

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 90 (1972)  
**Heft:** 34

**Artikel:** Probleme der Naturbausteinindustrie  
**Autor:** Eckardt, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-85295>

### **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:** 06.02.2025

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

Die Uferanschüttung wurde deshalb zugunsten einer auf Pfählen fundierten Kunstbaute fallengelassen.

Im Vordergrund standen zunächst die an unseren Seen altbewährten Holzpfähle. Um eine möglichst gute Tragfähigkeit und ein ausgeglichenes Setzungsverhalten zu erzielen, wäre es wünschenswert gewesen, dass die Pfahlspitzen in die eiszeitlichen Seeablagerungen gereicht hätten. Die zum Teil sehr grosse Mächtigkeit der Auffüllung, gerade unter der bestehenden Ufermauer, machte es – wie die Rammversuche zeigten – unmöglich, diese Bedingung überall einzuhalten. Zwei Probepfähle, deren Spitze im Seebodenlehm rund 4 m über den eiszeitlichen Seeablagerungen stecken blieb, zeigten trotzdem ein sehr gutes Tragverhalten. Die 25 m langen Pfähle mit einem Durchmesser von 32 cm hatten bei der letzten Hitze (10 Schläge) mit dem 2-t-Freifallbär (Hubhöhe 1 m) eine Eindringung von 17, bzw. 11 cm. Sie setzten sich um 8 bis 9 mm unter einer Last von 50 t pro Pfahl ohne wesentliche Konsolidierungszeit, um bei der Entlastung bei total 3 mm Setzung stehenzubleiben (Bild 7). 1 mm Setzung bewirkte die negative Mantelreibung beim Aufbringen der Gegenlast auf die benachbarten acht Hilfspfähle.

Bei der Annahme einer Nutzlast von 25 t pro Pfahl wäre alle 5 m ein auf fünf Pfählen ruhender Riegel notwendig gewesen, bei den Verbreiterungen entsprechend mehr. Es hätten somit etwa 800 Pfähle gerammt werden müssen. Bei Tiefenbrunnen wurden beim Rammen von Holzpfählen in Seekreide Porenwasserdrücken gemessen, welche dem vorhandenen Überlagerungsdruck entsprachen ( $u/\gamma \cdot n = B = 1$ ). Während die Porenwasserdrücken in der dort vorhandenen mehr oder weniger reinen Seekreide in rund 12 Stunden rasch abgebaut wurden, konnte bei Rammarbeiten in Rüslikon im Seebodenlehm unterhalb der Seekreide ein Abklingen erst nach drei Monaten festgestellt werden. Eine systematische Überwachung der Porenwasserdrücken in den Seekreide-Seebodenlehm-Schichten war deshalb bei den intensiven Rammarbeiten, welche wenn möglich in einem einzigen Winter hätten durchgeführt werden sollen, unumgänglich. Eine erste Serie von Messgeräten (frei spielende Mikropiezometer) wurde noch während der

Submissionen versetzt und zeigte das überraschende Resultat, dass der Porenwasserdruck fast durchweg tiefer als der vorhandene Seewasserspiegel lag.

Bei der Submission war es den Unternehmern gestattet, Varianten mit anderen Pfahlarten zu offerieren. Eine solche Variante mit gebohrten Pfählen war trotz höheren Pfählungskosten dank der grösseren Tragfähigkeit der Pfähle (120 t) und ihrer Witterungsbeständigkeit konkurrenzfähig. Die Probelastung eines Versuchspfahles auf dem Sechseläutenplatz, der rund 4 m in die eiszeitlichen Seeablagerungen eingebunden war, zeigte bei 120 t eine Setzung von 9 mm und nach Entlastung eine bleibende Setzung von 5 mm, bei 240 t eine bleibende Setzung von 33 mm und eine Grenztragfähigkeit von rund 330 t (Bild 7).

