

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

**Artikel:** Europas neuester Automobilfabrikationskomplex und seine Lüftungsanlagen  
**Autor:** Piur, Ulrich / Lory, Rolf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-75221>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 04.04.2025

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

# Europas neuester Automobilfabrikationskomplex und seine Lüftungsanlagen

Von Ulrich Piur, Stuttgart und Rolf Lory, Winterthur

Bei den neuen Werkanlagen für die Lackiererei und die Montage der Audi NSU Auto Union AG, Ingolstadt, stehen sowohl die Arbeitsatmosphäre der Mitarbeiter als auch die Produktqualität der Lackierung im Mittelpunkt. In den umfangreichen Anlagen zur Lüftung und Luftfiltrierung erlaubt die integrierte Wärmerückgewinnung mit Regenerativ-Wärmetauschern namhafte Energieeinsparungen.

## Ergonomische Arbeitsplätze, gesteigerte Produktivität

In den letzten Jahren wurden zum Teil beachtliche Steigerungen bei der Produktivität in Fertigungsbetrieben erzielt, besonders in der Automobilindustrie mit ihrer Produktion in grossen Stückzahlen. Ein nicht geringer Teil des Produktivitätsfortschritts wird aber infolge höherer Kosten auch der Energie wieder zunichtegemacht. Als man in Ingolstadt wegen der seit der Grundsteinlegung verdoppelten Produktion mit etwa 30 000 Mitarbeitern sich daran machte, für die Fertigungsbereiche Rohbau, Lackiererei und Montage neuen Platz und technische Voraussetzungen für die *Qualitätsverbesserung des Korrosionsschutzes* am Produkt Auto zu schaffen (Bild 1), stand die *Verminderung des Energiebedarfs* und die Senkung der Umweltbelastung mit obenan. Gleichzeitig waren bessere, für den einzelnen *humanere Arbeitsplätze* zu schaffen.

Mit welchem Ernst man sich bei Audi diesen Aufgaben zuwandte, zeigt die Existenz eines *Arbeitskreises «Ergonomie»* (zu deutsch: Wissenschaft von der Anpassung der Arbeit an den Menschen). Er setzt sich zusammen aus Fachleuten aller von der Aufgabenstellung berührten Fachbereiche und dem Betriebsrat (in der Schweiz etwa den Betriebskommissionen vergleichbar). Zu den Aufgaben des Kreises gehört unter anderem die Suche nach Lösungen zu den Problembereichen «Beanspruchungen des Mitarbeiters verringern», «Umgebungseinflüsse abbauen» und «Arbeitszufriedenheit erhöhen».

## Energiesparen und Umweltschutz

Bei Audi in Ingolstadt werden grosse Energiemengen gebraucht. Im Jahr 1980 betrug der Stromverbrauch 200 Mio kWh – etwa halb soviel wie alle privaten Haushalte der Stadt Zürich in dem Jahr bezogen. An Heizgas waren es 30 Mio m<sup>3</sup> (Winterthur 1980 total 11,5

