

---

**Aan** [REDACTED]  
**Van** Drs. M.M. van Tooren  
TU Delft, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen,  
Sectie Toegepaste Geologie  
**Datum** 27 februari 2020  
**Onderwerp** Mineralogische samenstelling van de grondstoffen van Graniet Import Benelux

---

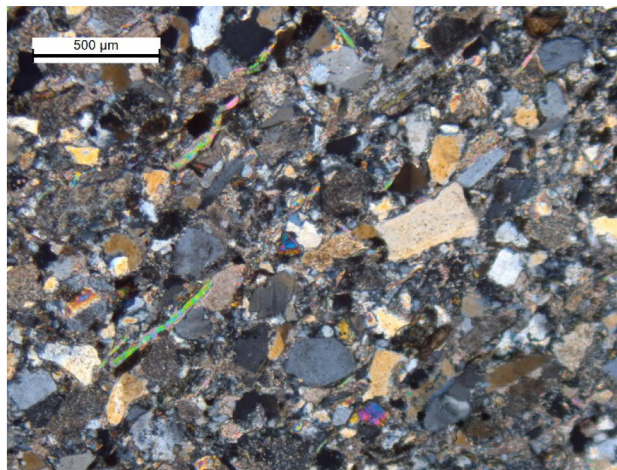
### Introductie

De gesteenten die verhandeld worden door Graniet Import Benelux worden al enkele jaren, in het kader van onderzoek in opdracht van RWS, met regelmaat door de auteur bestudeerd en geanalyseerd op mineralogische samenstelling. Het betreft de graniet, afkomstig uit de groeve bij Glensanda in Schotland en de *Bestone*<sup>®</sup>, afkomstig uit de groeve bij Bremanger in Noorwegen. Hieronder volgt een korte beschrijving van de gesteenten waarna ingegaan wordt op de samenstelling van 'granuliet'.

### *Bestone*<sup>®</sup>, Bremanger



Figuur 1: *Bestone*<sup>®</sup>



Figuur 2: Microscopische weergave van de *Bestone*<sup>®</sup>

Het gesteente dat als *Bestone*<sup>®</sup> (Figuur 1) verhandeld wordt is een gesteente dat oorspronkelijk (in het Devoon, circa 385 miljoen jaren geleden) in een zeebekken in Noorwegen is afgezet. Rivieren vervoerden erosiemateriaal naar dit zeebekken. Het aangevoerde erosiemateriaal bestond naast hoekige kwarts- en veldspaatkorrels ook uit korrels gesteentefragmenten die op hun beurt weer uit kwarts en veldspaten bestaan. Bij de afzetting hiervan werd tussen de korrels klei 'gevangen'. Dit losse sediment werd in de loop der tijden gecementeerd door calciet ('kalk'). Mogelijk ontstond in deze tijd ook het mineraal chloriet. Er ontstond een stevig gesteente met als voornaamste componenten kwarts, veldspaten (zowel alkaliveldspaten als plagioklaas), klei en calciet. Hiermee was de huidige *Bestone*<sup>®</sup> nog niet aan het einde van zijn geschiedenis.

Na de afzetting onderging dit gesteente in een laatste fase van de Caledonische gebergtevorming (de gebergten in Scandinavie en Schotland ontstonden tijdens deze periode) veranderingen als gevolg van een toename van de druk en temperatuur – het gesteente werd een metamorf gesteente. De klei verdween tijdens deze metamorfose en werd vervangen door muscoviet ('mica' – witte variant). Een



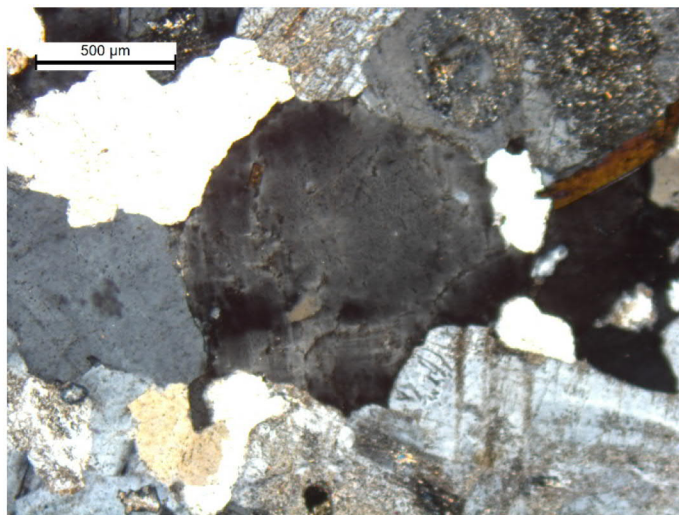
deel van de chloriet ontstond mogelijk eveneens gedurende dit proces. Tegelijkertijd ontstonden enkele kristallen epidoot, klinozoisiet en titaniet. Het gesteente is daardoor geen echte zandsteen meer. In Figuur 2 is te zien dat de korrelige textuur van het oorspronkelijke gesteente wel gebleven is.

