

# Ein Leichtbaustein mit hoher Wärmedämmung

Autor(en): **A.S.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **112 (1994)**

Heft 38

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78515>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Bild 6. Regrouillon-Tunnel, Staatsstrasse Sion-Sierre (VS), aufgehellter Belag



Bild 7. Aufgehellter Belag im Tunnelinnern, Regrouillon-Tunnel, Staatsstrasse Sion-Sierre (VS)

reichen weisser Beton und Strassenmarkierungsfarben mit einem Weissgrad von 85 bis 90% Werte um 7,00 bis 9,00 cd/m<sup>2</sup>. Sie liegen demnach annähernd doppelt so hoch wie Strassenbeläge. Diese Lichtmesswerte entsprechen zwar nicht genau denjenigen im Felde, werden aber mit wissenschaftlich anerkannten Geräten ermittelt und können somit gut als Basis zur Berechnung von Tunnel- und Strassenbeleuchtungen verwendet werden.

### Fazit

Dieser Mehrstufenvorgang ist zwar aufwendig und kostspielig. Er ist jedoch mit Sicherheit wesentlich preisgünstiger als die Erstellung eines echten Strassenmusters von 50 bis 100 m Länge für Lichtmesszwecke. Zudem gestattet das Prozedere in relativ kurzer Zeit die Erarbeitung einer Belagsformulierung, die in hohem Masse vor unbefriedigen-

den Resultaten schützt. Die weiteren positiven Punkte aufgehellter Beläge sind bekannt und wurden am Anfang dieses Beitrages erwähnt (vgl. Bild 3, 6, und 7).

Adressen der Verfasser: W. Grünig, und Ch. Hannemann, Lacktechnikerin, Impac AG, 8034 Zürich; P. Kessler, Farbmeterik, 8134 Adliswil.

## Ein Leichtbaustein mit hoher Wärmedämmung

**Baumaterialien, die ein kostengünstiges und ökologisches Bauen ermöglichen, haben grosse Zukunftschancen. Ein Baustoff, der diese Eigenschaften aufweist, ist der Porenbeton. Porenbeton vereinigt zudem eine für Wandbaustoffe ausserordentlich günstige Kombination von Festigkeit und Rohdichte auf sich. Porenbetonwände weisen deshalb eine Tragfähigkeit auf, die Gebäude mit bis zu vier Geschossen ermöglicht, bei gleichzeitig hervorragender Wärmedämmung und ausreichender Schalldämmung. Der Feuerwiderstand ist ebenfalls sehr hoch.**

### Der Baustoff

#### Produktion von Porenbeton

Der Calziumsilikatleichtbaustoff mit der Markenbezeichnung «Hebel» ist ein anorganisches, nicht brennbares Porenbetonprodukt, das in Estavayer-le-Lac FR aus rein schweizerischen Rohstoffen hergestellt wird. Quarzreicher Sand fluvioglazialer Herkunft aus der Westschweiz wird pulverfein gemahlen, dann mit Zement und gebranntem Kalk als Bindemittel und mit Wasser zu einer vis-

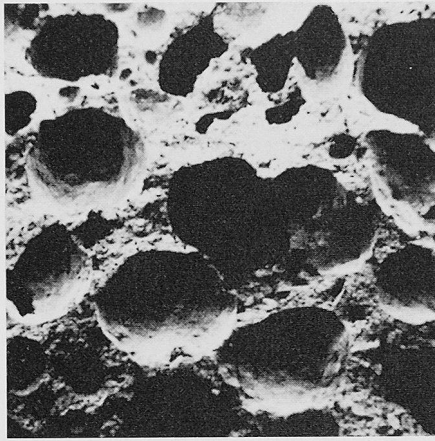
kosen Masse angerührt. Diese gelartige Masse in Formen gegossen wird unter Entwicklung von Wasserstoffgas aus Alupulverzusatz zu einem standfesten, mit runden Poren durchsetzten Kuchen gebläht. Im anschliessenden hydrothermalen Härtungsprozess unter Wasserdampfdruck und hoher Temperatur entwickelt sich die charakteristische kristalline Mikrostruktur, die diesem Leichtbaustoff hohe Wärmedämmung und Tragfähigkeit sowie Stabilität bei niedrigem Raumgewicht verleiht. Dank der auf der besonderen Struktur beru-

henden guten bauphysikalischen und baubiologischen Eigenschaften gilt er als aktueller, empfehlenswerter Leichtbaustoff.

