

Verwendung von statnamischen Probebelastungen in Deutschland

Almar Ourensma, B.Sc.ME

Profound
www.profound.nl
info@profound.nl

1



Inhalt

- Einführung
- Statnamic Prinzip
- Vorteile und Nachteile
- Die statnamic Versuchseinrichtung
- Der statnamic Test und Interpretation
- Statnamic Resultate
- Schlußfolgerungen



Einführung

- Statnämische Proebelastungen werden heutzutage in Nord-Amerika, Asien und Europa routinemäßig ausgeführt
- Statnämische Proebelastungen werden in Deutschland seit 1992 ausgeführt.

3



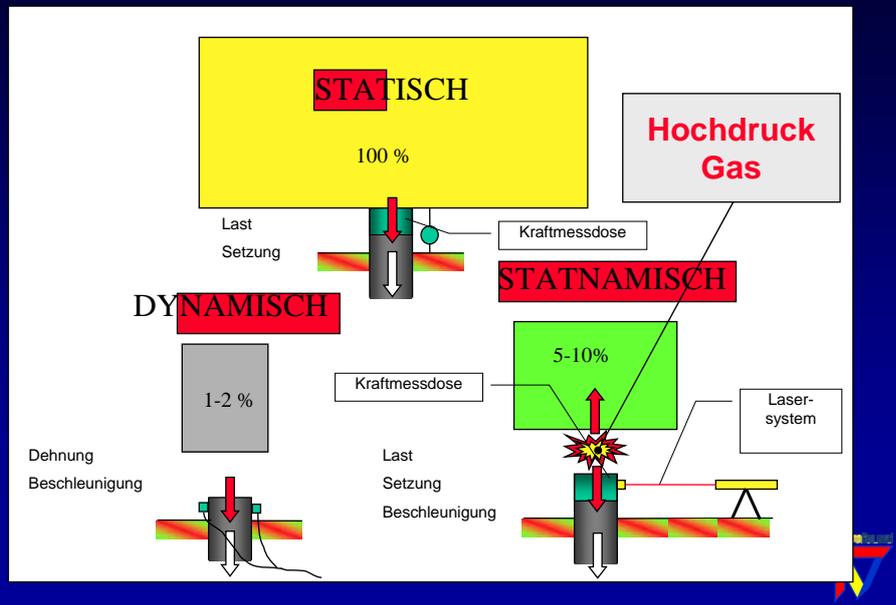
Einführung

1. 1995 - Statnämische, eine Alternative für statische Proebelastungen, Fachseminar "Pfahl-Symposium 95", Braunschweig
2. 1999 - Wann wendet man die dynamische Belastungsprüfung an und wann die statnämische Prüfung. Pfahl-Symposium 1999, Braunschweig
3. 2005 - Verwendung von statnämischen Proebelastungen in Deutschland, Pfahl-Symposium 2005, Braunschweig

4



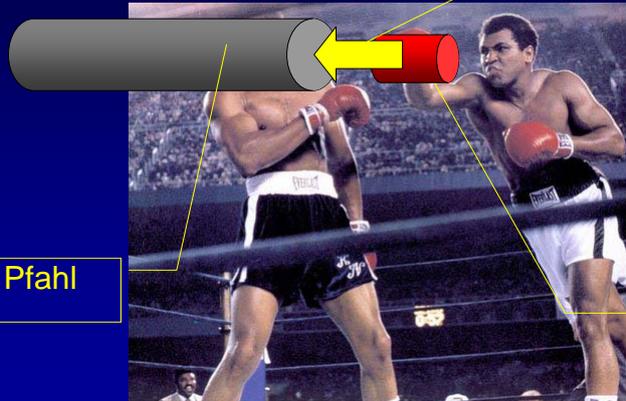
Probebelastungen



Statische Probebelastung (SLT)



Dynamische Probebelastung (DLT)



Pfahl

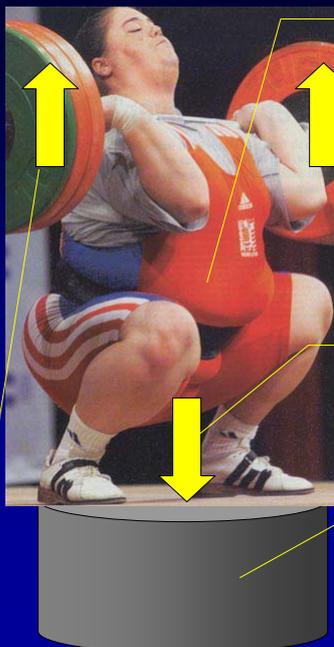
Stoss
 $F = m \cdot a$

$a =$
Verlangsamung

Ramme
 m



Statnämische Probebelastung (STN)



