

# Materialtransportsystem beim Bau des Ärmelkanal-Tunnels

Autor(en): **Huber, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **108 (1990)**

Heft 26

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77463>

## **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.

# Materialtransportsystem beim Bau des Ärmelkanal-Tunnels

**Das «Jahrhundert-Bauwerk», nämlich der Tunnel unter dem Ärmelkanal zwischen Frankreich und England, stellt extreme Anforderungen an die Ingenieure. Eines dieser Probleme, der Abtransport der gewaltigen Schuttmengen von der Front und der Transport von Ausbau-Bögen und sonstigem Material zur Front, soll in dieser Abhandlung näher beleuchtet werden. Die Betrachtung beschränkt sich auf die Methode auf der französischen Seite der Baustelle. Auf der englischen Seite sind die Verhältnisse aber ähnlich.**

## Die Baumethode

Die Verbindung zwischen Frankreich und England besteht strenggenommen

VON B. HUBER,  
NEUHAUSEN

nicht aus einem, sondern aus drei Tunnels gemäss Bild 1.

Diese «Röhren» werden mit Tunnel-Bohrmaschinen im Vollschnitt-Verfahren gefräst. Der ganze Tunnel verläuft in der Kreide.

Unmittelbar nach dem Fräsen des Querschnittes werden Beton-Segmente, welche in einer vollautomatischen Fabrik hergestellt werden, eingesetzt.

Von Frankreich werden die Tunnels von einem riesigen Schacht in der Ortschaft Sangatte aus vorangetrieben, einerseits Richtung England, andererseits Richtung Verladebahnhof, etwas weiter im Landesinneren.

Nach Fertigstellung des Bauwerkes werden die beiden Eisenbahntunnels je eine Fahrspur aufnehmen, während der Service-Tunnel den Infrastruktur-Aufgaben dienen wird.

## Abtransport des Ausbruchmaterials

Bei langen Tunnels, wie z.B. dem Ärmelkanal-Tunnel, spielt die Transportlogistik eine entscheidende Rolle.

Aus Gründen der Fahrbahngestaltung und des Wirkungsgrades (Rollreibung) kommt praktisch nur eine Gleisförderung in Frage. Dieseltraktion ist aus arbeitshygienischen Überlegungen ausgeschlossen (die benötigte Frischluftmenge für die in einem Tunnel verkehrenden Loks mit der notwendigen Antriebsleistung kann schlicht nicht in den Tunnel gebracht werden). Da ausserdem der Materialtransport bei Untertunneltunneln (im Gegensatz zu den

grossen Alpentunnels) nach oben erfolgt, ist auch ein reine batterieelektrische Förderung ausgeschlossen.

Die Lösung für den Fall des Ärmelkanaltunnels waren «Verbund-Lokomotiven», d.h. batterieelektrische Loks, welche auch an einer Oberleitung fahren können. Damit ist es möglich, in den langen Fahrstrecken im Tunnel an der Oberleitung zu fahren (und dabei gleichzeitig die Batterie zu laden), während an der Front und im Schachtbereich ein reiner Batteriebetrieb herrscht.

Der Verlad des Ausbruchmaterials in die Transportzüge ist in Bild 2 schematisch dargestellt.

Die Züge fahren im Schacht in eine Kippvorrichtung, wo das Ausbruchma-

terial aus den Wagen in einen Brecher/Verflüssiger gekippt wird. Riesige Pumpen fördern das mit Wasser versetzte Material auf die Deponie. Gleichzeitig werden an einer anderen Stelle Ausbaubögen und Spritzbeton auf die speziell dafür vorgesehenen Wagen verladen.

Die Zugskompositionen für die beiden Tunnel-Typen sind in Bild 3/4 dargestellt.

Bei maximal erreichten Vortriebsleistungen von 49 m pro Tag auf der Meereseite ergibt dies täglich:

31 Züge im Eisenbahn-Tunnel.

Aus Bild 2 wird auch sofort klar, dass der Betrieb nur mit Pendelzügen erfolgen kann, ein Umkuppeln der Loks ist insbesondere im Nachläufer der TBM ausgeschlossen.

