

Abschlußbericht

Franz Blickhan Spezialgeräte für Industrieanlagen

Anschrift: Oberwaldstr. 12
64859 Eppertshausen

Telefon: 06071/31654
Telefax: 06071/33708

Bearbeiter: Michael Blickhan
Telefon: siehe oben

Projekttitle:

**Entwicklung eines Tiefbohrsystems mit energiesparendem
Luftführungskopf und dessen Felderprobung**

Kurztitel:

Energiesparendes Tiefbohrsystem

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des Projektes wurde ein Tiefbohrsystem entwickelt, das den Energiebedarf bisheriger Systeme um wesentlich mehr als die Hälfte reduziert.

Ermöglicht wurde dies durch eine neuartige Geometrie des Luftkopfes, bei der der Strömungskanal für das abzutransportierende Material nach innen verlegt wurde. Dies führte zu einer erheblichen Reduzierung des Druckluftbedarfes für den Materialtransport.

Im Rahmen des Projektes wurde das patentrechtlich geschützte Grundprinzip des neuartigen Tiefbohrsystems in einen Prototypen umgesetzt und erprobt.

Inhaltsverzeichnis

1. **Entwicklung, Prototypenbau und Felderprobung eines neuartigen energiesparenden Luftführungskopf für Tiefbohranlagen**
2. **Angaben zum Antragsteller**
3. **Kooperationspartner**
4. **Kurzbeschreibung des Vorhabens**
5. **Heutige Situation beim Herstellen von tiefen Bohrungen**
6. **Zielsetzung des Entwicklungsvorhabens**
- 7.1. **Beschreibung des Innovationsvorhabens**
- 7.2. **Umweltrelevanz des neuen Verfahrens**
- 7.3. **Realisierungsschritte für das Vorhaben**
- 7.3.1. **Arbeitsinhalte und Ausführung**
8. **Kostennachweis Projekt**
9. **Kostenvergleich**
Anlagen und Beispiele

1. **Entwicklung, Prototypenbau und Felderprobung eines neuartigen energiesparenden Luftführungskopfes für Tiefbohranlagen**

2. **Angaben zum Antragsteller**

Antragsteller: Franz Blickhan
Spezialgerätebau für Industrieanlagen

Anschrift: Oberwaldstr.12
64859 Eppertshausen

Telefon: 06071/31654
Telefax: 06071/33708

Bearbeiter: Michael Blickhan
Telefon: 06071/31654

Die Firma Franz Blickhan wurde im Jahre 1961 von dem jetzigen Inhaber, Herrn Franz Blickhan, als Einzelunternehmen gegründet und wird auch heute noch in der gleichen Rechtsform geführt.

Mit zwölf Mitarbeitern ist das Unternehmen hauptsächlich als Zulieferer bzw. Lohnfertiger für namhafte Großunternehmen tätig. Der Name Blickhan ist bei den Kunden ein Zeichen für qualitativ hochwertige Produkte.

In den vergangenen Jahren wurde ein neuer Bereich im Unternehmen aufgebaut, der eigene, spezialisierte Produkte auf dem Gebiet der Brunnenbautechnik hervorbrachte.

Hier sind wir in der Produktentwicklung, der Fertigung und der systemtechnischen Beratung aktiv.

Unsere Produkte gelten in Fachkreisen als innovativ. Ein von uns entwickeltes, patentiertes Bohrgestänge belegt dieses.

Derzeit sind in diesem Bereich ca. 3 Mitarbeiter beschäftigt.

In diesem Bereich wurde auch das nachfolgend näher beschriebene Innovationsvorhaben durchgeführt.

Projektleiter war

Michael Blickhan

3. Kooperationspartner

Kooperationspartner, die bei dem Vorhaben das Risiko mittragen gab es nicht.

Wir arbeiteten jedoch in verschiedenen Phasen des Projekts mit Externen zusammen.

Die Berechnung des Bohrkopfes und die Statik des Bohrgestänges wurde in unserem Hause durchgeführt, wobei dies durch unseren Herrn Michael Blickhan, in Zusammenarbeit mit einem Bohrexperthen durchgeführt wurde.

Natürlich konnten wir für diese Aufgabe auf jahrelange Erfahrungen im Bereich Bohrtechnik zurückgreifen.

Die Technische Hochschule Darmstadt, mit Ihrem Projektleiter Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Jochem Unger, führte in Zusammenarbeit mit unserem Projektleiter die Strömungsberechnungen und die wissenschaftliche Begleitung in der Entwicklungs- und Erprobungsphase durch. Diese Ergebnisse entsprachen den von uns gemachten Vorberechnungen.

Zur Zeit arbeiten wir noch an einer nochmaligen theoretischen Verbesserung der Ergebnisse, die wir natürlich in die Praxis umsetzen werden.

Anlage:

Verringerung des Energiebedarfs beim Gesteinsbohren durch effizienteren Einsatz der Preßluft zur Förderung des Bohrkleins

Verringerung des Energiebedarfs beim Gesteinsbohren durch effizienteren Einsatz der Preßluft zur Förderung des Bohrkleins

Expertise zur Patentanmeldung P 43 10 726.5

1 Problemstellung

Gegenüber der althergebrachten Bohrtechnik soll die Förderung des Bohrkleins jetzt in einem separaten Förderkanal $d < D$ innerhalb des Bohrstänges bewerkstelligt werden (Bild 1).

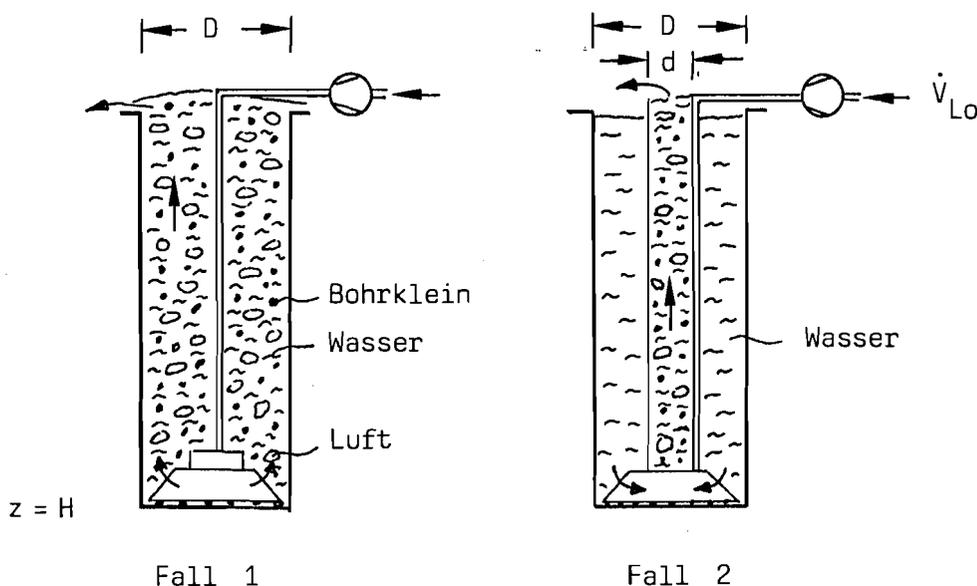


Bild 1 Zum Vergleich zwischen der althergebrachten (Fall 1) und der verbesserten Bohrtechnik (Fall 2)

Das vom Bohrer abgetrennte Bohrklein wird hydraulisch bei einer hinreichend großen Wassergeschwindigkeit u_w abtransportiert, die wiederum von der mit der Luftgeschwindigkeit u_L aufsteigenden Preßluft erzeugt wird (Bild 2).

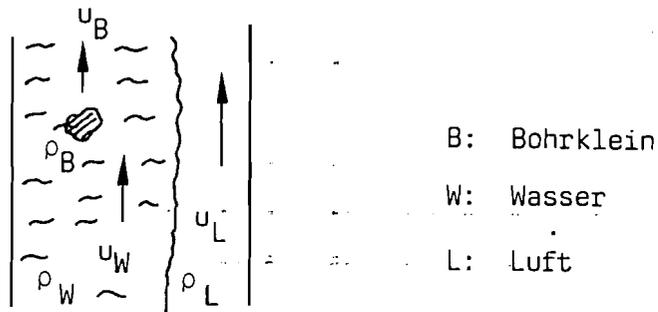


Bild 2 Zum Transportmechanismus: $u_B < u_W < u_L$

Die Luft ist nur das Vehikel zum Antrieb der Wasserströmung, die den Transport des Bohrkleins übernimmt. Die Förderung erfolgt hydraulisch und ist wegen der Ungleichheit der Dichtedifferenzen $\rho_B - \rho_W < \rho_B - \rho_L$ energetisch günstiger als die rein pneumatische Förderung.

