

Beitrag zum Umgang mit Planungs- und Produktionsdaten am Beispiel von Fertigrammpfählen aus Stahlbeton

P. Wardinghus, L. Vavrina, P. A. Novak Hansen

Abstract: Precast driven piles are a completely transparent piling system, where planning data and especially production as well as the installation process are automatically documented. Thus, performance, time schedule and budget can be checked and reproduced. This article presents a description of precast driven piles and automatic recording of production as well as installation data with the background for use in terms of digital planning models. Furthermore, the practical benefits and opportunities in dealing with planning and production data will be illustrated and discussed.

1 Motivation

Einer der wichtigsten Bestandteile für die Standsicherheit eines Bauwerkes ist die Gründung im Baugrund, die je nach Anforderungen und Baugrundbeschaffenheit entweder durch Flachgründungen oder Tiefgründungen realisiert werden kann. Bei der Gründungsvariante mittels Tiefgründungen gibt es zahlreiche Varianten. Unabhängig davon, welche Tiefgründungsvariante gewählt wird, haben diese alle gemeinsam, dass ihre Ausführung im Untergrund und damit im Verborgenen stattfindet, was die Leistungserfüllung für andere Fachplaner meist nicht nachvollziehbar und intransparent erscheinen lässt.

Tiefgründungen mit Fertigrammpfählen aus Stahlbeton bieten durch ihre werkmäßige Herstellung den Vorteil, dass die Maßhaltigkeit und Qualität vor Ort augenscheinlich erkennbar und prüfbar ist. Darüber hinaus werden alle Produktionsdaten im Werk gespeichert, so dass die Pfähle über die jeweilige Artikelnummer den jeweiligen Eigenschaften der Pfähle zugeordnet werden können. Während des Einbaus bieten Fertigrammpfähle eine zusätzliche Baugrunderkundung, da automatisch während des Einbaus gemessene Eindringwiderständen eine Kontrolle der Lagerung des anstehenden Baugrundes direkt am Pfahl bieten. Während der Ausführung werden alle relevanten Herstelldaten direkt am Gerät vollautomatisch aufgezeichnet und liegen durch die digitale Vernetzung der Baumaschinen mit der örtlichen Bauleitung für eine unmittelbare Beurteilung vor, sodass der gesamte Ausführungsprozess für alle beteiligten Fachplaner eine außergewöhnliche Transparenz bietet. Die Herstell- und Produktionsdaten können neben den herkömmlichen Planungsinformationen in ein digitales Modell übertragen und eine exakte sowie tagesgenaue Leistungskontrolle sowie eine transparente Mengendokumentation genutzt werden.

Im folgendem Beitrag werden neben einer Beschreibung des Pfahlsystems Fertigrammpfähle aus Stahlbeton und der automatischen Aufzeichnung der Produktionsdaten außerdem eine Erklärung der Nutzung von Planungs- und Produktionsdaten im Sinne von digitalen Planungsmodellen vorgestellt. Ferner soll der praktische Nutzen sowie die Chancen im Umgang mit Planungs- und Produktionsdaten veranschaulicht und diskutiert werden.

2 Monitoring von Fertigrammpfählen aus Stahlbeton

Die gemäß DIN EN 12699 „Ausführungen von Arbeiten im Spezialtiefbau – Verdrängungspfähle“ geregelten Fertigrammpfähle aus Stahlbeton gehören zu den sogenannten Vollverdrängungspfählen und haben vielseitige Einsatzgebiete, die von Fahrwegstiefgründungen, Hoch- und Industriebauwerken bis hin zu Windkraftanlagen reichen. Die in Deutschland aktuell verwendeten Fertigrammpfähle aus Stahlbeton haben in der Regel quadratische Querschnitte und eine durchgehende Längs- und Wendelbewehrung.

Die Pfahlherstellung erfolgt im Werk vollautomatisch unter höchsten Qualitätsanforderungen und externen Herstellkontrollen zum typengeprüften Pfahlquerschnitt. Die werkseitige Herstellung gewährleistet einheitliche Betonquerschnitte und Eigenschaften sowie eine planmäßige Bewehrungslage. Wichtige Systemvorteile liegen außerdem in den kurzen Einbauzeiten, der sofortigen Prüf- und Überbaubarkeit, der vollständigen Witterungsunabhängigkeit beim Einbau und der Längenflexibilität durch Pfahlkupplungen.