## Konzept der Verbundlokomotiven

Bei der Konzeption der Lokomotiven wurden die Prinzipien des Systems-Engineering verwendet. Es wurde deshalb die Lok als Teil des ganzen Transportsystems entwickelt.

Folgende Randbedingungen waren zu berücksichtigen:

- modularer Aufbau, 20-t- und 38-t-Lokomotive so weit als möglich mit gleichen Subsystemen ausgerüstet

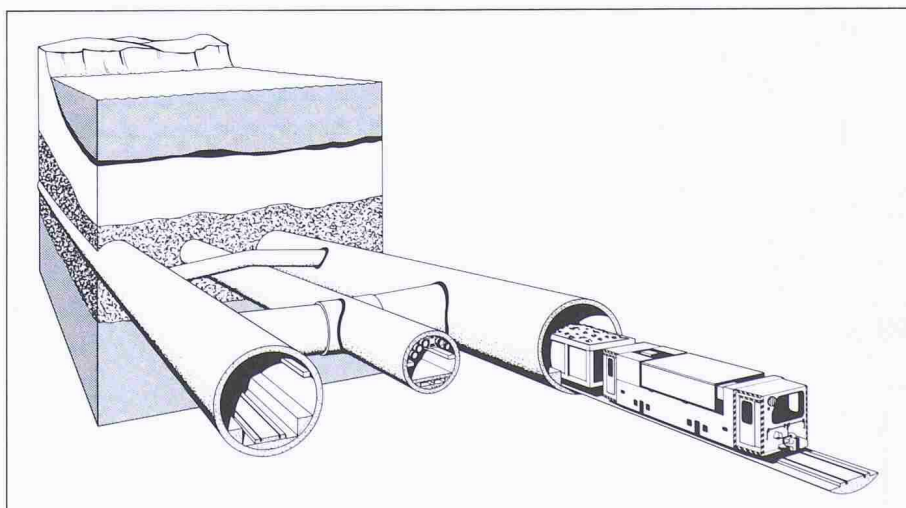


Bild 1. Konzept des Ärmelkanal-Tunnels

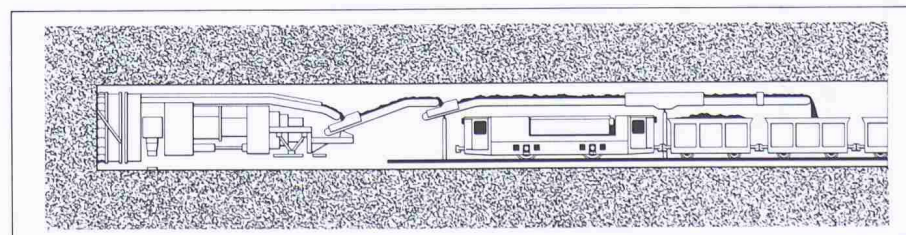


Bild 2. Schematische Darstellung des Verlades des Ausbruchmaterials in die Transportzüge

