

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 86 (1968)
Heft: 27

Artikel: Hydraulik-Bagger im Felseinsatz
Autor: Kühn, Günter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70071>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Hydraulik-Bagger im Felseinsatz

DK 622.693.6:69.057.7:621.879-822

Von Prof. Dr.-Ing. Günter Kühn, Technische Hochschule Karlsruhe¹⁾

1. Die Entwicklung der Hydraulik-Bagger

Zu den bemerkenswerten Gerätetypen, die die deutsche Baumaschinenindustrie in der Nachkriegszeit als Eigenentwicklung auf den Markt gebracht hat, gehört der Hydraulik-Bagger. Diese Maschinen haben sich bereits jenseits der deutschen Grenzen einen guten Ruf erworben und es gilt, ihre Weiterentwicklung mit Interesse zu verfolgen und ihnen stets neue Impulse zufließen zu lassen. Bisher gab es Hydraulik-Bagger nur in der Grössenordnung bis zu etwa 1 m³ Löffelinhalt, wobei die Grössenbezeichnung meist vom Inhalt des Tieflöffels abgeleitet wurde und insofern nicht eindeutig war, als die Löffelgrösse auch von der erzielbaren Reichweite (Auslegerlänge) abhing. Ein Bagger mit kleinerem Tieflöffel konnte sehr wohl «grösser» sein als ein optisch grösser erscheinender Bagger mit kurzer Reichweite.

Die Frage nach der Grössenordnung ist nicht eindeutig zu beantworten. Das Konstruktionsgewicht könnte ein Anhaltspunkt sein, aber schon bei der Antriebsleistung des Motors liegen die Dinge komplizierter. Die installierte Antriebsleistung des Dieselmotors ist beim Hydraulik-Bagger insofern keine echte Kenngrösse, als das Leistungsvermögen des Gerätes von der installierten hydraulischen Leistung (Fördermenge der Pumpen und maximaler Arbeitsdruck) abhängt. Diese bestimmt die Leistungsabnahme vom Dieselmotor. Weiterhin müssen die hydraulische Schaltung (Anzahl der Pumpen bzw. Zahl der unabhängigen Ölkreisläufe) und die Pumpenkonstruktion berücksichtigt werden. Man verwendet heute immer mehr sogenannte selbstregelnde Pumpen, die die vom Motor abgenommene Leistung je nach Grabwiderstand in die Geschwindigkeits- oder Kraftkomponente leiten. Ein Bagger mit leistungsgeregelten Pumpen, der sich in jeder Phase des Arbeitsspieles dem erforderlichen Grabwiderstand automatisch anpasst und zudem noch über die Möglichkeit verfügt, dass bei Durchführung nur einer Bewegung mehrere Pumpen auf diesen einen Verbraucher geschaltet werden, ist in der Praxis jedem Gerät mit starren Hydraulikpumpen, die nicht über eine Leistungsregelung verfügen, überlegen.

Jahrelang litt der Hydraulik-Bagger unter der vom Hydraulik-antrieb her diktierten Grenzbedingung, dass die Antriebsleistung in einem Hydraulik-Kreislauf nicht grösser als etwa 75 PS sein kann, weil man darüber hinaus die technische Durchbildung der einzelnen Antriebsglieder, vor allem der Steuerschieber, Kolbendichtungen, Schläuche und Motoren konstruktiv nicht mehr beherrschte. Erst in neuerer Zeit ist es den Konstrukteuren gelungen, diese Schwierigkeiten zu beheben.

2. Ladegeräte im Steinbruch

Bisher galt der «klassische» Löffelbagger als das bestgeeignete Ladegerät im Felseinsatz. Unmengen von Beton und der grösste Teil aller Massivbauwerke, die unser heutiges Zeitbild prägen, sind im Rohzustand durch den Löffel eines Baggers geflossen. Der Löffelbagger hat im Steinbruchsektor – ganz gleich ob es sich um Betriebe der Steine- und Erdenindustrie oder um Schotterwerke und den Erztagbau handelt – eine so beherrschende Rolle gespielt, dass man ihn sich aus der Entwicklung kaum wegdenken kann.

In den letzten Jahren hat der Radlader zunehmende Bedeutung im Steinbruchbetrieb gewonnen, besonders dort, wo es auf den mobilen Einsatz mit schneller Veränderung des Einsatzortes ankam. Einen Ansatzpunkt hierzu bot der häufige Zwang zum selektiven Abbau mit oft stündlicher Korrektur des Rohmaterials entsprechend den Anweisungen des Labors. Die Güte des Endproduktes (Zement, Kalk usw.) zwang zu diesem schnellen Wechsel zwischen mehreren Gewinnungsstellen mit verschiedenem Rohmaterial. Diesem Zwang konnte man nur dadurch entsprechen, dass man bei der Unbeweglich-

keit der Raupenbagger an jeder in Frage kommenden Gewinnungsstelle einen Bagger aufstellte und ihren jeweiligen Einsatz entsprechend der gewünschten chemischen Zusammensetzung des Rohmaterials steuerte.

