

# Legionellen am Arbeitsplatz

Höchst interessante Ergebnisse lieferte das Projekt „Legionellen am Arbeitsplatz“ über den Legionellenstatus bzw. den hygienischen Zustand von Wassersystemen in österreichischen Betrieben.

Manfred Hinker

**D**rei Jahre lang nahmen AUVA-Mitarbeiter im Rahmen des Projektes „Legionellen am Arbeitsplatz“ Proben in österreichischen Betrieben und erhoben so detaillierte Parameter des heimischen Wassersystems. Die Projektpartner der AUVA, ECHEM und das Hygiene-Institut der Medizinischen Universität Wien, lieferten aufwändige und fachkundige Wasseranalysen in Bezug auf Legionellen und zahlreiche weitere chemische, mikrobiologische und physikalische Parameter.

## Warum dieses Projekt?

Legionellen sind in natürlichen Gewässern stellenweise vorkommende Bakterien, die sich in geeigneter Umgebung massiv vermehren und schwere Erkrankungen beim Menschen auslösen können. Besonders gut wachsen diese Mikroorganismen in stagnierenden Zonen von großen Warmwassersystemen bei Temperaturen zwischen 25 und 50 °C.

Viele Literaturstellen geben Hinweise auf ein berufliches Umfeld als Quelle für die Infektionen (siehe Literaturkasten). Die offizielle Statistik der österreichischen Meldestelle für Legionellose weist fünf dem Arbeitsplatz zugewiesene Fälle aus. Die Dunkelziffer für nicht erkannte Lungenentzündungen durch Legionellen wird auf etwa 90 Prozent geschätzt. Das heißt, dass den ca. 50 jährlich gemeldeten Fällen von Legionärskrankheit etwa 450 nicht erkannte bzw. gemeldete Fälle gegenüberstehen. Damit ergibt eine seriöse Schätzung bis zu 100 Tote durch Legionellen pro Jahr in Österreich. Eine umfassende Untersuchung der österreichischen Betriebe be-



FOTO: HUBERT HUBI

Das sollte im Menschen verhindert werden: humane Makrophagen, die mit Legionellen infiziert sind. Im Bild sieht man Legionellen, die das grün-fluoreszierende Protein (GFP) exprimieren

züglich Legionellen hat bisher nicht stattgefunden.

Aus diesen Gründen schloss sich die AUVA mit den Projektpartnern zusammen, um den Legionellen-Status in den Betrieben zu erheben. Zusätzlich sorgten statistische Auswertungen für Erkenntnisse, ob einzelne Parameter eines Wassersystems mit dem Legionellenwachstum zusammenhängen.

## Projektlauf

In einigen Vorträgen und Medien informierte die AUVA die Betriebe über die Möglichkeit, sich an diesem Projekt

zu beteiligen. Interessierte Betriebe kontaktierten die AUVA und konnten dann eine Grunduntersuchung beauftragen. Nach der Vereinbarung eines Termins erhoben AUVA-KollegInnen zusammen mit einem fachlich zuständigen Mitarbeiter des Betriebes die wichtigsten Parameter des Wassersystems und nahmen mittels steriler Flaschen repräsentative Proben. Dabei wurden sofort Wasser-Parameter wie Temperatur, pH-Wert und Redoxpotenzial der Wasserprobe bestimmt. Die Probeflaschen wurden sodann unverzüglich an die Projektpartner ECHEM und Hygiene-Institut der Medizinischen Univer-

Österreich	Anzahl aller auf Legionella pneumophila untersuchten ...								
	Betriebe	Wässer	Warmwässer	Kühltürme	Industriew.				
	Betriebe %	Proben %	Proben %	Proben %	Proben				
	79	174	151	12	6				
nicht nachweisbar	34	43,04	95	54,60	86	56,95	5	41,67	3
<35 KBE/l	4	5,06	16	9,20	14	9,27	0	0,00	1
35 - 1.000 KBE/l	18	22,78	33	18,97	24	15,89	4	33,33	1
1.001 - 10.000 KBE/l	16	20,25	22	12,64	21	13,91	1	8,33	1
10.001 - 100.000 KBE/l	6	7,59	7	4,02	5	3,31	2	16,67	0
>100.000 KBE/l	1	1,27	1	0,57	1	0,66	0	0,00	0
Legionella-positive Fälle	45	56,96	79	45,40	65	43,05	7	58,33	
>1.000 KBE/l	23	29,11	30	17,24	27	17,88	3	25,00	