## 5. Beobachtungen während des Baues

Die Variante mit Bohrpfählen kam zur Ausführung, da bei vergleichbaren Kosten keine Gefährdung durch Porenwasserüberdrücke zu befürchten war. Messungen mit den bereits versetzten Geräten während der Bohrarbeit und des Betonierens von Pfählen in etwa 5 m Entfernung zeigten während des Bohrens kaum eine Reaktion, beim Betonieren dagegen einen Anstieg um 38 bis 55 cm Wassersäule. Dieser Überdruck baute sich in den nächsten sieben Tagen wieder ab.

Ein Vergleich der veranschlagten Pfahllängen mit den ausgeführten zeigte eine geringere Abweichung als 10%. Die Sondierungen haben also eine recht gute Prognose der Oberkante der eiszeitlichen Seeablagerungen erlaubt.

## Literaturverzeichnis

- [1] J. Huder: Bestimmung der Scherfestigkeit strukturempfindlicher Böden unter besonderer Berücksichtigung der Seekreide. Mitt. Nr. 58 VAWE, 1963.
- [2] C. Schindler: Zur Quartärgeologie zwischen dem untersten Zürichsee und Baden. «Eclogae geol. helv.». Vol. 61, Nr. 2, 1968.
- [3] C. Schindler: Geologie von Zürich und ihre Beziehung zu Seespiegelschwankungen. «Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich», Jahrg. 116, Heft 2, 1971.

Adresse der Verfasser: Dr. sc. nat. C. Schindler und M. A. Gautschi, dipl. Bauing. ETH, Geotechnisches Büro Dr. A. von Moos, Bachofnerstrasse 5, 8037 Zürich.

## Probleme der Naturbausteinindustrie

Von Dr. P. Eckardt, Zürich

Francis de Quervains «Die nutzbaren Gesteine der Schweiz»<sup>1</sup> gibt einen umfassenden Überblick über diesen fast einzigen Bodenschatz der Schweiz, der volkswirtschaftlich eine vielfach verkannte Bedeutung hat, werden doch jährlich um die 30 Mio t Gesteine, Schotter, Kiese und Sande ihrer vieltausendjährigen Ruhe entrissen und über wenige Dutzend Meter bis mehrere tausend Kilometer weit verfrachtet und einer neuen Bestimmung zugeführt. So hoch die genannte Menge von 30 Mio t erscheint (in der die für jegliche Zwecke entnommenen Bodenmaterialien enthalten sind), ergibt sie doch nur einen Würfel von 220 m Kantenlänge, oder entspricht einem jährlichen Abtrag auf der ganzen Fläche der Schweiz von 0,25 mm, also weniger als die natürliche Erosion.

Das darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass am einzelnen Abbauort, besonders dann, wenn grosse Mengen gewonnen werden, wie in der Kiesausbeutung oder der Zementfabrikation, doch erhebliche Eingriffe in das natürliche Gefüge stattfinden, deren Folgen besser überdacht werden müssen, als dies vielfach bis heute geschah. Einerseits bedürfen die vor allem bei der Kiesgewinnung wichtigen Langzeit-

folgen durch hydrologische und bodenklimatische Veränderungen genauer Untersuchung, und andererseits steckt das Sicherheitsdenken bei der Anlage von Steinbrüchen in Steilwänden immer noch in den Kinderschuhen, wie Beispiele aus alter (Elm), junger (Felsrutsche in den Walensee und in den Vierwaldstättersee) und jüngster Zeit (Gotthardstrasse, St-Léonard) eindrücklich zeigen.

Im folgenden seien einige wirtschaftliche Probleme am Beispiel der Naturbausteingewinnung im Tessin besprochen.

Aus dem Maggia-, Verzasca- und dem Calancatal kommen die dunkeln, gut spaltbaren Zweiglimmergneise, die meist mit natürlicher Fläche im Garten- und Hochbau verwendet werden; im Strassenbau werden diese seltener gebraucht. In der Leventina und der Riviera werden helle bis graue, schlecht spaltbare Granitgneise gewonnen, die im Strassenbau als Stellsteine und Pflastersteine, daneben auch als Marchsteine und im Hochbau als gesägte Platten verwendet werden.

