie.

Een aantal elementen uit het [periodiek systeem](#) hebben een krg-kristalrooster bij kamertemperatuur. Dit zijn onder meer natrium Na, chroom Cr, ijzer Fe, molybdeen Mo, barium Ba en wolfram W.

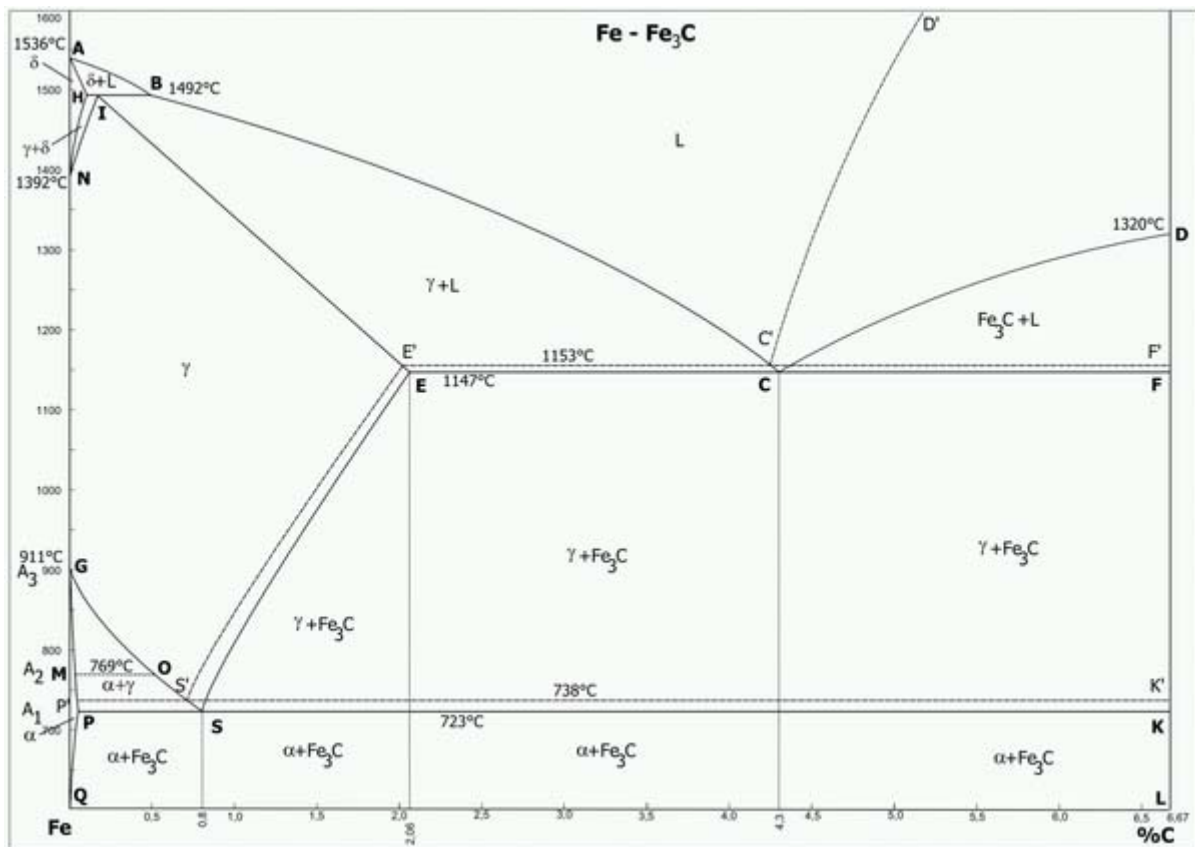
Kubisch vlakgecentreerd of **kvg** (*face centered cubic* of *fcc*) is de benaming voor een type tralie/bolstapeling waarin de traliepunten zich op de hoekpunten van een kubus bevinden, en op de middens van de zijvlakken. De kvg-tralie is een van de veertien Bravastralies.