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

	Anzahl Betriebe	Anzahl Legionella-Proben	Legionella-Positive Betriebe	Betriebe >1.000 KBE/l
Österreich	79	174	45	23
Oberösterreich	34	65	21	15
Wien/NÖ/Bgld.	20	73	11	5
Kärnten	10	17	6	1
Steiermark	7	8	2	0
Salzburg	6	9	5	2
Vorarlberg	2	2	0	0

Tabelle 2: Ergebnisse nach Bundesländern aufgeschlüsselt

LEGIONELLEN-UNTERSUCHUNGSINSTITUTE

MED-UNI GRAZ - Institut für Hygiene , Universitätsplatz 4 , 8010 Graz, Tel.: (+43 316) 380 MED-UNI INNSBRUCK, Sektion für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Fritz Pregl-Strasse 3, 6020 Innsbruck, Tel.: (+43 512) 507 MED-UNI WIEN, Klinisches Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Kinderspitalgasse 15, 1090 Wien, Tel.: (+43 1) 404 90-79451 AGES GmbH – IMED Wien, Institut für medizinische Mikrobiologie und Hygiene Wien, Währinger Str.	25a, 1096 Wien, Tel.: (+43 1) 405 15 57 Institut für angewandte Hygiene, Mag. Dr. T. Miorini KEG, Ursprungweg 160, 8045 Graz, Tel.: (+43 316) 69 47 11 Institut für Pathologie, Krankenhaus der Barmherzigen, Schwestern Ried BetriebsgesmbH, Schlossberg 1, 4910 Ried im Innkreis, Tel.: (+43 7752) 602 HygCen – Centrum für Hygiene und medizinische Produktsicherheit GmbH, Werksgelände 24, 5500 Bischofshofen, Tel.: (+43 6462) 5319
---	--

sität Wien übermittelt. Diese führten eine Reihe von mikrobiologischen, chemischen und physikalischen Untersuchungen durch. Im Mittelpunkt für den Betrieb stand ein Legionellenbefund einer akkreditierten Prüfstelle und somit der aktuelle Legionellenstatus. Im Falle von auffälligen Ergebnissen informierte das Hygiene-Institut den Betrieb und die AUVA und gab Empfehlungen für die weitere Vorgangsweise zur Sanierung des Wassersystems.

Nach den Sanierungsmaßnahmen beauftragten einige Projektteilnehmer Nachbeprobungen, um den Erfolg der Sanierung zu überprüfen und zu dokumentieren.

ECHEM stellte neben den eigenen Untersuchungen auch Analysegeräte zur Verfügung, sammelte die Ergebnisse und erstellte die statistischen Auswertungen.

In einigen Meetings tauschten alle Beteiligten ihre Erfahrungen aus und diskutierten die weitere Vorgangsweise.

Insgesamt nahmen 79 Betriebe in ganz Österreich an dem Projekt teil und leisteten auch einen finanziellen Beitrag je nach Umfang der Proben. Dabei wurden 298 Proben gezogen und auf eine Reihe von physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Parametern untersucht. Die Branchen und die Größe der Betriebe waren sehr heterogen verteilt. 174 Proben wurden auf Legionella untersucht. Davon 151 Warmwässer, zwölf Kühltürme, sechs Industrierwässer, drei Luftbefeuchter, eine Notdusche und eine Augendusche.

### Ergebnisse

Vorauszuschicken ist, dass alle Betriebe von sich aus ihr Interesse an einer Teilnahme bekundet haben, nachdem sie über das Projekt informiert worden waren. Es handelte sich um präventive Untersuchungen, um den Legionellen-Status vorsorglich festzustellen. Branchen und Betriebsgrößen waren breit gestreut.