Reaktions-masse
 m

Druckkammer
 mit Brennstoff

$a \sim 20 g$
 $m_{stn} = 1/20 m_{slt}$

$m \cdot a = F$

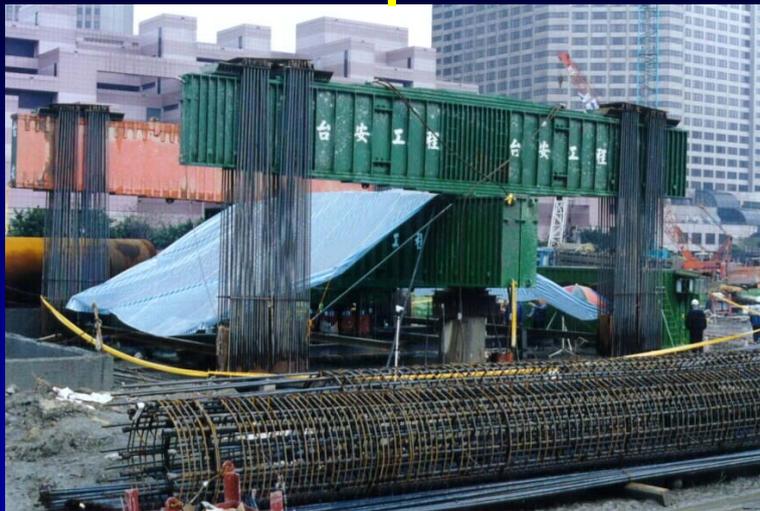
Pfahl



Statische Probelastung (SLT) Singapore



Statische Probelastung (SLT) Taipei



DLT Taiwan 2001 (20 Tonnen)



11



DLT in Deutschland



DLT Hamburg 2000 , 3 Tonnen



DLT Köln 2004 , 6 Tonnen



DLT auf Ortbetonpfahl



DLT auf Ortbetonpfahl



Statnamische Probelastung (STN)



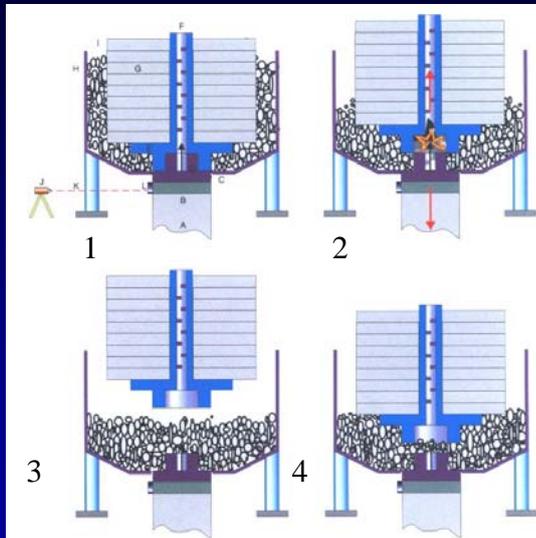
Taiwan, Taipei Financial Center (101F, H=508m)



STN Taipei 20 MN



STN mit Kies Auffangsystem



- A = Pfahl
- B = Kraftmessdose
- C = Zylinder
- D = Piston mit Kammer
- E = Plattform
- F = Futter
- G = Reaktionsmasse
- H = Kies Container
- I = Kies
- J = Laser
- K = Laserstrahl
- L = Laseraufnehmer

0.5 -2 Pfähle pro Tag

bis zum 30MN



STN mit hydraulischem Auffangsystem

3 - 6 Pfähle pro Tag



FPDS Messgerät



4MN Statnamic Gerät



Statnamic Prinzip

Statnamic Belastung

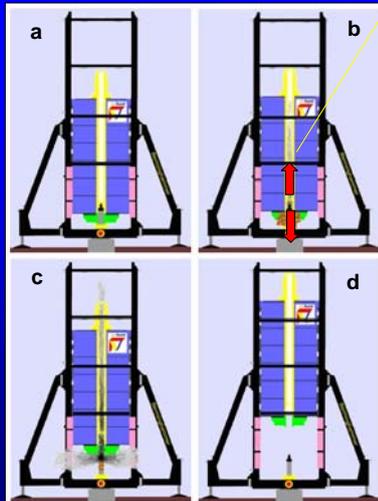


Abb. 5: Vier Stadien einer Statnamic-Prüfung

Bild a: Die Piston mit einer Druckkammer und Kraftmeßdose wird zentrisch auf dem Pfahlkopf aufgesetzt. Die Reaktionsmasse, die an einem Zylinder (Silencer) befestigt worden ist, wird über die Piston angebracht. In der Druckkammer befindet sich Brennstoff, dessen Menge sich nach der gewünschten Belastung des Pfahles richtet.

