Gedanken über den Stellenwert und die Integration der Lüftung im Sicherheitskonzept

Autor(en): **Berner, Marco**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 36: **Der Gotthard-Strassentunnel**

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74186

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Gedanken über den Stellenwert und die Integration der Lüftung im Sicherheitskonzept

Von Marco Berner, Zürich

Bei der Realisierung des Nationalstrassennetzes spielen Sicherheit und Komfort der Verkehrsteilnehmer eine zentrale Rolle im Spannungsfeld anderer und meist widersprüchlicher Randbedingungen ökologischer, wirtschaftlicher und mithin politischer Natur, wobei der Gesamtrahmen durch die Grenzen des technisch Möglichen abgesteckt wird.
Naturgemäss ist der Verkehr im Tunnel mit zusätzlichen und teilweise ernsthaften Gefahrenrisiken konfrontiert. Aber auch die Kosten und die Komplexität der Anlage scheinen sich mit der Mächtigkeit des durchörterten Gebirges messen zu wollen. So sieht sich der projektierende Ingenieur zu Beginn seiner Arbeiten einem besonders *massiven Zielkonflikt* gegenübergestellt. Dabei gilt es, die widersprüchlichen Forderungen zu katalogisieren und gegeneinander abzuwägen, um so mehr als zur Planung der Tunnelanlage ein klar definiertes Zusammenwirken vieler Diziplinen nötig ist (Geologie, Bauwesen, Mechanik, Elektrotechnik, Fernmeldewesen usw.). Der folgende Beitrag soll am Beispiel der Tunnellüftung zeigen, welche Gedanken der generellen und detaillierten Projektierung zugrunde lagen.

Wichtigstes Sicherheitssystem im Tunnel

Die *Lüftung ist das wichtigste Sicherheitssystem des Tunnels*. Ohne Ventilation wäre die im Gotthard-Strassentunnel mindestens 16 Minuten dauernde Durchfahrt lebensgefährlich wegen des in den Fahrzeugabgasen enthaltenen giftigen Kohlenmonoxides CO. Gemäss den in der Schweiz geltenden Normen [1, 2] darf die Tunnelluft bei ungestörtem Spitzenverkehr (2350 PWE/h) höchstens 150 ppm CO enthalten (bzw. 150 cm³ CO je Kubikmeter Raumluft); vergleichsweise wird von der SUVA am Arbeitsplatz der MAK-Wert 50 ppm toleriert (maximale Arbeitsplatz-Konzentration für achtstündige schwere Arbeit). Die Tödlichkeitsschwelle ist von Expositionsdauer und Tätigkeit abhängig, sie beträgt z. B. 2000 ppm bei einstündigem Gehen.
Bei Spitzenverkehr befinden sich im 16,3 km langen Tunnel etwa 640 PWE, die dort stündlich 2300 Liter Benzin verbrauchen, was 19,5 MW thermischer Leistung gleichkommt und mit einer CO-Emission von 1500 m³/h (bzw. rund 26 cm³/sm) verbunden ist. Ohne jegliche Ventilation würde die CO-Immission im Fahrraum minütlich um 38 ppm zunehmen und so wäre schon nach kurzer Zeit mit letalen Konsequenzen zu rechnen.
Zur ausreichenden Belüftung des Tunnels ist ein erheblicher Aufwand nötig, wie im Detail in [3] dargestellt wird. Durchschnittlich sind 170 m³/s Frischluft je Tunnelkilometer einzublasen. Die dafür und zur Abluftevakuation nötigen Luftkanäle im Tunnel und in den Schächten haben ein Gesamtvolumen von 356 000 m³ und der Ventilatorantrieb konsumiert bei Vollast 22,5 MW elektrischer Leistung (die installierte Leistung ist mit 24,5 MW etwas grösser).
Absolut genommen sind das Zahlen, die den Eindruck verschwenderischen Umganges mit Finanzen und der heute zunehmend geschätzten Energie erwekken. Es darf aber nie vergessen werden, dass das betroffene menschliche Leben einen sehr viel höheren Wert darstellt.
Angesichts dieser Grössen wurden seit Beginn der Projektierung sehr umfangreiche Studien zur Disposition und Bemessung der Anlagen durchgeführt, mit dem Ziele der Kostenminimierung für Bau und Betrieb, wie in [4] berichtet. Darüber hinaus galt es auch sicherzustellen, dass *im praktischen Lüftungsbetrieb keine Energie unnötig verschwendet wird*. Grundsätzlich wird dies durch *stufenlose Lüftungsregulierung* erzielt, wobei bedeutende Einsparungen möglich werden: im Gegensatz zum Automobil, wo der Kraftbedarf zum grössten Teil durch den linear von der Geschwindigkeit abhängenden Rollwiderstand bedingt ist, kommt bei der Ventilation allein der *quadratisch von der Geschwindigkeit abhängige Luftwiderstand* zum Tragen. Demzufolge sinkt der Leistungsbedarf der Ventilatoren als Produkt von Kraft und Geschwindigkeit sehr stark mit jeder Luftmengenreduktion, z. B. auf einen Achtel (d. h. 2,8 MW anstatt 22,5 MW) bei halber Luftmenge. So kann erwartet werden, dass der jährliche Energieverbrauch bei grossem Verkehr auf etwa 9,4 Mio kWh be-

