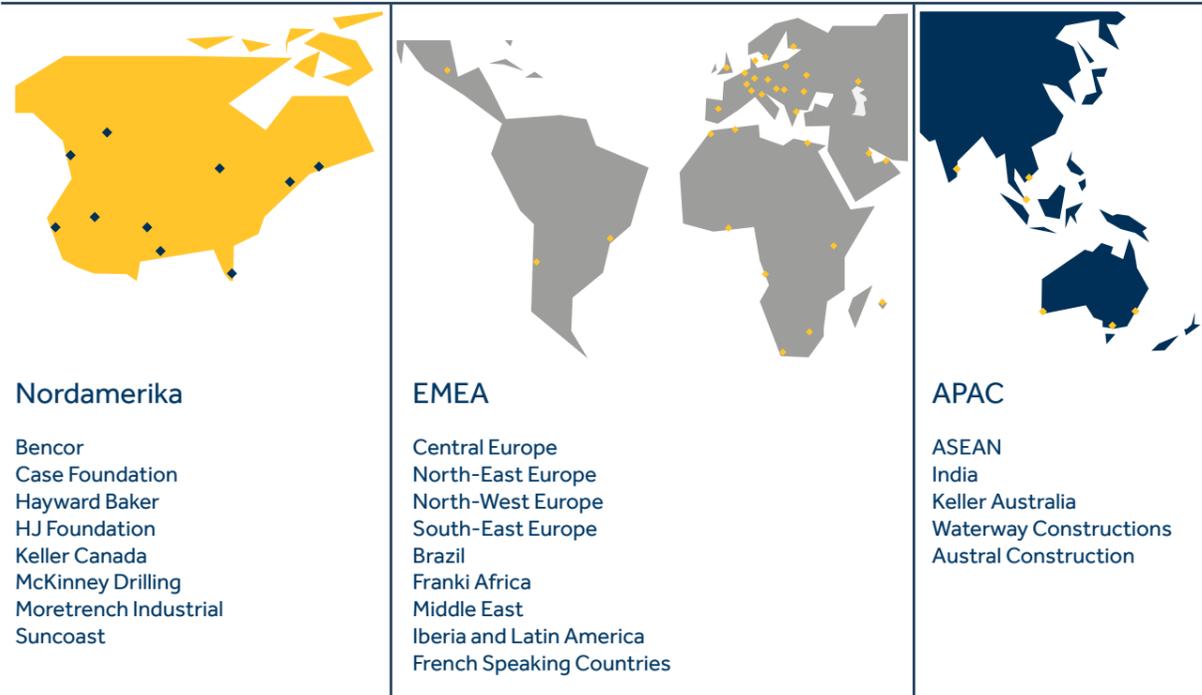


## Gründungen für Windenergieanlagen

- Baugrundverbesserungen
- Pfahlgründungen
- Baugrunderkundungen

# Die Keller Gruppe.

Keller ist der weltweit führende Geotechnik-Spezialist. Jeden Tag leben und arbeiten Menschen auf der ganzen Welt auf dem von uns vorbereiteten Grund.



## Spezialisiert auf Lösungen

Ob einzeln oder in Kombination – unsere Technologien bieten Lösungen für die unterschiedlichsten Herausforderungen im gesamten Bausektor: von Industrie-, Gewerbe- und Wohnprojekten bis hin zum Infrastrukturbau.

## Global kompetent – lokal präsent

Globale Stärke und lokaler Fokus machen uns einzigartig. Unsere Kenntnis der lokalen Märkte und Bodenverhältnisse ermöglicht es uns, auf die besonderen technischen Herausforderungen vor Ort entsprechend zu reagieren. International aufgestellt und global vernetzt, können wir auf

die besten Köpfe der Branche zurückgreifen, um für Sie jeweils die optimale Lösung bereitzustellen.

Mit über 10.000 Kollegen und Niederlassungen in mehr als 40 Ländern haben wir die Kapazität und Kompetenz, die Erfahrung und auch die finanzielle Stärke, Ihr Projekt schnell und sicher zum Erfolg zu führen.

