

# Bohrgeräte für den Erdbau und ihr Anwendungsbereich\*)

Drilling machinery for earthwork and its range of application

Engins de forage pour les travaux de terrassements et leur domaine d'emploi

Apparecchi di trivellazione per i lavori di terre e loro campo d'impiego

Dipl.-Ing. Wolfgang Schulz, Salzgitter-Bad

DK 69.055 : 624.132.3 : 622.23/24.004.1

## Inhaltsübersicht

Die Anwendung der Bohrtechnik hat in den letzten Jahren im Erdbau und allgemein in der Bauindustrie immer größere Verbreitung gefunden. Die Bohraufgaben sind sowohl hinsichtlich der Bohrdurchmesser und der Bohrtiefen als auch der zu durchbohrenden Gesteine und Böden sehr vielfältig. Somit ist die Palette der im Erdbau zur Anwendung kommenden Bohrverfahren und Bohrgeräte sehr groß. Es wird der Versuch unternommen, einen Überblick darüber zu geben und die Anwendungsbereiche der Bohrverfahren und Bohrgeräte abzugrenzen.

## Summary

In recent years, the application of the drilling technique in earthwork and generally in the construction industry has increasingly spread. The drilling tasks are very multifarious both regarding the borehole diameters, the borehole depths, and the rocks as well as the soils to be bored. Therefore, the variety of the drilling methods and drilling machinery which are applied in earthwork is very great. It is attempted to give a respective survey and to mark off the ranges of application of the drilling methods and drilling machinery.

## Résumé

Aux années passées l'application de la technique de forage pour les travaux de terrassements et dans l'industrie de construction en général a trouvé une propagation de plus en plus grande. Les problèmes de forage sont très multiples à l'égard des diamètres et profondeurs à forer et aussi des roches et sol à percer. Par conséquent la diversité des procédés de forage utilisées pour les travaux de terrassements est très grande. Il est essayé de donner un aperçu général et de délimiter les domaines d'emploi des procédés et engins de forage.

## Sommario

In questi ultimi anni l'impiego della tecnica della trivellazione ha trovato nei lavori di sterro e in generale nell'edilizia un impiego sempre maggiore. Molteplici sono i compiti della trivellazione, sia per i diametri che per le profondità come anche per le rocce e i terreni da trivellare. La gamma dei procedimenti di trivellazione impiegati è quindi molto ampia. Si compie ora il tentativo di darne una visione generale e di delimitare i campi d'impiego sia dei processi che delle apparecchiature.

## 1.0 Einleitung

Wie das Rammen und das Schlitzen hat die Anwendung der Bohrtechnik in den letzten 5 bis 10 Jahren immer stärkeren Eingang in den Erdbau gefunden. Alle drei Verfahren gemeinsam oder einzeln haben gewissermaßen eine revolutionisierende Wirkung auf Planung und Ausführung bestimmter Erdbauaufgaben gehabt.

Diese drei Verfahren dürfen nicht allgemein als konkurrierende betrachtet werden, sondern mehr als sich gegenseitig ergänzende Verfahren. Vor allem darf man die Bohrtechnik nicht in Konkurrenz zur Rammtechnik sehen. Dort wo das Rammen vom Gebirgsaufbau her möglich ist und keine Auflagen hinsichtlich Erschütterungen und Lärm bestehen, wird dieses dem Bohren wirtschaftlich meist überlegen sein.

Im folgenden wird der Versuch unternommen, einen Überblick über die für den Erdbau geeigneten Bohrgeräte und die möglichen anwendbaren Bohrverfahren zu geben und die Grenzen ihrer Anwendungsbereiche abzustecken.

Durch die Anwendung der Bohrtechnik können einerseits Erdbauarbeiten ganz oder teilweise ersetzt werden, wie z. B. bei Pfahlgründungen, die Erdarbeiten wesentlich vereinfacht oder erleichtert werden, wie z. B. bei den verschiedenen Verbauverfahren und durch die verschiedenen Verankerungsmethoden, und es können dadurch sogar erst Bauvorhaben ermöglicht werden, die ohne die Anwendung der Bohrtechnik als Hilfsmittel für den Erdbau undurchführbar gewesen wären. Die Möglichkeiten in der Anwendung der Bohrtechnik im Erdbau sind bei weitem noch nicht erschöpft, so daß durch Neu- und Weiterentwicklungen von Bohrgeräten sich weitere Anwendungsgebiete im Erdbau eröffnen können.

## 2.0 Bohraufgaben

Der Erdbau stellt recht vielfältige Aufgaben an die Bohrgeräte, und diese Aufgabenstellung beeinflusst die Auswahl des Bohrverfahrens und des Bohrgerätes. Es sollen hier nur einige wesentliche Bohraufgaben genannt und in ihrer Aufgabenstellung umrissen werden: Aufschlußbohrungen, Verankerungsbohrungen, Verpreßbohrungen, Bohrungen für Pfahlgründung und Trägerverbau, Bohrungen für Wasserabsenkung, Bohrungen zur Schlitzherstellung und Horizontalbohrungen.

### 2.1 Aufschlußbohrungen

Aufschlußbohrungen in der Bauindustrie erreichen nur verhältnismäßig geringe Bohrlochtlängen; im allgemeinen werden 50 m nicht überschritten. Die geforderten Bohrlochdurchmesser liegen bei etwa 200 mm. Wesentlichster Bestandteil dieser Aufgabe ist es, daß die gewonnenen Bohrproben eine gute Beurteilungsmöglichkeit der durchbohrten Schichten zulassen und daß in den Bohrlochern besondere Tests ausgeführt werden können.

### 2.2 Verankerungsbohrungen

Bohrlöcher für die Aufnahme von Injektionsankern haben üblicherweise Durchmesser bis zu 150 mm, meist um 100 mm. Die Anker- und auch die Bohrlochtlängen betragen 15 bis 25 m. Diese Bohrungen werden horizontal, geneigt oder senkrecht eingebracht und dienen zur Verankerung von Spundwänden, Pfahlwänden, Mauern oder Fundamenten.

\*) Nach einem Vortrag anlässlich der Arbeitstagung „Rammen, Bohren, Schlitzen“ am 20. 2. 1968 in Karlsruhe

### 2.3 Injektionsbohrungen

Injektionsbohrlöcher im Erdbau haben etwa gleiche Dimensionen wie Ankerbohrlöcher, Durchmesser bis zu 100 mm, Bohrlochlängen bis zu 40 oder 50 m. Sie werden gewöhnlich in kurzen Abständen nebeneinander hergestellt und dienen zum Verpressen bestimmter Erd- oder Gesteinsschichten. Gleichgeartet sind auch die Gefrierbohrungen.

### 2.4 Bohrungen für Trägerverbau

Bohrungen für Trägerverbau werden gewöhnlich senkrecht in kurzen Abständen nebeneinander bis in Tiefen von 15 bis 25 m, meist auch flacher niedergebracht und haben Durchmesser zwischen 350 und 600 mm, selten 800 mm. Ein schneller Arbeitsrhythmus und ein schnelles Umsetzen von Bohrloch zu Bohrloch sind eine wesentliche Voraussetzung für diese Art von Bohrungen.

### 2.5 Bohrungen für Pfahlgründungen

Die Bohrungen für Pfahlgründungen haben Durchmesser zwischen 600 und 2000 mm. Die Bohrlochlänge und die Art der Herstellung dieser Bohrungen werden durch die Aufgabenstellung bestimmt. Bohrpfahlöcher, die nicht in das anstehende Grundwasser hineinreichen, unterliegen den gleichen Bedingungen wie die Bohrlöcher für den Trägerverbau; Bohrpfahlöcher im anstehenden Grundwasser reichen gewöhnlich in etwas größere Tiefen und sind in der Herstellung aufwendiger. Bohrpfahlöcher in Seen und Flüssen müssen in jedem Falle im Schutze einer Verrohrung hergestellt werden. Außerdem muß eine künstliche Arbeitsebene für das Bohrgerät geschaffen werden.

### 2.6 Bohrungen für Wasserabsenkung

Bohrungen für Wasserabsenkung sind Brunnenbohrungen gleichzusetzen, nur mit dem Unterschied, daß die Absenkbunnen meist nur in Tiefen von 20 bis 40 m reichen. Die Anforderungen an das Bohrgerät sind von der Bohraufgabe her gleich denen beim Brunnenbohren. Wegen der kurzen Bohrzeit für einen Absenkbunnen müssen die Nebenarbeiten auf ein Mindestmaß reduziert sein.

### 2.7 Bohrungen für Pfahlwände und bei der Schlitzherstellung

Die Aufgabenstellung ist im Hinblick auf Durchmesser und Bohrlochlänge ähnlich der bei Trägerverbaubohrungen. Eine wesentliche Forderung für diese Bohrungen ist die nach Richtungsgenauigkeit insbesondere bei sich überschneidenden oder tangierenden Bohrpfählen.

