



## Soilcrete® (jetgrouten)

Een veelzijdige, efficiënte methode voor  
grondverbetering

Geotechnische oplossingen voor de bouwindustrie



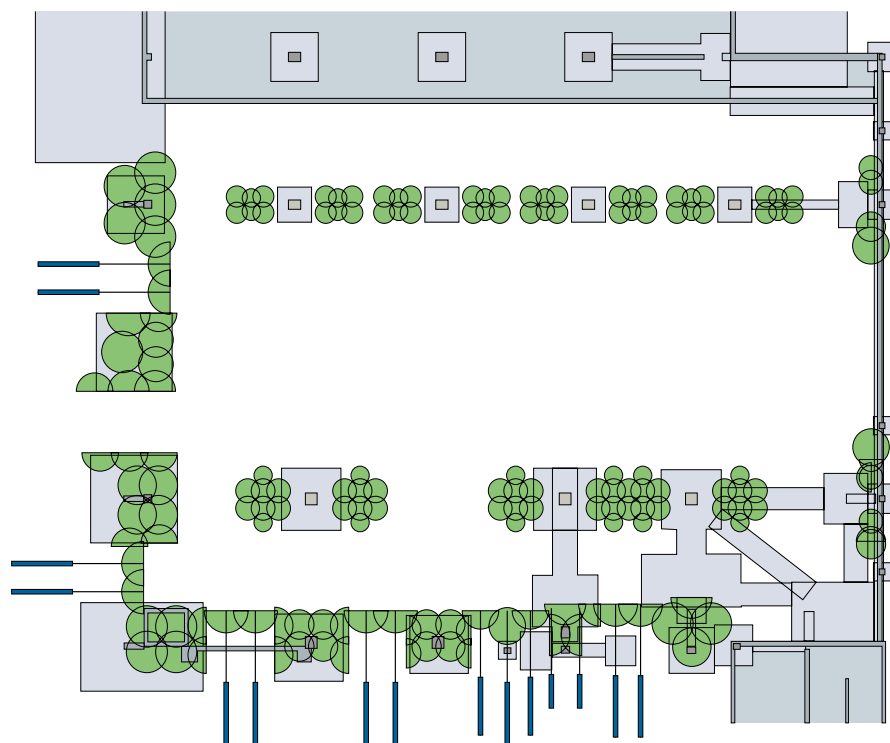
# Soilcrete® – geschiedenis

Keller verwierf in 1979 een licentie voor het jetgroutproces en betrad in Duitsland met het handelsmerk "Soilcrete®" een nieuwe sector: bodemstabilisatie.

## Soilcrete® - (Jetgrouten) Uitvoeringsvolgorde

Kleinschalige verstevigingswerkzaamheden stonden aan de wieg van een onconventionele methode voor grondverbetering. Om de huidige modernste techniek te bereiken was het nodig om voortdurend te blijven ontwikkelen.

- Het soilcrete®-procedé werd aangepast aan verschillende grondsoorten.
- De toepassingsgebieden werden uitgebreid, zodat oplossingen voor de meest uiteenlopende problemen konden worden aangeboden.
- Er werd materieel ontwikkeld en verbeterd.



Renoveren, aanpassen en uitbreiden van een bestaande fundering

# De meest flexibele techniek voor bodemtechnologie

Soilcrete® (jetgrouten) behoort binnen de geotechniek tot de meest efficiënte en flexibele methode voor grondverbetering voor dragende elementen en afdichtingen. Keller was een pionier voor deze techniek en introduceerde het jetgrouten in 1979 op de Duitse markt en gebruikt het momenteel overal ter wereld. Dankzij voortdurend onderzoek, innovatie en investeringen in ons materieel is onze technologie toonaangevend. We kunnen oplossingen voor vrijwel alle toepassingen bieden voor een breed spectrum van grondsoorten: van los sediment tot stevige klei.