Bei der Bestimmung der Konzentration an Legionellen mittels kultu-

reller Verfahren (Anzucht auf einem spezifischen Nähragar) werden die Bakterienzahlen als KBE (Koloniebildende Einheiten) ermittelt. Die für die Analyse eingesetzte Probenmenge war ein Liter Wasser.

Die Anzahl der Betriebe mit mehr als 1.000 Legionellen pro Liter Wasser lag bei ca. 29 Prozent, der Anteil der Wasserproben mit mehr als 1.000 KBE/l lag bei 17 Prozent. Das heißt, dass fast jeder dritte Betrieb mit einer relativ hohen Legionellen-Zahl konfrontiert war. Jede sechste Wasserprobe war bedenklich hoch mit Legionellen belastet.

### Einfluss von System-Parametern

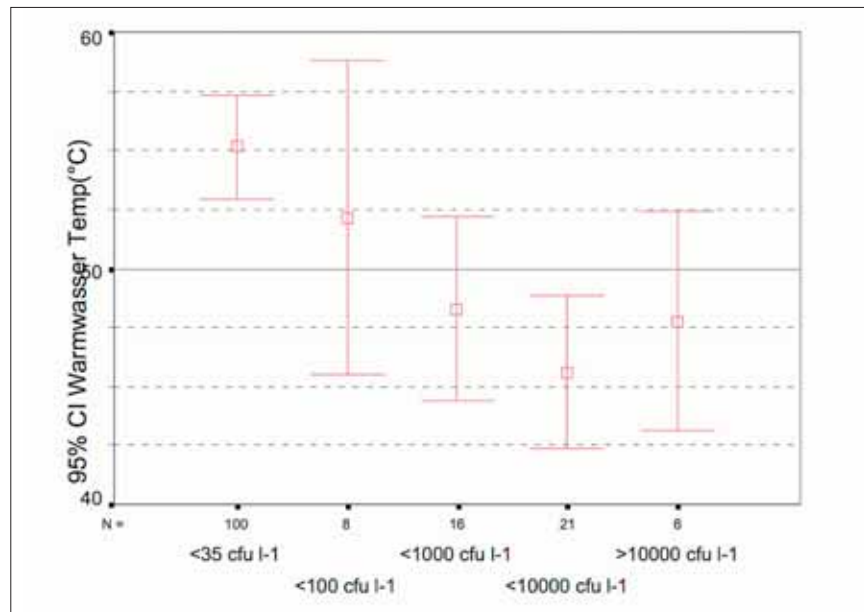
Für die Mikrobiologie ist jedes Wasserverteilsystem ein eigener Lebensraum. Jedes dieser Systeme ist auf seine Art einzigartig, zwei identische Systeme zu finden ist praktisch unmöglich.

Um verschiedene Systeme miteinander vergleichen zu können, wurden verschiedene Systemparameter ausgewählt. So wurden Merkmale im Aufbau des Leitungssystems genauso wie Nutzungsintensitäten oder physikalisch-chemische Parameter wie der Gehalt an Schwermetallen, Nährstoffen etc. berücksichtigt. Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss der einzelnen Parameter auf das Auftreten von Legionella sp. an Hand von realen Systemen abzuschätzen, um einen Hinweis auf die häufigsten Ursachen für erhöhte Keimbelastungen zu erhalten.

Als wichtigster Parameter zur Vermeidung von erhöhten Legionellenkonzentrationen konnte in allen Systemen die Wassertemperatur bestätigt werden. Obenstehende Grafik zeigt den Einfluss der Warmwassertemperatur auf das Vorhandensein von Legionellen.

#### Systeme mit Betriebstemperatur über 55 °C:

Wird die Anlage so betrieben, dass das am Wasserhahn entnommene



Einfluss der Warmwassertemperatur auf das Vorhandensein von Legionellen

Wasser in kurzer Zeit ca. 55 °C oder darüber erreicht, so kann eine Gefährdung praktisch ausgeschlossen werden.

