

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 20

Artikel: Nochmals: die Automobil-Tunnel-Ventilation
Autor: Andreae, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-50607>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

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

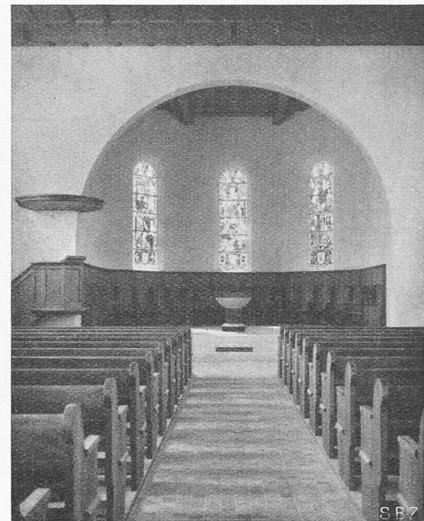
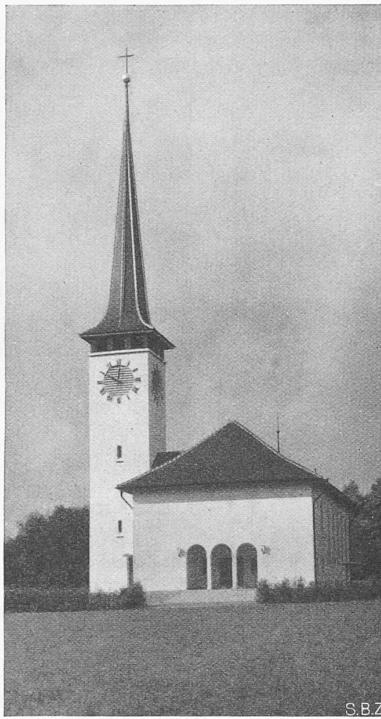
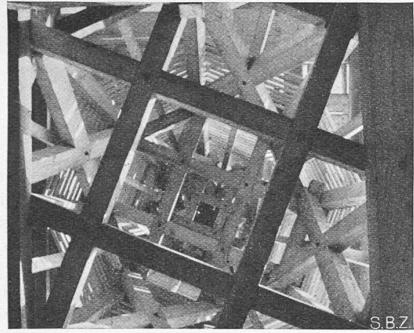


Abb. 8. Blick gegen das Chor

Protestantische Kirche in Zollikofen

Arch. A. WYTTEBACH, Zollikofen

Abb. 5 bis 7 (links). Gesamtbilder und
Blick in das Turmfachwerk

Taufstein; die Wände des Chores sind mit Täfer und 20 Chorstühlen verkleidet (Abb. 8). Auf der rechten Seite des Chorbogens führt eine Ausgangstüre in die Friedhofallee. Die Bestuhlung für 260 Personen wie auch alles übrige Holzwerk ist in Tannenholz ausgeführt und chemisch gebeizt. Auf der Empore sind neben der in der Mitte angeordneten Orgel mit 16 klingenden Registern 93 Sitzplätze vorhanden, somit bietet die Kirche für insgesamt 373 Personen feste Sitzplätze. Der ganze Kirchenraum wird nach oben durch eine von kräftigen Unterzugsbalken getragene und in warmem Ton gehaltene Holzdecke abgeschlossen. Jedes der zehn Schiff-Fenster ist durch eine farbige Scheibe geziert. Die Fussböden unter den Sitzbänken sind mit Holz, Gänge, Chor und Windfang mit Klinkerplatten belegt.

Die Kirche wird durch eine elektrische Warmluftheizung erwärmt. Motor und Ventilator befinden sich im Untergeschoss des Turmes und arbeiten vollkommen geräuschos. Die Turmuhr hat ebenfalls ein elektrisches Werk. Die fünf Glocken sind auf die Töne d, e, fis, a und h gestimmt. Durch eine Rampe von aussen zugänglich, befindet sich unter dem Chor eine Leichenkammer mit Vorraum und ein Geräteraum für den Sigristen.

Die Baukosten belaufen sich pro m^3 umbauten Raumes inkl. Arch.-Honorar, aber ohne Glocken und Orgel, auf Fr. 51,50 oder pro Sitzplatz auf 422 Fr. Erbaut 1938/39.

