

**Arbeitsbereich Fördern und Rückpressen von
Klärschlamm aus Schönungsteichen und Teichkläranlagen**

**Entwicklung und Erprobung einer neuartigen
Kolbenschlammpresse für die Entwässerung von
Klärschlamm in Kombination mit einem vorhandenen
Schlammrührgerät für Teiche und Teichkläranlagen**

**Bericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem AZ: 16399 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

von

Schlosser- und Maschinenbaumeister Jürgen Skerhutt

Januar 2006

Inhaltsverzeichnis

- 1 Projektbeschreibung in Kurzform
- 2 Projektskizze
- 3 Erklärung zur Projektskizze
- 4 Zwischenbericht
- 5 Bilderserie der einzelnen Versuchsreihen
- 6 Skizze und Berechnungen zu den Versuchen
- 7 Darstellung des Bewilligungsempfängers
- 8 Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Projektbeschreibung in Kurzform

Obwohl die Schlammwässerung heute keine Probleme bereitet, ist die Schlammwässerung von Teichkläranlagen und Dorfteichen spezifisch -mit den bekannten Entwässerungsanlagen- ökonomisch und ökologisch nur begrenzt durchführbar.

Es ist geplant, eine einfache, leichte und relativ kleine Kolbenpresse für Teichschlamm zu entwickeln.

Insbesondere soll die neue Schlammpresse genau angepaßt sein an das im Einsatz befindliche Schlamm-Räumgerät, welches von der Bundesumweltstiftung gefördert wurde und gute Ergebnisse erzielt.

Die Schlammpresse soll zunächst nicht die bekannten Schlammpressen ersetzen, sondern in Ergänzung die Schlammräumung aus Teichen umweltschonend und kostengünstiger gestalten. Geplant ist, durch die Erweiterung der Dienstleistung Gemeinden und Kommunen die notwendige Entschlammung zu erleichtern.

Weitere Informationen Pos. 1 bis Pos. 6 sowie der Patentschrift mit Skizze.

1. Allgemeine ökologische Umweltbelange

Bezug nehmend auf die Klärschlammverordnung des Bundes und den Ausführungen des damaligen Bundesumweltministers sowie dem Verfasser "Klärschlamm 2000", sei an dieser Stelle zunächst erinnert an die Haushaltssituation der Gemeinden und Kommunen.

Aus diesem Blickwinkel der technischen und wirtschaftlichen Schlammbehandlung -hier insbesondere von Teichkläranlagen, Dorfteichen und Gewässern- wurde durch die Bundesumweltstiftung das in enger Zusammenarbeit Nacke / Klawa entwickelte - Schlammräumgerät - gefördert.

Das Gerät ist mit gutem Erfolg auf diversen Teichen eingesetzt worden und die Erwartungen an das Schlammräumgerät wurden sogar übertroffen (s. Erprobungsbericht und Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt).

Das Schlammräumgerät (s. Fotos) bzw. die Neugeräte (s. Perspektive) schont die Teichbiocenose und hinterläßt keine Umweltschäden im Zuge von Teichentschlammungen.

2. Schlamm aus Teichen und die Entwässerung

Wie vor beschrieben, und auch dargestellt, ist das Auspumpen des Schlammes aus Teichen technisch ohne Probleme machbar. In 1998 sind mit dem Gerät mehrere Teiche entschlamm worden, der gepumpte Schlamm hat eine Konsistenz von bis zu 7 % Trockensubstanz im Wasser.

Eine deutliche Frage von den Kommunen und Gemeinden wurde immer wiederkehrend gestellt: " Wie kann man kostengünstiger den Schlamm entwässern ?"

D.h., die Entwässerung von gepumptem Teichschlamm kostet heute ca. DM 20,- bis DM 22,- pro Kubikmeter Schlamm. Im einem Klärteich lagern durchschnittlich 1500 m³ bis 2000 m³, häufig auch bis zu 5000 m³ in hintereinandergeschalteten Klärteichen. Allein die Entwässerung von ca. 5 % TS auf ca. 25 % TS verursacht Kosten von ungefähr DM 50.000,00 bis DM 60.000,00 und wird in dieser Kostenhöhe von den Kommunen usw. abgelehnt.

Neben den hohen Gesamtkosten spielt die praktische Durchführung der Entwässerung vor Ort eine entscheidende Rolle, da die Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen nur noch eingeschränkt erfolgen kann.

3. Entwässerungsanlagen

Siebbandpressen, Dekanter und Filterkammerpressen sind heute Stand der Technik und erreichen gute Entwässerungsergebnisse.

3.1. Siebbandpressen

sind bestückt mit 2 übereinanderlaufenden Siebbändern. Der zu entwässernde Schlamm gelangt zwischen die beiden Siebe und wird gleichmäßig im Zwischenraum verteilt, wobei eine leichte "Pressung" erfolgt. Der zunehmende Preßdruck leitet die Entwässerung ein.

3.2. Dekanter

oder auch Zentrifuge genannt, arbeitet mit einem konischen Zylinder, der sich mit bis zu 5600 U/min. dreht. Der eingeleitete Klärschlamm trennt sich anteilig vom Wasser. Eine eingebaute, ebenfalls konische Schnecke fördert den eingedickten Schlamm kontinuierlich aus dem Dekanter heraus.

3.3. Filterkammerpressen

sind alte bekannte Anlagen der Industrie, z.B. der Zuckerindustrie usw. und eignen sich auch für Klärschlamm. Vereinfacht erklärt, bestehen die Anlagen aus vielen Filtertaschen mit Rahmen und Filtertüchern, in die der Schlamm eingepumpt wird. Eine starke hydraulische Kolbenpresse drückt die einzelnen sog. Filterkammern aneinandergereiht, langsam zusammen (s. Anlage).

Historisch haben alle drei Systeme eines gemeinsam, sie wurden für die Industrie entwickelt und nicht - wie oftmals angenommen - spezifisch für Klärschlamm.

Weitere Einzelheiten ergeben die beigefügten technischen Datenblätter.

Die drei Systeme arbeiten gut, wobei differenziert durchaus unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden. Der Aufwand, der getrieben werden muß, ist jedoch relativ hoch.

Teichschlamm aus Teichkläranlagen läßt sich mehr oder weniger gut entwässern, wobei Filterkammerpressen nicht immer die Erwartungen an die Entwässerungsqualität bestätigen.

Ob ein System wirtschaftlich ist, kann nur zwischen den drei Verfahren verglichen werden (s. Anlage).

Herausgestellt sei die generelle Investition, denn bereits 1984 kostete eine Zentrifuge z.B. von Alfa-Laval ca. DM 275.000,00 (s. Anlage).

Neben den aufgeführten technischen Unterschieden, d.h. der räumlichen Größe der Anlagen, einschließlich des doch hohen Gewichtes, werden mobile Entwässerungssysteme in aller Regel auf Sattelauflegern montiert und benötigen entsprechend befestigte Straßen und Wege. Der Aufstellplatz bedarf einer relativ hohen möglichen Flächenbelastung, wobei der Stromanschluß 150 kW oft überschreitet.

Diese sog. "Infrastruktur" für die Schlammmentwässerung und vergleichbare Parameter

- Wahl des Systems
- Größe und Gewicht der Anlage
- Platzbedarf vor Ort
- Vorentwässerung - ja oder nein ?
- vorhandener Platz neben dem Teich
- spezifische Kosten pro Qubikmeter geförderten Schlamm,

Im Zusammenwirken mit der Schlammräumung aus den Teichen, lassen die drei Entwässerungssysteme für die Teichentschlammung als ungeeignet erscheinen. Z.Zt. gibt es keine leichten und kostengünstigen Entwässerungsanlagen für die Belange der Teichschlammmentwässerung. Hinzu kommt, daß vor Ort das Gelände, die Zuwegungen, Böschungen der Teiche und Stellplätze in 50 % aller Fälle nicht erreichbar sind für die beschriebenen Entwässerungsanlagen.

4. Projektskizze

Die Praxis stellt folgende Anforderungen :

- kleines und leichtes Gerät für die Schlammentwässerung
- montiert -wennmöglich- auf einem PKW-Anhänger
- Transportgröße sowie Transportgewicht abgestimmt auf die Belange von Teichkläranlagen
- Betriebskosten, ggf. Anschaffungskosten, auf ein Minimum reduzieren
- Platzbedarf gegenüber bekannten Anlagen erheblich geringer auslegen in konstruktiver Auslegung - auf das Schlammräumgerät !
- Kostenrahmen in relativem Maß der Wirtschaftlichkeit

Als weitere Zielsetzung :

- wenn techn. möglich, ohne Flockungsmittel auskommen
- ggf. nicht nur für Teichkläranlagenschlamm
- sonstige, verfahrenstechnische Maßnahme (Vorentwässerung) usw.

Anhand der Zeichnung soll die technische Wirkungsweise verdeutlicht und erklärt werden.

Der zu entwässernde Rohschlamm gelangt in einen Zylinder und wird mit einem Kolben unter Druck gesetzt. Der wichtigste Teil der kompletten Anlage ist das wasserdurchlässige Sieb im Kolbenboden.

Der in der Skizze dargestellte Kolben, angetrieben mit einem einfachen Kurbeltrieb, setzt den Rohschlamm unter Druck, wobei die gleichzeitige Vorwärtsbewegung eine Volumenreduzierung im Zylinder verursacht. Im gleichen Maße preßt Wasser durch das Sieb und fließt aus der Anlage heraus.

Die Maschenweite oder Spaltweite des Siebes verhindert, daß grobe Schlammteile ausgepreßt werden. Die erforderliche Gegenkraft wird erreicht mittels eines Schiebers, insbesondere eines Quetschventiles, welches in der sog. oberen Totlage am Zylinder angeflanscht ist (s. Anlage).

Die Steuerung des Verfahrens, Hubgeschwindigkeit, Preßkraft und Öffnung des Quetschventiles, kann an dieser Stelle nur als konstruktive Möglichkeit dargestellt werden und muß im Zuge von Vorversuchen und Versuchsentwässerungen mittels einer SPS-Steuerung ermittelt werden.

Bisherige konstruktive Detailösungen gehen von Stück 2 Getriebemotoren aus, die direkt auf die Kurbelwelle wirken.

Eine umfangreiche Untersuchung wird erforderlich sein für die Siebreinigung im Kolbenboden. Auch hier gibt es bereits Detailösungen; entweder das Drehmoment gibt die Reinigung des Siebes vor, da der Rohschlamm nicht komprimierbar ist und bei Verlandung das Antriebsmoment Grenzwerte erreicht, um eine Siebreinigung einzuleiten. Eine andere Verfahrensweise wäre eine mechanische Reinigung des Siebes in der Vorwärtsbewegung usw.

5. Ziel des Projektes und umweltentlastende Effekte

Die wirtschaftlichen Kostenansätze der Teichentschlammung haben nicht unerheblich Einfluß auf eine ordentliche Reinigungsleistung von Teichkläranlagen.

Die Richtlinien für Teichkläranlagen besagen - bei ca. 20 % der Höhe des Wasserstandes muß anfallender bzw. sedimentierter Schlamm aus den Klärteichen ausgepumpt werden. Kommunen und Gemeinden wurden über die Zusammenhänge nur selten aufmerksam gemacht bzw. auf die Folgen hingewiesen! Der alte, bis zu 15 Jahre gespeicherte Teichschlamm hat ein latentes Rücklösungspotential und belastet letztlich die Vorfluter und Fließgewässer. Die wirtschaftliche Schlammabeseitigung, im vernünftigen Kostengefüge sowie technischen Verhältnis, erfordert ein konstruktiv neues System.

Das Ziel ist, eine Kolbenschlammpresse konstruktiv so zu gestalten, um nach Möglichkeit alle Anforderungen der Teichschlammabwässerung ökologisch und ökonomisch zu erreichen.

Kommunen und Gemeinden müssen besser und schneller in die Lage versetzt werden, Teiche nach den einschlägigen Vorschriften zu betreiben, um nachweislich bereits eingetretene Umweltbelastungen zu verhindern.

Mechanische Kolbenschlammpresse für Klärschlamm

Die allgemeine technische Entwässerung von Klärschlamm ist heute kein Problem, aber absolut unwirtschaftlich. Im Zuge von Klärteich-Entschlammungen spielen diese hohen Entwässerungskosten eine entscheidende Rolle. Viele, bis zu 15 Jahre nicht entschlammte Klärteiche in Deutschland verschlechtern die Ablaufqualität des Abwassers, da die Entschlammung aus ökonomischen Gründen sehr oft unterbleibt. Die Schlammabsaugung aus den Teichen ist kostengünstig mit dem Schlammräumgerät G 94 02 310.7 durchführbar, aber die Entwässerung, z.B. am Ufer eines Teiches, in 80 % aller Fälle zu kostenträchtig. Insbesondere bei der Klärteich-Entschlammung erfährt die schlechte Handhabung der Entwässerungsmaschinen, sowie das hohe Eigengewicht, Grenzen. Die Bereiche um den Teich sowie Feldwege zu den Teichen tragen derart hohe Maschinengewichte nicht. Die Entschlammung erfordert eine schnelle Entwässerung, ganzjährig, mit leichten angepaßten Geräten. Der ausgepumpte Teichschlamm unterliegt bestimmten biologischen, chemischen und physikalischen Gesetzesmäßigkeiten und wird als Sediment mit bis zu 20 % TS vom Teichboden aufgenommen, unter Wasser aufbereitet und mit ca.5 % TS ans Ufer gepumpt. Eine Entwässerung des Teichschlammes ist aus ökologischen Gründen notwendig, da die Ausbringung des Teichschlammes auf landwirtschaftliche Flächen nur noch begrenzt, wenn überhaupt, möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Klärschlamm -insbesondere Teichklärschlamm - nach dem Auspumpen mit einer einfachen, leichten und kostengünstigen, technischen Entwässerungsanlage zu entwässern. Der Klärschlamm gelangt in ein zylindrisches Rohr und wird mittels eines Kolbens - vergleichbar, wie im Otto-Motor - unter Druck gesetzt. Ein wasserdurchlässiges Sieb im Kolbenboden bewirkt durch die Vorwärtsbewegung des Kolbens die "Auspressung" des Wassers. Der steuerbare Friktionsdruck öffnet ein sogenanntes Quetschventil, welches zunächst den Zylinder verschlossen hält und läßt langsam den entwässerten Schlamm passieren. Der Kolben erreicht den oberen Totpunkt, kehrt um, und im Zylinder entsteht durch die Rückwärtsbewegung des Kolbens ein leichter Unterdruck. Die einströmende Luft reinigt beim Durchgang das Entwässerungssieb im Kolbenboden. Konstruktiv schließt sich nach dem Quetschventil ein Schlamm-Transportrohr an.

Der Vorteil der Kolben-Druckerhöhung liegt in der geringen Baugröße im technischen Vergleich zu bekannten Entwässerungsanlagen. Die Arbeitsparameter - Hubgeschwindigkeit, Friktionsdruck, Öffnungszeitpunkt der beiden Steuerventile, Schlamm einlaß und die Selbstreinigung des Kolbensiebes werden vorzugsweise durch eine entsprechende elektrische Steuerung eingestellt und ist Stand der Technik.

Das besondere Merkmal der Arbeitssteuerung bewirkt bei der Inkompressibilität des Schlamm-Wassergemisches und Verschlammung des Kolbenbodensiebes sowie einem überproportional ansteigenden Druck, die Rückwärtssteuerung des Arbeitskolbens für eine Zwischenreinigung des Siebes. Die Zwischenreinigung oder die Arbeitsspielreinigung des Kolbensiebes kann zusätzlich mit hohem Wasserdruck (Hochdruckwasserreinigung) erfolgen.

Anhand von einem Ausführungsbeispiel - in vereinfachter Darstellung, wird der konstruktive Aufbau erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 - Schnitt durch die Kolbenschlammpresse

- 5 Das Kurbelwellengehäuse (1) mit der eingebauten Kurbelwelle (2) und Pleulstange (3) bilden das Antriebssystem für den Kolben (7). Der an dem Kurbelwellengehäuse (1) angeflanschte Zylinder (8) hat an seinem gegenüber dem Kurbelwellengehäuse (1) befindlichen Ende ein Quetschventil (9) und dem sich anschließendem Schlammtransportrohr (10)

- 10 Der Zylinder (8) mit seinem vor- bzw. zurückfahrenden Arbeitskolben, d.h. der oszillierende Arbeitskolben (6) ist kolbenbodenseitig mit einem wasserdurchlässigen Sieb (7) und Kolbenringen für die Abdichtung ausgerüstet. Der Arbeitskolben (6) durchfährt den Zylinder (8) mit dem gekennzeichneten Hub. Das derart entstehende Hubvolumen pro Arbeitsspiel steht dem einströmenden Schlamm-Wassergemisch durch die Rohrleitung (4) und dem Schieber (5) zur Verfügung.

- 15 Der Arbeitskolben (6) erhält seine Vorwärtsbewegung durch die Kurbelwelle (2) und Pleulstange (3) und setzt das Schlammwassergemisch unter Druck.
- 20 Die Vorwärtskraft des Arbeitskolbens (6) bewirkt gleichzeitig eine Presskraft, die das Überschußwasser aus dem Schlamm durch das Kolbenbodensieb (7) drückt; gelangt - wie dargestellt - Pfeile (15) in die Auffangwanne (11) unterhalb der Kurbelwelle (2). Die Wasserabteilung erfolgt mittels der angebrachten Rohrleitung (12).
- 25 Die erforderliche Gegenkraft erzeugt ein Quetschventil (9) (Stand der Technik), welches zunächst verschlossen, mittels Druckluft gehalten, bei einem bestimmten Arbeitsdruck im Zylinder (8) entlastet wird, und den unter Druck stehenden Schlamm passieren läßt.
- 30 Erreicht der Arbeitskolben (6) seine obere Totlage, d.h. das Ende des Arbeitshubes, entspannt sich der Pressvorgang, hervorgerufen durch das Quetschventil (9), und der Arbeitskolben (6) bewegt sich zurück. Die Rückwärtsbewegung erzeugt einen leichten Unterdruck im Zylinder (8), der Außenluft durch das Kolbenbodensieb (7) einströmen läßt.
- 40 Die Arbeitsspeilsteuerung erfolgt, für das Schlammwassergemisch, durch den Schieber (5), für den gepressten Schlamm bzw. Arbeitsgegenkraft, mittels dem Quetschventil (9). Die Betätigung beider Schieber (5) und (9) wird vorzugsweise mit Druckluft vorgenommen, die durch die Rohrleitungen (13) und (14) zuströmt.
- 45 Der Gesamtantrieb erfolgt mit einem Flansch-Getriebemotor (Stand der Technik, nicht dargestellt), direkt auf die Kurbelwelle (2), wobei der Getriebemotor reversibel ausgelegt ist (Stand der Technik). Die Reversion ist notwendig, um den Arbeitskolben (6) beim Erreichen einer maximalen Arbeitskraft, ggf. in der Vorwärtsbewegung umzusteuern in die Rückwärtsbewegung. In der Rückwärtsbewegung erfolgt je nach Belegung des Kolbenbodensiebes bereits eine Siebreinigung, wie vor beschrieben. Das Arbeitsspiel kann nach Umkehrung der Rückwärtsbewegung erneut fortgesetzt werden.

Schutzanspruch

Mechanische Kolbenpresse für Klärschlamm dadurch gekennzeichnet, daß Klärschlamm durch eine Rohrleitung (4 u.5) in einen Zylinder (8) gepumpt und mittels eines Kolbens (6) unter Druck gesetzt wird, um das im Klärschlamm enthaltene Wasser durch ein Sieb (7) im Kolbenboden, auszupressen (15).

Unteransprüche

1. dadurch gekennzeichnet, daß der entwässerte Klärschlamm gem. Schutzanspruch durch einen Schieber, insbesondere eines Quetschventiles (9) aus dem Zylinder (8), gedrückt und in ein Transportrohr (10) gelangt.
2. dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskolben (6) gem. Schutzanspruch mit einem Kurbeltrieb (2 u. 3) angetrieben und bewegt wird.
3. dadurch gekennzeichnet, daß die erforderliche Gegenkraft gem. Schutzanspruch durch ein Quetschventill aufgebracht und mit Druckluft gesteuert wird.



Boyer Weg
29229 Celle

Telefon 0 51 41 / ~~5 42 84~~ 946 010
Telefax 0 51 41 / ~~5 42 85~~ 946 013

~~Skerhutt GmbH, Boyer Weg 4-5, 29229 Celle~~

An die
Bundesumweltstiftung
z. Hd. Frau Alberts
An der Bornau 2
49090 Osnabrück

Deutsche Bundesstiftung Umwelt			
<i>16399 Fax Pro Sch.</i>			
Eing.: 01. FEB. 2002			
Anl.:			
GS	GS	JUS	PR
1	2	3	4

Celle, 06.02.2002

Bezug: AZ 16399

Betr.: Zwischenbericht über Entwicklung und Erprobung einer neuartigen mobilen Kolbenschlammpresse

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir möchten Sie über den Stand unserer Entwicklungsarbeit informieren und stellen Ihnen kurz Entwicklung und Stand vor.

Bei dem zu entwässernden Medium handelt es sich in erster Linie um pumpfähigen Teichschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt (TS) von 2%. Da in der Realität das Medium aber unterschiedliche Konsistenzen besitzt, mussten wir vom System der Kurbelschwinge abweichen.

Bei der jetzigen gradlinigen Kolbenführung mittels Hydraulikzylinder, ist eine Druckregulierung und somit eine Reaktion auf unterschiedliche Medien und Ihre Konsistenz möglich.

Das größte Problem war die Erstellung eines geeigneten Siebbodens, der es zulässt den niedrigen TS-Gehalt von 2% beim Pressen des Wasser-Schlammgemisches auf ca. 25-30% TS zu verdichten, gleichzeitig aber den großen Wasserüberschuss abfließen lässt. Dieses ist uns nach vielen Nebenversuchen gelungen.

Wir haben im letzten Versuch ein Wasser-Schlammgemisch von etwa 2-3% TS-Anteile auf 35-50% TS verdichtet.

Bevor wir jetzt jedoch mit dem Bau im Original beginnen, wollen wir noch eine Versuchsserie fahren um die letzten Ergebnisse noch einmal bestätigt zu bekommen.

Sobald diese Ergebnisse vorliegen, teilen wir sie Ihnen umgehend mit.

Als Anlage erhalten Sie diverse Konstruktionsskizzen und eine Fotodokumentation der Versuchsreihen.

Mit freundlichen Grüßen

Skerhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Weg 4-5
29229 Celle
Tel. 051 41/9460 10
Fax 051 41/9460 13

$$L_1 = 1000$$

$$\text{Stausäulenmaß} = \frac{L_1}{2} = 500$$

Realtrohr

$$L_2 = 400$$

$$\text{Staus.} = \frac{L_2}{2} = 200$$

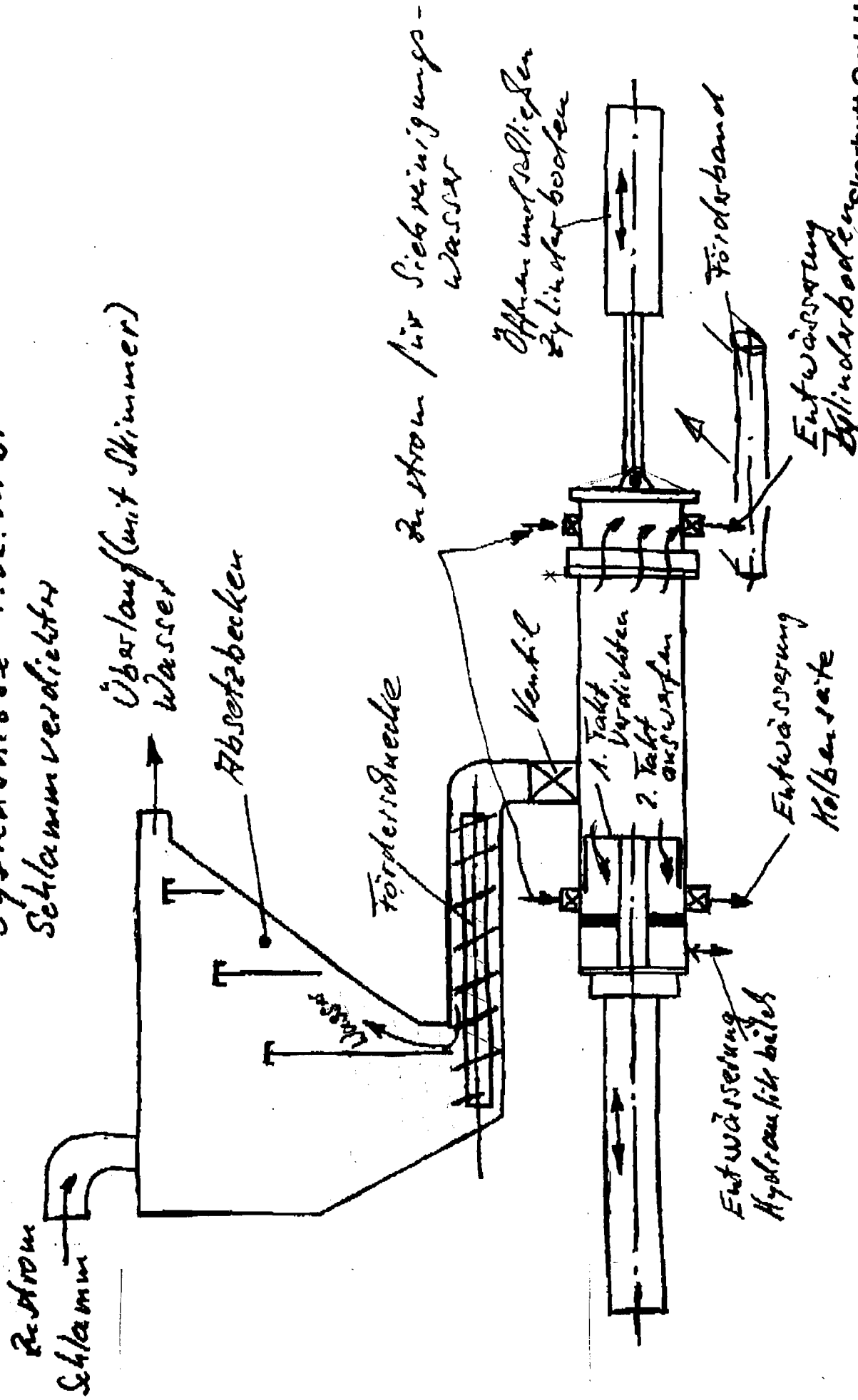
$$d_2 = \varnothing 200$$

Testrohr

$$d_1 = \varnothing 500$$

$$\text{Proportionalen} \frac{\text{Realtabmaße}}{\text{Testabmaße}} = \frac{1}{2,5}$$

Systemskizze 7.02.01 br
Schlamm verdichten



Skerhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Weg 4-5
29229 Celle

7.2.01 br

Systemskizze 14.2.01 br

Schlammpresse / Filtereinheit

Spülwasser für Filter

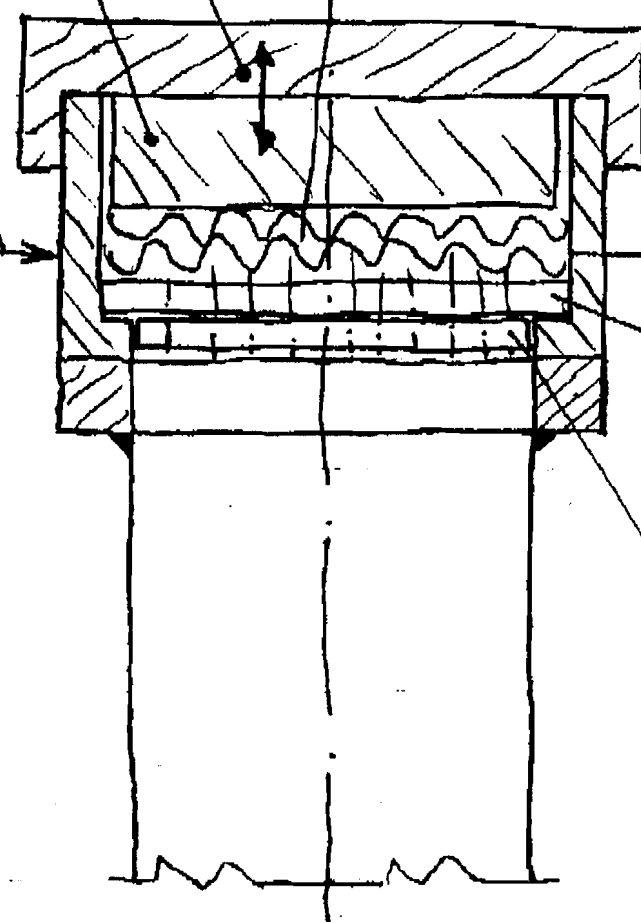
Distanzplatte zur Filterver-
einzelung

Bewegliche Kompressierplatte,
dadurch ist der Filter einstellbar
und auch spülbar! (Entspannt
Zustand.)

Filtermatte

... als Feintriebseinheit!

Durch grob- und Feintrieb
ist die Anlage auf jede
Schlammkonsistenz ein-
stellbar.



Abwasser

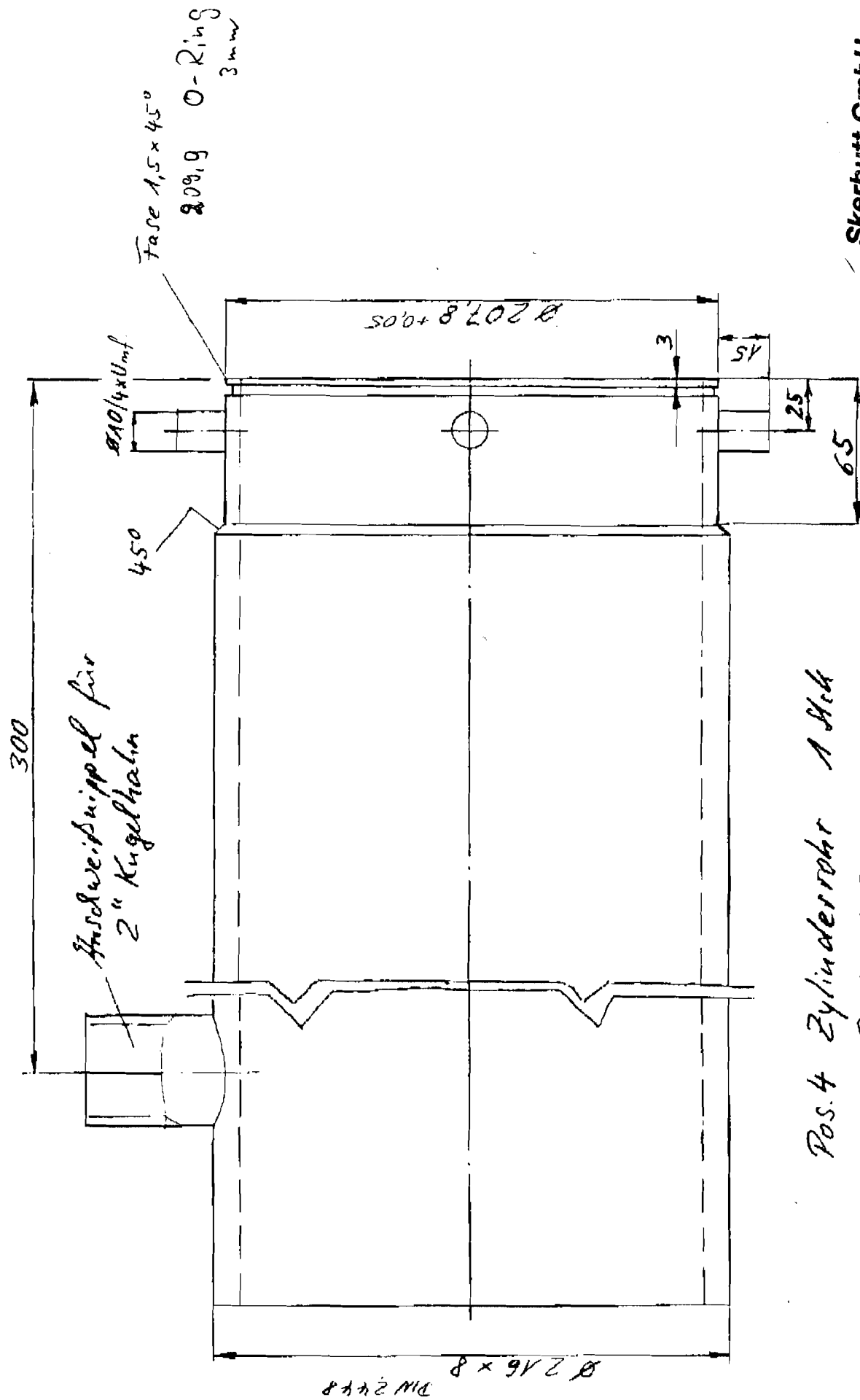
Drehbar
Lochschraibe

feststehende

Lochschraibe als Grobsieb einheit.

Tandemanlage um
auffallendes Volumen
zu verarbeiten!

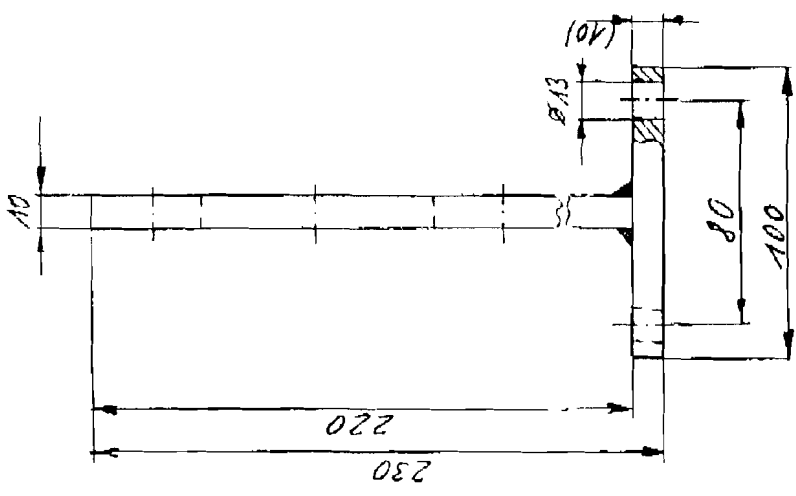
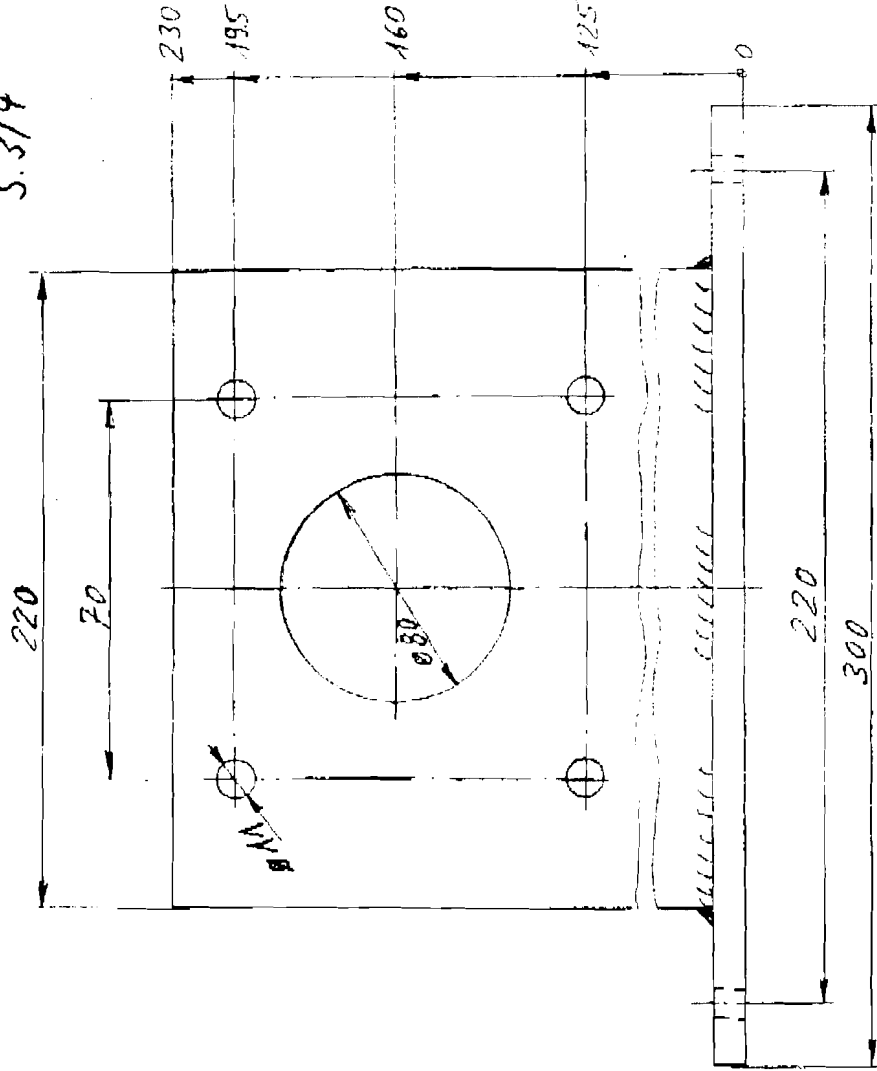
S. 2/4