Een kvg-tralie bevat in totaal vier traliepunten:

- 8 hoekpunten die elk voor 1/8 binnen het tralie vallen
- 6 punten op de middens van de zijvlakken die elk voor de helft binnen het tralie vallen

Fasebepaling in het ijzer-koolstofdigram



In het ijzer-koolstofdigram wordt op de x-as het gewichtsperscentage van koolstof uitgezet, op de y-as de temperatuur. Het diagram toont alleen het in technisch opzicht interessante gewichtsperscentage van 0% t/m 6,67% (het gehalte aan koolstof in ijzer-koolstofsamenstellingen is zelden groter). Een koolstofgewichtsperscentage van 6,67% komt overeen met 100% cementiet.

De lijnen in het diagram geven de faseovergangen weer en markeren daarmee de verschillende toestandsfasen. De belangrijke punten in het diagram worden met hoofdletters aangegeven.

Het lijnstuk ABCD stelt de liquidus voor. Boven die lijn is de legering vloeibaar. Het lijnstuk AHIECF geeft de solidus weer, waaronder de legering geheel is gestold. In het interval tussen liquidus- en solidustemperatuur is de legering een brijachtige substantie die bestaat uit het restant van de smelt (vloeibaar legeringsmengsel), α -ijzer, γ -ijzer en cementiet (Fe_3C) in wisselende concentraties en mengverhoudingen. De kristallisatie van de vloeibare smelt begint wanneer het legeringsmengsel tijdens het afkoelingsproces onder de liquiduslijn komt.

Op grond van de verschillende allotrope vormen van ijzer komen, afhankelijk van het koolstofgehalte, verschillende fasen tot stand. Het ijzer vormt verschillende mengkristallen (γ - en α -mengkristallen) met verschillende opnamemogelijkheden voor koolstof. De oorzaken voor de verschillen in koolstofopname zijn gelegen in de verschillende roosterstructuren en roosterconstanten. De metallografische aanduidingen voor de mengkristallen zijn: δ -ijzer of austeniet voor γ -mengkristallen en ferriet voor α -mengkristallen.

Grove onderverdeling

- Smelt is de vloeibare ijzer-koolstoflegering. Boven de liquiduslijn is de legering vloeibaar; tussen liquiduslijn en soliduslijn is de legering gedeeltelijk vloeibaar.
- δ -Ferriet is gevormd als een ruimtelijk kubisch kristalrooster.
- Austeniet (γ -mengkristal) is gevormd als een kristalrooster met kubisch oppervlak.
- α -Ferriet is gevormd als een ruimtelijk kubisch kristalrooster.
- Grafiet (stabiel systeem) of cementiet (Fe_3C ; metastabiel systeem)

Bij perliet en ledeburiet gaat het niet om fasen, maar om bijzondere fasemengverhoudingen die verschillende microstructuren opleveren. Deze ontstaan alleen bij langzame afkoeling in het stabiele of metastabiele systeem. In het metastabiele systeem gelden de volgende karakteristieke punten, lijnen en verschijnselen:

- Punten
 - A: (0%/1536 °C) B: (0,53%/1492 °C) C: (4,3%/1147 °C) D: (6,67%/1320 °C) E: (2,06%/1147 °C)
 - F: (6,67%/1147 °C) G: (0%/911 °C) H: (0,1%/1493 °C) I: (0,16%/1493 °C) K: (6,67%/723 °C)
 - N: (0%/1392 °C) P: (0,022%/723 °C) S: (0,8%/723 °C) Q: (0,002%/20 °C) M: (0%/769 °C)
 - S': (0,69%/738 °C) E': (2,03%/1153 °C) C': (4,25%/1153 °C)
- Lijnen
 - Liquidus: A-B-C-D Solidus: A-H-I-E-C-F
 - Eutecticaal: E-C-F Eutectoïde: P-S-K Peritecticaal: H-I-B
- Verschijnselen
 - Eutecticum: 4,3% tot 1147 °C
 - Eutectoïde: 0,8% tot 723 °C
 - Peritectisch systeem: 0,16% tot 1493 °C