

**Ringtrac<sup>®</sup>**

**Sichere Baugrundverbesserung bei gering tragfähigen Böden**

**# HUESKER**  
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

# Sichere Baugrundverbesserung

Besonders bei sehr gering tragfähigen Böden

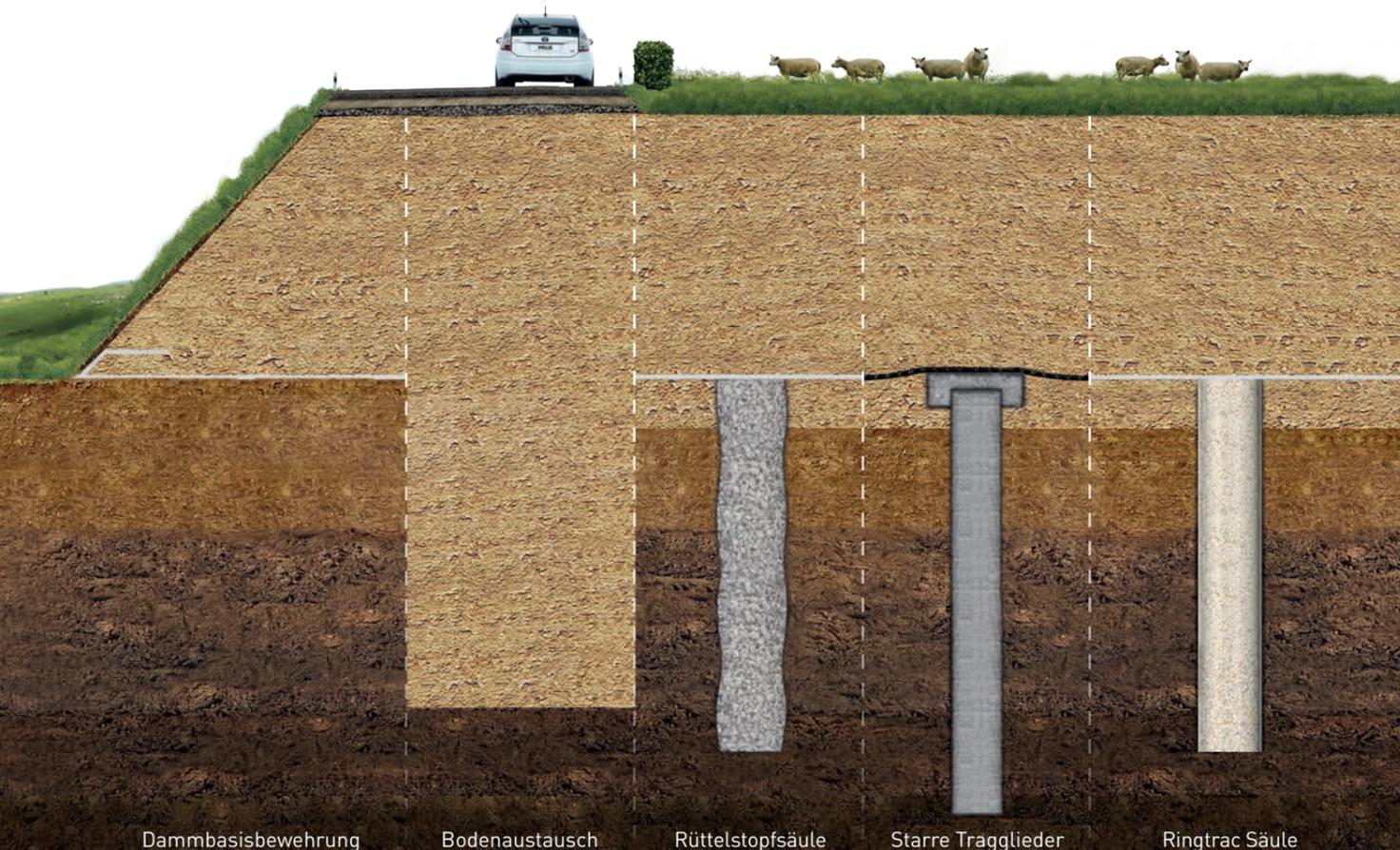
## Herausforderungen und Ziele

Die sichere Gründung von Dammbauwerken auf gering tragfähigen Böden stellt eine große Herausforderung dar. Neben großen Setzungen und seitlichen Verformungen kann es zum Grund- und Böschungsbruch oder sogar zum Herauspressen des Bodens unterhalb der Dammaufstandsfläche kommen.