Mit der Symbiose aus globalen Ressourcen und regionalen Erfahrungen unterstützen wir unsere Kunden nicht nur zuverlässig bei großen Bauvorhaben, sondern auch perfekt bei kleineren, anspruchsvollen Projekten.



Wir sind der weltweit führende Spezialist im Spezialtiefbau

- Baugrundverbesserungen
- Injektionen
- Pfahlgründungen
- Baugrubensicherungen und Stützwände
- Messtechnik und Überwachung





## Gründungen für Windenergieanlagen

Seit Jahrzehnten helfen wir unseren Kunden bei der sicheren Gründung von Windenergieanlagen auf schwierigem Baugrund. Mit dem Einsatz fortschrittlichster Gründungstechniken und innovativer Baugrundverbesserungen bieten wir maßgeschneiderte Lösungen für jeden individuellen Standort. Profitieren Sie mit uns nicht nur vom technisch und wirtschaftlich Besten, sondern lernen Sie auch unsere besonders ökologischen Alternativen kennen!

## Herausforderungen und Lösungen

Die Gründung von Windenergieanlagen ist nicht immer einfach: Ausgerechnet an den windreichsten Standorten in Küstennähe trifft man besonders oft auf weichen und sehr nachgiebigen Baugrund. Gut geeignete Standorte im Mittelgebirge sind dagegen oft von inhomogenem Baugrund geprägt. Und organische Böden sind überall eine große Gefahr für Fundamente, die hohe, dynamische und auch noch exzentrische Lasten abzutragen haben.

Bei uns finden Sie das Know-how und alle nötigen Ressourcen, um eine optimale Gründung nach dem neuesten Stand der Technik zu planen und auszuführen. Wir freuen uns über viele zufriedene Kunden und blicken mit Stolz auf Tausende, von uns erfolgreich gegründete Windenergieanlagen.

## Gesundheit und Sicherheit

Gesundheit und Sicherheit haben für Keller Priorität. Wir haben nachweislich eine der niedrigsten Unfallquoten in unserer Branche. Das Engagement von Führungskräften und Mitarbeitern für unser „Think Safe“-Programm hat uns Auszeichnungen und Anerkennung von Industrieverbänden und unseren Kunden eingebracht.



## Baugrundverbesserung Eschweiler Fronhofen, Deutschland

Innogy beauftragte uns, eine Rüttelstopfverdichtung bis in eine Tiefe von 18 m für neun bis zu 143 m hohe Windenergieanlagen auszuführen.

Die Windenergieanlagen sollten auf einer ehemaligen Braunkohle-Tagebaugrube errichtet werden, die bis zu 100 m tief war. Zur Wiederverfüllung wurde damals feinkörniger, leicht schluffiger und kiesiger Sand verwendet.

## Projektbeispiele

### Pfahlgründung Hannut, Belgien

EIFFAGE Energia beauftragte uns mit der Tiefgründung von neun Windenergieanlagen, wofür wir 163 Schneckenbohrpfähle mit einer Gesamtlänge von 3.250 m herstellten.



## Baugrundverbesserung Monts de Maisnil Audincthun, Frankreich

Keller Foundations Spéciales stellte ein System mit Verdrängungsbetonsäulen für Gründungen her und konnte somit eine deutliche Verbesserung des Baugrunds erreichen. Es wurden Teilverdrängungsbohrpfähle verwendet. Zwischen den Betonsäulen und dem Fundament der Windenergieanlage wurde eine Lasttransferschicht eingebracht.



## Projektbeispiele

### Pfahlgründung und Baugrundverbesserung Grossheide-Arle, Deutschland

ENERCON beauftragte Keller Grundbau mit der Gründung von acht Windenergieanlagen.

Vier der Windenergieanlagen wurden auf 108 Ortbetonrammpfählen errichtet, die anderen vier auf 233 Rüttelstopfsäulen.

Diese Rüttelstopfsäulen und die Ortbetonrammpfähle wurden bis in den dichten bis sehr dichten Sand in 33 m Tiefe eingebracht. Diese tiefliegende, tragfähige Schicht wurde von Lehm, Schlack, Schwemmsand und Torf überdeckt.