### 2.8 Horizontalbohren

Das Horizontalbohren zum Einbringen von Rohren oder Leitungen ist ein relativ enges Anwendungsgebiet der Bohrtechnik. Hierbei werden Rohrpressen mit Bohrgeräten für den Innenaushub der Rohre kombiniert. Ein weiter Durchmesserbereich im allgemeinen zwischen 200 und 800 mm ist zu bestreichen. Die Bohrlochlängen überschreiten selten 40 bis 60 m. Für die kleineren Durchmesser bis zu 300 mm werden leichtere Drehbohrmaschinen, für die größeren Durchmesser Spezialentwicklungen verwendet.

### 3.0 Bohrverfahren und Bohrgeräte-Gattungen

Da in der Bautechnik die unterschiedlichsten Gebirgsverhältnisse anzutreffen sind, kommen nahezu alle nur möglichen Bohrverfahren zur Anwendung. Die Gebirgsverhältnisse, Boden- oder Gesteinsart, und die geologischen und hydrologischen Bedingungen bestimmen die Wahl des Bohrverfahrens. Die Gebirgsverhältnisse wechseln oft rasch innerhalb einer Bohraufgabe, so daß der Wechsel von einem Bohrverfahren zum anderen gefordert wird, um jeweils wirtschaftlich arbeiten zu können.

Die spezielle Forderung der Bauindustrie in Abweichung von der Bohrindustrie geht deshalb dahin, daß in einem Bohrgerät mehrere Bohrverfahren sinnvoll vereinigt sein sollten. Die beim Aufschlußbohren, Verankerungsbohren und Injektionsbohren für Durchmesser bis 200 bzw. 300 mm angewendeten Bohrverfahren, wie das Drehbohren mit spanenden Werkzeugen, das Kernbohren, das schlagende Bohren mit Bohrhammer oder Senkhammer, sollen hier nicht näher behandelt werden. Bohrverfahren und Maschinen sind direkt aus anderen Anwendungsgebieten übernommen worden. Die Beschreibung der hierbei angewendeten Bohrverfahren und der verwendeten Bohrgeräte im einzelnen würde den hier gesteckten Rahmen sprengen. An dieser Stelle soll deshalb auf diese Beschreibung verzichtet werden.

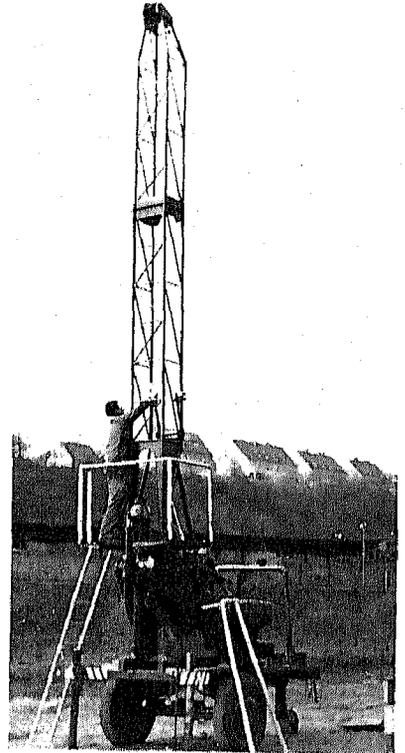


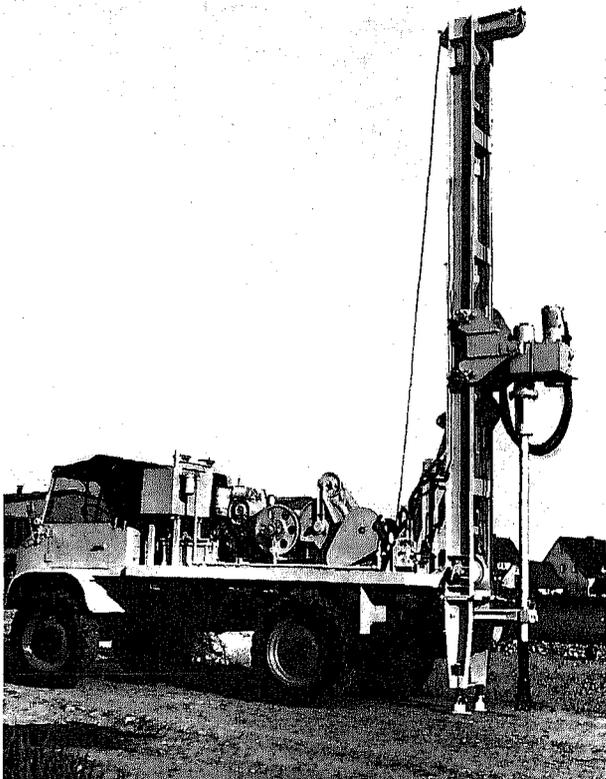
Bild 1. Spindeldrehbohrmaschine SG 750 der Salzgitter Maschinen AG  
(Werkfoto: Salzgitter Maschinen AG)  
Spindle-typo rotary drilling machine SG 750 of Salzgitter Maschinen AG  
Forausa rotativa an fussoau SG 750 da la Salzgitter Maschinen AG  
Trivellatrice rotativa a mandrino SG 750 della Salzgitter Maschinen AG

Für das Aufschluß-, Verankerungs- und das Injektionsbohren werden Spindeldrehbohrmaschinen (Bild 1) und Lafettendrehbohrmaschinen (Bild 2 und 3), für Verankerungs- und Injektionsbohren neben den Drehbohrmaschinen auch lafettengeführte Bohrhämmer oder Senkhämmer verwendet.

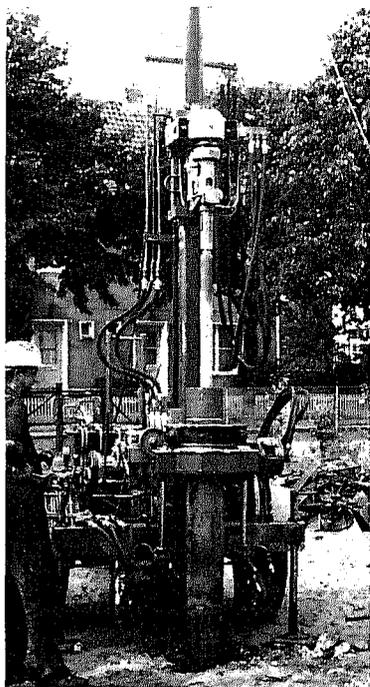
Für das Bohren von größeren Bohrlochdurchmessern von 350 mm aufwärts wurden zur Anwendung in der Bauindustrie besondere Modifikationen der Verfahren und Geräte entwickelt.

### 3.1 Schlagbohren

Die herkömmliche Schlagbohrtechnik mit Schlagmeißel, Schlagbüchse und Kiespumpe oder mit Schlaggreifer ist das Bohrverfahren, das für den weitesten Bereich der Gebirgsverhältnisse anwendbar ist. Dieses Verfahren wird aber immer mehr zurückgedrängt, weil hiermit nur äußerst geringe Bohrleistungen zu erzielen sind und die Nebenarbeiten einen verhältnismäßig hohen Aufwand erfordern. Die Schlagbohrtechnik wird jedoch noch überall dort angewendet, wo alle anderen Verfahren versagen, wie z. B. beim Durchbohren von Geröllschichten oder beim Durchbohren von Felsbänken, die in Böden eingelagert sind. Während Schlagmeißel und Schlagbüchse in der Bauindustrie nur als Hilfswerkzeuge verwendet werden, ist die Anwendung des Schlaggreifers, des modernsten Werkzeugs unter den Schlagwerkzeu-



**Bild 2. Lafettendrehbohrmaschine DSB-2 der Firma Werner Nordmeyer**  
(Werkfoto: Nordmeyer)  
Carriage-mounted rotary drilling machine DSB-2 of Messrs. Werner Nordmeyer  
Foreuse rotative à l'affût DSB-2 de la maison Werner Nordmeyer  
Trivellatrice ad affusto DSB-2 della ditta Werner Nordmeyer



**Bild 3. Lafettendrehbohrmaschine Universalbohrgerät UB 100 der Firma Gebr. Schäfer**  
(Werkfoto: Gebr. Schäfer)  
Carriage-mounted rotary drilling machine, universal drilling equipment UB 100 of Messrs. Gebr. Schaefer  
Foreuse rotative à l'affût, engin de forage universel UB 100 de la maison Gebr. Schäfer  
Trivellatrice rotativa ad affusto apparecchio universale UB 100 della ditta Gebr. Schaefer

gen, in Verbindung mit einer Verrohrungsmaschine noch immer ein Standardbohrverfahren und weit verbreitet. Mit ihm werden Bohrlochdurchmesser bis zu 1,50 m und mehr hergestellt. In Sand und Kies werden sehr günstige Leistungen erzielt. Bestimmte Konstruktionen des Schlaggreifers erlauben auch den Einsatz in leichtem und mittlerem Fels. Schlaggreifer sind insbesondere bei der Herstellung von Bohrfahllöchern wirtschaftlich, wenn

kein Grundwasser ansteht. Außerdem sind sie in Verbindung mit anderen Bohrverfahren unentbehrlich.