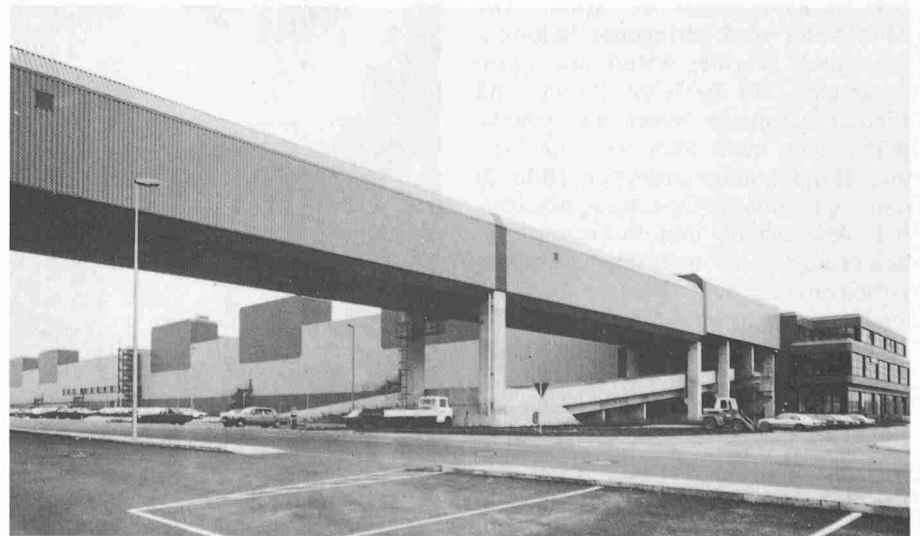
Mio m<sup>3</sup>), an Wärme 1,6 Mio Giga-Joule (Verbrauch von 9500 Einfamilienhäusern). Da auch kleine Spareffekte sich zu beachtlichen Summen addieren, wurde der umsichtige Umgang mit Energie und weitgehende *Wärmerückgewinnung* auch für Anlagenteile zur Auflage gemacht. Im Sinne rationeller Energieverwendung wird deshalb die mit der Abluft aus den Hallen abgesaugte Wärme regenerativ zurückgewonnen. Dabei bedient man sich der Wärmetauscher, in denen Wärme von einem wärmeren Medium, z.B. der Abluft, auf ein kälteres Medium indirekt durch eine Speichermasse übertragen wird, so dass sie wieder nutzbar gemacht werden kann. Mit solchen Anlagen – bei Audi waren bereits 30 Anlagen installiert – hatte man gute Ergebnisse erzielt. So erhielt 1980 z.B. auch die zweite Ausbaustufe des Ausbildungszentrums im Werk Ingolstadt eine moderne Heizung in Verbindung mit einer *Wärmerückgewinnungsanlage*. Der jährliche Heizenergieverbrauch konnte dadurch um etwa 815 Giga-Joule gesenkt werden, was dem Jahresverbrauch von fünf Einfamilienhäusern entspricht. Wärmepumpen sorgen auch bereits seit 1970 in den Fertigungshallen A und B dafür, dass jährlich 70 t Heizöl eingespart werden. Selbst im Detail ist man energiebe-

wusst: Die Nutzung der Abwärme von den Kompressoren zur Erzeugung von Druckluft senkte den Energieverbrauch um 6 Prozent.

Neben den zu Buche schlagenden Energieeinsparungen tut man bei diesem Automobilhersteller aber auch viel für den *Umweltschutz*. Die Autos selbst sollen sparsam im Kraftstoffverbrauch sein und die Umwelt möglichst schonen. Aber auch bei ihrer Herstellung wird nach dieser Philosophie gehandelt. Der beauftragte Architekt (G. Büschl, München) bezog daher die Hallenlüftung bereits im Entwurfskonzept mit ein.

Vollamtliche *Umweltschutzbeauftragte* kümmern sich um die Reinhaltung der Luft, um sauberes Wasser und Abwasser, um die Abfallwirtschaft und um Schutzvorrichtungen gegen Lärm, Erschütterungen und Strahlung. Sie wirken mit beim Einführen neuer, umweltfreundlicher Verfahren, sorgen für das Einhalten der gesetzlichen Vorschriften, klären die Mitarbeiter über die von Anlagen ausgehenden Umweltbelastungen auf und nehmen Stellung bei Neuplanungen, Materialeinsatz und Verfahrensänderungen. Auch beim Projektieren der neuen Fertigungsstätten waren sie in einem frühen Stadium orientiert. Vom zuständigen Planer erhielten sie den *«Immissionschutzvorschlag»*. Der Vorschlag enthält stets die genaue Beschreibung des Vorhabens, alle denkbaren Umweltbeeinträchtigungen und Vorschläge zu deren Unterbindung. Wird gefunden, dass die vorgeschlagenen Massnahmen und/oder Mittel nicht ausreichen, müssen zusätzliche Vorkehrungen getroffen werden. Die schriftliche Befürwortung der Beauftragten ist eine Vorbedingung für die Genehmigung eines umweltbelastenden Vorhabens. Mag dies auch bemühend erscheinen, so