- Hohe Standsicherheit im Bau- und Endzustand
- Verlässlichkeit auch bei sehr weichem Untergrund
- Aufnahme hoher Lasten aus dem Dammbauwerk
- Minimierung von Setzungen
- Realisierung großer Dammhöhen in kurzer Zeit ohne Grundbruchgefahr
- Anpassung an örtliche Gegebenheiten und Belastungen
- Volle Belastbarkeit unmittelbar nach Fertigstellung
- Reduzierung des Horizontaldrucks im Weichboden

## Methoden zur Gründung von Dammbauwerken



## Methoden und Verfahren im Vergleich

In Abhängigkeit der Bodenverhältnisse, Belastung und Bauwerksanforderungen wird das geeignete Verfahren zur Gründung gewählt. Wichtige Parameter zur Beschreibung der Bodenverhältnisse sind z.B. CBR,  $E_{v2}$  und  $c_u$ . Nur Ringtrac ummantelte Säulen ermöglichen eine sichere Gründung in Weichschichten mit  $c_u < 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

Bodenverhältnisse	CBR [%]	$E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]
gut	9	35	270
			210
	7	30	210
mittelmäßig	6	25	180
			150
ausreichend	5	20	120
			90
	4	20	120
schlecht	3	15	60
			30
	2	10	30
sehr schlecht	1	15	15
			15

Dammbasisbewehrung

Rüttelstopfsäule

Starre Tragglieder

Ringtrac Säule

### Besondere Leistungsmerkmale der Ringtrac Säule

- Einsatz in Weichschichten mit  $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$
- Erprobt bei  $c_u < 0,5 \text{ kN/m}^2$
- Gemäß EBGE0 ist auch der Einsatz in Böden mit  $c_u < 3 \text{ kN/m}^2$  zulässig
- Konsolidierung des Bodens meist während der Bauzeit
- Geokunststoffummantelung verhindert den Verlust des Säulenmaterials und das Ausbauchen der Säule, sogar im Falle des Verlusts der seitlichen Stützung
- Kein spontanes Versagen dank guter Duktilität
- Säulen wirken als Megadrains
- Unempfindlich gegen Knicken

CBR California Bearing Ratio [%]  
 $c_u$  Undrainierte Scherfestigkeit [kN/m<sup>2</sup>]  
 $E_{v2}$  Verformungsmodul bei Wiederbelastung [MN/m<sup>2</sup>]



**VORTEILE**

- In Weichschichten mit  $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$  einsetzbar
- Filterstabilität zwischen anstehendem Boden und Füllmaterial der Säule
- Kein Versagen der Säule durch Ausbauchen/Abscheren/Knicken
- Hohe Systemredundanz
- Hohe Duktilität
- Megadrain
- Wirtschaftlich dank Nutzung lokaler Füllmaterialien

# Die geokunststoffummantelte Säule

## Säulenintegrität zur Lastabtragung in äußerst weichen Böden

### Innovative Gründung

Das Ringtrac Gründungssystem besteht aus gleichmäßig angeordneten Säulen aus nicht-bindigem Material mit einer Geokunststoffummantelung. Die geokunststoffummantelte Säule stellt eine Weiterentwicklung der Rüttelstopfsäule dar. Dank der statisch wirksamen geotextilen Ummantelung werden aus granularen Säulen echte Tragelemente. Die Herstellung kann nahezu unabhängig von der seitlichen Stützwirkung der Weichschichten erfolgen. Es entsteht ein duktileres Tragsystem.



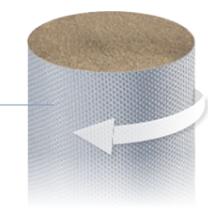
### Funktionsweise

Die gesamten Einwirkungen und die Spannungskonzentrationen auf den Säulenköpfen bewirken radiale nach außen gerichtete horizontale Spannungen innerhalb der Säule. Die Besonderheit ist, dass diesen Spannungen nicht nur der nach innen gerichtete Erddruck der weichen Bodenschicht, sondern auch der radiale Widerstand der dehnsteifen geotextilen Ummantelung entgegenwirken. Ringzugkräfte, die in der Ummantelung mobilisiert werden, führen während der Konsolidierung zu einer Erhöhung der Säulensteifigkeit und damit zu einer Lastkonzentration über den Säulen.

Ringtrac ummantelte Säulen werden in sehr weichen Böden, wie Torfen oder Schlackböden mit  $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$  und sehr geringer seitlicher Stützung eingesetzt. Der übliche Einsatzbereich liegt bei Böden mit  $c_u = 3$  bis  $30 \text{ kN/m}^2$ . Gemäß EBGE0 ist auch der Einsatz in Böden mit  $c_u < 3 \text{ kN/m}^2$  zulässig.