Der mobile Radlader brachte die Möglichkeit, mit wenigen Geräten – meist nur mit einem Gerät – mehrere Abbaustellen zu bedienen und mühelos den schnellen Standortwechsel durchzuführen. Nachteilig beim Radlader waren die meist höheren Betriebskosten und die Gefährdung von Mensch und Maschine vor der Haufwerksböschung. Die Radlader haben inzwischen immer grössere Abmessungen erreicht, und das Gefahrenmoment ist damit in den Hintergrund getreten.

Inzwischen sind neue mobile Grossgeräte entwickelt worden, die schon nicht mehr als Lader, sondern eher als selbstladende Vorderkipper anzusprechen sind und mit ihrem Schaufelinhalt von 19 m³ in den Grössenbereich der Lastwagen eingedrungen sind. Hier zeichnen sich zusammen mit dem ebenfalls an Bedeutung zunehmenden Fahrbrecher ganz neue Möglichkeiten für den Steinbruchbetrieb ab, die nicht nur den Löffelbagger, sondern auch den klassischen Hinterkipper in Bedrängnis bringen können.

3. Hydraulik-Bagger im Steinbruch

Von Anfang an wurden Hydraulik-Bagger auch im Steinbruch eingesetzt. Mit ihrer Grösse (zwischen 0,3 und 0,7 m³ Löffelinhalt) und ihrer anfänglich starren Löffelanordnung am Stiel konnten sie jedoch nicht immer überzeugen, zumindest den klassischen Löffelbagger nicht gefährden. Das Haufwerk, das ständig in Bewegung ist, verlangt grössere, standfestere und robustere Maschinen. Auch die Kinematik der kleineren Hydraulik-Bagger war infolge des starren Löffels nicht sehr glücklich. Vorteile begannen sich erst abzuzeichnen, als statt des Löffels eine Ladeschaufel verwendet und diese durch einen Kippzylinder gegenüber dem Löffelstiel bewegt werden konnte, sowohl zum Ausladen wie (was noch wichtiger war) zum «Knippen», das heisst zum Lösen des verkeilten Materials aus dem Haufwerk, Bilder 1 und 2. Mit dieser Verbesserung wurden dem Hydraulik-Bagger neue Einsatzbereiche auch im Haufwerk erschlossen. Durch das Knippen wird es möglich, den Grabwiderstand vor der Schaufel zu vermindern, ohne dass das schon vor dem Löffel befindliche Haufwerk verloren geht.

Einziger Nachteil blieb die Grösse der Geräte, die den Einsatz auf leichte Haufwerksbedingungen beschränkte. Erst die jüngste Zeit hat nun grössere, leistungsfähigere und robustere Hydraulik-Bagger

Bild 1. Das Herauslösen eines Knäppers aus der Böschung



¹⁾ Nach einer Veröffentlichung des Verfassers in «Baumaschine und Bautechnik» 1967, Heft 10.

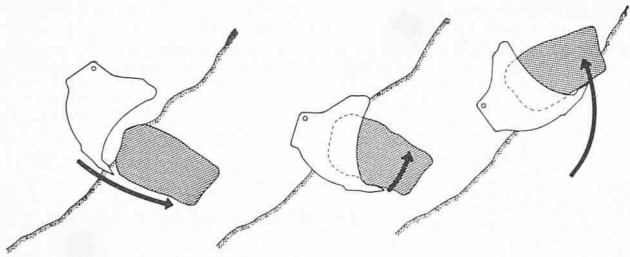


Bild 2. Das «Knippen» (Herausbrechen des Haufwerks) beim Hydraulik-Bagger mit angelenktem Löffel

auf den Markt gebracht, die zwar oft immer noch zu klein sind, aber doch eine Reihe von neuen Möglichkeiten für den Steinbrucheinsatz auf tun. Die bisherigen Einsätze haben gezeigt, dass die Hydraulik-Bagger wendiger im Fahren und schneller in verschiedenen Ladebewegungen sind; das macht sie flexibler, leistungsfähiger und anpassungsfähiger. Der Hydraulikantrieb mit seiner stufenlosen Regelung und der hydrostatischen Wandlung der Antriebsenergie verleiht den Geräten beim Graben eine Elastizität, die der Seilbagger nur annähernd mit dem Drehmomentwandler noch erreichen kann.

4. Ladeinsatz im Steinbruch

Die Vorteile des Hydraulik-Baggers beim Laden von gesprengtem Haufwerk sollen, soweit sie in diesem Zusammenhang von prinzipieller Bedeutung sind, zunächst an einem typischen Beispiel beschrieben werden. Zum Einsatz kam ein Gerät mit folgenden Kennwerten:

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Antriebsleistung | 165 PS |
| Inhalt der Felsschaufel | 1,8 m ³ |
| Arbeitsgewicht | 35,5 t |
| Vorstosskraft max. | 20,0 Mp |
| Losbrechkraft max. | 20,0 Mp |
| Hydraulikdruck max. | 300 atü |
| Fahrtgeschwindigkeit | 0 bis 2 km/h |

Der im folgenden beschriebene Einsatz war auch deswegen besonders interessant, weil im Steinbruch die ursprünglich eingesetzten 7 Bagger mit Löffelinhalt von 2,5 bis 4,5 m³ einer älteren «Baggergeneration» durch 3 Hochleistungsgeräte von 3,5 bzw. 4,5 m³ Löffelinhalt ersetzt worden waren, womit eine Umstellung der Abbautechnik einherging. Der Steinbruch muss eine Rohmaterialanlieferung von stündlich 1000 t bringen. Nun war ein Vertreter der dritten Generation von Steinbruch-Baggern dort zu Gast und zeigte, dass mit diesem Schritt nach vorn erneut beachtliche Vorteile verbunden waren.