Chloriet is een groen plaatvormig mineraal, verwant aan muscoviet ('mica'). Ondanks dat het percentage laag is (max 7%) geeft dit mineraal de groenige kleur aan het gesteente zoals zichtbaar is in Figuur 1.

### Graniet, Glensanda



Figuur 3: Graniet (Glensanda)



Figuur 4: Microscopische weergave van de graniet

Het gesteente dat als Glensanda graniet verhandeld wordt, wordt gewonnen in de zeer grote groeve bij Glensanda, Schotland. Dit magmatische gesteente is ontstaan door stolling van een magmalichaam dat tijdens de Caledonische orogenese omhoog kwam in de aardkorst.

Tijdens de stolling van dit magma kristalliseerden de mineralen kwarts, veldspaat (plagioklaas en alkaliveldspaat) en biotiet. Daarnaast zijn enkele kristallen van een opaak mineraal aanwezig (accessorisch). Figuur 3 geeft een weergave van het gesteente. Dit voorbeeld geeft een homogene kristal grootte weer; in delen van het granietmassief zijn gesteentevarianten aanwezig waarin tevens relatief grote kristallen van alkaliveldspaat aanwezig zijn (fenokristen: tot 2 cm).

Figuur 4 laat zien dat de mineralen in het gesteente vertering laten zien. De kristallen van de veldspaten zijn niet meer helder maar zien er 'stoffig' uit. De alkaliveldspaten laten omzetting in kleimineralen zien en de plagioklaas verveert lichtjes naar fijne muscoviet ('mica') en soms naar epidoot en klinozoisiet. De biotiet ('mica' – bruine variant) in het gesteente is deels omgezet in chloriet. De mineralen laten tevens een lichte deformatie zien; na de vorming van het gesteente is er druk op het gesteente uitgeoefend. De microscopische analyse laat zien dat er veel plagioklaas aanwezig is ten opzichte van alkaliveldspaat; het gesteente is eerder een granodioriet dan een graniet. Deze naam geeft alleen weer dat de verhouding tussen de kwarts, plagioklaas en alkaliveldspaat iets verschoven is in het voordeel van plagioklaas.

## Granuliet

Om verwarring te voorkomen: granuliet is een officiële gesteentenaam. Een granuliet is een vast gesteente met vaak een korrelig uiterlijk (granule betekent korrel). Het is een metamorf gesteente dat onder hoge druk en temperatuur ontstaat.

Bij de verwerking van gesteenten komt fijn materiaal vrij. Hiervoor wordt eveneens de benaming 'granuliet' gebruikt. Onderstaande slaat op het fijne materiaal dat vrijkomt bij verwerking van gesteente. Figuur 5 laat een toepassing zien van granuliet<sup>1</sup> in een terreinophoging.



Figuur 5: Granuliet toegepast in een terreinophoging in Roelofarendsveen<sup>2</sup>

Bij het breken en wassen van de Bestone<sup>®</sup> komen kleine deeltjes vrij. Aangezien het gesteente bestaat uit kwarts, veldspaten (plagioklaas en alkaliveldspaten), calcië, muscoviet, chloriet en enkele procenten andere mineralen (epidoot, klinozoisiet en titaniet) bestaan de granulietdeeltjes eveneens uit deze mineralen. Gezien de aanwezigheid van chloriet heeft de Bestone<sup>®</sup> granuliet een groenige kleur.

De graniet bevat de mineralen kwarts, veldspaat (alkaliveldspaat en plagioklaas) en biotiet. Bij het breken en wassen van de graniet komen deeltjes van dezelfde samenstelling vrij. De deeltjes zijn erg klein. Vooral de veldspaatdeeltjes zullen, gezien hun grootte, in de loop van de tijd verweren en overgaan in kleimineralen. Gezien de aanwezigheid van lichtrood gekleurde veldspaten heeft de graniet-granuliet een lichtrode kleur.

Het granuliet van beide gesteenten bestaat dus uit een mengsel van kleine deeltjes (kleiner dan 2 mm; meestal veel kleiner dan 2 mm) van de oorspronkelijke mineralen die aanwezig zijn. De mineralen in dit zogenaamde granuliet behoren tot de mineralen die zeer algemeen zijn in de gesteenten die onze aarde opbouwen. Het zijn mineralen die zeer veel voorkomen in de ondergrond van Nederland.

---

<sup>1</sup> Granuliet wordt ook als 'Noordse Leem' vermarkt door Graniet Import Benelux. Dit betreft hetzelfde materiaal.