2 Einfluß des Durchmessers d des Förderkanals

Es liegt auf der Hand, daß zur Erzeugung der gleichen Wassergeschwindigkeit im Fall 1 mehr Luft als im Fall 2 benötigt wird. Die zum Abtransport des Bohrkleins benötigte Wassergeschwindigkeit ist weitgehend unabhängig von der Abmessung des Förderkanals. Bestimmt wird die erforderliche Wassergeschwindigkeit von der Dichte ρ_B ; dem repräsentativen Durchmesser d_B des Bohrkleins und der vom Bohrer pro Zeiteinheit abgetrennten Gesteinsmenge \dot{m}_B , die mit dem Vorschub/Zeit \dot{H} der Bohrung zusammenhängt: $\dot{m}_B = \rho_B (D^2 \pi / 4) \dot{H}$. Diese erforderliche Wassergeschwindigkeit kann im Fall 2 (Förderschacht vom Durchmesser d) mit weniger Luft als im Fall 1 (Förderschacht vom Durchmesser $D > d$) erzeugt werden. Oder umgekehrt: die gleiche Luftmenge/Zeiteinheit führt im Fall 1 zu niedrigeren Wassergeschwindigkeiten als im Fall 1. Bei einer fest aufgeprägten Luftmenge/Zeit wird bei zunehmendem Durchmesser des Förderschachts ab einem Grenzdurchmesser das Wasser gar nicht mehr in Bewegung versetzt. Die Förderung im Fall 2 ist somit a priori günstiger. Allerdings ist dabei auch zu beachten, daß der Durchmesser des Förderschachts nicht zu klein gewählt wird, da sonst wegen zu hoher strömungsmechanischer Verluste der zu erfüllende Abtransport \dot{m}_B des Bohrkleins nicht erfüllt werden kann.

Für einen festen Durchmesser d des Förderschachts gilt der in Bild 3 dargestellte Zusammenhang.

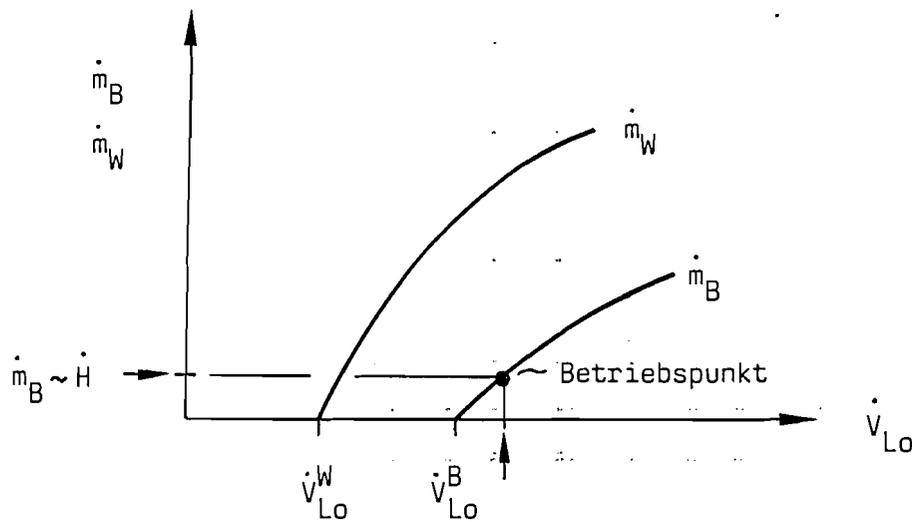


Bild 3 Wassermassenstrom \dot{m}_W und zu transportierender Bohrklein-Massenstrom \dot{m}_B in Abhängigkeit von dem aufgeprägten Preßluft-Volumenstrom \dot{V}_{Lo} (atmosphärisch) bei einem festen Durchmesser d des Förderkanals

Man erkennt, daß ab einem bestimmten Luftvolumenstrom \dot{V}_{Lo}^W die Wasserförderung anfängt und bei einer weiteren Steigerung des Lufteintrags auf den Wert \dot{V}_{Lo}^B schließlich auch die Förderung des Bohrkleins beginnt. Mit kleiner werdendem Durchmesser d verschieben sich die Kurven nach links hin zu kleineren Luftvolumenströmen. Für nicht zu große Bohrgeschwindigkeiten und nicht zu kleine Durchmesser d des Förderschachts ist der Zusammenhang zwischen dem erforderlichen Luftfördervolumen/Zeit und dem diskutierten Durchmesser d eindeutig. Dies zeigt Bild 4, das für eine typische Bohrung mit den Daten

$$H = 250 \text{ m}, \quad \rho_B = 2500 \text{ kg/m}^3, \quad d_B = 5 \text{ mm}$$

gemessen wurde [1].

[1] Weber, M./Dedegil, Y.: TRANSPORT OF SOLIDS ACCORDING TO THE AIR-LIFT PRINCIPLE. HYDROTRANSPORT 4, Fourth Int. Conference of the Hydraulic Transport of Solids in Pipes, 18th-21st May, 1976, Alberta, Canada

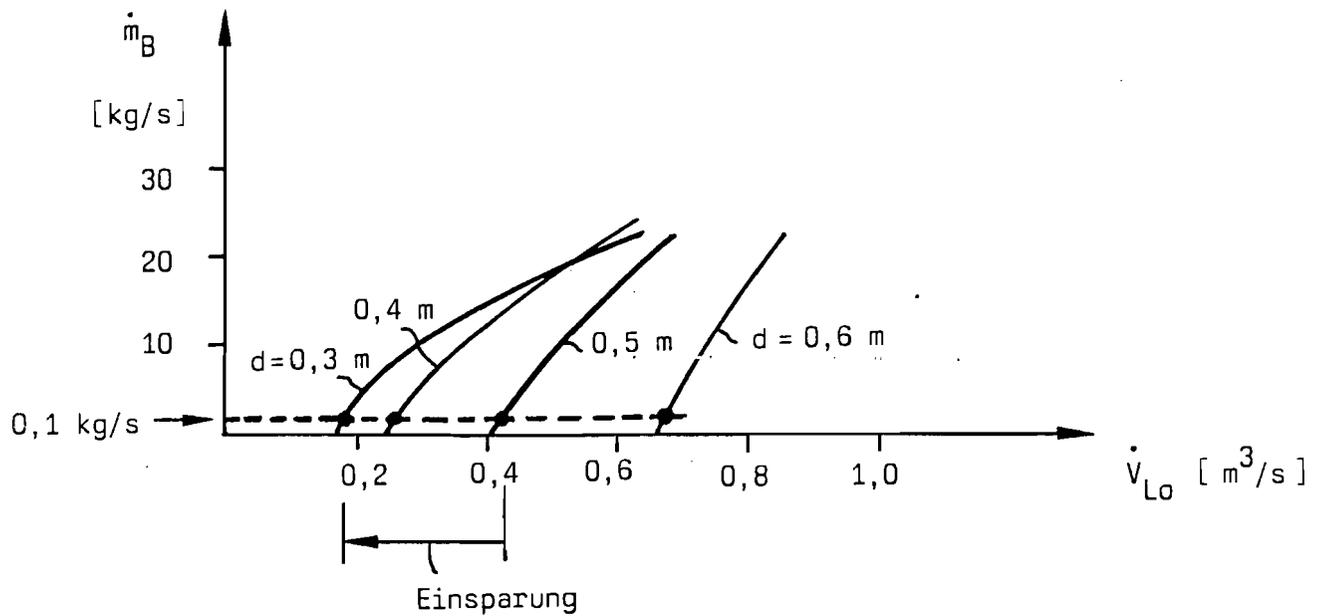


Bild 4 Bohrklein-Massenstrom \dot{m}_B in Abhängigkeit vom Luftvolumenstrom \dot{V}_{Lo} und dem Durchmesser d des Förderkanals

Bei einer Vorschubgeschwindigkeit $\dot{H} = 1$ m/h, der ein Bohrklein-Massenstrom $\dot{m}_B \approx 0,1$ kg/s zugeordnet ist, erkennt man, daß bei einer Reduzierung des Durchmessers $D = 0,5$ m (Fall 1) auf $D = 0,3$ m bei gleicher Transportleistung der Luftvolumenstrom um mehr als die Hälfte gesenkt werden kann. Der Einsparungseffekt ist in der Tat signifikant und entspricht der Erläuterung zur Patentanmeldung.