Ons ervaren personeel, het moderne materieel, het strenge kwaliteitsmanagement en de enorme ontwerpervaring vormen de basis voor onze topprestaties in uitdagende omstandigheden. Met Soilcrete® biedt Keller innovatie-oplossingen voor tunnelbouw, funderingen voor nieuwe en bestaande gebouwen of het restaureren van historische gebouwen. Deze techniek omvat ook het ondoorlatend ondervangen van muren, stempels en het maken van bodemaafdichtingen tegen het binnendringen van grondwater bij ontgravingen.

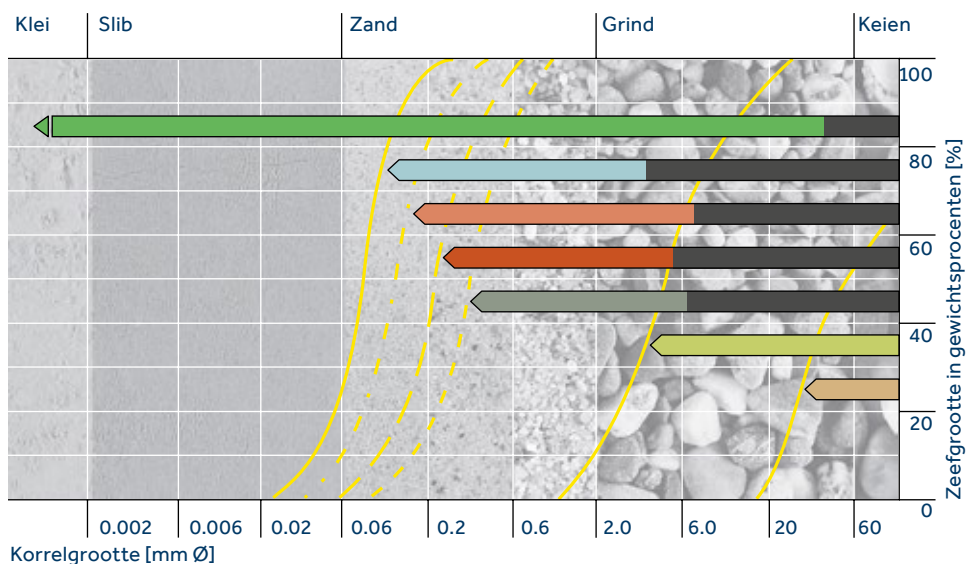
## Toepassingsgrenzen voor grouttechnieken

- Soilcrete® – jetgrouten
- Synthetische oplossingen
- Sodium-silicaat oplossingen [lv]
- Silicaatgel [hv]
- Ultrafijn cement
- Cementsuspensie
- Mortel

lv = laagvisceus  
hv = hoogvisceus

◁ economisch

■ niet-economisch

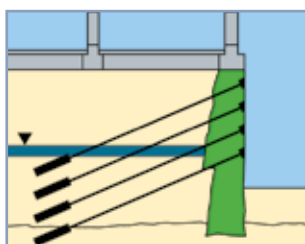




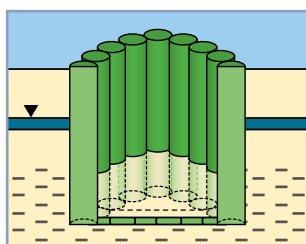
## Toepassingen

Soilcrete® is een uitgekende methode voor veel verschillende toepassingen.

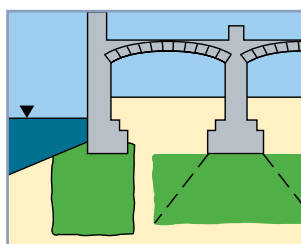
| Stabilisatie                                  | Afdichting                                      |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Ondervanging                                  | Dichtwanden en panelen                          |
| Startblokken en ontvangstblokken voor tunnels | Bodemafdichtingen                               |
| Stabilisatie tunneldaken en -bodems           | Gewelven                                        |
| Verbetering en uitbreiding funderingen        | Afdichtingsmembranen                            |
| Funderingsaanpassingen                        | Dijkverbeteringen                               |
| Stempels, schachten                           | Afdichting Berlinerwanden                       |
| Diepfunderingen                               | Voegafdichtingen en sparingen tussen bouwdeelen |
| Kadeherstel                                   | Afdichting bouwkuipen/lekkages                  |