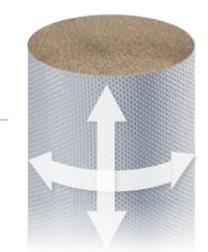
### Ummantelung

- Nahtlos dank speziellem Rundwebverfahren
- Rohstoff PET oder PVA
- Ringzugkräfte bis zu  $600 \text{ kN/m}$
- Radiale Steifigkeit bis zu  $7.000 \text{ kN/m}$



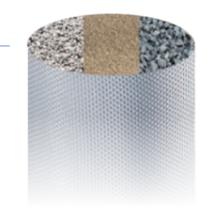
### Dimension der Säule

- Durchmesser 57 cm bis zu 95 cm
- Über 30 m lange Säulen möglich
- Einfache, bedarfsgerechte Konfektionierung auf der Baustelle



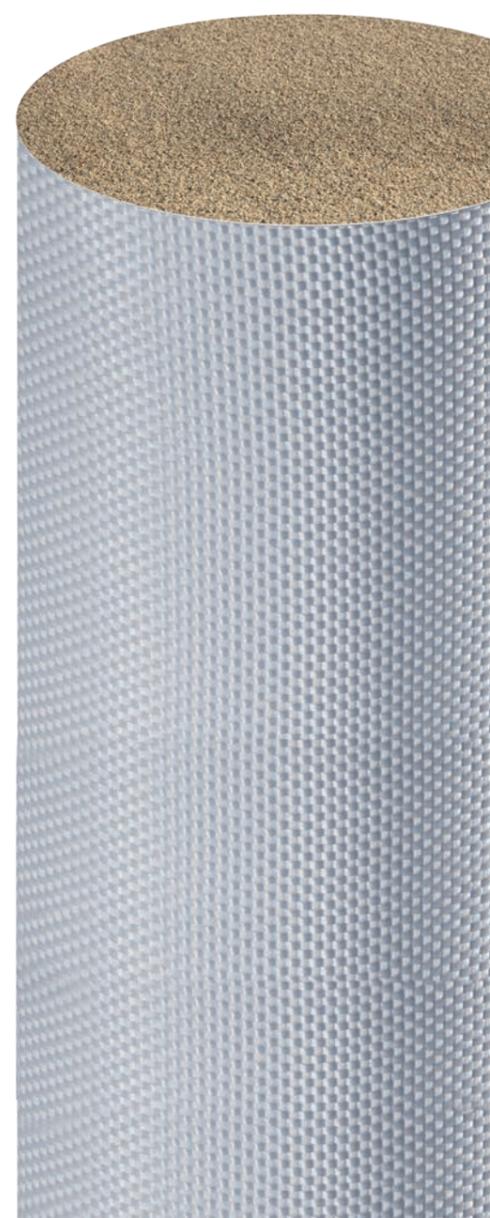
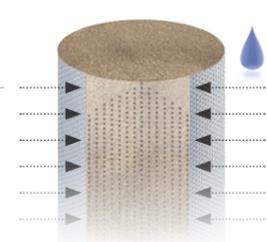
### Füllmaterial

Für die in-situ Befüllung der geotextilen Ummantelung können unterschiedlichste lokal verfügbare Materialien verwendet werden (Sand, Schotter, Kies, RC etc.).



### Drainagefunktion

Die Ringtrac Säule nimmt Wasser über die gesamte Fläche auf. Damit beschleunigt sich der Konsolidierungsprozess.