4.1 Einsatzverhältnisse. Sie lassen sich wie folgt skizzieren:

| | |
|-------------------|-----------|
| 1. Steinbruchwand | |
| Wandhöhe | rund 18 m |
| Haufwerkshöhe | rund 12 m |
| Haufwerksböschung | rund 30° |
| Abbauhöhe | 3 bis 8 m |

Bild 3. Ansicht des Haufwerks beim analysierten Einsatz (für einen Bagger von 1,8 m³ als «schwer» zu bezeichnen)

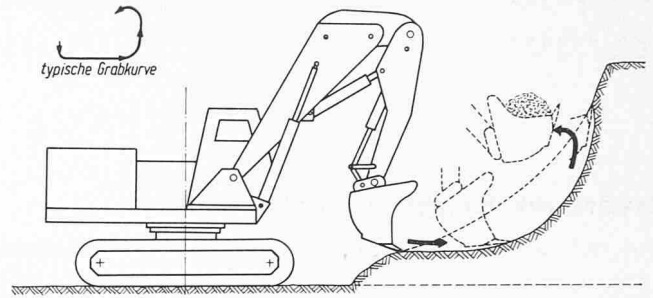


Bild 4. Die Arbeitsweise des Hydraulik-Baggers

2. Haufwerk

| | |
|------------------------|---------------|
| Stückgrösse | 5 bis 80 cm Ø |
| Mittelkorngrösse | 30 cm Ø |
| Kornform: scharfkantig | |
3. Haufwerkzusammensetzung

| | | |
|------------|----------------|----------|
| Feinstkorn | < 3 cm Ø | rund 10% |
| Feinkorn | 3 bis 10 cm Ø | rund 25% |
| Mittelkorn | 10 bis 30 cm Ø | rund 30% |
| Grobkorn | 30 bis 80 cm Ø | rund 20% |
| Knäpper | > 80 cm Ø | rund 5% |
4. Haufwerkstruktur

scharfkantig, sehr verkeilt, nur in den feineren Partien nachrollend.
5. Wandstruktur

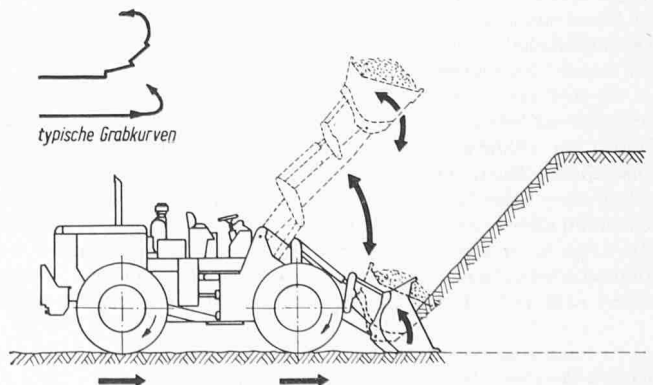
Knäpper in der Wand verteilt, oft überhängend. Schwierigkeiten beim Herauslösen grosser Steine in den oberen Wandpartien.
6. Fahrzeuge

Laden in Hinterkipper K 25, K 30 und K 40
Bordhöhe der Fahrzeuge rund 3 m
Schwenkwinkel zwischen 10 und 90°.

Das Haufwerk war für die normalerweise dort arbeitenden Bagger mit einem Löffelinhalt von 3,5 bzw. 4,5 m³ und Reisskräften zwischen 45 und 70 Mp geschossen worden. Für diese Gerätegrößen war es rein ladetechnisch als «mittelschwer» anzusprechen. Für einen 1,8-m³-Bagger jedoch musste es, insbesondere bei der relativ grossen Stückgrösse, bei geringem Feinstkornanteil und der Verzahnung des scharfkantigen Haufwerks, als schwer bezeichnet werden, Bild 3.

4.2 Einsatzablauf. Von vornherein wurde Wert auf einen wirklichkeitsnahen Einsatz unter den im Dauerbetrieb üblichen Bedingungen gelegt. Grundsätzlich wurde die volle 10-Stunden-Schicht ausgefahren und der Einsatz über mehrere Tage durchgeführt. Die Wagenstellung erfolgte unter den normalen Betriebsbedingungen, in diesem Fall jedoch sehr rasch und fortlaufend, so dass keine grossen Pausen am Bagger durch Warten auf Fahrzeuge entstanden und zügig geladen werden konnte. Ab und zu wurde die Ladestelle von einem Radlader planiert, um das Haufwerk zusammenzuschieben und die Baggersohle für das Heranfahren der Fahrzeuge zu säubern. In den Wartepausen hat auch der Bagger immer wieder die Bruchsohle gesäubert und herumliegende grössere Steine mit der Ladeschaufel zusammengeschoben.

