

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 79 (1961)  
**Heft:** 43

**Artikel:** Fernheizkraftwerk Klagenfurt  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-65612>

### **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:** 25.01.2026

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

Dieses Werk stellt ein bemerkenswertes Beispiel einer zweckmässigen Kupplung von Wärme- und Elektrizitätserzeugung in städtischen Verhältnissen dar, das auch bei uns Beachtung verdient. Es wird von seinem Leiter, Dipl.-Ing. D. Müller-Thomamühl in «Heizung, Lüftung, Haustechnik» 12 (1961) Nr. 8, S. 233–238 beschrieben. Der Ausbau war in vier Stufen vorgesehen, von denen drei verwirklicht sind. Der Grundgedanke, der auf das Jahr 1942 zurückgeht, war die bessere Ausnutzung der Brennstoffwärme, als sie in Einzelfeuerstätten möglich ist, sowie die Reinhaltung der Luft. Dazu kam die Versorgung mit elektrischer Energie von einer im Verbrauchsschwerpunkt liegenden Zentrale, die bei Netzzusammenbrüchen als Notstromquelle dienen kann und im übrigen, besonders in an Wasserkraften reichen Ländern, wertvolle Winterenergie unter vorteilhaften Bedingungen zu liefern im Stande ist.

Als Wärmeträger entschied man sich für Wasser von 180° C im Vorlauf und 100° C im Rücklauf. Die grosse Temperaturspreizung ermöglicht kleine Leitungsquerschnitte, was geringe Netzkosten und niedrige Wärmeverluste ergibt. Allerdings verlangt die hohe Vorlauftemperatur einen hohen Gegendruck (13 ata) und bewirkt so eine geringere Stromausbeute. Dieser Nachteil lässt sich durch anderweitige Massnahmen verringern. Man kann das Heizwasser zweistufig erwärmen; bei einer Zwischentemperatur von 140° C ergibt sich ausser dem Gegendruck von 13 ata ein zweiter Gegendruck von 5 ata, auf den rd. die Hälfte des Kesselampfes expandieren und dementsprechend mehr elektrische Energie erzeugen kann. Weiter ist es möglich, die Vorlauf- und Rücklauftemperaturen im Raumheiznetz in dem Masse zu senken, als die mittlere Tagestemperatur steigt und der Wärmebedarf abnimmt. Man gewinnt so nicht nur grössere Gefälle in den Turbinen, sondern auch eine beträchtliche Einsparung an Verlustwärmen im Netz.

Wasser als Wärmeträger lässt eine weitgehende Speicherung und damit einen Ausgleich des unterschiedlichen Bedarfs im Heiznetz gegenüber dem Stromnetz zu. Als Speicherraum dient der Wasserinhalt des Netzes. Der Ausgleich erfolgt sowohl auf der Heiz- wie auch auf der Stromseite. Beim Aufladen lässt sich zusätzliche, hochwertige Spitzenenergie gewinnen, die z. B. 1956 finanziell bis 5 % des Jahresumsatzes ausmachte. Dampf als Wärmeträger erfordert gegenüber Wasser zur Ueberwindung der Rohrreibung und zum Ausgleich der Abkühlung einen höheren Gegendruck an den Turbinen, was die Stromausbeute beeinträchtigt. Immerhin darf die bei Wasser erforderliche Pumparbeit nicht vernachlässigt werden.

Als Wärmebezügler kamen einerseits verschiedene Industrien, vor allem eine Lederfabrik sowie ein Krankenhaus, und andererseits Raumheizung und Warmwasserbereitung in öffentlichen Gebäuden und Wohnhäusern in Betracht. Zur Verteilung wählte man aus Spargründen ein Dreileiternetz mit getrennten Vorläufen für Industrie- und Raumheizung und gemeinsamer Rücklaufleitung. Getrennte Rückläufe für beide Netze sollen später verlegt werden, wenn die noch bestehenden Dampfheizungen durch Warmwasserheizungen ersetzt sein werden. Man erhält dann grössere Unterschiede der Heizwassertemperaturen in den beiden Netzen, die sich nur mit vier Leitern, also getrennten Rückläufen, für die Stromerzeugung optimal ausnützen lassen.