### Komplexe Reaktionsvorgänge

Die hydrothermale Härtung im Autoklaven bei einem Druck von 16 atü beziehungsweise einer Temperatur von 200° ist für die Qualität von entscheidender Bedeutung, weil dabei Mineralsynthesen, besondere kristalline Neubildungen, sogenannte Calcium-Silikat-Hydrate (CSH-Phasen), aus den Wechselreaktionen zwischen Quarz aus der Sandkomponente und dem Bindemittel Kalk/Zement sowie Wasser entstehen und die Mikrostruktur des gehärteten Baustoffs prägen.

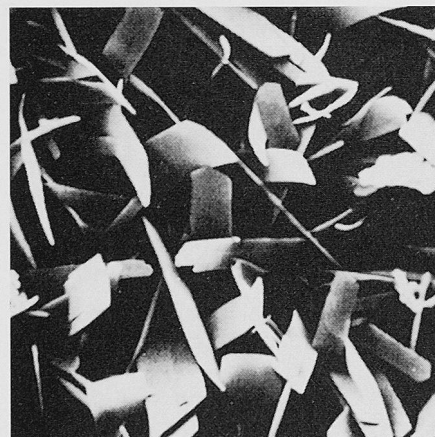
Die CSH-Phasen können in verschiedenen Modifikationen und Kristallformen auftreten, die abhängig sind einerseits von der Feinheit und von der mineralogisch-chemischen Zusammensetzung der Rohstoffmischung, andererseits von den Härtebedingungen (Temperatur/Druck, Zeit). Dabei spielt für die Reaktionskinetik im Autoklaven



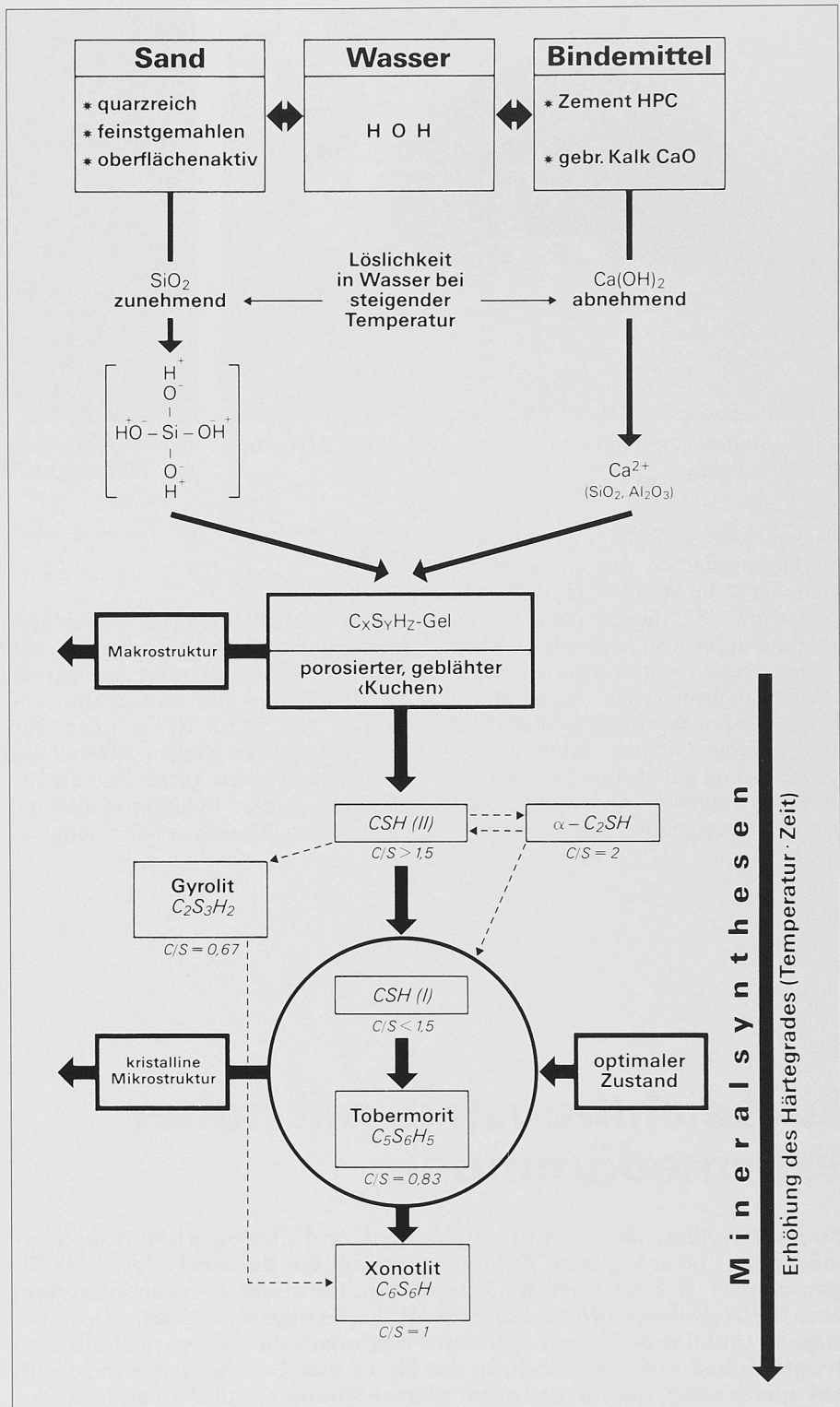
Porenstruktur von Hebel-Porenbeton in 16facher Vergrößerung