Bild b: Bei der Zündung des Brennstoffes wird ein Gas unter Hochdruck freigesetzt. Der ansteigende Druck in der Druckkammer bewirkt eine vertikale Beschleunigung der Reaktionsmasse. Eine gleichgroß entgegengerichtete Reaktionskraft (action = reaction) drückt den Pfahl vorsichtig in den Boden.

19



Statnamic Prinzip

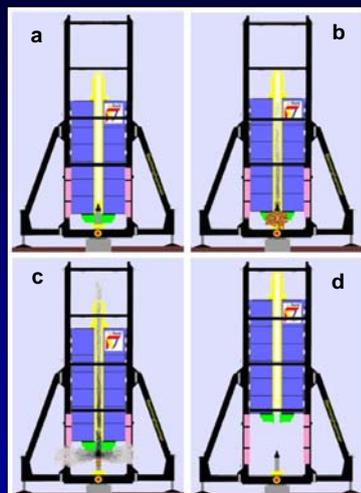


Abb. 5: Vier Stadien einer Statnamic-Prüfung

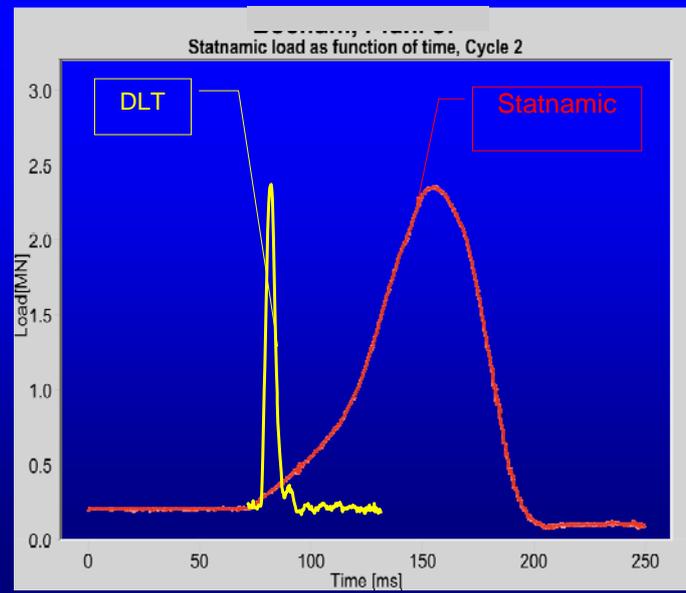
Bild c: Die Signale für Kraft und Verschiebung am Pfahlkopf werden vom FPDS-System erfasst. Die Reaktionsmasse wird vertikal nach oben bewegt

Bild d: Die Geschwindigkeit der Reaktionsmasse verlangsamt sich infolge der Schwerkraft. Zum Zeitpunkt wo gerade die Geschwindigkeit gleich Null ist, wird das Herunterfallen der Reaktionsmasse durch das hydraulische Auffangsystem verhindert und es gibt keine nachträgliche Belastung auf den Pfahl

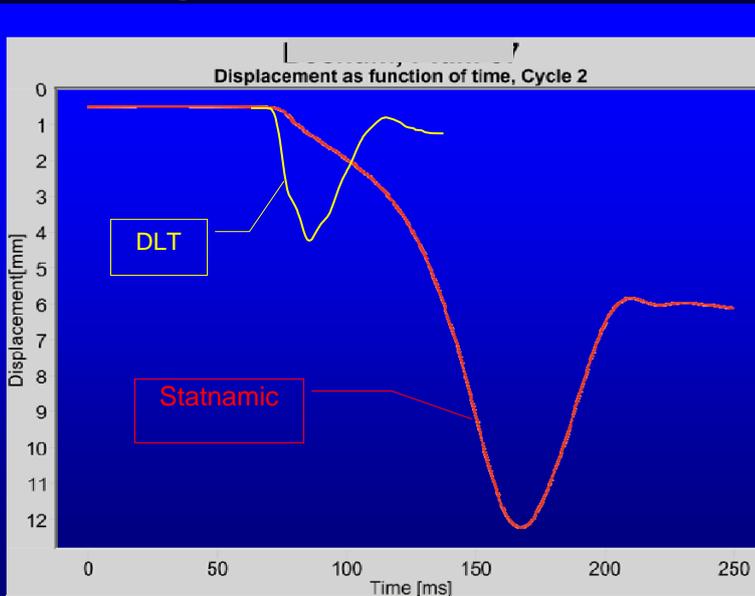
20



Belastungsdauer STN und DLT



Setzungen STN und DLT



Das statnamiche Testprotokoll (1)