Das Kraftwerk ist zwischen den beiden grössten Verbrauchern (dem Krankenhaus und der Lederfabrik) errichtet worden. Der am weitesten entfernte Verbraucher ist der Hauptbahnhof; er liegt in einer Luftdistanz von rd. 1,5 km. Die Rohrleitungen sind auf einer Betonsohle gleitend gelagert. Sie sind mit Glaswolle und Dachpappenmaterial isoliert. Darüber wölben sich vorgefertigte Betonbögen von je 30 bis 50 cm Länge und Spannweiten von 0,6 bis 1,2 m. Das Ganze wird gegen Feuchtigkeit isoliert und zugeschüttet. Diese Bauweise kann jederzeit leicht geöffnet werden, gibt kurze Verlegungszeiten und ist bis Nennweiten von 100 mm billiger als eine Einkleidung mit Schaumbeton. Bild 1 zeigt einen Querschnitt.

Zur Wärmeabgabe an die Abnehmer dienen Wärmeaustauscher. Man gewinnt damit wesentliche betriebliche Vorteile, muss aber mit einer um rd. 12° C höheren Vorlauftemperatur arbeiten und verliert rd. 15 kcal/kg an Wärmegefälle in den Turbinen, was eine entsprechend geringere Elektrizitätserzeugung ergibt. Die einzelnen Warmwasserheizungen werden dreifach geregelt, nämlich a) durch Drosseln des primärseitigen Wasserkreislaufs abhängig von der sekundärseitigen Vorlauftemperatur, b) durch Begrenzen des primärseitigen Wasserdurchsatzes auf einen Höchstwert und c) durch Begrenzen der Rücklauftemperatur. Man passt damit die Heizleistung nicht nur den Aussentemperaturverhältnissen an, sondern erreicht auch, dass nur soviel Netzwasser durch die Uebergabestelle fliesst, wie der Abnehmer tatsächlich benötigt. Die Begrenzung der Durchflussmenge ermöglicht volle Ausnutzung der Netzkapazität durch grösste Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur und beste Verteilung der Heizwassermenge auf ein möglichst grosses Gebiet. Es ergibt sich so eine grosse Benützungsdauer der Bezugsspitze, was sich in geringeren Anlagekosten für das Heizwerk und geringeren Grundgebühren für die Abnehmer auswirkt.

Die Entwicklung des Fernheizkraftwerks ist in Bild 2 dargestellt. Oben sind die Grundrisse, in der Mitte die Schaltung der Dampf- und Heizwassernetze und unten die Wärmegefälle im i, s-Diagramm dargestellt. Man findet dort auch Angaben über die Stromkennzahl, womit das Verhältnis der Stromlieferung ans elektrische Netz in kWh zur Nutzwärmeabgabe an das Heizwassernetz in Mio kcal bezeichnet wird.

In der ersten Ausbaustufe vom Jahre 1949 ist ein Strahlungskessel mit natürlichem Umlauf für 20 t/h Dampf von 40 atü und 450° C aufgestellt worden, sowie eine Gegendruckturbinegruppe T<sub>1</sub> von 0,95 MW, was den Fertigungsmöglichkeiten der Nachkriegszeit entsprach. Das Netz wies wegen der vorwiegenden Industriebelieferung damals Heizwassertemperaturen von 180° C im Vorlauf und 140° C im Rücklauf auf, so dass ausschliesslich mit 13 ata Gegendruck gearbeitet werden musste. Bei einem Wärmegefälle von 48 kcal/kg in den Turbinen ergab sich eine Stromkennzahl von nur 90 kWh pro 1 Mio kcal. In diesem Zustand hat das Werk die schwierige Stromversorgungslage der Nachkriegszeit wesentlich erleichtert.

