

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 98 (1980)
Heft: 50: Zur Eröffnung des Seelisberg-Strassentunnels

Artikel: Unterhalt der Ventilatoren
Autor: Lanker, Albert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-74279>

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: 29.01.2025

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

Unterhalt der Ventilatoren

Von Albert Lanker, Zürich

Eine einwandfrei funktionierende Belüftung bildet die Voraussetzung für einen sicheren Tunnelbetrieb. Dem Unterhalt der Ventilatoren kommt somit eine ganz besondere Bedeutung zu.

Damit eine ständige Verfügbarkeit und Sicherheit der Ventilationsanlagen gewährleistet werden kann, sind *periodische Unterhalts- und Wartungsarbeiten* erforderlich. Die Verantwortung dafür obliegt dem speziell ausgebildeten Betriebspersonal. Durch sorgfältige Detailplanung, die darauf abzielte, gleiche Elemente zu verwenden, wurden am Seelisbergtunnel die Voraussetzungen für einen einfachen und zweckmässigen Unterhalt der Anlagen geschaffen. Obwohl die Auslegedaten der 20 Ventilatoren bezüglich Fördermenge und Druck - den Lüftungsabschnitten entsprechend - unterschiedlich waren, konnten die Ventilatorgehäuse, Laufradnaben,

Motorgehäuse, Motorgehäusebefestigungen und die fettgeschmierten Motorlager sowie die Ölhydraulikanlagen für die Laufschaufelverstellung und Abschlussklappenantriebe mit identischen Konstruktionselementen ausgeführt werden. Das für einen raschen Austausch oder Ersatz von Anlageteilen anzuschaffende zusätzliche Material reduzierte sich damit auf ein Minimum. Als wesentliche Reserve ist ein kompletter Ventilator mit einem Motor grösster Antriebsleistung in der Zentrale Huttegg gelagert (Bild 1). Dieser Ventilator kann gegebenenfalls mit jedem andern ausgetauscht werden.

Bei den Unterhaltsarbeiten kann unterschieden werden in Wartungsarbeiten, die an Ort und Stelle ausgeführt werden, und in Revisionsarbeiten, die in einer speziellen Werkstatt vorgenommen werden.

Wichtigste Daten der Ventilatoren

Laufrad-Durchmesser	3160 mm
Laufrad-Nabendurchmesser	1400 mm
Ventilatorgehäuselänge (ausbaubarer Aktivteil: Motor, Laufrad, Gehäuse)	3800 mm
Max. Transportgewicht	21 t
Nenn Drehzahlen	490/980 U./min
Motorleistungen	min. 645 kW max. 1245 kW
Motorspannung	6000 V/50 Hz

Ein- und Ausbau

Ein- und Ausbau der Ventilatoren erfolgt ausschliesslich mittels einer speziell für die Bedürfnisse des Seelisberg- und Gotthardtunnels konstruierten und von den Kantonen Uri, Nidwalden und Tessin gemeinsam angeschafften *fahrbaren Montagebühne*. Mit ihr ist es möglich, die komplett zusammengebauten Gebläse innert wenigen Stunden aus- oder einzubauen und auf der Strasse ab- und anzutransportieren.

Der *Einbau* der total 16 über der Fahrbahn angeordneten Ventilatoren verläuft nach dem Antransport in folgenden Phasen:

- Zentrieren des Ventilators unter der Montageöffnung in der Zwischendecke mittels zwei Laserstrahlen,
- Stabilisieren des Transportwagens durch Ausfahren der Abstützpratzen,
- Heben des Ventilators mit Hebearmen und hydraulischen Zylindern (Bild 2),
- Feinpositionieren des Ventilators mit hydraulischer Vorrichtung,
- Montage der Tragkonsolen, Abstützen des Ventilators und Montage des Abschlussdeckels.

Für die vier Zuluftventilatoren, die in der Zentrale Huttegg unter der Fahrbahnebene liegen, wurden die Montageöffnungen in seitlich der Fahrbahn angeordneten Nischen ausgespart. Der Einbauvorgang umfasst folgende Phasen:

- nach Antransport Drehen der Schemel um 90° und Verschieben des Wagens über die Montageöffnung,
- Abheben des Ventilators mit zwei in der Kalotte angebrachten Elektrozügen,
- Entfernen der Montagebühne,
- Absenken des Ventilators auf einen unter der Montageöffnung auf Schienen bereitstehenden Querwagen,
- Einfahren des Querwagens in die Einbaustellung, Abheben des Ventilators mit zum Querwagen gehörender hydraulischer Vorrichtung,
- Montage der Tragkonsolen und Aufsetzen der Ventilatoren.

