

Samenvatting uit het historisch overzicht over het ontstaan van vuurstenen

door K. C. Roos

SUMMARY

In this article a short chronological review of theories on the origin of flint is given.

De vraag naar het ontstaan van vuursteen is in de loop der eeuwen een der grootste geologische raadsels geweest. Tot op zekere hoogte is dit heden nog het geval.

De Engelsman Hutton doet als eerste wetenschapsman een poging een verklaring te geven voor het verschijnsel vuursteen. Hij houdt vuursteen voor een vulkanische vorming.

Na Hutton dienen zich anderen aan die elkaar voortdurend in de haren vliegen met theorieën over ontstaan en vorming van vuursteen. In onze verlichte eeuw mag vaak iets van die theorieën als lachwekkend voorkomen. Ter illustratie diene het volgende: Hacquet zegt o.m. in 1788 dat vuursteen dicht onder het oppervlak van de bodem moet zijn ontstaan. Want, zo zegt hij, ik heb verkieselde stukjes hout gevonden die eruit zien alsof ze door hazelmuizen en eekhoortjes zijn aangevreten. Hij leidt hieruit af dat vuursteen in de recente tijd moet zijn gevormd. Helaas zijn er zelfs nu nog legio lieden die in elk bizar gevormde vuursteen kabouters en eekhoorns zien.

Voortbouwend op uitspraken van voorgangers, maar vooral de voor die tijd scherpe waarneming, zegt in 1816 Gerhard dat vuursteen uit Krijt ontstaat. Deze veronderstelling zal dan later blijken een hoeksteen te zijn in het onderzoek naar de ontstaanswijze van vuursteen.

Gerhard vermeldt nl. voor het eerst dat hij vuursteen waarneemt in het Krijt. Het onderzoek naar ontstaan en vorming van vuursteen komt dan snel op gang. De uitspraak „krijt en kiezel komen samen in viscosse toestand voor” wordt gevolgd door een organische invloed waaruit vuursteen ontstaat. Verkieselde organische resten van koralen en sponzen spelen een grote rol in de diverse ontstaansmogelijkheden. Vaak spreekt men elkaar tegen in bittere bewoordingen en doet een volgende onderzoeker een zijstap door te verklaren dat men het ontstaan van vuursteen moet zoeken in de invloed van veranderingen in concretione veldspaatgesteenten.

De uitspraak van Bowerbank in 1840 geeft een stoot in de goede richting. Hij meent dat de vuursteen, als plaat- en knolvormig verschijnsel, verkieselde sponzen zijn. Dit is een gelukkige kreet die dra door vele andere onderzoekers werd overgenomen en bij het voortgaande onderzoek en dominerende rol gaat spelen. Men vervolgt het onderzoek met uitspraken als dat vuursteenbanken op een zeer gecompliceerde wijze zijn ontstaan. Tectonische bewegingen en warme bronnen zijn van invloed bij de vorming. Via de invloed van de verandering in veldspaatgesteente, zegt Toulmin Smith in 1847 dat het kiezeluur zinder in gel toestand te komen, zich heeft geconcentreerd rond organische resten.

Het ontstaan van vuursteenhorizonten wordt door verscheidene auteurs als volgt verklaart: doordat het s.g. van de gevormde knollen groter was dan wat zich in het sediment bevond, zijn deze knollen in het nog weke sediment weggezaakt, tot op een plaats waar een evenwichtstoestand heerste.

De wetenschap schrijft voort met uitspraken over kiezelzuur dat mogelijk afkomstig is van infusoriëen en sponzen. Anderen laten de vuursteen ontstaan in holle ruimten, waarbij het kiezelzuur mobiel wordt door verrotting van organische substanties.

Lyells wijst op een afwisseling in de sedimentatie, nl. globigerinenals kalklaagvormers en diatomeën als kiezellaag- en vuursteenbouwers.

Men gaat verschillen maken tussen bv. vuursteen en hoornsteen en men noemt vuurstenen pseudomorphen van krijt. Anderen zeggen dat vuursteen pas gevormd wordt na opheffing van het sediment en dat vuursteenconcreties ontstaan rond sponzen, hout of schelpen.