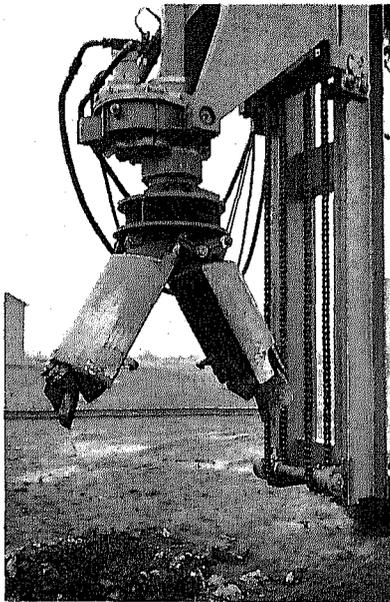
### 3.2 Trockendrehbohren

Das Trockendrehbohren ist erst in jüngster Zeit als selbständiges Bohrverfahren bekannt geworden. Die Bohrwerkzeuge, Schappen und Schnecken, werden in Verbindung mit einer Teleskop-Mitnehmerstange eingesetzt. Als Antrieb dienen hydraulische Drehantriebe, die außerdem die Möglichkeit bieten, einen Andruck auf das Werkzeug auszuüben. Dieses Verfahren eignet sich in fast allen Bodenarten und besonders für solche Arbeiten, bei denen der Grundwasserspiegel nicht erreicht wird. In diesem Falle kann trocken und unverbohrt gebohrt werden. Für Fels, auch für leichten Fels, und geröllige Böden ist dieses Verfahren nicht anwendbar. Im allgemeinen ist das Trockendrehbohr-Verfahren sehr leistungsfähig. Es können je nach Auslegung der Geräte Bohrlochdurchmesser zwischen 350 und 1500 mm und Endtiefen zwischen 15 und 35 m erreicht werden.

Wird das Trockendrehbohr-Verfahren mit einer Verrohrung kombiniert, gehen die wesentlichsten Vorteile dieses Verfahrens verloren. Die umfangreichen Nebenarbeiten vermindern die Leistung stark.

Das Trockendrehbohren mit Schappe oder Kurzschnecke benötigt nur relativ kleine Drehmomente, die lediglich zum Lösen des Bohrgutes und zur Erzeugung des Beladendruckes für das Füllen von Schappe und Schnecke dienen. Viele bekannte Schappenarten, die mit klappbarem Boden oder klappbarem Mantel ausgeführt sind, sind bei bindigen Böden schwierig zu entleeren.

Die Salzgitter Maschinen AG hat eine klappbare Schappe entwickelt (Bild 4), die auch bei stark klebendem Material eine absolut einwandfreie Entleerung auf mechanischem Wege ermöglicht. Außerdem ist bei dieser Schappe der Vorteil gegeben, daß bei Arbeiten im Grundwasser oder im spülungsgefüllten Bohrloch in den Schappenboden Klappen eingebaut werden können, durch die das Ausfließen des Bohrgutes verhindert wird.



**Bild 4. Klappschappe beim Entloren, DBP der Salzgitter Maschinen AG**  
(Werkfoto: SMG)  
Hinge-auger during discharge; DBP of Salzgitter Maschinen AG  
Clapet en position de vidage; DBP de la Salzgitter Maschinen AG  
Serranda di scarico durante lo svuotamento - brevettato della Salzgitter Maschinen AG

Ein Konkurrent der Schappe ist die Kurzschnecke. Es gibt jedoch keine klaren Unterscheidungsmerkmale für diese beiden Werkzeuge hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit. Die allgemein übliche Kurzschnecke wird durch schnelles Drehen entleert (Bild 5). Die Salzgitter Maschinen AG hat auch hierfür eine Klappschnecke entwickelt, die im wesentlichen wie die Klappschappe aufgebaut ist (Bild 6).



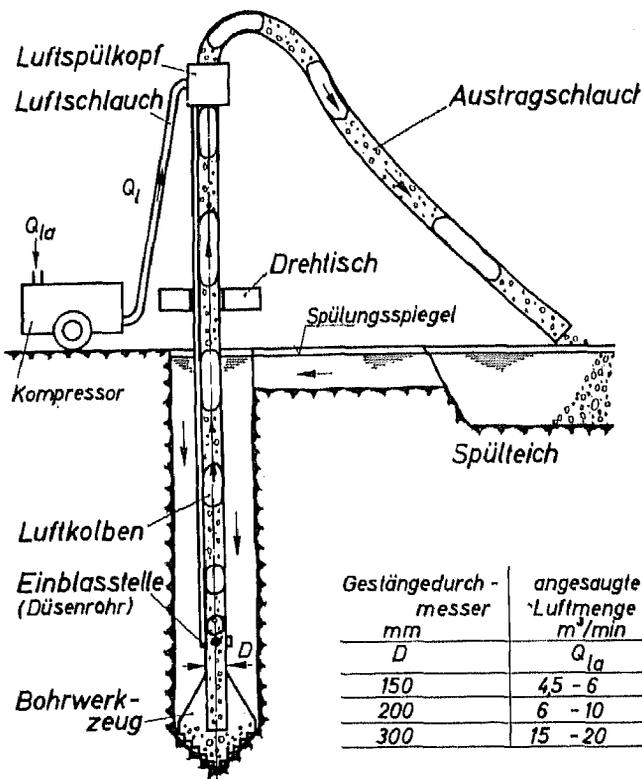


Bild 8. Schema Saugbohren mit der Mammutpumpe (Lufthebebohren)  
(Werkbild: SMG)

Diagram suction drilling with the air lift pump (air lift drilling)  
Schéma du forage par aspiration avec une pompe mammut (relevage des débris au moyen de l'air)  
Schema trivellazione ad aspirazione con la pompa Mammut (trivellazione con sollevamento ad aria)

Fels hin anwendbar, jedoch entstehen in gerölligen Böden wie bei allen Drehbohrverfahren größere Schwierigkeiten in der Anwendung.

### 3.5 Verrohrungsarbeiten

Verrohrungsarbeiten werden, da sie sehr zeitraubend sind und die Leistungsfähigkeit der Bohrverfahren wesentlich beeinflussen, nach Möglichkeit vermieden. Bestimmte Bohraufgaben in der Bauindustrie erfordern jedoch vom Gebirgsaufbau oder von der Verwendung des Bohrloches her dessen Verrohrung. Die Anwendung bestimmter Bohrverfahren, wie die des Bohrens mit Schlagmeißel, Schlagbüchse oder Schlaggreifer, setzen das Mitführen einer Verrohrung voraus.

Oszillierend arbeitende Verrohrungsmaschinen (Bild 9), mit denen die Rohre zusätzlich gedrückt oder gezogen werden können, haben sich sehr gut bewährt. Sie werden insbesondere in Verbindung mit Schlaggreifermaschinen und mit Trockendrehbohrgeräten eingesetzt. Außerdem kennt man auch Kombinationen mit Saugbohrgeräten. Mit diesen oszillierend arbeitenden Verrohrungsmaschinen können schwerste Verrohrungsarbeiten ausgeführt werden.

Leichte Verrohrungsarbeiten sind dagegen oftmals mit dem Drehantrieb von Lafettenbohrgeräten oder Trockendrehbohrgeräten möglich.

Außer diesem drehend arbeitenden Verfahren zum Einbringen der Verrohrung werden auch Rüttelgeräte eingesetzt, die den Bohrrohren einen Impuls vermitteln, durch den das Einbringen und das Ziehen ermöglicht wird. Beim System Hochstrasser-Weise werden das Rütteln und das Drehen kombiniert. Bei Horizontalbohranlagen werden die Verrohrungsarbeiten lediglich durch Pressen ausgeführt.