## Spitzeisen gegen Maschine

Nur bei der Herstellung gesägter Platten wurden schon sehr früh Maschinen (Sägegatter, Seilsäge, Kreissäge) verwendet; bei der Produktion von gespaltenen Platten, Stellsteinen

<sup>1</sup>) 3. Auflage 1969, Kümmerly & Frey, Bern.

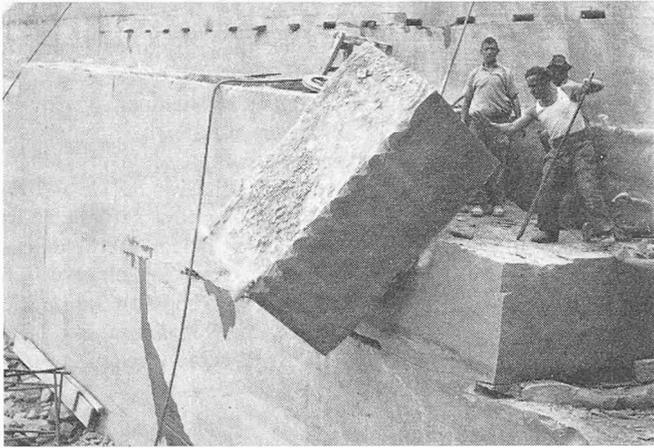


Bild 2. Gewinnen von Blöcken in einem Sandsteinbruch (Rorschacherberg). Zuerst wird mit der Seilsäge ein Parallelschnitt gelegt, dann der Block seitlich durch Keile gelöst und schliesslich mit Grosskeilen von der Unterlage weggebrochen. Im Bild wird der Block – mangels leistungsfähiger Hebmittel – in die Grubensohle geworfen...

und Pflastersteinen waren bis vor wenigen Jahren Druckluftwerkzeuge und einfache Krananlagen die einzigen maschinellen Hilfsmittel. Es war billiger, Aufsicht und Ansicht eines Randsteins von Hand zu spitzen, als sie zu sägen. Noch vor vier Jahren war der allseitig gespitzte Stein, die von Hand geschrotete Spaltplatte billiger als die gesägte Ausführung.

Wie überall lief aber die Kurve der Lohnkosten viel steiler nach oben als diejenige der Maschinenkosten. Verschärft wurde die Lage durch den Nachwuchsmangel an gelernten Steinhauern (Maschinen können durch Angelernte bedient werden) und die durch das Arbeitsklima bedingte Abwanderung, wobei Klima durchaus wörtlich verstanden werden muss, sind doch Steinbrüche im Hochsommer mit Bratöfen und im Winter mit Eisschränken zu vergleichen. Auch kleinere Betriebe wurden gezwungen, die teuren Hände durch Maschinen zu ersetzen, wobei zuerst meist eine Kreissäge mit Diamantscheibe (kurz «Fräse» genannt, was ebenso falsch ist wie die Bezeichnung «Granit» für Glimmergneise) installiert wurde. Heute stehen wir mitten im Umbruch: Fast alle Betriebe in der Leventina und Riviera haben eine bis mehrere Maschinen, im Maggial sind es gut die Hälfte (wobei dort meines Wissens vor zehn Jahren von einem Dutzend Betrieben erst einer Maschinen einsetzte).

Stellsteine mit einer oder mehreren gesägten Flächen sind heute billiger als ganz handbearbeitete. Bei den gespaltenen

Bild 3. ... und dort sind drei Handlanger nötig, um den Block mit Fusswinden mühsam weiter zu bewegen



Platten ist die Waage fast im Gleichgewicht; sind doch solche mit geschroteten oder gespitzten Kanten noch eine Idee billiger als die maschinengefügten. Nächstes Jahr wird es wohl umgekehrt sein.

Von der Seite des Produzenten her scheint die Sache in Ordnung: Er kann durch den Einsatz der Maschinen die teuren und fehlenden Arbeitskräfte ersetzen und die Kosten damit besser kontrollieren.