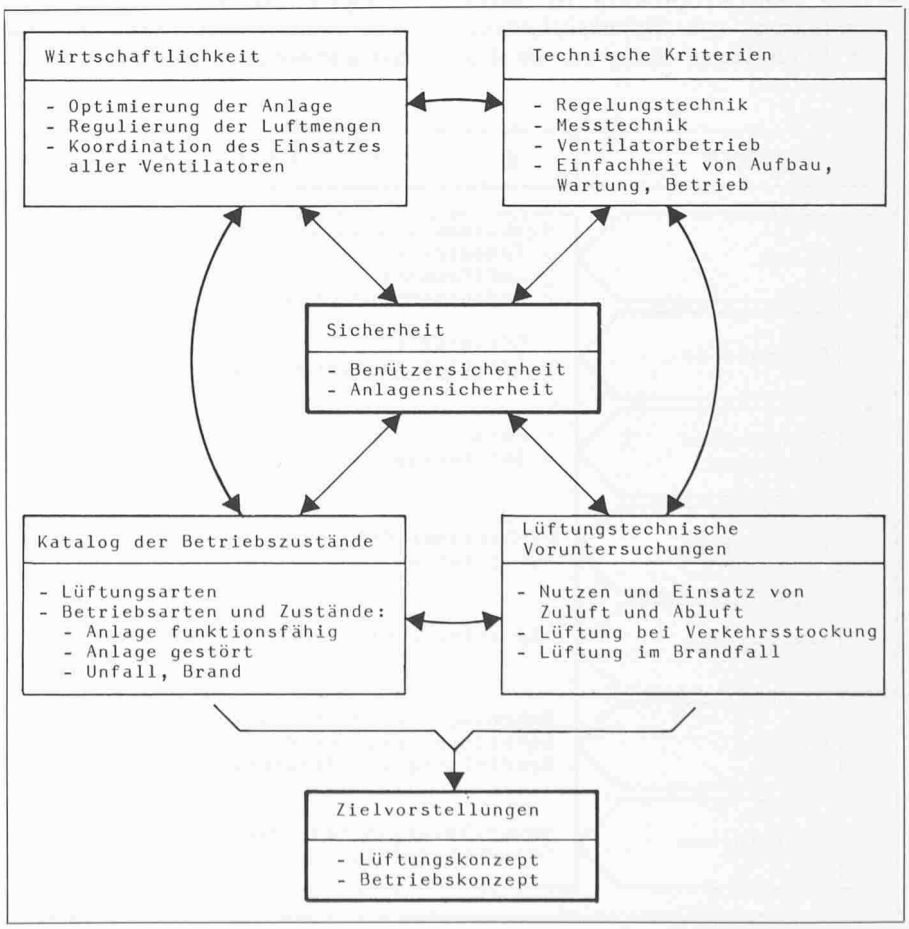


Bild 1. Erster Entscheidungskreis für die Projektierung der Lüftungsautomatik

schränkt bleibt und nicht 197 Mio kWh ausmacht, wie für durchgehendem Vollastbetrieb errechnet werden könnte. Selbstverständlich ist für die Lüftungsregulierung eine ausgeklügelte Technik notwendig, um so mehr als noch viele Auflagen seitens der Sicherheit zu berücksichtigen sind. Die grundlegenden Gesichtspunkte für das Konzept der Lüftungsautomatik sind in [5] besprochen und über deren Realisierung berichtet [6].
An dieser Stelle soll hingegen kurz skizziert werden, wie für den Lüftungsbetrieb der *Konflikt zwischen Sicherheit und Wirtschaftlichkeit* gelöst wurde.

Die Lüftung im Umfeld aller Anforderungen

Zur Erarbeitung der Zielvorstellung über das Betriebskonzept für die Lüftungsautomatik wurde ein erster Entscheidungskreis betrachtet (Bild 1). Dabei ging es zunächst um die Katalogisierung aller Einzelkriterien und -erfordernisse, um deren gegenseitige Wertung, um die Aufklärung von Widersprüchen. Dabei wurden auch Seitenblicke auf die Aufgaben und Möglichkeiten anderer Sicherheitseinrichtungen geworfen, zwecks Abklärung der generellen Wirkungsfelder und Definition der Kompetenzen und Pflichten.
Die grundsätzlichen *Arbeitshypothesen* waren:

- Das Sicherheitsproblem ist durch Einführung von *Sicherheitskriterien* in Teilprobleme zerlegbar, die den einzelnen Risikofaktoren gegenüberstehen.
- Jedem Risikofaktor ist mit mindestens *einer Sicherheitsmassnahme* zu antworten. Grössere Risiken bedürfen redundanter Massnahmen und es dürfen keine unabgedeckten Risiken verbleiben.
- Das Sicherheitsstreben hat in sich den fatalen Hang zur Perfektion, deren rücksichtslose und egoistische Verwirklichung mit der Aberkennung des Existenzrechtes anderer Entitäten einhergeht. Schon aus diesem Grunde kann das realisierbare Sicherheitsmass niemals einseitig absolut sein, sondern muss eine für alle Teilbereiche befriedigende *Kompromisslösung* darstellen.

Dieser letzte Gesichtspunkt ist besonders wichtig, weil er ein *weites Ermessensfeld* offen lässt zwischen der *kostenlosen Nullmassnahme* und der *unbezahlbaren Maximallösung*. Bei der Suche nach einem wohlabgewogenen Kompromiss sind Vernunft und reicher Erfahrungsschatz aller beteiligten Instanzen von ausschlaggebender Bedeutung.
Bezüglich der *Sicherheitskriterien* wurde folgende Unterteilung vorgenommen:

- *Benützersicherheit* (Bild 2). Sie befasst sich mit dem direkten Schutz der Menschen, und zwar im Zusammenhang mit der reibungslosen Verkehrsabwicklung (Tunnelbenützer) und mit dem Unterhalt der Anlage (Betriebspersonal).
- *Anlagensicherheit* (Tabelle 1). Diese befasst sich mit dem Schutz der Anlagen und mit ihrem störungsfreien Betrieb und ist Voraussetzung für die im Vordergrund stehende Benützersicherheit.

Die *Sicherheitsmassnahmen* wurden in Anlehnung an die Terminologie des Gesundheitswesens in vorbeugende und behandelnde klassiert:

- *Prophylaxe*. Sicherheitsmassnahmen, die zur aktiven Verhütung von Unfällen und Schäden dienen.
- *Therapie*. Sicherheitsmassnahmen, die passiv der Minderung und/oder Behebung eingetretener Unfälle und Schäden dienen.

Die umfassende Analyse der Sicherheitsthematik, aber auch des weiteren Umfeldes (Bild 1), lieferte viele Bausteine, die in einer sinnvollen Ganzheit zu integrieren waren. Wie bei jedem gut funktionierenden Organismus besteht das wesentlichste Merkmal dieser *Ganzheit* in der *streng hierarchischen Strukturierung seiner Bestandteile*, beginnend mit den grösseren und teilweise autonomen Organen bis hinunter zu den kleinsten Zellen.

Hierarchische Struktur der Lüftungsanlagen

Der Festlegung der Betriebshierarchie lag das auch in vielen anderen Bereichen nutzvolle Konzept der *Kompetenzdelegation nach unten* zugrunde. Alle Routineaufgaben, die durch ein einfaches Pflichtenheft definierbar und mit nur minimalem Informationsfluss lösbar sind, sollen von lokalen, konventionellen Automaten und Reglern