Darmstadt, 02.02.1996

J. Unger

(Prof. Dr.-Ing. J. Unger)

4. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Große Bohrungen in Fels oder sonstigen schwer zu durchdringenden Gesteinsarten müssen derzeit mit einem sehr hohen Druckluftverbrauch durchgeführt werden. Wie in Anlage 1 näher erläutert, werden bei einer nach heutigem Stand der Technik durchgeführten Bohrung, mit einem Durchmesser von 445 mm und einer Tiefe von 120 m zirka 116 Kubikmeter Preßluft pro Minute benötigt. Der Bohrvorgang dauert ca. 120 Stunden. Ausgehend von diesen technischen Randbedingungen kommen in der Praxis zwei Dieselkompressor-Aggregate mit einer jeweiligen Leistung von 60 Kubikmeter pro Minute bei 10 bar Druck zum Einsatz.

Diese Konfiguration hat einen Kraftstoffverbrauch von zirka 200 Liter pro Stunde zur Folge.

Insgesamt ist ein Kraftstoffverbrauch von ca. 24.000 Litern Diesel zur Bohrung erforderlich (siehe Anlage 1).

Grund für den hohen Druckluftverbrauch der heute eingesetzten Gesteinsbohrwerkzeuge ist nach unseren Erkenntnissen eine nicht optimale Gestaltung von Luftführungszylinder und Bohrkronen. Das nach unserer Konzeption hergestellte Bohrsystem erbringt zur Zeit mit einem um mindestens 50% geringeren Druckluftverbrauch die gleiche Bohrleistung (siehe Bericht TH-Darmstadt und Anlage 3).

Diese Leistung wird durch die Optimierung unseres Systems nochmals zwischen 30 und 50% reduziert.

Für die Umwelt ergeben sich durch unser Innovationsvorhaben die nachfolgenden kurz aufgeführten Vorteile:

- Einsatz von weniger Kompressor-Aggregate für die gleiche Bohrleistung.

Dadurch:

- weniger Hitzeabstrahlung (besondere Bedeutung in Waldgebieten)

- weniger Lärmerzeugung und -belastung

- weniger Dieserverbrauch und dadurch geringere Schadstoffbelastung der Umwelt.

5. Heutige Situation beim Herstellen von tiefen Bohrungen

Große Bohrungen in Fels oder sonstigen schwer zu durchdringenden Gesteinsarten werden heute in der Regel mit Druckluft-Senkhammern oder mit Rollenmeißeln getätigt.

Der dabei eingesetzte Hammer arbeitet im Bohrlochtiefsten und wird mittels Druckluft angetrieben. Dabei wird der bewegliche Kolben durch den Luftstrom in den Kanälen des Zylinderrohres auf- und abwärts bewegt. Die Kolbenschläge werden direkt auf die Bohrkronen übertragen.

Die zur Kolbenbewegung benutzte Druckluft entweicht dann durch die Bohrkronen und fördert das Bohrklein zur Erdoberfläche.

Um diesen Prozeß aufrecht zu erhalten, wird eine sehr hohe Druckluftmenge benötigt. So braucht zum Beispiel ein Hammer, mit dem man ein Bohrloch von 445 mm Durchmesser bohren kann, eine Druckluftmenge von 120 Kubikmeter/Minute.

Da die Hammerleistung im hohen Maße vom Luftdruck abhängig ist, muß man bei Bohrvorhaben Kompressoren mit einer entsprechenden Leistung (Druck und Liefermenge) einsetzen (siehe Anlage 1).

So ist es die Regel, daß auf Bohrstellen mehrere Kompressoren parallel geschaltet laufen. Diese mit einem Dieselmotor angetriebenen Kompressoren belasten die Umwelt durch Abgase, Geräusche und Hitze, und verursachen besonders in Naturschutzgebieten nicht einfach wieder gut zu machende Umweltschäden.

Die physikalisch- technischen Bedingungen geben uns folgende Parameter vor, durch deren Variation die Zielsetzung erfüllt werden:

- a) Druck senken
Bohrgeschwindigkeit verringert sich wesentlich und es erfolgt eine übermäßige Abnutzung der Bohrkronen.
- b) Strömungsgeschwindigkeit verringern
Förderung des Bohrkleins nicht, oder nur unzureichend möglich.
- c) Ringraum verkleinern
hierdurch erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit (V_s) bei gleichbleibender Druckluftmenge, bzw. Reduzierung der Druckluftmenge bei $V_s = \text{konstant}$.

Die Variation des letztgenannten Parameters wurde in unserem Hause eingehend untersucht. Theoretische Überlegungen und Versuche ergaben, daß Veränderungen am Ringraum mit der herkömmlichen Technik nicht möglich waren, da Bohrgestänge, Hammer und Bohrkronen durch Standards vorgegeben sind.

Erst durch ein wertfreies und von der heutigen Technik losgelöstes Forschen, kamen wir auf folgende Lösung:

Der bei den vorhandenen Bohrsystemen durch den Durchmesser der Bohrkronen - und des Hammers - vorgegebene außen liegende Ringraum wird bei unserem System nach innen verlegt und erhält durch eine feste Geometrie eine konstante Größe.

Die bei unseren Forschungsarbeiten erzielten Ergebnisse wurden von uns zum Patent angemeldet.

6. Zielsetzung des Entwicklungsvorhabens

Die generelle Zielsetzung unseres Entwicklungsvorhabens war es, die für Bohrungen mit großem Durchmesser in der konventionellen Bohrtechnik erforderlichen hohen Kompressorleistungen um mindestens die Hälfte zu reduzieren.

Hierzu wurde zuerst ein Funktionsmuster gebaut (Phase 1), an dem die technische Machbarkeit unserer Ideen nachgewiesen wurden.

Danach wurde ein Prototyp entwickelt und gebaut und in einem Feldversuch getestet.

Die Ergebnisse der Arbeiten werden nun Zug um Zug der Fachwelt vorgestellt.

Nach dem Abschluß der Entwicklungsarbeiten werden von uns Applikationshilfen für interessierte Bohrunternehmen erarbeitet.

7.1. Beschreibung des Innovationsvorhabens

Aufgabe der Entwicklung war es, einen marktgängigen Senkhammer-Bohrkopf und ein Bohrgestänge so zu gestalten, daß die beiden Komponenten als Bohrsystem mit einem wesentlich kleineren Energiebedarf auskommen.

Diese Aufgabe wurde gelöst, in dem das Bohrgestänge aus einem Bohrrohr mit einem zentrischen Förderkanal besteht, an dessen Umfang der Luftkanal angeordnet ist. Am unteren Ende des Bohrrohres und dem Anschlußstück des Senkhammer-Bohrkopfes wurde ein Verbindungsstück angebracht, das einen vom zentrischen Förderkanal des Bohrrohres zu einer seitlichen Eintrittsöffnung verlaufenden Förderkanalabschnitt und mindestens einen vom Luftkanal des Bohrrohres zum zentrischen Anschlußstück des Senkhammer-Bohrkopfes verlaufenden Luftkanalabschnitt aufweist.

Um den Strömungsverlauf zu optimieren wurde im Bereich der seitlichen Eintrittsöffnung des Verbindungsstücks eine nach unten offene Schürze angeordnet.

Der Abtransport des Bohrkleins erfolgt dabei in dem zentrischen Förderkanal des Bohrrohres. Da der Durchtrittsquerschnitt dieses zentrischen Förderkanals wesentlich geringer ist als der Ringraum zwischen dem Bohrrohr und der Bohrungswandung, wurde eine für den Fördervorgang erforderliche Strömungsgeschwindigkeit bereits mit wesentlich geringerer Preßluftmenge erreicht.

7.2 Umweltrelevanz des neuen Verfahrens

Beispielsweise wird nach unseren Berechnungen die Preßluftmenge und damit auch der Energiebedarf auf weit über die Hälfte gegenüber dem in Anlage 1 beschriebenen herkömmlichen Verfahren verringert.

Für die Umwelt ergeben sich dadurch folgende Vorteile:

Es kommen weniger Kompressor-Aggregate für die gleiche Bohrleistung zum Einsatz. Dadurch folgt **weniger Hitzeabstrahlung, weniger Lärmerzeugung, weniger Dieserverbrauch** und somit eine **geringere Schadstoffbelastung der Umwelt**.

