

Bohrpfähle und Teilverdrängungsbohrpfähle nach DIN EN 1536

Einflüsse der Herstellung auf die Tragfähigkeit

Dipl.-Ing. Thomas Garbers

1. Einleitung
2. Pfahlsysteme der DIN EN 1536
3. Herstellungseinflüsse auf die Tragfähigkeit
4. Gegenüberstellung von Belastungsergebnissen
5. Fazit

- **Stand der Bemessungsnormen**
 - DIN EN 1997-1:2009, Eurocode 7
 - Allgemeine Regeln
 - DIN EN 1997-1/NA:2010, Nationaler Anhang
 - DIN 1054:2010, ergänzende Regelungen
 - EA-Pfähle, Empfehlungen, rechnerische Widerstandsermittlung

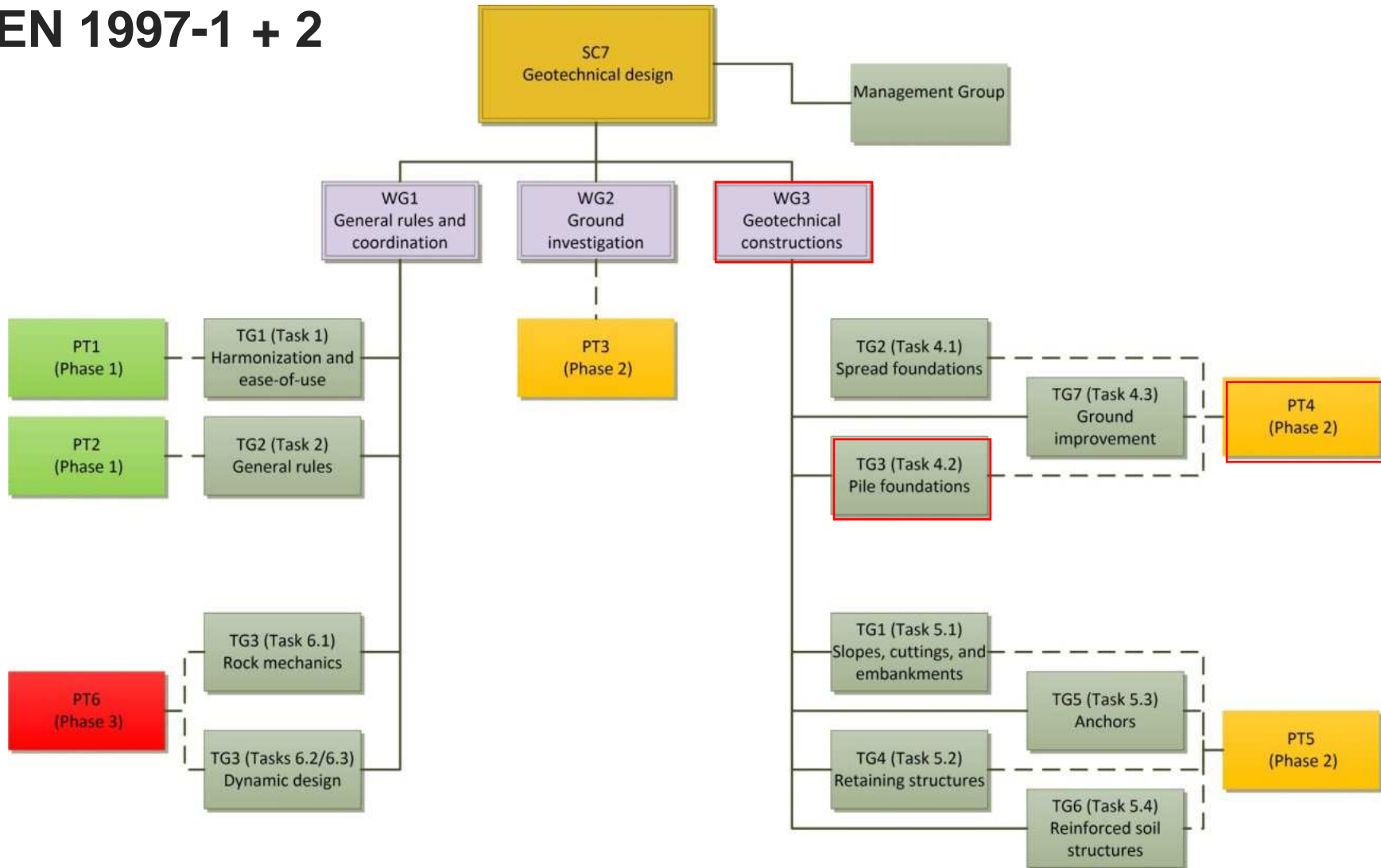
- **EN 1997-1 + 2**
 - Überarbeitung bis 2020
 - dann drei Teile
 - **Allgemeine Festlegungen**, finaler Entwurf liegt vor
 - **Baugrunduntersuchungen**, finaler Entwurf liegt vor
 - **Geotechnische Konstruktionen**, wird zurzeit erstellt
 - **Änderungen**
 - leider keine Straffung des Textes, weiterhin Lehrbuch
 - Einführung Consequence Classes

- EN 1997-1 + 2
 - Consequence Classes

Table 4.3 (NDP) Relationship between Geotechnical Categories, Consequences Classes, and Geotechnical Complexity Classes

Consequence Class (CC)	Geotechnical Complexity Class (GCC)		
	Lower (GCC1)	Normal (GCC2)	Higher (GCC3)
Higher (CC3)	GC2	GC3	GC3
Normal (CC2)	GC2	GC2	GC3
Lower (CC1)	GC1	GC2	GC2