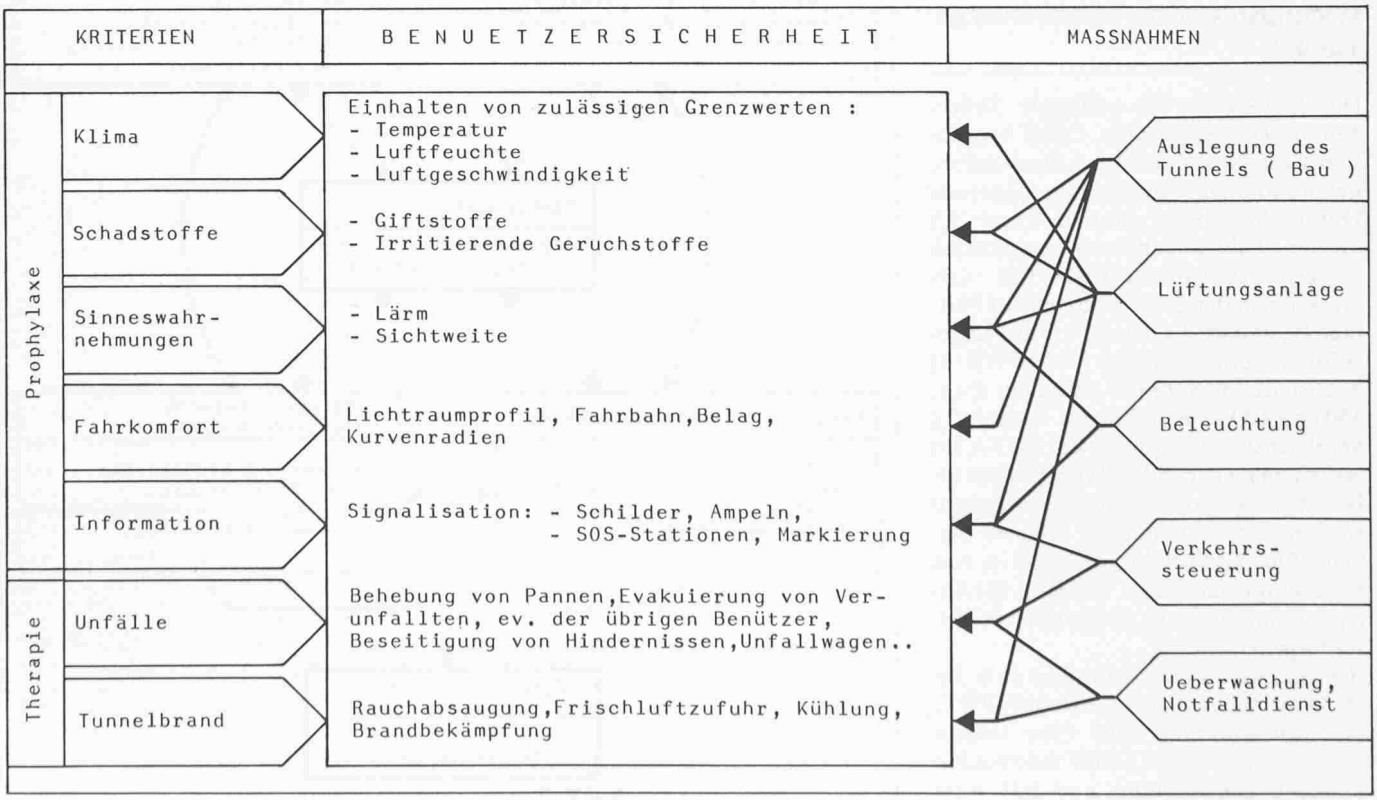


Bild 2. Kriterien und Massnahmen für die Benützersicherheit

Tabelle 1. Anlagensicherheit

Risikofaktoren (Gefahren)	*Forderung nach hoher Benutzbarkeit der Anlage (hohe Anlagensicherheit)*		
	Arbeitsprinzip	*Realisierung*	
		Therapie	Prophylaxe

- Beschädigungen durch:
  - Tunnelbrand
  - Meteo (Eis, Schnee ...)
  - Geologie (Wasser, Korrosivstoffe ...)
- Netzausfälle
- Bedienungsfehler
- Kettenreaktionen bei Teilausfällen
- Kompliziertheit von Aufbau und Konstruktion
- Qualität der Wartung
	- Erhöhen der Ausfallsicherheit der vitalen Komponenten der Anlage
	- Reduktion der Anzahl vitaler Komponenten auf ein Minimum (evtl. mit Hilfe der Redundanz)
		- Meldung und Ortung von Störungen
		- Geeignete Eingriffe mittels intakter Geräte (Überbrückung)
		- Meldung an die Verkehrssteuerung
		- Schnelle Reparaturen (kurze Reparaturzeiten)
		- Wirksame Wartung
		- Umschalten auf Reserveanlageteile
			- Fehlermeldesystem mit höchster Eigensicherheit
			- Hierarchie von möglichen Betriebsarten und Betriebsorten
			- Eigensicherheit durch: Sicherheitsmechanismen an Klappen und Aggregaten, Notstromgruppen
			- Hohe Ausfallsicherheit der Komponenten
			- Redundanter Aufbau der Anlage
			- Inspektionen, Wartung Funktionskontrollen
			- Training, Schulung, Einsatzbereitschaft des Wartungspersonals
			- Zubehörlager
			- Wartungsfreundliche Anlageteile und Systeme

erledigt werden. Zentral sollen hingegen nur die Aufgaben behandelt werden, zu deren Lösung ein grosser Informationsfluss und eine gewisse Intelligenz nötig sind.

Diese Intelligenz ist in der sehr umfangreichen Software des Hirnes der Anlage – dem *Prozessrechner* – enthalten. Das Pflichtenheft der Software enthält vornehmlich organisatorische Aufgaben, so die Koordination sämtlicher Lüftungszentralen untereinander, was gar nicht so einfach ist, wenn man die Ziele des minimalen Energieverbrauches *und* der Sicherheit insbesondere auch bei gestörten Betriebsverhältnissen konsequent verwirklicht. Tabelle 2 umreisst die Zuteilung der Aufgaben an die dezentralen Automatiken und den zentralen Prozessrechner.