Dass die Stromerzeugung bei reinem Gegendruckbetrieb durch den stark schwankenden Wärmebedarf gebunden ist, erwies sich, wie vorausszusehen war, namentlich bei Störungen in der Fremdversorgung, also im Inselbetrieb, als nachteilig. Schon anfangs 1951 kamen als zweite Ausbaustufe eine Entnahme-Kondensationsturbine T<sub>2</sub> von 3,2 MW und ein zweiter Kessel mit einer Dampfleistung von 44 t/h zur Aufstellung, womit die Stromkennzahl auf 110 kWh pro Mio kcal verbessert werden konnte. Dazu hat der Umstand beigetragen, dass die Rücklauftemperatur dank besserer Betriebsführung bei den Verbrauchern bereits we-

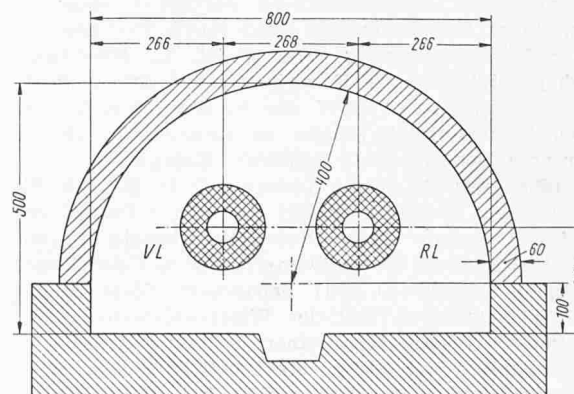


Bild 1. Querschnitt durch einen Heizkanal, VL Vorlauf, RL Rücklauf

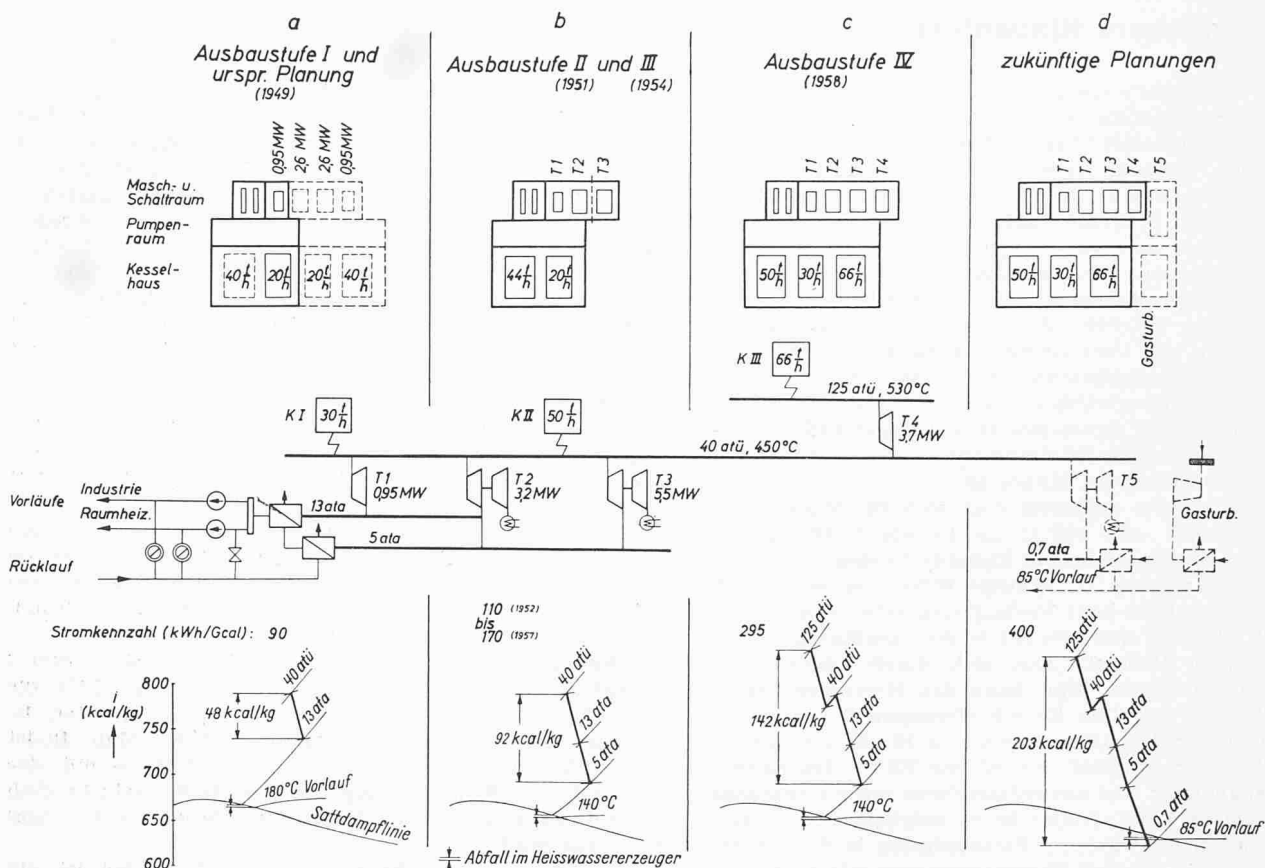


Bild 2. Entwicklungsstufen des Heizkraftwerkes Klagenfurt

sentlich unter 140°C hat abgesenkt werden können und es so erlaubte, den Dampf bei 5 ata der Turbine zu entnehmen.

Im Jahre 1954 kam als dritte Ausbaustufe eine Entnahme-Turbogruppe  $T_3$  von 5,5 MW bei 5 ata Entnahmepressure in Betrieb. Die Kessel wurden durch Vergrössern der Heizflächen dem um 16 t/h erhöhten Frischdampfbedarf angepasst. Gleichzeitig