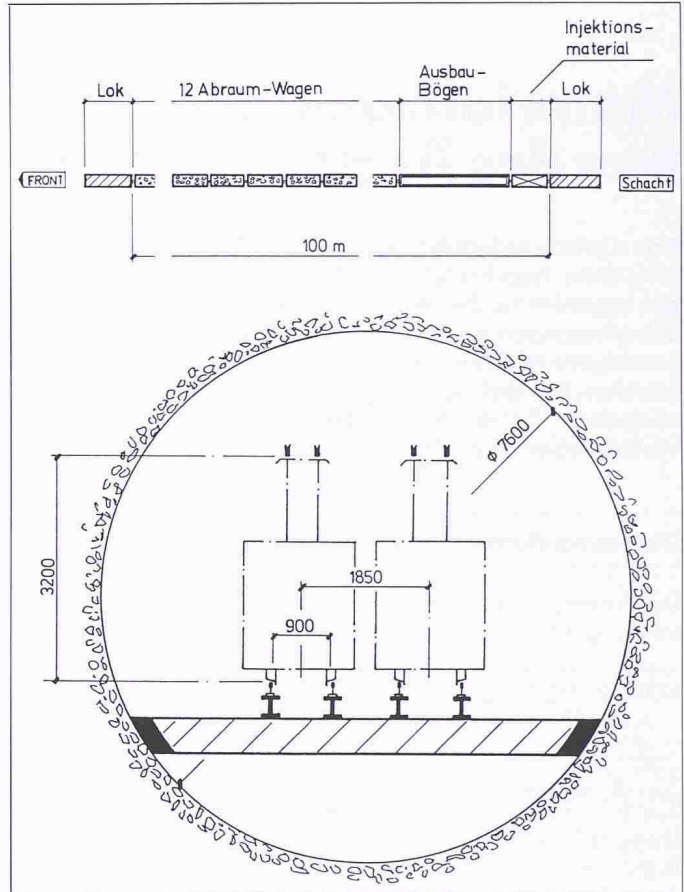
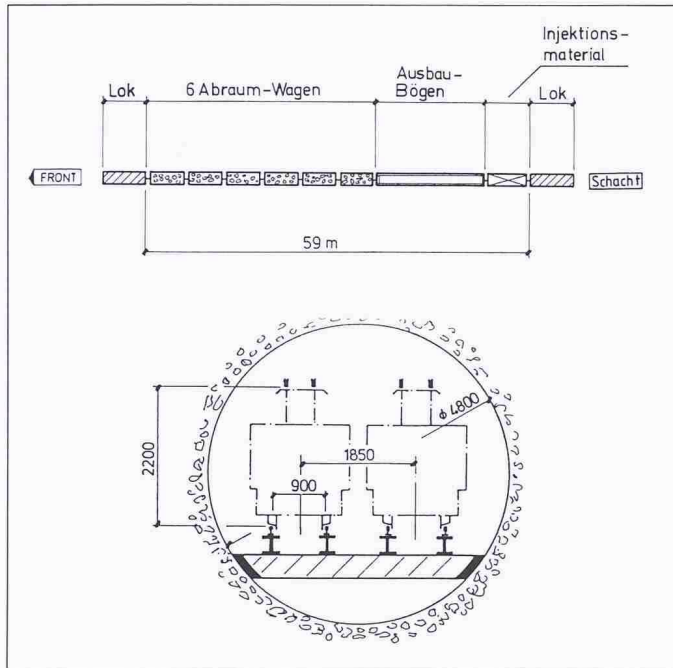


Bild 3/4. Zugkompositionen für die beiden Tunnel-Typen (V20 links, V38 rechts)

