Traglufthallen System AROVA

Autor(en): **Schweizerische Leinen-Industrie AG**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83 (1965)**

Heft 35

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-68240

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

Traglufthallen System AROVA

Nach Angaben und Unterlagen der
Schweizerischen Leinen-Industrie AG, Niederlenz

DK 624.033:621.53

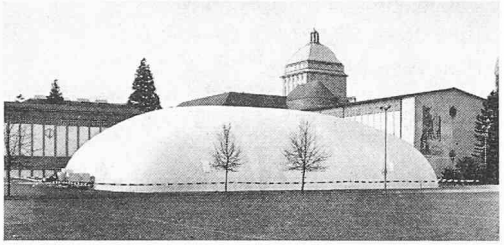


Bild 1. Arova-Traglufthalle für Kantonsschule und Oberseminar des Kantons Zürich, Rämistrasse 80, Zürich.

Bild 2. Tagaufnahme der Arova-Traglufthalle Kantonsschule Zürich

Am Schlusse seiner Abhandlung über zugbeanspruchte pneumatische Konstruktionen (NZZ 15. 8. 1962, Nr. 3108) schrieb der Verfasser, *Frei Otto*, Berlin: «Die pneumatische Konstruktion steht noch ganz am Anfang ihrer Entwicklung. Ihre grosse Wirtschaftlichkeit lässt erwarten, dass sie sich in Zukunft sowohl auf dem Gebiet der mobilen Konstruktionen als auch für bleibende Bauten eine weitgehende Verbreitung sichern wird.» Seither hat sich diese Erwartung auch in der Schweiz zu erfüllen begonnen. Bereits hat die Schweizerische Leinen-Industrie AG, Niederlenz, eine ganze Anzahl ihrer AROVA-Traglufthallen geliefert, von denen die geräumige Ausstellungshalle des Genfer Autosalons (Bild 11 und 12) und die Sporthalle der Kantonsschule Zürich wohl die bekanntesten sind (Bild 1 und 2).

Von den vielen Einsatzmöglichkeiten der Traglufthallen ist heute ihre Verwendung als Turn- und Sporthalle hervorzuheben. Der für die körperliche Ertüchtigung unserer Jugend nachteilige Mangel an Turnhallen kann in kürzester Zeit und auf wirtschaftliche Weise durch die Traglufthalle behoben werden, ohne dass dabei das überlastete Baugewerbe beansprucht wird. Seit die Bodenfrage mit einem widerstandsfähigen Spezial-Nylonteppich gelöst ist, sind Gymnastik und Spiel in der geräumigen Halle ein wahres Vergnügen, wozu natürlich auch die ständig erneuerte Luft wesentlich beiträgt. Die wachsende Beliebtheit dieser Traglufthallen rechtfertigt es, für den technisch Interessierten die wichtigsten Konstruktionsmerkmale bekannt zu geben:

1. Prinzip und Form

Die am Boden verankerte Hallenhaut wird nur durch einen leichten, nicht spürbaren Luftüberdruck aufgeblasen und ohne festes Traggerüst in Form gehalten.

Die einfachste und am leichtesten zu erstellende Form ist die Halbkugel oder der halbe Zylinder mit Viertelskugeln als Abschlüssen. Das Schnittmuster der einzelnen Stoffbahnen ist hier einfach, beschränkt es sich doch auf ein Rechteck und die Abwicklung eines einzigen sphärischen Dreiecks («Orangenschnitz»). Dafür muss man den Platzverlust in den Rundungen in Kauf nehmen, der mit zunehmender Hallenbreite wächst. Anders bei den Arova-Traglufthallen, die von Anfang an einen rechteckigen Grundriss aufweisen und mit einer Eckrundung von nur 3 m Radius sowohl in kleinen wie in grossen Hallen kaum 8 m² Grundfläche einbüssen. Länge und Breite der Hallen werden für jeden Einzelfall festgelegt. Die nachstehende Tabelle zeigt einige Ausführungen:

AROVA-Halle	Breite	Länge	Höhe	Nutzfläche
Normgrösse 1	18 m	36 m	9 m	640 m²
Normgrösse 2	33 m	36 m	9 m	1180 m²
Autosalon Genf	33 m	42 m	9 m	1380 m²
Kantonsschule Zürich	27 m	42 m	9 m	1120 m²

2. Hallenhaut

Die Hallenhaut aus beidseitig mit Polyvinylchlorid beschichtetem Nylongewebe ist luft- und wasserdicht, verrottungsfest, flammfest, lichtbeständig, elastisch und reissfest. Die theoretische Stoffbelastung in einer zylindrischen Halle beträgt:

parallel zur Längsaxe $b_1 = p \cdot r$

senkrecht zur Längsaxe $b_2 = p \cdot r/2$

Bei $p = 25$ kg/m² (entspricht dem bei Sturm eingestellten Innendruck von 25 mm Wassersäule) und $r = 10$ m (Krümmungsradius der Halle) ist

$b_1 = 250$ kg/m oder 12,5 kg/5 cm (Stoffbreite des Prüfstreifens)

Der Vergleich des Dehnungsdiagramms eines Prüfstreifens mit der Verlängerung einer Messtrecke an der aufgeblasenen Halle lässt die wirkliche Belastung feststellen. Es zeigt sich, dass die berechneten und gemessenen Resultate gut übereinstimmen. Je nach Grösse und Form der Halle ergeben sich Stoffbelastungen zwischen 10 und 30 kg/5 cm. Da die Reissfestigkeit des Nylongewebes anfänglich 300 *kg*/5 cm und nach zweijähriger ununterbrochener Bewetterung immer noch 250 kg/5 cm beträgt, ist der Sicherheitsfaktor gross genug, um örtliche Lastspitzen zu ertragen. Dies gilt auch für die Nahtstellen der einzelnen Stoffbahnen, die ohne Nähzwirn und folglich ohne Nadellöcher thermoplastisch zusammengeschweisst sind.

3. Verankerung

Die Verankerung der Halle muss dem durch den Innendruck erzeugten Auftrieb und dem Winddruck gewachsen sein. Bei einem Innendruck von 25 mm WS und einer Grundfläche von 1120 m² (Halle Kantonsschule Zürich) beträgt der Auftrieb 28 t. Die Halle hat einen Umfang von 138 m. Die Zugspannung auf 1 m Hallenumfang ist somit rund 200 kg/m oder 10 kg/5 cm.

Die Berechnung der Windwirkung ist sehr schwierig, da Richtung, Grösse und Stärke des Aufschlages und Sogs kompliziert sind. Windkanalversuche können daher nicht ohne weiteres als Konstruktionsgrundlage dienen. Aber bisherige Erfahrungen beweisen, dass Arova-Traglufthallen dank ihrer Form und Elastizität Windstärken bis 100 km/h ohne Schaden überstehen. Solche Windstärken sind in der Schweiz übrigens sehr selten. In Amerika, wo schon seit 20 Jahren Lufthallen erstellt werden, haben diese auch Windstössen mit Geschwindigkeiten von 180 km/h standgehalten.

Zur Verankerung werden, wie auf den Bildern 3, 4 und 5 zu sehen ist, bei den meisten Hallen vorfabrizierte Betonelemente mit rechteckigem oder T-förmigem Querschnitt mehr oder weniger tief in den Boden versenkt. Sie wiegen 300 kg/m und weisen einbetonierte Ankereisen zur Befestigung der Haut auf. Im Saum der Hallenhaut ist ein Drahtseil eingelassen, das patentierte Spezialklammern mit dem Ankereisen verbinden. Die sichere und leicht lösbare Befestigungsart bewährt sich, da die Haut nicht verletzt wird. Für ortsfeste

Hallen wurden auch schon Betonmäuerchen mit Ankereisen erstellt (Bild 6). Vorfabrizierte Betonplatten sind eine weitere Verankerungsart, ebenso einfache Heringe (Pfähle) für kurzfristigen Betrieb sowie Wasserschläuche oder Sandsäcke.