1. Zwei oder mehr Belastungszyklen pro Pfahl

Beispiel : bei drei Zyklen

Erster Zyklus:

Belastung bis 33% der angegebenen maximalen Belastung

Zweiter Zyklus :

Belastung bis 66 %

Dritter Zyklus :

Belastung bis 100%

2. Für jeden Zyklus werden die dynamischen Effekte eliminiert mit der Entladungsmethode ("UPM Unloading Point Method")

23



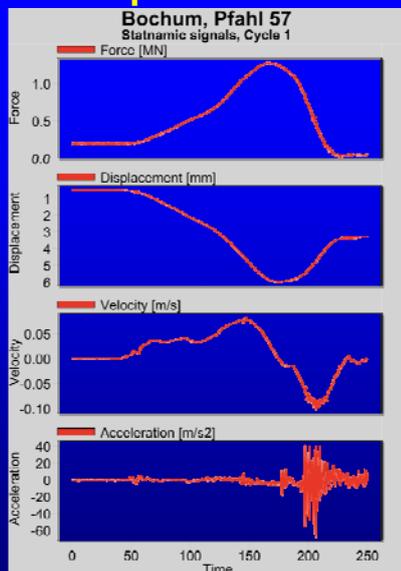
Das statnamiche Testprotokoll (2)

3. Die einzelnen Belastungsstufen werden in einem Last-Setzungs Diagramm zusammengefasst, wobei der jeweils folgende Zyklus an das Testende (bleibende Setzung) des vorigen Zyklus gesetzt wird.
4. Die in einem Last-Setzungs Diagramm zusammengefassten Zyklen werden angenähert mit einer Hyperbel
5. Um die Abhängigkeit von der Belastungsgeschwindigkeit zu kompensieren, wird der asymptotische Wert der Hyperbel reduziert. Der Wert dieser Reduktion ist 0-10% für nicht bindiger Bodenarten und 30-40% für bindige Bodenarten

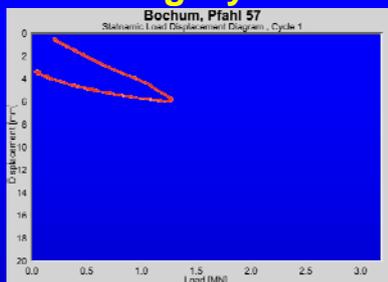
24



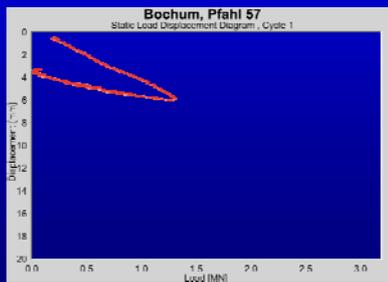
Testprotokoll 1 & 2: Belastungszyklus 1



Beispiel von :Gemessene Statnamiche Signale für Last, Setzung, Geschwindigkeit und Beschleunigung



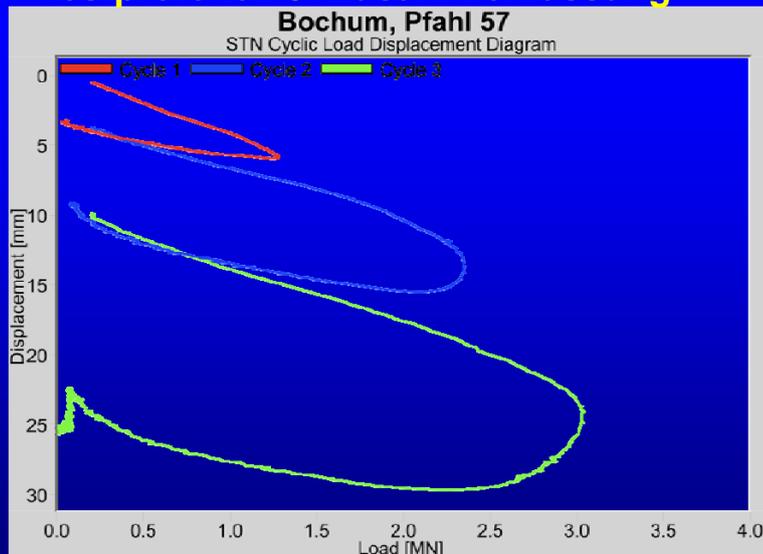
STN Lastsetzung Diagramm mit dynamischen Effekte