Bild 5. Die Grabbewegungen des Schauffelladers



4.3 Ladeleistung. Über die gesamte Dauer der Untersuchung ergaben sich folgende Durchschnittswerte für das einzelne Baggerspiel:

| | min. | Mittelwert | max. |
|----------------|------|------------|------|
| Laden | 5 | 7,9 | 13 |
| Schwenken | 3 | 4,7 | 6 |
| Entladen | 2 | 2,0 | 2 |
| Rückschwenken | 3 | 4,0 | 8 |
| Spielzeit in s | | 18,6 | |

Während die reine Grabzeit (vor allem dank des Knippens) etwa 20% kürzer als die eines gleich grossen Seilbaggers gewesen sein dürfte, waren die Zeiten für das Schwenken und Entladen 25 bis 30% schneller. Das durchschnittliche Baggerspiel von 18,6 s war im Hinblick auf das schwierige und schwer zu gewinnende Haufwerk beeindruckend schnell. Addiert man die in den einzelnen Spielen jeweils gemessenen Minimal- und Maximalwerte der Zeitelemente, so kommt man auf ein theoretisch kürzestes Spiel von 13 s und ein längstes Spiel von 29 s. Im Vergleich hierzu liegt der Dauerwert von 18,6 s in einem sehr günstigen Bereich.

Aufbauend auf der Spieldauer und unter Berücksichtigung der sonst festgestellten Werte für Schaufelinhalt, Schüttgewicht und Ausnutzungsgrad lässt sich folgende Leistungskalkulation durchführen:

| | |
|-----------------|--|
| Spieldauer | 18,6 s |
| Schaufelinhalt | 1,8 m ³ |
| Schaufelfüllung | 90 % |
| Schüttgewicht | 1,5 t/m ³ |
| Ausnutzungsgrad | 70 % |
| Leistung | $\frac{3600}{18,6} \times 1,8 \times 0,9 \times 1,5 \times 0,7 = 330 \text{ t/h.}$ |

Von der praktischen Seite her ergab sich eine aus der Beladezeit ermittelte Stundenleistung von rund 350 t. Etwa zwischen 300 und 350 t/h dürfte das Leistungsvermögen des Baggers im Dauerbetrieb und unter schweren Betriebsverhältnissen zu suchen sein.

5. Einsatzanalyse

5.1 Vergleich zum Seilbagger. Angesichts dieses Ergebnisses ist nun von besonderem Interesse, wie ein Seilbagger vor diesem Haufwerk abgeschnitten hätte. Geht man von der Antriebsleistung des Gerätes (165 PS) aus, so kommt als Vergleichsgerät für den hier zu betrachtenden Steinbruchesinsatz ein Seilbagger der Grössenordnung 1,5 bis 1,7 m³ Löffelinhalt in Frage. Er würde unter den gleichen Verhältnissen eine Leistung von etwa 220 bis 250 t/h erzielt haben, wobei es zu berücksichtigen gilt, dass

1. die Spieldauer etwa 22 s betragen hätte,
2. der Löffelinhalt mit 1,5 bis 1,7 m³ etwas kleiner als der des Hydraulik-Baggers gewesen wäre,
3. der Füllungsgrad wegen der kleineren Löffelöffnung (lichte Breite 1,20 m gegenüber 1,80 m) bei dem hier vorliegenden grobstückigen Haufwerk geringer ausgefallen wäre,
4. ein Verkeilen der groben Stücke im Löffelinnern eingetreten wäre.

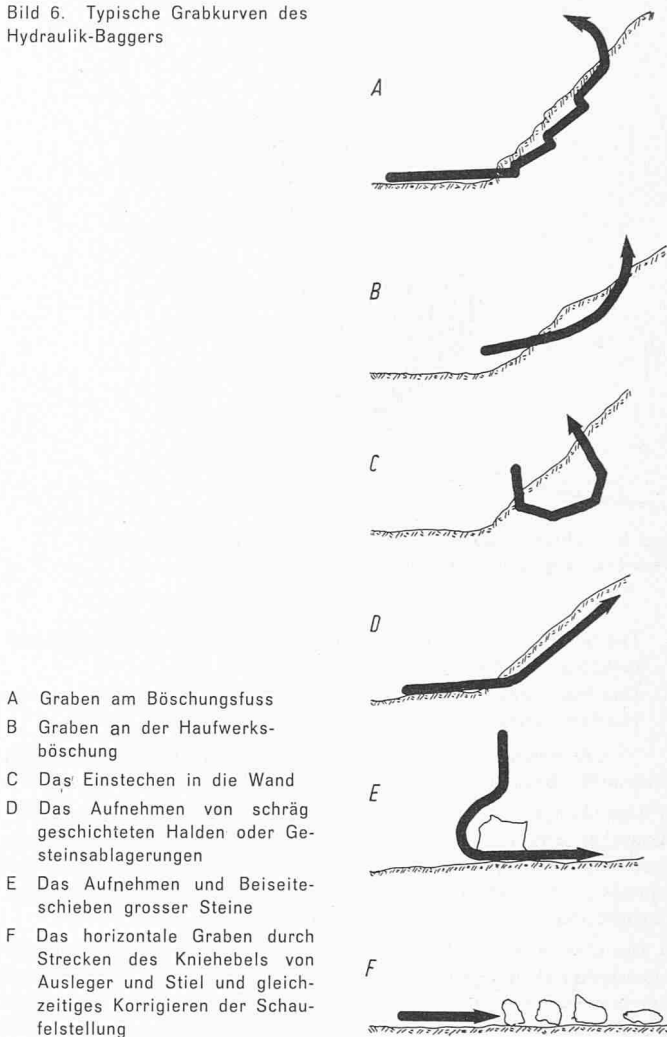
Dies lässt erkennen, dass die hydraulische Betätigung eines Ladegerätes zu kürzeren Spielzeiten führt bzw. schnellere praktische Arbeitsgeschwindigkeiten ermöglicht. Das kam hier besonders bei den verhältnismässig schnellen Schwenkbewegungen des Hydraulik-Gerätes zum Ausdruck.

