

# Qualitätsanforderungen an Bahnschotter

Autor(en): **Gerber, M.E. / Röthlisberger, F. / Schmutz, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -  
Ingenieure**

Band (Jahr): **59 (1992)**

Heft 135

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-216068>

## **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.

## Qualitätsanforderungen an Bahnschotter

mit 2 Tabellen

von M. ED. GERBER, F. RÖTHLISBERGER, G. SCHMUTZ\*

### *Zusammenfassung*

Die stärkere Belastung der Bahngleise, bedingt durch Zunahme der Verkehrslast und der Zugsgeschwindigkeit, aber auch das Auftreten von Schäden wegen mangelhafter Lieferqualität, veranlassten die SBB, die Lieferbedingungen aus dem Jahre 1964 zu überarbeiten. Ziel der neuen Schottervorschriften ist die optimale Verwendung der verfügbaren Schotter entsprechend den Qualitätseigenschaften in den verschiedenen Gleisanlagen, sowie die Qualitätssicherung.

Die technischen Voraussetzungen für die Lieferung von Bahnschotter beinhalteten die Eignungsuntersuchung des Gesteinsvorkommens durch das Geologische Gutachtenbüro Gerber, die Eignungsprüfung der Schotter durch die EMPA sowie das Labor SBB und die Beurteilung des Schotterwerkes.

### *Abstract*

The heavier wear of the tracks, due to the increase in traffic and speed, but also surfacing damages due to deficient quality, obliged the SBB (Swiss Railway Company) to revise their conditions of delivery dating back to 1964. The goal of the new ballast regulations is to use in the most appropriate manner the available ballast, in accordance with the quality requirements of the different tracks, as well as quality control.

The technical prerequisites for the delivery of the railway ballast is the qualification of the rock by the «Geologisches Gutachtenbüro Gerber», the testing of the ballast by the EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research) and the SBB laboratory, and the evaluation of the ballast producer.

Die Geschichte des Bahnbaus hat gezeigt, dass der Schotteroberbau bezüglich setzungsbedingter Korrekturen und für die Schallabsorption geeignet ist. Seit 1925 wird durch die SBB ausschliesslich gebrochenes Material, anfänglich mittelharte und harte Gesteine, heute -mit einzelnen Ausnahmen- nur noch Hartgesteine (Druckfestigkeit  $>140 \text{ N/mm}^2$ , Gehalt an harten Mineralien  $>25\%$ ), verwendet.

### **Eignungsuntersuchung des Gesteinsvorkommens**

Voraussetzung für die Eignungsuntersuchung eines Gesteinsvorkommens ist, dass die Nutzschrift aus einem Gestein besteht, das der dynamischen Beanspruchung des Bahnverkehrs sowie der Verwitterung über mehrere Jahrzehnte standhält. In den Jahren 1953-1955 untersuchte F. DE QUERVAIN diesbezüglich 30 Gesteinsvorkommen von SBB-Lieferanten, darunter 11 Steinbrüche, die bei der Neubeurteilung 1990-1992 eben-

---

\* Anschriften der Verfasser:

M. ED. GERBER, Dr. phil. nat., Geologe, Geologisches Gutachtenbüro Gerber, Brückfeldstrasse 36, 3012 Bern

F. RÖTHLISBERGER, Dr. rer. nat., Petrograph, Abteilung Anorganische Chemie, EMPA, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf

G. SCHMUTZ, dipl. Bauingenieur ETH, Baudirektion SBB, Mittelstrasse 43, 3030 Bern

falls besucht wurden. 19 Gesteinsvorkommen wurden in der Zwischenzeit aufgelassen und durch 8 neue Abbaustellen, davon 4 im Ausland, ergänzt.