# Das System geokunststoffummantelte Säulen

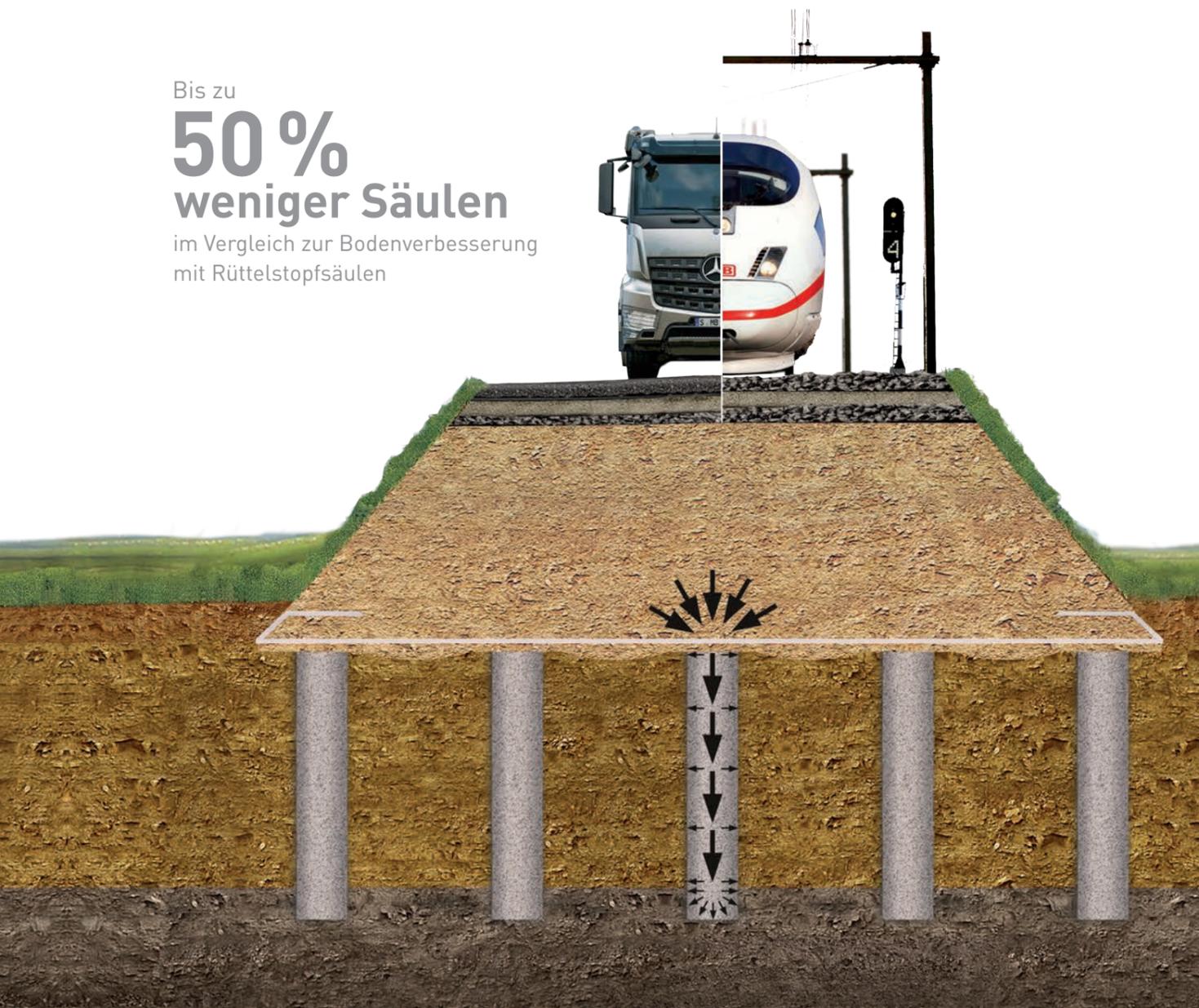
## Funktionsweise

Bauwerkslasten werden dank der Säulen durch den gering tragfähigen Untergrund hindurch in eine ausreichend tragfähige Schicht abgeleitet. Das System verfügt über eine hohe Duktilität und ist in der Lage Schwankungen der Einwirkung und der Bodeneigenschaften durch Lastumlagerungen aufzunehmen.

## Anwendungsbereiche

- Klassischer Straßen- und Bahndammbau
- Landgewinnung
- Damm- und Deichbau
- Schienen- und Straßenausbau im Bergbau
- Einsatz in verflüssigungsgefährdeten Böden

Bis zu  
**50 %**  
weniger Säulen  
im Vergleich zur Bodenverbesserung  
mit Rüttelstopfsäulen

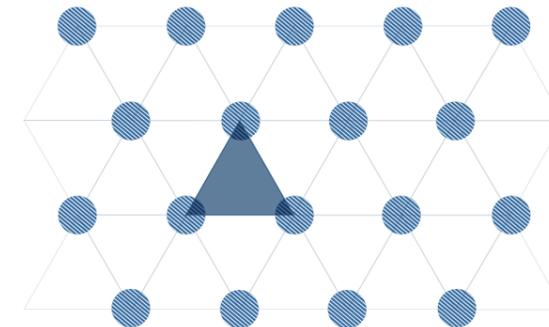


## Das System kann durch folgende Entwurfsparameter auf nahezu jedes Bauvorhaben angepasst werden

- Zugkraft und/oder Dehnsteifigkeit in Ringrichtung
- Flächenverhältnis (10 bis 20 % Säulenanteil)
- Durchmesser (zwischen 57 und 95 cm)
- Rohstoffe (PET und PVA)
- Länge
- Wahl der Einbaumethode
- Vorbelastungsschüttungen

## Säulenraster

Die Säulen werden typischerweise im Dreiecksraster eingebaut um den Weichboden möglichst effizient zu verstärken.



## Horizontale Bewehrung

Die Horizontalbewehrung oberhalb der Säulen unterstützt die Einleitung der Bauwerkslasten in die Säulen und sichert die globale Standsicherheit. Sie dient der Vergleichmäßigung auftretender Setzungen und zur Aufnahme von Spreizspannungen.