7.3 Realisierungsschritte für das Vorhaben

7.3.1. Arbeitsinhalte u. Ausführung

Phase I - Modellerstellung

Arbeitspaket 1: Konzeption

Kompletter Entwurf des Systems mit groben Vorberechnungen durch unsere Konstruktion in Zusammenarbeit mit der Fertigung bzw. unseres eingesetzten Meisters für dieses Projekt.

Im Zeitraum vom 01.07.1994 bis 13.08.1994 wurde unser Vorhaben konzeptioniert und im groben Rohentwurf auf Papier gebracht. Das Hauptproblem dieser Aufgabe bestand darin, die theoretischen Ansätze mit der Fertigungstechnik zu verbinden. Hierbei mußte schon eine kostengünstige Fertigung berücksichtigt werden. Dies ist uns jedoch durch verschiedenen Lösungsansätze gelungen.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Konstrukteur	128,5	64,50 DM	8288,25 DM
Meister	22,25	54,-- DM	1201,50 DM
Gesamtkosten	Phase I	Konzeption	<u>9489,75 DM</u>

Phase I - Patentanmeldungen

Arbeitspaket 1: Patentrechtliche Absicherung des von uns erfundenen Bohrsystems

In Zusammenarbeit mit unserem Patentanwalt, Herrn Dipl.Ing. Helmut Katscher mußte nun die nächste Hürde genommen werden. Wir mußten die von uns entwickelten Projekte - das Bohrgestänge und den Luftführungskopf - patentieren lassen, um einen Nachbau unserer Erfindungen zu verhindern. Dies geschah im Zeitraum von 21.04.1994 bis 12.01.96.

Am Anfang wurde unsere Erfindung für die Bundesrepublik Deutschland patentiert. Im Laufe unserer Entwicklungsphasen kamen wir jedoch darauf, die gesamte Konzeption auch in anderen Ländern schützen zu müssen.

Davon wurden wir in Gesprächen mit Herrn Katscher überzeugt.

Leider konnten wir unsere Sache nicht als Weltpatent anmelden, da uns natürlich für solch ein Vorhaben der finanzielle Hintergrund gefehlt hat.

Deshalb machten wir unsere Anmeldungen nur in den von uns aus gesehen wichtigsten Ländern.

Kostenaufstellung:

Datum			Patentkosten
21.04.94			254,-- DM
30.08.94			580,-- DM
28.10.94			3620,-- DM
05.04.95			880,-- DM
14.07.95			550,-- DM
29.08.95			7425,-- DM
12.01.96			4859,-- DM
Gesamtkosten	Patente		<u>18168,-- DM</u>

Phase I - Modellerstellung

Arbeitspaket 2/1: Konstruktion Luftführungskopf

Um unser Modell herstellen zu können, mußte nun der Luftkopf und das Bohrgestänge Maßstabsgetreu konstruiert und aufgezeichnet werden. Da wir unser Modell kostengünstig und leicht bauen mußten, wurde sich auf eine Aluminiumkonstruktion geeinigt.

Die Konstruktions- und Zeichnungsarbeiten haben wir am 17.08.1994 begonnen und am 17.09.1994 abgeschlossen.

Auch hierbei war eine enge Zusammenarbeit zwischen Konstruktion und Meister sehr wichtig, wobei auch ständig unsere Facharbeiter in die Entwicklung mit einbezogen wurden.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Konstrukteur	147,75	64,50 DM	9529,88 DM
Meister	49,75	54,-- DM	2686,50 DM
Facharbeiter	45,75	43,-- DM	1967,25 DM
Gesamtkosten	Phase I	Konstruktion Luftführungskopf	<u>14183,63 DM</u>

Phase I - Modellerstellung

Arbeitspaket 2/3: Herstellung Modell Luftführungskopf

Nach vorläufiger Konstruktion des Modells nahmen wir nun die Herstellung in Angriff. Für die Herstellung und Überwachung der Arbeiten wurde unser Meister eingesetzt, der die Fertigung teilweise selbst übernahm, bzw. an unsere Facharbeiter vergab.

Hier zeigten sich erste Schwierigkeiten, die durch Umkonstruktionen immer wieder optimiert werden mußten.

Dieses Projekt wurde am 13.09.1994 in Angriff genommen, und am 22.12.1994 erfolgreich abgeschlossen.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Konstrukteur	43,35	64,50 DM	2796,08 DM
Meister	180,75	54,-- DM	9760,50 DM
Maschinenstunden	180,75	60,-- DM	10845,00 DM
Facharbeiter	78,25	43,-- DM	3364,75 DM
Maschinenstunden	78,25	60,-- DM	4695,00 DM
Materialkosten	laut Aufstellung		3866,30 DM
Werkzeugkosten	laut Aufstellung		3430,49 DM
Gesamtkosten	Phase I	Herstellung Modell	<u>38758,02 DM</u>

Phase I - Versuche am Modell

Arbeitspaket 4: Versuche am Modell Luftführungskopf

Nach Fertigstellung unseres Modells wurden nun verschiedene Versuche gemacht, um die Richtigkeit unserer theoretischen Ansätze zu untermauern.

Die Versuche in der Werkstatt wurden von unserem Meister in Zusammenarbeit mit der Konstruktion durchgeführt.

Auch hier mußten wieder kleine konstruktive Änderungen durchgeführt werden, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

Diese Versuchsreihe wurde am 11.01.1995 begonnen, und am 30.03.1995 erfolgreich abgeschlossen.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Konstrukteur	106,50	64,50 DM	6869,25 DM
Meister	105,25	54,-- DM	5683,50 DM
Maschinenstunden	96,75	60,-- DM	5805,-- DM
Materialkosten	laut Aufstellung		709,20 DM
Gesamtkosten	Phase I	Modifizierung Modell	<u>19066,95 DM</u>

Phase I - Gestänge für Luftführungskopf

Arbeitspaket 2/4: Konstruktion Gestänge für Luftführungskopf

Nachdem Modell Luftführungskopf und Gestängemodell optimiert wurden, mußte nun das Gestänge für den Luftführungskopf umkonstruiert werden. Dabei mußten Form des Doppelwandgestänges als auch die Luftführungskanäle verändert werden. Auch das Gewinde wurde nochmals an bereits bestehende Normgewinde angepaßt.

Dies geschah im Zeitraum von 05.04.1995 bis 03.05.1995 unter Zusammenarbeit von Meister und Facharbeitern.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Konstrukteur	117,00	64,50 DM	7546,50 DM
Meister	21,50	54,-- DM	1161,-- DM
Facharbeiter	15,75	43,-- DM	677,25 DM
Gesamtkosten	Phase I	Konstruktion Gestänge	<u>9384,75 DM</u>

Phase II - Herstellung eines Gestänges

Arbeitspaket 6: Herstellung eines Gestänges für Luftführungsköpf

Nach Umkonstruktion des Gestänges wurde jetzt die Fertigung in Angriff genommen. Für die Herstellung der Gestängeköpfe und das Verschweißen von Köpfen und Rohren mußten nun verschiedene Vorrichtungen gebaut werden.

Danach wurden in unserem Hause Köpfe und Rohre hergestellt und von unserer Lohnschweißerei verschweißt.

Die Herstellung des Gestänges und der Vorrichtungen wurde am 08.05.1995 begonnen und am 04.10.1995 beendet.

Die Hauptschwierigkeiten in dieser Phase bestanden in der Schweißung des Innenrohres, was jedoch von unserer Konstruktion optimal gelöst wurde.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Gestänge			
Facharbeiter	89,75	43,-- DM	3859,25 DM
Handarbeitsplatz	89,75	30,-- DM	2692,50 DM
Facharbeiter	253,25	43,-- DM	10889,75 DM
Maschinenstunden	253,25	60,-- DM	15195,-- DM
Vorrichtungen			
Facharbeiter	98,50	43,-- DM	4235,50 DM
Maschinenstunden	98,50	60,-- DM	5910,-- DM
Materialkosten	laut Aufstellung		12121,11 DM
Schweißkosten	laut Aufstellung		1705,-- DM
Gesamtkosten	Phase II	Herstellung Gestänge	<u>56608,11 DM</u>

Phase I - Konstruktion Luftführungskopf

Arbeitspaket 2/5: Konstruktion des Luftführungskopfes

Jetzt bestand die Aufgabe von unserer Konstruktion, den Luftführungskopf in Anlehnung an das Modell zu konstruieren.