Von der Seite des Ingenieurs, des Architekten und des Bauherrn aber sieht die Sache anders aus: Die maschinelle Bearbeitung erzeugt eine fast wie geschliffen wirkende Fläche, deren Struktur sich stark von der einer gespitzten Fläche unterscheidet, die dem Stein jenen handwerklichen Charakter gibt, den der Kunde schätzt. Es wirkt in der Tat unnatürlich, wenn die lebendige Spaltfläche einer Abdeckplatte durch einen geraden, harten Fräsenschnitt begrenzt ist. Ist dies mehr eine Frage der ästhetischen Empfindung, so kommen beim Stellstein noch technische Gesichtspunkte hinzu. Gesägte Aufsichten sind weniger gleitsicher, so dass man zurzeit die gesägte Fläche mit dem Stockhammer wieder aufrauht, was trotz den zwei Arbeitsgängen noch billiger ist als die reine Handbearbeitung. Im weiteren haben Stellsteine mit gesägten Flächen schärfere Kanten, wodurch sie (und der Autoreifen!) leichter beschädigt werden. Eine fehlende Ecke von 1 cm führt oft bereits zu Reklamationen, während vorher ein so kleiner Schaden gar nicht bemerkt wurde, weil er in der Toleranz der Handbearbeitung lag.

So steingerecht und schön die Handbearbeitung für viele Naturbausteine ist, wird sie doch mehr und mehr der rascheren, billigeren Maschinenarbeit, die auf das Gefüge eines Gesteins keine grosse Rücksicht mehr nimmt, weichen müssen. Die in Gang befindliche Umstellung verursacht Unsicherheiten in der Gestaltung von Ausschreibungen und Normen, bietet doch fast jedes Werk eigene Kombinationen der verschiedenen Bearbeitungsmöglichkeiten an. Vom Architekten und vom Ingenieur wird viel Verständnis für die derzeitige Lage verlangt, und es muss ein Anliegen der Natursteinindustrie sein, bald wieder in Zusammenarbeit mit den interessierten Verbänden klare Ausführungsnormen zu schaffen, die technisch zweckmässig sind und eine rationelle und billige Lieferung und Anwendung der Steine erlauben.

### Sorgen mit Normen

Jede Industrie arbeitet heute mit Normen, sie sind die wichtigste Arbeitsgrundlage für den Produzenten und ein unerlässliches Instrument für die Zusammenarbeit zwischen ihm und dem Verbraucher. In der Bauindustrie hat sich die Normierung für Ziegeleiprodukte und Zementbausteine durchgesetzt, in der Elementbauweise steckt sie noch in den Anfängen, während sie in unserer Naturbausteinindustrie lediglich dem Namen nach besteht. Das sei am Beispiel der Stellsteine für den Strassenbau gezeigt:

1968 beschloss die VSS-Kommission 9 neue Normen für Form und Qualität der Randabschlüsse. Darin ist dem Überhandnehmen der Maschinenarbeit bereits weitgehend Rechnung getragen, indem die Bearbeitungsweise, wo technisch möglich, freigestellt wird. Insgesamt 10 verschiedene Formen werden in den Normen festgehalten, was für die einfachen Aufgaben, die der Randabschluss erfüllt, bereits zu viel ist. Er begrenzt einerseits Fahrbahn oder Gehweg gegenüber Naturboden (Gärten, Wiesland usw.), wofür der Stellstein 4-6 x 25 cm oder für höhere Ansprüche der 8 x 25 cm die technischen Voraussetzungen einwandfrei erfüllt. Da dieser Stein nicht begangen wird, spielt seine Bearbeitung (Gleitsicherheit) keine Rolle, sie könnte im Rahmen der Toleranzen dem Produzenten überlassen werden. Andererseits trennt der Randabschluss die Fahrbahn vom Gehweg. In diesem Fall wird sowohl der Abschluss durch Fahrzeuge überfahren, wie

auch von Fussgängern begangen. Deshalb muss ein Stellstein mit Anzug, der den Reifen weniger beschädigt, und gleitsicherer Trittpläche verwendet werden. Dazu eignet sich der Typ 12/15 × 25 cm und für höhere Ansprüche Typ 15/19 × 25 cm.