Tabelle 2. Aufgabenzuteilung an dezentrale Automaten und den zentralen Prozessrechner

Örtlich lösbare Aufgaben	*Nur zentral lösbare Aufgaben*

- Regulierung der Ventilatoren (Mengenregelung, Schalten der Ventilatoren und Hilfsbetriebe)
- Messen der Istwerte
- Überwachen der Geräte:
  - Ventilatoren
  - Motoren
  - Hilfsbetriebe
Nur wirtschaftlich suboptimal möglich:
- Regulierung der Luftqualität nur mit lokalen Messdaten und Geräten
	- Bestimmung des Betriebsortes
	- Bestimmung der jeweils geeignetsten Betriebsart
	- Zentrale Darstellung der Lüftungsdaten und des Gerätezustandes
	- Wirtschaftlich optimaler Lüftungsbetrieb:
	  - Bestimmung der Lüftungsregime
	  - Bestimmung der zugehörigen Sollwerte für CO-Konzentration und Trübung sowie der Luftmengen und Bypassklappenstellung.
	- Führen des Protokolls und der Statistik
	- Verbindung mit zentraler Verkehrssteuerung

Der Aufbau des Automatiksystems ist so konzipiert, dass mögliche Ausfälle von einzelnen Anlagekomponenten keine schwerwiegende Konsequenzen haben. Selbst bei Ausfall des Prozessrechners muss die Tunnelzufahrt nicht gesperrt werden, weil die dezentralen Automatiken dann für die der Sicherheit genügende Luftqualität sorgen, allerdings nur auf kostenseitig suboptimale Weise. So konnte auf eine teure Redundanz im Rechnersystem verzichtet werden. Natürlich hat dieser Verzicht zur Folge, dass eine Kumulation von Störungen doch mit der Sperrung der Tunnelzufahrt wegen unzulässiger Immissionshöhe enden könnte, weil selbst ein hochausgebildeter Spezialist nie in kurzer Zeit durch Handsteuerung die vielfältigen Massnahmen einleiten könnte, die in der Software enthalten sind und auf automatischen Abruf bereit stehen.

Dieser Sicherheitsteil der Software sorgt zum Beispiel bei Ausfall eines Zuluftventilators dafür, dass im betroffenen Tunnelabschnitt doch ein Luftwechsel stattfindet, durch Vergrösserung der Luftzufuhr stromabwärts und der Luftabsaugung stromaufwärts des 1,3 bis 2,8 km langen Abschnittes. Die Strömungsrichtung ist vom Verkehr abhängig, bzw. von seiner Grösse, Geschwindigkeit und Aufteilung in beide Fahrrichtungen, weiter von der aktuellen Lüftungssituation – so Querlüftung, Halbquerlüftung, Längslüftung und Grösse der Luftmengen. So einfach das in diesem Beispiele anzuwendende Prinzip sein mag, wäre seine eher tentative Ausführung im Handbetrieb doch schwierig, um so mehr als auch andere Parameter gebührend zu berücksichtigen sind, ansonsten der Eingriff ebensogut auch kontraproduktive Folgen haben könnte.

Trotz solcher Unzulänglichkeiten muss die Möglichkeit der teilweisen oder gesamthaften Prozessführung im *Handbetrieb* sichergestellt werden. Damit ist der Weg offen, bei Rechnerausfall mindestens die wichtigsten Regeln des kostenoptimalen Lüftungsbetriebes durch menschliches Zutun zu verwirklichen. Diese Regeln sind den Handbüchern für die Betriebsführung zu entnehmen. So können aber auch *Spezialfälle* berücksichtigt werden, die nicht im Informationsschema des Prozessrechners enthalten sind. Zum Beispiel sind hin und wieder Begehungen der Schächte durchzuführen, um ihren baulichen Zustand zu prüfen. Während solcher Begehungen ist hinsichtlich der Sicherheit des Betriebspersonals die freie Verfügbarkeit der Ventilatoren dem Lüftungsprogramm teilweise zu entziehen.

Bild 3 zeigt die vorgeschlagene und realisierte Struktur des Lüftungsbetriebes.

Es sind *vier verschiedene normale Betriebsarten* vorgesehen, die wie folgt in absteigender Reihenfolge klassiert sind:

IV *Vollautomatischer Betrieb mit zentraler Automatik*

Diese Betriebsart ist grundsätzlich immer anzuwenden, wenn die zentrale Automatik voll funktionsfähig ist. Alle Anlagen der Lüftung werden dabei als organisches Ganzes gesteuert und so wird eine optimale Wirtschaftlichkeit erzielt. Es sind keine Eingriffe des Zentralisten notwendig, was maximale Sicherheit gewährleistet, indem menschliches Versgen ausgeschlossen ist.

III *Vollautomatischer Betrieb mit lokaler Automatik*

Diese Betriebsart ist ebenfalls autonom, jedoch entfällt bei ihr die Koordination der Lüftungszentralen untereinander. Auf diese Weise resultiert ein wirtschaftlich suboptimaler Lüftungsbetrieb. Die volle Sicherheit bleibt jedoch gewährleistet.