Bauernhaus D. B. in Etzelkofen (Abb. 9 bis 17, Seiten 236/37). Das dargestellte Bernerbauernhaus ist im Jahre 1935 an Stelle des abgebrochenen, über 150 Jahre alten früheren Gebäudes nach modernen Grundsätzen erbaut worden. Obwohl Ställe und Wohnhaus im Hinblick auf Feuersicherheit massiv gebaut sind, erforderte die Dachkonstruktion doch rd. 100 m^3 Konstruktionsholz und 700 m^2 Schalungen. Sechs von elf Zimmern sind mit Holztäferung in Kirsch-, Nussbaum- und Tannenholz versehen.

Sämtliche Wohnräume sind mit einer Zentralheizung ausgestattet, die mit einem Spezialkessel für Holzdauerbrand betrieben wird. Diese Feuerungsart wurde gewählt mit Rücksicht auf den grossen Waldbesitz des Bauherrn. Die Warmwasserbereitung für Küche und Bad wird durch den mit einem Boiler kombinierten Holzherd besorgt. In den Ställen ist auf die moderne Hygiene weitgehend Rücksicht genommen worden. Sie bieten Platz für 20 Stück Grossvieh und 5 Pferde.

Die Baukosten ergaben für den Kubikmeter umbauten Raumes 17,90 Fr. für die Scheune und 60 Fr. für das Wohnhaus.

Neue Scheune der Kantonalen Strafanstalt in Thorberg (Abb. 18 bis 21, Seite 238). Im Jahre 1936 ist die sog. untere Scheune der Strafanstalt Thorberg durch Feuer zerstört worden. Im folgenden Jahre wurde im Auftrag des Kantons Bern nach vielfachen Studien an gleicher Stelle eine Scheune in vergrössertem Ausmass nach Projekt und Plänen des Berichterstatters erstellt.

Gegenüber der früheren Anlage wurden mit Rücksicht auf die Lage des Bauplatzes sowie die Zugangsverhältnisse Viehläger und Futtergang in der Längsrichtung angeordnet. Die Hoccheinfahrt behielt man bei; die Ställe bieten Platz für 38 Stück Grossvieh und 10 Stück Kleinvieh.

Die Stallmauern sind aus Backstein erstellt, die Decke über dem Hallenstall in Holz, mit in der Richtung gegen die Stallgänge ansteigendem Schiebboden, wodurch die Luftzirkulation nach den Lüftungskanälen gefördert wird. Die Läger sind mit Prodorite-Platten belegt; der Hohlräum zwischen Schiebboden und Bühnenbelag ist mit Schlacken gefüllt. Das Dach ist mit Doppelfalzziegeln gedeckt. Die Jauchebehälter haben ein Fassungsvermögen von rd. 190 m^3 . Die Gesamtbaukosten einschliesslich Umgebungsarbeiten und Honorar betragen 78 800 Fr.

Schweiz. Geflügelzuchtschule auf der Rütti bei Zollikofen (Abb. 22 bis 29, Seite 239). Es bedeutet für den Architekten immer einen besondern Reiz, ein neues Bauwerk zu schaffen, für das keine guten Beispiele vorhanden sind, wie dies bei der ersten Schweiz. Geflügelzuchtschule der Fall war. Im Winter 1933 wurde ein Vorprojekt ausgearbeitet und im Februar 1934 beschloss die Delegiertenversammlung des Schweiz. Geflügelzucherverbandes, die Schule auf einem von der Landwirtschaftl. Schule Rütti-Zollikofen angebotenen Grundstück erstellen zu lassen. Am 18. Juli 1934 wurde mit den Bauten begonnen, und anlässlich des 75 jährigen Jubiläums der benachbarten Schule Rütti am 21. Sept. 1935 konnte die Schweiz. Geflügelzuchtschule eröffnet werden.

Zur Erläuterung der Grundrisse Abb. 23 bis 27 ist noch zu bemerken, dass im ersten Stock acht Schülerinnen, im Dachstock acht Schüler untergebracht sind. Der Dachstock enthält außerdem eine Wohnstube, ein Zimmer für den Bureauangestellten, Waschraum, W. C., Kofferraum und Estrich, während die Wohnung im ersten Stock für die Direktor-Familie bestimmt ist. Der Geflügelmeister wohnt im Dachstock des Nebengebäudes.

