

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 101 (1983)  
**Heft:** 43

**Artikel:** Unterricht in Heizungs-, Lüftungs-, und Klimatechnik: Wandel am ZTL während der letzten 10 Jahre  
**Autor:** Geiger, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-75215>

### **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:** 10.07.2025

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

## Vier Strategien

Tabelle 1 enthält die wichtigsten Massnahmen in den einzelnen Kantonen. Die scheinbar so anschauliche Tabelle ist allerdings weit davon entfernt, ein vollständiges Bild der Anstrengungen der Kantone in der Energiepolitik zu vermitteln. Erstens orientiert die Tabelle vor allem über den Stand der Verwirklichung von Vorschriften – sogenannte administrative Massnahmen werden nur teilweise erfasst –, und zweitens kann die Tabelle nichts über den Vollzug der Massnahmen aussagen.

Gegenwärtig untersucht eine Gruppe von Juristen der Universität Genf im Auftrag des Nationalfonds die Anwendung energiepolitischer Massnahmen durch die Kantone. Nach dem Zwischenbericht dieser Untersuchung können die Kantone entsprechend ihrer Reaktion auf die Energiekrisen in vier Gruppen eingeteilt werden.

Die erste Gruppe umfasst die Kantone, die mit einer *Dringlichkeitsstrategie* reagiert haben. Sie haben relativ rasch, sei es in einem Energiegesetz oder im

Rahmen bestehender Gesetze, ein umfassendes Paket von Vorschriften erlassen.

Die Kantone der zweiten Gruppe haben das Schwergewicht ihrer Tätigkeit auf *Information und Ausbildung* gelegt. Hier besteht eine gewisse Zurückhaltung gegenüber neuen Vorschriften. Das Spiel der Marktkräfte soll durch eine möglichst umfassende Information der Konsumenten und der Fachleute unterstützt werden. Gleichzeitig werden weitere administrative Massnahmen ergriffen, wie z.B. eine systematische Sanierung der kantonseigenen Bauten und die Förderung von neuen Energien durch Pilotanlagen.

In der dritten Gruppe finden sich die Kantone, die in der Energiepolitik ein *schrittweises, langsames Vorgehen* gewählt haben. Einzelne Massnahmen werden, wenn dies als politisch geboten erscheint, aufgrund bestehender Gesetze erlassen. In diesen Kantonen wird das Energieproblem aus verschiedenen Gründen nicht als besonders dringlich eingestuft.

Die vierte Gruppe schliesslich lässt sich mit «*abwarten*» charakterisieren. Hier

ist Energiepolitik kein Thema, und besondere Aktivitäten des Staates scheinen daher nicht opportun zu sein; es wird auf den Bund gewartet.

Natürlich lässt sich in Wirklichkeit kein Kanton finden, der ausschliesslich eine der dargestellten Strategien verfolgt. Sie werden vielmehr *miteinander kombiniert*. Die Einteilung erfolgt nach dem Schwerpunkt der energiepolitischen Aktivitäten. Ausserdem sind diese vier Kategorien nur bedingt eine Rangordnung. So kann eine Dringlichkeitsstrategie auch als Alibi verwendet werden, indem zu den einzelnen Gesetzesartikeln keine präzisen Ausführungsverordnungen erlassen werden, oder der Vollzug der Verordnungen ohne fachliche Hilfe des Kantons den von dieser Aufgabe vielleicht überforderten Gemeinden überlassen wird.

Ergänzter Vortrag, gehalten an der EMPA/SIA-Studientagung vom 9./10. März 1983 in Zürich.

Adresse des Verfassers: Dr. P. Keppeler, Bundesamt für Energiewirtschaft, 3003 Bern.

# Unterricht in Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik

## Wandel am ZTL während der letzten 10 Jahre

Von Werner Geiger, Horw

Das Zentralschweizerische Technikum Luzern (ZTL) feiert dieses Jahr sein 25jähriges Bestehen. Diese Schule führt als einzige Höhere Technische Lehranstalt der Schweiz eine Abteilung für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik. Beeinflusst von Entwicklungen der Architektur, der Energieversorgung, der MSR-Technik und vom Umweltschutzgedanken, hat der Unterricht in den vergangenen 10 Jahren eine starke Wandlung erfahren, wie der Abteilungsvorsteher mit diesem Artikel aufzeigt. B. M.

