

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 98 (1980)  
**Heft:** 36: Der Gotthard-Strassentunnel

**Artikel:** Probleme mit Laufschaufeln grosser Ventilatoren  
**Autor:** Lanker, Albert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-74191>

### **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:** 17.05.2025

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

# Probleme mit Laufschaufeln grosser Ventilatoren

Von Albert Lanker, Zürich

Für einen Strassentunnel in der Schweiz erstmalig sind für den Gotthard-Strassentunnel insgesamt 22 Ventilatoren mit während des Laufes verstellbaren Laufschaufeln bestellt worden. Ihre wesentlichen Daten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Ventilatoren mit während des Laufes verstellbaren Laufschaufeln. Wichtige Daten.

|                          |                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Ventilatoren:</b>     |                                         |
| Laufrad-Durchmesser      | min. 2520 mm<br>max. 3420 mm            |
| <b>Motoren:</b>          |                                         |
| Antriebsleistung         | min. 430 kW<br>max. 2700 kW             |
| Drehzahlen               | 990/495 U/min                           |
| Motorspannung            | 6000 V/50 Hz                            |
| <b>Grösste</b>           |                                         |
| Transportlänge           | etwa 7 m                                |
| <b>Grösstes</b>          |                                         |
| Transportgewicht         | etwa 30 t                               |
| Lieferant                | Nordisk Ventilator<br>Co. A/S, Dänemark |
| <b>Unterlieferanten:</b> |                                         |
| Motoren                  | BBC, Baden/Schweiz                      |
| Ventilatorgehäuse        | Schmid & Co.,<br>Eschlikon/Schweiz      |
| <b>Fertigungsanteil</b>  |                                         |
| in der Schweiz:          | etwa 60%                                |

## Materialprobleme

Bis vor wenigen Jahren wurden für Strassentunnel-Ventilatoren vorwiegend gegossene Aluminium-Laufschaufeln verwendet. Schaufelhavarien an solchen und in der Industrie ähnlich verwendeten Gebläsen führten zu Folgeschäden und zum Teil langen Ausfällen bis zur Wiederinstandstellung der Anlagen.

Als *Schadenursache* fallen für solche Havarien (abgesehen von der Ventilatoren passierenden Fremdkörpern) die folgenden Kriterien in Betracht:

- **Ungenügendes Materialverhalten**, speziell **ungenügende Materialdehnung**: Das Langzeitverhalten, besonders die Dauerbiegegeschwindigkeit, ist bei Gussstücken mit grossen Materialdickendifferenzen (wie sie zwischen Schaufelfuss und Schaufelblatt gegeben sind) sehr unterschiedlich. Die Streuung ist von der hergestellten Stückzahl pro Gusscharge sowie von Temperatur und Dauer der Nachbehandlung nach dem Giessen abhängig.
- **Gussfehler**: Jedes gegossene Werkstück ist grundsätzlich mit Fehlern behaftet, z.B. mit Poren, Lunkern und eventuell Rissen. Für die Mate-

rialprüfung kommt bei Aluminium-Gussstücken praktisch nur die Oberflächenprüfung nach dem Farbeindringverfahren in Frage. Unter der Oberfläche liegende Fehler können damit aber nicht erfasst werden. Röntgen- und Ultraschallprüfungen führen wegen dem grobkörnigen Materialgefüge des gegossenen Aluminiums im allgemeinen zu keinen aussagefähigen Ergebnissen.

- **Einwirkungen durch Autoabgase** (z.B. Schwefel) und **Streusalz**: Die Dauerbiegegeschwindigkeit wird im Laufe der Zeit durch diese Einflüsse herabgesetzt, sofern die Materialoberflächen nicht besonders geschützt werden.

Alle diese Fehlermöglichkeiten und Unzulänglichkeiten fallen bei Gebläsen mit hohen Laufrad-Umfangsgeschwindigkeiten bis zu 175 m/s besonders ins Gewicht. Nach eingehenden grundsätzlichen Untersuchungen anderer Herstellungsmethoden (z.B. Blehschaufeln oder nach dem Kopierverfahren gefräste Stahlschaufeln) sind für den Gotthard-Strassentunnel Laufschaufeln aus *gesenkgeschmiedetem Aluminium* bestellt worden. Dieses äusserst präzise, aber sehr teure Herstellungsverfahren wird besonders für hochwertige Teile im Flugzeugbau (Rotorblätter, Zellenteile) angewandt. Der Schmiedevorgang, in speziell angefertigten Metallformen, wird dauernd überwacht. Der Pressvorgang mit Drücken bis zu 30 000 t garantiert für jedes Werkstück neben der hohen Massgenauigkeit ein homogenes, feines Materialgefüge und praktisch einheitliche Materialkennwerte.