Die Hauptschwierigkeiten lagen in der Verwendung des Werkstoffes, der bestimmte Voraussetzungen an Festigkeit, Zähigkeit und Torsionswiderstand vereinen mußte.

Unsere Wahl fiel auf **42CrMo4**, der unseren Vorgaben entsprach, jedoch von der Bearbeitung höchste Ansprüche an uns stellte.

Vor allen Dingen die spanende Bearbeitung unserer außer Mitte gesetzten Querbohrung würde uns Schwierigkeiten bereiten.

Durch die Wahl bestimmter Werkzeuge und Hilfsvorrichtungen, sowie durch optimale Verwendung von Schmiermitteln und Maschinenparametern konnten hierfür theoretische Ansätze festgelegt werden, die sich bei der Herstellung später auch als richtungweisend herausstellten.

Der Konstruktions- und Optimierungszeitraum betrug vom 12.08.1995 bis 04.10.1995.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Konstrukteur	259,5	64,50 DM	16737,75 DM
Meister	69,00	54,-- DM	3726,-- DM
Facharbeiter	65,20	43,-- DM	2803,60 DM
Gesamtkosten	Phase I	Konstruktion Luftführungskopf	<u>23267,35 DM</u>

Phase II - Herstellung eines Luftführungskopf

Arbeitspaket 5: Herstellung eines Luftführungskopfes

Mit der Herstellung des Luftführungskopfes wurde am 02.10.1995 begonnen. Wie schon in der Konstruktionsphase abzusehen war, mußten verschiedene Hilfsvorrichtungen für die Fertigung gebaut werden.

Die Hauptschwierigkeiten lagen in der Bearbeitung des Materials, die jedoch durch verschiedene Maßnahmen an der Maschinen in den Griff zu bekommen waren. Wie uns schon bei der Konstruktion aufgefallen war, nahm die Herstellung der Querbohrung viel Zeit in Anspruch.

Doch auch diese Aufgaben konnte wir am 22.12.1995 zu unserer Zufriedenheit abschließen.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Luftführungs- kopf			
Facharbeiter	30,00	43,-- DM	1290,-- DM
Handarbeitsplatz	30,00	30,-- DM	900,-- DM
Facharbeiter	385,25	43,-- DM	16565,75 DM
Maschinenstunden	385,25	60,-- DM	23115,-- DM
Vorrichtungen			
Facharbeiter	144,75	43,-- DM	6224,25 DM
Maschinenstunden	144,75	60,-- DM	8665,-- DM
Meister	67,55	54,-- DM	3647,10 DM
Materialkosten	laut Aufstellung		2417,14 DM
Werkzeugkosten	laut Aufstellung		2319,80 DM
Gesamtkosten	Phase II	Herstellung Luftführungskopf	<u>65144,04 DM</u>

Phase II - Reparatur Hammer und Bit (gebrauchte Teile)

Arbeitspaket 7.1: Reparatur und Überarbeitung eines gebrauchten Hammers und eines Bits.

Um die hohen Unkosten eines neuen Hammers und Bits zu umgehen, kauften wir uns in der Zwischenzeit von unserem Kooperationspartner Stockbauer eine gebrauchte, beschädigte Einheit, die wir in unserem Betrieb generalüberholen mußten. Diese Überarbeitung war zwar eine zeitaufwendige Angelegenheit, hatte jedoch den Vorteil einer Ersparnis von ca. 10.000 DM, wobei die Kalkulierten 59.200,-- DM nur den Hammerkosten -ohne Bit- entsprachen.

Im Nachhinein erwies sich unsere Idee als sehr gut, da wir auch einen neuen Hammer für unsere Zwecke umbauen und optimieren müssen.

Die Überarbeitung und Optimierung nahm den Zeitraum vom 04.11.1995 bis 12.12.1995 in Anspruch.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Meister	158,00	54,-- DM	8532,-- DM
Handarbeitsplatz	158,00	30,-- DM	4740,-- DM
Facharbeiter	70,75	43,-- DM	3042,25 DM
Maschinenstunden	70,75	60,-- DM	4245,-- DM
Facharbeiter	35,50	43,-- DM	1526,50 DM
Handarbeitsplatz	35,50	30,-- DM	1065,-- DM
Materialkosten	laut Aufstellung	aus Lager Blickhan	886,60 DM
Sandvik-Mission-Silverdrill	laut Rechnung	gebrauchtes Teil	21.000,-- DM
Sandvik-Mission-Megabit	laut Rechnung	gebrauchtes Teil	5450,-- DM
Gesamtkosten	Phase II	Reparatur Hammer und Bit	<u>50487,35 DM</u>

Phase II - Herstellung einer Schwerstange

Arbeitspaket 7.2: Herstellung einer Schwerstange für das Bohrsystem

Um Gewicht auf unser Bohrsystem zu bringen, und vor allen Dingen zum Auffangen der Schwingungen, die beim Bohren entstehen, mußten wir nun eine Schwerstange bauen.

Bisher eingesetzte Schwerstangen waren Bohrröhre, die einfach mit Blei gefüllt wurden. Da jedoch in unserem System mit Luftkanälen eine solche Schwerstange nicht einsetzbar, und wir die Umweltbelastung mit Blei unbedingt vermeiden wollten, konstruierten wir eine Schwerstange mit außenliegenden Gewichten.

Diese Schwerstange erwies sich später im Feldversuch als optimale Lösung.

Arbeitsbeginn: 24.01.1996

Arbeitsende: 05.03.1996

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Facharbeiter	100,25	43,-- DM	4310,75 DM
Handarbeitsplatz	31,50	30,-- DM	945,-- DM
Maschinenstunden	68,75	60,-- DM	4125,-- DM
Materialkosten	laut Aufstellung	Krupp Hoesch	930,-- DM
Schweißkosten	laut Aufstellung	Fa. Mottner	465,-- DM
Gesamtkosten	Phase II	Schwerstange	<u>10775,75 DM</u>

Phase II - Konfiguration des Bohrsystems

Arbeitspaket 7.3: Herstellung und Montage der Einzelteile für für das Bohrsystem.

In der Zeit vom 30.11.1995 bis 01.04.1996 wurde nun das gesamte Bohrsystem konfiguriert.

Die Einzelteile wie Flansche, Lufteintrittskopf und Dichtkopf wurden gebaut, das gesamte System zusammgebaut und nocheinmal optimiert.

In dieser Fase mußten noch Kleinigkeiten, die wir erst beim Zusammenbau bemerkten, geändert werden.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Konstruktion Bohrsystem	106,75	64,50 DM	6885,38 DM
Flansch oben Flansch unten	laut Aufstellung	Reste Lager	809,25 DM
Meister	56,25	54,-- DM	3037,50 DM
Maschinenstunden	56,25	60,-- DM	3375,-- DM
Dichtkopf	laut Aufstellung	Röla-Mannheim Krupp/Hoesch	656,-- DM
Meister	91,25	54,-- DM	4927,50 DM
Maschinenstunden	91,25	60,-- DM	5475,-- DM
Lufteintrittskopf	laut Aufstellung	Mittelrheinische Krupp/Hoesch	3355,60 DM
Meister	136,50	54,-- DM	7371,-- DM
Maschinenstunden	136,50	60,-- DM	8190,-- DM

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Montage			
Material	laut Aufstellung	Reste Lager	937,50 DM
Meister	160,75	54,-- DM	8680,50 DM
Handarbeitsplatz	160,75	30,-- DM	4822,50 DM
Schrauben und Dichtungen	laut Aufstellung	Dichtungstechnik Schoenhals	663,28 DM
Schweißkosten	laut Aufstellung	Firma Mottner	405,-- DM
Gesamtkosten	Phase II	Konfiguration	<u>59591,01 DM</u>

Phase II - Berechnung des Energiebedarfs

Arbeitspaket 7.4: Vorläufige Berechnung des Energiebedarfs für das neue Bohrsystem,

Zwischenzeitlich ließen wir vorläufige Berechnungen durch das *Institut für Mechanik* der Technischen Hochschule Darmstadt durchführen.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Berechnung Bohrsystem	laut Aufstellung	TH-Darmstadt	4000,--

Phase II - Feldversuch

Arbeitspaket 8: **Feldversuch** durch unseren Partner
 Stockbauer
 Bohr u. Brunnenbau GmbH

Der Feldversuch wurde in Form einer Probebohrung in einem Steinbruch in Steinerleibach, in der Nähe von Passau, durchgeführt. Die Bohrungen begannen am 09.04.1996 und wurden am 26.04.1996 mit großem Erfolg beendet. Diese Probebohrung wurde speziell für die Firma Blickhan gemacht. Eine Nutzung durch Zweite ist nicht möglich.