Kristalliner Gefügebau von Hebel-Porenbeton 3900fach vergrössert



CSH-Phasen aus einer Porenwand (Tobermorit) in 3600facher Vergrößerung



Schema der hydrothermalen Härtung

die hohe Feinheit beziehungsweise Oberflächenaktivität des Sandes eine ausschlaggebende Rolle.

Im Schema der hydrothermalen Härtung werden die im Autoklaven sich abspielenden komplexen Reaktionsvorgänge und Mineralsynthesen vereinfacht dargestellt. Die Synthese der verschiedenen CalciumSilikat-Hydrate erfolgt über die flüssige Phase, wobei Wasser das Reaktionsmedium bildet. Am Anfang der Härtung entstehen kalkrei-

che CSH-Phasen, während kieselsäure-reiche CSH-Phasen erst später bei fortschreitender Härtung in Erscheinung treten.

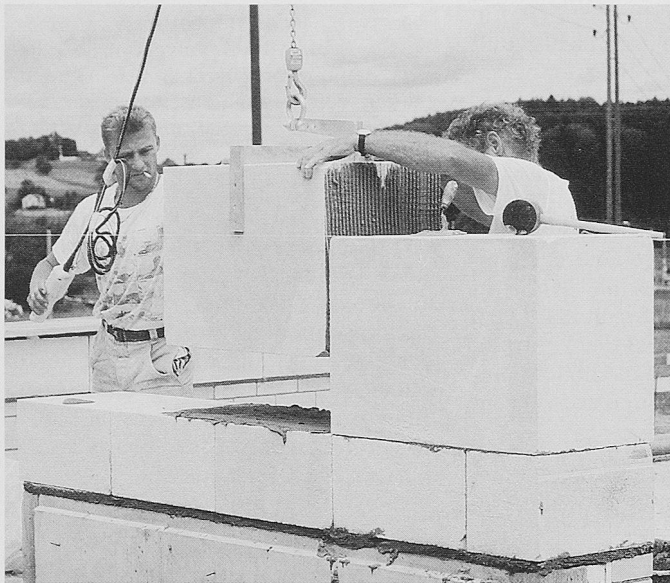
#### Qualitätskontrolle

Als optimaler Zustand für die Qualität hat sich eine Bindemasse aus den CSH-Phasen CSH(I) und Tobermorit erwiesen, ein Zustand, der durch eine konsequente Prozessüberwachung sichergestellt wird. Zur Fabrikations- und Qua-