Die Abnahmeprüfungen erfolgten ebenfalls nach äusserst strengen europäischen *Luftfahrtnormen*. Jede der im Tunnel eingebauten Laufschaufeln wurde zudem beim Ventilator-Hersteller nach der Bearbeitung nochmals mit dem Farbeindringverfahren kontrolliert.

Unabhängig von diesen Prüfungen wurde der EMPA, Dübendorf, der Auftrag erteilt, je Schaufelserie an zwei Schaufeln chemische Analysen und zerstörende Werkstoffprüfungen vorzunehmen. Auch diese Prüfergebnisse stimmten mit den Ergebnissen des Schaufelherstellers überein.

Wegen der Materialqualität und wegen Materialfehlern mussten bei den mehr als 500 geprüften Schaufeln für die Gotthard-Ventilatoren keine Beanstandungen gemacht werden.

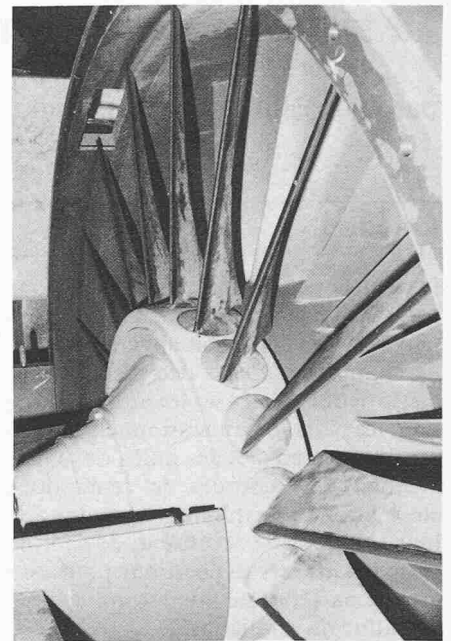


Bild 1. Ansicht eines Ventilator-Laufrades

## Laufrad-Unwucht, Auswechslung von Laufschaufeln

Das garantierte Schwingungsverhalten (Laufruhe) der Ventilatoren, nach VDI-2056, Maschinengruppe G, verlangte ein gutes Auswuchten aller rotierenden Teile, speziell der Nabe und der einzelnen Laufschaufeln. Damit einzelne Laufschaufeln (bei ungeraden Schaufelzahlen) oder Schaufelpaare (bei geraden Schaufelzahlen) jederzeit ohne Ausbau des ganzen Laufrades risikofrei ersetzt werden können und nachher keine Gefahr einer unzulässigen Unwucht besteht, ist für die Fertigung eine zulässige Toleranz von 100 cm · gr verlangt worden. Das bedeutet, dass die Gewichtsabweichung bezogen auf den Schaufelschwerpunkt nur etwa 1 gr betragen darf.

Die Prüfung jeder einzelnen Schaufel nach dieser Vorschrift war mit dem bis vor kurzem verwendeten einfachen Waagbalken eine äusserst zeitaufwendige Angelegenheit. Der Ventilator-Hersteller hat deshalb vor zwei Jahren eine Schenker-Auswuchtmaschine angeschafft, mit der die Prüfzeit auf ungefähr einen Fünftel reduziert werden konnte. Diese Maschine funktioniert so, indem die Schaufel erregt und der Ausschlag elektrisch erfasst und digital angezeigt wird. Die Schaufeln werden anschliessend über ein Computer-Programm nach Vektoren sortiert und damit die Einbau-Reihenfolge aufgrund der Fabrikationsnummern festgelegt. Bei den Prüfungen wurden verschiedentlich *Toleranz-Abweichungen* sofort und genau festgestellt, diese erforderten ein Nachbearbeiten der Schaufelprofile.

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