Statisches Lastsetzung Diagramm



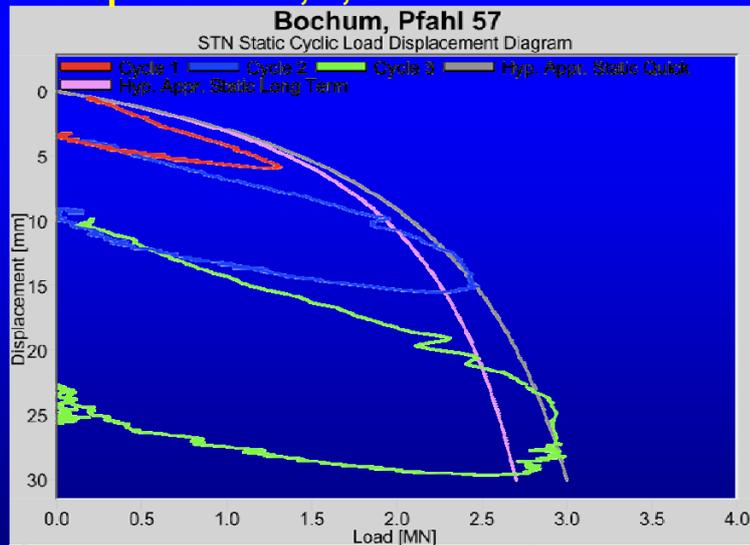
Testprotokoll 3: Zusammenfassung



Statnamiche Lastsetzung diagramm für drei Zyklen



Testprotokoll 3, 4, 5



Statisches Lastsetzungsdiagramm für drei Zyklen mit hyperbolische rAnnäherung und Korrektur für Belastungsabhängigkeit der Böden



Statnamic Vorteile

- Für statnamiche Probebelastungen ist die Belastungsdauer und verwendete Energie größer als bei dynamischen Probebelastungen und erzeugt größere Setzungen. Mantelreibung und Fusswiderstand können völlig mobilisiert werden.
- Das Verhalten eines Pfahles unter einer statnamiche Probebelastung entspricht eher einer statischen Probebelastung und erlaubt eine einfache Modellierung der dynamischen Wirkungen.
- Bodendämpfung wird aus dem Test bestimmt und braucht nicht geschätzt zu werden



Statnamic Vorteile

- Keine Zugspannung während der Prüfung. Bei langfristiger Belastung während der STN bleibt der Pfahl ständig unter Druckspannung.
- Zentrische Belastung. Die STN-Belastungsvorrichtung lässt sich einfach in der Mitte des Pfahls anbringen.
- Die gemessene Belastung ist nicht abhängig von den Pfahleigenschaften

29



Statnamic Vorteile

Bei der Statnamic-Beprobung wird die Belastung immer auf dieselbe standartisierte Weise durchgeführt mit einer einfachen Methode der Analyse.

Damit sind Klasse-A Vorhersagen bei Statnamic genauer und weisen eine geringere Bandbreite auf als dynamische Probelastungen

30



Statnamic Nachteile

- Ein STN Gerät ist teurer als ein DLT Gerät
- Bei bindigem Boden (wie Ton) ist der Bodenwiderstand stark abhängig von der Belastungsgeschwindigkeit. Man muss darum 30 bis 40% mehr Belastung verwenden als bei einer statischen Probelastung. (Auch für DLT)
- Konsolidationssetzungen können mit STN nicht bestimmt werden. (Auch für DLT)

31



SCHLUßFOLGERUNGEN

- Statnamic Probelastungen werden in Deutschland seit 1992 ausgeführt. Die erzielten Ergebnisse bestätigen die im Ausland gemachten positiven Erfahrungen.
- Statnamic wird relativ wenig in Deutschland verwendet. Da STN später angefangen hat, existiert eine grössere "Lobby" für DLT.
- Für Probelastungen von (Ortbeton) Pfählen bietet STN im Vergleich zu DLT und SLT mehrere Vorteile und auch einige Nachteile.
- Für Ortbetonpfähle, Bohrpfähle und Hülsenpfähle, ist die DLT weniger geeignet, und STN ist die bevorzugte Methode.

32



Ende
Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit

