



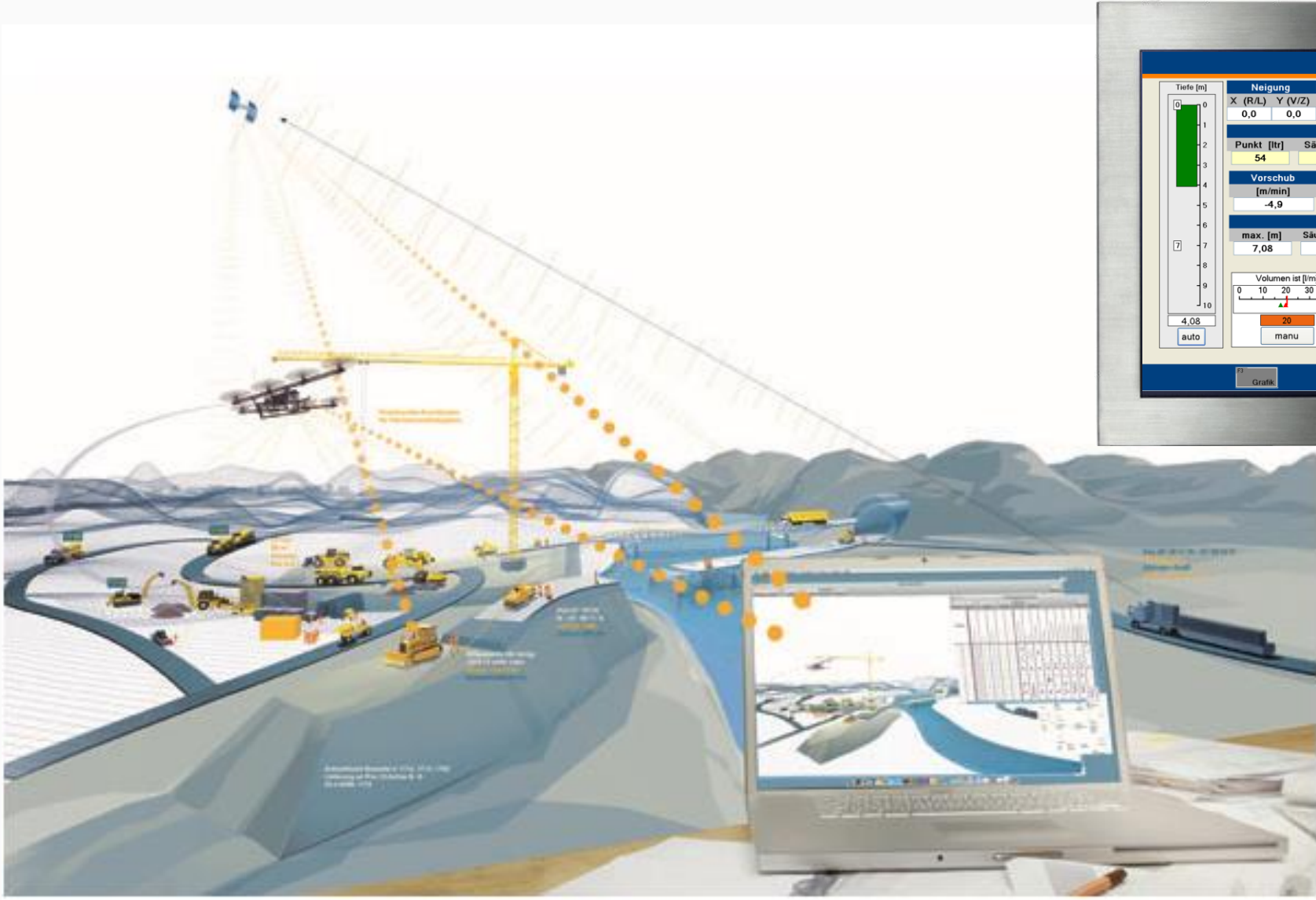
Real-time quality monitoring and result verification by static and dynamic trial loading of piles in marine clay

Jimmy Wehr, Keller Holding GmbH,
Mario Andreas, Björn Böhle, Keller Grundbau GmbH,
Matthias Schallert, Oswald Klingmüller, GSP mbH

Contents

- **real time quality monitoring**
- **verification of results: comparison of static and dynamic load tests in Constance**
- **summary**

Real time quality control



Ziehen Punkt Nr.: PKT266

Tiefe [m]

4.08
auto

Neigung		Bohrdruck	Drehmoment
X (R/L)	Y (V/Z)	Rohring: Taster prüfen	Achtung: Geber prüfen
0,0	0,0	-80	-80

Beton

Punkt [ltr]	Säule [ltr]	V soll [l/m]	V ist [l/m]
54	54	20	20

Vorschub	Drehzahl
[m/min]	[Umdr/min]
-4,9	4

Tiefe

max. [m]	Säulenlänge
7,08	2,79

Volumen ist [l/m]

20

manu

Betondurchfluss [l/min]

100

manu

Betondruck [bar]

-15,0

manu

Datum
25.11.09

Uhrzeit
08:07:17

Punkt Start
08:04:47

Punktdauer
00:02:29

Manu: Geber prüfen

F3

Gratik

F5

Parameter

F6

Historie

F8

Punkt Ende

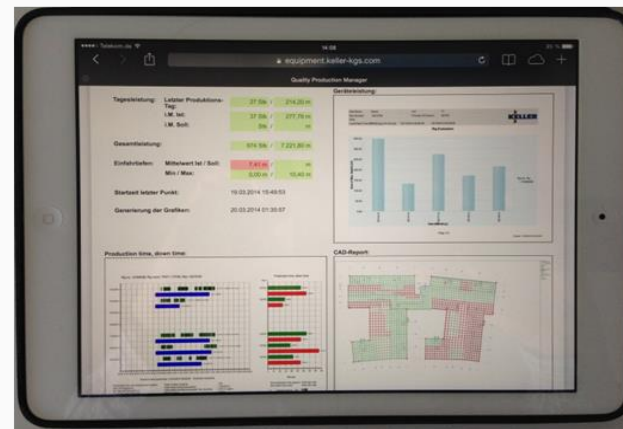
F9

Säule Ende

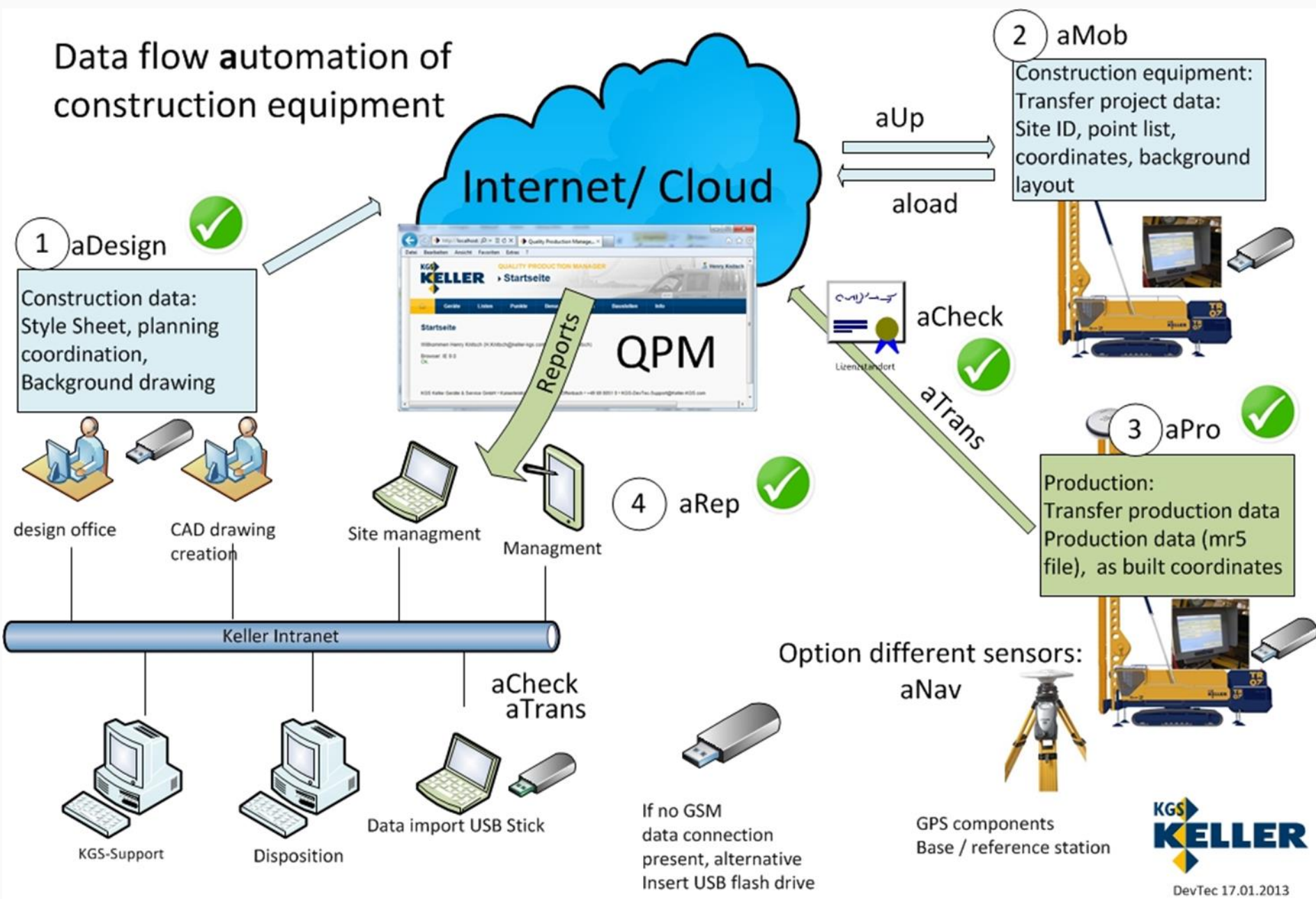
ForBAU – die digitale Baustelle (Quelle: ediundsepp Gestaltungsgesellschaft)