Pos. 4 Zylinderrohr 1 Stk
DIN 2448

Skerhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Weg 4-5
29229 Celle

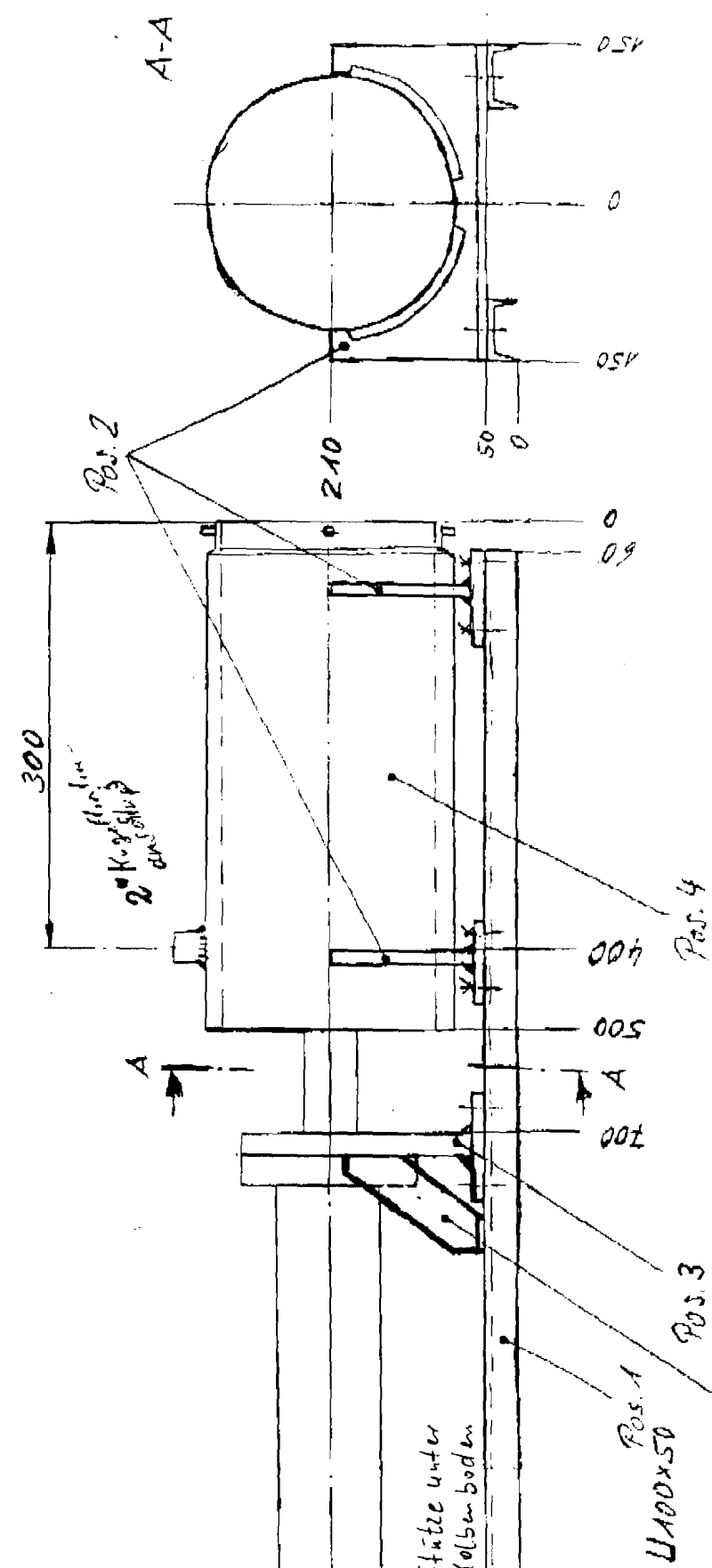
S. 3/4



Pos. 3 Zylinderaufnahme 1 Stk
 12.3.01/87 SH 37

Skerhutt GmbH
 Maschinen-, Metall- und Anlagenaufbau
 Boyer Weg 4-5
 29229 Celle

x. 001x41 J160As

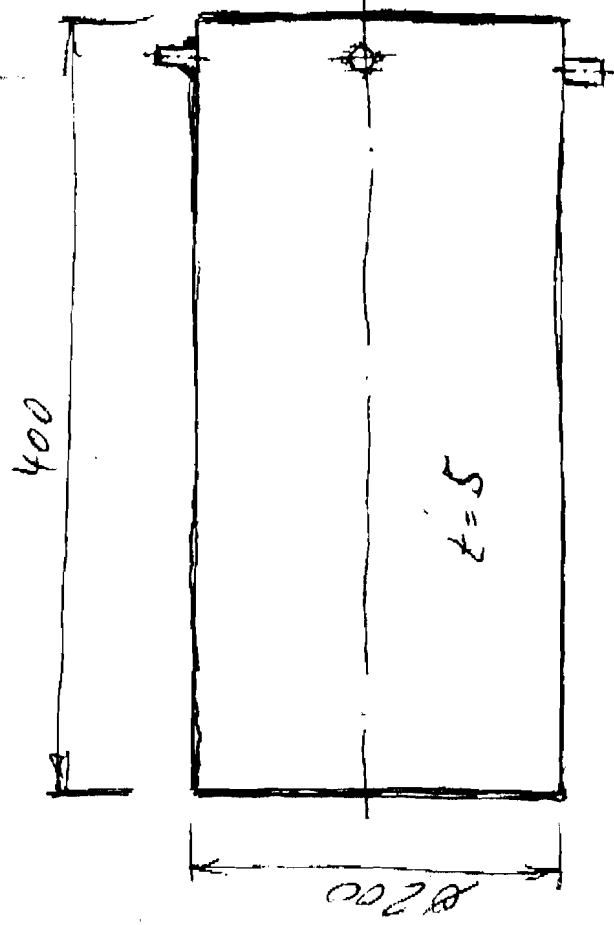
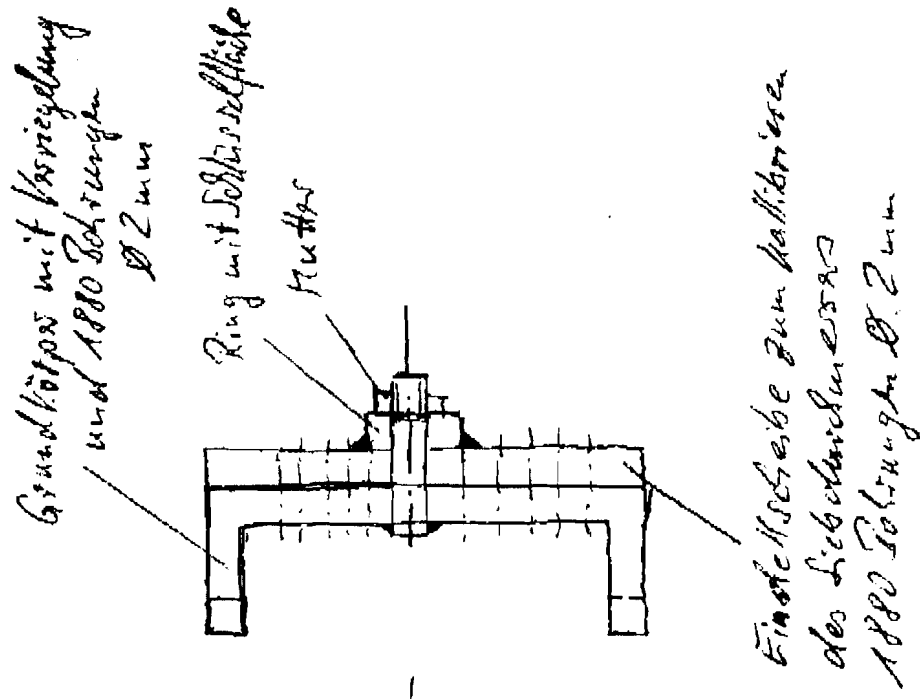


Testeinheit I
 Schlammpresse
 12.3.01/R

im Anforderungs-
 seite anbringen.