Am 9.-11.04. 1996 wurde die Baustelle von Bohrmeistern der Firma Stockbauer eingerichtet. Unser Herr Franz Blickhan begleitete diese Maßnahmen am 11.04. und war bei den ersten Probemeter am 12.04. mit dabei. Die Bohrung verlief sehr zufriedenstellend. Am 18.04. besuchten unser Projektleiter Herr Michael Blickhan, in Begleitung von Herrn Franz Blickhan und dem Sachverständigen und Inhaber der Firma *hydrotec*, Herrn Engert die Baustelle. Währenddessen wurden die Bohrparameter von der Fa. Stockbauer optimiert.

Die am 18.04.1996 gemachten Probemeter waren laut Aussage des Sachverständigen eine Revolution in der Bohrtechnik, was auch der Bericht des Herrn Engert belegt (Anlage 2)
 Auch unser Projektleiter ist der Auffassung, das die Praxis unsere theoretischen Überlegungen noch übertroffen habe.

Kostenaufstellung:

Bearbeiter	Arbeitsstunden	Stundensatz	Kosten
Fahrtkosten 11./12.04.1996	Franz Blickhan	1050 km x 0,52 DM	546,-- DM
Tagegeld 11./12.04.1996	Franz Blickhan	2 Tage x 46,-- DM	92,-- DM
Übernachtung 11./12.04.1996		1 x	80,-- DM
Fahrtkosten 18.04.1996	Michael Blickhan Franz Blickhan	1050 km x 0,52 DM	546,-- DM
Tagegeld 18.04.1996	Michael Blickhan Franz Blickhan	je 1 Tag x 46,-- DM	92,-- DM
Feldversuch	laut Aufstellung	Fa. Stockbauer	84.090,-- DM
Gesamtkosten	Feldversuch		<u>85.446,-- DM</u>

Phase II - Redesign des Luftkopfes

Arbeitspaket 9:

Redesign des Luftkopfes.

Das Redesign des Luftkopfes läuft zur Zeit in unserem Hause, wobei wir uns als Ergebnis eine weitere Energieeinsparung und damit eine nochmalige Reduktion der Umweltbelastung versprechen.

Kostenaufstellung:

Die Kosten für Redesign und weitere Verbesserungen und Forschungen trägt alleine die Firma Blickhan.

Wir danken Blickhan für die hervorragende Zusammenarbeit und System
entwurf und die Einreichung von Energie- und Umweltanforderungen.
Umweltfreundlich leben!

8. Kostennachweis

Kostennachweis Projekt Energiesparendes Tiefbohrsystem

Gesamtkostenaufstellung

Anbei führen wir Ihnen nocheinmal die für uns entstandenen Kosten für unser Projekt auf.

Diese Kosten wurden Ihnen mit den Belegen am 22.06.1996 separat zugeschickt.

Phase	Paket	Kurzbeschreibung	Beginn	Ende	Gesamtkosten
I	1	Patentanmeldung	21.04.94	12.01.96	18.168,-- DM
I	1	Konzeption	01.07.94	13.08.94	9.489,75 DM
I	2.1	Modellerstellung	17.08.94	17.09.94	14.183,63 DM
I	2.2	Konstruktion Modell Luftführungskopf	24.10.94	19.12.94	10.149,55 DM
I	2.3	Herstellung Modell Luftführungskopf	13.09.94	22.12.94	38.758,02 DM
I	4	Versuche Modell Luftführungskopf	11.01.95	30.03.95	19.066,95 DM
I	2.4	Konstrukt. Gestänge Luftführungskopf	05.04.95	03.05.95	9.384,75 DM
		Zwischensumme	Phase I		<u>119.200,65 DM</u>

Phase	Paket	Kurzbeschreibung	Beginn	Ende	Gesamtkosten
		Übertrag			119.200,65 DM
II	6	Herstell. Gestänge Luftführungskopf	08.05.95	04.10.95	56.608,11 DM
I	2.1	Konstruktion Luftführungskopf	12.08.95	04.10.95	23.267,35 DM
II	5	Herstellung Luftführungskopf	02.10.95	22.12.95	65.144,04 DM
II	7.1	Überarb.-Reparatur Hammer und Bit	04.11.95	12.12.95	50.487,35 DM
II	2.3	Herstellung Modell Luftführungskopf	13.09.94	22.12.94	38.758,02 DM
II	7.2	Herstellung einer Schwerstange	24.01.96	05.03.96	10.775,75 DM
II	7.3	Konfiguration Bohrsystem	30.11.95	01.04.96	59.591,01 DM
II	7.4	Berechnung Energiebedarf	01.02.96	01.03.96	4.000,-- DM
II	8	Feldversuch	09.04.96	26.04.96	85.466,-- DM
		Endsumme	Phase I u. Phase II		<u>513.298,28 DM</u>

9. Kostenvergleich

Kostenvergleich	
------------------------	--

geplante Kosten	417.503,-- DM
tatsächliche Kosten	513.298,28 DM
Kostendifferenz	<u>- 95.795,28 DM</u>

Wie im oben aufgeführten Kostenvergleich zu sehen, haben die tatsächlichen Kosten, die geplanten überschritten. Dies ist auf doch umfangreichere Arbeiten in Konstruktion und Herstellung zurückzuführen. Wir sind jedoch der Meinung, daß sich trotz erhöhten Kosten der Nutzen für die Umwelt gelohnt hat.

Wir hoffen, daß auch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt sich unserer Meinung anschließt, und möchten uns herzlich bei Ihnen für die Unterstützung unseres Projektes bedanken.

Hiermit bestätige ich , Michael Blickhan, daß die oben aufgeführten Summen, als auch die nachfolgenden Aufstellungen, korrekt und gewissenhaft ausgeführt wurden.

Eppertshausen, 21.06.1996


 Michael Blickhan / Projektleiter

Anlage 1

Das nachfolgende Beispiel soll aufzeigen, welche Energie für das Bohren eines üblichen Tiefbrunnens mit heutiger Technik aufgebracht werden muß.

Beim Bohren nach Grundwasser wird zur Zeit zwischen 30 und 300 Metern gebohrt. Mit der heute gängigen Bohrtechnik dauert das Anfertigen einer Bohrung für unsere geographische Lage in einem Basalt/Granit-Gestein mit einem

Rollenmeisel	pro Meter	2 Stunden
Senkhammer	pro Meter	1 Stunde.

Dies bedeutet, daß die Bohrdauer mit Senkhammer um eine durchschnittliche Tiefe von 120 Meter zu erbringen, 120 Stunden dauert.

Beispiel 1: (theoretischer Ansatz)

typische Bohrtiefe in Basalt/Granit-Gestein	120 m
Bohrdurchmesser	17,5" = 445 mm
Bohrgerät	Sandvik Mission Senkhammer Modell SD 12
Technische Daten	
Außendurchmesser	10,75" = 273 mm
Bohrkrone	17,50" = 445 mm
Druckluftverbrauch	31,15 Kubikmeter/min bei 10,3 bar

Damit das Bohrklein wirksam abgeführt werden kann, muß eine Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 20 m/s erreicht werden.

Laut Berechnung der Firma Sandvik benötigt man für dieses Gerät eine freie Druckluft von:

$$\begin{aligned}
 DL \text{ (m/min)} &= \frac{V(\text{m/s}) \times 60 \times \pi (dx)}{4} \\
 &= \frac{20 \text{ m} \times 60 \times \pi (0,445 - 0,273)}{4} \text{ m} \\
 &= \mathbf{116,4 \text{ Kubikmeter/min}}
 \end{aligned}$$

IM - LOCH - HAMMER NACH DEM LUFTHEBE - BOHRVERFAHREN

ERLÄUTERUNGSBERICHT

Herkömmliche Im-Loch-Hämmer arbeiten nach der Dreh- Schlagtechnik im Direkt - Spülbohrverfahren, wobei der einsetzbare Bohrdurchmesser begrenzt ist.