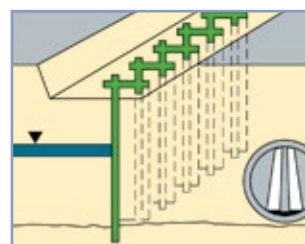
Ondervanging



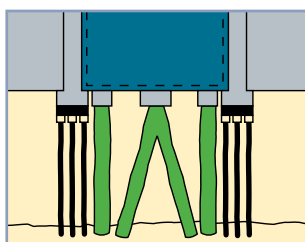
Schachtondersteuning



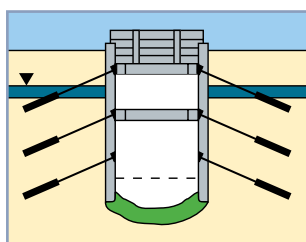
Verbetering en uitbreiding  
funderingen



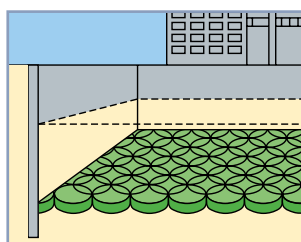
Lamellen- en dichtwanden



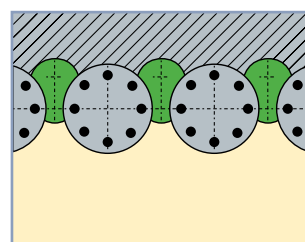
Diepfunderingen



Gewelven



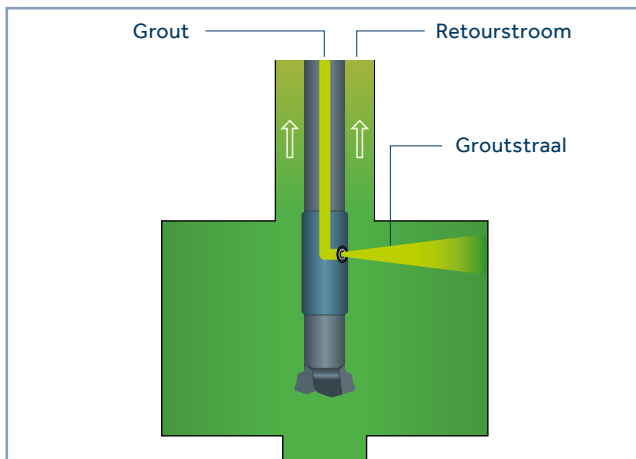
Bodemaafdichtingen



Afdichting van palenwanden

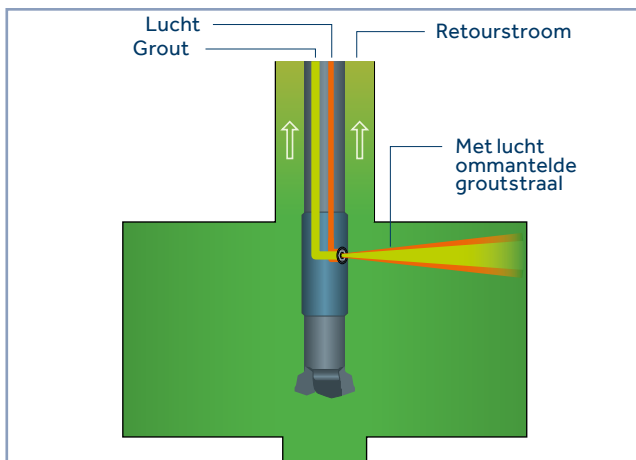
# Soilcrete® uitvoeringsvarianten

Soilcrete® wordt vervaardigd op drie verschillende manieren. De gebruikte methode is afhankelijk van de toestand van de bodem, de geometrische vorm en de gewenste kwaliteit van de Soilcrete®-elementen.