Die Planung der Pfähle beinhaltet neben dem Führen der statischen Nachweise der inneren und äußeren Tragfähigkeit sowie der Sicherstellung des Kraftschlusses mit der Hochbaukonstruktion ebenfalls die Erstellung der Pfahlpläne und Pfahlkoordinaten. Die Planung dient nicht nur der sicheren Ausführung, sondern auch der anschließenden Dokumentation.

Damit die gemäß Planung erforderlichen Materialeigenschaften sowie alle Produktionsdaten nachvollziehbar und wiederverwendbar dokumentiert werden, sind alle im Werk produzierten Pfähle neben der in der Planung vergebenen Pfahlnummer mit einer werkseitig definierten Artikelnummer gekennzeichnet. So ist jeder einzelne Pfahl auf der Baustelle identifizierbar und sichergestellt, dass er den Anforderungen der Planung entspricht. Durch die Identifikation stehen neben den geometrischen Angaben und dem Bewehrungsgrad beispielweise auch der zeitabhängige Verlauf der Betondruckfestigkeit sowie Steifeziffern zur Verfügung.

Auch im weiteren Verlauf werden der Einbau und alle erforderlichen begleitenden und abschließenden Prüfungen protokolliert. Dies erfolgt durch automatische Rammberichte mit einem „Pile Logger“. Der Pile Logger ist ein System, das direkt an den Rammen installiert ist und den gesamten Rammvorgang vollautomatisch aufzeichnet. Instrumente und Software dokumentieren alle technischen Daten von jedem einzelnen Pfahl genauestens, so z. B. die Eindringtiefe pro Schlag, und senden die Daten direkt an einen Server zur Speicherung. Diese zeitnahe Aufzeichnung ermöglicht, dass die Bauleitung oder auch andere Projektbeteiligte die Rammarbeiten über eine Internetverbindung mit Zugriffsberechtigung nahezu in Echtzeit verfolgen können. Eine aktuelle Aufbereitung der Rammdaten kann jederzeit abgerufen und an Dritte übergeben werden. Auf Wunsch kann für jeden einzelnen Pfahl ein großer Rammbericht und eine dazugehörige grafische Darstellung geliefert werden.

Im großen Rammerbericht wird der Eindringwiderstand des Pfahls über die Tiefe dokumentiert. Durch den Einbringwiderstand kann das Erreichen eines tragfähigen Baugrundhorizontes erkundet und die Einbindung in diese Schicht nachvollzogen werden. Somit bietet jeder Vollverdrängungspfahl einen indirekten Aufschluss über den Boden.

Die Bestimmung des Rammwiderstandes erfolgt über die vollautomatische Erfassung der Auftreffgeschwindigkeit (bei beschleunigten Hämmerern) oder der Fallhöhe, der Schlagzahlen und der dabei zurückgelegten Eindringung des Pfahls in den Boden. Aus diesen Messwerten errechnet sich die Rammenergie, die benötigt wird um den Pfahl in den Boden zutreiben. In Abbildung 1 ist ein beispielhaft ein großer Rammerbericht dargestellt.