Bild 1. Eines der neuen Werkgebäude bei Audi in Ingolstadt: die Lackiererei



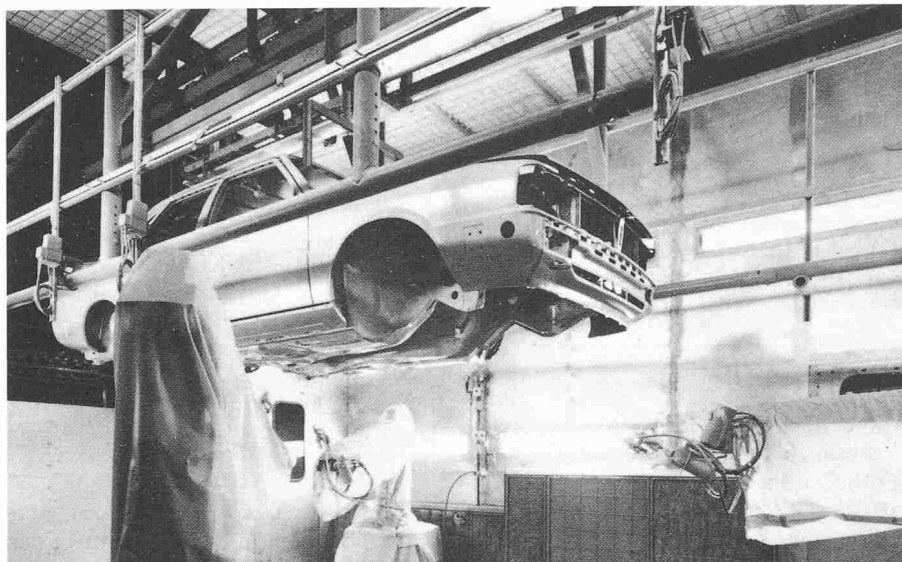


Bild 2. In Teilbereichen werden die Menschen durch Automaten entlastet. Sie ersparen ihnen das Überkopparbeiten, aber auch Wärme und aggressive Atmosphäre

spart erfahrungsgemäss die frühzeitige Zusammenarbeit dem Unternehmen Kosten, obwohl die Massnahmen oft über die gesetzlichen Vorschriften hinausgehen. Aus Erfahrung weiss man jedoch, dass nachträgliche Ein- oder Umbauten teurer zu stehen kämen.

### Die neuen Produktionsstätten

Bei der Planung für die neuen Produktionsstätten in den Bereichen Lackiererei und Montage standen die *Verbesserung der Arbeitsplätze* zusammen mit anderen Zielen im Mittelpunkt. Zwar ist das in der Montage Erreichte fortschrittlich, wird aber in der Lackiererei noch übertroffen. Diese Abteilung wird deshalb ausführlicher beschrieben, wobei auch ein Einblick in die Bemühungen um zeitgemässen *Korrosionsschutz am Auto* gegeben wird.

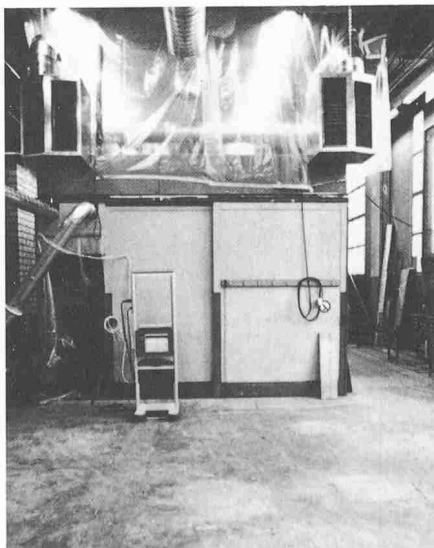
Der Besucher der neuen Lackiererei spürt die Vorteile des hier zur Anwendung gekommenen Konzepts unmittelbar: Er kann weiter frei atmen. Die Mitarbeiter sind geringeren Belastungen durch Wärme, Abluft und Lärm ausgesetzt. Mit besseren Raum- und Lichtverhältnissen bieten die Arbeitsplätze auch mehr Sicherheit. Lackier- und Handhabungsautomaten (Bild 2) und ergonomische Gestaltung hinsichtlich Arbeitshöhe und Bewegungsfreiheit ermöglichten «menschengerechte» Arbeitsplätze. Die Mitarbeiter sind auch nicht mehr im Arbeitsprozess zwischengeschaltet, sondern halten sich in einem Arbeitsbereich auf, der von den Lackieranlagen und Trockenöfen getrennt ist.