II *Halbautomatischer Betrieb mit lokaler Automatik*

Hier ist der Zentralist für die richtige Dosierung der Luftmengen verantwortlich. Die lokale Automatik sorgt nur für die Einhaltung der gewählten Luftmengen.

I *Handbetrieb mit lokaler Automatik*

Bei dieser niedrigsten Betriebsart kann der Zentralist einzelne Ventilatoren direkt ansteuern, ohne Zuhilfenahme der lokalen Regelkreise.

Aus Sicherheitsgründen muss es im Normalfalle immer möglich sein, von einer höheren Betriebsart auf eine niedrigere, einfachere umzuschalten. Dabei soll nur die Umschaltung Betriebsart IV/III durch die zentrale Automatik besorgt werden können (falls eine Störung des Prozessrechners eintritt). Die übrigen Umschaltungen und die Rückgabe der Prozessführung an eine höhere Betriebsart sollen nur von Hand getätigt werden können.
Den vier normalen Betriebsarten sind prioritätsmässig noch *zwei weitere, abnormale Betriebsarten* übergeordnet, nämlich:

VI *Betriebsart Revision*

Durch sie können einzelne Ventilatoren oder ganze Zentralen dem Zugriff durch die zentrale oder lokale Automatik sowie durch die halbautomatische oder vollständige Handsteuerung entzogen werden. Diese Betriebsart entspricht also einer Stillegung einzelner Anlageteile; sie lässt im übrigen für die nicht ausgeschlossenen Anlageteile alle anderen Betriebsarten zu. Im Falle der Betriebsart IV sorgt dabei die zentrale Automatik immer noch für höchstmögliche Gesamtwirtschaftlichkeit.