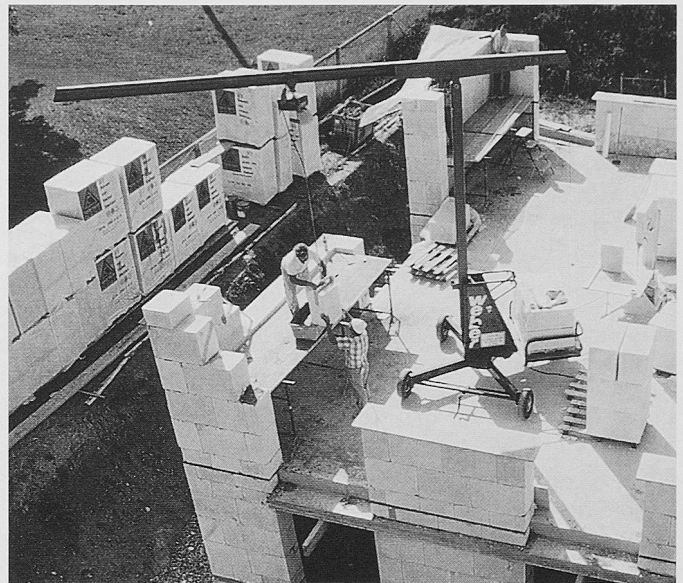
litätskontrolle gehören ebenfalls die systematische Überwachung der Rohstoffe und des Endproduktes mit modernsten physikalisch-chemischen Methoden wie z.B. die Röntgendiffraktometrie und die Raster-Elektronen-Mikroskopie (REM).

Durch die hydrothermale Härtung im Autoklaven bekommt der Porenbeton seine spezifische Mikrostruktur, was ihn bezüglich Stabilität von allen anderen





Gearbeitet wird mit einem Zweimann-Team. Bei guter Arbeitsvorbereitung erreicht ein Maurer im Vergleich zum konventionellen Mauerwerkbau mehr als die doppelte Tagesleistung, was wiederum zu niedrigeren Baukosten führt



Das Jumbo-Planelement aus Hebel-Porenbeton wird mit Hilfe eines speziellen Minikrans versetzt. Die körperliche Belastung der Maurer sinkt dadurch auf ein Minimum

porosierten und luftgehärteten Leichtbetonen deutlich unterscheidet.

### Lizenzvereinbarung

Für die Schweiz werden Hebel-Porenbetonsteine durch die Hard AG, ein Unternehmen der Zürcher Ziegeleien, in Estavayer-le-Lac am Neuenburgersee, produziert. Die Produktion basiert auf einer Lizenzvereinbarung, die die Hard AG im Jahr 1992 mit der Hebel AG Deutschland, einer international tätigen Baustoffgruppe, abschliessen konnte.

### Umweltverträglichkeit

Der kristalline, hochporöse und atmungsfähige Calciumsilikatleichtbaustoff stellt auch aus der Sicht des Umweltschutzes eine interessante Alternative dar. Zu erwähnen dabei ist der relativ günstige Energieverbrauch und die gute Umweltverträglichkeit des Herstellungsprozesses, die Anwendungsfreundlichkeit (Transport, Handling, Verarbeitung) sowie die ausgezeichnete Wärmedämmung des Baustoffes. Dazu kommt, dass man heute bereits beim Bau daran denken muss, was mit einem Bauwerk in späteren Zeiten bei einem eventuellen Abbruch einmal geschieht. Bei einem Ein-Stein-Mauerwerk ohne zusätzliche Isolation bietet der geordnete Rückbau keine Probleme. Porenbeton kann als Inertstoff deponiert, recykliert und als Sekundärbaustoff wieder eingesetzt werden.

In ökologischer Hinsicht weist dieser Baustoff in allen relevanten ökologischen Punkten bestechende Merkmale auf. Zusammengefasst sind dies folgende:

- aus 1 m<sup>3</sup> Rohstoff ergeben sich bis zu 5 m<sup>3</sup> Baustoff, das bedeutet Schonung der Ressourcen.
- der Primär-Energieinhalt von Porenbeton ist auf einem vergleichsweise tiefen Niveau.
- die geringe Rohdichte ergibt ein niedriges Transportgewicht pro m<sup>3</sup> Baustoff, pro Lastwagen kann also wesentlich mehr Baustoffvolumen transportiert werden als bei traditionellen Wand-Baustoffen.
- Während der Nutzungsphase kann dank guter Wärmedämmung der Heizenergieverbrauch gering gehalten werden, und letztlich
- kann Porenbeton ohne grossen Aufwand rückgebaut und als Inertstoff deponiert, recykliert und als Sekundärbaustoff wieder eingesetzt werden.