5.2 Grabprinzip. Der entscheidende Vorteil des Hydraulik-Baggers dürfte aber auf einem anderen Gebiet liegen: Der Löffel hat einen dritten Freiheitsgrad, nämlich eine zusätzliche Bewegung des Löffels gegenüber dem Löffelstiel. Diese Eigenschaft gibt ihm mehr Möglichkeiten, mit der «Widerspenstigkeit» schwierigen Haufwerks, aber auch mit der Fugenstruktur geschichteten Materials fertig zu werden, Bild 4.

Durch diesen dritten Freiheitsgrad erhält der Löffel zunächst die gleichen Grabqualitäten wie die Schaufel des Fahrladers. Er kann nach dem Einstechen in den Haufwerksfuss den Löffel nach oben eindrehen und das Ladegut aus dem Haufwerk herausbrechen. Dieser Grabvorgang ist von entscheidender Bedeutung, Bild 5.

Der Seilbagger kann vorerst auf diese Art nicht schaufeln und ist im wesentlichen an einen kurvenförmigen Grabweg gebunden, den er nur über den Vorschub verändern kann. Stösst der Löffel auf grösseren Widerstand im Haufwerk, so gibt es nur die eine Möglichkeit, ihn etwas zurückzunehmen, die Grabkurve steiler zu legen und den Widerstand zu umfahren.

Bild 6. Typische Grabkurven des Hydraulik-Baggers



- A Graben am Böschungsfuss
- B Graben an der Haufwerksböschung
- C Das Einstechen in die Wand
- D Das Aufnehmen von schräg geschichteten Halden oder Gesteinsablagerungen
- E Das Aufnehmen und Beiseiteschieben grosser Steine
- F Das horizontale Graben durch Strecken des Kniehebels von Ausleger und Stiel und gleichzeitiges Korrigieren der Schaufelstellung

Anders der Hydraulik-Bagger: er überwindet die Spitzenwerte des Grabwiderstandes, indem er den Löffel «knippt», eindreht, wobei die verkeilten Haufwerkspartien aus dem Verband herausgerissen und in den Löffel aufgenommen werden. Die Knippmöglichkeit des Löffels bietet eine für den Löffelbagger neue Grabtechnik an: das «Aufweichen» des Grabwiderstandes durch Herausbrechen der Haupthindernisse, der grossen Steine, aus der Wand, siehe Bild 1. Dadurch ergeben sich vorteilhafte Möglichkeiten gegenüber den herkömmlichen Geräten mit festangeklemmtem Löffel:

- Grosse Steine können besser aus der Wand herausgelöst werden.
- Knäpper lassen sich besser aufnehmen und ausladen. Das Putzen der Sohle ist leichter durchzuführen.
- Beim Graben an der Wand kann die bewegliche Schaufel besser unter vorspringende Steinkanten geschoben werden.

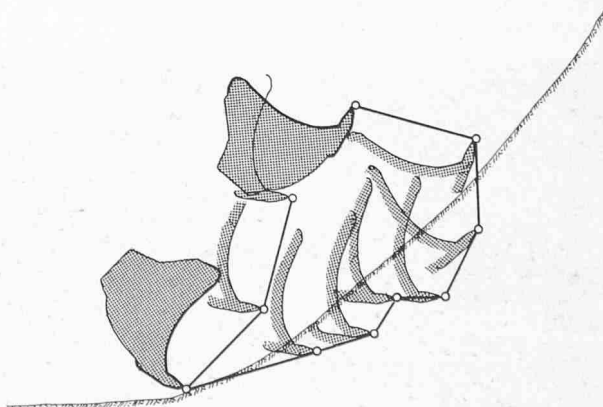


Bild 7. Die Kinematik des Löffels beim Graben vom Böschungsfuss aus (Bildabstand jeweils 1 s)