<sup>2</sup> Bron: Deltares (2019). Specificaties voor het toepassen van Noordse Leem in Weg- en Waterbouwwerken in Nederland, juni 2019.



## Ondergrond Nederland

De grote rivieren in ons land hebben al een lange weg afgelegd voor zij ons land binnenstromen. Ooit stroomde de grote Eridanos rivier vanuit het noorden naar ons land. De huidige rivieren ontstonden in landen oostelijk en zuidelijk van Nederland. Gesteenten aan ons aardoppervlak zijn aan verwerking en erosie onderhevig. De fragmenten die hierbij ontstaan kunnen door rivieren meegenomen worden. Tijdens het transport vindt verdergaande erosie en verwerking plaats; de meegenomen fragmenten worden kleiner. Kwarts, veldspaten, mica (bv. muscoviet, biotiet en hieraan verwant chloriet) en calciet behoren tot de meest voorkomende mineralen in gesteenten. Deeltjes van deze mineralen en hun eventuele verweringsproducten (kleimineralen) zijn de afgelopen miljoenen jaren in grote hoeveelheden naar Nederland getransporteerd. In Nederland ontstonden delta's, de stroomsnelheid van de rivieren nam af en de meegevoerde mineraaldeeltjes werden in lagen afgezet. Doorgaans netjes gesorteerd in zand-, silt- en kleilagen<sup>3</sup>, soms ook zijn deze bestanddelen gemengd. Onze ondergrond bestaat voor het grootste deel uit een opeenvolging van zand-, silt- en klei-afzettingen.

Niet alle afzettingen in de ondergrond van Nederland zijn opgebouwd uit door rivieren aangevoerd materiaal. De geologische ontwikkeling van Nederland beslaat circa 600 miljoen jaren. Gedurende deze lange periode bevond het huidige Nederland zich vaak onder de zeespiegel.

Mariene afzettingen met klei, silt en zand ontstonden. Soms ook afzettingen met kalksteen (calciet), o.a. de kalksteen die in groeves in de omgeving van Winterswijk en Maastricht ontgonnen worden. In de diepere ondergrond vinden we ook afzettingen die ontstonden toen Nederland zich boven zeeniveau bevond: onze steenkoolafzettingen zijn hier een voorbeeld van. In het noorden van Nederland vinden we keileem in de ondergrond: ijs bracht gedurende de Saale ijstijd vermalen gesteente, dat wederom vooral uit kwarts, veldspaat en klei bestaat, naar ons land.

Gedurende de vele miljoenen jaren ontwikkeling van onze ondergrond vond ook regelmatig een recycling van de afgezette materie plaats. Rivieren erodeerden de ondergrond en de nieuwgevormde erosieproducten werden opnieuw afgezet als klei-, silt- of zandafzettingen. Ook de wind zorgde voor een recycling van materiaal; dit zien we terug in bijvoorbeeld de löss-afzettingen en de dekzandafzettingen. Er ontstonden nieuwe afzettingen maar met globaal dezelfde mineraalsamenstelling. Kwarts, veldspaten, klei en calciet blijven de belangrijkste mineralen in de gesteentelagen in de Nederlandse ondergrond.

## Conclusie

De granuliet, de fijne deeltjes die ontstaan door antropogene verwerking en erosie van gesteenten, vertoont qua samenstelling sterke overeenkomst met de samenstelling van de ondergrond van Nederland. Mineralen als kwarts, veldspaten, calciet, muscoviet, biotiet en muscoviet - mineralen waar de granuliet uit bestaat - zijn eveneens de belangrijkste gesteentevormende mineralen in onze ondergrond. Deze mineralen zijn in het verleden ofwel door rivieren naar ons land gebracht, ofwel afgezet in de zeeën die Nederland in het verleden overspoelden.

Granuliet wijkt dus niet af van de gangbare erosie- en verweringsproducten die de rivieren naar ons land hebben gebracht en die de samenstelling van de Nederlandse ondergrond bepalen.

---

<sup>3</sup> klei heeft twee betekenissen. In de ene betekenis verwijst klei naar de samenstelling, namelijk naar kleimineralen. In de andere betekenis verwijst klei naar de grootte van de deeltjes, afhankelijk van de definitie die gebruikt wordt komt dit neer op deeltjes met een grootte kleiner dan 2 of 4  $\mu\text{m}$ . Silt: de deeltjes hebben een grootte tussen 4 en 63  $\mu\text{m}$ . Bij zand hebben de deeltjes een grootte tussen 63  $\mu\text{m}$  en 2 mm. Grind: >2 mm. De classificatie zand, silt en grind berust alleen op de grootte van de deeltjes en niet op de mineralogie.