Keller quality production manager

- Device management: easy finding of devices
- Remote maintenance: monitoring of maintenance intervalls, identification of idle times, theft protection
- Site management: effective use, report generation, CAD plans on site, quality and claim management



Data flow automation of construction equipment



Easy finding of the devices



QUALITY PRODUCTION MANAGER

► Rigs ► Positions on Map

Henry Knitsch

 Englisch ▼

Home

Rigs

Sites

Services

Health & Safety

Management

Admin

About

Positions on Map

Reload

Reset

 last Message from today

 last Message in past 2 weeks

 last Message older than 2 weeks

Vollbild



KGS Keller Geräte & Service GmbH • Kaiserleistrasse 8 • D-63067 Offenbach • +49 69 8051 0 • KGS-DevTec-Support@Keller-KGS.com

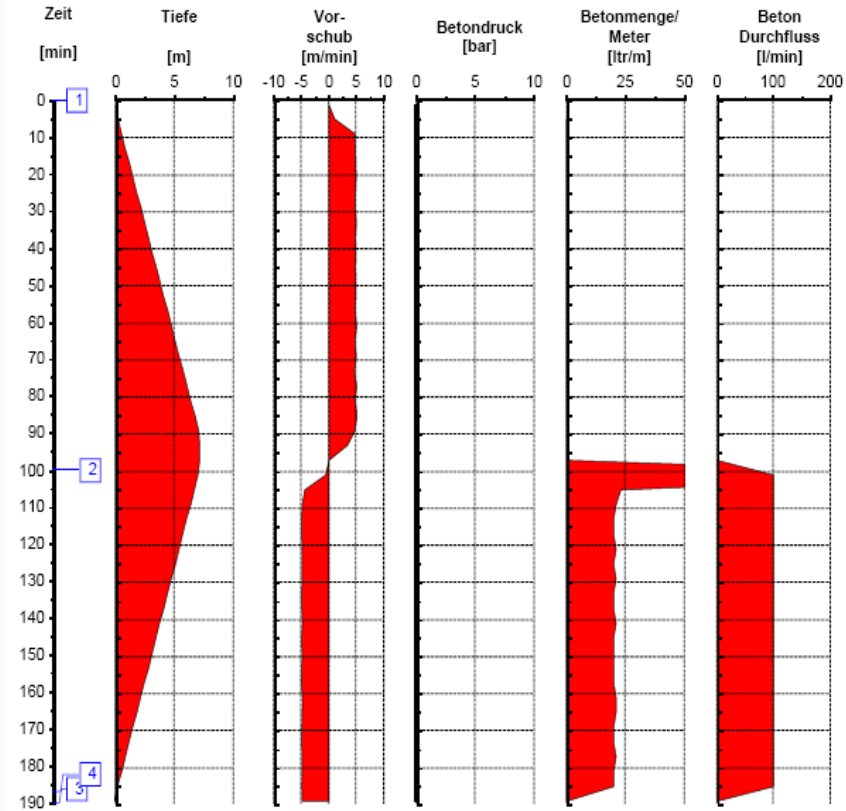


Automatic reports per pile

Verfahren: Pfähle/Bodenvermörtelung
 Prog. Version: V1.0.0.0
 M5 Inv.Nr.: 9131175
 Datum/Zeit: 24.11.2009 16:06:04
 Speicherintervall: 4
 KGS Keller Geräte & Service GmbH

Seite: 1 / 2
 Baustelle: 36/16/0072
 Baustellenort: Daxlanden
 Los: 0
 Punkt Nr.: PKT263
 Gerät Typ: KB0 Nr.: 1
 Gerät Inv. Nr.: 4100296
 Werkzeug Durchmesser [m]: 0.15
 KELLER
 Keller Grundbau GmbH

Bohren



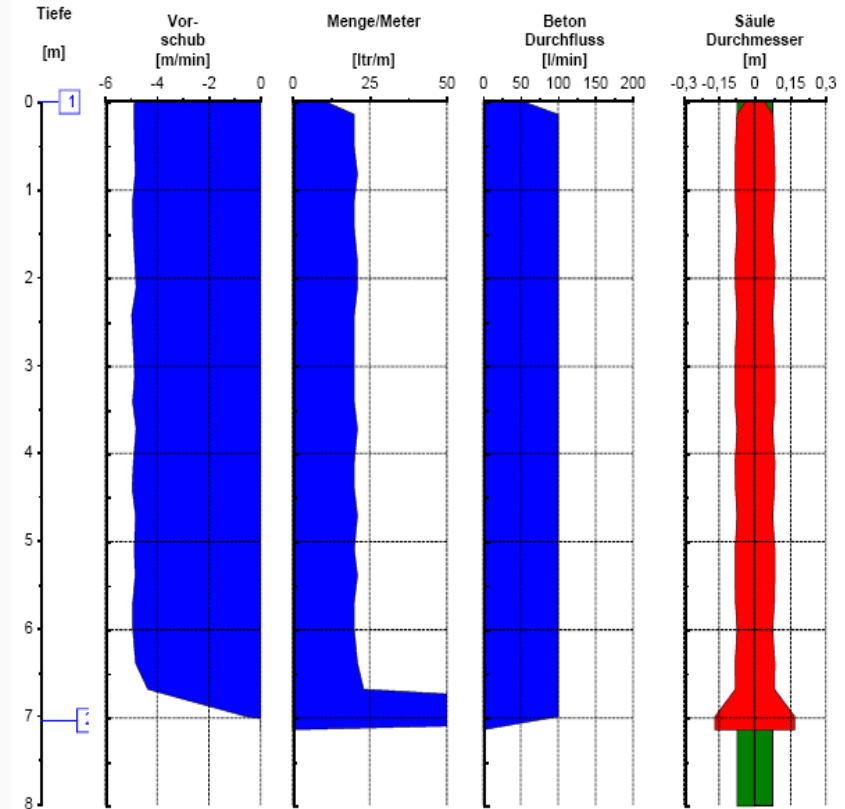
Ereignis			Uhrzeit	Tiefe	Beton Säule [l]	Beton Punkt [l]	Neigung Y V/Z [°]	Neigung X R/L [°]
Nr	Art	Bezeichnung	hh:mm:ss	[m]				
1	9	Punkt Anfang	16:06:04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	Säule Anfang	16:07:44	7,1	2,0	2,0	0,0	0,0
3	2	Säule Ende	16:09:11	0,0	145,0	147,0	0,0	0,0
4	10	Punkt Ende	16:09:14	-0,2	145,0	147,0	0,0	0,0