Bei diesem neuen «Werk auf der grünen Wiese» hatte sich die Technik nicht an ein bestehendes Gebäude anzupas-

sen. Die dreiteilige Halle mit 76×316 m Grundfläche ist gegliedert in Erd- und Obergeschoss sowie ein Dachgeschoss mit den zehn Penthäusern, in denen die Lüftungsanlagen untergebracht sind.

Im Erdgeschoss sind Nebenanlagen, Versorgungseinrichtungen, Umkleide- und Waschräume, Toiletten, Büro- und Werkstatt Räume untergebracht. Im Obergeschoss befinden sich auf einer Ebene sämtliche Produktionsanlagen, die nötig sind, nicht nur die Aussenflächen der Autos, sondern auch die besonders korrosionsgefährdeten Hohlräume entsprechend zu behandeln. Beim Einlaufen in die Lackiererei werden die Karosserien zuerst in einer Anlage entfettet. Nach dem Abspülen mit Frischwasser wird eine Zinkphosphat-schicht zum Schutz gegen Korrosion und Rostunterwanderung aufgebracht, die beim nachfolgenden Passivieren noch verdichtet wird. In der anschliessenden Tauchgrundierstation sorgt ein

Bild 3. Labor- und Modellversuche bei Gebr. Sulzer AG in Winterthur



*Elektrophoresebad* dafür, dass die Farbe auch alle Ecken, Kanten und Hohlräume erreicht. Aus dem Tauchbad, dessen Flüssigkeit aus vollentsalztem Wasser und 17 bis 18 Prozent Festkörpern und Bindemitteln besteht, werden mit negativer Gleichspannung (Kathaphorese, 200 bis 300 V) Lack und Bindemittel an die Karosserie gebracht. Eine elektrochemische Reaktion des Bindemittels erzeugt einen zusammenhängenden Film. Danach wird die Grundierschicht im Trockenofen eingebrannt, und der Unterboden sowie die Radhäuser erhalten eine PVC-Beschichtung. Ein weiterer Schritt zu Erhöhung des Korrosionsschutzes ist das Abdichten und Versiegeln von Kanten, Bördelpartien und Flanschen. Nach dem Schleifen der Grundierschicht und dem Reinigen wird der *Füller* aufgetragen und getrocknet. Nach dem Einbrennen schleift man die Füllerschicht an, um das Aufbringen des Decklacks zu erleichtern.

Der Decklack und auch der Füller werden elektrostatisch und vorwiegend automatisch aufgetragen. Von rotierenden Sprühglocken verbreiteter Lacknebel setzt sich rasch als Farbkleid auf die Karosserie ab. Bei jeder Lackstation laufen die Leitungen aller im Programm geführten Farben zusammen. Die Anlage ist so konstruiert, dass selbst unmittelbar aufeinanderfolgende Karosserien in unterschiedlichen Farben lackiert werden können. Die Trocknung der Decklackierung und die nachfolgende Hohlraumkonservierung schliessen die Arbeiten für die Schutz- und Schmuckschichten am Auto ab.

In der neuen fünfschiffigen, 260×141 m Fläche bedeckenden Halle für die Montage mit ebenfalls zwei Etagen sind die Vor- und Endmontagelinien untergebracht. Auch bei diesen wurden bessere Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter geschaffen. Der Beschäftigte arbeitet während des Montierens längere Zeit am gleichen Objekt, da sein Aufgabenbereich teilweise vergrössert wurde. Sein zeitlicher Spielraum und seine Bewegungsfreiheit haben zugenommen. Erweiterung und Bereicherung der Arbeitsinhalte brachten mehr Abwechslung in die Arbeit. Das Interesse an der Arbeit und das Verantwortungsbewusstsein der Mitarbeiter stieg zum Teil sehr deutlich.