Pseudomorphen van krijt houden het lange tijd uit. Men meent dat ringvormige concreties gevormd worden door bekerzwammen.

In 1929 herkent Schwarz zeer duidelijk dat veel vuursteenbanken bestaan uit pijpen met niet-verkiezelde kern. Dergelijke sponzen waren hem helaas niet bekend.

Men stelt dat vuurstenen op splijtvlakken in het gesteente later moet zijn ontstaan. Velen menen dat kiezelzuur afkomstig is van de rivieren en dat vuursteen direct uit zeewater is afgescheiden.

Dan komt in 1933 K. Gripp die zegt dat vuursteen metagenetisch moet zijn ontstaan. Hij wijst dit toe aan oppervlakteverwerking in het Danien en het Paleocéen. Het SiO_2 in het sediment wordt mobiel, waardoor de vorming van vuursteen mogelijk wordt. Dicht bij het toenmalige oppervlak van het sediment vond de meeste vorming van vuursteen plaats en deze neemt naar de diepte af.

Geleerden als Wetzel, Link, Becker en Heinz zijn voorstanders van een syn- en posthuumgenetische vorming van vuursteen, terwijl Cornet, Potonié, Odum en Schwarz enkel een posthuumgenetische invloed aannemen voor de vorming van vuursteen. Dan in 1936 komt Wroost die voor het eerst zegt dat kiezelzuur door zakwater uit het sediment is opgelost en getransporteerd. Deze zakwatertheorie houdt o.m. in dat na het opheffen van de krijtlagen tot boven de zeespiegel koolzuurhoudend water van de oppervlakte naar beneden zakte. Hierbij werd naast kalk ook kiezelzuur opgelost en op bepaalde plaatsen weer neergeslagen. Een belangrijke plaats in dit proces werd ingenomen door koolzuur. Het door zakwater opgeloste kiezelzuur komt in het grondwater. Electrolytgehalte van het grondwater doet het kiezelzuur neerslaan.

In 1949 komt ILLIES met zijn poriënwatertheorie. Hij zegt dat vuursteen door vroeg-diagenetische processen is ontstaan. Hij acht hierbij de invloed van een azendend gerichte poriënwaterstroom niet uitgesloten. De in het kort tevoren gevormde en nog met water doordrenkte sediment aanwezige skeletelementen, afkomstig van kiezelzuurorganismen, waarbij vooral sponzen een belangrijke rol hebben gespeeld, zijn gecorrideerd onder invloed van bij verrotting vrijgekomen ammoniak. Voorts meent ook hij dat vuursteen parallel aan de oppervlakte moet zijn ontstaan.

MÜLLER, 1951, sluit zich bij deze theorie aan en zegt dat poriënwater een verklaring toelaat omtrent de vorming van vuursteen. Hij zegt verder dat sedimenten op een diepte van tien meter al zijn ingeklonken.

In 1937 wees WETZEL op het voorkomen van drie soorten vuursteen. Hij noemde ze primair, secundair en tertiair. MÜLLER is het met WETZEL eens dat niet alle vuursteen op dezelfde wijze is ontstaan. MÜLLER doet in 1951 de dringende aanbeveling in een eng begrensd gebied onderzoekingen te verrichten en uit de op deze wijze verkregen gegevens voorzichtig conclusies van algemene aard te trekken. Dan zijn er een groot aantal uitspraken over de posthume vorming van vuursteen. Velen menen dat na het droogvallen van een sediment vuursteen ontstaat. Anderen wijzen op gelaagdheid in de afzettingen van vuursteen. In 1906 zegt LAPPARANT dat minder kiezelzuur voorkomt in de kalk rond vuursteen. Tenslotte, het ontstaan van vuursteen, het meest benutte materiaal in de prehistorie, wordt tot aan heden op velerlei manier verklaart. Moge dit eerste internationaal symposium over vuursteen de aanleiding zijn voor een gericht onderzoek.

Bijlage 1

HISTORISCH OVERZICHT OMTRENT DE MENINGEN OVER HET ONTSTAAN VAN VUURSTEEN

18e eeuw. Hutton.

Hutton hield vuursteen voor een vulkanische vorming.

1788. 1806. Hacquet.