Damit könnten insgesamt vier Typen allen technischen Forderungen genügen; weitergehende Forderungen als technische sollte der Bauingenieur an den Randabschluss nicht stellen, denn der Benützer wird eine Strasse nicht nach dem Profil des Stellsteins, sondern nach ihrer Linienführung und ihrem Fahrkomfort beurteilen. Wie erwähnt, führen die Normen aber 10 verschiedene Typen von Stellsteinen an. Die Hersteller wären nun sehr glücklich, wenn sich die Nachfrage auf diese 10 Typen (die sich, wie gesagt, eigentlich ohne Not auf 4 reduzieren liessen) beschränken würde. Der eidgenössische Föderalismus lässt aber kantonale und gar kommunale Blüten in Vielfalt spriessen. Ende 1971 zählten wir 25 verschiedene Stellsteinprofile, von denen sich ein Grossteil nur um 1 cm von der Norm unterscheidet. Ohne Metermass kann man doch die Profile 12/14 × 25, 13/15 × 25, 13/16 × 25 und 14/16 × 25 cm gar nicht vom Normstein 12/15 × 25 cm unterscheiden, und doch werden alle diese Masse verlangt. Der Verbraucher schreibt dann im weitem auch die Bearbeitung von Trittpläche und Ansicht vor, so dass sich aus drei Bearbeitungsmöglichkeiten (gespitzt, gestockt, gesägt) und 25 Profilen insgesamt 225 mögliche Varianten ergeben. Die Erfahrung hat uns gezeigt, dass davon an die 80 Varianten verlangt wurden, wenn auch manchmal nur einen Eisenbahnwagen im Jahr.

Vier Stellsteintypen würden genügen; zehn sind in den Normen enthalten, 80 werden verlangt. Sorgen mit Normen?

#### Rationalisieren – aber wie?

Rationalisierung gilt als Wunderwaffe gegen davonlaufende Kostenfaktoren und Personalmangel. Von zweien der «Geschosse» dieser Waffe war schon die Rede: Ersatz der Handarbeit durch die Maschine und Sortimentsstraffung durch Normierung. Eng mit diesen zwei Problemen verbunden und nicht von ihnen zu trennen sind zwei weitere Begriffe, nämlich Transport und Lagerhaltung.

Jeder Betrieb, stelle er nun gespaltene Bodenplatten, polierte Verkleidungen oder Stellsteine her, setzt noch viele Hände für Bewegungen des Materials ein. Wohl gibt es einige Werke, die echte Verarbeitungsstrassen organisiert haben, aber von einer wirklichen Automation kann nicht die Rede sein. Wahrscheinlich werden heute noch 80% der Naturbausteine ein bis mehrere Male im Werk und auf dem Transport zum Verbraucher von Hand gehoben oder verschoben, und nicht mehr als 20% der schweizerischen Naturbausteine sind je mit einer Palette in Berührung gekommen. Nicht alle Transporte lassen sich mechanisieren und palettisieren, aber so pfahlbauerisch müssten wir auch nicht sein.

Im modernen Industriemanagement geht der Weg vom Marketing über die Produktionssteuerung zur Lagerhaltung. Hier liegen die Verhältnisse im argen: Ein echtes, produktbezogenes Marketing ist kaum möglich, für eine Steuerung der Produktion aus einer Absatzprognose sind daher keine Entscheidungsgrundlagen vorhanden, was eine sinnvolle Lagerhaltung verunmöglicht. Wie im Mittelalter der Handwerker, so warten die Steinbrüche auf Aufträge und stellen das verlangte Produkt in der gewünschten Menge her; die Lieferfrist ist entsprechend lang. Solange die Nachfrage das Angebot übersteigt, ist dieser Ablauf aus der Sicht des Herstellers erfreulich; er trägt kein Risiko. Die Erfreulichkeit für den Verbraucher ist minder: Er muss warten und zahlt zuviel; denn das für ihn eigens gefertigte Produkt profitiert nicht von den Vorteilen einer «Gross-Serie». Sinkt aber die Nachfrage (wetterbedingt, baustadienbedingt, behördliche Beschränkungen usw.) unter das Angebot, so würde es sich

aufdrängen, Lager zu äufnen, um der meist sehr rasch einsetzenden späteren Nachfrage gewachsen zu sein. Das ist heute kaum möglich; denn solange nicht eine straffe Normierung und ein sich daraus ergebendes einfaches Sortiment die Lagerhaltung auf wenige Artikel beschränken, ist das Risiko zu gross. Sorgen mit Normen – Sorgen mit Lagerhaltung.