Grober Lösungsvorschlag v. 27.2.01/JS

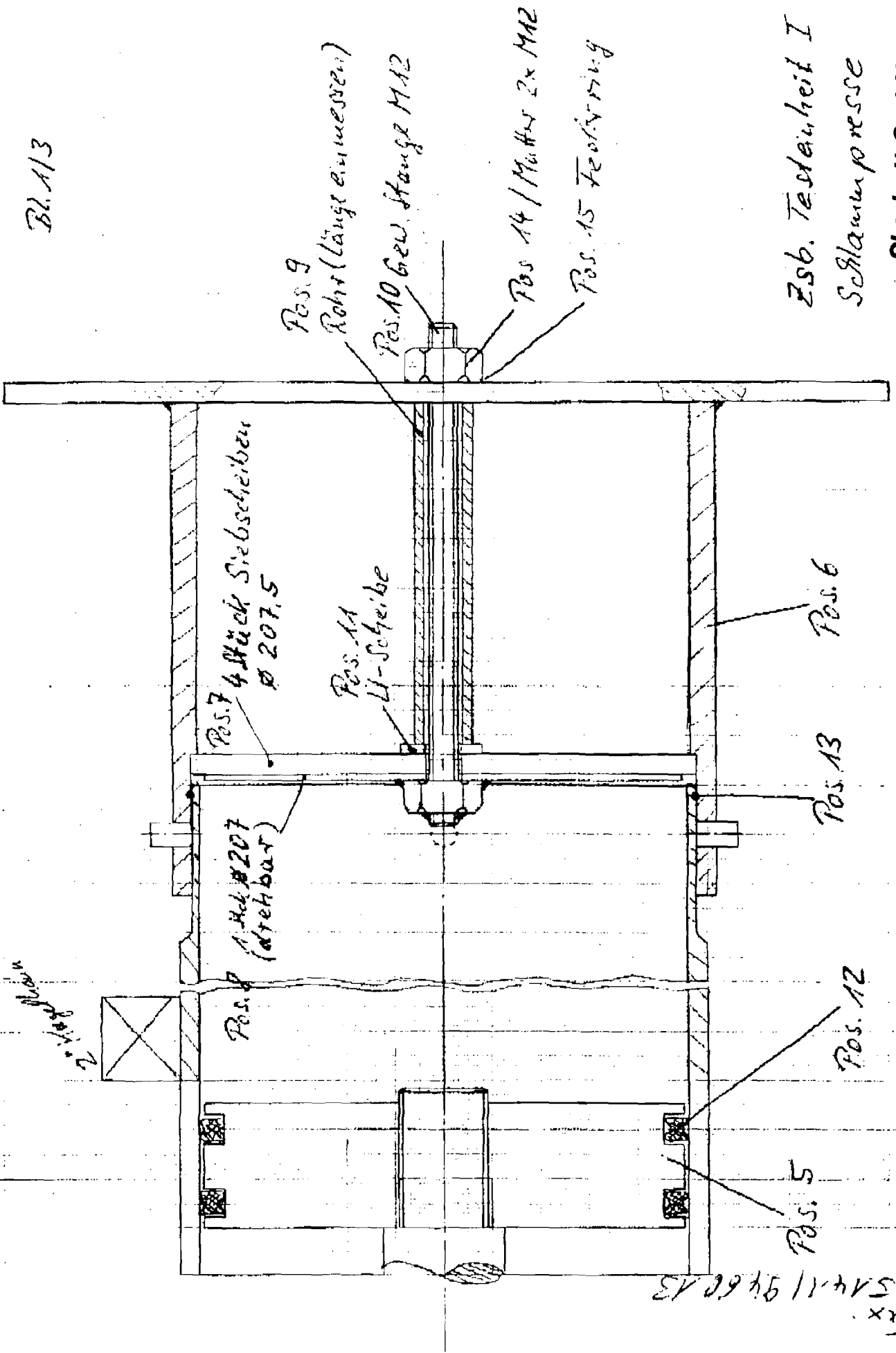
Es ergibt sich folgende Geometrie des Tankkörpers:



Fax: 05141/946013

Z. Hdt. H. Skerhutt

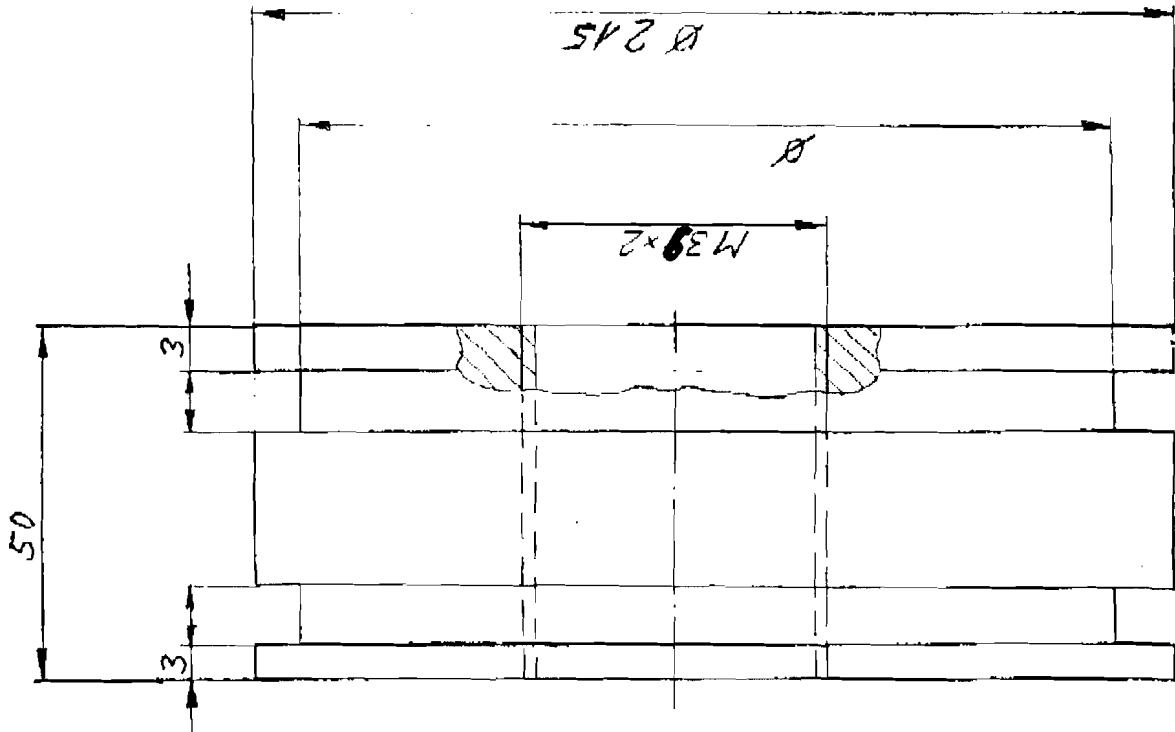
Bl. 1/3



Zsb. Testeinheit I
Schlammpresse

Skerhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Weg 4-5
29229 Celle

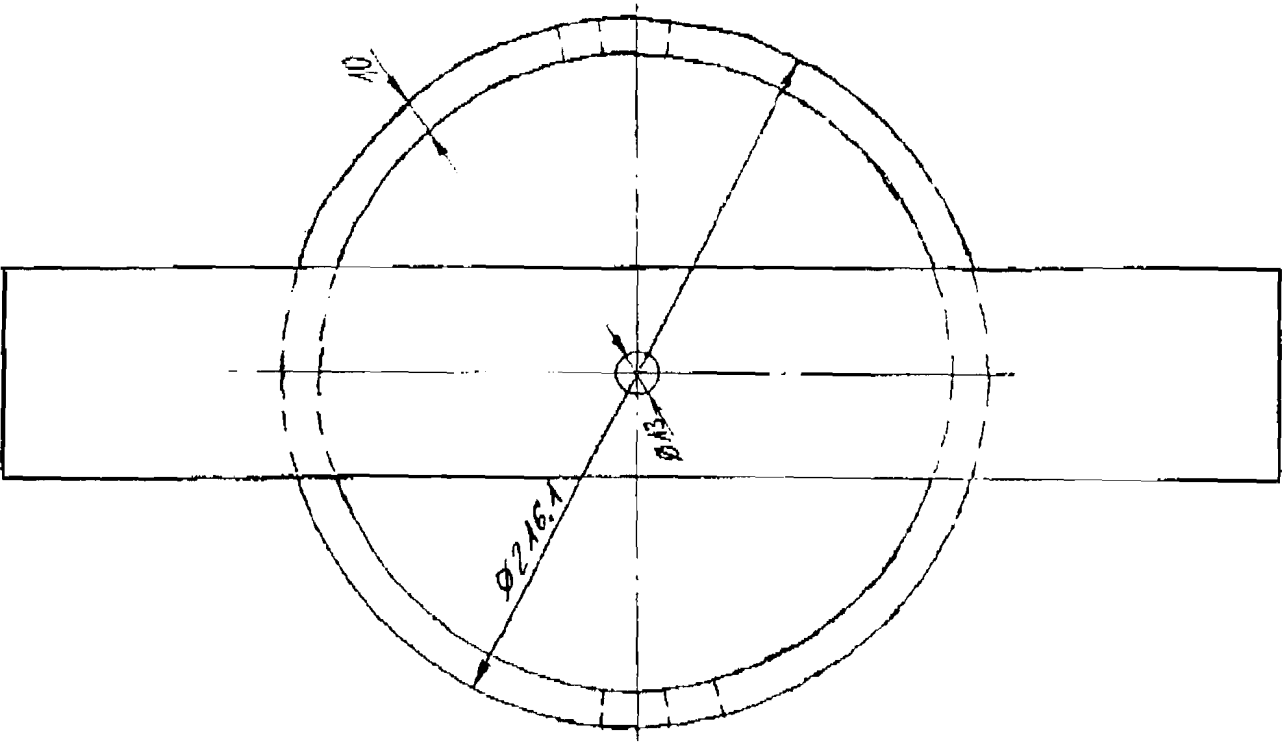
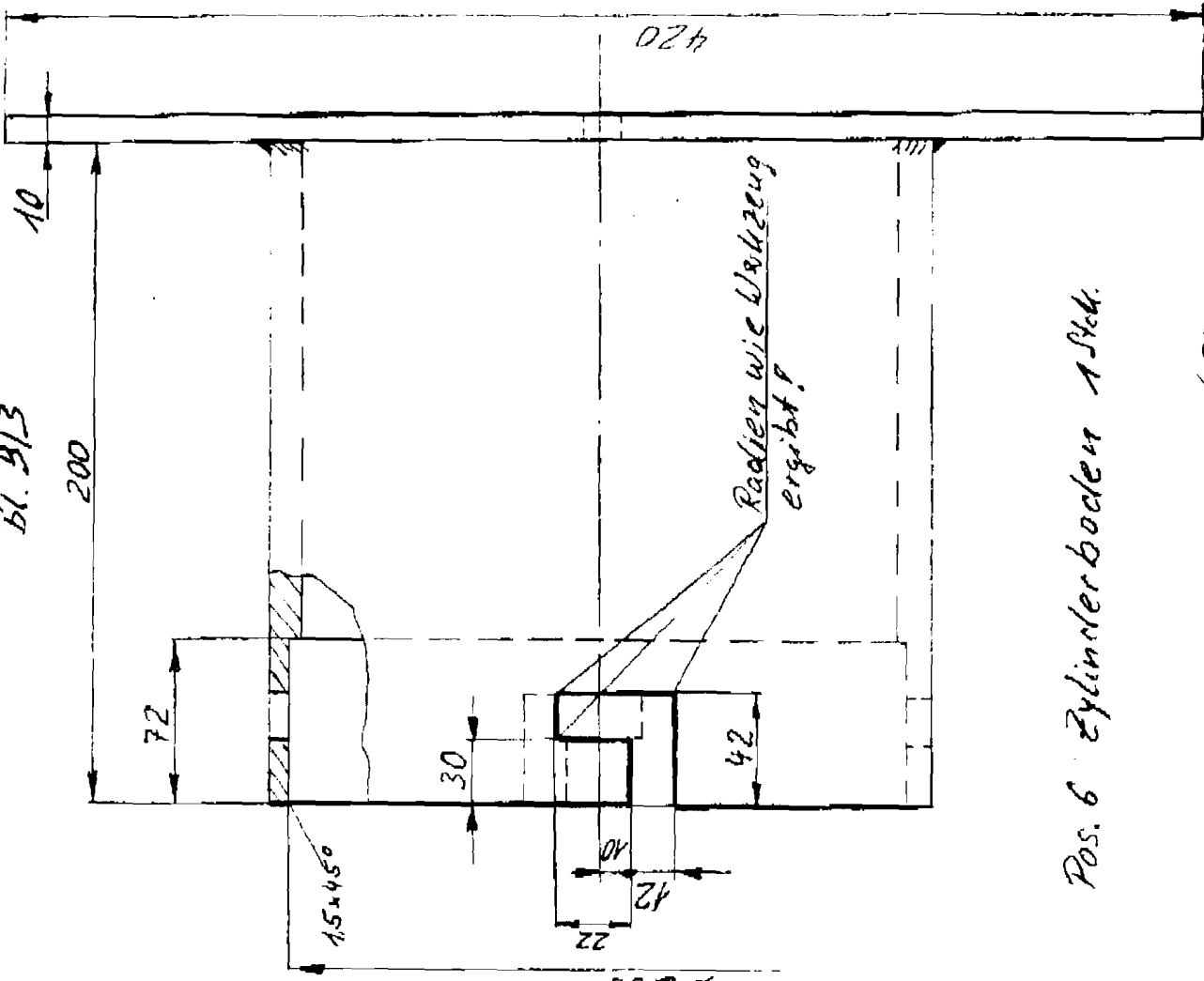
Bl. 2/3



Pos. 5 Kolben 1 Stk.
St 37 oder Aluminium

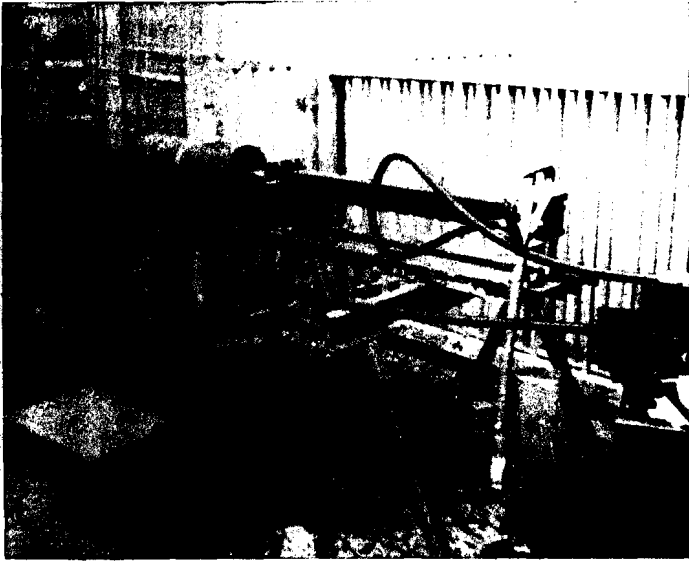
Skerhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Weg 4-5
29229 Celle

Bl. B/3



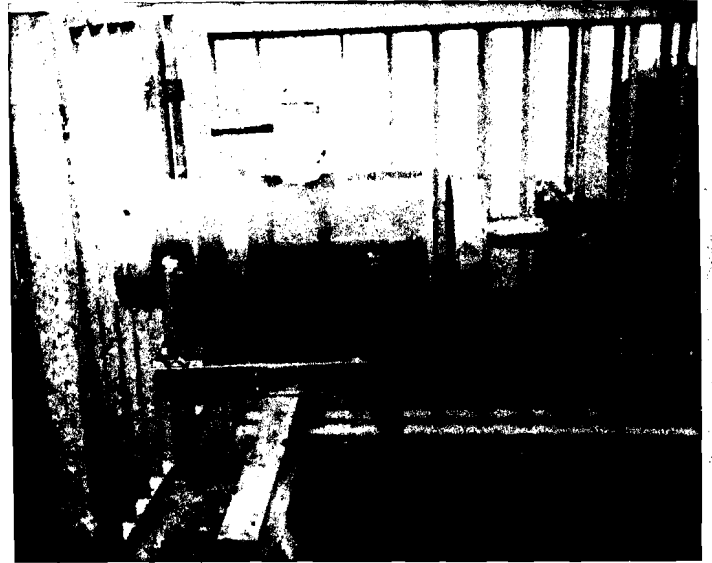
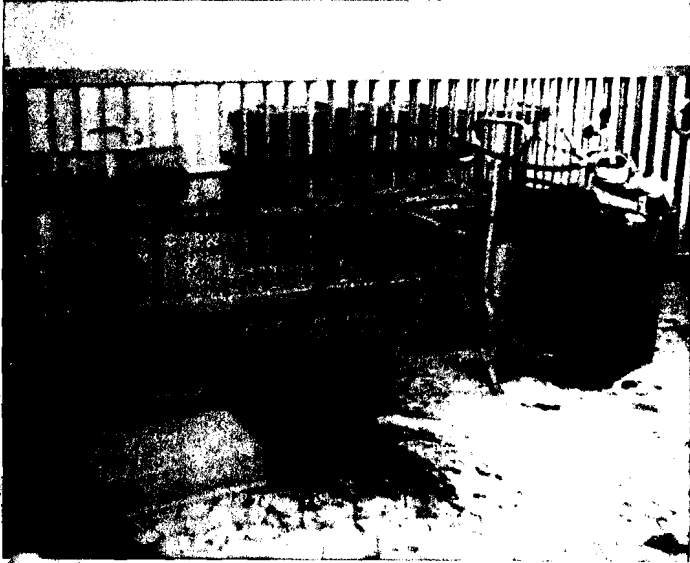
Pos. 6 Zylinderboden 1 Stk.

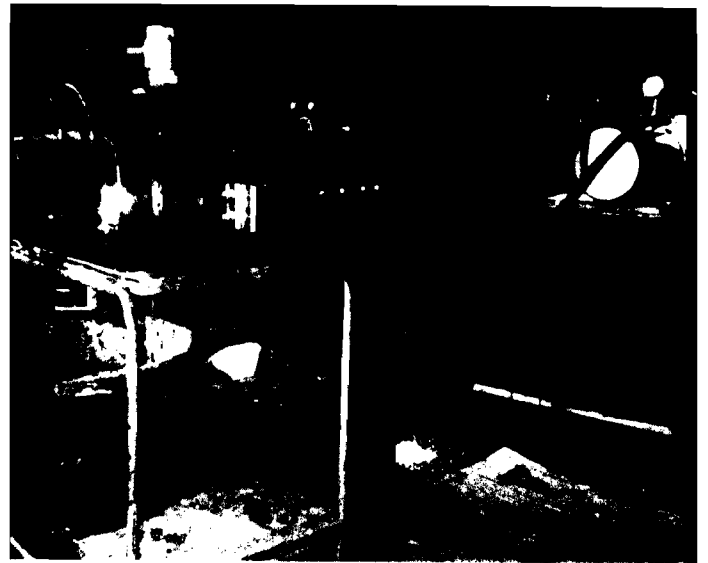
✓ Skerhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Maschinenbau
29229 Celle