■ EN 1997-1 + 2



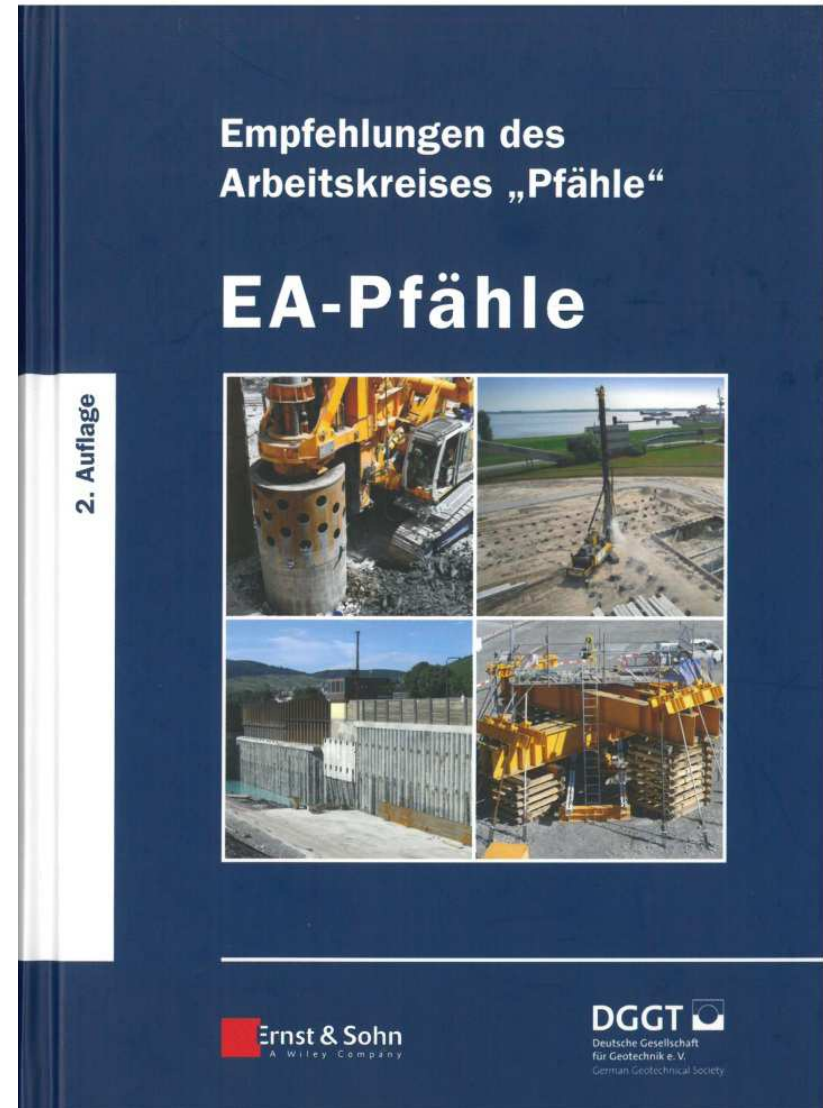
- **Projektteam 4**
 - Obmann: Prof. Christian Moormann
- **Taskgroup 3**
 - Dr.-Ing. Stefan Weihrauch
 - Dr.-Ing. Sascha Henke
 - Dipl.-Ing. Thomas Garbers

■ Stand der Ausführungsnormen

Übersicht der aktuellen Normungsprojekte des NA 005-05-07 AA (aktiv/geplant) (Stand: 2018-03-13)

Norm-Nummer	Titel	Status	Letztes Dokument	Europäisches bzw. internationales Gremium	Verantwortlich / deutsche Experten
DIN SPEC 18140	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle	Überarbeitung geplant Warten auf DIN 1045-2	N 841	--	Herr Dr. Beckhaus, Herr Dr. Linder
DIN SPEC 18538	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 12699:2001-05, Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle	Überarbeitung geplant Warten auf DIN 1045-2	--	--	Herr Dausch