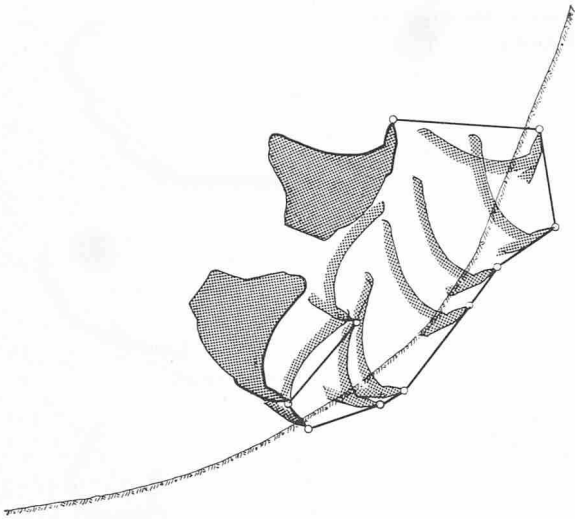


Bild 8. Löffelbewegungen beim spanartigen Abtragen der Haufwerksböschung (Bildabstand jeweils 1 s)

— Die Schaufel kann auch in grösserer Höhe gut in die Wand eingestochen werden.

— Das Herauslösen von Knüppeln in 5 bis 8 m Höhe in der oberen Haufwerksböschung lässt sich leicht durchführen.

5.3 Kinematik. Folgende 6 typische Grabkurven lassen sich beim Hydraulik-Bagger im Felseinsatz unterscheiden, Bild 6:

A Das Graben am Böschungsfuss, wobei die Schaufel in die Berührungsfuge zwischen Haufwerk und Baggersohle einsticht und dann je nach Haufwerksbeschaffenheit hakenartig nach oben fährt und schaufelt. Diese Bewegung entspricht etwa der des Schaufelladers. Einzelheiten der Löffelbewegung zeigt Bild 7.

B Das Graben an der Haufwerksböschung mit dem Ziel, das Haufwerk «spanartig» abzutragen, dabei kann – sofern die Haufwerksstruktur einigermaßen gleichförmig ist – mit geringstem Kraftaufwand gearbeitet werden (typische Löffelstellungen zeigt Bild 8). So etwa arbeitet normalerweise der Seilbagger.

C Das Einstechen in die Wand mit der Absicht, grössere Steine oder eine stark verkeilte Haufwerkszone aus dem Verband herauszulösen und den Grabwiderstand durch Knippen aufzuweichen. Das ist eine für den Hydraulik-Bagger typische Arbeitsweise, die in etwas verwässerter Form auch beim Lader auftritt und auf die dreifache, gelenkige Lagerung des Löffels zurückzuführen ist (Bild 9).

D Das Aufnehmen von schräg geschichteten Halden oder Gesteinsablagerungen, indem die Schaufel, den Schichtfugen folgend, den bankartigen Aufbau der Wand ablöst.

E Das Aufnehmen und Beiseiteschieben grosser Steine, die vor dem Grabbereich der Schaufel heruntergerollt sind. Auf diese Weise können grosse Steine, die dicht vor den Raupenkettten liegen, entfernt

Bild 10. Aufnahmen und Beiseiteschieben grosser Steine aus dem Grabbereich. Das Bild zeigt eine typische Schaufelstellung, wie sie nur bei Hydraulik-Baggenern möglich ist

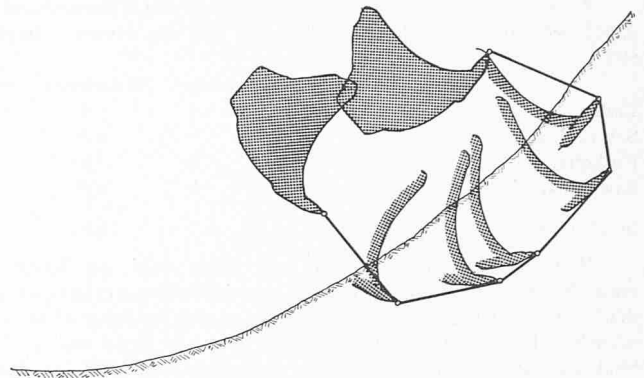


Bild 9. Bewegungsphasen beim Graben durch Einstechen in die Wand (Bildabstand jeweils 1 s)

werden, indem man den Löffel von oben darüberstülpt und die Steine dann aus dem Arbeitsbereich hinauschiebt.

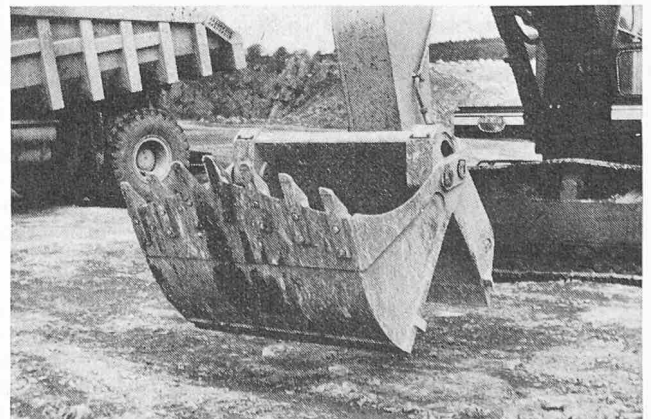
F Das horizontale Graben auf Planum durch Strecken des «Kniehebels» von Ausleger und Stiel und gleichzeitiges Korrigieren der Schaufelstellung, so dass eine Grabbahn, ähnlich wie beim Planierbagger, entsteht (oder wie es der Radlader durch einfaches Vorfahren mit gesenkter Schaufel erzielt). Diese Arbeitsweise ist zum Putzen der Sohle wie zum Zusammenschieben von verstreutem Haufwerk wichtig.