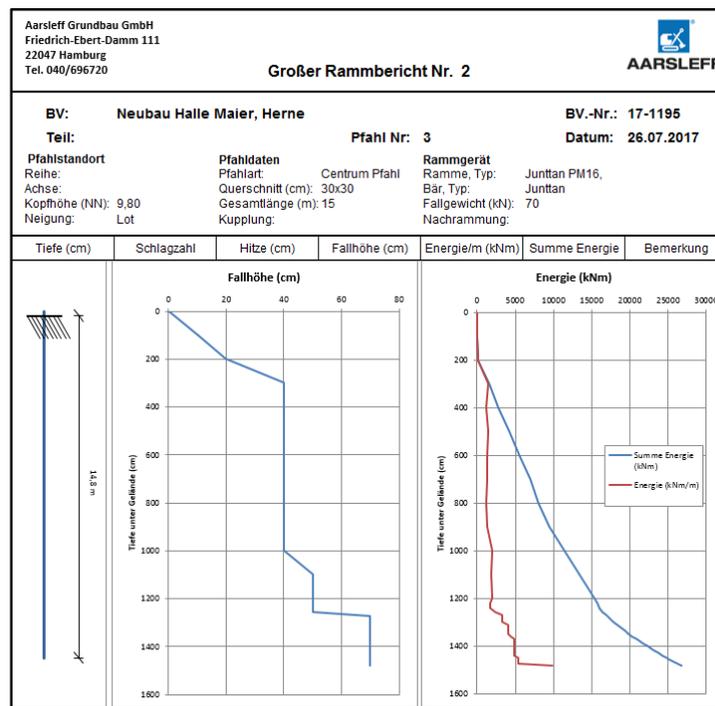


Abbildung 1: Beispiel eines großen Rammerberichtes

Im direkten Vergleich, z.B. einer Drucksondierung mit dem Energieverlauf der Rammung über die Tiefe, lassen sich bereits qualitative Aussagen zur Tragfähigkeit treffen. Ferner ist es möglich eine eventuelle Schädigung des Pfahls bereits beim Einbau zu identifizieren und somit direkt eine Ersatzmaßnahme in die Planung mit aufzunehmen.

3 Nutzen der Herstell- und Produktionsdaten

Die Anwendung des Building Information Modeling (BIM) wird derzeit in allen Bereichen der Bauwirtschaft vorangetrieben. Unter dem Begriff BIM ist eine digitale Arbeitsmethode zu verstehen, in der Menschen, Prozesse und Werkzeuge über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes zusammenwirken. Die Grundlage ist dabei ein digitales Bauwerksmodell, das sämtliche zum Bauwerk gehörenden geometrischen und numerischen Kennwerte beinhaltet, die allen Projektbeteiligten zur Verfügung stehen sollen.

Das digitale Bauwerksmodell geht dabei weit über die bereits selbstverständliche 3D Modellierung hinaus und erweitert das Modell um eine 4. bis 7. Dimension. Bei der 4. Dimension werden die drei bekannten Dimensionen des Raumes um die Zeitkomponente erweitert. In der 5. Dimension kommen neben der Zeitkomponente zusätzlich die Kosten hinzu. In der 6. Dimension werden den Modellelementen die Herstellungsdaten hinzugefügt. Damit wandelt sich das bislang visuelle Modell in ein Modell, das den IST Zustand entspricht und mit dem realen Objekt vergleichbar ist. Die 7. Dimension berücksichtigt die gesamte Phase des Gebäudebetriebs.

Die Gründung eines Bauwerkes im Allgemeinen wird in der Regel als separates Bauteil betrachtet, das durch spezialisierte Fachplaner geplant und umgesetzt wird. Um dieses Bauteil in ein digitales Bauwerksmodell zu integrieren, wird zunächst auf die vorhergehende Planung des Architekten oder anderer Fachplaner zurückgegriffen. In der Konzept- und Planungsphase der Pfahlgründung werden alle Planungsdaten eingelesen und eine Ausführungsplanung erstellt.

Systemunabhängig bietet die Planung innerhalb des BIM Modells den Vorteil, dass ohne größeren Planungsaufwand verschiedene Varianten der Pfahlgründung (z.B. Änderung der Querschnitte oder Längen) betrachtet werden können und durch die Verknüpfung mit der Zeit und Kosten eine direkte Bewertung möglich wäre. Somit kann bereits zu Planungsbeginn eine optimale Gründungslösung entwickelt werden.

In der während der Ausführung folgenden Produktions- und Installationsphase werden die Daten aus den automatischen Berichten eingefügt und das digitale Modell um die Zeitkomponente erweitert. Durch die Implementierung der Installationsdaten kann die Rammleistung identifiziert und bei Bedarf die Terminplanung angepasst werden. Gleiches gilt auch für die Kosten. Werden Pfähle beispielsweise länger oder kürzer, hat dies einen direkten Einfluss auf die Kosten und kann direkt erkannt und bei Bedarf ebenfalls angepasst werden.