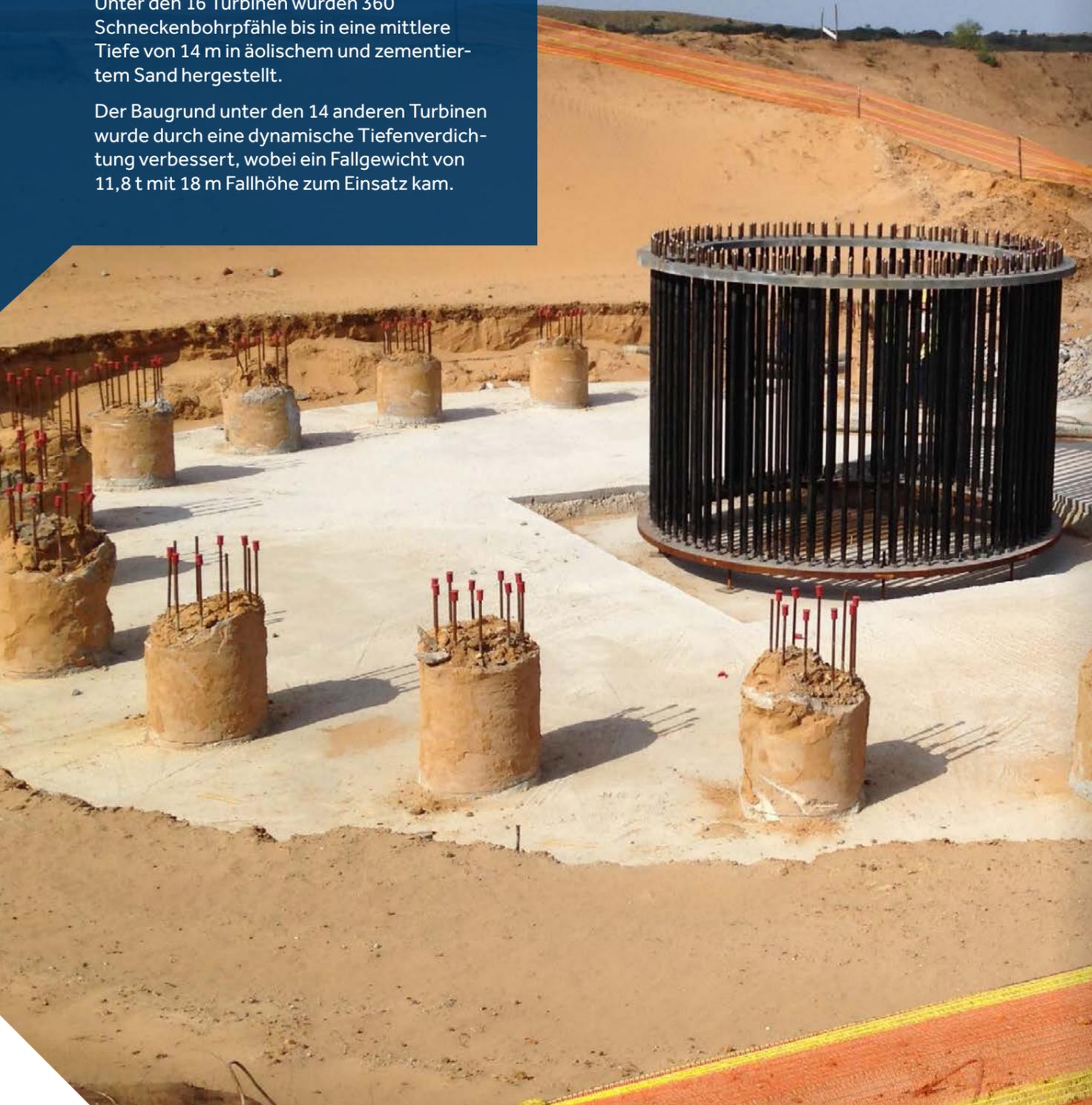


## Pfahlgründung Gibson Bay, Südafrika

Franki Africa, ein Tochterunternehmen von Keller, kombinierte für die Fundamente des Windparks in Gibson Bay zwei geotechnische Verfahren.