Die Baukosten ergaben einschliesslich Honorar einen Preis von 52,40 Fr./ m^3 für das Lehrgebäude und 38 Fr./ m^3 für das Nebengebäude.

Nochmals: Die Automobil-Tunnel-Ventilation

Durch die Nachschrift von Herrn Prof. Dr. Ch. Andreae zu meinen Ausführungen in Nr. 15 laufenden Bandes ist eine Diskussion unvermeidlich geworden und ich nehme nachstehend, obwohl ich nach dem einleitenden Satz in meinem zitierten Artikel auf Einzelheiten nicht eintreten wollte, zu dem von Herrn Prof. Andreae gemachten Bemerkungen Stellung.

1. *Frischluftbedarf.* Gegen eine reichliche Bemessung der für die Lüftung erforderlichen gesamten Ventilationsleistung ist vom Standpunkt des Ingenieurs aus gewiss nichts einzuwenden; wie weit aber hier Reserven am Platz sind, hängt von einer

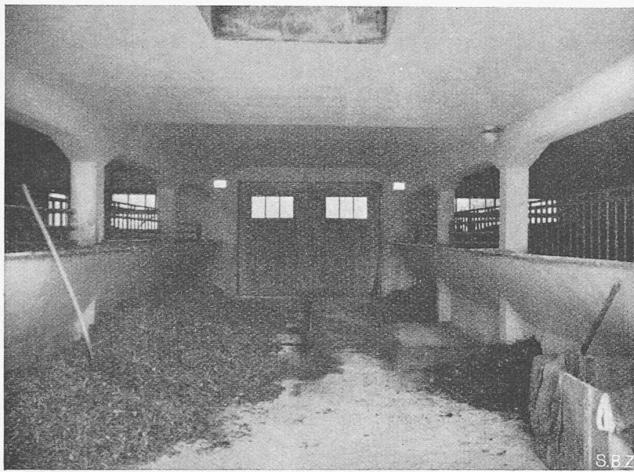


Abb. 14. Futtertenn

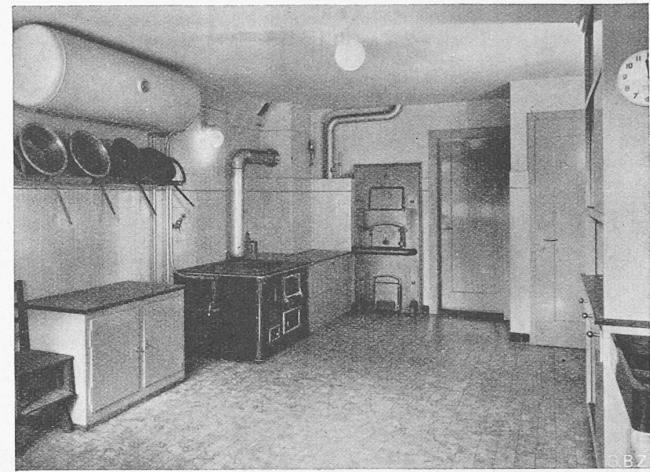


Abb. 15. Küche, rechts Kellertür, hinten Tür zum Esszimmer

Reihe von Faktoren ab, die bei jedem Tunnel eine andere Rolle spielen, und die nicht mit den Rechnungsgrundlagen unmittelbar zusammenhängen. Analogien hierzu finden sich in vielen Zweigen der Technik, z. B. in der Wahl der Sicherheitskoeffizienten bei Festigkeitsrechnungen. Dass die Grösse der gesamten Lüftungseinrichtung von der Tunnellänge abhängt, ist selbstverständlich; dies sagt die von mir auf Seite 176 angegebene allgemeine Gleichung auch aus.