### Einleitung

Das Zentralschweizerische Technikum Luzern (ZTL), Ingenieurschule HTL, wurde vor 25 Jahren gegründet, in einer Zeit, als «die Welt noch in Ordnung» war. Man glaubte fest an den technischen Fortschritt.

Es sind nun etwa 10 Jahre her, seit die *Ölkrise* einiges in Frage gestellt und uns zum Überdenken und auch zum Umdenken gezwungen hat. Aus der Hochkonjunktur wurde eine Rezession. Welches waren und sind heute noch die

Probleme, die sich daraus für die Heizungs-, Lüftungs- und Klimabranche und damit auch für die Abteilung Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik (HLK) am ZTL ergeben haben?

Es hat sich gezeigt, dass mit *Schlagwörtern* wie «Ein m<sup>2</sup> Sonnenkollektor pro Einwohner der Schweiz», «Fenster gleich Wärmeloch», «Raumtemperaturen absenken auf 18 °C und Fenster gut abdichten» usw. allein *nur wenig* Energie gespart werden kann. Insbesondere wegen ihrer gedankenlosen Verallgemeinerung führten sie oft zu *Bauschäden* oder unrentablen Anlagen, unren-

tabel in finanzieller und energetischer Hinsicht. Man hat eingesehen, dass auf dem Bausektor vieles geändert werden muss, will man zum gewünschten Ziel kommen; dafür braucht es aber *Zeit für Forschung und Entwicklung*.

### Neue Gesichtspunkte in der Bauphysik

Energiekonformes Bauen führt zu *kleineren Heizungs- und Klimaanlage*n, welche aber besser funktionieren, da sie nicht mehr bauphysikalische Fehler des Gebäudes kompensieren müssen. Heute ist eine *gute Bausolation* weitgehend zwingend vorgeschrieben. Auch um die *Fenstergrösse* ist es ruhiger geworden, seit man gemerkt hat, dass das Fenster nachts wohl Wärmeverluste, tagsüber aber auch Wärmegewinne bedeuten kann. Es werden heute mit gutem Erfolg die Wärmeverluste durch das Fenster mit 2fach-, 3fach- oder Spezialverglasungen möglichst klein gehalten, und gleichzeitig wird möglichst viel anfallende Sonnenenergie in den Raum gelassen, wo sie hilft, diesen zu heizen. Im Sommer muss dann allerdings durch *guten Sonnenschutz*, wie Rollläden oder Aussenstoren, ein Zuviel an

Energieeinfall vermieden werden. Richtig bediente Rolläden und Aussenstoren verbessern zudem die Wärmedämmung während der Nacht, d.h. zu einem Zeitpunkt, wo von aussen keine Energie einfällt. All diese Gegebenheiten wurden durch die während der Hochkonjunktur üblich gewesenen *Rechenmethoden* nicht oder nur ungenügend berücksichtigt. So beschreibt z.B. der  $k$ -Wert die sehr komplexen Wärmeströme durch ein Fenster – vor allem während des Tages – nur sehr schlecht. Die Folgen der schlechten Erfassung aller Energieströme führten zu Fehlschlüssen, wie z. B. zur Forderung nach möglichst kleinen Fenstern. Heute wird das Fenster z.B. durch den  $k_{eq}$ -Wert wohl bedeutend besser beschrieben. Der  $k_{eq}$ -Wert ist ein Wärmedurchgangskoeffizient, ähnlich wie der  $k$ -Wert; er trägt aber zusätzlich dem Wärmegewinn durch diffuse Strahlung in Abhängigkeit der Fensterorientierung Rechnung. Der Gesamtenergiedurchlassgrad oder  $g$ -Wert ist die Summe des durch das betrachtete Fenster durchgelassenen Strahlungsanteils und der sekundären Wärmeabgabe der Verglasung nach innen infolge Erwärmung und Konvektion.

Zum Energiesparen gehört auch die *kontrollierte Lüftung*. Die Fenster werden immer dichter; für die minimal erforderliche Raumlüftung muss daher bewusst gesorgt werden, auch in solchen Gebäuden, die bisher nur mit Heizungsanlage versehen wurden, um die Entstehung von Bauschäden infolge von Feuchtigkeitskondensation zu vermeiden.