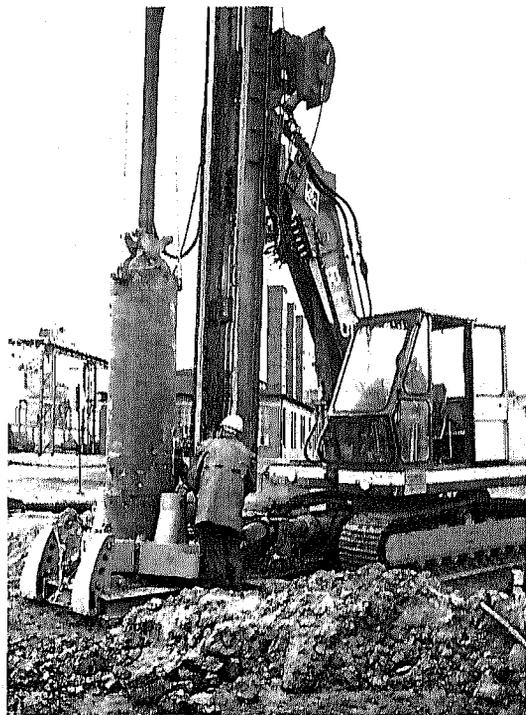


Bild 9. Verrohrungsmaschine VR 60 mit Baggeranbaubohrgerät BB 6 der Salzgitter Maschinen AG  
(Werkfoto: SMG)

Casing machine VR 60 with power shovel attachment drill BB 6 of Salzgitter Maschinen AG

Machine à tubier VR 60 avec équipement interchangeable de forage à un excavateur BB 6 de la Salzgitter Maschinen AG

Macchina per il rivestimento a tubi VR 60 con apparecchiatura trivellatrice su veicolo a cingoli BB 6 della Salzgitter Maschinen AG

## 4.0 Bohrgeräte für den Erdbau und Anwendungsbeispiele

Die im Erdbau zur Anwendung kommenden Bohrgeräte können im Hinblick auf die Anwendungsgebiete und deren Forderungen grob in zwei Gruppen unterteilt werden.

Die eine Gruppe umfaßt Bohrgeräte für die Herstellung von Bohrlöchern bis 200 oder 300 mm. In diesen Durchmesser-Bereichen wird fast ausschließlich mit einem Spülmittel gearbeitet, und zwar mit Flüssigkeit oder Druckluft. Mit diesen Geräten werden die Aufgabengebiete der Aufschlußbohrungen, Verankerungsbohrungen, Injektionsbohrungen und Gefrierbohrungen bestrichen.

Die zweite Gruppe umfaßt Bohrgeräte für die Herstellung von Bohrlöchern mit mehr als 350 mm Durchmesser bis zu 1500 oder 2000 mm Durchmesser. In diese Gruppe gehören die Seilbohrgeräte, die Trockendrehbohrgeräte und die Saugbohrgeräte, die für die Aufgabengebiete der Trägerverbaubohrungen, Pfahlbohrungen, Brunnenbohrungen und ähnliches geeignet sind.

### 4.1 Bohrgeräte für Durchmesser bis zu 200 oder 300 mm

Im allgemeinen sind für Bohraufgaben in der Bauindustrie für den Durchmesserbereich bis 200 oder 300 mm bekannte Bohrgerätearten, die sich in anderen Industriezweigen, wie in der Bohrindustrie oder in der Steine- und Erden-Industrie, bewährt haben, übernommen und nur auf die besonderen Belange der Bauindustrie zugeschnitten und weiterentwickelt worden. Eine wesentliche Forderung dieser Art war, daß diese Geräte ortsbeweglich wurden, weil in der Bauindustrie meist viele kleine Bohraufgaben kurz nacheinander ausgeführt werden müssen. Das bedeutet, daß die Nebenarbeiten möglichst eingeschränkt werden und das Umsetzen von Bohrloch

zu Bohrloch möglichst einfach und schnell möglich sein muß.

An Bohreräten für das Aufschlußbohren bieten sich an: Spindeldrehbohrmaschinen (vgl. Bild 1), wie z. B. von der *Salzgitter Maschinen AG*, *Craeltus* oder *Longyear*, und Lafettenbohrmaschinen, wie z. B. von *Gebr. Schäfer*, *Nordmeyer*, *Salzgitter Maschinen AG* und *Wirth* (vgl. Bild 2 und 3).

Das Verankerungsbohren ist sowohl durch Drehbohrmaschinen als auch durch Schlagbohrhämmer ausführbar. Bei den Drehbohrmaschinen ist bislang die Spindeldrehbohrmaschine SG 750 der *Salzgitter Maschinen AG* vorherrschend. Als Beispiel ist die Aufstellung einer SG 750 bei der Verankerung einer Pfahlwand nach dem System *Dr. Bauer* gezeigt (Bild 10). Neuerdings kommen für diese Bohraufgabe auch in stärkerem Maße Lafettenbohrmaschinen zum Einsatz. Im allgemeinen sind Ankerlochbohrungen drehend herzustellen. Stehen aber sehr stark schleißende Gesteine an, ist die Anwendung von lafettengeführten Bohrhämmern in Verbindung mit einer Verrohrung sinnvoll und wird auch praktiziert.

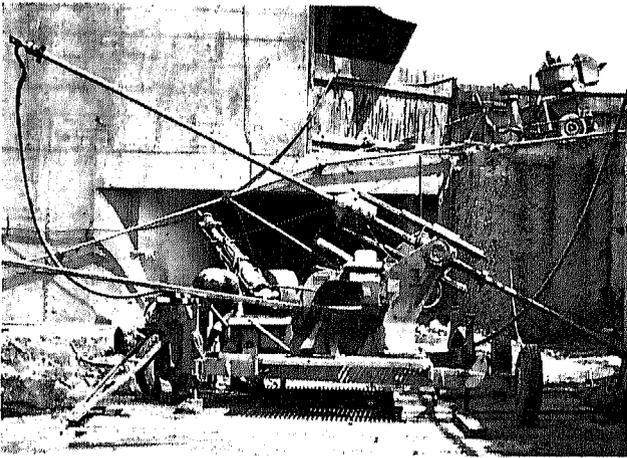


Bild 10. Spindeldrehbohrmaschine SG 750 der *Salzgitter Maschinen AG* beim Verankerungsbohren (Werkfoto: Dr. Bauer)

Spindla-type rotary drilling machine SG 750 of *Salzgitter Maschinen AG* during anchorage drilling

Foreuse rotative au fuséau SG 750 de la *Salzgitter Maschinen AG* an forant des ancrages

Trivellatrice rotativa a mandrino SG 750 della *Salzgitter Maschinen AG* durante la trivellazione di ancoraggi

Für Injektionsbohrungen kommen alle obengenannten Drehbohrgeräte in Betracht und darüber hinaus auch für Bohraufgaben, in denen Hartgesteine durchbohrt oder angebohrt werden müssen, auch lafettengeführte Bohrhämmer und in verstärktem Maße Senkhammerbohrmaschinen.

#### 4.2 Bohreräte für Durchmesser von mehr als 350 mm

Für Bohrlochdurchmesser von mehr als 350 mm konnten zwar ebenfalls wie für die kleineren Durchmesser aus anderen Industriezweigen herkömmliche Bohrmaschinen für die Arbeiten in der Bauindustrie übernommen werden. Mehr und mehr haben sich hier aber speziell für die Bauindustrie angepaßte Entwicklungen das Feld erobert.

##### 4.2.1 Seilbohrgeräte

Die ursprünglichste und am wenigsten abgewandelte Bohrerätegattung sind die Seil- oder Schlagbohranlagen. Derartige Bohreräte von den Firmen *Schäfer* (Bild 11) und *Itag* sind zum Teil noch in ihrer ursprünglichen Konzeption in der Bauindustrie im Einsatz. Als Bohrwerkzeuge werden hauptsächlich der Schlaggreifer oder der Greifer eingesetzt, die für diese Seilbohran-



Bild 11. Schlagbohranlage Freifallbohrgerät „Ideal“ Pr. M. S. 3000 V der Firma *Gebr. Schäfer* mit Verrohrungseinrichtung (Werkfoto: *Gebr. Schäfer*)  
Churn drilling plant, free-fall drilling machine „Ideal“ Pr. M. S. 3000 V of Messrs. *Gebr. Schaefer*

Foreuse à battage, engin de forage à chute libre „Ideal“ Pr. M. S. 3000 V de la maison *Gebr. Schäfer* avec installation à tuber

Impianto di trivellazione a percussione con apparecchio a caduta libera „Ideal“ Pr. M. S. 5000 V della *Gebr. Schaefer* con dispositivo di formazione del rivestimento tubolare



Bild 12. Greiferbohranlage mit Verrohrungsmaschine von *Benoto* (Werkfoto: *SMG*)

Clamshell drilling plant with casing machine of *Benoto*  
Installation de forage à benne avec machine à tuber de *Benoto*  
Impianto di trivellazione con benna e dispositivo di rivestimento della *Benoto*

lagen die leistungsfähigsten Werkzeuge sind. Aber auch in dieser Gerätegattung gehen die Neuentwicklungen auf spezielle Forderungen in der Bauindustrie ein, so z. B. die neueste Entwicklung der Firma Itag, bei der eine anhängermontierte Seilbohranlage mit einer Verrohrungseinrichtung kombiniert ist.