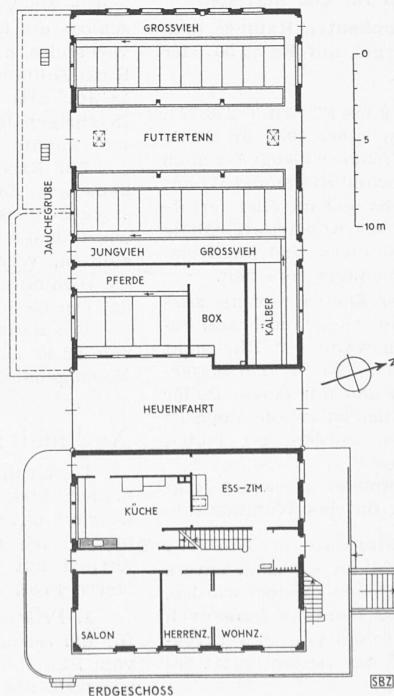
2. *Lüftungsrichtung*. Die zwei Argumente, die gegen die Abwärts-Lüftung angeführt werden, sind stets die gleichen. Einmal hätten Versuche bewiesen, dass sie ungünstigere Ergebnisse liefere als die Aufwärts-Lüftung und zum andern biete sie bei einem Brandfall nicht genügende Sicherheit. Die wichtigsten der Versuche, die hier gemeint sind — ihre Erwähnung zieht sich seit 12 Jahren wie ein roter Faden durch die ganze Literatur über Automobil-Tunnel, obwohl ihr geringer Wert in Fachkreisen längst kein Geheimnis mehr ist — sind für den New York und New Jersey unter dem Hudson verbindenden Holland-Tunnel ausgeführt worden. Die illustrierte Beschreibung des Versuchstunnels in «Engineering» (1927, Seite 604) spricht eine für den Lüftungsfachmann deutliche Sprache. Sie zeigt zunächst die den wirklichen Verhältnissen keineswegs ähnlichen Proportionen, vor allem hinsichtlich der Querschnitte zwischen Tunnel und Wagen. Beim Modell betrug dieses Querschnittsverhältnis etwa 3:1, beim ausgeführten (Doppel-)Tunnel (der je zwei Wagenspuren hat) ist es im Mittel rund 6:1. War am Modellkanal der Abstand zwischen Wagenoberkante und Decke nur etwa 30 cm, so kann man beim ausgeführten Holland-Tunnel für dieses Mass im Mittel mit rund 2 m rechnen. Diese den primitivsten Modellgesetzen zuwiderlaufenden Unterschiede würden allein schon meine Bemerkung über die Unzulänglichkeit der Versuche rechtfertigen. Aber man beachte auch noch die Ungleichheit in der Wandglätte zwischen dem Kanal unter dem Boden und dem über der Decke; man mache sich klar, was es bedeutet, wenn die in der Nähe des Bodens befindlichen Ausblas-«Düsen» in entgegengesetzter Richtung durchströmt werden; man denke an die hochbeinigen kastenförmigen Automobile zu jener Zeit (1922), unter denen im Modellkanal für die Frischluft mehr Platz war als für die Abgase, die an der Wagenrückseite bis an die Decke — aber nicht durch thermischen Auftrieb! — hochgewirbelt und daher allein schon infolge der Wagenbewegung durch die Öffnungen an der Decke hinausgedrückt wurden; und schliesslich überlege man die Wirkung aller dieser Umstände bei Umkehrung der Drehrichtung des an einem Ende des ganzen Systems angeordneten Ventilators selbst unter der unwahrscheinlichen Annahme gleichen Wirkungsgrades für Saugen und Drücken: dann kann man es mir nicht verübeln, wenn ich heute, 1939, jene Versuche als nicht ernst zu nehmen bezeichne, zumal sich aus ihren Ergebnissen, was die Lüfterleistung anbelangt, für einen Kohlenoxydgehalt von 0,5 % eine Luftmenge berechnen liess, die nur 22 % der

beim ausgeführten Tunnel für eine Verdünnung von 0,3 % tatsächlich erforderlichen Luftmenge betrug¹⁾, und zumal auch die später vorgenommenen Versuche, zum Teil sogar in Naturgrösse (wie für den Mersey-Tunnel) niemals unter der Voraussetzung richtiger Verhältnisse vorgenommen worden sind.

Mit der Angabe von Herrn Prof. Andreea, dass die Lüftung in den bestehenden Tunnels «durchaus befriedigend» funktioniere, kann sich der vorwärtschreitende Ingenieur nicht bescheiden. Wenn man nicht nur auf die Angaben der Tunnelverwaltungen abstellt, sondern auch das Bedienungspersonal und vor allem die Tunnelbenutzer befragt und im übrigen die einander widersprechenden Mitteilungen gegeneinander abwägt, so gelangt man zur Überzeugung, dass die Lüftung eben im besten Fall «befriedigend» ist. Die Lüftung darf aber nicht befriedigend sein, sie muss einwandfrei sein. Die Frage der Ersparnisse im Bau oder im Betrieb der Lüftungsanlage tritt daneben vollständig zurück, wenn sich erst einmal die Erkenntnis durchgesetzt hat, dass die Aufwärts-Lüftung selbst bei noch so reichlicher Bemessung niemals eine wirklich einwandfreie Lüftung eines modernen Strassen-Tunnels ermöglicht.