### Das Bausystem

Wände aus Porenbeton bestehen aus Plansteinen, Dünnbettmörtel sowie einem witterungsbeständigen Grundputz. Da die einzelnen Komponenten aufeinander abgestimmt sind, spricht man von einem Bausystem. Dieses Bau-

system wird sowohl im Wohnungs- als auch im Industrie- und Gewerbebau für Aussen- und Innenwände verwendet. Seinem relativ geringen Gewicht ist es zu verdanken, dass es auch bei Renovationen und Dachausbauten häufig eingesetzt wird.

### Hohe Wirtschaftlichkeit und verbesserte Arbeitsbedingungen

Dank kurzer Verarbeitungszeit kann mit diesem Bausystem ein wertvoller Beitrag zur allseitig geforderten Kostensenkung im Wohnungsbau geleistet werden. Wenn Plansteine verwendet werden, erreicht ein Maurer fast die doppelte Tagesleistung des konventionellen Mauerwerkbaus. Bei Verwendung von grossformatigen Porenbetonblöcken, sogenannten Jumbo-Elementen, kann die Leistung auf das zweieinhalbfache gesteigert werden.

Auch in arbeitsphysiologischer Hinsicht vermag insbesondere das Bausystem aus Jumboelementen, das mittels eines Kleinkrans das einfache Vermauern von grossformatigen Porenbetonblöcken ermöglicht, den Forderungen nach verbesserten Arbeitsbedingungen auf der Baustelle gerecht zu werden. Das täglich durch körperlichen

| Baustoffe im Vergleich |                    | Porenbeton | Kalksand | Backsteinstein |
|------------------------|--------------------|------------|----------|----------------|
| Rohdichte              | kg/m <sup>3</sup>  | 460        | 1700     | 900-1000       |
| Schwindmass            | mm/mm              | 0,2-0,3    | 0,2      | +0             |
| Elastizitätsmodul E    | kN/mm <sup>2</sup> | 2          | 6        | 6              |
| Wärmedehnung           | mm/mK              | 0,008      | 0,008    | 0,005          |
| Kriechen               |                    | 2          | 2        | 0,5            |
| Wärmeleitfähigkeit     | W/mK               | 0,13       | 0,90     | 0,45           |

Einsatz bewegte Gewicht reduziert sich gegenüber der üblichen Verarbeitung traditioneller Wand-Baustoffe um ein Vielfaches bei gleichzeitig stark verminderter Anzahl Bückbewegungen pro Tag. Fazit: 2,5fache Leistung, 4mal weniger Bückbewegungen und 6mal weniger Gewicht, das durch körperlichen Einsatz bewegt werden muss.

### Aus der Sicht von Architekt und Bauingenieur

Planer haben heute die Aufgabe, bei den Produktionskosten die Schraube anzuziehen und dadurch den Wohnungsbau zu verbilligen. Akzeptable

Mieten und Renditen sind das Ziel. Ein Mittel, diese Philosophie in die Tat umzusetzen, ist die Anwendung der neuen Bautechnik mit grossformatigen Bauelementen aus Porenbeton.

Porenbeton ist leicht, deshalb gut wärmedämmend und gut zu verarbeiten. Aber gerade der Vorzug der «Leichtigkeit» ist für den Bauingenieur auch mit Nachteilen verbunden, mit denen er sich intensiv zu beschäftigen hat. Dazu stellt bei jedem Material die Verarbeitung «grösserer Einheiten» höhere Anforderungen an Planer und Ausführenden.

Grundsätzlich sei einfach festgehalten, dass auf einen «funktionierenden Ge-

Der vorliegende Bericht fasst Informationen der Hard AG, Volketswil, über die Herstellung von Porenbetonsteinen und deren Verarbeitung zusammen, die anlässlich einer Informationstagung vorgestellt wurden.

bäudesockel», welcher als einwandfreies Fundament für die Fassade dient, grösstes Gewicht gelegt werden muss. In diesem Zusammenhang ermöglicht das konsequente Dewa-Verfahren nicht nur, einen einwandfreien Sockel herzustellen, sondern schafft für die Verwendung grosser Porenbetonsteine günstige Voraussetzungen bezüglich der zu erwartenden Deformationen.