Unter den 16 Turbinen wurden 360 Schneckenbohrpfähle bis in eine mittlere Tiefe von 14 m in äolischem und zementiertem Sand hergestellt.

Der Baugrund unter den 14 anderen Turbinen wurde durch eine dynamische Tiefenverdichtung verbessert, wobei ein Fallgewicht von 11,8 t mit 18 m Fallhöhe zum Einsatz kam.



## Projektbeispiele

### Pfahlgründung Ellwangen, Deutschland

ENERCON beauftragte Keller Grundbau mit der Ausführung von Pfahlgründungen für drei Windenergieanlagen.

Die 149 m hohen Bauwerke erforderten jeweils 26 Betonbohrpfähle mit einem Durchmesser von 1 m bis in eine Tiefe von 13 m unter jedem Fundament.



## Baugrundverbesserung Trairi, Brasilien

Tractebel Energia beauftragte Keller Tecnogeo mit einer Rütteldruckverdichtung unter den Fundamenten von 36 Windenergieanlagen. Es waren insgesamt 3.317 m Rüttelstopfsäulen bis in 16 m Tiefe erforderlich.

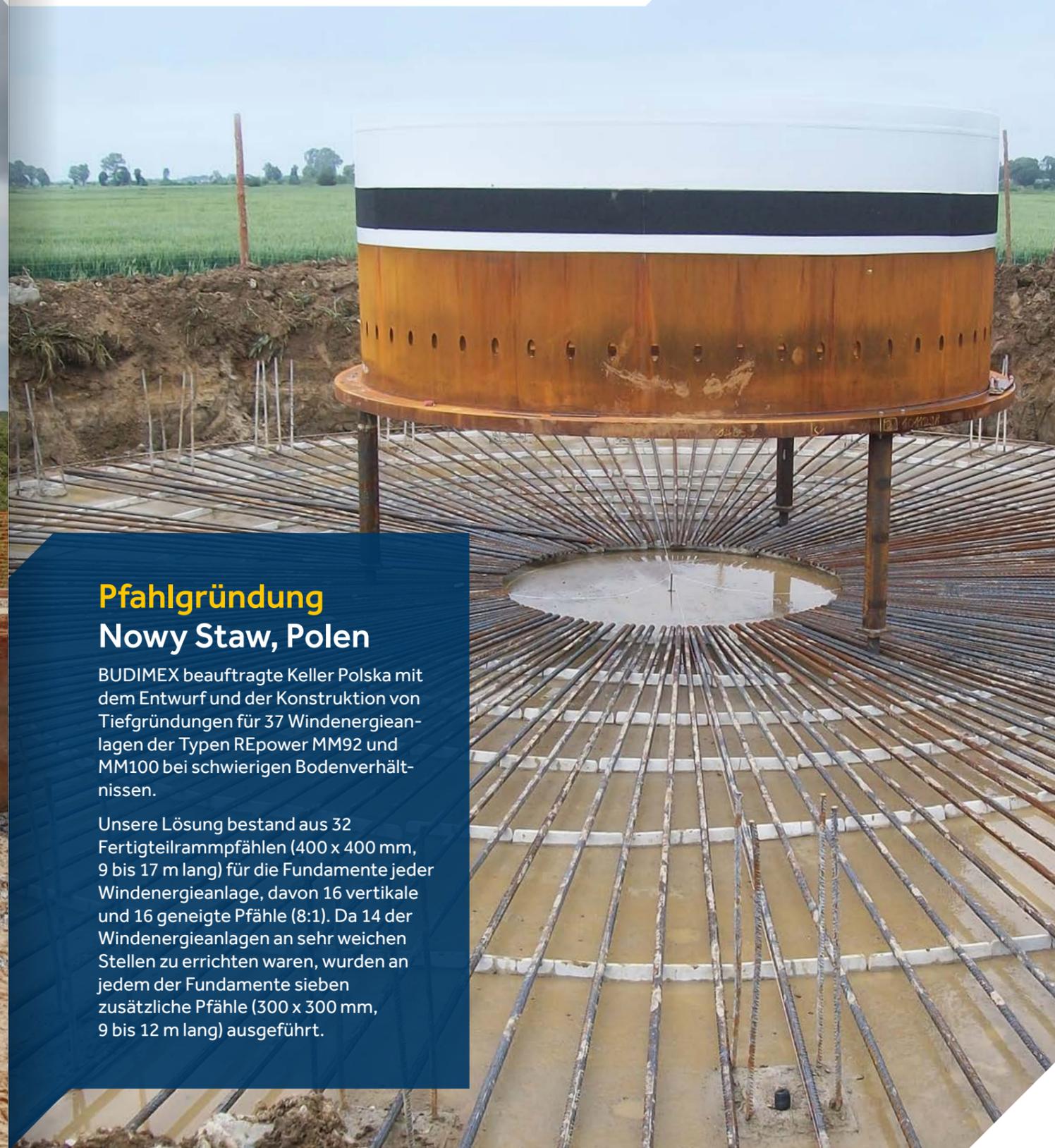


## Projektbeispiele

### Pfahlgründung Nowy Staw, Polen

BUDIMEX beauftragte Keller Polska mit dem Entwurf und der Konstruktion von Tiefgründungen für 37 Windenergieanlagen der Typen REpower MM92 und MM100 bei schwierigen Bodenverhältnissen.

Unsere Lösung bestand aus 32 Fertigteilrammpfählen (400 x 400 mm, 9 bis 17 m lang) für die Fundamente jeder Windenergieanlage, davon 16 vertikale und 16 geneigte Pfähle (8:1). Da 14 der Windenergieanlagen an sehr weichen Stellen zu errichten waren, wurden an jedem der Fundamente sieben zusätzliche Pfähle (300 x 300 mm, 9 bis 12 m lang) ausgeführt.