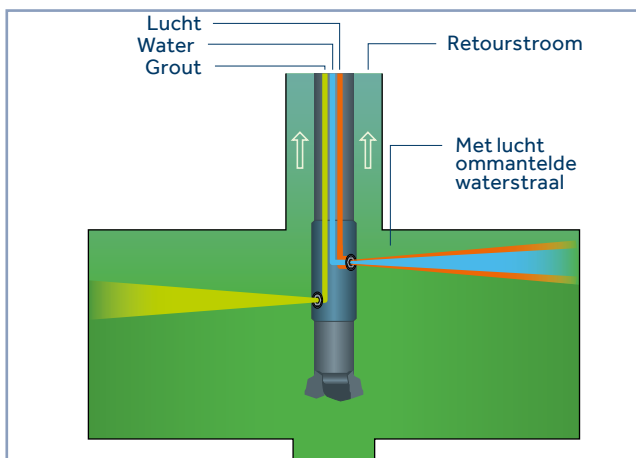
## Soilcrete® - S

Het enkelvoudige (single) directe procédé werkt met een groutstraal tot 200 m/s uittredesnelheid voor het tegelijk snijden en mengen van de bodem zonder toegevoegde lucht. Het S-procéde wordt gebruikt voor kleine tot middelgrote jetgroutkolommen.



## Soilcrete® - D

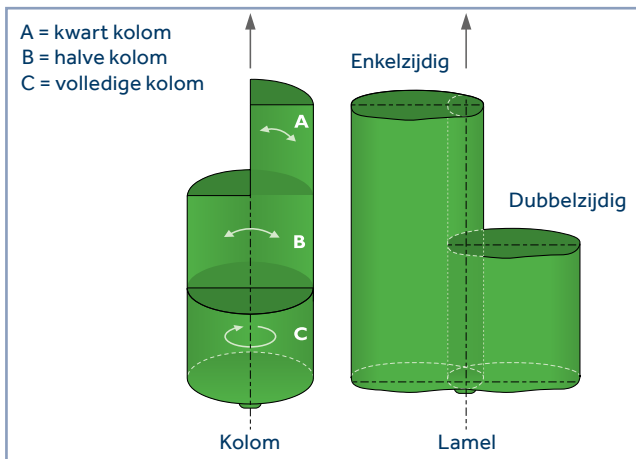
Het dubbele (double) directe procédé werkt met een groutstraal tot 200 m/s uittredesnelheid voor het tegelijk snijden en mengen van de bodem. Om de erosiecapaciteit en daarmee ook de reikwijdte van de groutstraal te vergroten, wordt lucht toegevoegd door middel van een ringvormige luchtsputmond. Het D-procéde is geschikt voor middelgrote tot zeer grote jetgroutkolommen.



## Soilcrete® - T

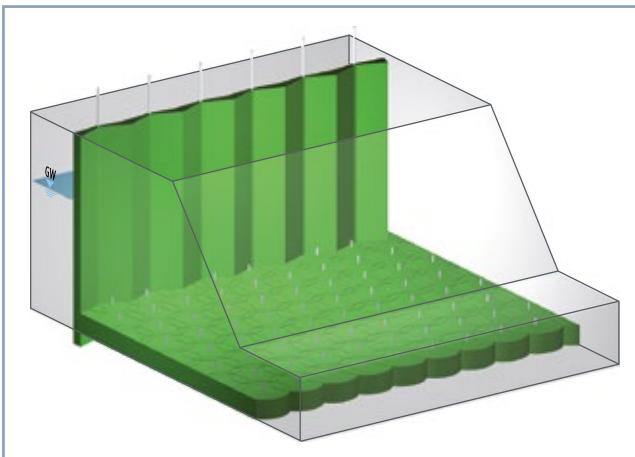
Het drievoudige (triple) scheidingsprocédé erodeert de bodem met een met lucht ommantelde waterstraal, met uittredesnelheden tot maximaal 200 m/s. Via een tweede spuitmond, onder de waterspuitmond, wordt tegelijkertijd grout ingespoten. Een variant van dit procédé werkt met een waterstraal zonder lucht-ommanteling. Het T-procéde wordt hoofdzakelijk gebruikt voor het behandelen van cohesieve grond.