Punktdauer:	00:03:09	Max. Tiefe [m]:	7,1	Mehrverbrauch [%]:	17,1
Dauer Bohren:	00:01:39	Säulenlänge [m]:	7,0	Betonmenge Säule [m]:	145
Dauer Betonieren:	00:01:26			Betonmenge Punkt [m]:	147

Verfahren: Pfähle/Bodenvermörtelung
 Prog. Version: V1.0.0.0
 M5 Inv.Nr.: 9131175
 Datum/Zeit: 24.11.2009 16:06:04
 Speicherintervall: 4
 KGS Keller Geräte & Service GmbH

Seite: 2 / 2
 Baustelle: 36/16/0072
 Baustellenort: Daxlanden
 Los: 0
 Punkt Nr.: PKT263
 Gerät Typ: KB0 Nr.: 1
 Gerät Inv. Nr.: 4100296
 Werkzeug Durchmesser [m]: 0.15
 KELLER
 Keller Grundbau GmbH


Betonieren

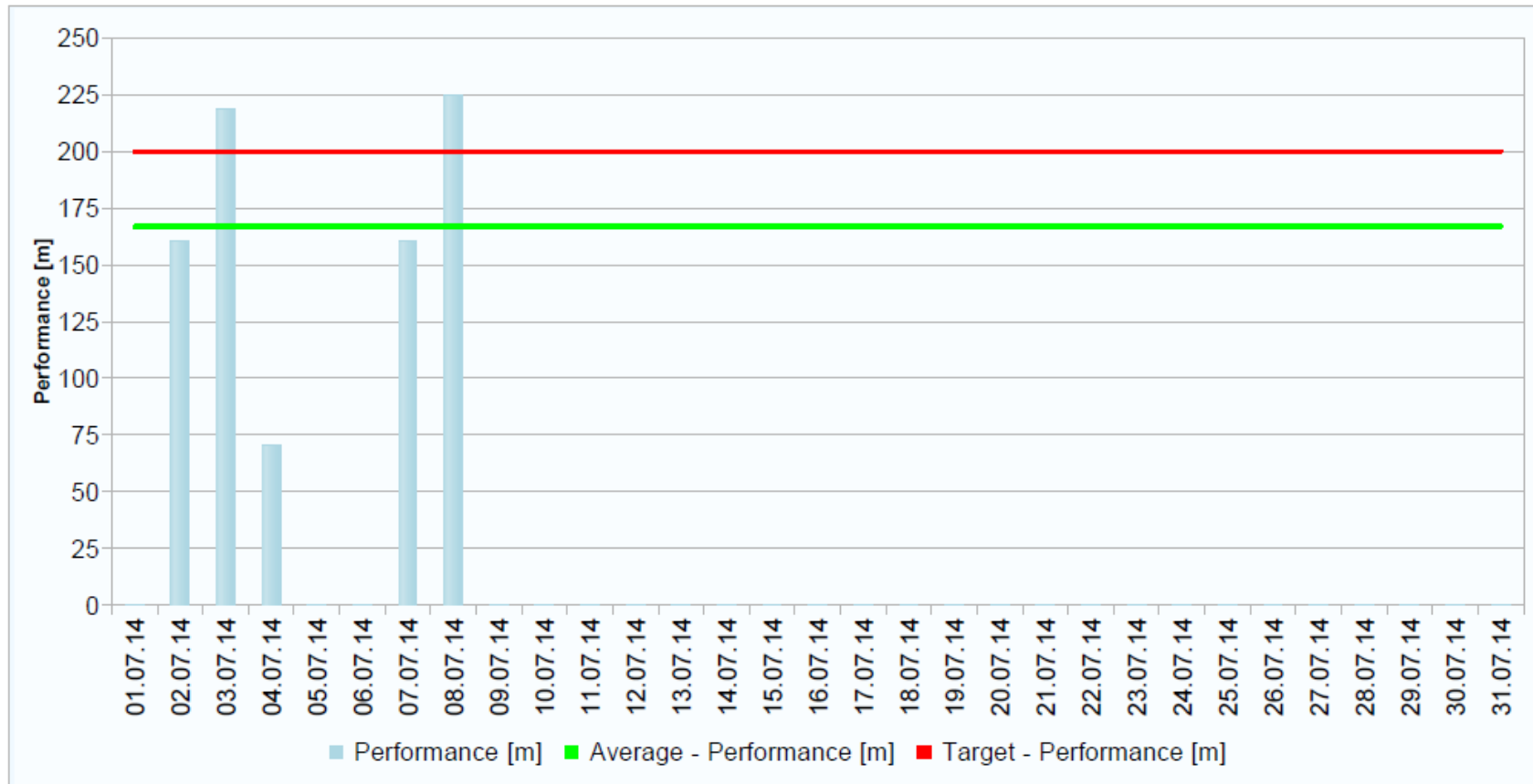


Ereignis			Uhrzeit	Tiefe	Beton Punkt [ltr]	Beton Säule [ltr]	Neigung Y V/Z [°]	Neigung R/L [°]
Nr	Art	Bezeichnung	hh:mm:ss	[m]				
1	9	Punkt Anfang	16:06:04	0,0	0	0	0,0	0,0
2	1	Säule Anfang	16:07:44	7,1	2	2	0,0	0,0
3	2	Säule Ende	16:09:11	0,0	147	145	0,0	0,0
4	10	Punkt Ende	16:09:14	-0,2	147	145	0,0	0,0

Punktdauer:	00:03:09	Max. Tiefe [m]:	7,1	Mehrverbrauch [%]:	17,1
Dauer Bohren:	00:01:39	Säulenlänge [m]:	7,0	Betonmenge Säule [l]:	145
Dauer Betonieren:	00:01:26			Betonmenge Punkt [l]:	147

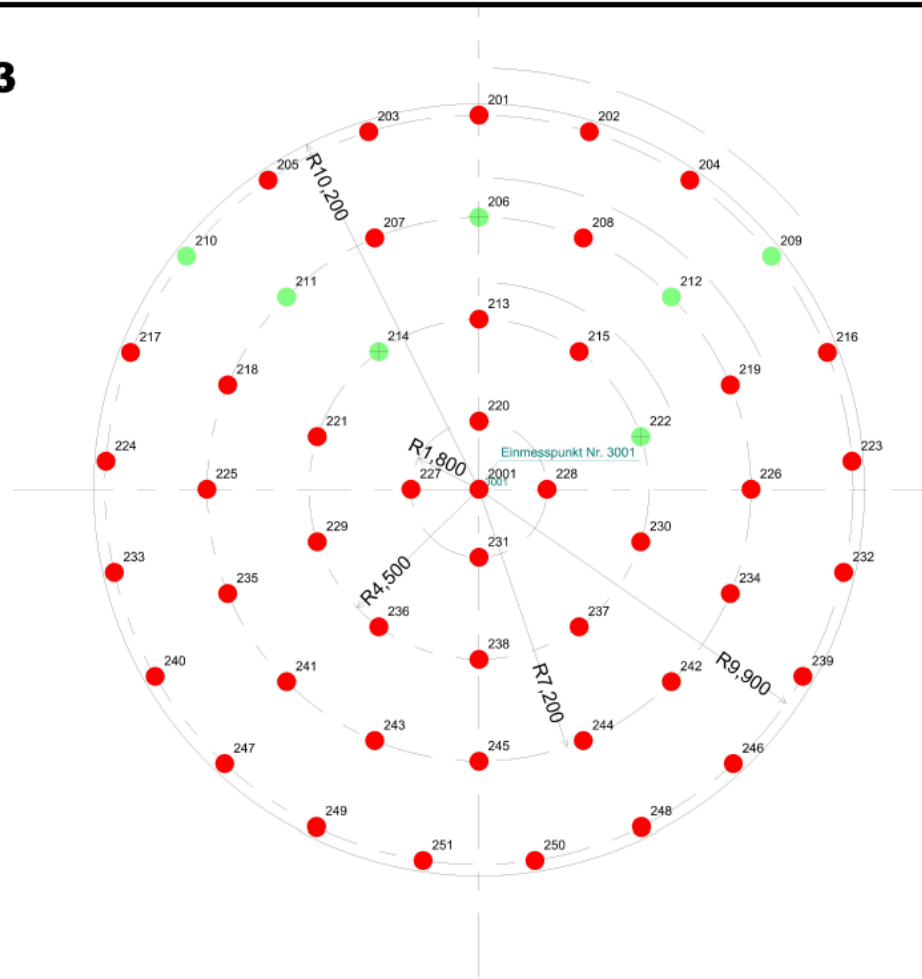
Automatic reports per shift

Site Location: Strasbourg	Rig Name: TR100_TYP05	Technic:	
Site Name: Nexity	Rig Inv. No.: 41000291	Total Points: 198	
Site Number: 132338	Total Production Days: 5	Total Treatment Depth [m]: 834.78	
Lot: Bâtiment A		Target Performance / Day [m]: 200.00	
		Average Performance / Day [m]: 166.96	
Time Range Protocol (Local Time): 01.06.2014 00:00:00 - 23.06.2015 23:59:59			