konnte die Vorlauftemperatur ab Werk auf 162°C und ebenso auch die Rücklauftemperaturen weiter gesenkt werden, so dass der Bedarf an Dampf von 13 ata nicht weiterstieg und man mit dem Turbosatz der ersten Ausbaustufe auskam. Dieser Ausbau erhöhte die Stromkennzahl bereits auf 170 kWh pro Mio kcal. Die vorhandenen Kessel reichten 1955 zur Deckung der Winter Spitze gerade noch aus. Um über eine genügende Reserve zu verfügen, musste ein dritter Kessel aufgestellt werden.

Oft herrscht die Meinung, Stromerzeugung in so kleinen Kondensations-Einheiten sei wirtschaftlich nicht vertretbar, da deren spezifischer Wärmeverbrauch bis 4000 kcal/kWh betragen können, während man in neuzeitlichen Grossanlagen unter 2500 kcal/kWh herabkomme. Dabei wird übersehen, dass bei Kleinanlagen die elektrische Energie in unmittelbarer Nähe des Verbrauchs verfügbar, dass sie also weder durch Zwischenhandel noch durch Verluste und Kosten der Fernübertragung belastet ist. In Klagenfurt hat es sich gezeigt, dass die Energie, die mit dem Kondensationsteil von nur rd. 1 MW der zweiten Ausbaustufe erzeugt wurde, wesentlich billiger zu stehen kam als die im Winter vom Ueberlandnetz gelieferte Energie.