DIN SPEC 18539	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Pfähle mit kleinen Durchmesser (Mikropfähle)	Überarbeitung geplant Warten auf DIN 1045-2	--	--	Herr Jörger
DIN EN ISO 22477-1	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen - Teil 1: Pfahlprobenbelastungen durch statische axiale Belastungen	Nächster Schritt: Parallel CEN-/ISO-Formal Vote	N 1210	CEN/TC 341/WG 4	Frau Domecker, Herr Garbers
DIN EN ISO 22477-4	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen - Teil 4: Pfahlprüfungen: Dynamische Pfahlprobebelastung	Nächster Schritt: Veröffentlichung	N 1205	CEN/TC 341/WG 7	Herr Dr. Klingmüller

- **Abschnitt 2.2.1**
 - Pfahlherstellung
- **Abschnitt 5.4.6 + 5.4.7**
 - Erfahrungswerte
- **Abschnitt 11.2**
 - Qualitätssicherung



Bohrpfähle

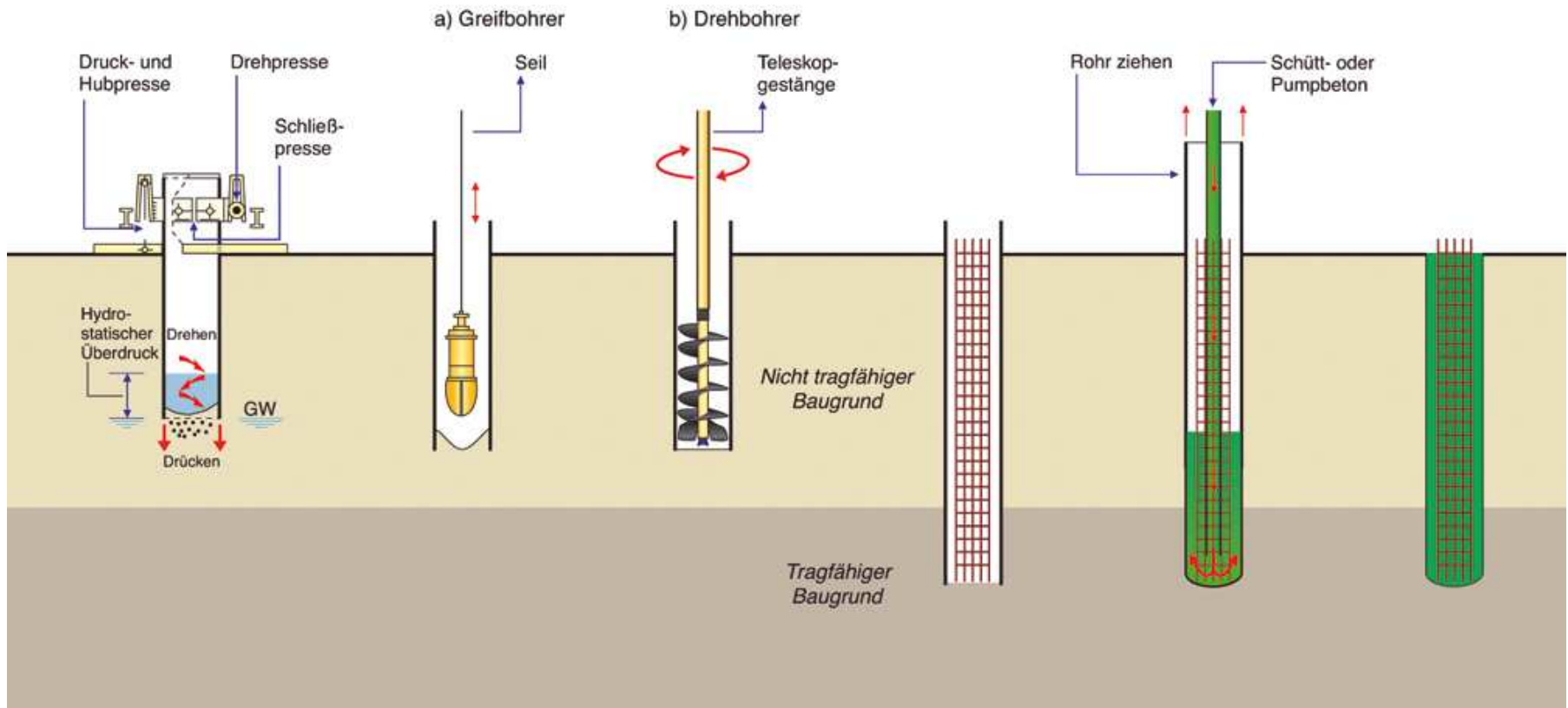
1 Niederbringen der Verrohrung (hier mit Verrohrungsanlage)