Die schweizerische Naturbausteinindustrie wird in nächster Zukunft sehr kräftig rationalisieren müssen. Nicht nur Lohnkosten und Personalmangel zwingen sie dazu, sondern auch zunehmende Importe aller Produkte aus Ländern, die entweder schon so rationalisiert haben, dass sie sehr billig liefern können (Schweden, Norwegen und Italien zum Beispiel), oder deren Löhne wesentlich tiefer liegen (wieder Italien, Österreich, die Oststaaten). Diese Importe gefährden die Stellung des schweizerischen Natursteins ernsthaft.

Hauptpunkte der Rationalisierung sind folgende:

- Ersatz der Handarbeit durch die Maschinenarbeit und Einsatz leistungsfähigerer Maschinen
- Sortimentsstraffung durch klare Normen, die von Produzenten und Verbrauchern eingehalten werden und die erlauben, Maschineneinsatz und Rohmaterialgewinnung auf lange Sicht zu planen und eine risikoarme Lagerhaltung ermöglichen
- weitgehende Mechanisierung oder sogar Automation sowohl der innerbetrieblichen wie externen Transporte unter Angleichung an die bestehenden Systeme (Palettisierung, Container)
- Anpassung an moderne Bauweisen, zum Beispiel Herstellung von Verbundelementen (Naturstein / Isolation / Putzträger / Befestigung), Entwicklung einfacher und schneller Versetztechniken im Hochbau usw.
- und schliesslich, was eigentlich an der Wiege des Naturbausteins steht, Entwicklung arbeitssparender Abbaumethoden zur Gewinnung des Rohmaterials (ein Grossteil wird heute noch gesprengt, und dadurch entstehen Rohblöcke von unkontrollierbarer Grösse, Strukturschäden usw.).

Rationalisierung darf nicht zum Selbstzweck werden, und sie ist auch nicht dazu da, den Herstellern das Leben und den Verdienst zu vereinfachen. Es sind daher zwei Fälle zu unterscheiden:

Dort, wo der Naturbaustein primär eine technische Aufgabe zu erfüllen hat, also im Strassenbau (Stellsteine, Pflastersteine), im Bahnbau (Perronanlagen, Unterführungen), im Wasserbau (Verbauungen) und im Vermessungswesen (Marchsteine) ist sowohl für die Formgebung wie für die Bearbeitung der grösstmögliche Rationalisierungsgrad anzustreben, das heisst, durch rigorose Normierung (Sortimentsstraffung) dem Produzenten der optimaler Einsatz der Maschinen und übrigen Betriebsmittel (Transportgeräte, Lagerung) zu ermöglichen mit dem Ziel, den Abnehmer jederzeit kurzfristig und preisgünstig beliefern zu können.

Dort aber, wo der Naturstein in erster Linie eine ästhetische Funktion hat und zum Gestaltungselement der Architektur wird, im Hochbau und Gartenbau, muss der Natursteinproduzent dem Architekten nach wie vor eine grosse Auswahl verschiedener Materialien und Bearbeitungen zur Verfügung halten, denn gerade durch seine natürliche Vielfalt übertrifft ja der Naturstein alle andern Baumaterialien. Die Rationalisierung wird auf diesem Gebiet nie umfassend sein können und lediglich Teilbezirke umfassen (zum Beispiel Bearbeitungsstrassen, Versetzmethoden), nicht aber die Bereiche Form, Bearbeitung und Materialvielfalt. Hier soll dem Gestalter auch in Zukunft grösste Freiheit gelassen werden.

Adresse des Verfassers: Dr. Peter Eckardt, Geologe SIA, Seefeldstrasse 198, 8008 Zürich.