A.S.

## Begrünbare Elementstützmauern

Die ästhetische und rationelle Lösung

**Ein Bauwerk, das abgeschlossen und betriebsbereit, aber eigentlich noch nicht fertig ist, gibt es das? Ja – zum Beispiel, wenn die Natur das äussere Erscheinungsbild erst richtig abrundet.**

Dann verschwindet die eigentliche Bau- substanz bereits nach wenigen Vegetationsperioden hinter einer üppig wach-

VON ALOIS FONTANA, BRUGG

senden Pflanzenwelt – vorausgesetzt das Konstruktionssystem ist klug durchdacht und der Situation genau angepasst.

Am Beispiel des Strassenausbaus Unterterzen – Quartan am Walensee (SG) wird deutlich, wie harmonisch und organisch eine Landschaft so gestaltet werden kann: Drei Jahre, nachdem die Bauarbeiten abgeschlossen wurden, ist

heute von Beton nicht mehr viel zu sehen (vgl. Bild 3 und 4). Die enge und steile Strasse, die auch Frosts Schäden aufwies, musste dringend saniert werden. Starkes Gefälle, unübersichtliche Strecken und steile Kurven erforderten eine stark veränderte Strassenführung. Besonders im Abschnitt Eggli-Annaberg kam es zu grossen Gelände-Einschnitten und -Aufschüttungen. Drei Stützmauern mit einer Höhe bis zu zehn Metern und einer Gesamtlänge von über 200 Metern mussten dazu erstellt werden.

Da man vom See und von Unterterzen aus direkt auf die Wände sieht, ent-

schieden sich Bauherrschaft und Projektgenieur für ein begrünbares, schallabsorbierendes Wandsystem. Nach Projekt- und Kostenvergleichen fiel die Wahl auf ein auf dem Schweizer Markt angebotenes System.

Das breite Sortiment an Grundelementen dieses Systems ermöglichte es, die Stützmauern optimal dem schwierigen Gelände anzupassen. Vor allem wurden hier

- gerade Längselemente mit und ohne Seitenflanschen
- Kurvensatz
- Auflagekonsolen 75 cm hoch (also Schichtstärke) und
- Belastungsbalken bzw. Schubdübel benötigt.

Das Hauptproblem bei der gegebenen Situation bestand darin, die engen Kurven mit minimalem Radius von 18 m so zu planen, dass bei geneigter Wandfront zwischen den Standardfeldlängen von 5 m keine klaffenden Fugen entstehen. Einmal mehr hat sich die Gestaltungsmöglichkeit mit überlappten Feldstössen und Seitenflanschen bestens bewährt.

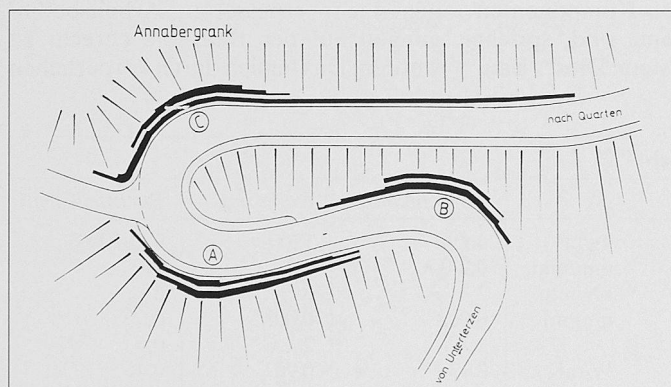


Bild 1. Situation an der Bergstrasse von Unterterzen nach Quartan

### Am Bau Beteiligte

*Bauherrschaft:* Politische Gemeinde Quartan

*Projektierung und Bauleitung:* Ing.-Büro Kurt Gubser & Partner AG, Unterterzen

*Bauausführung:* Giger AG, Hoch- und Tiefbau, Murg

*Projektierung der Stützmauer und Elementlieferung:* Hunziker Baustoffe AG, Brugg («dabau»)