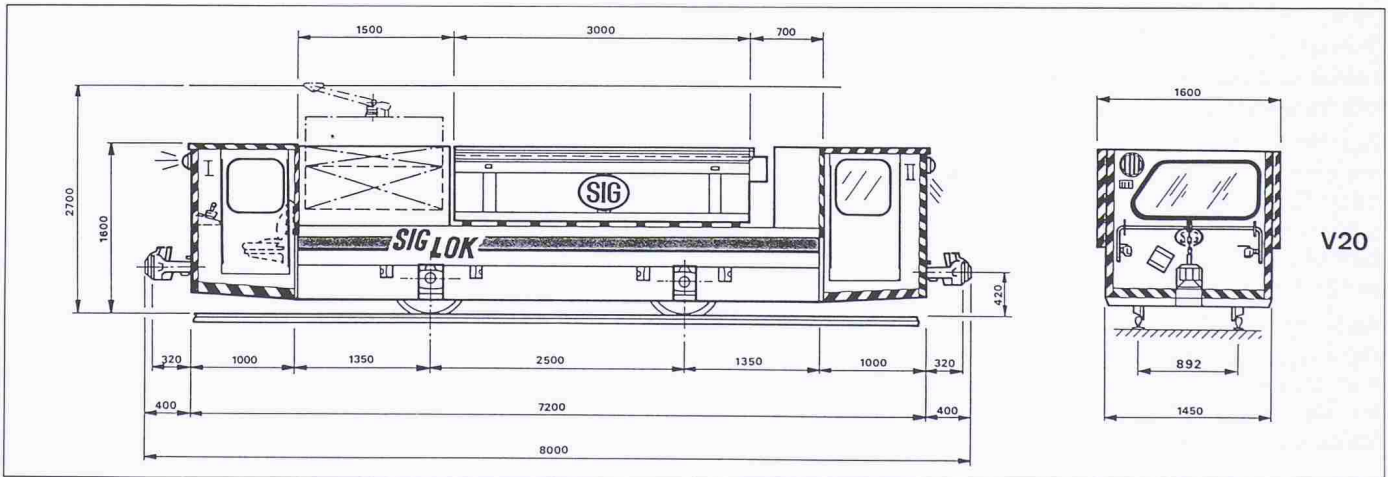


Bild 5. Typenbild Lok V20

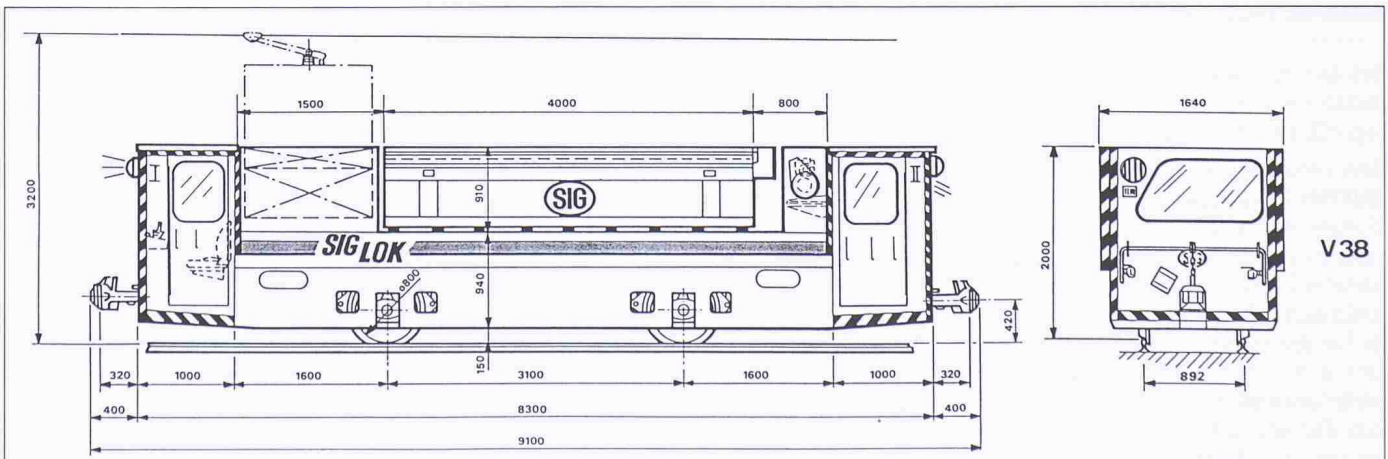


Bild 6. Typenbild Lok V38

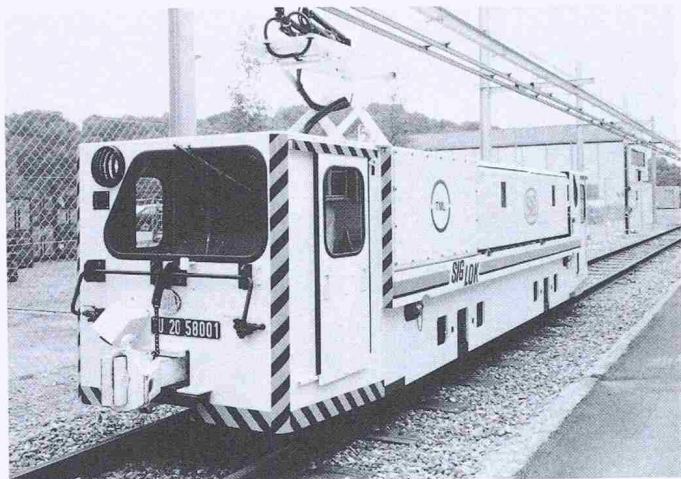


Bild 7. Lok Typ V20

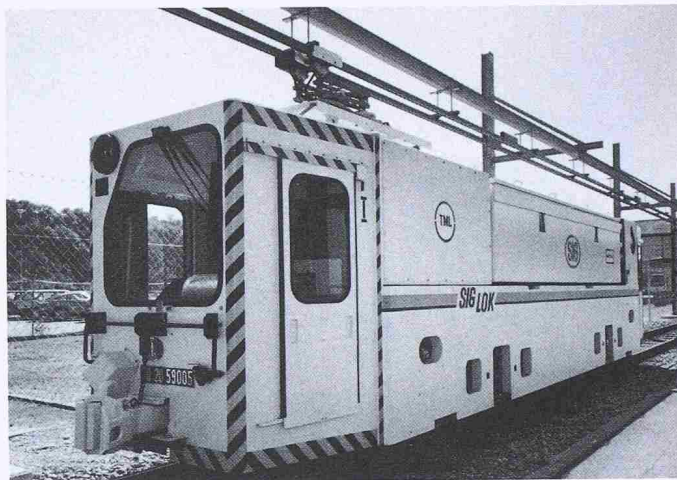


Bild 8. Lok Typ V38

- mikroprozessorgesteuerte Schützensteuerung (kein vollelektronischer Chopper)
- Batteriekapazität so gross als möglich
- Mehrfachtraktion (je eine Lok an jedem Zugsende)
- geschlossene Führerkabine

Aus diesen Grundanforderungen sowie den Leistungs-Daten ergaben sich die beiden Lok-Typen V20 und V38 (Tabelle 1).

Die beiden Lok-Typen sind in den Bildern 5 bis 8 dargestellt. Die wichtigsten Elemente der Loks sind:

- vollständig geschweisstes Chassis mit integralen Führerhäusern
- Gleitbacken-Achsführung mit Blattfederung und Geländeausgleich (Radlastausgleich auf unebenem Gleis)
- längsliegender Fahrmotor Fabrikat Alsthom mit beidseitigem Kardan-Antrieb auf die beiden Achsgetriebe Fabrikat Eickhoff
- Schützen-Traktionssteuerung mit Micas-Mikroprozessor, Fabrikat ABB
- Anfahr und Bremswiderstände von Metal Deploye
- Stromabnehmer der Firma Delachaux
- Fahrbatterien von Oldham
- Zugsteuerung SIG-Data und Zugbeeinflussung SIG-ATC

### Traktionssystem

Die Loks fahren entweder an einer Batterie (536 bzw. 540 V) oder an einer Zweileiter-Oberleitung mit +/- 375 V Nominalspannung. Der Starkstromteil ist konventionell ausgeführt, d.h. mit elektromechanischen Schützen und Anfahr-Bremswiderständen (Bild 9).