Automatic reports per area

WEA 3



Eingegebene Filterwerte für Ist-Punkte:

Von Datum/Zeit: 17.10.2011 08:03:10

Bis Datum/Zeit: 17.10.2011 08:13:13

Max. Tiefe [m]: -

Säulenlänge [m]: -

Punktdauer: -

Summenwerte für Punkte im Filterbereich:

Max. Tiefe [m]: 7,40

Säulenlänge [m]: 7,40

Punktdauer: 0:08:25

Tiefenang. für Punkte im Filterbereich:

Min [m]: 1,90

Max [m]: 2,10

Mittel [m]: 2,00

Baustellen Nr: 110554

Baustellen Name/Ort: Windanlage Flamborn

Bilanz für alle Punkte:

Anzahl der Soll-Punkte: 52-7=45 ●
Anzahl der Ist-Punkte: 7 ●
Anzahl Ist-Punkte im Filterbereich: 3 ●
erbrachte Leistung für Ist-Punkte: 13,46 %
Anzahl zusätzlich ausgeführter Punkte (keine Koor. vorhanden): 0

Dateiressourcen:

Koordinaten: Flamborn_F12409a.Kor
Parameter: LogVis_CadVis.lvcv
Zeichnung: F12409-1a-WEA3-o-Nr.dxf
.mr5: Bsp_Tiefprüfeln 2.mr5



Created: 16.11.2012 09:07:30

Fast overview of different sites



QUALITY PRODUCTION MANAGER

Henry Knitsch

Deutsch

► Baustellen ► Liste der Baustellen


Geräte Baustellen Services Sicherheit Management Admin Info

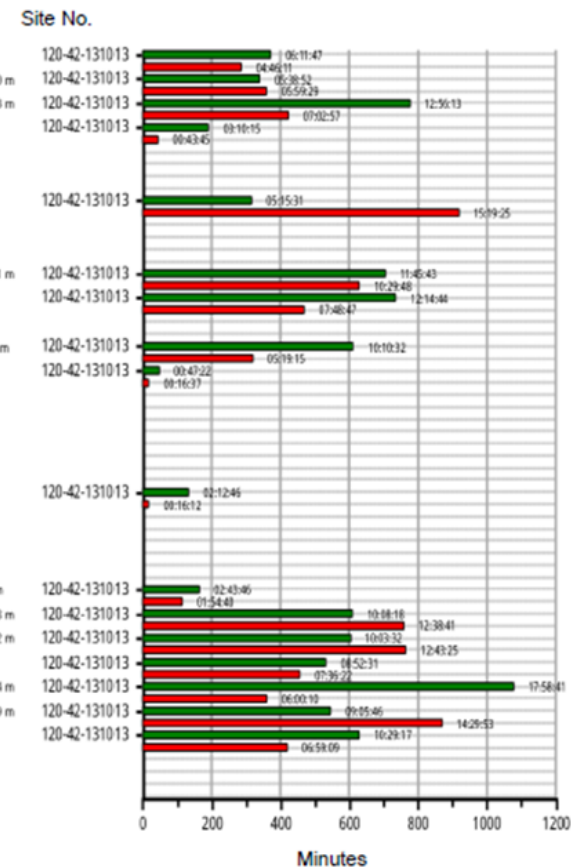
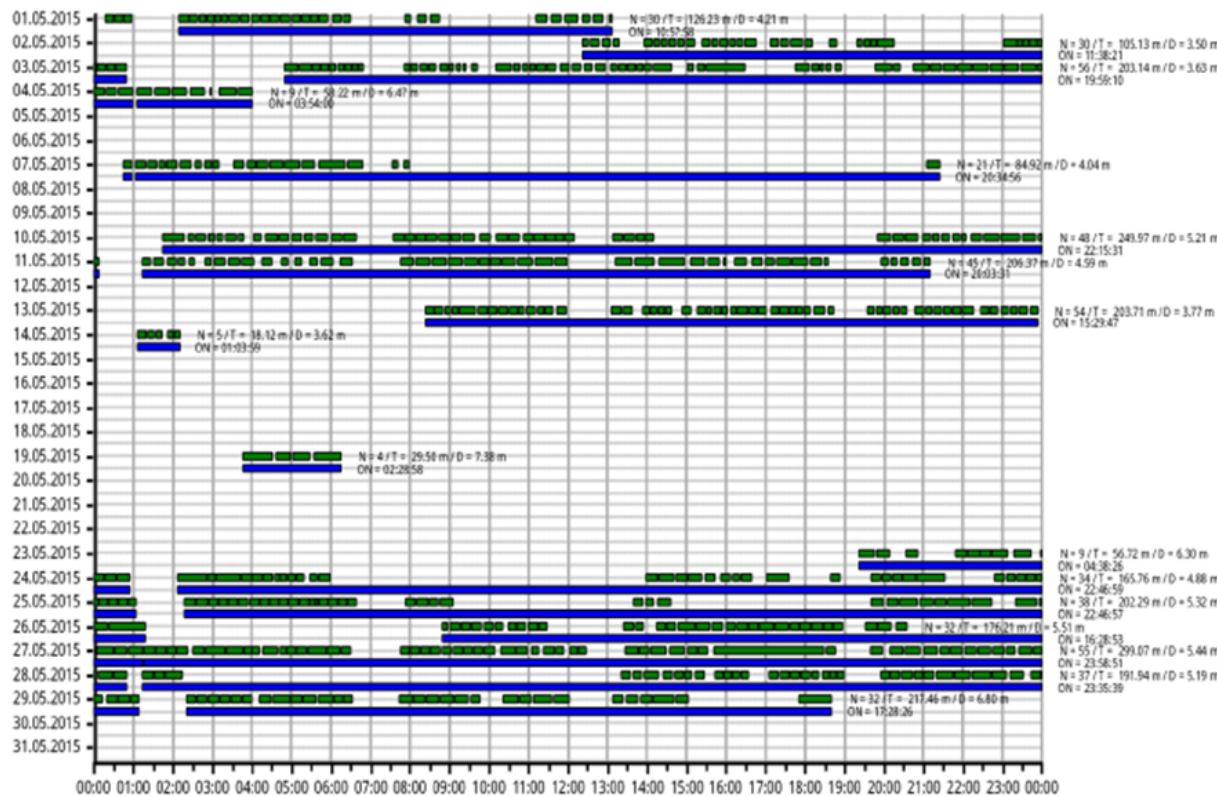
Volltextsuche: Gesucht wird in Baustellen-Nummer, -Name, -Straße und -Stadt.

Baustelle: Alle Los: Alle Von: 04.02.2013 Bis: 25.02.2013 neu laden

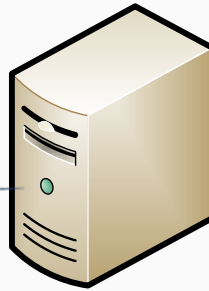
Baustellen Nr.	Baustellen Ort	Los	Produkt	Anzahl Soll [Stück]	Punkte Ist [Stück]	Erbrachte Leistung [m]	Land	Bereich Bez.	Bereich
010043	Gdansk Wielopole	No Lot	Soilcrete_D/DS_SPS_KB6 - V2.6.2.05 - 6100	4711	173	5036	Polen		
010043	Gdansk Wielopole	No Lot	Soilcrete_D/DS_SPS_KB6 - V2.6.2.06 - 6100	4711	37	996	Polen		
786	Vizag	01	Tiefenrüttelverfahren TR04/M5 - V1.0.2.02 - 5100	4711	8	74	Indien		
35022110111	PRESLES EN BRIE	1	Pfähle/Bodenvermörtelung_LRB125_Digital - V1.0.2.02 - 5210	4711	387	125171	Frankreich	Agence Paris (Ile de France)	SWE