Im-Loch-Hämmer arbeiten:

1. dort wirtschaftlich, wo es technisch nicht möglich ist, bedingt durch die anstehende Gesteinhärte, den erforderlichen Bohrandruck auf die Bohrlochsohle zu bringen
2. die Werkzeugkosten (Meißel-Verschleißkosten) auf Grund der Härte des Gesteins zu hoch werden
3. die Spülungskosten auf Grund von Wassermangel ein wirtschaftlich vertretbares Maß überschreiten
4. der Spülungsunlauf durch Spülungsverluste ständig gestört wird

die Nachteile im Direkt - Spülbohrverfahren liegen:

1. im begrenzten Bohrdurchmesser von z.Zt. ca. $17 \frac{1}{2}'' = 444,5$ mm und
2. nur unter Verwendung eines entsprechend großvolumigen Bohrgestänges mit
3. entsprechender, nachgeschalteter, Kompressorleistung um die erforderliche und notwendige Aufstiegs geschwindigkeit (15 m/sec.) erreichen zu können

Hausanschrift:
Viertheimer Weg 56-60
68307 Mannheim

Telefon:
0621 -
77 00 77 0

Telefax:
0621 -
77 00 77 7

Funk-Tel.:
0161 -
261 522 8

Meßwagen:
0171 -
81 80 690

Banken in Mannheim:
COBA (BLZ 670 400 51) 3659828
SPAKA (BLZ 670 501 01) 148809

4. Bohrtechnische Schwierigkeiten ergeben sich bei natürlichen Wasserzuflüssen, wenn der Luftdruck des Kompressors nicht ausreicht, das nachfließende Grundwasser auszublasen. Dies tritt im Regelfall bei einer Grundwasseranströmung von 12 bis 15 ltr./sec. ein, d.h. der Im-Loch-Hammer wird in seiner Funktionsweise durch die aufliegende Wassersäule "abgewürgt".

NEUENTWICKLUNG:

Unter Ausnutzung der aufgezählten Vorteile und unter Umgehung der bekannten Nachteile des herkömmlichen Im-Loch-Hammer Verfahrens wurde nun ein technisch optimales System, nämlich der Einsatz eines Im-Loch-Hammers im Lufthebe - Bohrverfahren, entwickelt (siehe hierzu die System-Skizze auf Seite -03-).

Bedingt durch die besondere Art der Abdichtung (Preventerkopf) ist es unerheblich, ob im Grundwasser mit oder / ohne natürlichen Wasserzuflüssen eine Bohrung hergestellt werden soll.

Weiter besteht ein weiterer erheblicher Vorteil gegenüber dem bekannten Verfahren darin, daß der Bohrdurchmesser nicht mehr limitiert ist, d.h. es wäre z.B. durchaus denkbar nach dem nunmehr weitläufig patentierten Verfahren eine Bohrung mit einem Durchmesser von 1.200 mm, auf Wunsch auch größer, herzustellen ohne das hierfür unüberschaubare Kompressorleistungen erforderlich wären.

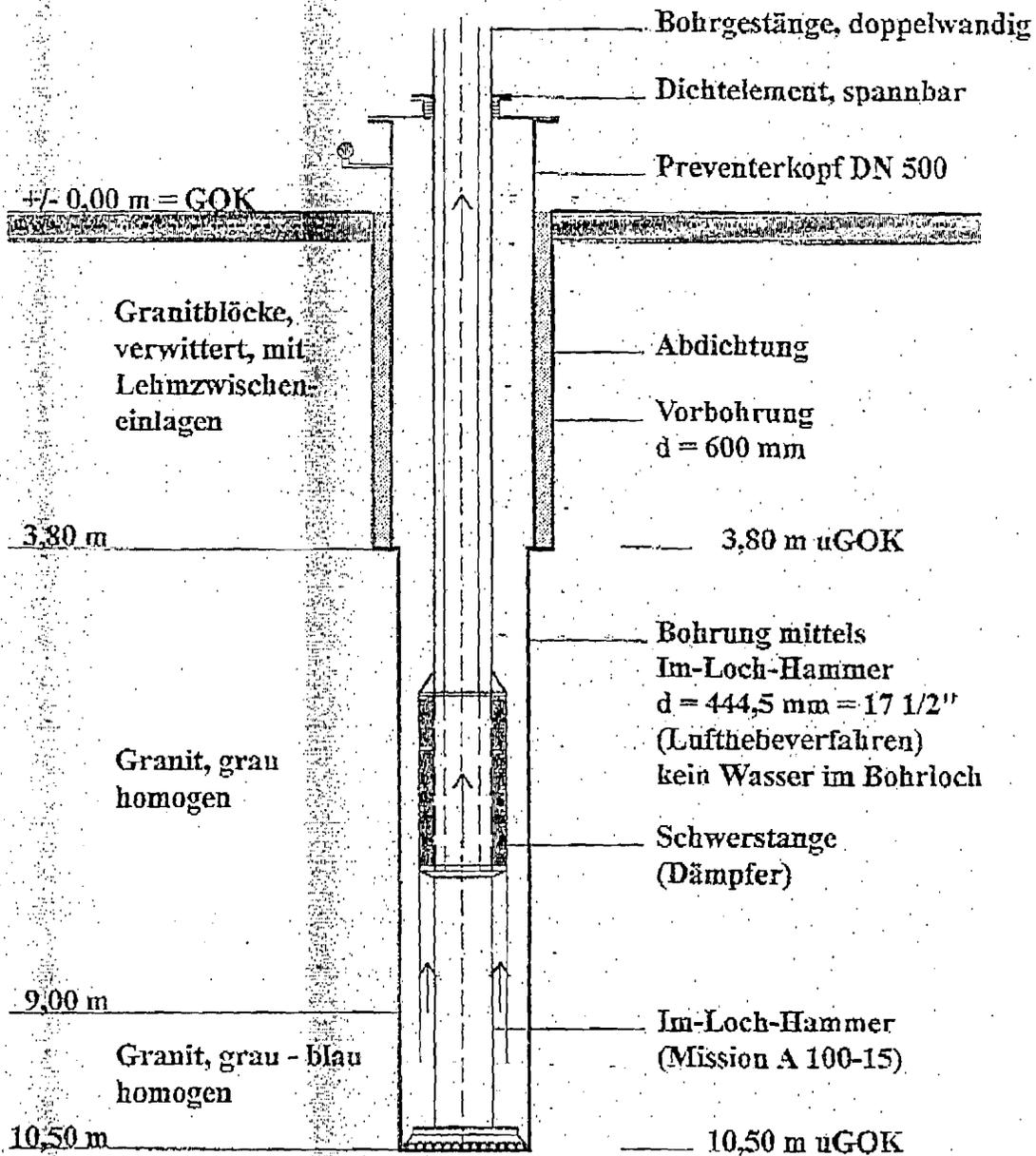
Luftmengenberechnungen für dieses neuartige Bohrverfahren können durch wissenschaftliche Untersuchungen und Berechnungen der TH - Darmstadt nachgewiesen und belegt werden.

An der Erstellung von technischen Datenblätter, welche die Abhängigkeiten von Luftmenge zu Luftdruck unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Bohrdurchmessern darstellen, wird augenblicklich gearbeitet.

Die inzwischen vorliegenden Erkenntnisse und Berechnungen sind fast unglaublich und bewegen sich in einem absoluten wirtschaftlichen Rahmen der als revolutionär bezeichnet werden kann.

Hausanschrift:	Telefon:	Telefax:	Funk-Tel.:	Meßwagen:	Banken in Mannheim:
Viertheimer Weg 56-60	0621 -	0621 -	0161 -	0171 -	COBA (BLZ 670 400 31) 3659828
68307 Mannheim	77 00 77 0	77 00 77 7	261 522 8	81 30 690	SPAKA (BLZ 670 501 01) 148809

SYSTEM - SKIZZE



Seeheim-Jugenheim, den
 10. Mai 1996

Hausanschrift: Vierheimer Weg 56-60 68307 Mannheim	Telefon: 0621 - 77 00 77 0	Telefax: 0621 - 77 00 77 7	Funk-Tel.: 0161 - 261 522 8	Meßwagen: 0171 - 81 80 690	Banken in Mannheim: COBA (BLZ 670 400 31) 3659828 SPAKA (BLZ 670 501 01) 148309
----------------------------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

FELDVERSUCH:

Im April 1996 wurde nach langwieriger Entwicklungsarbeit ein Feldversuch, mit mehr als zufriedenstellenden Ergebnissen, durchgeführt.