# Soilcrete® constructievormen

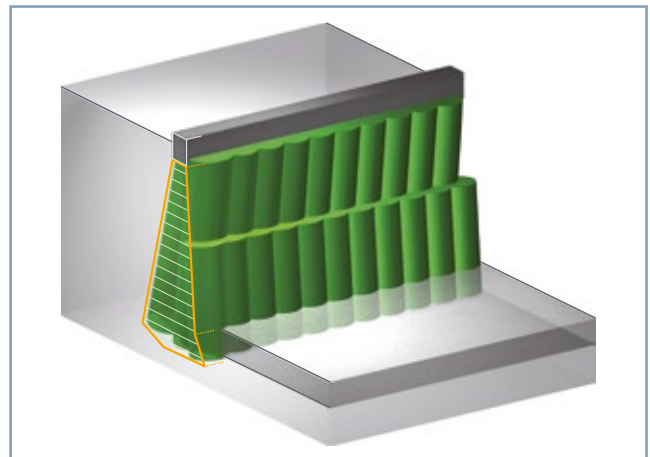


De geometrische basisvorm van Soilcrete®-elementen wordt gemaakt door bewegingen van de boorstangen:

- Door trekken en roteren ontstaan volledige kolommen.
- Door trekken en zwenken ontstaan segmenten en deelskolommen.
- Door trekken zonder roteren ontstaan lamellen - bij het gebruik van meerdere spuitmonden kunnen er meerdere lamellen worden gemaakt.



Lamellenwand met afdichtingslaag



Ondervangingselementen

# De schoonheid van excellentie



## Soilcrete® - procesbeschrijving

Soilcrete® (jetgrouten) is een techniek voor grondbehandeling en -verbetering. De grond rond het boorgat wordt geërodeerd door snijstralen die met hoge snelheid water of grout inspuiten. Soilcrete® wordt vervaardigd in drie verschillende variaties, afhankelijk van de toestand van de bodem en de projecteisen: enkelvoudig direct procedé met een of meerdere groutstralen; dubbel direct procedé met een of meerdere met lucht ommantelde groutstralen; drievoudig procedé met een of meerdere met lucht ommantelde waterstralen en gelijktijdige groutstralen.

De geërodeerde bodem wordt in suspensie gebracht en wordt gemengd met de cement grout (en, in het drievoudige proces, met water). Het overschot aan bodem/cement/water-mengsel komt vrij via de ringvormige ruimte tussen de jetgroutstangen en het boorgat. Het proces van bodemerosie en vervanging wordt continu en in realtime elektronisch aangestuurd en bewaakt door middel van DAQ-systemen. Soilcrete®-elementen worden gemaakt in verschillende geometrische vormen afhankelijk van bewegingen van de boorkop. Ze kunnen op meerdere manieren worden gecombineerd en uitgebreid.

## De eigenschappen van Soilcrete®

De betondruksterkte van Soilcrete® hangt af van het cementaandeel en van het aandeel van de in de Soilcrete®-massa overgebleven bodem (en de kenmerken daarvan). De afdichtende werking van Soilcrete® tegen binnendringend water wordt bereikt door het elimineren van het poriënvolume in de bodem - deze worden opgevuld met grout. De mate waarin de doordringbaarheid wordt verminderd, wordt bepaald door de tijdens het behandelingsproces bereikte homogeniteit.

Afhankelijk van de eigenschappen van de bodem, de geïnjecteerde materialen en de bereikte homogeniteit kan Soilcrete® de doorlatenheidscoëfficiënt met een hoge factor verminderen. Aan hoge eisen qua afdichting kan worden voldaan door te kiezen voor de juiste materialen en werkomstandigheden, in combinatie met een stringent kwaliteitsmanagement. In veel gevallen worden Soilcrete®-elementen gebruikt voor zowel ondervanging als afdichting.