Ende 1958 ging die vierte Ausbaustufe in Betrieb. Sie besteht aus einem Hochdruckkessel für 66 t/h Dampf von 125 atü, 535°C, sowie einem Vorschalturbosatz  $T_4$  von 3,7 MW, in welchem die ganze Dampfmenge auf den Druck der bisherigen Kessel (40 atü) expandiert. Diese Menge genügt für den grössten Teil der Winterheizperiode. Nur bei ganz kaltem Wetter wird einer der zwei Kessel von 40 atü zugeschaltet; der andere steht voll in Reserve, was die Betriebssicherheit wesentlich erhöht hat. Das Wärmegefälle konnte gegenüber der ersten Ausbaustufe verdrei-

facht werden, und die Stromkennzahl stieg auf 295 kWh pro Mio kcal. Es gelang, nahezu den gesamten Winterstrombedarf der Stadt zu decken, und zwar ohne Tarifierhöhung für den Winterhaushaltstrom, während eine solche ausserhalb des Versorgungsgebietes der Stadtwerke vorgenommen werden musste.

Bemerkenswert sind die weiteren Ausbauprojekte für die nahe und für eine fernere Zukunft. Für sie ist zunächst die Steigerung des Elektrizitätsbedarfs massgebend, der bereits im Jahre 1960 zu einem Fremdstrombezug für Spitzendeckung zwang. Dabei erwiesen sich die Kochspitzen im Frühling und Herbst insofern störend, als sie dann auftreten, wenn schwach geheizt wird und daher wenig Gegendruckenergie verfügbar ist. Dem zunehmenden Strombedarf soll durch Aufstellen eines weiteren Turbosatzes  $T_5$  entsprochen werden, der das Wärmegefälle von 40 atü auf 0,7 ata ausnützt. Durch Wegfall der letzten Dampfheizungen wird es bald möglich sein, die Vorlauftemperatur der Aussentemperatur wie in Bild 3 dargestellt anzupassen, so dass man im Durchschnitt der Heizperiode mit einer Temperatur von 85°C auskommt und ein Betrieb mit 0,7 ata Gegendruck möglich wird. Damit lässt sich die entsprechende Turbinenleistung gegenüber dem bisherigen Betrieb zwischen 40 atü und 5 ata verdoppeln. Die hierfür erforderlichen Änderungen im Heiznetz (zweite Rücklaufleitung) werden durch die Gewinne aus Gegendruckstrom weitaus gedeckt. Man erwartet eine Stromkennzahl von etwa 400 kWh pro Mio kcal. Der vorgesehene Turbosatz muss zur Sicherstellung der Stromversorgung bei Ausfällen der Fremdversorgung einen Kondensationsteil erhalten. Mit diesem Ausbau wird die verfügbare Kesselkapazität voll ausgelastet sein.

Für die weitere Zukunft ist das Aufstellen einer Gasturbine in Aussicht genommen. Günstig ist der hohe thermische Wirkungsgrad bei der in Betracht kommenden Leistungsgrösse, weiter die Möglichkeit, Heizöl oder Gas zu verfeuern, also Brennstoffe, die in Klagenfurt zu besonders günstigen Bedingungen erhältlich sind, ferner die kurze Anfahrzeit, die in Notfällen einen raschen Einsatz

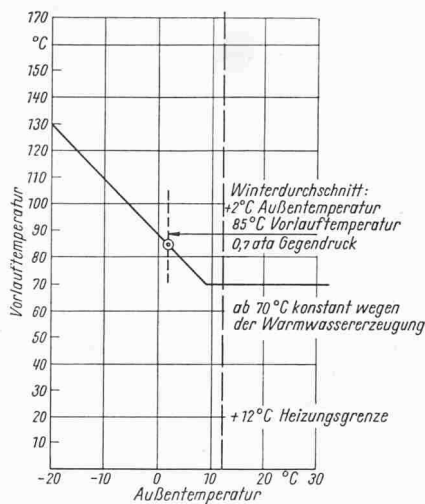


Bild 3. Vorlauf-temperatur im Fernleitungsnetz in Abhängigkeit der Aussen-temperatur

zulässt und schliesslich der Umstand, dass die Gasturbinenanlage nur etwa  $\frac{1}{3}$  einer gleich leistungsfähigen Dampfturbinenanlage kostet. Dem Nachteil des starken Wirkungsgradabfalls bei Teillast kann im vorliegenden Fall dadurch begegnet werden, dass die Gasturbine mit voller Leistung Grundlast liefert, während der Dampftrieb die Spitzendeckung übernimmt.