Fast overview of production data

Site Location: Safi	Rig Name: M5_Crane_Box	Technic:	
Site Name: New Port of Safi	Rig Inv. No.: 72901419	Total Points: 1.141	
Site Number: 120-42-131013	Total Production Days: 36	Total Treatment Depth [m]: 6,349.09	
Lot: ALL	Total Production Time (Green): 311:52:28	Treatment Depth Average / Day [m]: 176.36	
	Total Down Time (Red): 273:16:27	Treatment Depth Average / Point [m]: 5.56	
Time Range Protocol (Local Time): 01.05.2015 00:00:00 - 30.06.2015 23:59:59			



help at any time – Remote Diagnosis



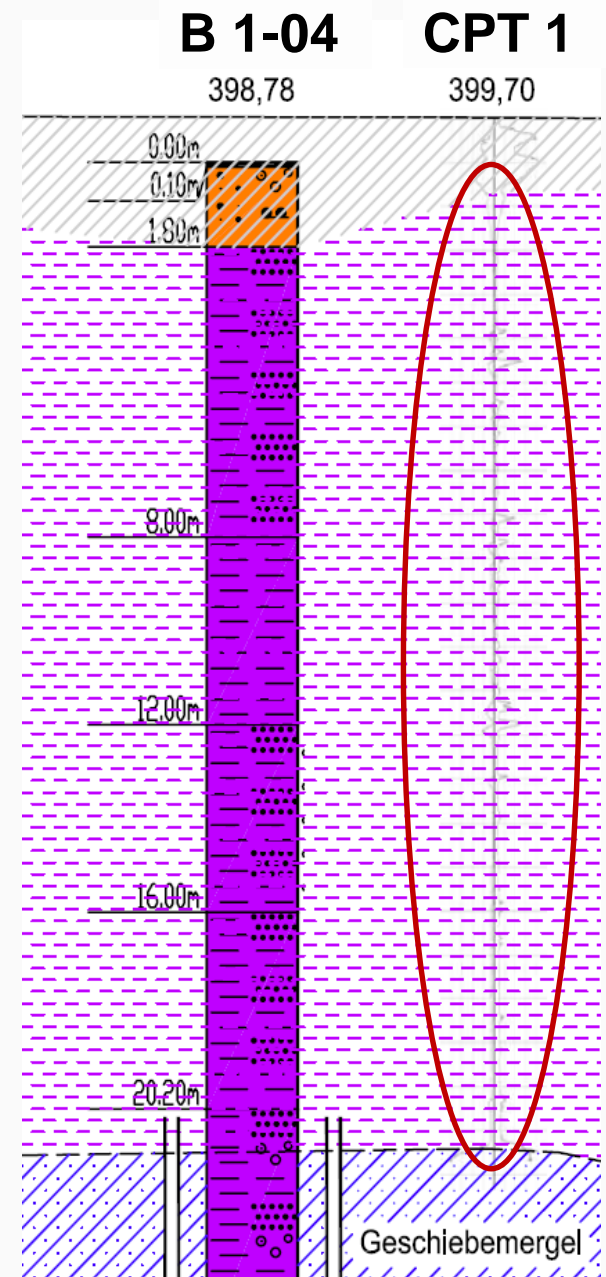
- ◆ via update Server
- ◆ automatic software transfer even with slow data connection
- ◆ process update carried out in coordination with the site
- ◆ via remote access



Result verification, Test field in Constance

◆ The soil consists of:

- ▶ 3 m fill,
- ▶ Marine clay, very soft to soft and
- ▶ Firm marl from 25 m on
- ▶ Water table at -1,5m



Planning of load tests in Constance

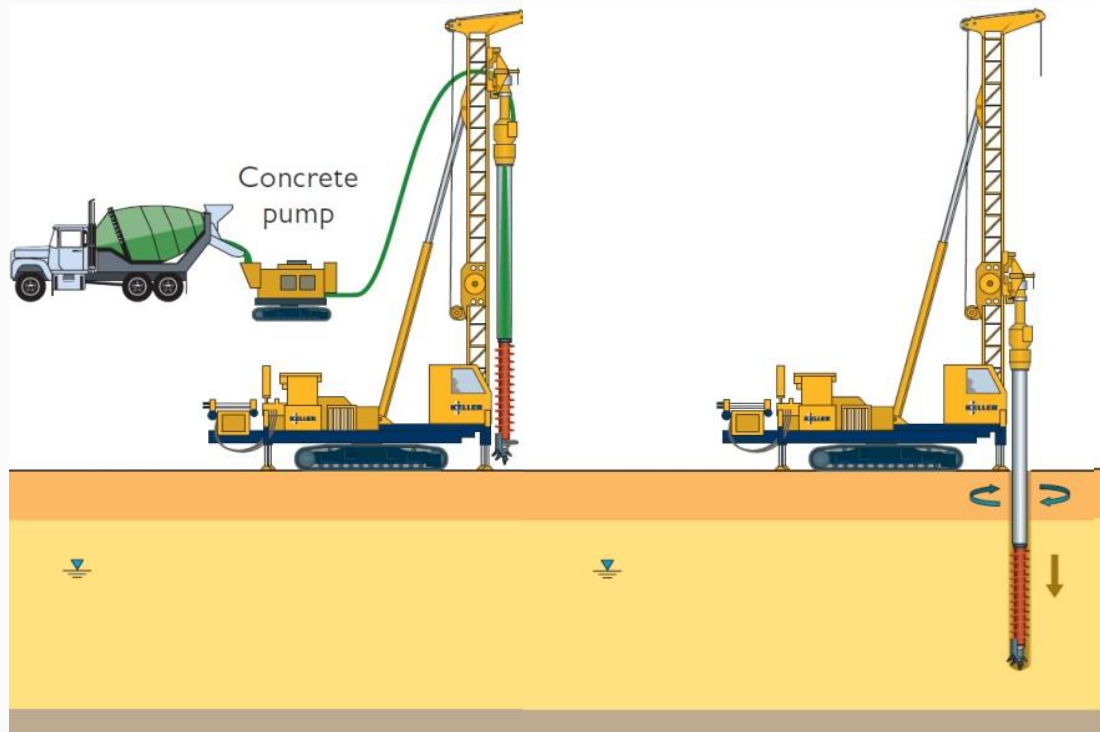
◆ Aim of load tests

- ▶ Direct comparison in homogeneous soil of
 - Displacement concrete pile (FDP),
 - Vibro-concrete columns (VCC),
 - Vibro-mortar columns (VMC)
- ▶ Direct comparison of static and dynamic load tests

Displacement concrete piles

◆ Brand names: FDP, VBP, CMC...

- ▶ Bored piles according to DIBT Germany (Execution and design)
- ▶ Execution according to EN 12699 (pile minimum reinforcement required, $c_{u>}$)
- ▶ Design according to EN 1997-1 und D



Deutsches Institut für Bautechnik
Anstalt des öffentlichen Rechts

DIBt

Deutsches Institut für Bautechnik, Postfach 42 02 29, 10192 Berlin

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Einrichtung

Mitglied der Europäischen Organisation
für Technische Zulassungen EOTA

Telefon 030 78730-0
Telefax 030 78730-320
E-Mail dibt@dibt.de
Internet: www.dibt.de

Geschäftszeichen (bitte immer angeben)
IT 25

Bearbeiter
Herr Faller

Telefon 030 78730-299
Fax 030 78730-11-299
E-Mail wfa@dibt.de

19. Januar 2005

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für CMC-Säulen

Ihr Schreiben vom 21.06.2004

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Ihrem o.g. Schreiben beantragten Sie eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Herstellung von CMC-Säulen. Das Verfahren zur Herstellung dieser Säulen wird im Schreiben von Herrn Dr.-Ing. Borchert, Geotechnik und Dynamik Consult GmbH, vom 14.09.2004 beschrieben und erläutert.

Aufgrund der uns vorliegenden Unterlagen sind wir der Auffassung, dass das Verfahren zur Herstellung der CMC-Säulen keine wesentliche Abweichung von der DIN 4014 darstellt. Aufgrund dessen handelt es sich bei Ihrem System zur Herstellung von CMC-Säulen um eine geregelte Bauart.

Die Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist daher nicht erforderlich.