Spezielle Entwicklungen für die Bauindustrie stellen insbesondere die Greiferbohrmaschinen mit Verrohrungsmaschinen von den Firmen Benoto (Bild 12) und Bade dar. Gerade mit diesen Maschinen sind die ersten Bohrpfähle hergestellt worden, und sie werden auch heute noch verbreitet hierfür eingesetzt, weil sie der Norm, Bohrpfähle in einem verrohrten Bohrloch herzustellen, am nächsten kommen. Für bestimmte Aufgaben, wie die

Herstellung von Bohrpfahlwänden, bei denen die Bohrpfähle sich überschneiden müssen oder auch nur tangieren, werden diese Geräte vorherrschend eingesetzt, weil die mitgeführte Verrohrung die unbedingt geforderte Richtungsgenauigkeit garantiert.

Die Seilbohrgeräte haben insgesamt den Nachteil, daß sie auch dort, wo eine Verrohrung des Bohrloches nicht gefordert wird, eine Verrohrung mitführen müssen; das Einbringen der Verrohrung vermindert aber ihre ohnehin schon geringe Leistung erheblich. Auch bei diesen Bohrgeräten, die doch recht lange Zeit benötigen, um ein Bohrloch bestimmter Tiefe herzustellen, ist die Erfüllung der Hauptforderung der Bauindustrie, ihre Ortsbeweglichkeit und, wenn möglich, die Selbstverfahrbarkeit, angebracht.

#### 4.2.2 Trockendrehbohrgeräte

Die Trockendrehbohrgeräte stellen unter den Drehbohrgeräten eine Sonderentwicklung speziell für die Bauindustrie dar. Gerade diese Gerätegattung hat den Erdbau nennenswert beeinflusst.

Führend sind in dieser Gerätegattung die Baggeranbaugeräte und unter ihnen derzeit führend die verschiedenen Typen von Calweld (vgl. Bild 5). Die Geräte von Calweld haben im besonderen dem Trockendrehbohren in der Bauindustrie für die Herstellung von Pfahlbohrungen, Verbaubohrungen, Schlitzwand-Begrenzungsbohrungen u. ä. zu der hervorragenden Stellung verholfen. Der mögliche Bohrochdurchmesser mit den Calweld-Geräten reicht bis zu 1 800 mm. Die größten bisher gebohrten Bohrlochtliefen liegen bei ca. 35 m. Es ist hier wohl überflüssig, die schon häufig in der Literatur genannten Einsatzfälle, wie z. B. den U-Bahn-Bau in München, näher zu beschreiben. Mit Drehmomenten bis zu 14 000 mkp sind diese Geräte die stärksten ihrer Art.

Weitere Trockendrehbohrgeräte, die sich eingeführt haben, wurden von der Firma Mac Alpine als Baggeranbaugerät, von der Firma Hughes Williams vornehmlich als LKW-Gerät, von der Firma Nordmeyer als LKW-Gerät, Anhänger-Gerät und Baggeranbaugerät entwickelt. Die Geräte der Firma Nordmeyer sind für Durchmesser bis zu 600 und max. 800 mm und Bohrlochtliefen von ca. 20 bis 25 m ausgelegt (Bild 13 und 14). Die Salzgitter Maschinen AG ist bei der Entwicklung eines Trockendrehbohrgerätes als Baggeranbaugerät, das inzwischen in mehreren Exemplaren erfolgreich im Ein-

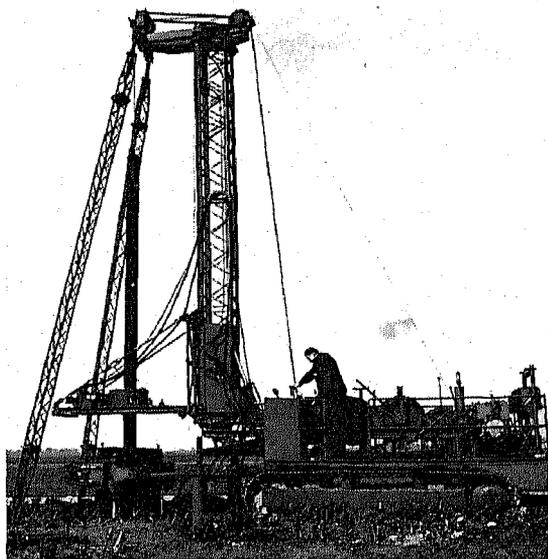


Bild 13. Pfahlbohrgerät FBW-2 der Firma Werner Nordmeyer  
(Werkfoto: Nordmeyer)  
Pile boring machine FBW-2 of Messrs. Werner Nordmeyer  
Forausa à pieux FBW-2 de la maison Werner Nordmeyer  
Trivellatrice a palo FBW-2 della Warner Nordmeyer

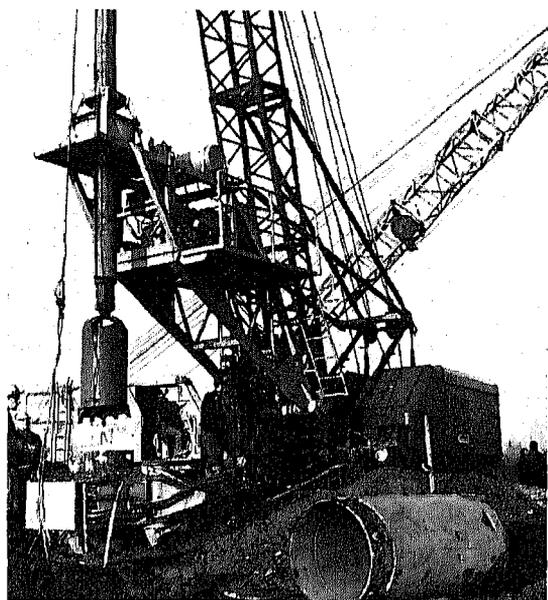


Bild 14. Baggeranbaubohergerät B 300 der Firma Werner Nordmeyer  
(Werkfoto: Nordmeyer)  
Power shovel attachment drilling machine B 300 of Messrs. Werner Nordmeyer  
Équipement interchangeable de forage à un excavateur B 300 de la maison Werner Nordmeyer  
Trivellatrice da montare su veicolo cingolato B 300 della Werner Nordmeyer



Bild 15. Baggeranbaubohergerät BB 6 der Salzgitter Maschinen AG beim Bohren mit Bohrschnecke für Trägerverbau  
(Werkfoto: Gebhardt & König)  
Power shovel attachment drill BB 6 of Salzgitter Maschinen AG during drilling with the aid of an auger for beam-type retaining construction  
Équipement interchangeable de forage à un excavateur BB 6 de la Salzgitter Maschinen AG en forant avec une hélice de forage pour une construction de soutènement à poutres  
Trivellatrice da montare su veicolo cingolato BB 6 della Salzgitter Maschinen AG durante la trivellazione con coclea trivellatrice