2 Lösen des Bodens mit:

3 Einbau des Bewehrungskorbes

4 Betoniervorgang

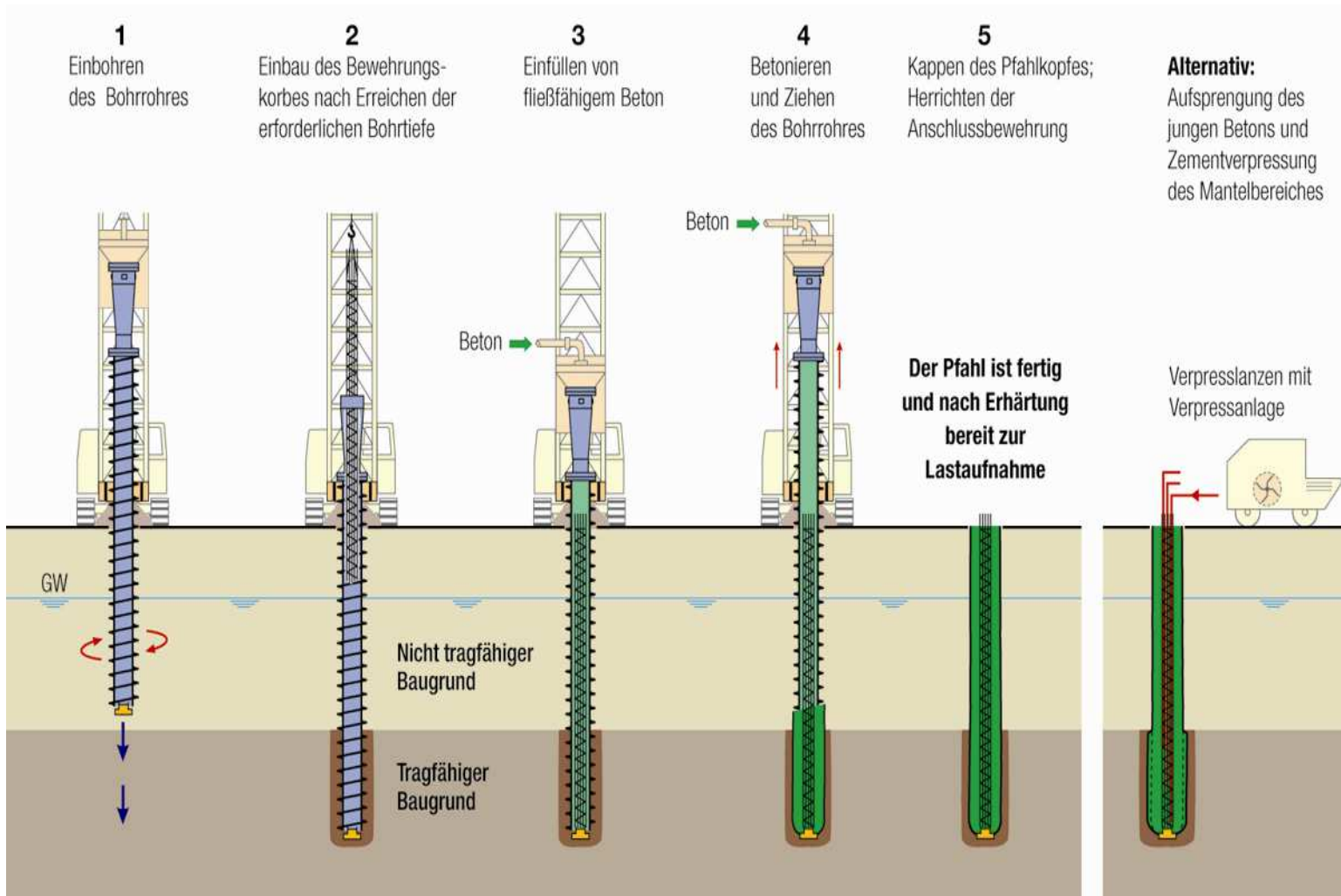
5 Fertiger Pfahl



■ Bohrpfähle



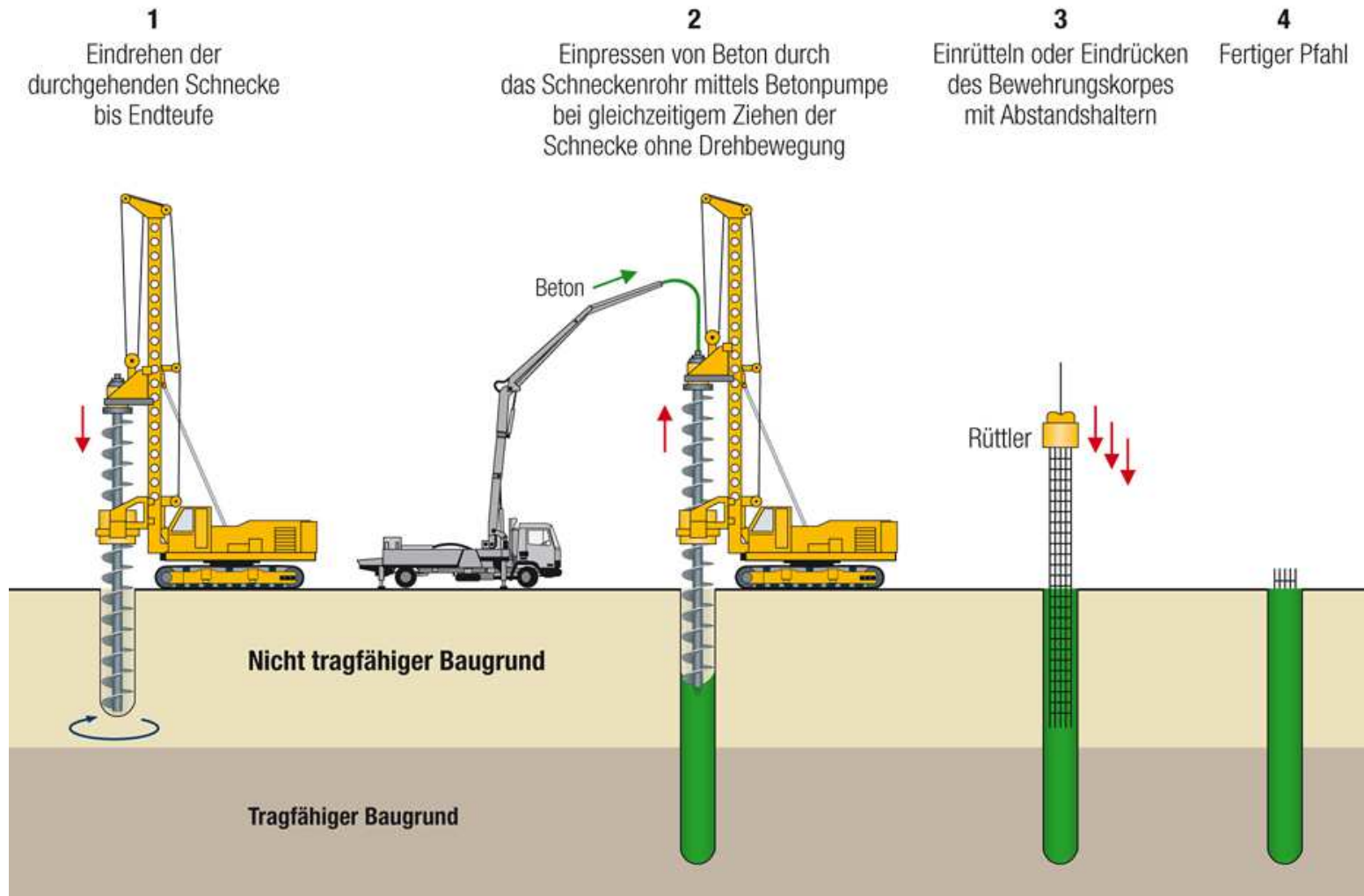
■ Teilverdrängungsbohrpfähle (TVB)



- **Teilverdrängungsbohrpfähle (TVB)**



■ Schneckenortbetonpfähle (SOB)



- **Schneckenortbetonpfähle (SOB)**



- **Qualität beginnt mit**
 - Bauch- und
 - Fingerspitzengefühl



- **Größte Einflussfaktoren für die spätere Tragfähigkeit**
 - ausreichende Baugrunderkundung (DIN 4020)
 - Anzahl und Tiefe der Aufschlüsse
 - Bodenförderung
 - Betonqualität