Zur *Abdichtung* dienen Dichtungslappen längs des gesamten Innenumfanges. Sie dichten durch den Innendruck ab, während die äusseren Lappen das Wasser von der Hallenhaut auf den Boden ableiten. Je nach Bodengefälle sind Wassergräben oder Sickerleitungen vorzusehen.

4. Öffnungen und Eingänge

Die im Bereich der Öffnungen (Türen, Schleusen, Ventilatoranschlüsse) wirkenden Kräfte werden mit kreisförmigen Abspannungen durch ein Drahtseil aufgefangen und auf die Fundamente oder benachbarte Teile der Hallenhaut übertragen (Bilder 7 und 8). Auf diese Art können zusätzliche An- oder Aufbauten mit der Traglufthalle verbunden werden, wie Gänge, Anlaufschläuche für Weitsprung, Sprungtürme bei Schwimmbecken. Als Ein- und Ausgänge dienen Schleusen für Personen, PW und Lastwagen sowie einfache oder doppelte Drehtüren für Personen (Bild 7). Notausgänge sind in Form von Reissverschlüssen vorhanden.

5. Ventilatoren

Ausserhalb der Halle aufgestellte Ventilatoren (Bild 8) mit einer Förderleistung von 10000 m³/h sind notwendig zum Aufblasen der Halle und zum Aufrechterhalten des Innendrucks, wobei sie gleichzeitig zur Ventilation dienen. Da die Hallen nicht ganz hermetisch abgeschlossen sind und weil je nach Bodenbeschaffenheit und mehr oder weniger offenen Entlüftungsklappen eine gewisse Luftmenge ständig entweicht, benötigt man für einen konstanten Innendruck pro Meter Umfang eine Luftmenge von 15 bis 30 m³/h, also für die Turnhalle der Kantonsschule etwa 2000 bis 4000 m³/h. Bei einem Preis von 7 Rp./kWh belaufen sich die täglichen Stromkosten eines Ventilators auf etwa 3 Fr. Rauchversuche zeigen, dass die eingeblasene Luft den ganzen Raum gleichmässig durchspült. Die ständige Lufterneuerung ist namentlich bei lebhaftem Turnbetrieb erwünscht und zuträglich.

Um eine Halle in der Schwebe zu halten, genügt ein Innendruck von 1 mm Wassersäule, d. h. etwas mehr als das Gewicht des beschichteten Stoffes. Der eingestellte Normaldruck von 8 bis 10 mm Wassersäule hält die Halle straff gespannt, so dass auch Beleuchtungskörper an der Decke angebracht werden können. Bei Sturm muss der Druck auf 15 bis 30 mm Wassersäule erhöht werden. Der normale Überdruck entspricht übrigens nur dem Unterschied des Barometerstandes zwischen dem ersten und vierten Stock eines Hauses. Er wird also auch von empfindlichen Leuten nicht verspürt.

6. Heizung

Zum Heizen wird die Zuluft durch eine bestehende oder zu installierende Wärmequelle erwärmt (Warmwasser, Dampf, Oel, Gas) Bild 8 und 9. Thermostaten regulieren die Luft-Temperatur. Zur Berechnung des Wärmeverlustes durch die Hallenhaut kann mit einer Wärmedurchgangszahl von 7 kcal/m² h °C gerechnet werden. Hinzu kommt der Wärmebedarf für die Lufterneuerung. Nachfolgend soll als Beispiel der Wärmebedarf einer Tennishalle von 33 × 36 m Grundfläche berechnet werden und zwar unter Annahme einer Innentemperatur während der Spielzeit von 10 °C, ohne Spielbetrieb von 5 °C und einer täglichen Spieldauer von 10 h. Die Oberfläche der Hallenhaut betrage 2300 m², die Luftmenge bei Spielbetrieb 6500 m³/h, ohne Spielbetrieb 4500 m³/h.

Der *Wärmebedarf* pro Heizsaison ergibt sich unter Annahme der bekannten Temperaturhäufigkeiten von Zürich aufgrund einer graphischen Ermittlung zu 460 Mio kcal. Dabei ist während 170 Tagen, das heisst bis zu mittleren Tagestemperaturen von +8 °C zu heizen. Der mittlere Tagesbedarf liegt somit bei 2,7 Mio kcal. Bei einem Heizwert des Heizöls von 10000 kcal/kg und einem Kesselwirkungsgrad von 80 % ergibt sich ein Oelbedarf von 58 t, für den bei einem Oelpreis von 118 Fr./t 6800 Fr. (40 Fr. pro Heiztag) auszulegen ist.

7. Kühlung

Im Sommer kann die Wärmeeinstrahlung so hoch werden, dass sie durch Berieselung mit Wasser herabgesetzt werden muss. Dazu werden auf 1000 m² Hallengrundfläche 3 bis 4 m³/h Wasser benötigt. Soll die Halle gleichzeitig klimatisiert werden, dann lässt man das Berieselungswasser (Höchsttemperatur 12 °C) vorerst die einzublasende Frischluft kühlen, womit die Innentemperatur um etwa 3 °C tiefer wird als die Schattentemperatur im Freien.

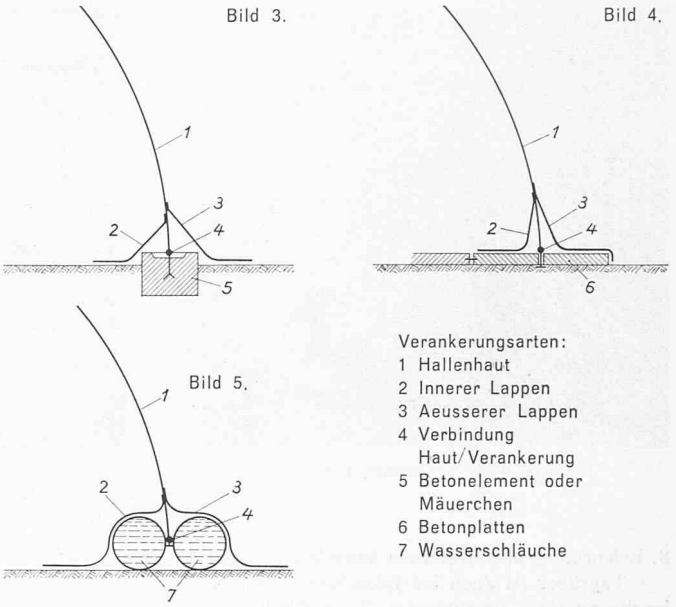


Bild 6. Betonfundament für permanente Arova-Traglufthalle (Werk- und Lagerhalle)

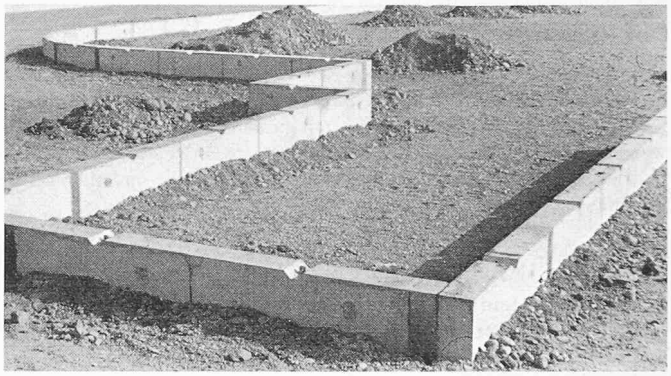


Bild 7. Doppeldrehtüre mit Lichtschalter und Pausenglocke. Kabelkanal mit Thermostat (links aussen) und Signallampe über den Türen. Halbkreisförmige Abspannung