## Verschiedene Bohrsysteme der Universalbohranlage BB 6 für Baggeranbau

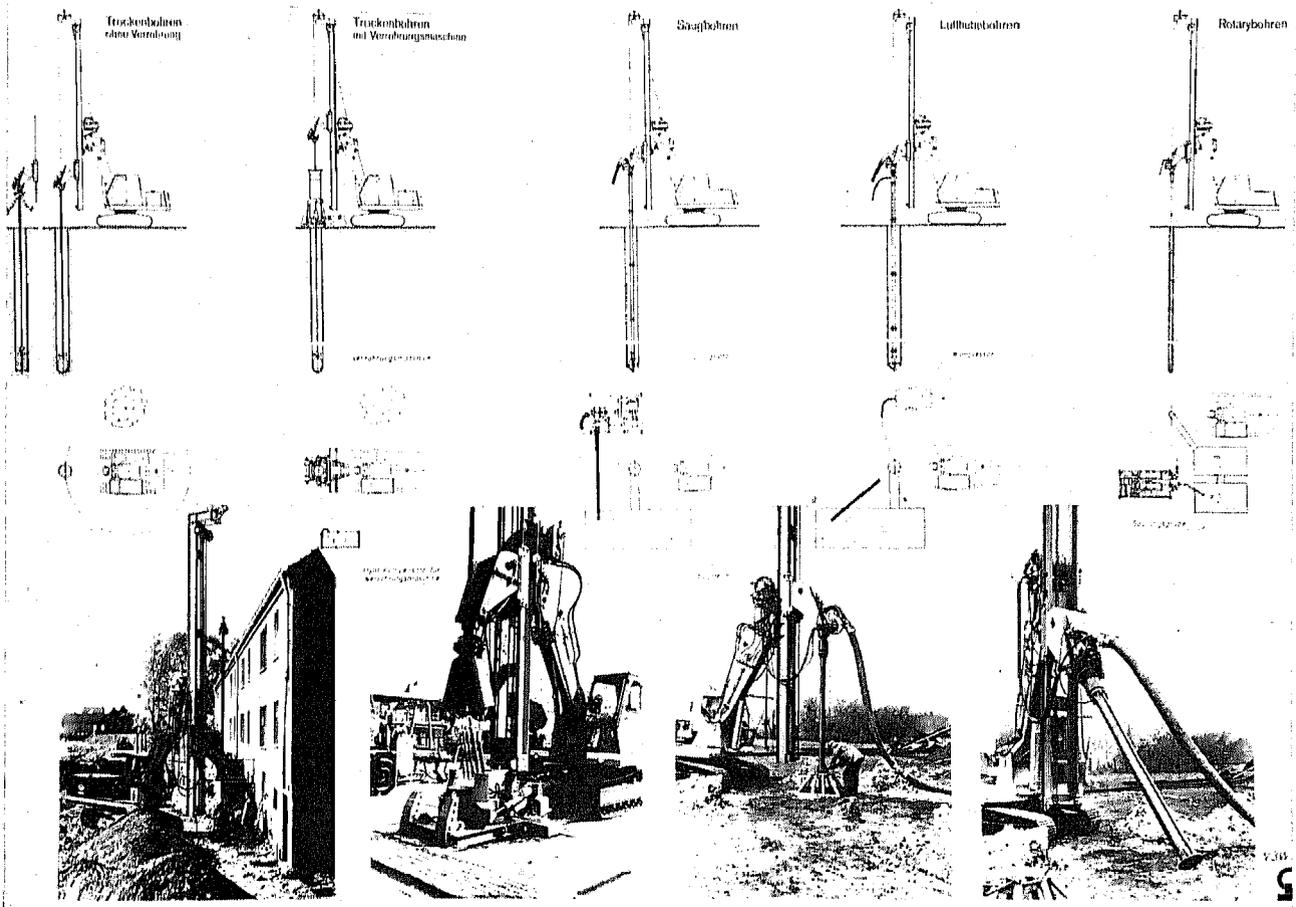


Bild 16. Baggeranbaubohrgerät BB 6 der Salzgitter Maschinen AG, ausgerüstet für Trockendrehbohren mit und ohne Verrohrungsmaschine, für Saugbohren und für Rotarybohren (Werkfoto: SMG)

Power shovel attachment drill BB 6 of Salzgitter Maschinen AG equipped with and without casing machine for dry rotary drilling, for suction drilling, and for rotary drilling

Equipement interchangeable de forage à un excavateur BB 6 de la Salzgitter Maschinen AG équipé pour forage rotatif sec avec et sans machine à luber, pour forage par aspiration et pour forage rotary

Trivallatrice BB 6 da montare su veicolo cingolato della Salzgitter Maschinen AG, equipaggiata per trivellazione a secco con e senza macchina per il rivestimento lubrolare, per trivellazione ad aspirazione e per trivellazione rotary

satz ist, einen neuen Weg gegangen. Das Trockendrehbohrgerät BB 6 (Bild 15) ist ein komplettes, hydraulisch angetriebenes Lafettenbohrgerät, anbaubar an einen Hydraulikbagger oder Seilbagger. Die hervorstechenden Merkmale dieses Gerätes sind, daß es unabhängig vom Trägergerät ausgerichtet und daß es schnell und einfach für Saugbohren oder Rotarybohren umgerüstet werden kann (Bild 16). Diese Entwicklung kommt der Forderung der Bauindustrie nach universeller Verwendbarkeit durch die Kombination mehrerer Bohrverfahren in einem Gerät sehr nahe. Das Baggeranbaugerät BB 6 ist aber in erster Linie ein Trockendrehbohrgerät. Es ist ausgelegt für Bohrloch-Durchmesser bis zu 600, max. 800 mm und für Bohrlochtiefen bis zu 20 m. Als Trockendrehbohrgerät hat diese Bohranlage bisher auch die meisten Aufgaben durchgeführt, so hauptsächlich für Trägerverbaubohrungen zur Baugrubenumschließung und ähnliches. Hierbei wurde meist unverrohrt bis zum Grundwasser oder knapp in das Grundwasser hinein gebohrt. Die Leistungen lagen einschließlich Trägereinbau und Umsetzen des Gerätes zwischen 5 und 7 m in der Stunde. War das Mitführen einer Verrohrung erforderlich, wie z. B. beim Durchbohren von Schwimmsand oder beim Bohren von tangierenden Pfählen, konnten die Verrohrungsarbeiten mit dem Drehantrieb ausgeführt werden. Für leichte Verrohrungsarbeiten reicht das Drehmoment des Drehantriebes aus.

Oftmals ist es notwendig, daß beispielsweise Träger oder Pfähle in Fels einbinden müssen, der von Locker-

gebirge überlagert ist. In diesem Falle kann das Gerät das Lockergebirge bis zum Fels trockenrehbohrend ausheben, wird dann umgerüstet auf Rotary- oder Saugbohren, so daß das gleiche Gerät, ergänzt durch eine beigestellte Spülpumpe, einen beigestellten Saugsatz für das Saugbohren mit Kreiselpumpe oder einen beigestellten Kompressor für das Lufthebebohren, die vorher nach dem Trockendrehbohrverfahren bis zum Fels hergestellten verrohrten oder unverrohrten Bohrlöcher in den Fels hinein vertiefen kann.

Als Beispiel hierfür sei ein von der Firma Gebhardt & König ausgeführter Bau in Hagen/Westf. angeführt. Die zunächst im Trockendrehbohrverfahren bis zum Fels hergestellten Bohrlöcher wurden verrohrt und anschließend im Rotary-Bohrverfahren mit Direktspülung um 5 m in den devonischen Schiefer hinein vertieft.

Ausgerüstet mit einem Saugsatz für das Saugbohren mit Kreiselpumpe oder mit einem Kompressor für das Saugbohren mit Mammutpumpe (Lufthebebohrverfahren), ist das Baggeranbau-Bohrgerät BB 6 schon mehrfach zur Herstellung von flachen Brunnen und insbesondere in der Bauindustrie für die Herstellung von Absenkbunnen eingesetzt worden. Die hierbei erzielten Leistungen einschließlich Einbau von Filtern waren recht ansprechend. Bei kurzen Abständen der Bohrlöcher voneinander ist das Gerät in der Lage, alle Zusatzeinrichtungen, wie Spülbehälter, Saugsatz usw., von einem Bohrloch zum anderen umzusetzen.



**Bild 17. Baggeranbau-bohrgerät BB 6 der Salzgitler Maschinen AG mit Klappschappe bei Perforationsbohrungen für Schlitz**

(Werkfoto: Gebhardt & König)  
Power shovel attachment drill BB 6 of Salzgitler Maschinen AG with hinge-auger during perforation drilling for slots

Equipment interchangeable de forage à un excavateur BB 6 de la Salzgitler Maschinen AG avec clapet en forant des perforations pour les tranchées étroites

Apparechio di trivellazione da montare su veicolo cingolato della Salzgitler Maschinen AG con serranda di scarico con perforazione di diaframmi

Die wohl interessantesten mit diesem Gerät ausgeführten Arbeiten sind die der Schlitzherstellung. Im Abstand von Greiferbreite (Bild 17) werden Bohrungen niedergebracht, wobei die Bohrlöcher mit Bentonit-Spülung gefüllt sind, so daß hierfür die Klappschappe mit Bodenklappen zum Einsatz kommt. Die Zwischenräume zwischen den Bohrlöchern werden durch einen von einem Seilbagger bedienten Greifer ausgehoben (Bild 18).

Eine Sonderbauart von Trockenbohrgeräten stellen die Horizontal-Bohranlagen dar. Mit langen oder verlängerbaren Schneckenbohrwerkzeugen wird der Aushub aus den durch eine Presse einzupressenden Rohren ausgeführt. Beispiele dafür geben die Horizontal-Bohranlagen der Firmen Gebr. Schüfer (Bild 19), Calweld und Stahl.