### Verwendung der technischen Meteorologie

Die bessere Erfassung all dieser Probleme wirft aber andererseits *immer neue Fragen* auf. So will man heute immer mehr und bessere meteorologische Daten, wie Temperaturen, Feuchtigkeit, Sonnenscheindauer und Intensität, Windstärken und Dauer usw.

Die Frage nach den vorkommenden Klimabedingungen wurde ergänzt durch die *Frage nach der Häufigkeit* ihres Auftretens und damit ist der erste Schritt zu «Risikouberlegungen» bereits getan. Durch die Bereitschaft, während einem oder auch mehreren Tagen pro Jahr ein leichtes Über- oder Unterschreiten der gewünschten Raumtemperaturen zu akzeptieren, wird es möglich, die Heizungs- oder Klimaanlage knapper auszulegen. Dank der heutigen klimatechnischen Unterlagen ist es möglich, das einge-

gangene *Risiko abzuschätzen*. So rechnet heute der Bauingenieur nicht mit den gleichen tiefsten Aussentemperaturen wie der Heizungsingenieur, da das Risiko des Bauingenieurs wegen allfälliger Bauschäden bedeutend schwerer wiegt. Die Konsequenzen dieses Risikodenkens sind erfreulicherweise nicht nur billigere, sondern praktisch immer auch bessere Heizungs- und Klimaanlage. Der *Rechenaufwand* für knapp bemessene Anlagen ist aber *aufwendiger* und *anspruchsvoller*. Es kann auf diese Weise ein erheblicher Anteil an Energie gespart werden, ohne Einbusse an Komfort, im Gegenteil, über das ganze Jahr betrachtet, ist der Komfort sicher besser, da die Anlagen länger im Bereich ihres Auslegungspunktes laufen. Durch Reduktion der Komfortansprüche kann zusätzlich Energie gespart werden. Dies bedeutet aber Opfer und ist sinnvoll, wenn die andern Möglichkeiten ausgeschöpft sind.

### Folgerungen für das Lehrprogramm

Zusätzlich zu den vorgehend erwähnten Problemen wird die Ölsubstitution immer mehr zur Aufgabe. Alternativenergien wie Sonnenenergie, Wärmepumpen usw. verlangen aber nach komplizierteren hydraulischen Schaltungen, neuartigen Steuerungen, vermehrter Anwendung der Kältetechnik, sowie konsequenter Einführung von Niedertemperaturheizungen.

An all diese Neuerungen und die sich daraus ergebenden anlagentechnischen Konsequenzen musste und muss auch weiterhin das Lehrprogramm an der Abteilung Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik angepasst werden. Da die Schule vor allem *Grundlagenwissen* vermitteln soll, muss dieses so ausgewählt werden, dass die Absolventen der Schule in der Praxis auch den neuen und anspruchsvollen Anforderungen des gewählten Berufes gewachsen sind.

Um den konkreten Wandel des Stoffprogrammes zu illustrieren, werden im folgenden als Beispiele die Gebiete Mathematik, Heizungstechnik und Klimatechnik etwas eingehender beleuchtet.

### Wandel im Mathematikunterricht

Mathematik als Grundlagenfach hat in der Ingenieurausbildung eine *formale Sprache* zu vermitteln, damit der Ingenieur aktiv und passiv (Fachliteratur) davon Gebrauch machen kann. Nach

wie vor bildet eine Einführung in die klassische Ingenieurmathematik den Rahmen, etwas lineare Algebra und vor allem reelle Analysis.

Die «moderne Mathematik» (Mengenalgebra...) hat *einige Sprachelemente hinzugefügt*, die älteren Semestern vielleicht auffallen. Wesentlicher sind Verschiebungen, die sich durch *veränderte Hilfsmittel* ergeben haben. Programmierbare Rechner sind für jeden Studenten erschwinglich; die Schule kann ein Rechenzentrum mit 20 komfortablen Arbeitsplätzen zur Verfügung stellen. Damit haben numerische Methoden einen andern Stellenwert erhalten. Die entsprechenden Algorithmen werden computergerecht in Flussdiagrammen oder Struktogrammen formuliert und wo immer möglich in einem Programm realisiert und getestet. Die Abteilung HLK vermittelt im Rahmen des Mathematikunterrichtes elementare Programmierkenntnisse, bisher als Einführung in die Programmierung von HP 95/41C (maschinenorientiert) und in die problemorientierte Sprache Fortran. Im Moment wird erstmals versucht, mit Basic auszukommen. Basic ermöglicht, in verschiedenen Varianten, Programmierung von Taschenrechnern, der Prozessrechner im Labor und der Anlage im Rechenzentrum.