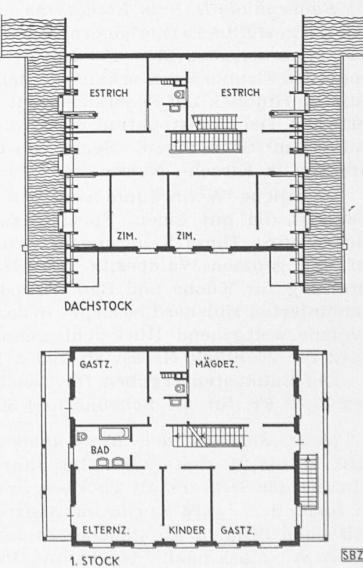
3. *Brandfall*. Hier kann ich mich relativ kurz fassen, da ich auf Seite 178 oben die Notwendigkeit der Lokalisierung eines Brandes bereits betont habe. Aber diese Aufgabe muss von der allgemeinen Tunnelventilation getrennt betrachtet werden. Wenn unmittelbar neben dem Brandherd eine intensive seitliche Absaugung in einer entsprechenden Höhe über dem Boden statt-

¹⁾ Vgl. «Les tunnels sous l'Escaut à Anvers», «La Technique des Travaux».



Bauernhaus in Etzelkofen

Abb. 9 bis 11. Grundrisse 1:400



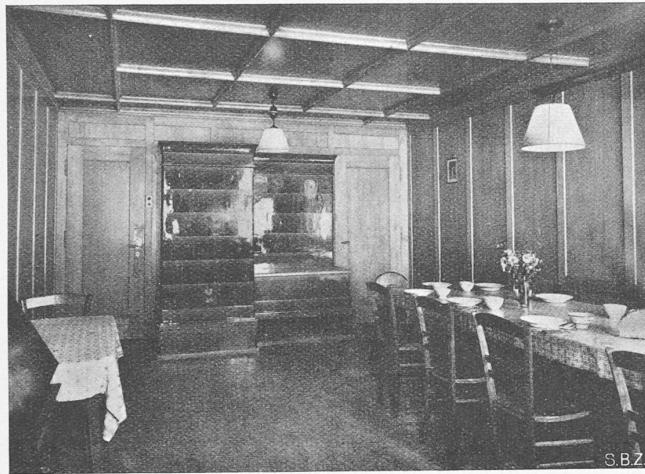


Abb. 16. Esszimmer mit Kachel-Backofen



Abb. 17. Wohnzimmer im Erdgeschoss

findet — was bei einer stark unterteilten Einzelkammer-Abwärts-Lüftung ohne weiteres möglich ist — wird die Frischluftzufuhr aus den der Brandstelle benachbarten Ventilationskammern den Brand davor und dahinter abschnüren, jedenfalls aber sicher verhindern können, dass der Rauch sich ausbreitet. Liegt die Brandstelle mehr auf einer Seite der Fahrbahn, so wird man durch Verstärkung des Unterdruckes in der Absaugleitung der dazugehörigen Kammer dieser Seite zudem erreichen können, dass sogar neben der Brandstelle die Fahrbahn praktisch rauchfrei bleibt. Durch eine zusätzliche schwache Belüftung direkt über dem Boden in Richtung auf die den Rauch hinausbefördernden Absaugöffnungen — also von der dem Brandherd entgegengesetzten Fahrbahn-Seite her — kann eine weitere Verbesserung in der Brandlokalisierung bewirkt werden.