Die Eignung eines Gesteinsvorkommens zur Schotterherstellung wird von folgenden geologisch-technischen Kriterien bestimmt:

- Ausreichende Mächtigkeit und Kubatur der Nutzschrift
- ungeeignete Gesteinsschichten für die Schotterherstellung (z.B. Überdeckung, Abraum, evtl. Einschaltungen) separat abbaubar
- Ungeeignete Anteile innerhalb der Nutzschrift eliminierbar durch Abbauplanung (kleinstückig Sprengen, Blockauswahl), durch Vorabscheidung oder durch den Aufbereitungsprozess
- Tektonische Komplikationen (Brüche, Überschiebung) sowie das Trennflächengefüge (Schichtung, Klüftung)
- Verwitterung, Tektonisierung, metamorphe Überprägung
- Geländestabilität, Sicherheit beim Abbau
- Erschliessung des Abbaugbietes mittels Fahrwegen und Strassen
- Verkehrstechnische Lage des Steinbruchs und Werks

Zusehends wird der Abbau geeigneter Hartgesteine durch ökologisch-politische Kriterien eingeschränkt oder verunmöglicht, insbesondere durch den Landschaftsschutz oder durch planerische Interessenkonflikte (Bauzonen, Verkehrswege, Erholungsgebiete). Bezüglich Naturschutz wurde erkannt, dass Steinbrüche ökologische Nischen sind und einen artenreichen Lebensraum für Tiere und Pflanzen bieten.

Die Eignungsuntersuchung beinhaltete folgende Gesteinsvorkommen:

- Kieselkalke des Hauterivien der Randketten-Elemente der Wildhorn- und Drusbergdecke (4 Vorkommen).
- Kieselkalke des Valanginien der Wildhorndecke (1 Vorkommen)
- Kieselkalke des Lias der Préalpes Médiannes (2 Vorkommen)
- Kieselkalke und Kalke (Oehrlikalk, Betliskalk) der Mürtshendecke (1 Vorkommen)
- Echinodermenbrekzien des Doggers (Reischiben-Serie) der Mürtshendecke (1 Vorkommen)
- Malmkalke (Quintnerkalk) der Elggis-Schuppe (1 Vorkommen)
- Grünsandsteine der mittleren Kreide (Gamser- und Brisischichten) der Drusberg-Säntis-Decke (1 Vorkommen)
- Sandkalke, Grünsandsteine und Echinodermenbrekzien der mittleren Kreide der Drusbergdecke (1 Vorkommen)
- Sandsteine des Schächentaler Flysches aus dem nordhelvetischen, parautochthonen Tertiär (1 Vorkommen)
- Sandsteine aus dem tertiären Autochthon des Aiguilles Rouges Massivs, sog. Grès des carrières, die dem Rupélien zugeordnet werden (2 Vorkommen)
- Vulkanite (Rhyodazit) aus der Serie von Thann-Giromagny (unteres Karbon) der Vogesen (1 Vorkommen)
- Gangporphyre des Oberkarbons und Perms und Gneis-Anatexite des Schwarzwaldes (1 Vorkommen)
- Granite und Granitporphyre variszischen Alters des Schwarzwaldes (1 Vorkommen)
- Kalksilikatfelse aus der metamorphen, mesozoischen Sedimentserie der sogenannten Wurzelzone (1 Vorkommen)

Ungeeignete Anteile sind für Bahnschotter Weichgesteine und Gesteine, die die Qualitätsvorschriften bezüglich Verwitterungsbeständigkeit nicht erfüllen. Sofern ungeeignete Gesteinsschichten im Hangenden der Nutzschrift vorkommen, sind sie durch entsprechende Abbauplanung leicht zu separieren. Ungeeignete Anteile innerhalb der Nutzschrift können teilweise im Abbau- und Aufbereitungsprozess eliminiert werden. So zum Beispiel dünngeschichtete, meist tonreiche Zwischenschichten oder Kalzit sowie Mylonite aus Kluftfüllungen. Schwieriger ist die Separierung ungeeigneter Anteile, wenn diese mittelhart oder sogar hart sind, in grossen Mengen vorkommen oder in Form von Flasern im Gestein der Nutzschrift eingelagert sind (z.B. mergelige Kalke in den Kieselkalken des Lias, glimmerreiche Einlagerungen in Kalksilikatfelsen, schiefrige Einlagerungen mit Übergängen zu Siltsteinen in Sandsteinen).