Die Elektronik erschliesst auch der *Messtechnik* neue Möglichkeiten. Die Verarbeitung der anfallenden Datenmengen bedingt eine Einführung in das Modelldenken der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Das Programm einer Höheren Technischen Lehranstalt (HTL) erträgt kein beliebiges Hinzufügen von Stoff, *nur ein Auswechseln* ist möglich. So sind graphische Methoden (Rechenschieber, Nomographie...) weithin der *Numerik* zum Opfer gefallen. Wir wissen um die Gefahren, die damit verbunden sind. Sorgfältiges Denken in Grössenordnungen darf nicht einer kritiklosen Zifferngläubigkeit Platz machen. Die Anwendung von numerischen Näherungsmethoden muss streng an Fehlerabschätzungen gebunden sein. Plausibilitätskontrollen gehören zu jedem Computerresultat.

Zurückgedrängt wurde auch die darstellende Geometrie. Sie musste *linearer Algebra* und *Vektorgeometrie im dreidimensionalen Raum* Platz machen; nur noch elementare Schattenaufgaben werden auch konstruktiv gelöst. Dabei wissen wir, dass das räumliche Vorstellungsvermögen durch rechnerische Methoden nicht gleichwertig geschult wird.

Der Mathematikunterricht an einer HTL wird sich, beschränkt auf eine

Stundenzahl, die ihm im Rahmen der dreijährigen Ausbildung zugewiesen werden kann, immer auf seine *Grundaufgabe* besinnen müssen: Vermitteln einer formalen Sprache, die an anwendungsbezogenen Themen so gut eingeübt wird, dass sie das Denken des künftigen Ingenieurs in bestimmender Weise prägt.

### Änderungen im Stoffprogramm der Heizungstechnik

Signifikant für die grossen Änderungen in der Heizungstechnik ist, dass die erst 1975 herausgegebenen Heizlastregeln SIA 380 vor einiger Zeit bereits überarbeitet und Ende 1982 als neue Empfehlung SIA 384/2 «Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden» herausgegeben wurden. Diese Empfehlung ist *Bestandteil des Stoffprogrammes* am ZTL. Sowohl die heute neu definierten Behaglichkeitsgrenzen als auch die Risikoüberlegungen der technischen Meteorologie finden dabei ihre Anwendung. Unter anderem auch der Wegfall etlicher Zuschläge hat es ermöglicht, dass die Heizkessel nicht mehr überdimensioniert werden.

Um die Wärmeverluste des Verteilnetzes klein zu halten und um alternative Wärmequellen verwenden zu können, werden die *Niedertemperatursysteme* ausführlich behandelt.

Sonnenenergieverwertung, Wärmepumpen oder Niedertemperatur-Heizkessel als Wärmequellen, Niedertemperatur-Raumheizkörper oder Grossflächenheizungen bringen neue hydraulische, steuerungstechnische und Wärmeübertragungsprobleme mit sich. Die Speichertechnik bekommt noch viel grössere Bedeutung, als sie früher schon hatte. Die vermehrte Berücksichtigung der festen Brennstoffe hat die Überarbeitung der sicherheitstechnischen Richtlinien für Heizungsanlagen (SWKI-Richtlinie 80-2) und deren ausführliche Behandlung in der Ingenieur-ausbildung notwendig gemacht.

Die Forderung nach *energiesparender kontrollierter Lüftung* «nur beheizter» und dichter Gebäude erweitert die Verantwortung der Heizungsplaner in Richtung Lüftungs- und Klimatechnik.

Mit der Reduktion des Wärmeleistungsbedarfes gut isolierter Gebäude und mit der Einführung kontrollierter Lüftung, d.h. Luftzufuhr und Absaugung, kehrt die Aktualität zeitgemässer, richtig konzipierter Luftheizungen wieder zurück. Der Technikumlehrplan muss auch diesem Umstand Rechnung tragen.