## Baugrundverbesserung Santo Domingo, Mexiko

Zur Verbesserung des Bodens unter 17 Windenergieanlagen wurden 6.200 m Rüttelstopfsäulen eingebracht.

Bei der Bemessung der Baugrundverbesserung wurde der Lastfall Erdbeben einschließlich der Folgewirkungen einer möglichen Verflüssigung berücksichtigt.

Der anspruchsvolle, vom Kunden vorgegebene Zeitplan konnte dank der hochmodernen Ausrüstung von Keller Cimentaciones eingehalten werden.

## Projektbeispiele

### Baugrundverbesserung Kassiek-Lindsted, Deutschland

Im Auftrag von Enercon verbesserte Keller Grundbau den Baugrund für die Fundamente von 10 Windenergieanlagen durch Rüttelstopfverdichtung.

Die größte Herausforderung waren dabei die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse: In der einen Hälfte des Bereichs war der Boden dicht und gut tragfähig. Die andere Hälfte musste mit 52 Rüttelstopfsäulen bis zu einer Tiefe von 11,5 m verbessert werden, um Setzungsdifferenzen zu vermeiden. Durch Vorbohrungen konnten bereichsweise anstehende, extrem dichte Zwischenschichten problemlos durchfahren werden.

## Baugrundverbesserung Königshovener Höhe, Deutschland

RWE Innogy beauftragte Keller Grundbau mit der Rüttelstopfverdichtung für 21 Windenergieanlagen mit einer Höhe von 143 m.

Die Windenergieanlagen mussten auf dem ehemals bis zu 160 m tiefen Restloch eines Braunkohletagebaus errichtet werden. Zur Wiederverfüllung wurde feinkörniger, leicht schluffiger Sand verwendet.

Mit den bis zu 20 m langen Rüttelstopfsäulen konnte eine deutlich homogenere Bodenbeschaffenheit erreicht werden.