Der Ausbau erfolgt in entgegengesetzter Reihenfolge.

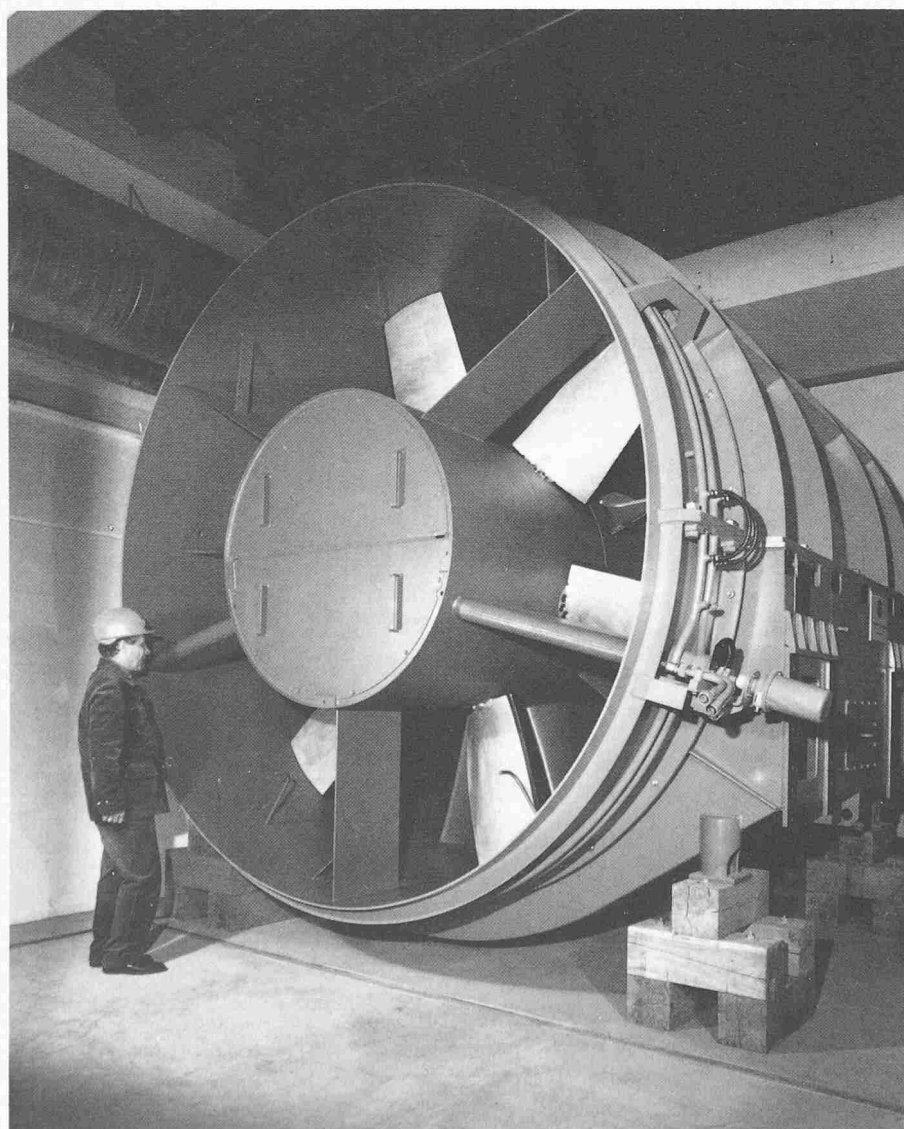


Bild 1. Reserveventilator

Wartung

Bei der Wartung geht es in erster Linie darum, den Zustand der Anlage zu kontrollieren und notwendige Ausbesserungen und kleinere Reparaturen vorzunehmen. Die Wartungsintervalle für die einzelnen Anlagekomponenten sind vom Ventilatorhersteller in den Betriebs- und Wartungsvorschriften festgelegt. Die Inspektionen werden je nachdem monatlich, viertel-, halb- oder jährlich an Ort durchgeführt.

Die Wartungsarbeiten umfassen zum Beispiel die Kontrolle der Laufschaufeln auf Beschädigungen durch Fremdkörper, der Laufschaufelschutzanstriche, des Ölniveaus und der Ölqualität, die Behebung von allfälligen Lecks, die Überprüfung des Zustandes der Motorlager auf Abnützung mit einem transportablen Lagerfrequenz-Messgerät, die Beobachtung und eventuell Messung der Laufruhe.

Revisionen und Behebung von allfälligen Havarien

Revisionen an den Ventilatoren und Anlageteilen, verbunden mit einem Ausbau derselben, sind alle fünf Jahre notwendig. Aufgrund der ersten Betriebserfahrungen ist es aber möglich, dass später die Revisionsintervalle auf 8-10 Jahre ausgedehnt werden können. Auch die Behebung von allfälligen Havarieschäden erfordert einen Ausbau der Ventilatoren und deren Revision in der Werkstatt. Für normale, programmierte Revisionen in der Werkstatt wird mit einer Dauer von einem Monat gerechnet.

Aus Sicherheitsgründen muss während des Ausbaus eines Ventilators mit der fahrbaren Montagebühne die Tunnelröhre kurzfristig gesperrt werden, d.h. diese Arbeiten werden vorzugsweise in Zeiten mit wenig Verkehr, also vor allem nachts, durchgeführt.

Für *Revisionsarbeiten* an den Ventilatoren ist im *Werkhof Flüelen* eine *spezielle Werkstatt* mit Prüfstand und folgenden Räumen vorgesehen:

- Werkstattraum, Grundfläche 14,5×12 m, ausgerüstet mit einer 30-t-Laufkrananlage für die Demontage und Wiedermontage der Ventilatoren,
- Elektroraum mit einem Frequenzumformer für den Antrieb der Ventilatoren mit reduzierter Drehzahl sowie eine Niederspannungsverteilung für die Werkstatt und die Prüfstandaggregate,
- Prüfraum und Prüftableau mit Überwachungs- und Bedienungseinrichtungen für die elektrischen und hydraulischen Anlagen,

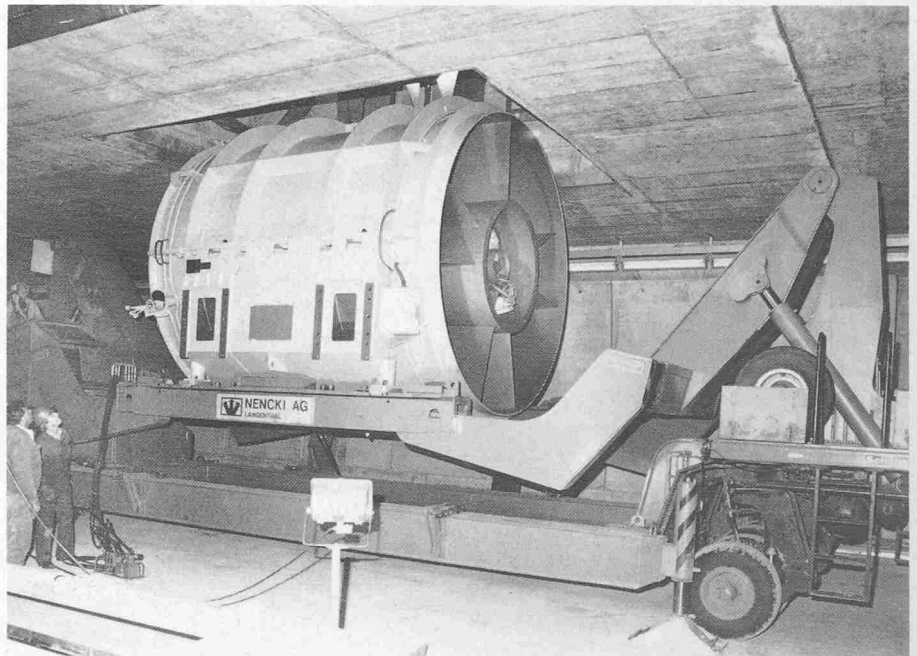
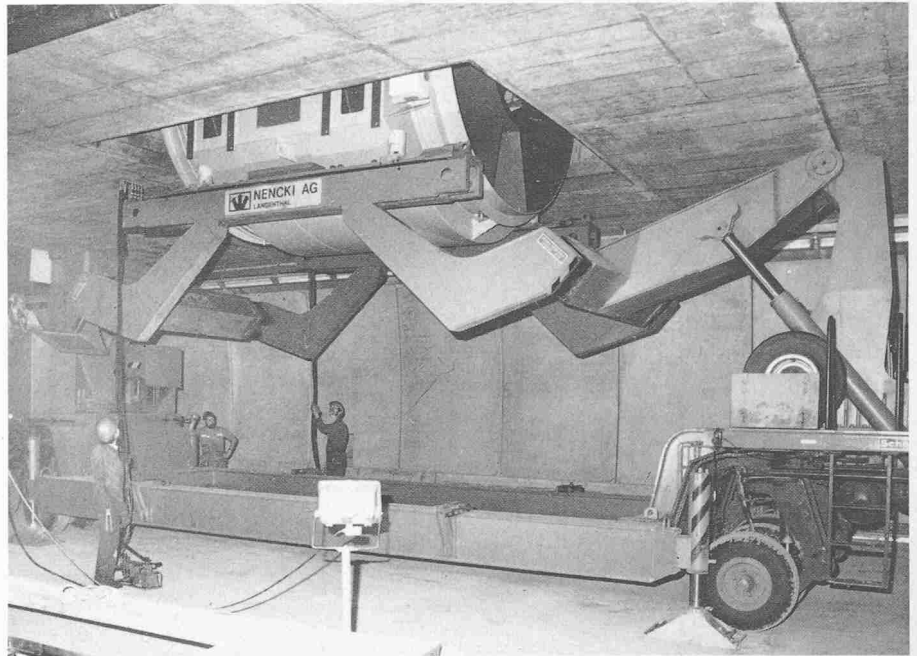