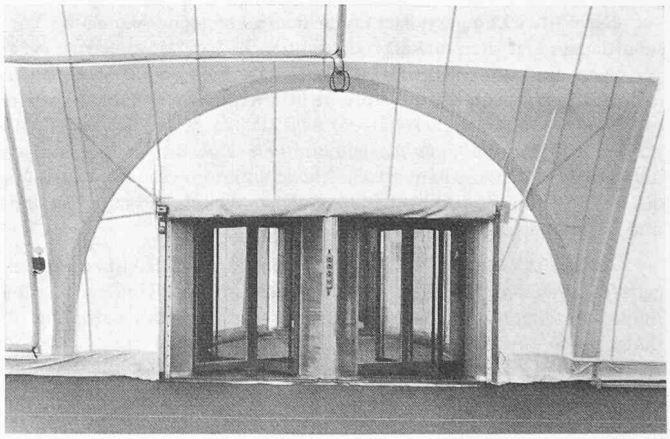
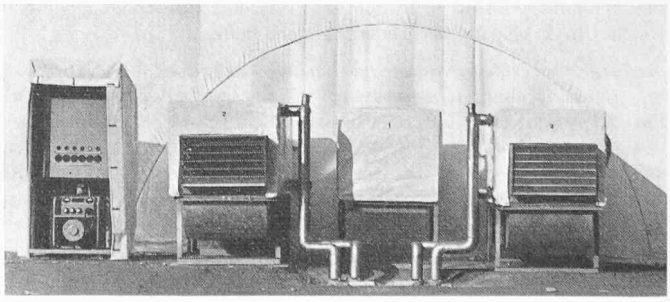


Bild 8. Schaltschrank mit Notstromgruppe, 3 Ventilatoren, wovon 2 mit Lufterhitzern (Fernheizung).



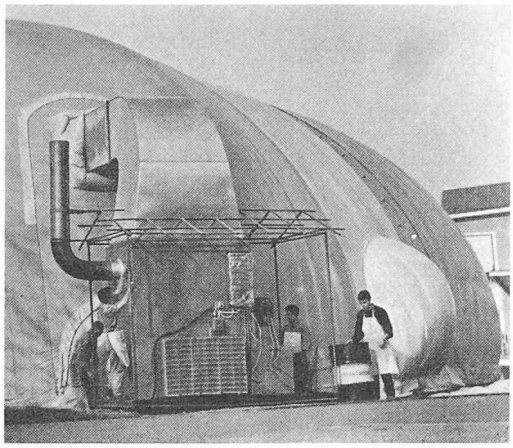


Bild 9. Montage einer Oelheizung von 200 000 kcal/h

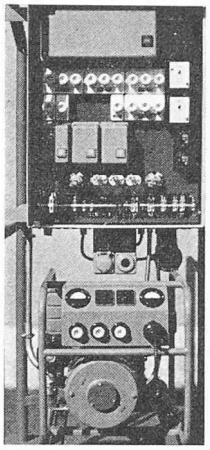


Bild 10. Schaltschrank mit vollautomatischer Notstromgruppe

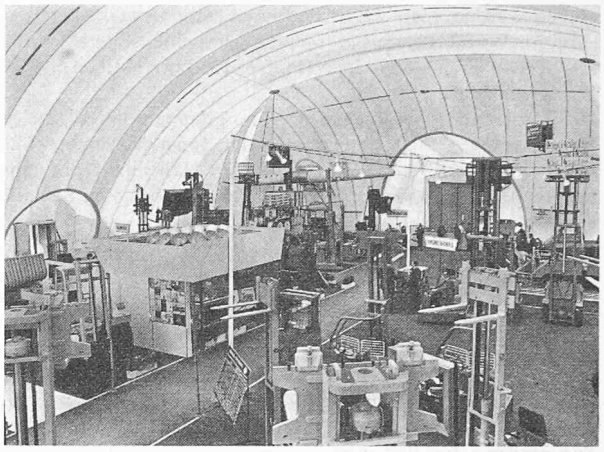


Bild 11. Arova-Ausstellungshalle am Internationalen Automobilsalon Genf 1964. Ausnützung des säulenfreien Raumes