Die Kontrolle des Traktions-Teils erfolgt über eine hochmoderne Micas-Mi-

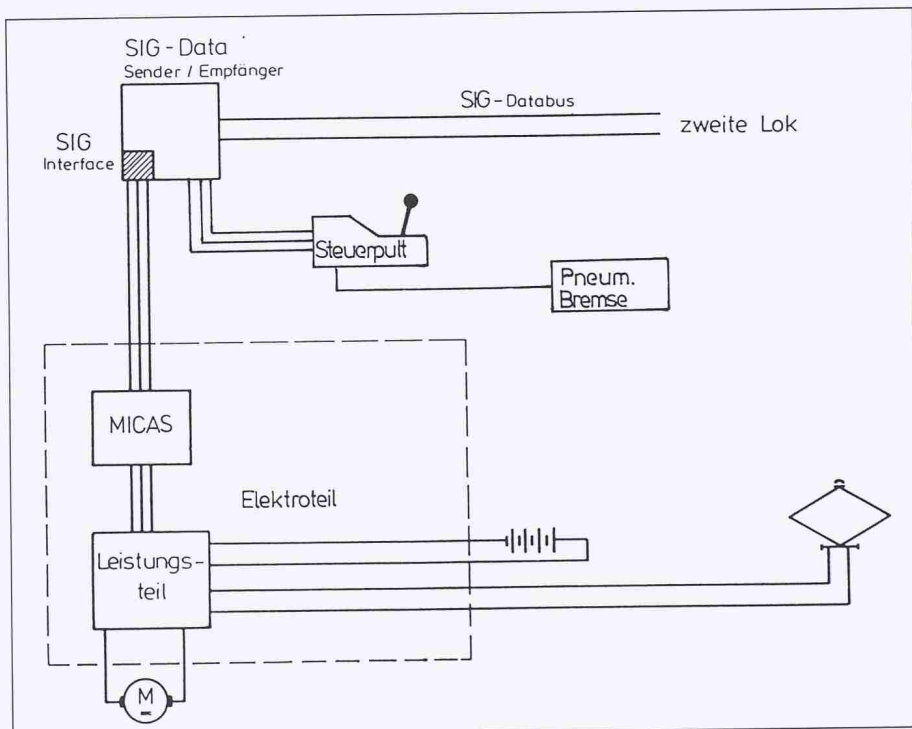


Bild 9. Blockschema des konventionell ausgeführten Starkstromteils

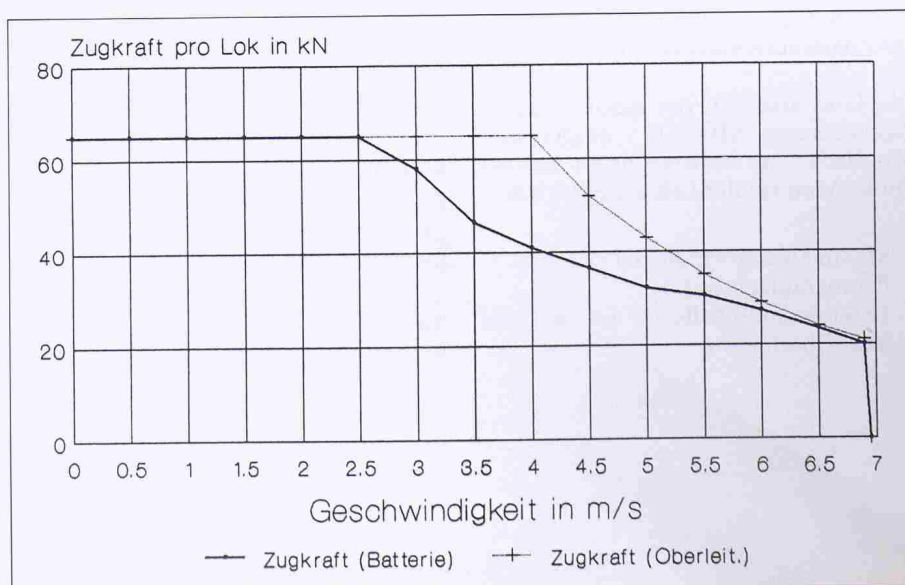


Bild 10. Leistungsaufnahme (Batterie bzw. Fahrleitung) in Funktion der Geschwindigkeit für die Lok Typ V38

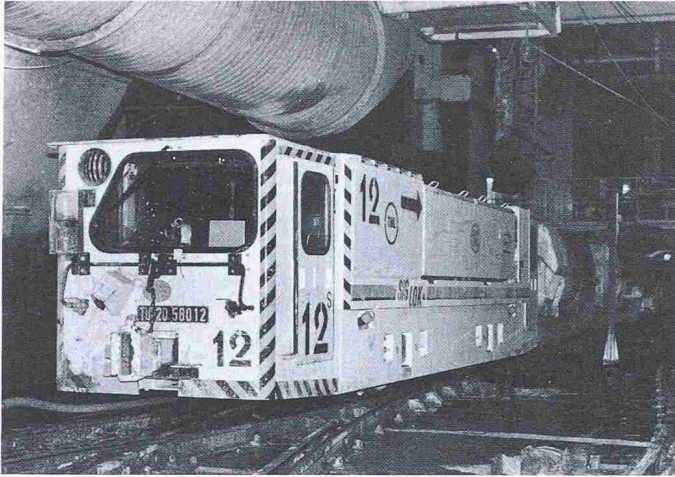


Bild 11. Zug mit Lok V20 für den Transport des Ausbruchmaterials beim Vortrieb des Ärmelkanal-Tunnels