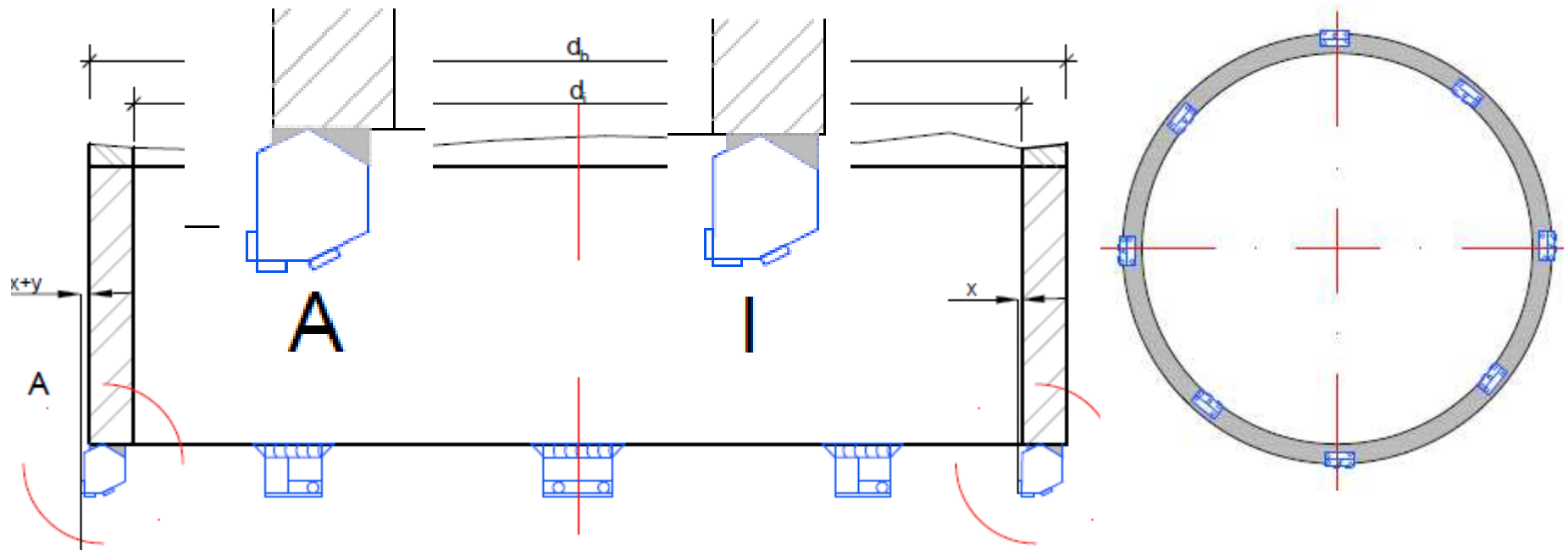
■ Bohrpfähle

- Wasserauflast, Bentonitspiegel
 - Wasserspiegel $\geq 1,0$ m über max. Wasserdruckhöhe
 - Bentonitspiegel $\geq 1,5$ m über max. Wasserdruckhöhe
 - ausreichend Ausgleichsvolumen für Bohrwerkzeug und unerwarteter Verluste



■ Bohrpfähle

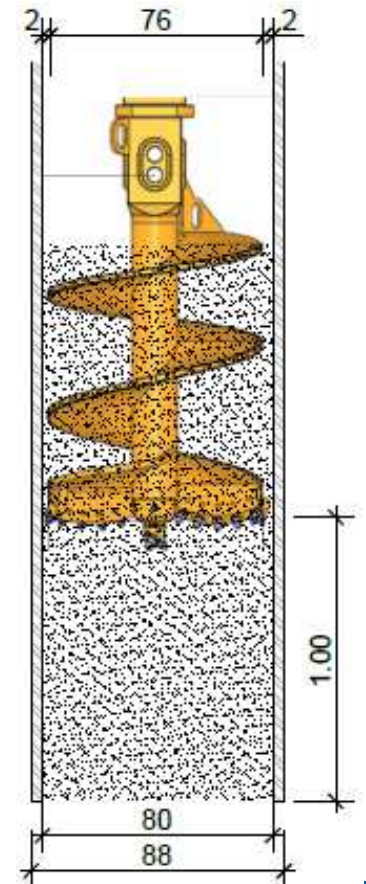
- Überstand Schneidkranz, angepasst an den anstehenden Baugrund, auf Minimum reduzieren,
 - Außen ca. 8 mm ($x+y$), Innen ca. 3 mm (x)



■ Bohrpfähle

- Durchflussöffnungen, Ziehgeschwindigkeit Bohrwerkzeug
 - Durch Kolbenwirkung Bodeneintrag in das Bohrrohr
 - Flächenverhältnis Werkzeug / Innenrohr $\leq 0,9$
 - Ziehgeschwindigkeit $\leq 0,5$ m / Sekunde

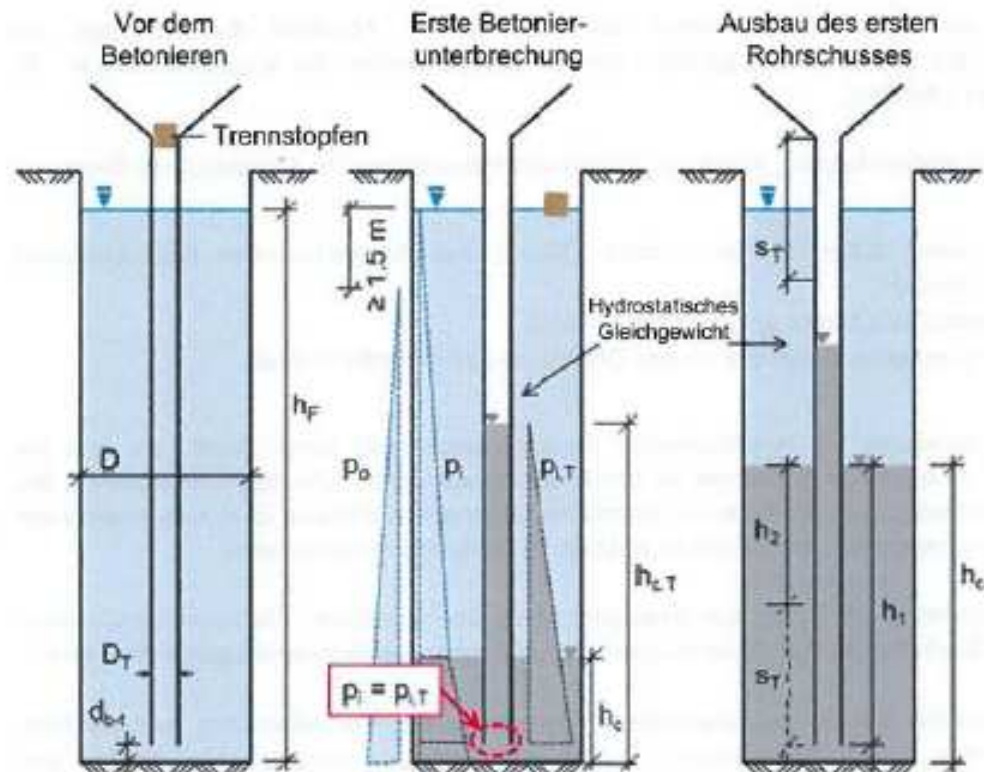
- Voreilmaß der Verrohrung
 - Bodeneintrag durch Grundbruch
 - Voreilmaß $\geq 1,0$ m



■ Bohrpfähle

- Betonierrohre, Dichtigkeit, Eintauchtiefe $\geq 1,5 - 3,0$ m
- Trennung Wasser / Beton