Mit freundlichen Grüßen

Faller

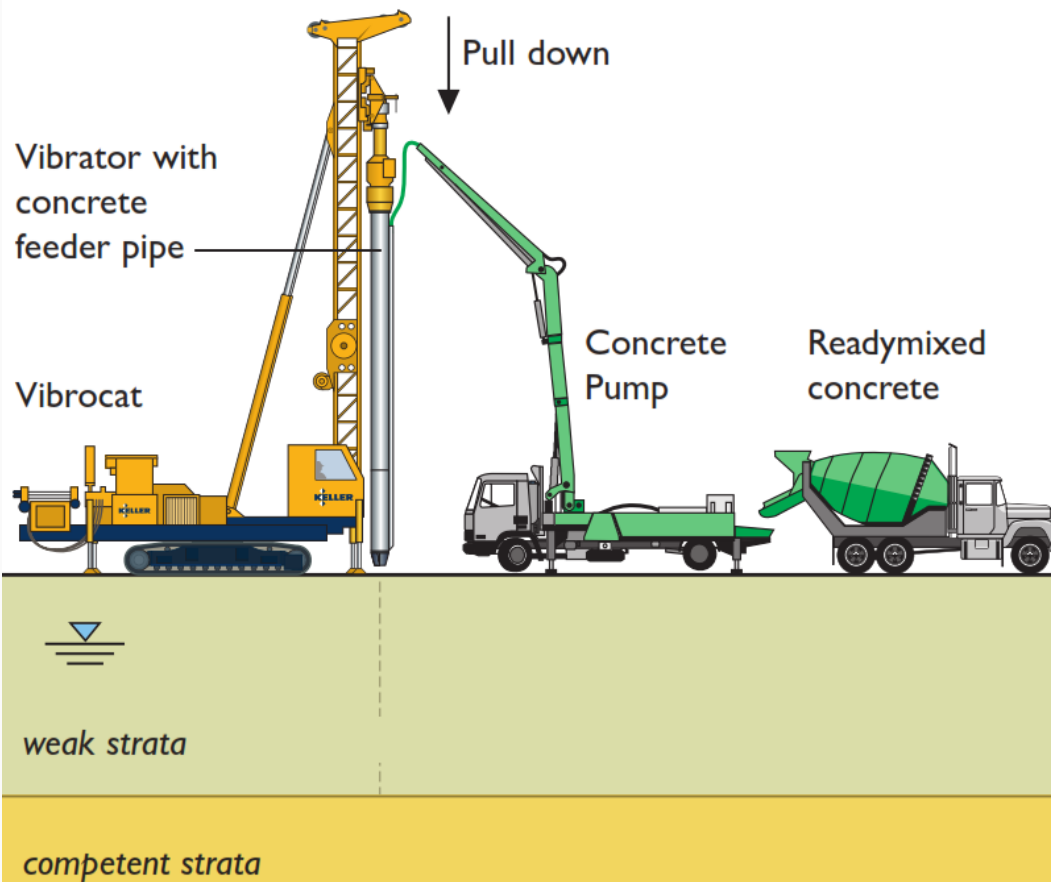
Quelle: Bauer
Maschinen GmbH

Vibro-concrete columns

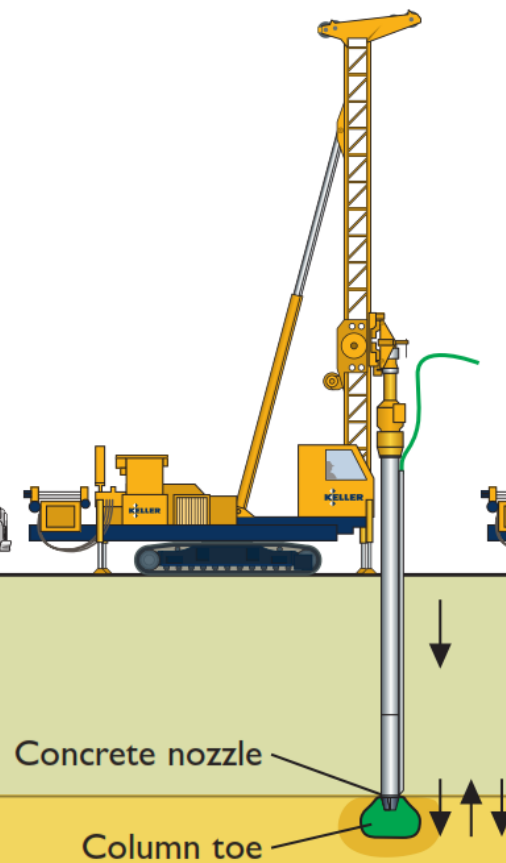
◆ Brand names: VCC, BRS...

▶ DIBT Zulassung

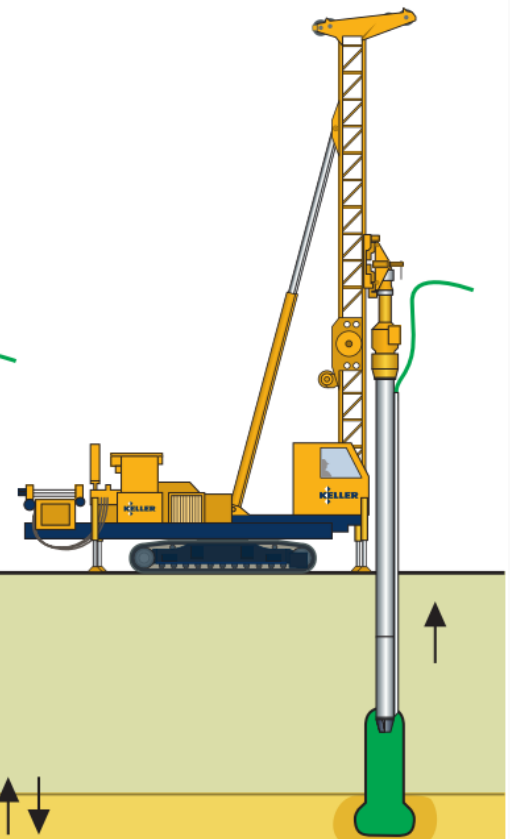
Preparation



Penetration and toe formation



Installation of the shaft



Vibro-mortar columns

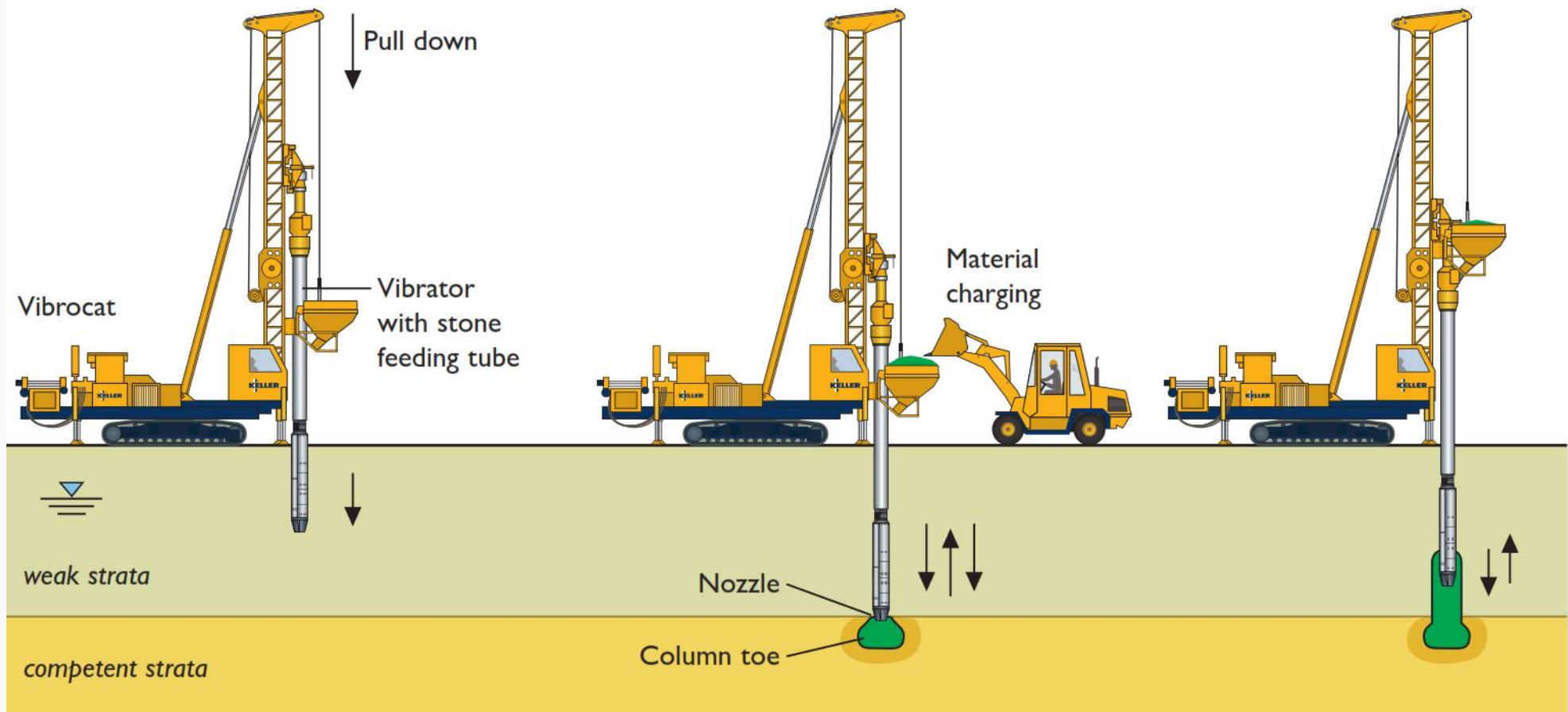
◆ Brand names: VMC, BSS,...