## Projektbeispiele

### Baugrundverbesserung Reinaco, Chile

Keller Cimentaciones Chile errichtete die Gründung für 15 Windenergieanlagen in einer Gegend mit sehr nachgiebigem Boden. Zur Setzungsreduzierung arbeitete Keller Chile eine Lösung aus, bei der 1.485 Rüttelstopfsäulen bis in eine Tiefe von 10 m zum Einsatz kamen.



## Pfahlgründung Shoreham By Sea, Großbritannien

Um den Hafen von Shoreham mit erneuerbarer Energie zu versorgen, sollten an der Küste zwei Windenergieanlagen errichtet werden. Keller UK verwendete Mikropfähle, um die Fundamente zu gründen.

Die größte Herausforderung dabei war, die Mikropfähle an einer kleinen, beschränkten Stelle zwischen der Steinschüttung und einer Wellenschutzmauer aus Beton einzubringen.

An den Standorten der Windenergieanlagen wurden jeweils zwölf Mikropfähle mit einer Tiefe von bis zu 25 m eingebracht.

Dank des „Getec Azimuth Aligner“ konnte die korrekte Ausrichtung und Neigung gewährleistet werden.

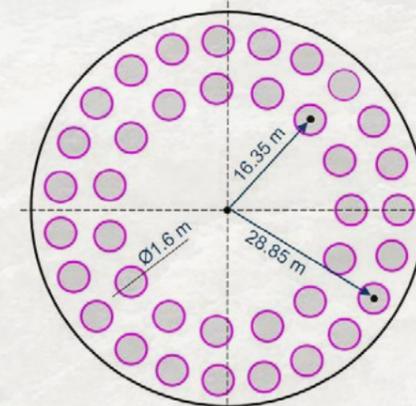


## Projektbeispiele

### Baugrundverbesserung Pağów, Polen

Seit 2007 wurden in Polen mehr als 400 Windenergieanlagen auf Bodenmischsäulen (sog. Deep Soil Mixing, DSM) errichtet. Die angewendeten Lösungen erwiesen sich als zuverlässig, schnell ausführbar und konkurrenzfähig.

Dieses Projekt umfasste neun Windenergieanlagen mit einer Höhe von jeweils 119 m, die von PBDI S.A. und ERBUD S.A. für GDF SUEZ Energia Polska S.A. gebaut wurden. Keller Polska führte die Bemessung aus und stellte für jedes Fundament 38 DSM-Säulen her. Der Durchmesser der Säulen betrug 1,6 m, die Länge zwischen 6 und 12 m. Es konnte eine Druckfestigkeit von 2,2 N/mm<sup>2</sup> erreicht werden.



**KELLER GRUNDBAU GMBH**

info.de@keller.com • www.kellergrundbau.de

**ZENTRALE (OFFENBACH)**

---

**Keller Grundbau GmbH**

Kaiserleistr. 8  
63067 Offenbach  
Tel: +49 69 8051-0

**BOCHUM**

---

Tel: +49 2327 804-0  
Email: bochum.de@keller.com

**FRANKEN (WÜRZBURG)**

---

Tel: +49 9365 88250-0  
Email: wuerzburg.de@keller.com

**GARCHING (MÜNCHEN)**

---

Tel: +49 89 326808-0  
Email: garching.de@keller.com

**HAMBURG**

---

Tel: +49 40 7675889-0  
Email: hamburg.de@keller.com

**ISERNHAGEN (HANNOVER)**

---

Tel: +49 511 616529-0  
Email: hannover.de@keller.com

**LEIPZIG**

---

Tel: +49 341 90382-0  
Email: leipzig.de@keller.com

**ORANIENBURG (BERLIN)**

---

Tel: +49 3301 5857-0  
Email: germendorf.de@keller.com

**RENCHEN**

---

Tel: +49 7843 709-0  
Email: renchen.de@keller.com

**RHEIN-MAIN (FRANKFURT)**

---

Tel: +49 69 8051-100  
Email: rheinmain.de@keller.com

**STUTTGART (UNTERENSINGEN)**

---

Tel: +49 7022 26689-0  
Email: stuttgart.de@keller.com