Als eerste geoloog beschrijft Hacquet vuursteen fysisch en technisch. Hij meent dat vuursteen uit krijt is ontstaan. Een verklaring heeft hij er niet voor. Hacquet meent bij gevonden verkieselde stukjes hout te mogen concluderen dat deze zijn aangevreten door hazelmuisen of eekhoortjes. De vorming van vuursteen plaatst hij in de recente tijd, plaats vindend dicht onder de oppervlakte.

1816. Gerhard.

Gerhard meent dat vuursteen uit krijt is ontstaan.

1817. Buckland.

Buckland zegt dat krijt en kiezel in viscosse toestand samen voorkomen. Bij het verharden zijn beide stoffen door kohesieve- en attractieve krachten gescheiden.

1828. Von Buch, L.

Buch meent dat door een organische invloed vuursteen is ontstaan. Hij is een tegenstander van de stelling dat koolzuurkalk in vuursteen omgezet kan worden. Hij zegt o.m. „de vuursteenbank kan men soms vele uren gaans vervolgen”. Volgens hem bestaat vuursteen grotendeels uit verkieselde organische resten en wel voor het grootste deel uit koralen.

1833. Turner.

Deze auteur stelt dat men het ontstaan van vuursteen moet zoeken in de invloed die bij veldspaat door verandering ontstaat (concretionair).

1835. Forchhammer.

Het kiezelzuur is afkomstig van de vele sponzen welke in zee leefden. Door dit kiezelzuur ontstond vuursteen.

1839. Ehrenberg, C. G.

Het kiezelzuur is afkomstig van kiezelinfusoriën, hierdoor ontstaan vuursteenconcreties.

1840. 1842. Bowerbank, J. S.
Meent dat de plaat-(tafel) en knol-vormige vuurstenen verkieselde sponzen zijn.
1844. Anstedt, D. T.
Is een medestander van de veronderstellingen van Bowerbank, J. S. (1840) en werkt aan diens theorieën verder. Anstedt zegt o.m. dat de vuursteenbanken op een zeer gecompliceerde manier zijn ontstaan. Deze gecompliceerdheid wijt hij aan tectonische bewegingen en de invloed van warme bronnen.
1846. Gumprecht.
Steunt voornamelijk op kennis van voorgaande auteurs en draagt niets nieuws bij tot de kennis omtrent het ontstaan van vuursteen.
1847. Toulmin Smith, J.
Deze bestrijdt de theorie van Bowerbank (1840), en laat het kiezelzuur uit verweerde veldspaatgesteenten komen. Zie ook Turner (1833). Verder zegt Toulmin Smith dat kiezelzuur zonder in gel-toestand te komen, zich concentreerd rond organische resten. Het ontstaan van de vuursteenhorizonten verklaart hij als volgt: doordat het S.G. van de gevormde knollen groter was dan het materiaal waaruit het sediment bestond, zakten deze knollen in het weke sediment weg tot een plaats waar een evenwichtstoestand bestond.
1847. Bensbach, A.
Vermeldt geen nieuwe inzichten.
1852. Puggaard, Ch.
Volgens de auteur is een gedeelte van het kiezelzuur mogelijk afkomstig van infusoriën. Verder is kiezelzuur afkomstig van sponzen. Dit kiezelzuur heeft sponzen en zeeplanten in een gel-toestand omhuld en is toen verhard.
1852. Gaudry.
Vuursteen ontstaat voor een gedeelte in holle ruimten. Het kiezelzuur wordt mobiel door verrotting van organische substanties.
1856. Bowerbank, J. S.
Zie Bowerbank (1840).
1864. Woodward.
Geen nieuwe gezichtspunten.
1871. Lyells.
Meent dat een voortdurende afwisseling bestond in de sedimentaire, nl. Globigerinen (als kalklaagvormer) en diatomeën (als kiezellaag- en vuursteenbank-vormer).
1876. Jones, Th. R.
Vuurstenen zijn pseudomorphe concreties.
1876. Rupert, J.
Vuursteen dankt zijn ontstaanswijze door invloed van pseudomorphe concreties.
1880. Hinde, G. J.
Vuursteen is ontstaan vóór het verharden van het sediment. Kiezelzuur acht hij afkomstig te zijn van sponzen.
1880. Wallich, G.
Sponzen zijn belangrijk bij de vorming van vuursteen. Vuursteen is van organische oorsprong. Tussen vuursteen en hoornsteen bestaat een essentieel verschil.