- Trenn- und Filterfunktion verhindert eine Vermischung von weichem Untergrund und Dammbaumaterial
- Sehr hohe Zugkräfte ermöglichen eine einlagige und somit wirtschaftliche Bewehrung
- Hohe Zugfestigkeit ermöglicht maximal große Säulenraster

## Bemessung

Basis für die Bemessung sind verifizierte Angaben vom Auftraggeber bezüglich Bodenparametern, Geometrien und Lasten. Mit den Angaben können die Ringtrac Säulen bzw. die vertikale Stabilität mit der HUESKER Software RingtracS berechnet werden. Des Weiteren wird auch die Stabilität des Dammkörpers und die Konsolidierungsdauer berechnet. Die Bemessung ist im Kapitel 10 der EBGE0 geregelt.



# Einfache und schnelle Installation

## Drei etablierte Einbauverfahren

### Verdrängungsverfahren

Häufigste Installationstechnik bei der Ringzugkräfte unter Auflast (Damm etc.) aktiviert werden.

- Stahlrohr mit verschließbaren Fußklappen
- Abteufung bis in die tragfähige Schicht
- Einhängen der Geokunststoffummantelung in das Stahlrohr
- Befüllung mit granularem und nicht kohäsiivem Material wie Sand, Schotter, Kies und RC
- Stahlrohr wird unter Vibration aus dem Boden gezogen
- Ringzugkräfte werden durch Aufweitung der Säule unter Auflast aktiviert

### Aushubverfahren

Schonende Installationstechnik ohne dynamische Auswirkungen auf die Umgebung. Ringzugkräfte werden unter Auflast (Damm etc.) aktiviert.

- Offenes Stahlrohr
- Abteufung bis in die tragfähige Schicht
- Bodenentnahme aus Stahlrohr
- Einhängen der Geokunststoffummantelung in das Stahlrohr
- Befüllung mit granularem und nicht kohäsiivem Material wie Sand, Schotter, Kies und RC
- Stahlrohr wird unter Vibration aus dem Boden gezogen
- Ringzugkräfte werden durch Aufweitung der Säule unter Auflast aktiviert

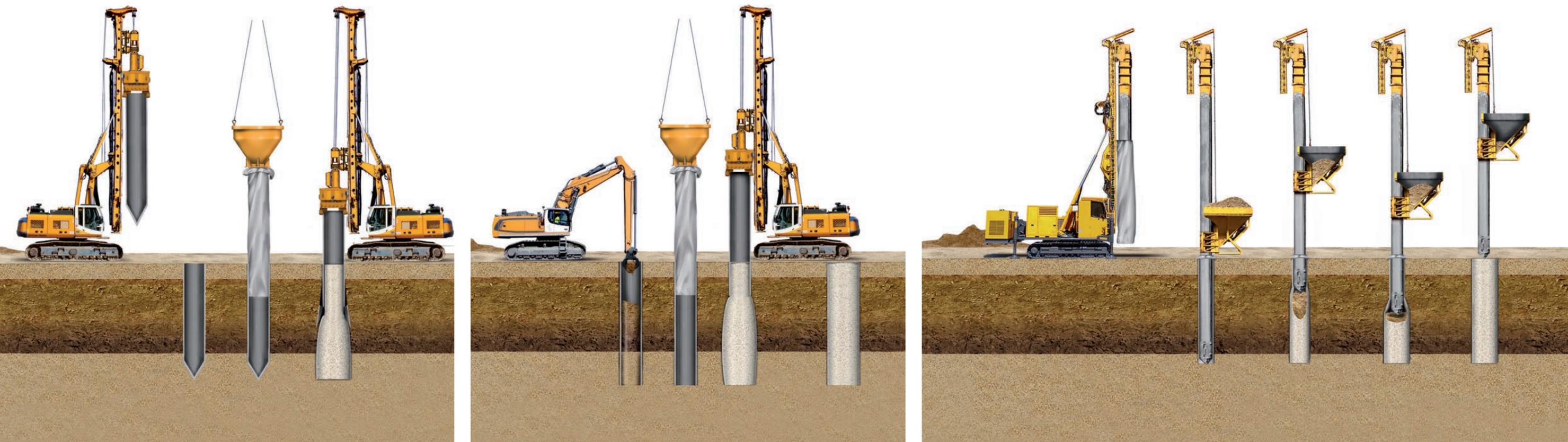
### Rüttelstopfverfahren

Neueste Installationstechnik bei der die Ringzugkräfte bereits zum Teil beim Einbau aktiviert werden.