Die einzelnen Gesteinsvorkommen beinhalten bezüglich Lithologie fünf bis acht Gruppen, die hinsichtlich ihrer technischen Eigenschaften unterschiedlich zu beurteilen sind und deren Häufigkeit innerhalb des Abbaubereiches entsprechend der Anordnung sedimentärer oder magmatischer Fazies ändern kann. Durch den Abbau in Terrassen und durch die Aufbereitung wird im Allgemeinen eine Homogenisierung bezüglich der petrographischen Zusammensetzung einer Schotterprobe erreicht.

## **Eignungsprüfung der Schotter**

Eine qualitative Beurteilung mineralischer Baustoffe, beruhend auf allgemeinen Kriterien, ist nicht möglich: Die Anwendung des Rohstoffs bestimmt die Qualitätsanforderungen. Durch die natürlichen Eigenschaften der verfügbaren Gesteinsvorkommen und durch ihre vorhandenen Heterogenitäten werden der Festlegung von Qualitätsanforderungen jedoch Grenzen gesetzt. Die Beobachtung des Langzeitverhaltens ist von grosser Bedeutung und sollte erlauben, die für die Qualitätsbeurteilung wichtigen Materialeigenschaften zu definieren, um diese dann im Laborversuch zu quantifizieren, wobei der Nachweis erbracht werden muss, dass das Experiment oder die Analyse reproduzierbar ist und das wirkliche Verhalten erfasst. Dadurch wird die Materialprüfung zum wichtigsten Instrument der Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle.

Das Schotterbett hat die Stabilität des Geleises in Querrichtung zu gewährleisten und muss eine genügende Elastizität aufweisen, woraus sich die Anforderungen bezüglich Kubizität und Korngrössenverteilung des Schotters ergeben. Die Kornzusammensetzung von Bahnschotter beinhaltet hauptsächlich die Kornklasse 32/45mm (Siebdurchgänge 63 mm: 100 Masse-%, 45mm: 60-100 Masse-%, 31,5 mm: 0-20 Masse-%, 22,4 mm: 0-3 Masse-%). Bei der Kornform werden mindestens 60 Zahl-% kubische Körner gefordert. Der Feinanteil <0.5mm darf bei Nasssiebung nicht mehr als 0.5 Masse-% betragen, um die Staubentwicklung beim Einbau der Schotter zu verringern.

Aus den Anforderungen an die Lebensdauer der Schotter lassen sich die Vorschriften über Festigkeit und Beständigkeit des Materials ableiten. Für die Prüfung der Festigkeit wird die Zertrümmerungsprüfung (Druckprüfung nach EMPA-Verfahren, SN670830) und der Los-Angeles-Versuch (SN670835) angewandt. Die Zertrümmerungsprüfung bestimmt die Festigkeit gegenüber Druckbeanspruchung, wie sie zum Beispiel beim Krampen entsteht, der Los-Angeles-Versuch prüft das Verhalten gegenüber Schlag und Abrieb. Europäische Versuche mit dem Vibrogir-Verfahren im SNCF-Labor in Paris simulierten während ein paar Wochen eine dynamische Belastung des Schotterbettes und belegten die Aussagekraft des Los-Angeles-Versuchs bezüglich dem Verhalten der Schotter in der Gleisanlage. Versuche zeigten, dass der Los-Angeles-Koeffizient analog dem Zertrümmerungswert primär von der Gesteinhärte ab-

hängt, dass aber weitere Faktoren wie die Kubizität und die Scharfkantigkeit der Schotterstücke (z.B. Rundung durch Transport im Rolloch, Kantenbearbeitung im Kreisgelbrecher) einen Einfluss haben. Der Einfluss der Korngrößenverteilung wird im Los-Angeles-Versuch, im Gegensatz zur Zertrümmerungsprüfung, durch Aussieben einer definierten Korngrößenklasse eliminiert. Die Verwitterungsbeständigkeit wird mittels Kristallisierversuch nach DE QUERVAIN bestimmt. Dabei ist jede petrographische Gruppe einer Schotterprobe separat zu prüfen und die Massenverluste nach 40 Wech-seln sind entsprechend der Häufigkeit der einzelnen Lithotypen für die Gesamtprobe zu addieren. Diese Untersuchung könnte auch an Handstücken, die bei der Profilauf-nahme in einem Steinbruch aufgesammelt werden, ausgeführt werden. Wichtig ist, dass die geprüften Lithotypen so beschrieben werden, dass eine spätere makroskopi-sche Erkennung bei der petrographischen Analyse möglich ist.