Bild 2. Einbau eines Ventilators

Auslegedaten der Montagebühne

Max. zulässige Traglast	34 280 kp	Hubgeschwindigkeit/Senkgeschwindigkeit	0-30 mm/s
Anzahl Räder der zwei Drehgestelle	16 Stück	Höhenverstellung der Brücke	+150 und -300 mm
Zulässige Geschwindigkeit des max. beladenen Wagens	20 km/h	Verschiebemöglichkeiten des auf der Brücke befestigten Gleitbalkens für	± 60 mm links oder rechts
Länge des Wagens mit Deichseln	16 500 mm	Feinpositionierung	± 100 mm längs
Breite der Ladebrücke	3000 mm	Eigengewicht des Wagens	28 t
Grösste Breite der Fahrwerke (über Aussenwand der Reifen gemessen)	2200 mm	Positioniervorrichtung	mit Laserstrahlen
Distanz zwischen Fahrbahn und Ladebrücke	300 mm		
Max. Hubhöhe der hydraulischen Hubvorrichtung	5680 mm		

- Maschinenraum für die Hydraulik- und Schmierölaggregate.

Beim vorgesehenen Raumprogramm kann die Werkstatt jeweils nur mit einem Ventilator des Seelisberg- oder Gotthardtunnels belegt werden.

Im wesentlichen werden bei *Revisionsarbeiten* folgende *Arbeitsgänge* ausgeführt:

1. Demontage der Ventilatoren:

- Abheben des Gehäuseoberteils,
- Demontage der Hydraulikverstellvorrichtung der Laufschaufeln,
- Ausbau der auf dem Motorwellenende fliegend angeordneten Laufblätter oder Auswechseln der Laufschaufeln,
- Demontage der Motoren.

Die einzelnen Komponenten werden in den mechanischen Werkstätten des Werkhofes Flüelen überholt oder, wenn erforderlich, den Lieferanten oder Untertierlieferanten zugeestellt.

2. Montage der Ventilatoren:

Die Ventilatoren werden im Werkhof wieder zusammengebaut und die Lager und Laufschaufeln-Hydraulik-Systeme auf ihre Funktion und Dichtheit geprüft. Dafür ist je ein Lager, Schmieröl- und Hydrauliksystem, wie es in den beiden Tunnels je Ventilator eingebaut wurde, in der Werkstatt fest installiert.

3. Laufversuche:

Nach dem Zusammenbau der Maschinen wird eine kurze mechanische

Laufkontrolle mit geschlossenen Laufschaufeln durchgeführt. Während des Laufs werden die Motorlager auf ihre Lagerfrequenzen kontrolliert oder - sofern eine Auswechslung der Lager stattgefunden hat - die neuen Frequenzen festgehalten. Die Laufversuche werden mit einer reduzierten Drehzahl von 250 U./min während 5-10 Minuten vorgenommen, so dass das Lärmproblem für die Umgebung ausser acht gelassen werden kann.

Adresse des Verfassers: A. Lanker, Masch.-Ing. HTL, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, 8022 Zürich

Tunnelbeleuchtung

Von Horst Bühlmann, Basel

Die Tunnelbeleuchtung ist eine der vom Tunnelbenützer am meisten beachtete Anlage im Fahrraum. Ihr ist besondere Beachtung zu schenken, werden doch in Strassentunnels besonders hohe Anforderungen an die Sehleistung des Autofahrers gestellt. Berücksichtigt man ferner, dass in bezug auf Energieaufwand die Tunnelbeleuchtung nach der Ventilation der grösste Verbraucher ist, erhält die Tunnelbeleuchtung auch von der Kostenseite her ihre Bedeutung und die Forderung nach einer wirtschaftlichen Anlage.