▶ DIBT Zulassung

Penetration

Formation of the toe

Installation of the column

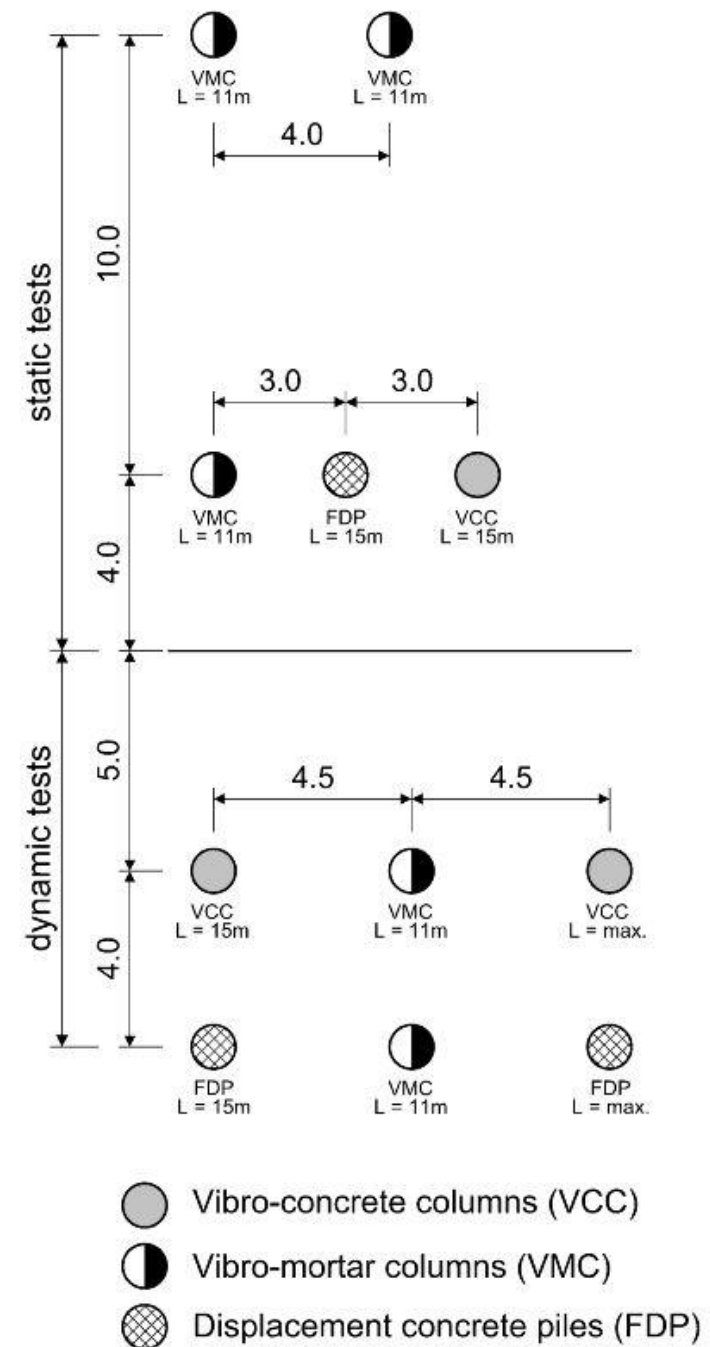


Load tests in Constance

Static and dynamic load tests:

1. Displacement concrete piles (FDP)
2. Vibro-concrete columns (VCC),
3. Vibro-mortar columns (VMC),

Floating foundation!



Static load test in Constance



Dynamic load test in Constance



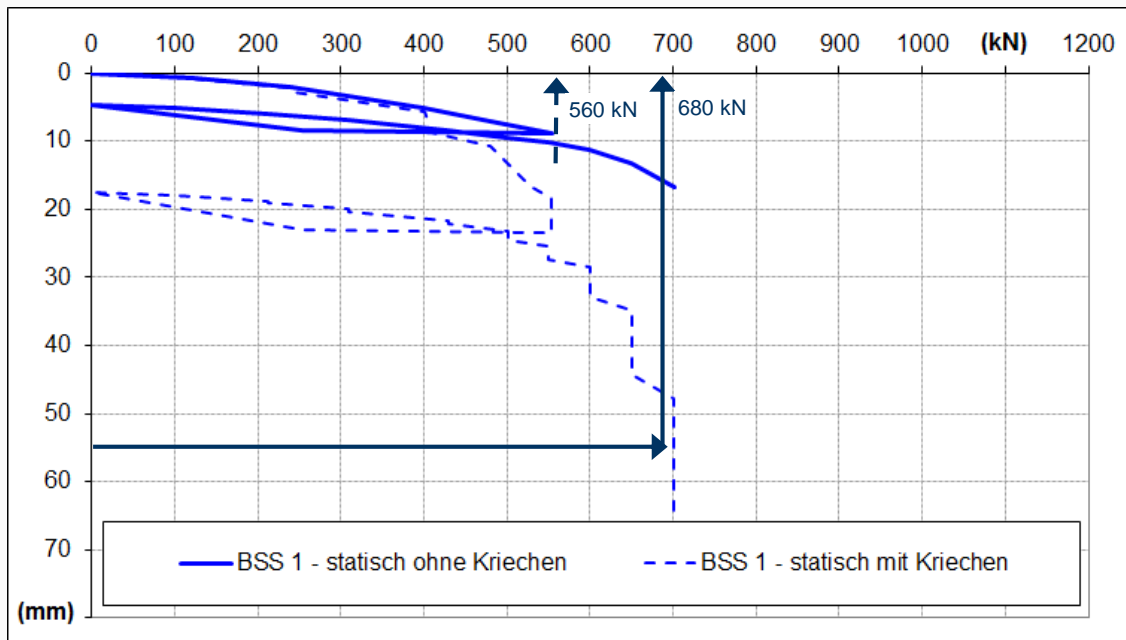
Comparison of results

Overview of the column systems					
	FDP	FDP (tension)	VCC	VMC	
chosen average column diameter [m]	0.35	0.35	0.45	0.55	
Column length [m]	15.00	18.00	15.00	11.00	
Column material	C20/25, F3, 32 mm, XC3			240 kg/m ³ binder, CEM I-III 32,5, Particle size 2/4-32	

- Bearing capacity at $s = 0,1D$ or $k_s = 2\text{mm}$; creep decisive
- Displacement concrete pile FDP: dyn./ stat. bearing capacity with deviation of up to 30% not satisfactory.
- Vibro-concrete columns VCC and Vibro-mortar columns VMC: dyn./ stat. bearing capacity with deviation of only 5 % very good.