### Lüftungs- und Wärmetauscheranlagen

In der Lackiererei müssen 1,4 Mio m<sup>3</sup>/h Luft bewegt werden, in den Montagehallen 2,3 Mio m<sup>3</sup>/h. Die Luft wird

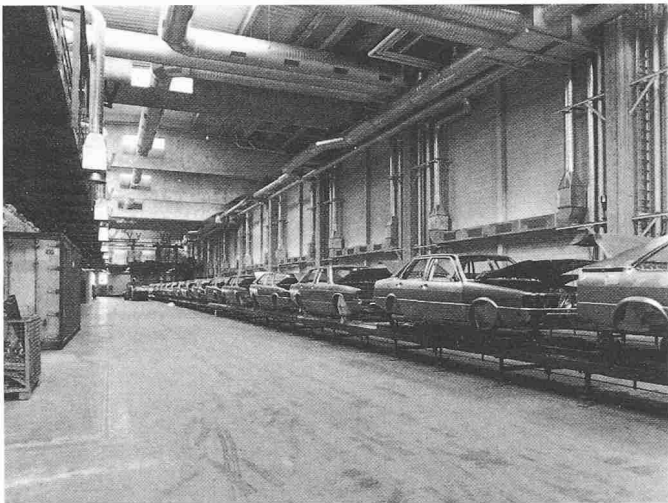


Bild 4. Zuluftkanäle an den Hallenwänden mit Weitwurfgittern und-drallauslässen bringen die frische Luft zugfrei in die Halle

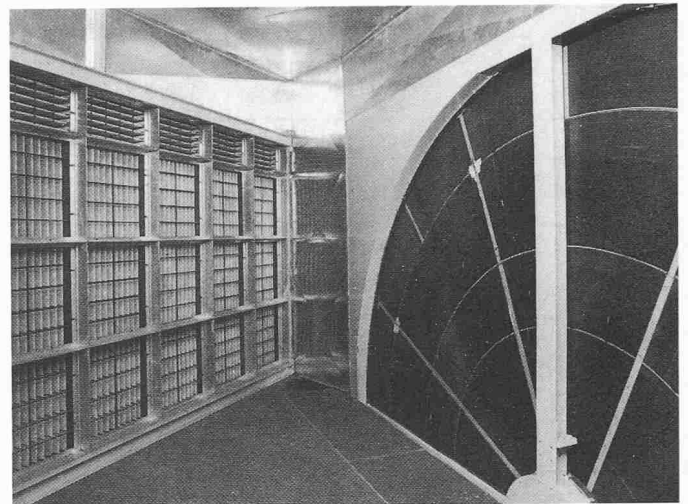


Bild 5. Langzeit-Standfilter reinigen die zuströmende Aussenluft (links). Die Fortluft erwärmt über eine rotierende Speichermasse die Zuluft (rechts)

angesaugt, gereinigt und in das Verteilrohrsystem gedrückt. Das Einblasen in die Hallen und in die Lackierkabinen muss zugfrei erfolgen.

Bei der *Luftführung* in der Lackiererei stellten sich besondere Aufgaben. Im Labor der Muttergesellschaft in Winterthur testete Sulzer deshalb die Verhältnisse in und an der Halle am Modell (Bild 3). Es gelang, die optimale Luftführung zu ermitteln. Die Zuluft-Längskanäle an der Hallenwand erfordern speziell ausgebildete, verstellbare Weitwurfgitter. Vor jeder Ausblasöffnung sind ausserdem *Nachfilterkästen* angebracht (Bild 4). Die Abluft wird über Rundrohrkanäle abgesaugt und den zehn «Lüftungspenthäusern» auf dem Dach der Lackiererei zugeführt. Die in der Fortluft der Halle enthaltene Wärmeenergie wird in *Regenerativ-Wärmetauschern* mit rotierender, kunststoffbeschichteter Speichermasse zurückgewonnen. Sie dient zum Aufheizen der von aussen angesaugten Zu-

luft, die zuvor in Langzeit-Standfiltern gereinigt wird (Bild 5).