- Anbringung der Geokunststoffummantelung am Schleusenrüttler
- Abteufung bis in die tragfähige Schicht
- Schleusenrüttler wird sukzessiv aus dem Boden gezogen
- Säule füllt sich dabei mit dem Sand, Schotter, Kies oder RC
- Verdichtung durch wiederholtes Einfahren des Rüttlers
- Ringzugkräfte werden so zum Teil bereits beim Einbau aktiviert

### VORTEILE

- Drei Installationsverfahren verfügbar
- Über 20 Jahre Installationserfahrung
- Weltweit etabliert und ausgeführt (u. a. STRABAG, ZÜBLIN, KELLER)
- Vor-Ort Beratung durch unsere Anwendungstechnik
- Befahrbarkeit und Gerätestandsicherheit während der Bauphase



# Die Ringtrac Systemvorteile auf einen Blick

## Sicher



- Einsatz bei extrem weichen Böden
- Reduktion der Kriechsetzungen um 50 % – 75 %
- Aufnahme dynamischer Lasten (z. B. Zugverkehr) ohne Beschädigung
- Kein Setzungseinfluss auf angrenzende Bauwerke
- Abschirmung von Horizontaldrücken auf benachbarte Bauwerke
- Voll belastbar unmittelbar nach Fertigstellung
- Anpassungsfähig an örtliche Gegebenheiten und Belastungen
- Sicherstellung der Durchströmbarkeit des gering tragfähigen Untergrundes
- Einsetzbar bei gespanntem Grundwasser durch Fußdichtung

## Schnell



- Annähernd vollständiger Setzungsverlauf innerhalb der Bauzeit
- Bis zu 50 % weniger Säulen als bei Rüttelstopfsäulen
- Konsolidierungsbeschleunigung
- Realisierung großer Dammhöhen in kurzer Zeit ohne Grundbruchgefahr
- Problemlose Anpassung der Säulenlänge an Untergrundbedingungen

## Kosteneffizient



- Nutzung von lokal vorhandenen Böden als Säulenfüllmaterial
- Geringe Anforderungen an das Füllmaterial
- Hohe Sicherheit in der Kalkulation und Ausführung
- Geringes Flächenverhältnis und postkonstruktive Setzungen
- Einsparung unbrauchbarer oder kontaminierter Aushubböden
- Einsparung von Bauflächen, Aushub-, Deponie- und Liefermassen



## Kostenneutral im direkten Vergleich mit Rüttelstopfsäulen

Studie zu Baugrundverbesserungsmethoden für die Gründung von Erdämmen auf gering tragfähigen organischen Böden (Küster & Petereit Ingenieure GmbH, Elmshorn, 2017)

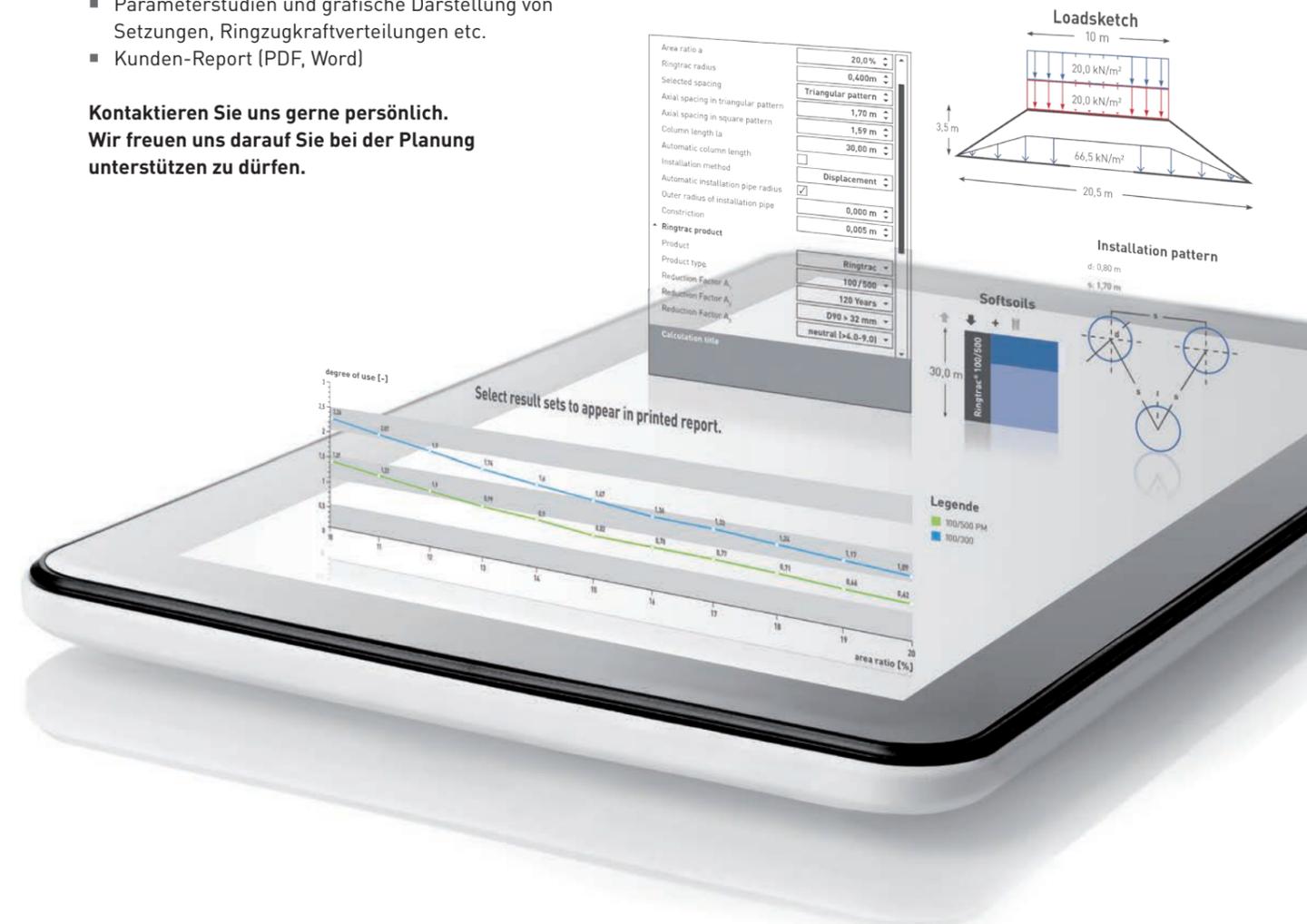
## Die HUESKER Software RingtracS Sichere Bemessung für jede Herausforderung