Bild 13 – Phasen des Betonierens im Kontraktorrohrverfahren

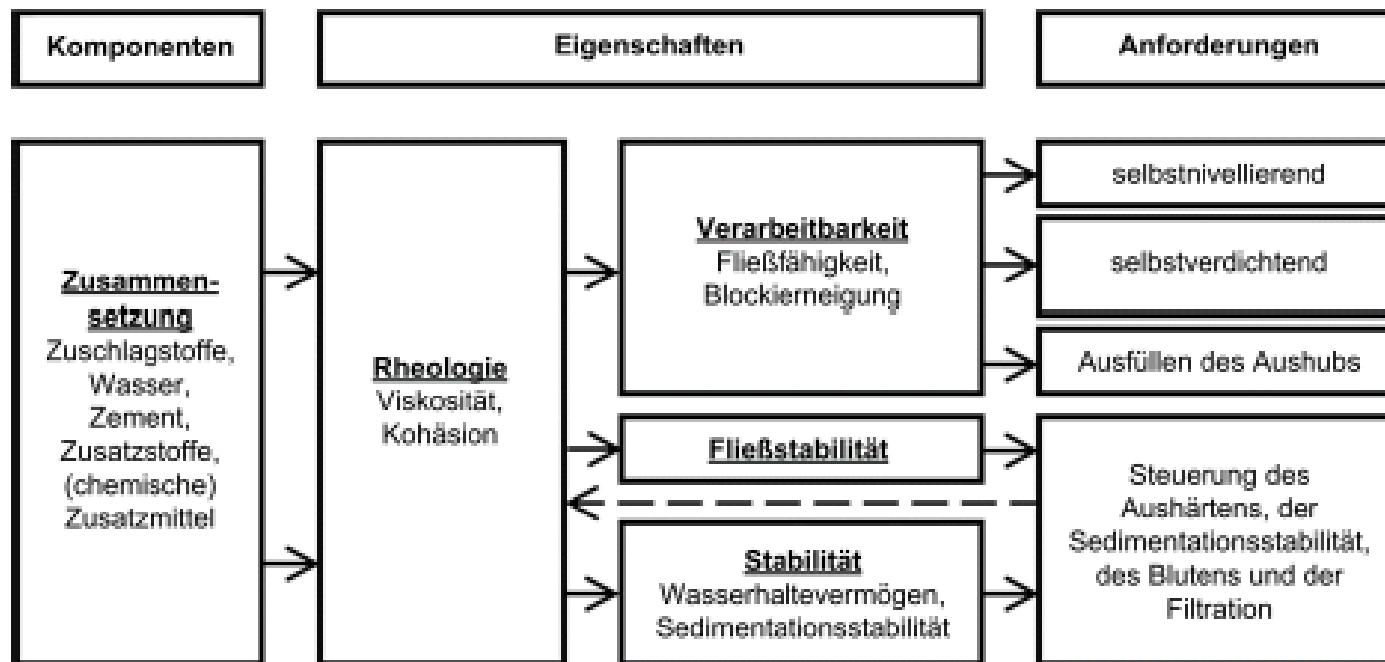


Bohrpfähle

Betonqualität

Ausbreitmaß 570 – 630 mm

Bild 4 – Abhängigkeiten zwischen der Zusammensetzung, der Rheologie und zugehöriger charakteristischer Eigenschaften und den Leistungsanforderungen an frischen Kontraktbeton



- **Bohrpfähle**
 - **Betonqualität**

EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations

By joint EFFC/DFI Concrete Task Group



EFFC/DFI-Leitfaden: Kontraktorbeton für Tiefgründungen

Deutsche Übersetzung durch die Bundesfachabteilung Spezialtiefbau
im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., Berlin

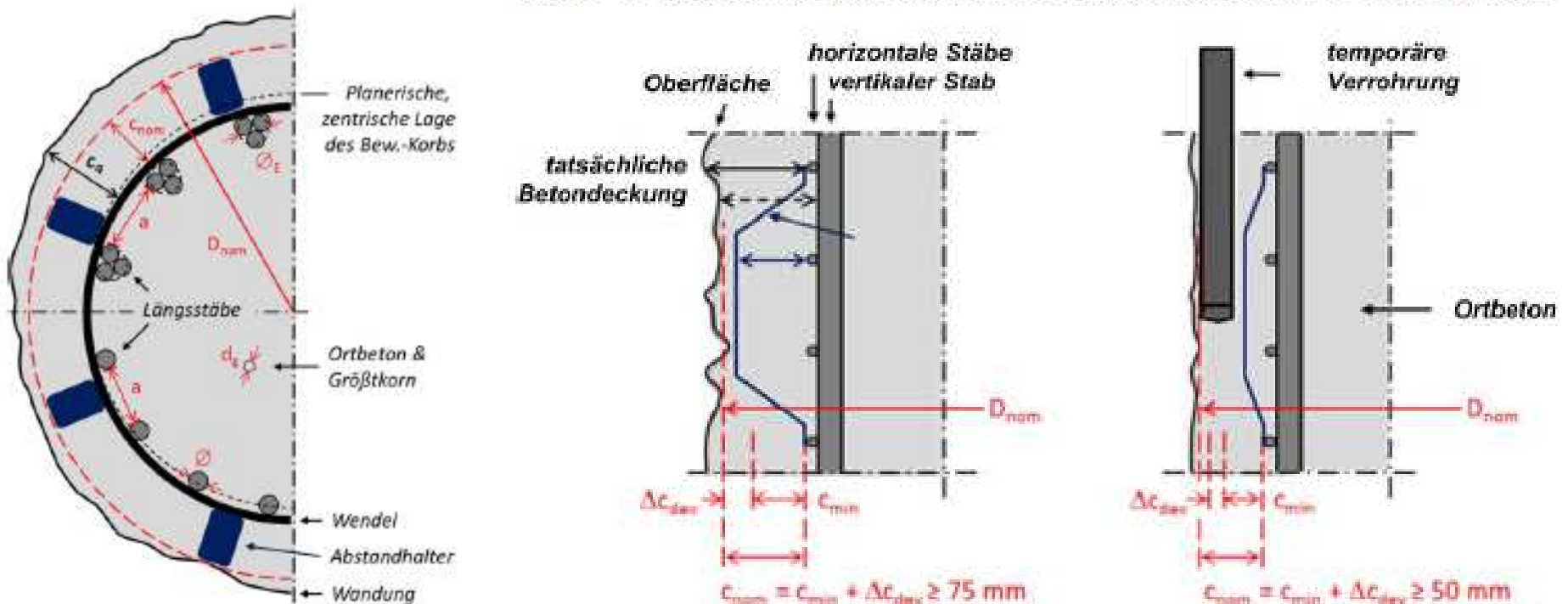


1ST EDITION 2016

Bohrpfähle

- Bewehrungsabstände ≥ 100 mm

Bild 3 – Anforderungen an die Betondeckung bei der Ausführung von Tiefgründungen



■ Bohrpfähle

■ Räumung Bohrlochsohle

- Unmittelbar vor dem Einsetzen des Bewehrungskorbes
- ggf. Austausch des Bohrwassers
- Sandgehalt in Suspension $\leq 4,0 \%$