Weniger Schwierigkeiten brachte das Zusammenfassen und Ableiten der Abluft aus den Kabinen der Lackiererei, da das neue Konzept eine Blockbildung vorsieht. Die Lackiererei ist in drei Trakte unterteilt: Arbeits-, Lackierkabinen- und Ofentrakt. Waren früher die Arbeitsplätze der Mitarbeiter direkt zwischen die Anlagen geschaltet, so sind sie heute getrennt von den Anlagen angeordnet. Aus den Spritzkabinen kann nun die (gereinigte) Abluft zentral und auf kurzem Wege zusammengefasst werden.

In der Montagehalle wird die Zuluft in 15 gleichgrossen Lüftungspenthäusern über Vor- und Feinfilter sowie regenerative Wärmerückgewinnung aufbereitet (Bild 5) und über ein Kanalnetz in die Geschosse geführt. Im Hallengeschoss gelangt die Zuluft ebenfalls über verstellbare Weitwurfgitter, die in

Längskanälen und Ausblaskästen eingesetzt sind, in den Raum – im Bereich der Vorfertigung über Zuluftanemostate. Durch geeignete Schaltung der Lüftungsanlagen unter Ausnutzung der Wärmerückgewinnung wird bis zu einer Aussenlufttemperatur von 8°C keine zusätzliche Wärmeenergie benötigt. Für die beiden Neubauten wird mit einer Energieeinsparung von etwa 0,3 Giga-Joule im Jahr gerechnet.

Dieses umfangreiche Projekt erforderte ausser hohem technischem Können besondere Anstrengungen bei der Ausführung. Für den Einbau der gesamten Lüftungsanlagen in der Lackiererei standen nur 20 Wochen zur Verfügung, in der doppelt so grossen Montagehalle kaum mehr Zeit.

Bildernachweis: 1, 2 Audi/Studio Eder; 3, 4, 5 Gebr. Sulzer AG

Adressen der Verfasser: R. Lory, Gebr. Sulzer AG, Winterthur; U. Piur, Sulzer Anlagen- und Gebäudetechnik GmbH, Stuttgart.

## Die Stellung der Bauphysik in der Praxis

Von Ralph Sagelsdorff, Dübendorf

### Einführung

Es wird allmählich erkannt, dass die Bauphysik mit ihren umfassenden Bereichen im Bauwesen *immer wichtiger* wird. Die frühe Integration neuer bauphysikalischer Erkenntnisse in den durch Tradition geprägten Ablauf von der Planung bis zur Realisation von Bauten und Siedlungen – auch den Betrieb und Unterhalt berücksichtigend – wird entscheidend für die Bewältigung der auf uns zukommenden Probleme. Neben den grossen allgemeinen Problemen des Umweltschutzes, der Konzep-

te für Verkehr und Energie ist immer noch der Schutz des individuellen Wohn- und Arbeitsbereiches unser erstes Anliegen.

Die traditionelle isolierte Betrachtung der verschiedenen am Bau beteiligten Arbeitsgattungen muss aufgegeben werden. Es müssen die *Ausbildungsziele* der verschiedenen Lehrgänge in diesem Sinn neu überdacht werden<sup>1</sup>. Es müssen die *Verantwortlichkeiten* klar festgelegt werden. Es müssen *Weiterbildungskurse* auf allen Ebenen für die Praxis durchgeführt werden<sup>2</sup>, unter anderem als eine Möglichkeit, die Resultate einer bestehenden hochstehenden

Forschung in einer anwendungsgerechten einfachen Form direkt in die Praxis einfließen zu lassen.

### Inhalt der Bauphysik

Die *Bauphysik* umfasst die Gebiete Wärme (Energie), Feuchte, Luft, Akustik, Tageslicht und Brand; Probleme wie sie im Gebäudeinnern, an Bauelementen als Trennung zwischen zwei unterschiedlichen Klimata und in der bebauten Umwelt (Städtebauphysik) auftreten (vgl. Tabelle 1).

Alle Berufsgruppen des Bauwesens bearbeiten bauphysikalische Probleme und müssen deshalb entsprechende Kenntnisse besitzen. Nur so kann auch sichergestellt werden, dass