8. Beleuchtung und elektrische Installationen

Tagsüber ist auch bei bedecktem Himmel keine künstliche Beleuchtung nötig, da entweder alle Stoffbahnen oder nur einzelne opal durchscheinend beschichtet sind (Bild 2). Nachts beleuchten an der Decke aufgehängte Lampen den ganzen Raum blendungsfrei und schattenlos. Die Aufhängevorrichtungen sind wie die Kabelkanäle an die Haut angeschweisst (Bild 7 und 2).

9. Hallenboden

Je nach dem Verwendungszweck kann der Boden gekiest oder geteert sein, aus Beton oder Platten bestehen. In Sporthallen verwendet man Tennisbelag oder Hartbeläge sowie die strapazierfähigen Spezial-Nylonteppichböden, die sich dank ihrer isolierenden Wirkung für Bodenturnen gut eignen.

10. Automatik

Eine besonders entwickelte Automatik (Bild 10) bietet Schutz gegen Motor- und Sicherungsdefekte. Bei Stromausfall tritt automatisch eine Notstromgruppe in Funktion. Sie liefert Strom für die Ventilatoren, die Notbeleuchtung und die Markierung der Ausgänge. Druckschalter überwachen den Innendruck, und Störungen werden akustisch und optisch signalisiert. Bei starkem Wind kann automatisch oder von Hand auf höheren Druck umgestellt werden. Es sind also alle Vorkehrungen für einen sicheren Betrieb getroffen. Sollten sie alle versagen, dann dauert es sehr lange, bis sich die Hallenhaut senkt; es ist also Zeit genug vorhanden, um in aller Ruhe den Raum zu verlassen.

Ausblick

Mit der Traglufthalle tritt eine vielversprechende neue Bauform neben die herkömmlichen Hallenbauten aus Holz, Stahl und Eisenbeton. Ihr grosser Vorteil liegt in der Möglichkeit, dringend benötigte Hallen ohne die klassischen Baustoffe und ohne die üblichen Bauarbeiten in kürzester Zeit zu verwirklichen. Ursprünglich als Schutz grosser Radaranlagen und als Hallen für den Winterbau eingesetzt, bewähren sich heute Traglufthallen als Lager- und Fabrikationsräume, als Hallen für Ausstellungen und Versammlungen, sowie als Turn- und Sporthallen.

Die Teuerungswelle - eine Folge gesteigerten Wohlstandes

DK 338.585.35

Von **Wolfgang Naegeli,** Arch. S. I. A., Zürich

Die Entwicklung vollzieht sich heute auf technischen und wirtschaftlichen Gebieten ausserordentlich rasch. Um so wacher ist sie zu verfolgen, und um so mehr Bedeutung gewinnen jene Überlegungen, die grundsätzlich und auf weitere Sicht angestellt werden. Wir wissen es deshalb besonders zu schätzen, dass die Verfasser der beiden folgenden Aufsätze *Wolfgang Naegeli* und *Peter Labhart* sich der Aufgabe unterzogen haben, die bauwirtschaftliche Situation vom Gesichtspunkt des Architekten zu durchleuchten, welcher die Problematik der Bau- und Landteuerung aus praktischer Erfahrung kennt. *Red.*