Projektierung/Zeitlicher Ablauf

Bei der Planung der Beleuchtung wurden die *Richtlinien für die Projektierung von Strassentunneln* (ASB) sowie die *Leitsätze der Schweiz. Lichttechnischen Gesellschaft* (SLG) und die Empfehlungen anderer, anerkannter Fachgremien berücksichtigt. Ferner wurden die Erfahrungen bereits ausgeführter Anlagen ausgewertet. Aufgrund der Erkenntnisse wurden dann am *San-Bernadino-Tunnel* und am *Melide-Grancia-Tunnel* speziell für den Seelisberg- und Gotthardt-Tunnel *Beleuchtungsversuche* durchgeführt mit verschiedenen Anordnungen und Fahrbahnleuchtdichten. Im Januar 1975 wurden durch das *Eidg. Amt für Messwesen* lichttechnische Messungen an einer Modellbeleuchtung im Melide-Grancia-Tunnel vorgenommen.

Die wesentlichen *Anforderungen* an die Tunnelbeleuchtung sind:

- gute optische Führung und Kontraste,
- weitgehend blendungsfreie Beleuchtung,
- gute Gleichmässigkeit,
- kein Flimmern oder Flackern,
- das Beleuchtungsniveau muss sich an die Erfordernisse einer Tag- und Nachtschaltung sowie nach den Verkehrsfrequenzen anpassen lassen.

Eine *wesentliche Randbedingung* ist der *Fahrbahnbelag*, weil seine lichttechnischen Eigenschaften den erforderlichen Aufwand für die Beleuchtung entscheidend beeinflussen können. Diese Eigenschaften lassen sich im allgemeinen durch den Leuchtdichtkoeffizient q_0 und den Spiegelfaktor k_p genügend genau beschreiben.

Drei Belagsproben «5 Jahre alt» aus Strassen im Kanton Uri, in der ähnlichen Zusammensetzung wie für den Seelisbergtunnel vorgesehen, wurden im Labor ausgemessen, damit die Leistungsstufen der Vorschaltgeräte für die Leuchten in der Mittelzone und die Leuchtenanzahl in der Adaptationszone genau berechnet werden konnten. Nachdem alle Abklärungen erfolgt waren, zeigten die erwähnten Versuche folgende Ergebnisse:

- beidseitig durchgehende Lichtbänder ergeben die besten Resultate,
- beidseitig unterbrochene Lichtbänder sind nicht empfehlenswert (Flimmer- oder Flickereffekt, hervorgeru-

fen durch periodische Leuchtdichteunterschiede),

- Auch mit einem einseitig durchgehenden Lichtband können, sofern die Leuchten entsprechend angeordnet sind, einwandfreie Beleuchtungsverhältnisse erreicht werden. Das Lichtband ist in Fahrrichtung gesehen links über der Fahrbahn anzuordnen, um Abschattungen zu vermeiden, da die vorfahrenden Fahrzeuge in der Regel niedrig sind und die hohen Lastwagen auf der rechten Spur fahren.

Im technischen Bericht vom Juli 1975 wurde der Bauherrschaft nach wirtschaftlichen Überlegungen für die *Mittelzonenbeleuchtung ein einseitig durchgehendes Lichtband mit Fluoreszenzlampen 1x40 W zur Ausführung vorgeschlagen*. Für die *Adaptationsbeleuchtung der beiden Tunneleinfahrten* wurden *Natriumdampf-Hochdrucklampen* empfohlen. Auf der Basis der Durchfahrtschwindigkeit von 80 km/h und bei einer Aussenleuchtdichte von 2800 cd/m² wurde nach den Leitsätzen eine Abstufung der Adaptationsbeleuchtung in den entsprechenden Zonen definiert.

Eine Konzeptgenehmigung durch die Bauherrschaft erfolgte im Herbst 1975, und im Juli 1976 wurde die Lieferung und Montage der Beleuchtungsanlage mit zugehörigen Steuerungen und Installationen zur freien Bewerbung öffentlich ausgeschrieben. Die *wesentlichsten Randbedingungen* für die Offertstellung waren:

- Einseitig durchgehendes Lichtband für die Mittelzone mit einer Regulierbarkeit, damit die Fahrbahnleuchtdichten von 1 und 3 cd/m² erreicht werden. Es wurden Varianten ausgeschrieben mit drei und sechs Stufen