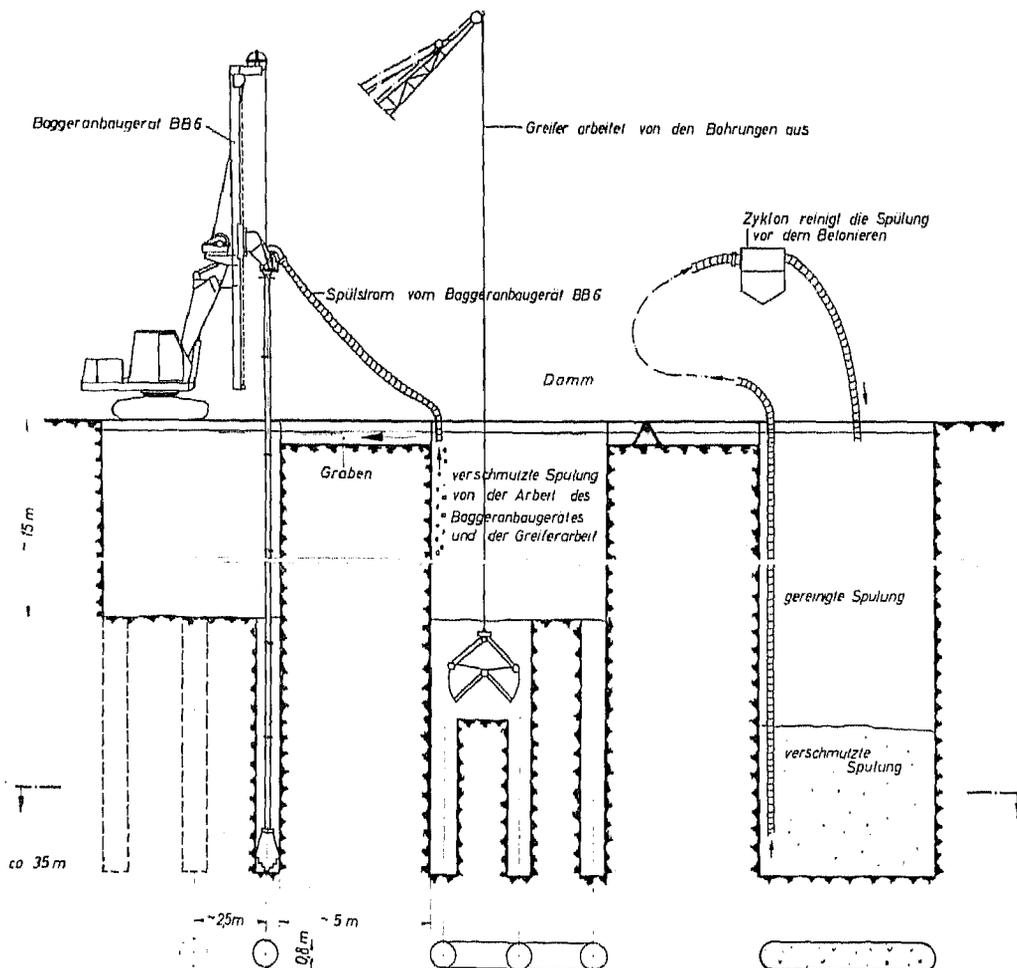
Gerade auf dem Gebiet der Trockendrehbohranlagen sowohl für Baggeranbau als auch als Horizontalbohrgeräte wird die Zukunft noch manche Neuentwicklung bringen.

### 4.3 Saugbohranlagen

Der Einsatzbereich von Saugbohranlagen in der Bauindustrie ist nur sehr schwer zu umreißen und kann nur an Hand von Beispielen erläutert werden. Der von einem Anlagentyp zu bestreichende Durchmesser- und Teufenbereich, in dem diese Anlagen wirtschaftlich arbeiten können, ist sehr weit und reicht bei den Durchmessern von 400 bis 1500 oder 2000 mm und bei den Endtiefen von 25 bis 300 m und mehr. Einsatzmöglichkeiten und Einsatzbeispiele sind bei Wasserabsenkbrunnen, Trägerverbau, Schlitzwandbohrungen, Pfahlbohrungen mit und ohne Verrohrung, Pfahlbohrungen auf dem Land und Pfahlbohrungen auf dem Wasser zu finden.

Beim Arbeiten im innerstädtischen Bereich wird die umfangreiche Bohrplatzausrüstung mit Spültisch oder Spülungsbehältern vielfach als störend oder unmöglich empfunden (Bild 20). Es bieten sich heute aber schon Lösungen an, die diese störenden Merkmale beseitigen, und es wird auch weiterhin an der Lösung dieser Aufgabe gearbeitet. Bei Bohrungen von mehr als 25 m Tiefe kann das Saugbohrverfahren meist schon mit dem Trockendrehbohrverfahren konkurrieren.

Ein wesentlicher Vorteil, den das Saugbohrverfahren bietet, kann gerade bei der Herstellung von Bohrpfäh-



**Bild 18. Schematische Darstellung des Perforationsbohrens und des Aushubs der Zwischenräume durch Schlitzgreifer zur Herstellung von Schlitz**

(Werkbild: SMG)

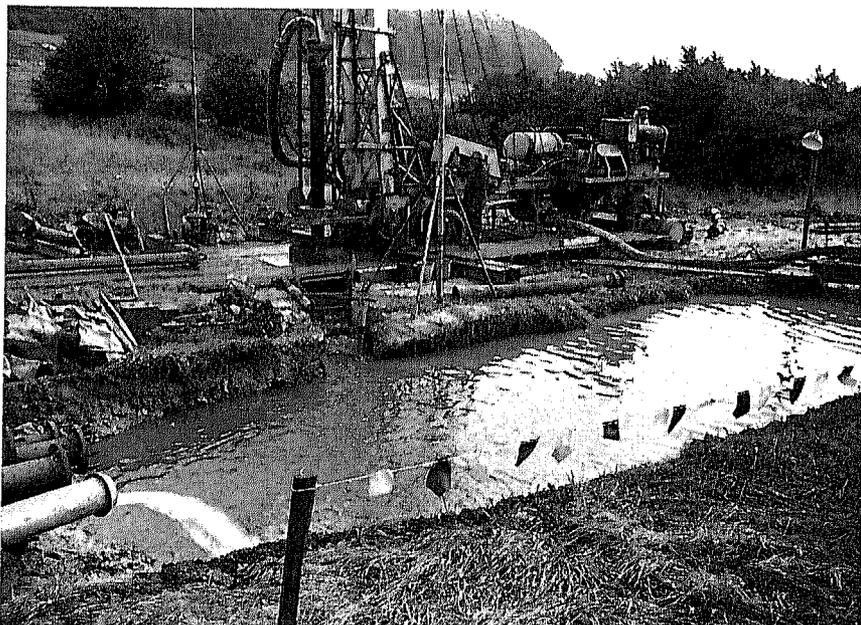
Schematic representation of the perforation drilling and removal of the triangular pieces between the boreholes by means of a clamshell for slot making

Représentation schématique de la forage perforatrice et des coins par une benne pour la construction des tranchées étroites

Rappresentazione schematica della trivellazione con perforazione e il timpano con banna da diaframmi



**Bild 19. Horizontal-Preßbohranlage 550/5 der Fa. Gebr. Schäfer**  
(Werkfoto: Gebr. Schäfer)  
Horizontal pressure drilling plant 550/5 of Messrs. Gebr. Schaefer  
Installation de forage horizontale à pression 550/5 de la maison Gebr. Schäfer  
Trivellatrice orizzontale a pressione 550/5 della Gebr. Schaefer



**Bild 20. Bohrplatzeinrichtung für die Saugbohranlage SW 200 der Salzgitter Maschinen AG**  
(Werkfoto: SMG)  
Drilling site equipment for the suction drilling plant SW 200 of Salzgitter Maschinen AG  
Chantier de forage pour l'installation de forage par aspiration SW 200 de la Salzgitter Maschinen AG  
Impianto di trivellazione ad aspirazione SW 200 della Salzgitter Maschinen AG

len aufgrund einer DIN-Vorschrift nicht zum Tragen kommen, nämlich der, daß beim Saugbohren die Bohrlöcher unverrohrt niedergebracht werden können. Daß die Herstellung von Bohrpfählen nach der Saugbohrmethode ohne Verrohrung möglich ist und die Tragfähigkeit der Pfähle nicht wesentlich beeinflußt, haben einige Beispiele bewiesen, wie z. B. ein Brückenbau in Essen, die Herstellung eines Pfahlrostes für ein größeres Gebäude in Barcelona oder die Gründung einer Brücke über den Tiber in Rom. Gerade bei dem letztgenannten Bauwerk, bei dem Pfähle von 50 m Tiefe niedergebracht werden mußten, ist durch Messungen festgestellt worden, daß für die Herstellung von Bohrpfählen die Verrohrung eines nach der Saugbohrmethode hergestellten Bohrloches nicht erforderlich ist.

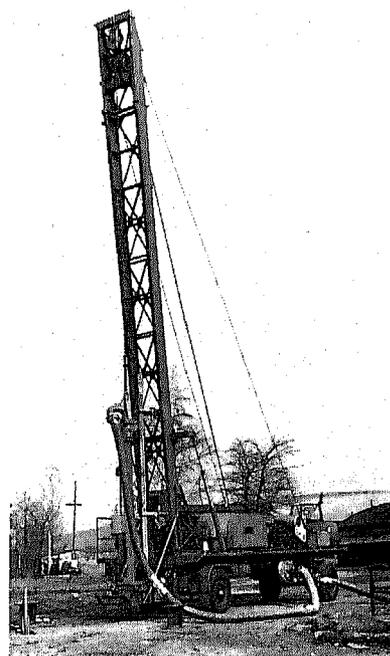
Das Saugbohren ist sowohl für das Bohren im Lockergebirge als auch für das Bohren im Fels geeignet. Lediglich die Werkzeuge sind zu wechseln. Auf dem Gebiet der Saugbohrgeräte sind die Salzgitter Maschinen AG mit der kombinierten Saugbohranlage mit Kreiselpumpe (Bild 21) und mit Mammutpumpe sowie die Firma Wirth mit der kombinierten Saugbohranlage mit Mammutpumpe und mit Wasserstrahlpumpe führend.