1880. Sollas, W. J.
Vuurstenen zijn pseudomorphen van krijt. Kiezelduur is voor het grootste deel afkomstig van sponsen.
1881. Wallich, G.
Zie Wallich, G. (1880).
1882. De Cossigny.
Vuursteen is na opheffing van een sediment in holle ruimten ontstaan.
1883. Fuchs, Th.
Kiezelduur, gebonden in concreties, is uit het totale sediment afkomstig.
1888. Sollas, W. J.
Zie Sollas, W. J. (1880).
1892. Rauff, H.
Zegt met Sollas, W. J. (1880) dat vuurstenen pseudomorphen zijn van krijt.
1893. Jukes-Browne, A. J.
Vuursteen ontstaat vóór de opheffing van een sediment. De organische verrotting heeft invloed uitgeoefend op het ontstaan van vuursteen.
1897. Rørdam, K.
Vuurstenen zijn pseudomorphen van kalk.
1899. Von Deecke.
Het kiezeluur is afkomstig van sponsen. Ringvormige concreties zijn fossielen van bekerzwammen.
1899. Von Deecke.
Vuursteen is uit sponsen ontstaan.
1901. Hanssen.
Kiezelduur is afkomstig uit sponsbanken. Vuursteen op spleetvlakken ontstaan, is een secundaire vorming.
1925. Klähn, H.
Kiezelduur is afkomstig uit rivieren. Gedeeltelijk geconcentreerd in kiezel-sponsen.
1929. Schwarz, A.
Vuursteen is een posthume vorming. Schwarz herkend zeer duidelijk dat veel vuursteenbanken bestaan uit pijpen met niet-verkiezelde kern. (Dergelijke sponsen waren hem niet bekend.)
1929. Schwarz, A.
De auteur zegt dat hij in vuurstenen, welke hij verzamelde in een 40 cm dikke vuursteenbank en onderzocht, de overgang vond naar sponsen.
1929. Von Linstow.
Vuursteen is uit sponsen ontstaan.
1932. Tarr en Twenhofel.
Vuursteen is direct uit zeewater afgescheiden. Kiezelduur werd aangevoerd door rivieren.
1933. Gripp, K.
Vuursteen is metagenetisch ontstaan. Door oppervlakteverwering in het Daniën en Palaeoceen, is kiezeluur mobiel geworden waardoor het ontstaan van vuursteen mogelijk werd. Dicht aan de oppervlakte vond intensieve vuursteenvorming plaats en deze vorming nam naar de diepte toe af.
1936. Van Wroost.
Het kiezeluur is door zakwater uit het sediment opgelost en getransporteerd.

1936. Trusheim, F.
Vuursteen van Rügen is ontstaan uit een sponsriffl nadat het sediment werd opgeheven tot boven de grondwaterspiegel.
1954. Gripp, K.
Verdedigt de zienswijze dat het ontstaan van vuursteen afhankelijk is geweest van de diepte onder het aardoppervlak. Vuursteen is ontstaan nadat het sediment werd opgeheven. De grootste concentratie van kiezelzuur zou zijn voorgekomen dicht onder het oorspronkelijke oppervlak en de vuursteen hebben doen ontstaan.
Of de door W. en O. Wetzel, in vuursteen gevonden weke delen van microfossielen als bewijs voor een vroeg-diagenetische ontstaanswijze mogen gelden, meent Gripp in twijfel te mogen trekken. Niet uitgesloten is volgens Gripp dat deze microfossielen bewaard zijn gebleven in het onveranderde sediment.
1954. Illies, H.
Verdedigt naar aanleiding van het artikel van K. Gripp (1954) een vroeg-diagenetische ontstaanwijze van vuursteen.

Bijlage 2

ONTSTAAN VAN VUURSTEEN IN SYN- EN POSTGENETISCH VERBAND.