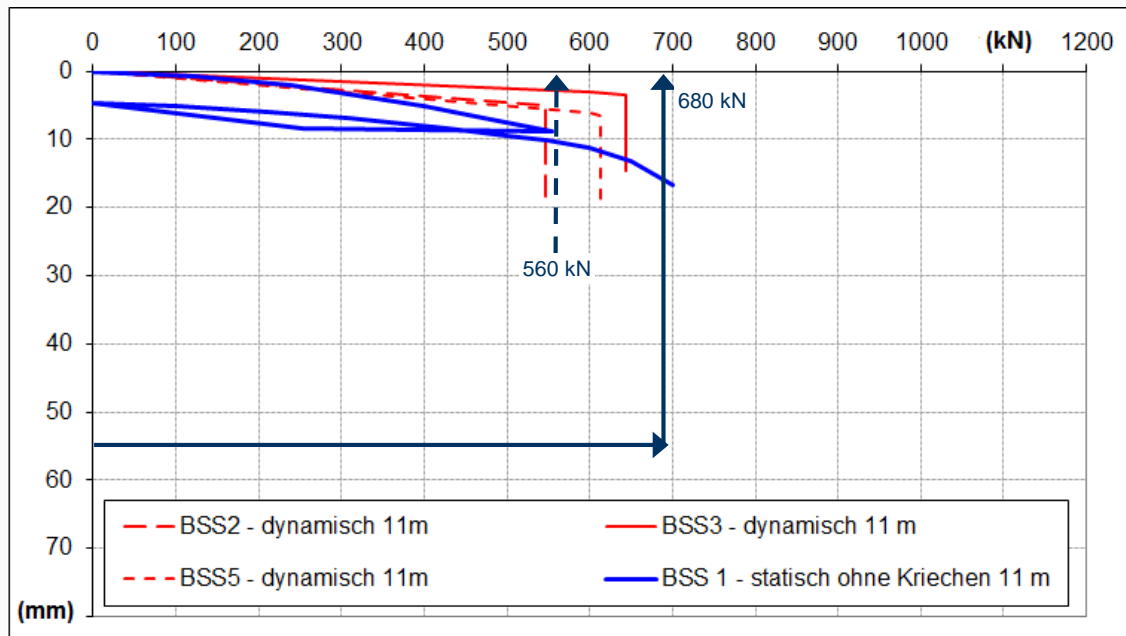
Comparison of results

VCC



Static:
with + without
creep

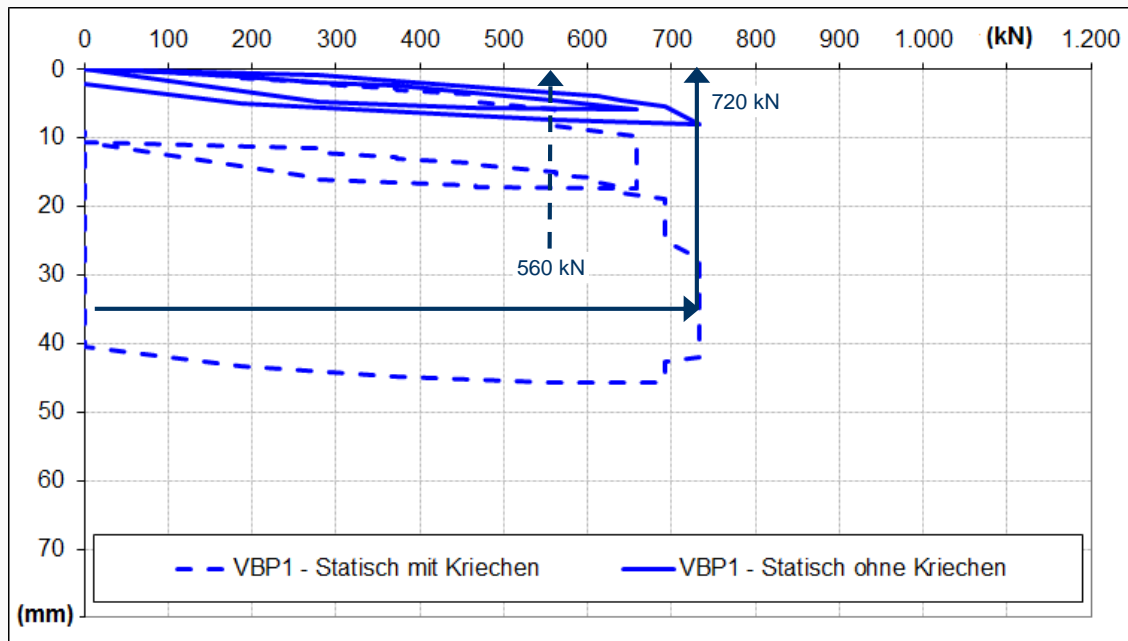
Creep
settlements:
46 mm
58 mm



Dynamic:
no creep
settlements

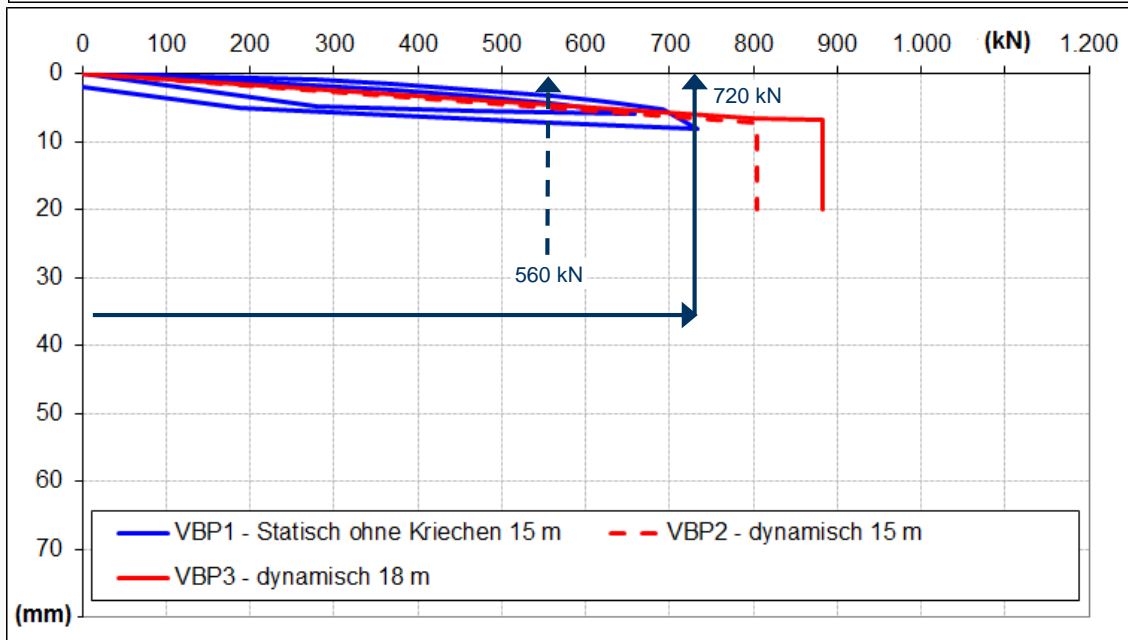
Comparison of results

FDP



Static:
with + without
creep

Creep
settlement:
38 mm



Dynamic:
No creep settlement

Comparison of results

Calibration and geotechnical analysis:

- ✓ Limit load was reached (static and dynamic)
- ✓ Creep considered in design
- ✓ Comparable deformations at serviceability load
- ✓ Good agreement with results
- ✓ Several dynamic tests
 - ✓ Show negligible inhomogeneity of the soil
 - ✓ Increase the safety of the structure

Summary

In Constance, full-displacement concrete piles (FDP), vibro-concrete columns (VCC) and vibro-mortar columns (VMC) were installed and tested for their load-bearing capacity in the lacustrine clay.

In their manufacture, an on-line quality monitoring and verification system was used during installation to monitor productivity.

Using floating construction of the columns/piles, high axial limit loads of up to 850 kN were achieved. This shows amazing potential in comparison with previously estimated loads of only half this figure.

For vibro-concrete columns and vibro-mortar columns, axial static and dynamic test loads agree very well, with a deviation of only 5 %; they are thus suitable for these foundation elements. And this example also demonstrated that dynamic load testing is also applicable in cohesive soils.

The fairly large difference to the statically determined load on a full-displacement pile was unsatisfactory.

Outlook

Further research will have to determine whether the excess pore-water pressure dissipates faster during dynamic installation due to the tumbling motion of the depth vibrator, and thus leads to realistic loads.

To this end, a comparison of static and dynamic analysis with the Finite Element Method is planned. This will allow the influence of pore water in cohesive soils to be considered.

The results of this research, which will require validation by field tests, should provide useful information for further development of the recommendations of the Working Group on piles regarding dynamic load testing as a function of the evaluation method for cohesive soils.



Thank You!

www.KellerHolding.com

www.KellerHolding.com