Ein Fernheizkraftwerk hat sowohl gegen andere Elektrizitätswerke als auch gegen Einzelfeuerungen zu konkurrieren. Die Gesteungskosten für Elektrizität werden durch den verhältnismässig hohen Kapitaldienst für die Anlagen stark belastet, da die Leistungen der Einheiten gegenüber denen in Grosskraftwerken klein sind. Auf der Seite der Heizwärme stehen dem Kapitaldienst für die beträchtlichen Verteilnetzkosten hauptsächlich die Brennstoffkosten der Einzelanlagen gegenüber, die bei den günstigen Oelpreisen niedrig sind und einen scharfen Wettbewerb bewirken. Nun gibt es unter den Wärmebezüglern einige Anlagen, die höhere Temperaturen erfordern, so z. B. Wäschemangeln, Destillations- und Sterilisationsapparate. Es ist angezeigt, sie mit Gas oder Oel oder Strom zu versorgen, weil sie für die Wärme-Kraft-Kupplung stören. Auch andere Gründe sprechen in besonderen Fällen für eine Einzelversorgung. So hat sich die Oelfeuerung neben der Fernwärme ein eigenes Gebiet gesichert, das die Fernwärmeversorgung nicht wesentlich beeinträchtigt, ja in gewissen Fällen recht gut ergänzt.

## Die Bildung von Schimmelpilzen und ihre wirksame Bekämpfung

DK 699.874

### 1. Wie entstehen Schimmelpilze?

Schimmelbildungen auf Anstrichen treten bei uns fast nur in Innenräumen auf, aussen sind sie äusserst selten. Anstriche beliebiger Art, ebenso ungestrichene oder andere Untergründe wie Kacheln, Glas usw. können vom Schimmelpilz befallen werden, wenn entsprechende Voraussetzungen vorliegen.

In der uns umgebenden Luft sind unzählige Schimmelsporen enthalten. Diese beginnen zu wachsen, wenn sie einen Nährboden und ausreichende Feuchtigkeit antreffen. Fehlt eine dieser Voraussetzungen, ist keine Schimmelbildung möglich. Als Nährboden eignen sich alle organischen Stoffe, die unter Feuchtigkeitseinwirkungen verfaulen oder vergären, z. B. Naturfasern, Leimstoffe, Nahrungsmittel, Staub usw. Eine für das Schimmelwachstum ausreichende Feuchtigkeit ist immer gegeben, wenn eine zeitweilige oder dauernde relative Luftfeuchtigkeit von über 80 % herrscht oder Kondensationsfeuchtigkeit an kühlen Wänden oder an Kältebrücken auftritt. Vom Grund aufsteigende oder von aussen durchschlagende Feuchtigkeit oder hohe Baufeuchtigkeit in Neubauten bei schlechten Trocknungsbedingungen

fördern ebenso die Schimmelbildung wie die in Feuchträumen gewerblicher Betriebe anfallenden Dampfschwaden, Abdämpfe usw.

### 2. Wie entwickeln sich Schimmelpilze?

Das Schimmelwachstum wird durch die Wärme und gedämpftes Licht begünstigt. Stehende Luft wirkt fördernd, da durch die mangelnde Luftzirkulation die Austrocknung der Wandfläche verzögert wird. Schwach saure oder neutrale Untergründe unterstützen, alkalische Gründe hemmen das Pilzwachstum.