Der Versuchsaufbau, wie in der System-Skizze dargestellt, erfolgte in einem Steinbruch in der Nähe von Passau. Nachfolgend werden vom Unterzeichner einzelne Komponenten und Daten des Versuchs dargelegt:

1. Bohranlage, hydraulisch
Zum Einsatz kam eine Bohranlage mit 10 to Kronenlast
2. Bohrdurchmesser, Bohrgestänge und Schwerstange
Es wurde ein konventioneller Mission Im-Loch-Hammer (gem. Patent umgebaut) mit einem 17 1/2" Bit eingesetzt.
Als Bohrgestänge wurde ein Doppelwand-Gestänge DN 200, außen glatt, verwendet.
Zur Dämpfung der Hammer-Schlagwirkung wurde unmittelbar oberhalb des Werkzeugs eine Schwerstange angeordnet.
3. Anstehendes Gestein (wie auf Seite -03- dargestellt)
Der Versuch wurde im Granit = lat. "granum" = Korn, da körnig, deswegen durchgeführt, da es das wichtigste und weltweit häufigste Tiefengestein mit der größten Verbreitung ist und auf allen Kontinenten vorkommt.
Mineralbestand : Gemenge von Feldspat, Quarz und Glimmer
Raumgewicht : 2,60 - 2,80 to/m³ (DIN DVN 52 102)
Wasseraufnahme : 0,20 - 0,50 Gewichts-% (DIN 52 103)
Porosität : 0,40 - 1,50 Raum-% (DIN 52 104)
Druckfestigkeit : ~ 2.400 kg/cm² (DIN 52 106 / 105)
Härte : ~ 7 (nach Mohs)
4. Konventionelles herstellen einer Bohrung unter gleichen Voraussetzungen
Es würde z.B. ein mit Hartmetallstiften bestückter Dreikegelrollenmeißel (Typ QMCH) zum Einsatz gebracht. Wobei eine Drehzahl von 35 - 60 Upm eingehal-

Hausanschrift:	Telefon:	Telefax:	Funk-Tel.:	Meßwagen:	Banken in Mannheim:
Viernheimer Weg 56-60	0621 -	0621 -	0161 -	0171 -	COBA (BLZ 670 400 31) 3659828
68307 Mannheim	77 00 77 0	77 00 77 7	261 522 8	81 80 690	SPAKA (BLZ 670 501 01) 148809

ten werden müßte, was technisch durchaus einhaltbar ist.

Das erheblich größere Problem wäre die erforderliche Meißelauflast von ~ 4.000 kg/" des Meißeldurchmessers, d.h. im vorliegenden Fall ~ 70 to, zu erbringen. Dies wäre in unserem Feldversuch unmöglich!

Allerdings nicht nur für den Versuch, auch in der Praxis nicht vollziehbar. Dies hat zur Folge, allen Bohrtechnikern bekannt, daß nur ungenügende Bohrfortschritte mit mangelhaften wirtschaftlichen Ergebnissen erzielt werden können. Dem Verfasser liegen, unter vergleichbaren Voraussetzungen, Penetrationsrats von 15 - 20 cm Tagesleistung vor.

5. Neuartiges herstellen der Bohrung

Es wurde mit einer Drehzahl von 10 - 12 Upm gearbeitet.

Der Andruck auf den 17 1/2" Bit betrug ~ 0,8 to, d.h. der eingebaute Bohrstrang hatte bereits ein höheres Gewicht als für die Auflast benötigt wurde. Dies garantiert ein lotrechtes herstellen der Bohrung.

Der Arbeitsdruck des Kompressors betrug während des Bohrens 5 bar, bei einer Luftmenge von 22 m³/min unter Einsatz einer 3/8" Luftdüse. Hier liegt noch ein erhebliches Potential des Patentes, nämlich in der Optimierung der Luftabhängigkeiten.

Der Kopfdruck am Preventer betrug 0,5 bar.

Der Bohrfortschritt betrug 1,20 - 1,50 m/Std. Nach Kenntnis der erzielbaren Möglichkeiten in der konventionellen Bohrtechnik sind diesen Fortschrittszahlen keine Kommentare mehr hinzuzufügen, sie sprechen für sich.

6. Bedingt durch die Entwicklung des speziellen Preventerkopfes wird die Möglichkeit geschaffen, das Luftheben, direkt nach dem Setzen der Standverrohrung und des Preventerkopfes, ohne weitere bohrtechnische Hilfsmittel, zu betreiben.

ZUSAMMENFASSUNG:

Durch die neuartige, patentierte Bohrmethode, wird dem Praktiker ein Verfahren zugänglich gemacht, welches bisherige wirtschaftlich erzielbare Ergebnisse von der Wunschvorstellung in die Realität rückt.

Hausanschrift:	Telefon:	Telefax:	Funk-Tel.:	Meßwagen:	Banken in Mannheim:
Viernheimer Weg 56-60 68307 Mannheim	0621 - 77 00 77 0	0621 - 77 00 77 7	0161 - 261 522 8	0171 - 81 80 690	COBA (BLZ 670 400 31) 3659828 SPAKA (BLZ 670 501 01) 148809

- 06 -

Wo war es z.B. bis heute möglich vergleichbare Bohrfortschritte von 12 - 15 m Tagesleistung, unter den vorgegebenen Bedingungen, zu erzielen.

Bei den Betrachtungen muß unter allen Umständen auch der minimale Geräteeinsatz seine Berücksichtigung finden.

Dies hat natürlich auch zur Folge, daß z.B. der Treibstoffverbrauch gegenüber den herkömmlichen Verfahren um ein Mehrfaches gesenkt werden konnte und auch die Lärmbelastigung erheblich gesenkt wurde.

Hier wurde im Sinne des vorbeugenden Umweltschutzes, speziell in der Bohrtechnik, ein erheblicher Fortschritt gemacht.

Wenn dies dann auch noch für den Anwender wirtschaftliche Vorteile beinhaltet müssen eigentlich alle Beteiligten etwas sorgenfreier in die Zukunft blicken können.

Seeheim - Jugendheim, den
12. Mai 1996



(Dipl.-Ing. B. Eilgert)

Hausanschrift:
Viernheimer Weg 56-60
68307 Mannheim

Telefon: 0621 - 77 00 77 0
Telefax: 0621 - 77 00 77 7

Funk-Tel.: 0161 - 261 522 8

Meßwagen: 0171 - 81 80 690

Banken in Mannheim:
COBA (BLZ 670 400 31) 3659828
SPAKA (BLZ 670 501 01) 148809

Anlage 3

Beispiel 2: (theoretischer Ansatz)

typische Bohrtiefe in Basalt/Granit-Gestein	120 m
Bohrdurchmesser	17,5" = 445 mm
Bohrgerät	Sandvik Mission Senkhammer Modell SD 12
Technische Daten	
Außendurchmesser	10,75" = 273 mm
Bohrkrone	17,50" = 445 mm
Druckluftverbrauch	31,15 Kubikmeter/min bei 10,3 bar

Damit das Bohrklein wirksam abgeführt werden kann, muß eine Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 20 m/s erreicht werden.
Laut Berechnung der Firma Sandvik benötigt man für dieses Gerät eine freie Druckluft von:

$$\begin{aligned}
 DL \text{ (m/min)} &= \frac{V(\text{m/s}) \times 60 \times \pi (dx)}{4} \\
 &= \frac{20\text{m} \times 60 \times \pi (0,125 \text{ m})}{4} \\
 &= \underline{\underline{14,8 \text{ Kubikmeter/min}}}
 \end{aligned}$$

In Anlage 1, Beispiel 1 haben wir einen Luftverbrauch von 116,4 Kubikmeter/min errechnet. Dieses würde für die Gesamtdauer der Bohrung einen Luftverbrauch von **838.080** Kubikmeter Luft beim herkömmlichen Bohrverfahren bedeuten.

Wie wir in Anlage 3, Beispiel 2 sehen, benötigen wir bei dem neuen Bohrverfahren nur noch 14,8 Kubikmeter Luft pro Minute.

Wir benötigen für unsere Bohrung nur insgesamt **106.560** Kubikmeter Luft.

Hieraus ergibt sich eine **Einsparung der Energiekosten um nahezu 87,4%**.

Das bedeutet gleichzeitig auch einen **Emulsionsausstoß, der sich um 87% verringert**.