**Tabelle 1:** Anforderungen an Bahnschotter bezüglich Festigkeit und Verwitterungsbe-ständigkeit (Vorschlag)

Prüfmerkmal	maximale Grenzwerte		
	Schotter I	Schotter II	Schotter III
zertrümmerungsgrad z bei der Druckprüfung [%]	27	30	33
Los-Angeles-Koeffizient [%]	20	28	35
Massenverlust im KIRSTALLISIER- versuch [Masse-%] berechnet für das gesamte Korngemisch entsprechend der Häufigkeit einzelner petrographischer Gruppen	8	12	16

Auf die Angabe des zulässigen Gehalts an weichen und ungeeigneten Anteilen in einer Schotterprobe wurde verzichtet, da dieser Anteil für jedes Gesteinsvorkommen unter-schiedlich sein kann, um die geforderten Qualitätsvorschriften bezüglich Festigkeit und Verwitterungsbeständigkeit zu erfüllen. Die mikroskopische Untersuchung im Dünnschliff erlaubte, das Versagen von Plutoniten im Kristallisierversuch durch Um-wandlungserscheinungen in den Feldspäten zu erklären.

### Beurteilung des Schotterwerkes

Die Qualitätsfähigkeit eines Werkes ist neben der Beschaffenheit des Gesteinsvorkom-mens auch vom Abbau und der Aufbereitung abhängig wie folgende Zusammenstel-lung zeigt:

**Tabelle 2:** Möglichkeiten der Qualitätsbeeinflussung beim Abbau und bei der Aufbereitung

	Beeinflussende Parameter
Abbauplanung: Separater Abbau ungeeigneter Gesteinsschichten und Abbauart (Separierung durch horizontalen Abbau, Homogenisierung durch vertikalen Abbau)	— Petrographie
Sprengen: Anordnung Bohrlöcher, Bohrlochabstand, Ladung (Menge, Verteilung, Art des Sprengstoffs), Zündung	— Korngrösse — Petrographie einzelner Kornklassen — Festigkeit
<b>Aufbereitung</b>	
— Stückgutabscheidung	— Petrographie — Kornform
— Brechen: Art der Brecher, kontinuierliche Beschickung, Zustand Verschleissteile, Zerkleinerungsgrad (Oeffnungsweite Brecher), Anzahl Brechvorgänge	— Petrographie — Kornform — Kornverteilung
— Siebanlage: Dimensionierung Siebe, Aufgabemenge, Siebhub und Drehzahl, Einbau von Schlitzsieben, Zustand Verschleissteile	— Kornverteilung — Über- Unterkorn — Kornform
— Entstaubung	— Reinheit

Die Qualitätsanforderungen für Bahnschotter bezüglich Kubizität erfordern mindestens zwei Brechvorgänge und bezüglich Reinheit ist eine effiziente Waschanlage unerlässlich.

Die Untersuchung ergab, dass von den 19 Gesteinsvorkommen 9 potentiell geeignet sind zur Herstellung von Schotter I (Kieselkalke des Hauterivien und Valanginien, Sandsteine, Vulkanit) und 4 Vorkommen, sofern keine Verbesserung in der Abbauplanung oder Aufbereitung erfolgt, Schotter II oder III produzieren werden. Bei 3 weiteren Vorkommen erfordert die Schotterherstellung umfangreiche Verbesserungen in der Abbauplanung und bei 3 Vorkommen ist die Bahnschotterproduktion mangels Festigkeit oder Verwitterungsbeständigkeit aussichtslos. Bahnschotter werden bei Gleisumbauten teilweise wieder aufbereitet (Brechen, Sieben, Waschen) und als Schotter III verwendet. Die neuen Schottervorschriften SBB werden einen wesentlichen Beitrag leisten im Rahmen der Diskussion für europäische Normen.