Auf Anstrichen treten bevorzugt Fadenpilze auf. Bei dieser Schimmelart breiten sich, von der Spore spinnenwebartige Fäden nach allen Seiten aus, die zuerst auf der Anstrichschicht einen flauschartigen Belag, das Pilzbett, bilden. Im Laufe der Zeit durchdringen dann die Fäden auch die Anstrichschicht, gegebenenfalls auch den Putz. In Feuchträumen, besonders in Gärkellern, werden andere Schimmelarten angetroffen, die einen schmierigen, schleimigen Bewuchs hervorrufen. Je nach Schimmelart und Wachstumsbedingungen sind die Beläge verschieden gefärbt, schwarz, braun, blassrosa, gelblich und weiss. Grüngefärbte Schimmelpilze gibt es nicht, da Pilze nicht befähigt sind, Blattgrün auszubilden. Grüngefärbte Beläge, die meistens nur aussen anzutreffen sind, bestehen aus Algen oder Moos.

Alle Putzarten, mit Ausnahme von reinem Gipsputz, scheiden als Nährboden für Schimmelpilze aus, da sie keine Nährstoffe enthalten und alkalisch bis neutral reagieren. Reiner, feucht stehender Gipsputz fault und bietet so die Möglichkeit für das Wachstum von Schimmelpilzen. In Feuchträumen ist deshalb Gipsputz ungeeignet. Nebst den oben erwähnten Stoffen begünstigen auch Anstrichmittel auf Basis natürlicher Öle, Binder- und Dispersionsfarben, Leimfarben usw. die Schimmelbildung. In der Praxis wirken in den weitaus meisten Fällen Staub- und Schmutzablagerungen auf der Anstrichschicht als Nährboden. Da sich diese Schmutzablagerungen nicht verhindern lassen, ist bei Feuchtigkeitseinwirkung immer mit Schimmelbildung zu rechnen. Die Infektionsmöglichkeit wird naturgemäss durch Kochdünste oder Abdämpfe erhöht, da diese leicht zersetzliche, organische Substanzen mitführen, die sich auf den Wänden niederschlagen.

### 3. Wie bekämpft man die Schimmelpilz-Bildung?

Bei Schimmelbildung in Wohnräumen, Küchen, Bädern usw. ist es in den meisten Fällen möglich, durch Verbesserung der Entlüftung oder Unterbindung der Feuchtigkeitzufuhr, Isolation der Kältebrücken mit Schaumstoffplatten — die sich hierfür bestens eignen — den Niederschlag von Feuchtigkeit und damit die Pilzbildung zu beseitigen. Nach Beseitigung der Ursachen ist ein fungizider Anstrich notwendig, um während der Austrocknung der durchfeuchteten Stellen einem Schimmel- oder Stockfleckenbefall vorzubeugen. Das gleiche gilt auch für Anstriche in Neubauten mit hoher Baufeuchtigkeit und schlechten Trocknungsbedingungen.

Die in gewerblichen Feuchträumen, wie Brauereien, Mälzereien, Brennereien, Mostereien, Molkereien, Käsereien, Konserven- und Tabakfabriken, Gerbereien, Papier-, Leder- und Tuchfabriken, Wäschereien und Färbereien, Appreturanstalten usw. anfallende Feuchtigkeit ist betriebsbedingt und kann nicht unterbunden werden. Manchmal ist es möglich, durch Einbau von Entlüftungsanlagen eine Milderung zu erzielen, doch ist eine restlose Beseitigung des Feuchtigkeitsanfalles nicht möglich.

Gerade in Feuchtraum-Betrieben werden meistens schimmelfähige Stoffe verarbeitet, die mit den Wänden in irgend einer Form in Berührung kommen können. Dem daraus sich ergebenden Schimmelbefall kann man nur durch Anstrichstoffe mit hoher fungizider und bakterizider Wirkung begegnen. Diese erhält noch ihre besondere Bedeutung in betriebs- und gewerbehygienischer Hinsicht.

Im Krankenhauswesen, wo mit einem Schimmelpilz-befall der Wände weniger zu rechnen ist, besteht hygienischerseits der Wunsch, bakterizide Anstriche zu verwenden.