1. + 2. Versuchsreihe

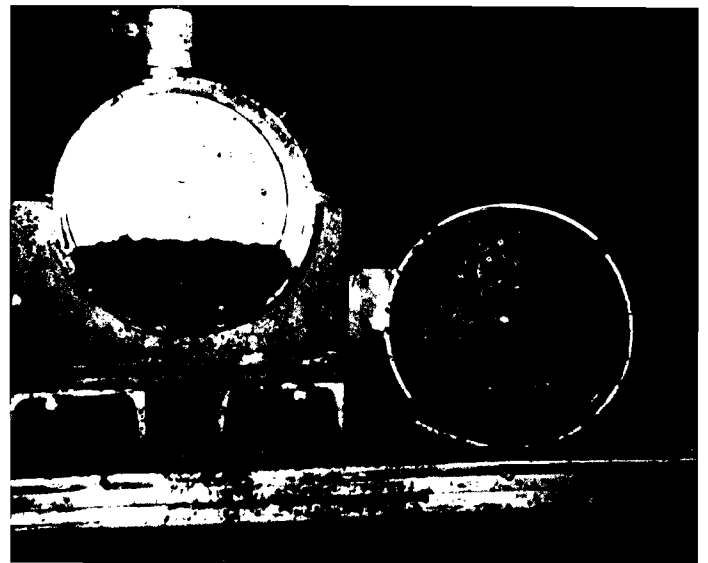
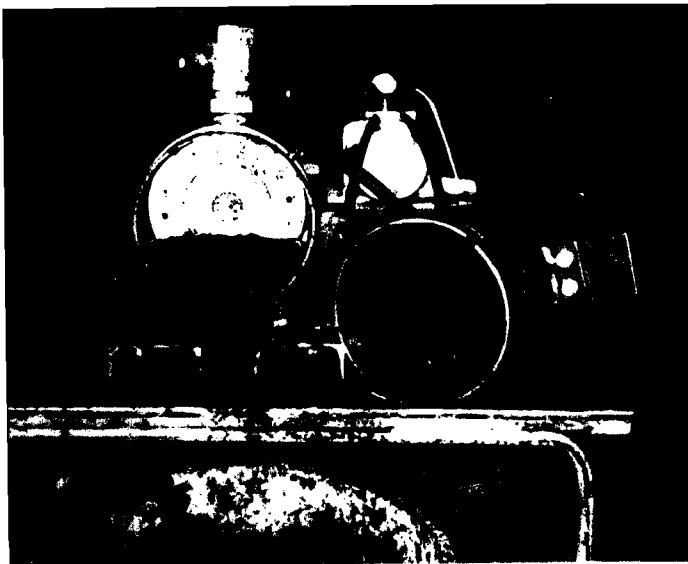
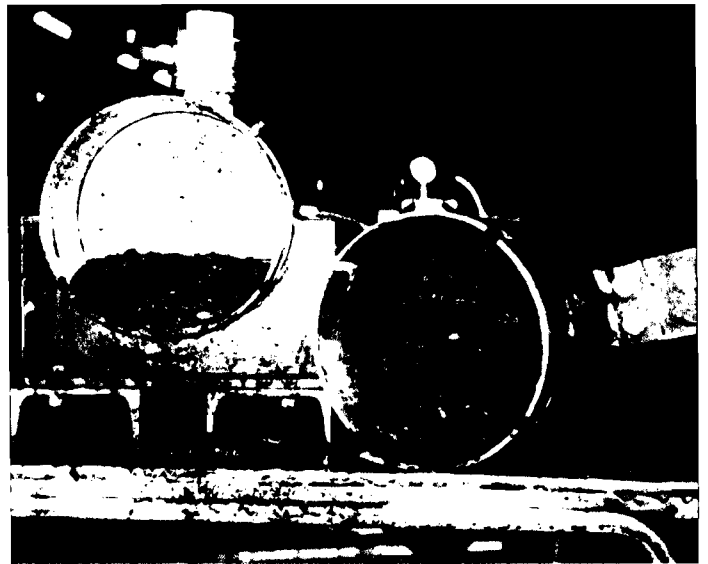
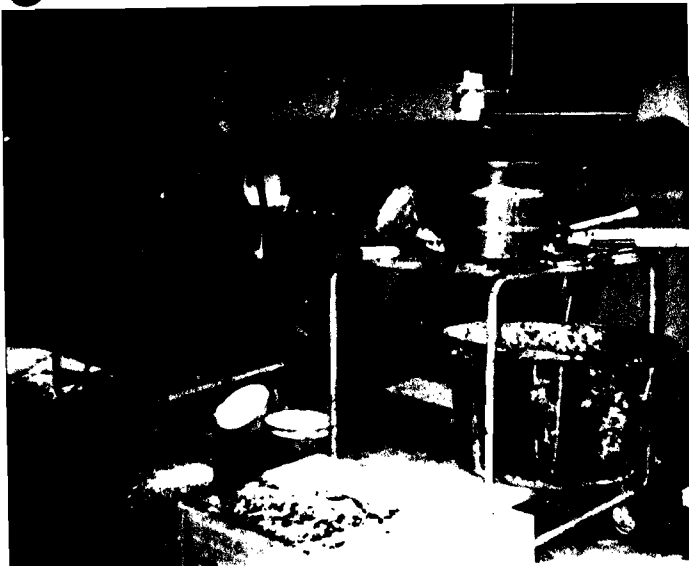
Skerrhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Weg 4-5
29229 Celle





3. + 4. Versuchsreihe

Skerrhutt GmbH
Maschinen-, Metall- und Anlagenbau
Boyer Weg 4-5
29229 Celle



∅ 420 = 132
 ∅ 440 = 138 ⇒ Lochabstand 10 mm bei Realrohr
 ∅ 460 = 145
 ∅ 480 = 151
~~ansonst~~

∅ 40 = 13
 ∅ 60 = 19
 ∅ 80 = 25
 ∅ 100 = 31
 ∅ 120 = 38
 ∅ 140 = 44
 ∅ 160 = 50
 ∅ 180 = 57
 ∅ 200 = 63
 ∅ 220 = 69
 ∅ 240 = 75
 ∅ 260 = 82
 ∅ 280 = 88
 ∅ 300 = 94
 ∅ 320 = 101
 ∅ 340 = 107
 ∅ 360 = 113
 ∅ 380 = 119
 ∅ 400 = 126

Lochabstand 10 mm
 $\varnothing 5 \text{ mm} \Rightarrow A = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot n}{4} = \frac{\pi \cdot 5 \text{ mm} \cdot 3,14}{4}$
 $A = 19,6 \text{ mm}^2 = 0,196 \text{ cm}^2$

$\Sigma \text{ Bohrungen} = 1880 \text{ bei } \varnothing 5 \text{ mm} \Rightarrow$
 $\Sigma \text{ Entwässerungsfläche} = 1880 \cdot 0,196 \text{ cm}^2 = 368,48 \text{ cm}^2$
 $\Rightarrow 368,48 \text{ cm}^2$

Bei 1/4 Bohrungsdruckmesser
 (Entwässerungspfeife)
 $92 \cdot 12 \text{ cm}^2 = 92,12 \text{ cm}^2$
 $\Rightarrow \text{Entwässerungs} \varnothing 1,085 \text{ mm}$
 $= \text{Bohrungs} \varnothing 2,15 \text{ mm}$

~~2250~~ = 21
~~5526~~
~~2140~~
~~5545~~ = 43,7
~~1880~~ = 142,2

~~3,14~~
~~1880~~ = 142,2

① Berechnung der Entwässerungsfläche "Reaktor":

Lochkreis, Ø 40, Lochabstand $100\text{mm} = 13$ Bohrungen
Lochkreis, Ø 40
 $100\text{mm} = 151$
(Lochkreis um 20mm abgerundet)
± Bohrungen 1880

② Entwässerungsfläche max bei Bohrungen Ø 5mm

$$A_{\text{Loch}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19,6 \text{ mm}^2 / \text{Bohrung}$$

$$A_{\text{Bohr}} = 19,6 \text{ mm}^2 \cdot 1880 = 36848 \text{ mm}^2$$

$$\text{Entwässerungsfläche max} = 36848 \text{ mm}^2$$

③ Bei 4 Bohrungen Ø = Entwässerungsfläche max

$$A_{\text{Bohr}} = \frac{36848}{4}$$

$$A_{\text{Bohr}} = 9212 \text{ mm}^2$$

$$\text{Entwässerungsfläche max} = 9212 \text{ mm}^2$$

④ Das entspricht einem theoretischen Entwässerungs-
durchmesser von $108,5 \text{ mm}$

$A_4 = \text{Entwässerungsfläche Teich}$
 $A_3 = \text{Zylinderbodenfläche Teich}$
 $A_2 = \text{Entwässerungsfläche}$
 $A_1 = \text{Zylinderbodenfläche Teich}$

$$\alpha = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 4}{3,14}} = 1,0 \text{ m}$$

$$\frac{1495 \text{ m}^2}{1880 \text{ m}^2} = 0,795 = 0,8 \text{ m}^2$$

Bestimmung Bohrungs & Blende

$$\frac{1}{2,5} \text{ Verhältnis}$$

Probe: $\frac{\text{Ext. \& Rad. Entw. \& Tent}}{108,5 \text{ m}} = \frac{43,7 \text{ m}}{24,82} \Rightarrow 2,5$

\Rightarrow Das Entwässerungs & beträgt $43,7 \text{ m}$
 beim Teich

$$\frac{A_3}{A_4} = \text{Verhältnis} = \frac{A_3}{A_4} = \frac{31400 \text{ m}^2}{1495 \text{ m}^2} = 21$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{196250 \text{ m}^2}{9326 \text{ m}^2} = 21 \text{ Verhältnis}$$

Teich