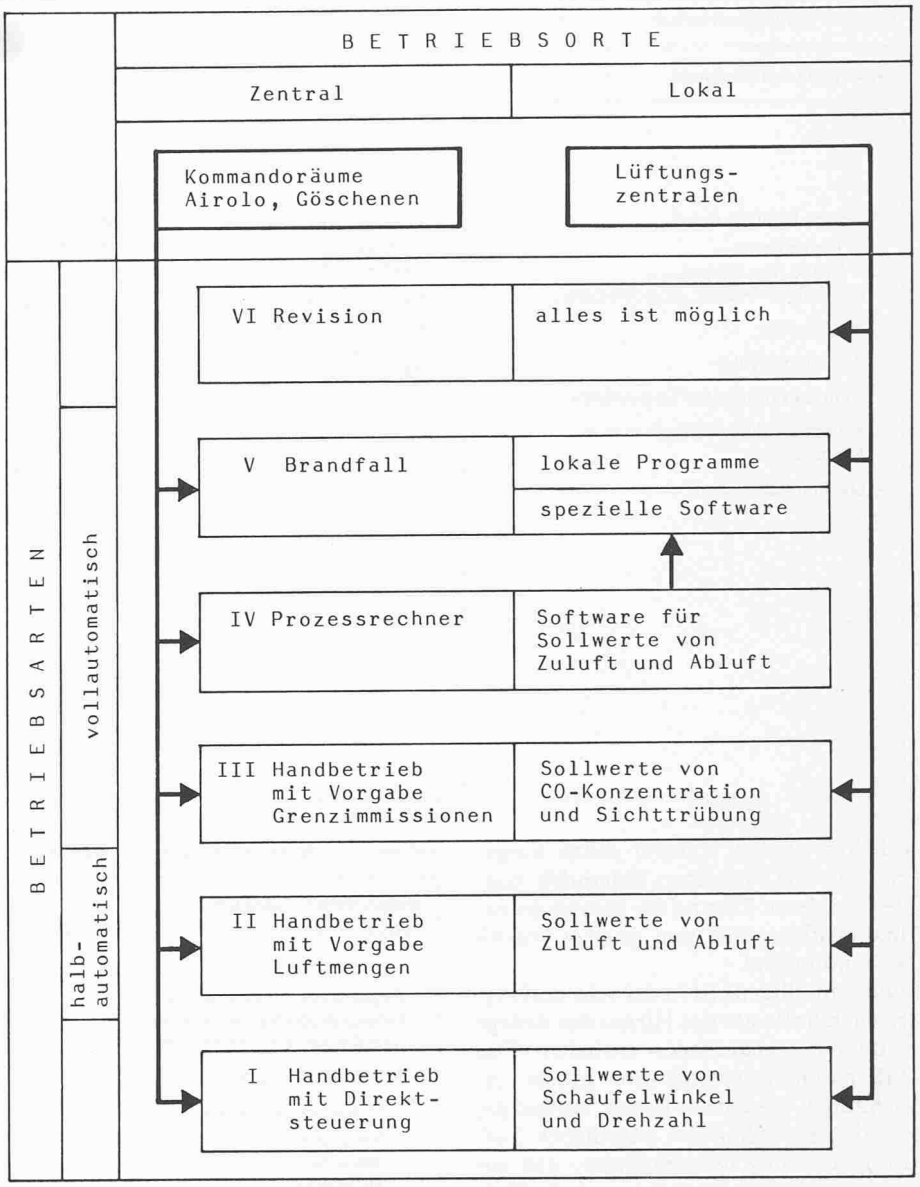


Bild 3. Hierarchie des Lüftungsbetriebes

V *Betriebsart Brandfall*

Diese Betriebsart wird durch das Ansprechen des Brandmeldesystems ausgelöst und wickelt sich je nach Gerätezustand (alle Anlagen intakt - gestörte Anlageteile - Revisionsbetrieb) und je nach vorher gewählter Betriebsart gemäss zentral und lokal gespeicherten Programmen ab.
Die Betriebsart Brandfall annulliert hierbei gegebenenfalls die Betriebsarten I und II (halbautomatischer bzw. vollständiger Handbetrieb) zugunsten der Betriebsart III (vollautomatischer Betrieb mit lokaler Automatik). Dabei kommen die lokal vorprogrammierten Abläufe zur Ausführung.

Überlagert sich die Betriebsart Brandfall zur Betriebsart IV, so sorgt die zentrale Automatik für eine punkto Sicherheit optimale Lüftung, indem die Koordination sämtlicher Lüftungsabschnitte gewährleistet ist. Die zentrale Automatik ist mit einem speziellen Softwarepaket für den Brandfall ausgerüstet.

Der Lüftungsbetrieb muss sowohl von den beiden Kommandozentralen Nord und Süd als auch direkt von den Lüftungszentralen ausgehend getätigt werden können. Es gibt also *zwei zentrale Betriebsorte* und *sechs lokale Betriebsorte*.

Die Kompetenzbefugnis jedes lokalen Betriebsortes erstreckt sich nur über die Anlageteile der betreffenden Lüftungszentrale, und die Kompetenzfrage ist mit der Kommandozentrale zu regeln. In jedem Betriebsort (lokal oder zentral) darf die Befehlsgewalt nur mit Einverständnis des Partners übernommen werden. Für die Rückgabe der Befehlsgewalt an die zentralen Betriebsorte exi-

stieren hingegen keine einschränkenden Bedingungen. Lokal sind für jeden einzelnen Lüftungsabschnitt die Betriebsarten I bis III wählbar.
Die Kompetenzbefugnis innerhalb der zentralen Betriebsorte ist so geregelt, dass die gesamte Befehlsgewalt nur einem der beiden obliegt. Zentral sind sämtliche Betriebsarten wählbar, inkl. Brandbetrieb, das letzte für den Fall, dass ein Brand festgestellt wird, bevor das Brandmeldesystem anspricht.
Ausserdem sind zentral auch verschiedene Betriebsarten kombinierbar. Auf diese Weise kann man zum Beispiel bei Betriebsart IV der zentralen Automatik die Kontrolle über einzelne Lüftungsabschnitte entziehen und für diese etwa mit Betriebsart II eine bestimmte Luftmenge vorschreiben.

Literaturverzeichnis

[1] *Stahel, Ackeret, Haerter:* «Die Lüftung der Autotunnel». Mitteilung Nr. 10 des Institutes für Strassenbau, ETH Zürich, 1959
[2] *Haerter, A.:* «Fresh Air Requirements for Road Tunnels». International Symposium on the Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels. University of Kent, Canterbury, April 1973
[3] *Diethelm, W., Gallati, F. & Henke, A.:* «Darstellung der Projektes». In diesem Heft.
[4] *Diethelm, W.:* «Optimierung der Anlagen». In diesem Heft.
[5] *Pfister, R.:* «Probleme beim Betrieb der Lüftungsanlagen langer Strassentunnels». Stuva-Tagung, Essen 1974. Forschung und Praxis, Heft 15, 1974
[6] *Thiéry, J.-P.:* «Lüftungsregulierung». In diesem Heft.

Adresse des Verfassers: *M. Berner,* dipl. Ing. ETH, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, 8022 Zürich