RingtracS ist eine Planungssoftware die eigens von HUESKER Ingenieuren entwickelt wurde. Mit dieser Software ist ein sicheres projektspezifisches Ringtrac Systemdesign unter Berücksichtigung aller relevanten Einflussfaktoren möglich.

### Ganzheitliche Berechnung

- Berücksichtigung mehrschichtiger Baugrundprofile
- Parallele Berechnung verschiedener Querschnitte und Systemparameter
- Berücksichtigung der Lastenverteilung
- Ermittlung der äquivalenten Kohäsion für die Berechnung der globalen Standsicherheit
- Automatischer Setzungsausgleich
- Dehnungsabhängige Steifigkeit kann berücksichtigt werden
- Parameterstudien und grafische Darstellung von Setzungen, Ringzugkraftverteilungen etc.
- Kunden-Report (PDF, Word)

**Kontaktieren Sie uns gerne persönlich.  
Wir freuen uns darauf Sie bei der Planung  
unterstützen zu dürfen.**

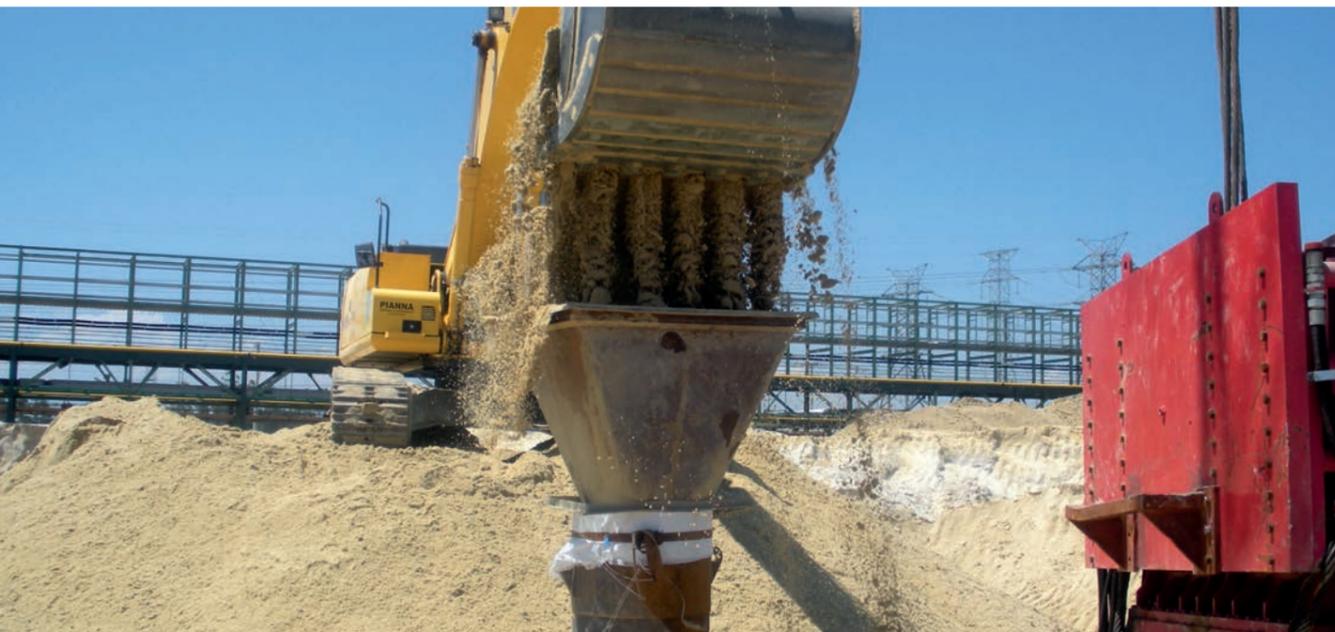


# Projektbeispiele



## Kirsehir

Türkei, 2012 – 2014, Unterwassergründung für einen 20 m hohen Verkehrsdamm in einem Erdbebengebiet. Einbau in Wassertiefen von bis zu 7 m.



## Rio de Janeiro

Brasilien, 2006 – 2010, Gründungssystem bei einer mächtigen, wassergesättigten Weichbodenschicht mit geringer Tragfähigkeit an der Bucht von Sepetiba. Auf einer Baufläche von rund 900 ha entstand hier ein neues Hüttenwerk.



## Mühlenberger Loch

Deutschland, 2001 – 2003, Erweiterung des DASA Airbus Werkes in Hamburg-Finkenwerder, ermöglicht durch 140 ha Landgewinnung direkt an der Elbe. Insgesamt wurde ein Gründungssystem mit 60.000 geokunststoffummantelten Säulen für einen 2,4 km langen Deich eingesetzt.



## Polen A2

Polen, 2010 – 2011, Bau eines Autobahndamms für die A2 bei Jordanovo mit 3.400 Ringtrac Säulen. Mit über 30 m die längsten bisher installierten geokunststoffummantelten Säulen.



# HUESKER Services

HUESKER Services beginnen mit der Beratung des Kunden in der Planungsphase und enden mit der Realisierung des Projektes vor Ort. So werden ökologisch und ökonomisch sinnvolle, individuelle und sichere Projektlösungen erarbeitet.

## Leistungen unserer Ingenieure

- **Technische Beratung**  