In der Dokumentations- und Auswertungsphase können die Produktions- und Herstelldaten an das Modell übergeben werden. So wird ein Vergleich von SOLL zur IST Planung gespeichert, wodurch neben der genauen Lage der Pfähle auch die jeweiligen Eigenschaften gesichert und für die nachfolgenden Gewerke oder auch für spätere Bauwerksnutzung abgerufen werden können.

Ein vereinfachtes Schema zur Veranschaulichung der Anwendung von Planungs- und Herstelldaten im Building Information Model ist in Abbildung 2 dargestellt.

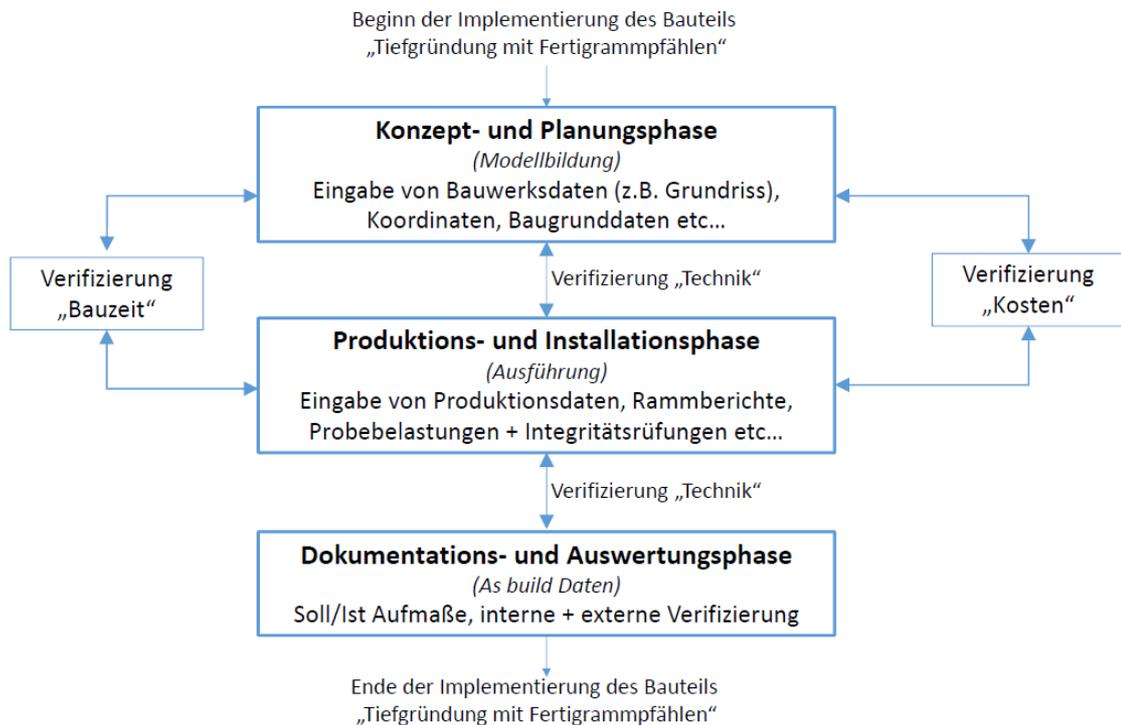


Abbildung 2: Vereinfachtes Schema zur Veranschaulichung der Anwendung von Planungs- und Herstelltdaten im Building Information Model

4 Zusammenfassung

Fertigrammpfähle aus Stahlbeton sind ein lückenlos transparentes Pfahlsystem, bei dem vom Beginn der Planung über die Produktion bis zur Installation vor Ort alle Daten direkt erfasst und dokumentiert werden können. Die Planungs- und Produktionsdaten können alle digital erfasst und so in ein digitales Modell im Sinne eines „Building Information Modeling“ (BIM) implementiert werden. Somit ist es für alle Projektbeteiligten möglich, die Erfüllung der technischen Leistungen, den Termin- und den Kostenplan nahezu in Echtzeit nachzuverfolgen und zu bewerten.

Autor

Aarsleff Grundbau GmbH
Friedrich-Ebert-Damm 111c
22047 Hamburg
Tel.: +49 (0) 40 – 69 672 0
Fax: +49 (0) 40 - 69 672 222
e-mail: info@aarsleff-grundbau.de
Web: www.aarsleff-grundbau.de