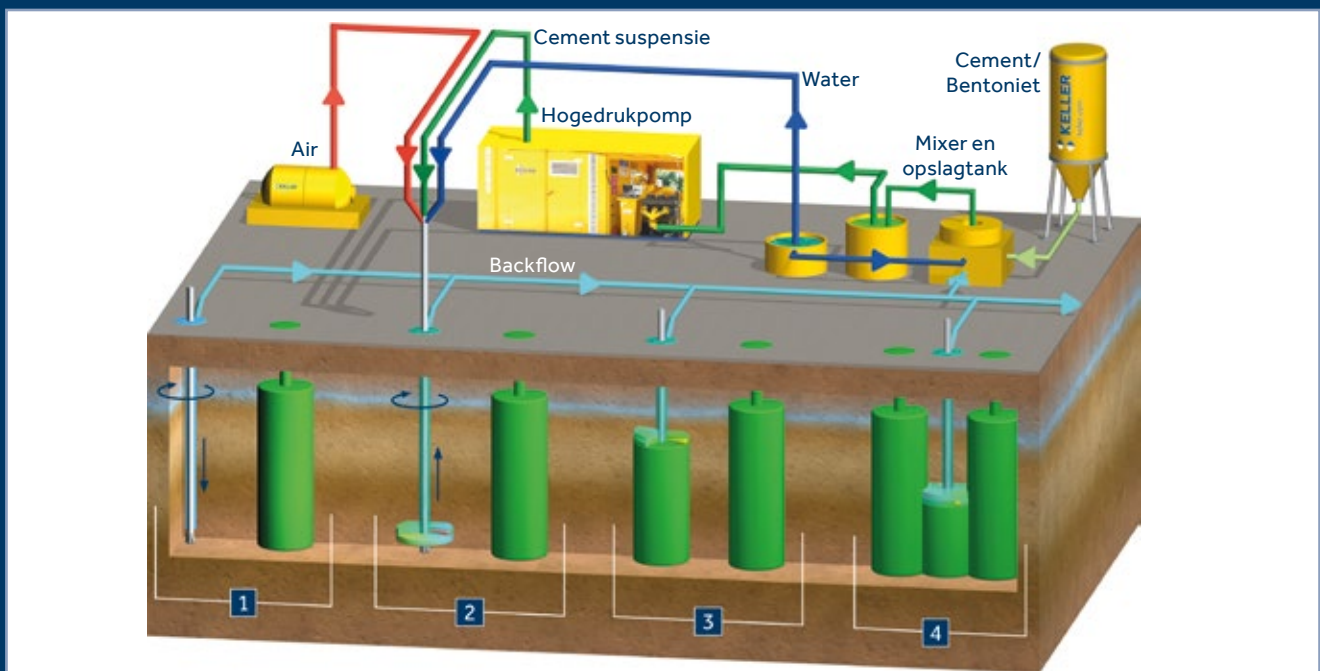
# Technische merites

- Snijstralen met hoge snelheid van grout of water en lucht, met uittredesnelheden van > 200 m/s
- Erosiebereik van de jetstralen tot meerdere meters
- Toepasbaar op ondergrond van organische turf, klei, zand tot grof grind
- Typerende betondruksterkte tot 20 N/mm<sup>2</sup>
- Boordieptes dieper dan 50 m
- Er kunnen Soilcrete®-elementen in verschillende geometrische vormen worden gemaakt
- Uitvoering conform Europese Norm EN 12716

## Soilcrete® - Uitvoeringsvolgorde

Soilcrete®-installaties bestaan uit silo's voor het cement of bindmiddel en andere groutbestanddelen, automatische menginstallaties, mengvaten en hogedrukpompen. Via voor hogedruk gecertificeerde slangen wordt de boormachine bij het boorgat verbonden met de pomp. De mastlengte kan variëren van minder

dan 2,0 m bij beperkte beschikbare hoogte tot 35,0 m in het vrije veld. De boorgaten bevinden zich doorgaans in smalle sleuven, waaruit het afvalmateriaal met vuilwaterpompen wordt verwijderd. Het overtollige materiaal wordt naar opvangbekkens, tanks of containers gepompt. Indien nodig wordt er extra materieel ingezet voor het recyclen en verminderen van het afvalmateriaal.



### Boren

Met behulp van boorstangen die zijn voorzien van een zogenaamde "monitor" (boorkop met nozzels en snijbits) wordt tot de benodigde diepte geboord.

### Jetten

Het erosieproces met de snijdende grout/waterstralen begint op het diepste punt van het boorgat. Overtollig water/bodem/cement-mengsel wordt naar de oppervlakte gebracht. Alle belangrijke parameters worden continu bewaakt met DAQ (Data Acquisition)-systemen.

### Grouten

Terwijl de bodem wordt geërodeerd, wordt er tegelijkertijd cementsuspensie geïnjecteerd. Dat kan door de snijstraal zelf gebeuren, maar ook door afzonderlijke nozzels in de "monitor" (boorkop met nozzels en snijbits). De door de injectie veroorzaakte turbulentie zorgt voor de uniforme menging van de componenten die het Soilcrete®-element vormen.

### Uitbreiding

Soilcrete®-elementen in verschillende vormen kunnen "vers in vers" en "vers in vast" op diverse manieren worden gecombineerd of verbonden.

# Soilcrete® kwaliteitsmanagement

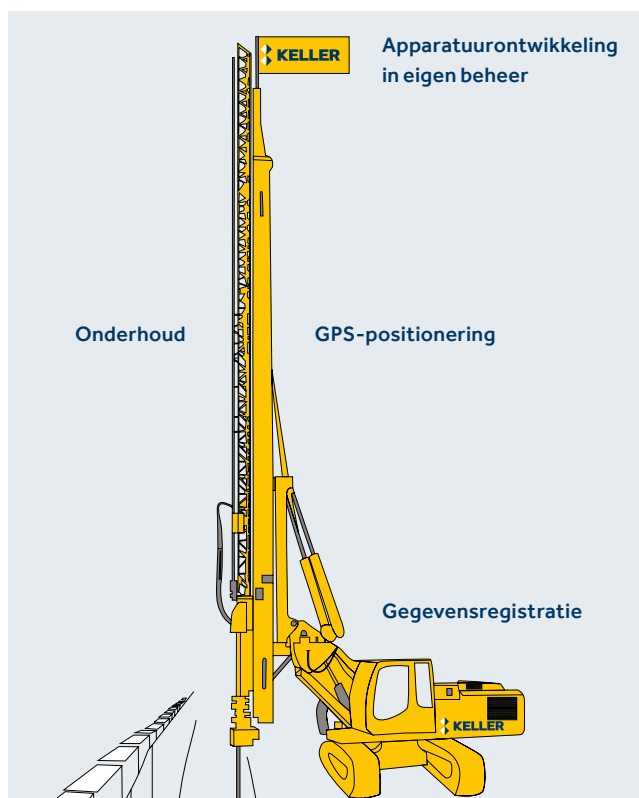
Efficiëntie, betrouwbaarheid en kwaliteit dankzij procesautomatisering en procescontrole.

Ons onderscheidende kenmerk is de efficiënte omgang met kosten en tijd, zonder enig compromis aan de kwaliteit. Wij begrijpen dat onze klanten afspraken hebben met hun eigen klanten en stakeholders. Omdat wij de basis van ieder project zijn, nemen wij onze verantwoordelijkheid uiterst serieus en streven wij naar het waarmaken van de verwachtingen en eisen van onze klanten.

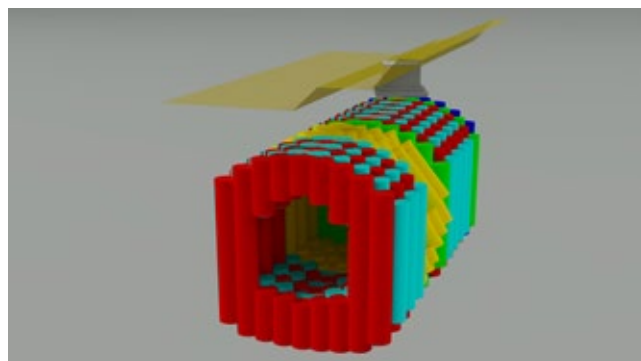
Keller's Quality Process Management (QPM) verbindt onze afdelingen engineering rechtstreeks met ons personeel en materieel ter plaatse. Als onze installaties aan het werk zijn, registreren sensoren de belangrijkste productieparameters als diepte, druk, stroomsnelheden, transportsnelheid,

toerentallen en andere relevante gegevens elektronisch en in realtime. Hiermee waarborgen we onze proceskwaliteit, de data wordt direct online gerapporteerd.

Onze ingenieurs en de ondersteunende afdelingen bewaken deze gegevens en maken op basis daarvan aanpassingen aan het ontwerp, proces of nemen beslissingen over het vereiste onderhoud. Dankzij deze grote mate van procesautomatisering en -sturing kunnen wij de stilstand van ons materieel verminderen, flexibel reageren op een onverwachte grondparameters en de voortgang en efficiëntie van ons werk verbeteren. Het grote pluspunt voor onze klanten - kwaliteit en veiligheid die resulteren in betrouwbare prestaties.



M5 gegevensregistratie



Visualisatie

## M5 gegevensregistratie

De herziene norm EN 12716 uit 2018 maakt het verplicht om digitaal en ononderbroken realtime gegevens vast te leggen. Keller maakt al jarenlang gebruik van een in eigen beheer ontwikkeld data-acquisitiesysteem (M5) voor alle producten van Keller, waaronder Soilcrete®. Alle relevante procesparameters als optreksnelheid, toerental van de boor, drukken en stroomsnelheden van alle vloeistoffen en lucht evenals het koppel, neerwaartse kracht en meer worden geregistreerd. Het is het belangrijkste instrument om na te gaan of aan de specificatie voor elk afzonderlijk element is voldaan.

## Visualisatie

Soilcrete®-projecten worden steeds complexer. Om ons hoge kwaliteitsniveau vast te houden, zijn nieuwe manieren om de geplaatste elementen te visualiseren vereist. Keller loopt voorop bij het ontwikkelen van nauwkeurige 3D-visualisatie van Soilcrete®-elementen met hoge resolutie. Hiervoor worden de exacte GPS-bewaakte locaties van onze gereedschappen en een nauwkeurige afwijkingsmeting van de boorgaten gecombineerd.



Diametercontrole



Monsterneming en testen

## Apparatuur

Keller heeft een eigen ontwerpafdeling die de modernste jetgrout-apparatuur en bijbehorende gereedschappen maakt. Daardoor kan Keller installaties ontwerpen en produceren voor veel verschillende doeleinden. Er zijn installaties die drie ton wegen, maar ook installatie met een gewicht van meer dan 40 ton. Elke installatie is voorzien van een M5 data-acquisitiesysteem. Indien nodig kunnen GPS-systemen, boorstanggeleiders, mastverlengingen en gespecialiseerde boor- en jetmonitoren worden geplaatst. Het onderhoud wordt ter plaatse en op afstand uitgevoerd door een groot team gespecialiseerde elektriciens en monteurs.

## Diametercontrole

Afgezien van de materiaalsterkte en de afdichtende werking is het bepalen van de elementdiameter in alle behandelde bodemlagen essentieel voor het voldoen aan de in situ-realttime projecteisen. Keller's Acoustic Column Inspector – ACI© is ontwikkeld en gepatenteerd om diametermetingen te kunnen uitvoeren en werkparameters te optimaliseren op grote diepte en tijdens het jetproces. Een andere eigenschap van het ACI© is de mogelijkheid om de verbinding tussen jetgrout-elementen en andere bestaande constructies zoals damwanden, diepwanden, stempels, wanden te controleren en aan te tonen.

## Monsterneming en testen

Bij de meeste projectspecificaties wordt een bepaalde gewenste sterkte vastgelegd, vaak in combinatie met een verminderde doorlatendheid. Er worden verschillende methodes gebruikt voor het verzamelen van monsters om de eigenschappen van de kolom te controleren, bijvoorbeeld kernboringen, verzamelen van verse monsters (wet grab-liners) en het analyseren van de retourstroom. Deze monsters worden in gecertificeerde laboratoria getest op sterkte en, indien nodig, doorlatendheid.

**Keller Funderingstechnieken B.V.**

Flemingweg 8  
2408 AV Alphen aan den Rijn  
Nederland

[Info.nl@keller.com](mailto:Info.nl@keller.com)  
+31(0)172-471 798

**Keller Funderingstechnieken België B.V.**

Ringlaan 17/A  
2960 Brecht  
België

[info.be@keller.com](mailto:info.be@keller.com)  
+32(0)3376 6410