Sie erhalten Empfehlungen zu den richtigen Produktarten und -typen für Ihre individuelle Herausforderung.
- **Technische Bemessung**  
Unsere Ingenieure unterstützen Planungsbüros mit prüffähigen Berechnungen und Nachweisen nach anerkannten Berechnungsverfahren.
- **Individuelle Verlegepläne**  
Wir erarbeiten für Sie Einbau- und Verlegeempfehlungen sowie Einbauskizzen.
- **Internationaler Wissenstransfer**  
Best Practice Lösungen und Techniken aus unserem globalen Netzwerk

## Produktservices

- **Individuelle Produktlösungen**  
Gemeinsam mit Ihnen entwickeln wir Sonderanfertigungen für Ihre individuellen Anforderungen.
- **Alternativlösungen**  
Wir erstellen für Sie Konstruktionsvorschläge sowie Empfehlungen für Anpassungen und Optimierungen.

## Vor Ort

- **Baustelleneinweisung**  
Unsere Anwendungstechniker können Sie bei Bedarf in die Besonderheiten der Verlegung unserer Produkte einweisen.
- **Verlegehilfe**  
Wir bieten Ihnen praktische Verlegehilfen, um unsere Produkte optimal einzubauen.
- **Schulungen**  
Produkt und anwendungsspezifische Weiterbildung

## Dokumente

- **Zertifikate und Zulassungen**  
Unsere Produkte sind vielfach zertifiziert bzw. zugelassen. Je nach Produkttyp zum Beispiel nach BAM, BAW, BBA, EBA, IVG und SVG.
- **Ausschreibungen**  
Gerne stellen wir Ihnen Textvorschläge für Ausschreibungen zur Verfügung.
- **Einbauanleitungen**  
Angepasste technische Einbauanleitungen helfen Ihnen, unser Produkt optimal einzubauen.

## Digital

- **Website**  
Hier bieten wir Ihnen News, Videos, Projektberichte, Verlegeanleitungen, Fachbeiträge, Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Software, Broschüren uvm.

Sie finden uns auch bei Facebook, LinkedIn und YouTube.



Ringtrac® und Stablenka® sind registrierte Marken der HUESKER Synthetic GmbH.  
HUESKER Synthetic ist zertifiziert nach ISO 9001 und ISO 50001.



---

HUESKER Synthetic GmbH  
Fabrikstraße 13-15, 48712 Gescher  
Tel.: +49 (0) 25 42 / 701 - 0  
Fax: +49 (0) 25 42 / 701 - 499  
Mail: [info@HUESKER.de](mailto:info@HUESKER.de)  
Web: [www.HUESKER.de](http://www.HUESKER.de)

 **HUESKER**  
Ideen. Ingenieure. Innovationen.