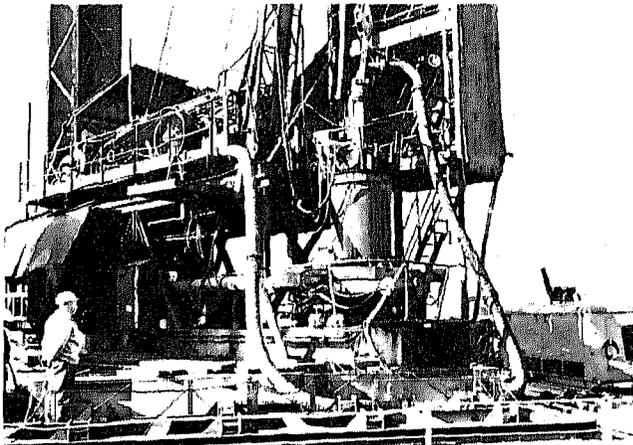
An spektakulären Einsätzen von Saugbohranlagen für Bohrpfahlgründungen im flachen Wasser, in Seen, Flüssen und Buchten und auf dem Lande fehlt es nicht. Für die Arbeiten auf dem Wasser müssen im allgemeinen besondere Einrichtungen mit einer Saugbohranlage kombiniert werden. So wurde beispielsweise bei der Gründung der Brücke über den Maracaibo-See die Saugbohranlage PS 150 für die Herstellung von verrohrten Bohrpfahlöchern mit einer Bade-Verrohrungsmaschine (Bild 22) kombiniert. Bei der Alweg-Bahn Tokio, die auf 40 m Tiefe gegründet ist, waren die Bohrlöcher unverrohrt. Es wurde lediglich ein Standrohr durch einen Rüttler in den Schlick eingerammt.

Das Beispiel der Mosel-Schleuse bei Koblenz, wo eine mit Bohrpfählen kombinierte Spundwand hergestellt wurde, gibt einen Beweis für das Arbeiten in Überdeckung und in den härteren Formationen, weil die Pfähle in den Fels eingebunden sein mußten.

Die jüngsten Beispiele von Brücken Gründungen durch Bohrpfähle, die nach der Saugbohrmethode hergestellt werden, in Ghana bei der Volta-Brücke und im Kongo bei Point Noir, beweisen die Möglichkeit, auch Schrägpfähle nach der Saugbohrmethode herzustellen. In bei-

**Bild 21. Saugbohranlage RC 6/8 der Salzgitter Maschinen AG**  
(Werkfoto: SMG)  
RC 6/8 of Salzgitter Maschinen AG  
Installation de forage par aspiration RC 6/8 de la Salzgitter Maschinen AG  
Impianto di trivellazione ad aspirazione RC 6/8 della Salzgitter Maschinen AG





**Bild 22.** Saugbohranlage PS 150 der Salzgitter Maschinen AG kombiniert mit der Verrohrungsmaschine der Firma Bade bei Pfahlgründungen auf dem Wasser (Werkfoto: SMG)

Suction drilling plant PS 150 of Salzgitter Maschinen AG combined with the casing machine of Messrs. Bade employed with the construction of pile foundations

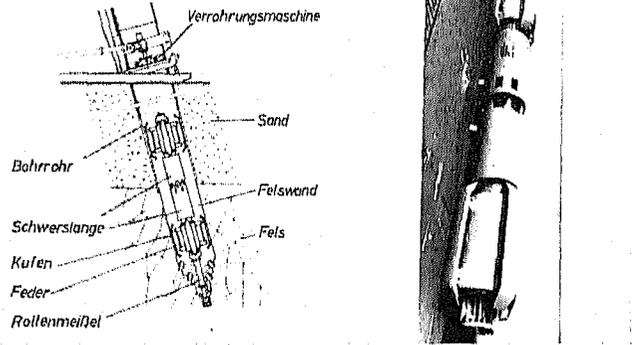
Installation de forage par aspiration PS 150 de la Salzgitter Maschinen AG, combinée avec la machine à tubier de la maison Bade pour fondations à pieux sur l'eau

Trivellatrice ad aspirazione PS 150 della Salzgitter Maschinen AG combinata con la macchina per il rivestimento a tubo della Bade in fondazioni a palificata sull'acqua

den Fällen müssen die Bohrpfähle ebenfalls in den Fels einbinden. Die Herstellung von Schrägbohrungen erfordert besondere Hilfsmittel und kann im Lockergebirge nur bei gleichzeitiger Verrohrung ausgeführt werden. Die Schwerstange, die dem Bohrwerkzeug folgt, muß als Führungsstange (Bild 23) ausgebildet sein, die im Lockergebirge durch die Bohrlochverrohrung, im Fels durch die feste Bohrlochwand geleitet wird. In diesen beiden Fällen wurde und wird bewiesen, daß die Saugbohrmethode bei der Herstellung von Schrägpfählen den anderen Bohrverfahren überlegen ist. Jedoch darf nicht verkannt werden, daß die Herstellung von Schrägpfählen wesentlich kostenaufwendiger ist als die von Vertikalpfählen.

Nach der Saugbohrmethode ausgeführte See Gründungen haben sich heute so weit entwickelt, daß eine Anpassung an alle vorkommenden Verhältnisse möglich ist. Als jüngstes Beispiel sind Arbeiten und Projekte an der afrikanischen Küste zu nennen, bei denen die Saugbohrtechnik und die Rammtechnik kombiniert werden. Hier werden Stahlrohrpfähle bis zum Fels eingerammt und danach saugbohend ausgebohrt. Das Bohrloch wird un-

2 Schwerstangen mit Führung



**Bild 23.** Schematische Darstellung des Bohrens schräger Pfähle nach dem Saugbohrverfahren, kombiniert mit einer Verrohrungsmaschine; Schwerstangen mit Führung (Werkbild: SMG)

Schematic representation of drilling batter piles by the suction drilling method combined with a casing machine; heavy rods with guide

Représentation schématique de la forage des pieux inclinés à l'aide du procédé de forage par aspiration, combiné avec une machine à tubier; liges lourdes avec guidage

Rappresentazione schematica della trivellazione di pali inclinati secondo il sistema ad aspirazione combinato con una macchina per rivestimenti a tubo, bielle con guida

ter dem Rohr mit größerem Durchmesser in den Fels hinein vertieft, mit Beton gefüllt und der Stahlrohrpfahl weiter eingerammt.

### 5.0 Schlußbetrachtung

Die Aufzählung von Beispielen für Bohrgeräte könnte noch weiter fortgesetzt werden. Insbesondere wären noch viele von Bohr- oder Baufirmen erstellte Eigenentwicklungen erwähnenswert.

Immer wieder werden neue Gedanken für die Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten und für die Abänderung von Maschinenkonzeptionen vorgebracht, so daß die Entwicklung weiterhin im Fluß ist. Auch dadurch, daß den Bauausführenden und den Planenden die Probleme der Bohrtechnik geläufiger werden, sind Ausweitungen in der Anwendung der Bohrtechnik in der Bauindustrie zu erwarten.

Abschließend sei den Firmen Gebhardt & König, Dr. Bauer, Gebr. Schüfer und Nordmeyer für die Unterstützung durch Bildmaterial und Informationen verbindlichst gedankt.

### Test-Laboratorium für Baumaschinen in den USA

DK 69.002.5.001.5 : 629.1—479.5 : 621.398

In dem ständigen Bestreben, ihren Kunden möglichst ausgereifte Großgeräte und Maschinen für Erdbewegungsarbeiten anzubieten, hat die WABCO, Westinghouse Air Brake Company, Peoria, Illinois (USA), Geräte für drahtlose Meßwertübermittlung in ein fahrbares Testlabor eingebaut. Mit den neuen Prüf- und Meßgeräten wurden zuerst schwere Muldenkipper und Scraper auf verschiedenen Baustellen getestet (Bild 1). Dieses „Labor auf Rädern“ wird in den nächsten Monaten sehr viel unterwegs sein, damit die Meßtechniker neben Prototypen auch andere Geräte und Maschinen testen können,

bei denen erst Messungen am Einsatzort die für die Produktion wichtigen Ergebnisse liefern.

Der neukonstruierte Meßwertwandler ist verhältnismäßig leicht und benötigt auch wenig Platz für die Montage an Großgeräten. Früher mußten die empfindlichen Meßschreiber an den Testfahrzeugen selbst montiert werden und waren dann erheblichen Schwingungen ausgesetzt, ein Problem, dem jetzt keine Aufmerksamkeit mehr zu widmen ist. Allerdings gab es zuerst Schwierigkeiten mit den Behörden, die über ein Jahr lang prüften, ob ein Übertragungskanal innerhalb des Wellenbereiches, der normalerweise für den Funkverkehr mit Raumfahrzeugen benutzt wird, zur Verfügung gestellt werden kann.