Ich bin überzeugt, dass die Abwärts-Lüftung, wie durch praktische Anwendung im Tunnel gewiss noch nachgewiesen werden wird (selbstverständlich bei gut durchgebildeter Bauart), keinerlei Nachteile, auch im Brandfall, gegenüber der Aufwärts-Lüftung hat. Ich muss hier die Worte von Herrn Prof. Andreae zurückgeben: Im Gegenteil. Man stelle sich nur einen, allerdings gewiss höchst seltenen Unglücksfall vor, bei dem vielleicht der ganze Inhalt eines auslaufenden Benzinbehälters in Brand geraten ist. Der Rauch des brennenden, dem Ablauf zufliessenden Benzins, wird bei der Aufwärts-Ventilation gewissermassen noch aus dem Rinnstein herausgerissen und den ganzen Tunnelquerschnitt bis zur Abzugsöffnung an der Decke ausfüllen. Die bei der Abwärts-Ventilation in entsprechender Höhe über dem Rinnstein befindlichen Absaugöffnungen dagegen lassen den Rauch gar nicht erst hochsteigen, sondern fördern ihn auf kürzestem Weg hinaus. Im Uebrigen sei noch erwähnt, dass man zudem heute in der Lage ist, Einrichtungen vorzusehen, die im Falle einer unzulässigen lokalen Erwärmung eine automatische Auslösung einer wirksamen Brandbekämpfung gestatten und dies unabhängig von der Lüftungsrichtung. Ich wiederhole noch einmal: Die Brandfrage kann keine primäre Rolle spielen; aber als Sekundärproblem lässt sie sich umso leichter lösen, je besser die Lüftung an sich ist.

Hier mögen sich noch andere Spezialisten zum Wort melden, die es genau so ernst mit den Fortschritten in der technischen Entwicklung meinen, wie der Unterzeichnete. P. Jaray

*

Hierzu äussert sich Prof. Dr. C. Andreae wie folgt:

Die von Herrn Jaray beschriebenen, amerikanischen Versuche waren mir schon früher aus dem Originalbericht der betreffenden Kommission (Nr. 25 des Literaturverz., Seite 24 lfd. Bds.) bekannt, sowie auch diejenigen, die in einem fertigen Tunnelstück des Merseytunnels, also in Naturgrösse, durchgeführt wurden, und zwar diese nicht nur aus ihrer Veröffentlichung (Nr. 22 desselben Literaturverz.), sondern auch aus Besprechungen mit den britischen Kollegen, die diese Versuche angeordnet und geleitet haben. Es ist richtig, dass deren Anordnung an beiden Orten von derjenigen, die Herr Oberingenieur Jaray, wie Herr Bartholomäi vorschlägt, abweichen (in Liverpool nur noch dadurch, dass die Luftabsaugung tiefer lag). Man kann ja deshalb ihre für den abwärts gerichteten Luftzug der Querlüftung ungünstigen Ergebnisse als nicht schlüssig und endgültig ansehen. Ich bestreite aber weiter, dass sich sowohl aus diesen Versuchen, wie auch aus der praktischen Erfahrung in den bestehenden Tunneln die *Notwendigkeit einer Umkehrung der Lüftungsweise* ergibt. Die Sachlage bleibt vorläufig die, dass wir auf der einen Seite ein Lüftungssystem haben, auf das die bisher durchgeführten Versuche hinweisen, und das sich in den bisher ausgeführten Tunneln bewährt, während auf der andern Seite auf Grund theoretischer Überlegungen, die von mir nicht bestritten werden, ein System verfochten wird, für das bisher keine praktische Erfahrung vorliegt und das zudem die bisherigen, wenn auch noch nicht endgültigen und schlüssigen Versuchsergebnisse gegen sich hat. Im Gutachten, dessen veröffentlichter Auszug den Ausgangspunkt dieser Diskussion bildete, handelte es sich darum, für die gegenwärtige, praktische Anwendung den Stand der heutigen Erfahrung darzustellen. Dabei tritt die Frage der Ersparnisse im Bau oder im Betrieb der Ventilationsanlage keineswegs zurück.

C. Andreae

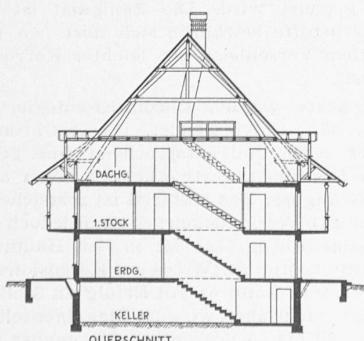
Damit schliessen wir diesen Meinungsaustausch. Red.

Bauernhaus in Etzelkofen

Arch. A. WYTTEBACH, Zollikofen

Abb. 12. Schnitt 1:400

Abb. 13 (rechts). Gesamtbild



S.B.Z.