Kommandoanlagen

Von Emil Keller, Zürich

Die Kommandozentralen Göschenen und Airolo bilden die *zentralen Überwachungs- und Leitstellen des Nationalstrassenabschnittes N2 zwischen Amsteg und Faido.* Sie vermitteln dem Bedienungspersonal den Überblick über den Zustand auf den Zufahrtsrampen zum Gotthard-Strassentunnel, im Tunnel und in den zugehörigen, zum grössten Teil unterirdischen Bauwerken. Wie im Führerstand einer Lokomotive oder im Cockpit eines Flugzeuges sind in den Kommandozentralen alle technischen Einrichtungen zusammengefasst, die für eine für die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer nötige zentrale Führung und Überwachung notwendig sind. Im Gegensatz zum Führerstand eines Land- oder Luftfahrzeuges liegt das Hauptgewicht weniger in der aktiven Führung, als vielmehr im Überwachen, mit dem Ziel, den Benützern des Gotthard-Strassentunnels eine sichere, ungehinderte Durchfahrt auf der Alpentransversalen zu ermöglichen und gegebenenfalls für fast jegliche Art von Hilfe besorgt zu sein.
Daraus ergibt sich, dass am Ort der zentralen Überwachung nicht nur die Informationen über Störungen im Verkehrsablauf oder an den Betriebsanlagen zusammenlaufen, die rasch erfasst und rasch analysiert werden müssen, sondern dass die Kommandozentrale *Arbeitsplatz* von Personen ist, die jahrein, jahraus, Tag und Nacht für die Verkehrsteilnehmer eine wichtige Dienstleistung erbringen. Bild 1 zeigt den Verkehrsteil im Kommandoraum Göschenen. Der Verkehrsteil wird von der Polizei besetzt. Sie überwacht vor allem die Verkehrsführung, vermittelt die eintreffenden Telefongespräche und sorgt für die Hilfeleistungen, falls ein Verkehrsteilnehmer auf der Zufahrtsstrekke oder im Tunnel in Not geraten sollte. In Bild 2 ist der Betriebsteil zu erkennen. Von hier aus überwacht und steuert das Betriebspersonal die Beleuchtung, die Lüftung, die Energieversorgung und weitere Hilfseinrichtungen, die für den Gotthard-Strassentunnel erforderlich sind.
In separaten Räumen sind die Prozessrechner, die Verkehrssteuerung, die Ein-/Ausgabeschränke der Fernwirkübertragung, Funk- und Fernsehschränke, Verteilanlagen und Rangierverteiler untergebracht.

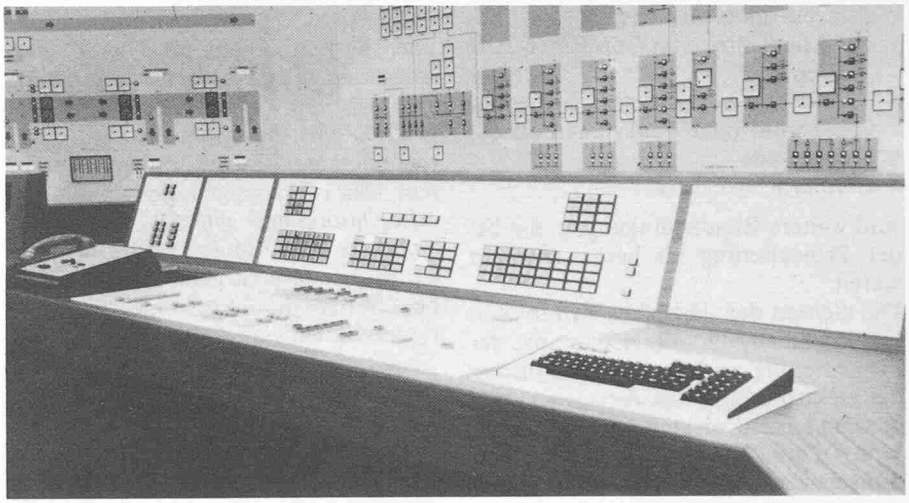


Bild 2. Betriebsteil im Kommandoraum

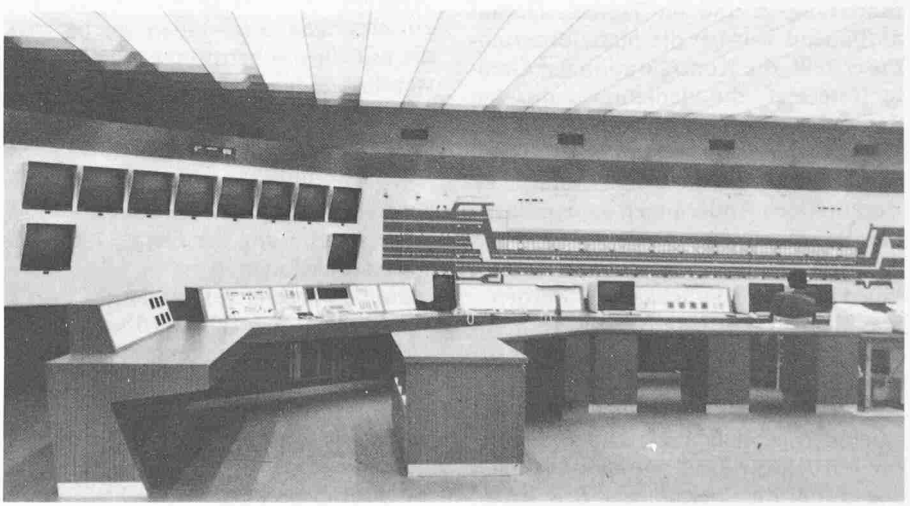


Bild 1. Verkehrsteil im Kommandoraum