■ Teilverdrängungsbohrpfähle

- Drehgeschwindigkeit / Abteufgeschwindigkeit
 - Gefahr Bodenentzug aus der Umgebung
 - 10 – 12 Umdrehungen / Meter
- Abdichtung Bohrrohr / Fußplatte
 - Entmischung des Betons durch Wasser im Seelenrohr
- Drehrichtung beim Ziehen
 - ohne Drehung oder wie Abteufrichtung
 - bei falscher Richtung Bodeneintrag in Frischb

■ **Teilverdrängungsbohrpfähle**

- **Betonqualität**
 - wie Bohrpfehl, nur Betonieren im Trockenen
- **Bewehrungsabstände**
 - wie Bohrpfehl

■ Schneckenortbetonpfähle

- Drehgeschwindigkeit / Abteufgeschwindigkeit
 - Gefahr Bodenentzug aus der Umgebung
 - 10 – 12 Umdrehungen / Meter
- Abdichtung Bohrrohr / Fußplatte
 - Entmischung des Betons durch Wasser im Seelenrohr

■ Schneckenortbetonpfähle

■ Einbau Bewehrungskorb

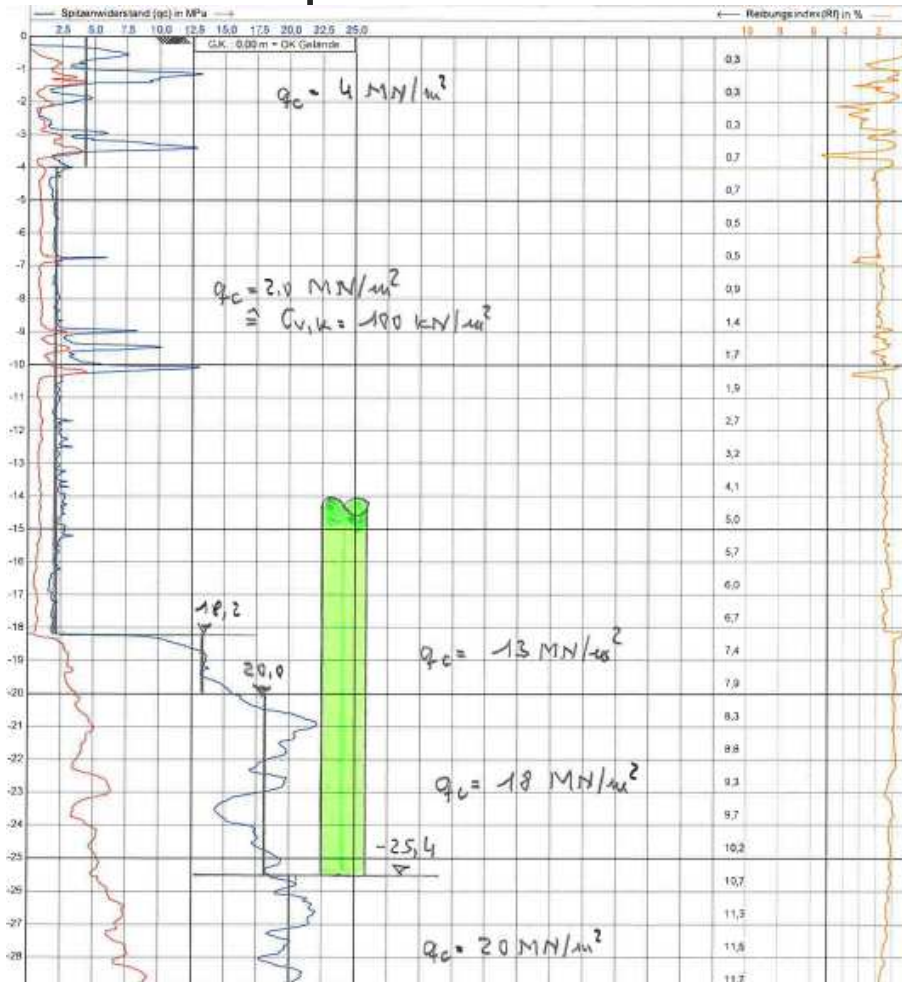
- unmittelbar nach Betonierende
- Anforderung an Beton anpassen
- ggf. mit Rüttlerunterstützung
- größere Betondeckung (100 mm)
- Zentrierungsunterstützung durch Korbausbildung

■ Schneckenortbetonpfähle

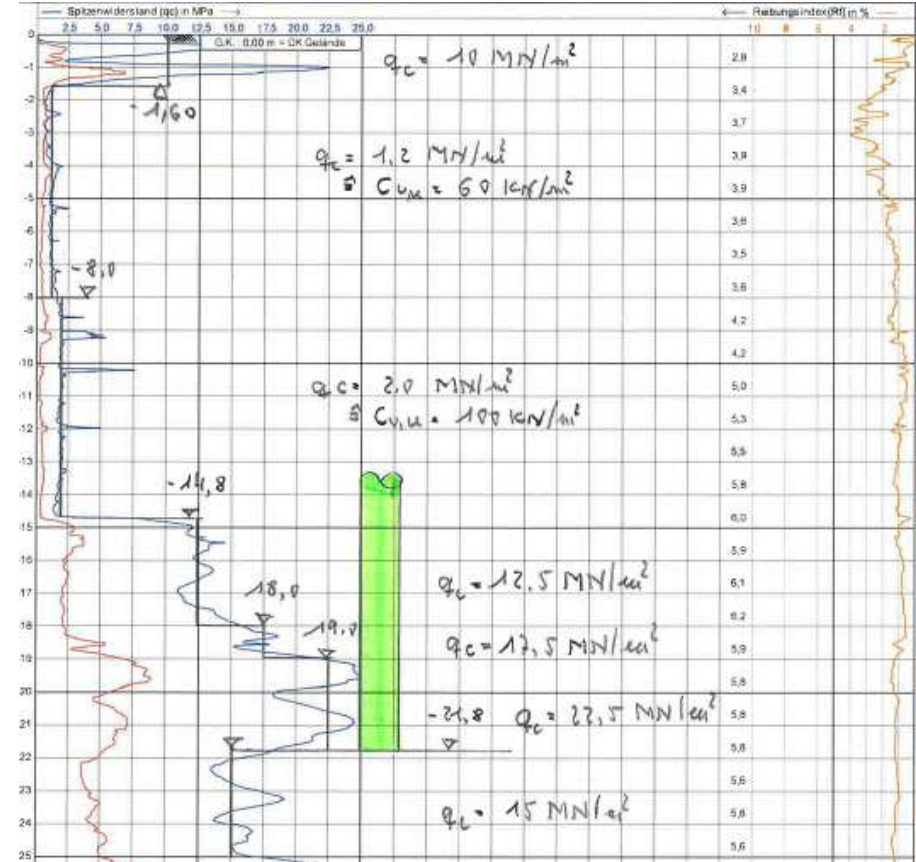
- Drehrichtung beim Ziehen
 - ohne Drehung oder wie Abteufrichtung
 - bei falscher Richtung Bodeneintrag in Frischbetonsäule
- Ziehgeschwindigkeit
 - sehr gering, da hoher Betonverbrauch mit kleinem Seelenrohr