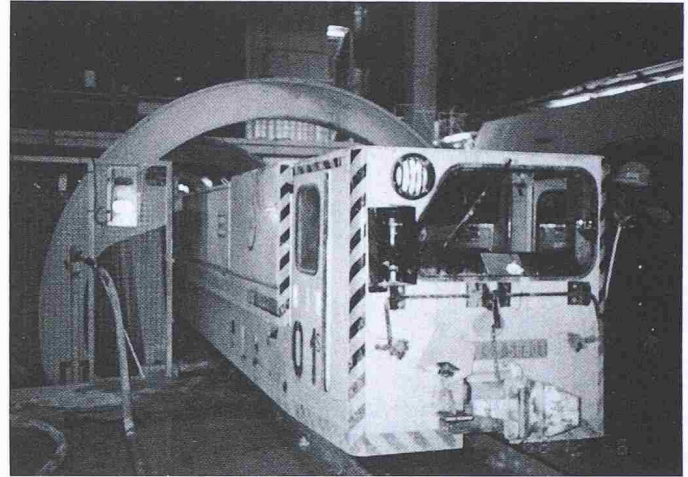


Bild 12. Zug beim Löschen der Ladung in der Ausleer-Vorrichtung

Beschreibung	Einheit	Lok V20	Lok V38
Einsatz	-	Service-Tunnel	Eisenbahn-Tunnel
Länge über Stirnwand	mm	7200	8300
Breite	mm	1450/1600	1640
Höhe mm	mm	1600	2000
Achs-Stand	mm	2500	3100
Betriebs-Masse	t	21	38
Batteriespannung	V	532	540
Oberleitungs-Spannung nom.	V	±375	±375
Batterie-Kapazität	Ah	460	725
Dauer-Leistung	kW	120	225
Zugkraft max.	kN	39	65
Geschwindigkeit max.	km/h	25	25

Tabelle 1. Technische Daten der Verbund-Lokomotiven Transmanche

koprozessor-Steuerung mit integriertem Fehlersuch-System. Die elektronische Zugsteuerung SIG-Data ist Schnittstelle zwischen dem Lok-Führer und der Antriebssteuerung. SIG-Data ist auch für die Kontrolle der zweiten Lok im Zugverband über eine Zweileiter-Zugsteuerleitung verantwortlich.

Die Loks sind mit der automatischen Zugsteuerung SIG-ATC ausgerüstet. Mit Hilfe von Gleismagneten werden Funktionen auf der Lok gesteuert wie:

- Maximalgeschwindigkeit erhöhen
- Pantograph ab/auf
- Traktionsumschaltung auf Batterie bzw. Oberleitung

### Betriebserfahrungen

Die ersten Loks vom Typ V20 wurden am 5.7.88 nach nur 11 Monaten Entwicklung auf der Baustelle in Sangatte abgeliefert. Total werden 23 V20- und 46 U38-Lokomotiven eingesetzt.

Es zeigte sich sehr rasch, dass die Loks die vorausberechneten Leistungen erbrachten (Bild 10). Einige kleinere Kinderkrankheiten waren rasch behoben.

Ein Problem machte allerdings den Ingenieuren von Transmanche und der SIG erhebliches Kopfzerbrechen. Etwas überraschend für die Baufachleute war das Ausbruchmaterial sehr stark mit Wasser versetzt und demzufolge

zeitweise eine relativ dünnflüssige Brühe. Im Nachläufer der TBM (Bild 2) wurde diese Brühe über das Förderband auf die vordere Lok verschleppt. Vor allem das Ventilationssystem musste nachträglich an diese unvorhergesehene Situation angepasst werden.

Eine Folgeerscheinung der Kreidebrühe war die Reduktion des Haftreibungswertes auf der Schiene, was das Anfahren in der doch nicht unbeträchtlichen Steigung erheblich erschwerte. Hier helfen nur die Reinigung der Schiene sowie die eingebauten Sandstreuer in den Loks.

### Schlussfolgerungen

Im Falle des Materialtransportes im Ärmelkanal-Tunnel ging es um eine komplexe Logistik-Aufgabe. Mit Hilfe moderner Methoden des Systems-Engineering konnten Lösungen gefunden werden.

Die neu, speziell für diesen Fall konzipierten Stollenloks sind eines der wichtigsten Glieder in diesem Materialtransport. Die Loks sind seit Juli 88 auf der «Baustelle des Jahrhunderts» im härtesten Einsatz und bestechen durch ihre hohe Leistung, einfache Bedienung und Zuverlässigkeit.

Adresse des Verfassers: B. Huber, SIG Schweizerische Industriegesellschaft, 8212 Neuhausen am Rheinfall.