5.4 Die Ladeschaufel. Das Arbeitswerkzeug des Hydraulik-Baggers im Felseinsatz ist nicht der Baggerlöffel, sondern die Ladeschaufel, für den Felseinsatz mit einer V-förmigen Schneideform, wobei die Zähne weit auseinanderstehen und als eine Art Schottergabel wirken, während der mittlere, am weitesten vorstehende Zahn die Aufgabe eines Bahnbrechers für den Schaufelweg übernimmt, Bild 11.

5.5 Entladetechnik. Der Löffel des Hydraulik-Baggers ist breiter (1,80 m gegen 1,20 m) als der eines Seilbaggers. Zum Entladen wird er nicht nach vorn abgekippt oder durch eine Klappe entleert, sondern das Vorderteil wird hochgezogen, wodurch die Steine schnell von der Schaufelrückwand in die Fahrzeuge gleiten können. Durch dieses Öffnungsprinzip ist sowohl ein sehr rasches wie auch ein dosiertes Entladen zur Schonung der Fahrzeuge zu erreichen, Bild 12.

Da die Löffelöffnung breiter ist als beim normalen Baggerlöffel, wird die Stauwirkung am Löffeleingang geringer. Kürzere Füllzeiten und grössere Löffelfüllungen sind die Folge. Hinzu kommt, dass die Löffelrückseite gut als Planierschild zum Zusammenschieben von Haufwerk usw. verwendet werden kann. Der Hydraulik-Löffel entlädt anders als der normale Baggerlöffel; bei diesem muss das Haufwerk seinen Weg nach unten durch das röhrenartige Innere des Löffels gehen. Hier wird der vordere Schaufelteil nach oben vom Haufwerk abgezogen, und das Material gleitet auf der als Rampe dienenden Löffelrückwand herunter; damit wird ein Verkeilen der Haufwerksstücke beim Durchlaufen des Löffels weitgehend vermieden.

Bild 11. Die Felsladeschaufel mit der am Löffelstiel angelenkten und hydraulisch verstellbaren Rückwand und der zum Ausladen hochklappbaren Vorderwand



5.6 *Fahrtechnik.* Der Hydraulikantrieb bietet die Möglichkeit, mit den Hydromotoren die Gleisketten unabhängig anzutreiben, gegenläufig zu beaufschlagen und dadurch praktisch auf der Stelle zu wenden. Ungewöhnliche Beweglichkeit und Wendigkeit im Steinbruch sind die Folge. Wichtiger ist vielleicht noch die Tatsache, dass das Fahrwerk sehr schnell auf die Steuerdrücke anspricht und dass ein einziger Hebeldruck genügt, um den Bagger von der Wand zurückfahren zu lassen (wenn er z. B. durch herunterbrechende Gesteinsmassen gefährdet wird).

6. Weitere Einsätze

Um die Möglichkeiten des Hydraulik-Baggers, insbesondere auch seine Wirtschaftlichkeit gegenüber anderen Lademethoden zu prüfen, wurden weitere Vergleichseinsätze durchgeführt:

6.1 *Schlackeneinsatz.* Hier ging es darum, alte und schräg ausgegossene Schlackenhalde zu lösen und zu verladen. Eingesetzt waren nebeneinander ein Seil- und ein Hydraulik-Bagger gleicher Grösse. Da sich der Seilbagger mit seinen verhältnismässig starren Grabkurven dem Verlauf der Schlackenschichten nur selten anpassen konnte, musste er immer wieder einen grossen Teil der Schichten durchschneiden und dadurch quer zur Schichtung graben. Dafür war eine wesentlich höhere Reisskraft erforderlich. Der Hydraulik-Bagger konnte sich mit der gelenkig angeordneten Schaufel dem Schichtverlauf gut anpassen und die Schlackenhalde im Verlauf der Schichtfugen abtragen. Die Leistung betrug beim Hydraulik-Bagger 268 t/h. Ein gleich grosser Seilbagger erzielte nur 210 t/h, sank jedoch mit der Leistung bis auf etwa 70 t/h ab, wenn sich Schwierigkeiten beim Lösen durch ungünstigen Schichtverlauf ergaben. Hier konnten bei gleicher Ausgangsleistung auf dem hydraulischen Wege Leistungssteigerungen von 30 bis 50% erzielt werden.

6.2 *Tunneleinsatz.* Ein Strassentunnel mit 70 m² Querschnitt wurde bisher mit Hilfe von zwei Raupenladern mit Seitenkippschaufeln aufgeföhren, die das Material in Hinterkipper verladen. Die Ladeleistung beider Geräte zusammen (je 150 PS und 18 t Gewicht) betrug rund 130 m³/h. Ein Hydraulik-Bagger von 1 m³ Grösse, ausgerüstet mit einer Felschaufel von 1,2 m³ Inhalt, erzielte zwar nur eine Ladeleistung von 100 m³/h, erwies sich im Betrieb jedoch als wesentlich reparaturgünstiger, weil er aus dem Stand heraus laden konnte, während Raupenlader einen relativ hohen Fahrwerksverschleiss aufweisen, Bild 13.