Zu den aktuellsten Problemen, welche zur Zeit diskutiert werden, gehören unbestreitbar die Lohn- und Preisspirale, Geldentwertung, Baukostensteigerung, Landverteuerung und Überbeschäftigung im Baugewerbe. Die Massnahmen, welche gegen diese so eng miteinander verkoppelten Übel ergriffen werden sollen, entzweien die Gemüter und verwirren die Stimmbürger. Dass wirtschaftsfremde Eingriffe in die heutige Marktsituation keine wirkliche Abhilfe bringen können, leuchtet ein. Doch wie soll man das Übel an der Wurzel bekämpfen, wenn dieselbe unserer Erkenntnis noch verborgen ist? Durch die nachfolgend dargelegten Resultate einer Untersuchung auf dem Teilgebiet des Baulandes lassen sich richtungsweisende Einsichten gewinnen, welche zur Erklärung der Teuerungswelle beitragen.

Bevölkerungsvermehrung bedeutet Landwertsteigerung

Durch umfangreiche, im Jahre 1958 publizierte Untersuchungen[1]) hat der Verfasser entdeckt, dass zwischen Landwert und Bauwert einerseits, Landwert und Mietwert anderseits fixe Relationen bestehen, welche in der ganzen Schweiz ohne Ausnahme gültig sind. Sie haben sich seit 1875, dem Ausgangsjahr des Untersuchungszeitraumes – also über fast ein Jahrhundert hinweg – nie verändert, bleiben folglich von den Schwankungen des Geldwerts unbeeinflusst. Dank dieser Feststellung konnte der Verfasser eine verbesserte Wertberechnungsmethode für Liegenschaften entwickeln. Sie hat sich seither in über 30000 Fällen bestens bewährt, so u. a. bei der amtlichen Neuschatzung aller nichtlandwirtschaftlichen Grundstücke im Kanton Schaffhausen und bei den Revisionsschatzungen im Kanton Bern. Die Resultate der Forschung wurden dabei voll bestätigt. Sie lauten: Für den Wert eines Bauplatzes ist sein wirtschaftliches Potential, fachtechnisch bezeichnet als «Lageklasse», massgebend. Je besser die Nutzung und die Gunst der Lage, desto grösser ist auch der Anteil des Baulandes am Gesamtwert einer überbauten Liegenschaft. Dies zeigt die ausgezogene Kurve des Diagramms. In der Lageklasse 1, welche rein ländliche Gebiete umfasst, entsprechen Fr. 100000.— Bauaufwendungen Fr. 6000.— Landerwerbskosten. Im Zentrum von Kleinstädten (Lageklasse 4) erreicht der Landwert bei gleichen Baukosten bereits Fr. 33000.—, in den besten Geschäftslagen einer Grosstadt (Lageklasse 8) sogar Fr. 100000.— und darüber. Das heisst: An der Bahnhofstrasse in Zürich kostet ein Abbruchobjekt mehr, als die Baukosten des Neubaus betragen!

Welche Konsequenzen dies auf die Mietzinse hat, lässt sich unschwer ermessen. Auf dem Lande sind sie relativ niedrig, je volksreicher aber die Ortschaft ist, je besser die Wohn- oder Geschäftslage, desto höher klettern sie hinauf. Allein schon deshalb, weil die Einwohnerzahl der Schweiz von 4 auf 5½ Millionen angestiegen ist, entstand eine Landwertsteigerung. Sie wird noch verstärkt durch die gute Konjunktur, welche zur Folge hat, dass vom Zuwachs fast ausschliesslich die grossen Wirtschaftszentren profitieren. Die Motorisierung des ganzen Volkes führte gleichzeitig zu einer Lageverbesserung all jener Bauplätze und Baulandreserven, welche früher wegen ihrer grossen Distanz von der nächsten Bahn-, Tram- oder Busstation als Wohngebiete kaum in Betracht gekommen wären. Mit Inflation, also Geldent-

[1] *Die Wertberechnung des Baulandes.* Von *W. Naegeli.* 2. Auflage. Polygr. Verlag, Zürich 1965.