■ Statische Probelastungen

■ Bohrpfahl d = 90 cm



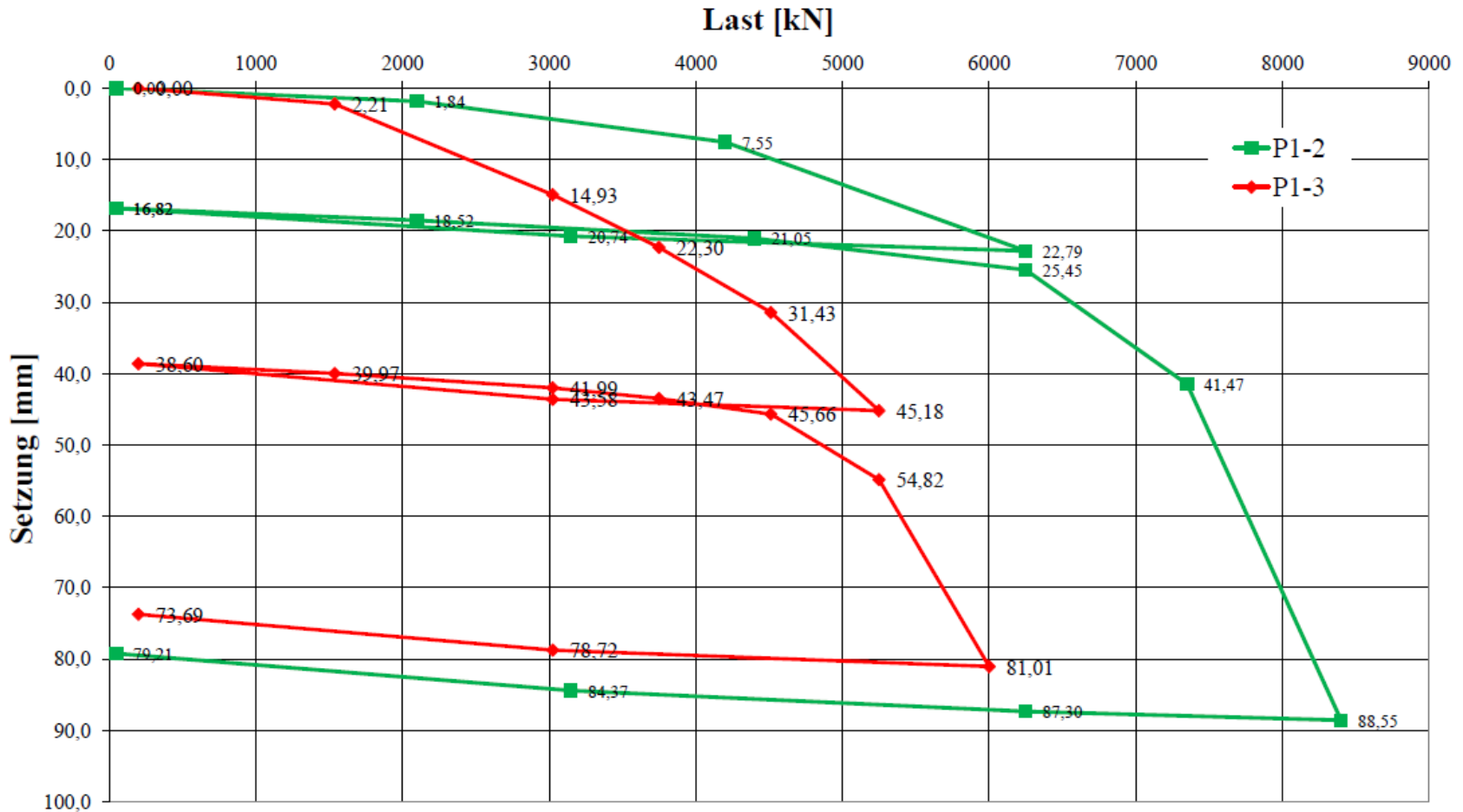
TVB-Pfahl d = 78 cm



■ Statische Probelastungen

■ Bohrpfahl d = 90 cm

■ TVB-Pfahl d = 78 cm



■ Statische Probelastungen

- Bohrpfahl
 - obere Erfahrungswerte der EA-Pfähle
- TVB-Pfahl
 - 87% der oberen Erfahrungswerte der EA-Pfähle
 - Rücksprung Lagerungsdichte unterhalb der Absetztiefe
 - Keine automatische Aufzeichnung der Herstellung

- **Was ist zu tun?**
 - Qualität vor Leistung
 - Überwachung der Herstellung
 - Überprüfung der Anweisungen anhand der Erkenntnisse
 - Automatische Aufzeichnung der Maschinendaten
 - Erkenntnisse für zukünftige Projekte
 - Bessere Ursachenforschung bei Schäden
 - Erfahrenes Personal einsetzen
 - Intensive Schulung der Mitarbeiter

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



KOMPETENZ AUF DIE SIE BAUEN KÖNNEN