Zakwatertheorieën:

1840. Bowerbank.
De aanreiking van kiezelzuur vindt plaats door kiezelsponsen. Door een periodiek massaal optreden van sponsen ontstaan vuursteenbanken.
1899. Von Deecke.
Is een absoluut voorstander van de theorieën van Bowerbank (1840).
1901. Hanssen.
Kiezelzuur is afkomstig uit sponsbanken. Het kiezelzuur is in oplossing gegaan door inwerking van basische stoffen. De basische stoffen ontstaan bij verrotting van sponsen en andere organismen. Het kiezelzuur is later door zuren uitgevlokt. Vuursteen op spleetvlakken ontstaan, zijn van secundaire oorsprong.
1910. Potonié.
Na opheffing van de krijtlagen tot boven de zeespiegel, zakte koolzuurhoudend water van de oppervlakte naar beneden. Hierbij werd door de werking van het koolzuur naast kalk ook kiezelzuur opgelost, dit vooral van sponsen, en op bepaalde plaatsen weer neergeslagen.
1925. Klähn, H.
Kiezelzuur is afkomstig van rivieren. Een gedeelte hiervan heeft zich geconcentreerd in kiezelsponsen. De vuursteenbanken zijn ontstaan door periodiek afsterven van de gezamenlijke fauna. Het afsterven van een totale fauna werd veroorzaakt door een tijdelijke verhoging van het kiezelzuurgehalte in het zeewater.
1926. Linck.
Zie theorie over zakwater van Potonié (1910).
1926. Becker.
Zie theorie over zakwater van Potonié (1910).

1926. Linck.
Door zakwater opgelost kiezelzuur komt in het grondwater. Electrolytgehalte van het grondwater doet de daarin aanwezige kiezelzuren neerslaan.
1926. Becker.
De grillig gevormde vuursteenknollen ontstaan in gasblazen in het sediment.
1929. Von Linstow.
Zie Bowerbank (1840) en Von Deecke (1899).
1932. Tarr.
Vuursteen is direct uit zeewater afgescheiden. Kiezelzuur werd aangevoerd door rivieren.
1932. Twenhofel.
Zie Tarr (1932).
1936. Wroost.
Zie zakwatertheorie Potonié (1910); Linck (1926) en Becker (1926).

Posthuum ontstaan:

- Poriënwatertheorie
a. Diagenetische vorming.
b. Metagenetische vorming.
1887. Renord.
Zegt dat vuursteen een gelaagdheid vertoont.
1901. Hansen.
Na het droogvallen van een sediment ontstaat vuursteen.
1906. Lapparant.
In de kalk rond de vuursteen komt minder kiezelzuur voor.
1910. Sollas.
Zie Hanssen (1901).
1910. Potonié.
Zie Hanssen (1901).
1910. Von Deecke.
Zie Hanssen (1901).
1911. Hill.
Zie Hanssen (1901).
1913. Liesegang.
Zie Hanssen (1901).
1937. Wetzel, O.
Vuursteenvormingen zijn posthuum.
1937. Wetzel, O.
Wijst op het voorkomen van drie soorten vuursteen:
a. primair; b. secundair; c. tertiair.
1949. Illies, H.
Vuursteen is door vroeg-diagenetische processen ontstaan. De invloed van een azendent gerichte poriënwaterstroom acht hij niet uitgesloten. De in het kort tevoren gevormde - en nog met water doordrenkte sediment aanwezige skeletelementen, afkomstig van kiezelzuurorganismen, waarbij vooral de sponsen een dominerende rol hebben gespeeld, zijn gecorrigeerd onder invloed van bij verrotting vrijgekomen ammoniak.
Ook Illies meent dat de vuursteenlagen parallel aan de oppervlakte zijn ontstaan.

1951. Müller, A. H.
Poriënwater laat een verklaring toe omtrent de vorming van vuursteen.
Sedimenten zijn meestal op een diepte van 10 m ingeklonken.
1951. Müller, A. H.
Is het met Wetzel O. (1937) eens dat niet alle vuursteen op dezelfde wijze
is ontstaan. Müller doet een dringende aanbeveling in een eng begrensd
gebied onderzoekingen te verrichten en uit de aldus verkregen gegevens op
voorzichtige wijze conclusies van algemene aard te trekken.