### Änderungen im Stoffprogramm der Lüftungs- und Klimatechnik

Für die Klimatechnik sind *neue Kühllastregeln* in Arbeit bzw. kurz vor der Veröffentlichung. Sie sind ein Teil des Bestrebens, die Klimaanlage möglichst optimal auszulegen, d.h. so, dass sie nicht für selten vorkommende Extremwerte, sondern für den am häufigsten vorkommenden Bereich des Ausenklimas berechnet werden. Es wurde dafür das ASHRAE-Verfahren etwas auf unsere Bauweise angepasst. So werden die errechneten Kühllasten den effektiven sicher viel näher kommen, als dies in der Vergangenheit der Fall war. Das Verfahren ist aber noch nicht so ausgefeilt, dass man getrost die Hände in den Schoss legen dürfte, im Bewusstsein, etwas geschaffen zu haben, das wieder 20 Jahre oder mehr seine uneingeschränkte Gültigkeit behalten werde. Das nächste Problem, das auf uns zukommen wird, ist, die *Methode zu verfeinern*, sie unserer Bauweise besser anzupassen, sie auf nichtklimatisierte Gebäude zu erweitern und sie vor allem computerfreundlicher zu gestalten. Durch den bewussten *Abbau von unnötigen Leistungsreserven* kann der Jahresenergieverbrauch spürbar gesenkt werden. Ein wesentliches Merkmal der neuen Regel wird sein, dass die Raumtemperatur nicht mehr starr an die Ausentemperatur gekoppelt wird, sondern, dass geheizt wird, solange die Raumtemperatur 20 °C nicht übersteigt, und dass gekühlt wird, wenn sie 24 °C übersteigt. Da die Anlagen nicht mehr auf Extremwerte ausgelegt sind, wird an sehr heissen Tagen die Raumtemperatur samt Kühlung über 24 °C bis etwa 26 °C steigen.

Wegen der besseren Erfassung der Kühllasten werden die notwendigen *Zuluftströme* und damit auch die Kli-

maanlagen *kleiner*. Verschiedene Klimasysteme werden an Bedeutung verlieren und andere, vor allem energiesparende, werden aufgewertet werden.

Der früher allgemein übliche Taupunktwärmer wird weitgehend durch den *regulierbaren Luftwäscher* abgelöst. Auch hier resultiert eine Energieersparnis ohne gleichzeitige Komforteinbusse. Das hierzu notwendige Material ist handelsüblich erhältlich.

Ein weiteres Umdenken hat bei den Klimasystemen eingesetzt. So wird heute vielfach das *Konstantvolumensystem* durch das *Variabelvolumensystem* ersetzt. Beim Konstantvolumensystem wird der Luftvolumenstrom durch die maximale Kühllast bestimmt. Das so bestimmte Volumen strömt nun jahraus, jahrein und ist während dem grössten Teil des Jahres unnötig gross. Der Ventilator ist aber einer der grossen, wenn nicht der grösste Jahresenergieverbraucher in einer Klimaanlage. Beim Variabelvolumensystem wird daher das Luftvolumen den momentanen Bedürfnissen angepasst. Es ist allerdings zu bemerken, dass für dieses Klimasystem neue Luftauslässe geschaffen werden mussten.

Ein weiteres aktuelles Gebiet ist die *optimale Wärmerückgewinnung*. Je nach Bedarf kann hier die reine Temperatur oder auch die Enthalpierückgewinnung (Temperatur und Feuchtigkeit) gewählt werden. Auch hier ist es unvernünftig, der Rechnung Maximalwerte zugrunde zu legen. Dies führt zu unwirtschaftlichen Systemen. Die Wärmerückgewinnung sollte auf den optimalen Jahresenergieerückgewinn ausgelegt werden.

Der Umdenkprozess in der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik ist noch lange nicht zu Ende. Es werden immer wieder *Neuheiten auf den Markt* kommen. Insbesondere machen aber auch die *Architektur* und die *Bauindustrie* Fortschritte, denen Rechnung getragen werden muss und die ihren Niederschlag im Stoffprogramm der Schule finden werden.

Adresse des Verfassers: Prof. W. Geiger, dipl. Ing. ETH/SIA, Vorsteher der Abt. HLK am Zentral-schweizerischen Technikum Luzern (Ingenieurschule HTL), Technikumstrasse, 6048 Horw.