Eine alte These fand sich hier erneut bestätigt: Der mobile Lader ist dort überlegen, wo die Mobilität im Vordergrund steht. In allen stationären Einsätzen sind die aus dem Stand heraus ladenden Geräte den Fahrladern überlegen. Die Leistungsfähigkeit und zugleich auch die Einsatzmöglichkeit im Tunnel können durch eine Spezialladeeinrichtung für den Stollenbau mit reduzierten Reichweiten und entsprechend vergrössertem Grabgefäss gesteigert werden. Das wirkt sich dann auch günstig auf die Manövrierbarkeit des Gerätes im Tunnel aus²⁾.

7. Zusammenfassung

Abschliessend kann festgestellt werden, dass der leistungsstarke Hydraulik-Bagger im Felseinsatz eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem klassischen Seilbagger aufzuweisen hat. Es sind:

- die Wendigkeit und Beweglichkeit beim Fahren
- das für das Haufwerk günstigere Grabprinzip durch die zusätzliche Beweglichkeit des Löffels
- das Verschieben des Löffels aus dem Stand heraus
- die Möglichkeit, den Löffel auch auf Planum immer mit der wirksamsten Löffelstellung vorzuschieben
- das schnelle Entladen durch eine weit geöffnete Schaufel
- die Fähigkeit, grosse Steine besser aufzunehmen
- die Anpassung der Grabbewegung an schräg verlaufende Schichtfugen.

Im Hinblick auf den im Steinbruch weitverbreiteten Elektro-Bagger kann gesagt werden, dass der Hydraulikantrieb die Möglichkeit bietet, den Löffel weich, anpassungsfähig und elastisch zu fahren, ohne die oft grossen Schwierigkeiten der Stromversorgung des Baggers im Steinbruch in Kauf nehmen zu müssen. Schwierigkeiten machen dem Hydraulik-Bagger lediglich die grösseren Abmessungen und die Beherrschung vor allem der hydraulischen Steuertechnik. Die grossen Steinbruch-Bagger – vorerst noch von 2,5 m³ Löffelinhalt an aufwärts – werden das Feld behaupten, solange die hydraulische Variante noch nicht nachgezogen hat. Aber es besteht kein Zweifel, dass grössere Hydraulik-Bagger bevorstehen und dann auch dem schwereren Steinbruch-Bagger, vor allem auch dem mit Elektroantrieb, hart zusetzen werden.

Alles hier über den Hydraulik-Bagger Gesagte gilt streng genommen nur für den Einsatz in gröberem oder vorgelockertem Haufwerk und für die Verwendung der Ladeschaufel im Hochschnitt. Dabei haben die Geräte gezeigt, dass sie nicht nur laden, sondern in erheblichem Umfang auch lösen und durch die Beweglichkeit der Ladeschaufel den «weichen» Stellen in der Wand besser folgen können. Damit erreichen sie auch effektiv gesehen eine grössere Lösewirkung als die kurven- oder spanartig arbeitenden Geräte. Bisher waren die Hydraulik-Bagger für den leistungsfähigen Felseinsatz zu klein; das ist durch die grösseren Typen nun anders geworden.

Unbestritten ist der Siegeszug der Hydraulik-Bagger auf dem Tieflöfelsektor und dort unabhängig von der Grösse. Die immer stärkere Verbreitung solcher Bagger verändert das gewohnte Baggerbild. Aus dieser Situation heraus haben fast alle Baggerfirmen ihr Fabrikationsprogramm durch die Aufnahme von Hydraulik-Baggern erweitert oder sich strukturell ganz nach der Hydraulikseite umorientiert.

²⁾ Die im Jahre 1967 gesammelten Erfahrungen im Strassentunnelbau an der Bernhardinroute spielten für die Weiterentwicklung des Hydraulikbaggers eine grosse Rolle, wurden doch bei gleichen Abmessungen die Motor- und Hydraulikleistung sowie das Eigengewicht erhöht. Um dem oft grobstückigen und sperrigen Material Rechnung zu tragen, wurde die schon beim ersten Einsatz erprobte 1,5 m³-Schaufel für günstigeren Einkippwinkel ausgeführt. Der kürzlich geföhrene Einsatz unter gleichwertigen Bedingungen zeigte denn auch die erwarteten Ergebnisse, stieg doch die Ladeleistung des Hydraulikbaggers auf 120 bis 130 m³/h. Der Hydrobagger ist auch hinsichtlich Rauchentwicklung, besonders in längeren Tunnels, eindeutig im Vorteil. Durch den ständigen Motorlastwechsel der Raupen- oder Radlader wächst der Aufwand für die Frischlufthaltung.

Bild 12. Entladen der Schaufel in Fahrzeuge



Bild 13. Hydraulik-Bagger im Strassentunnel (70 m² Ausbruchfläche)