Die Vermehrung der Legionellen im System über 55 °C ist aus biologischen Gründen stark eingeschränkt.

### TIPPS FÜR PRÄVENTIVFACHKRÄFTE

Abklärung möglicher Quellen für eine Legionellenexposition:

allgemein: Aerosole von Wasser und Wasser-Gemischen, welche längere Zeit Temperaturen zwischen 20 °C und 50 °C aufweisen; kritisch ist vor allem stagnierendes Wasser (Vorratsbehälter, selten benutzte Leitungen etc.)

konkret: Warmwasserduschen, offene Kühltürme, Whirlpools, Springbrunnen, Befeuchteranlagen, Vernebler, Klimaanlage, industrielle Prozesswässer, die mit Aerosolbildung verbunden sind.

Temperaturerhebungen und -messungen, an möglichst vielen repräsentativen Stellen des Wassersystems

Visuelle Inspektion von Tanks und Leitungen vor allem auf

Biofilm-Bildung

Überprüfung, ob Ansaugstellen von Frischluft für Belüftungsanlagen im Einzugsbereich von Wasser-Aerosolen liegen

Check der Erhaltungs- und Wartungsarbeiten an den Wassersystemen

Überprüfung von Krankheitsfällen von Personen, die im Einzugsbereich von Wasser-Aerosolen arbeiten

Mikrobiologische Untersuchung von Wässern auf Legionellen (siehe Liste der Untersuchungsstellen)

Präventive Maßnahmen (technische Überprüfung der Anlagen insbesondere auf Totleitungen und Stagnationsbereiche, regelmäßige Reinigung und Desinfektion, periodisches Aufheizen über 70 °C)



FOTO: PHOTODISC

### Systeme mit Betriebstemperatur unter 55 °C:

Wird die Anlage jedoch unter 55 °C betrieben, so kann es in Abhängigkeit von weiteren Parametern zum erhöhten Auftreten von Legionella sp. kommen. Um die Wahrscheinlichkeiten dafür abzuschätzen, müssen die zwei grundsätzlichen Typen der Wasserverteilung mit und ohne Zirkulationsleitung unterschieden werden.

Modernere Systeme sind meist mit einer Zirkulationsleitung ausgestattet, in der stetig erwärmtes Wasser mit einer konstanten Temperatur zirkuliert. In diese Zirkulationsleitung wird zentral von einem Wassererwärmer eingespeist. Entlang der Zirkulationsleitung wird direkt oder über kurze Stichleitungen entnommen.

Ältere Systeme haben oft nur eine zentrale Wassererwärmung, von der ein sich vielfach verzweigendes Rohrsystem ausgeht, wobei aber nie Wasser im Kreis gepumpt wird. Diese Systeme weisen keine konstante Wassertemperatur im Leitungssystem auf, es kann je nach Nutzungsfrequenz und Entfernung vom Wassererwärmer einige Zeit dauern, bis warmes Wasser zum Auslass kommt.

### Systeme mit Betriebstemperatur unter 55 °C, mit Zirkulationsleitung:

Unter 55 °C ist eine Vermehrung von Legionellen möglich. Massive Vermehrung wird beobachtet, wenn ausreichend Nährstoffe und biologische Aktivität vorhanden sind. Die biologische Aktivität ist am Sauerstoffverbrauch bei gleichzeitiger Kohlendioxidproduktion zu messen. Der pH-Wert sinkt dabei durch die gebildete Kohlensäure ab.

Alternativ zum Sauerstoffverbrauch kann das Redoxpotenzial zur Charakterisierung der Sauerstoffversorgung herangezogen werden. Die entscheidenden Nährstoffparameter sind der Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC – Total Organic Carbon), Nitrat, Kalium und Magnesium.

Die Leitfähigkeit als einfacher leicht zu erhebender Summenpara-

Die Projektpartner der AUVA, EChem und das Hygiene-Institut der Medizinischen Universität Wien lieferten aufwändige und fachkundige Wasseranalysen in Bezug auf Legionellen und zahlreiche weitere chemische, mikrobiologische und physikalische Parameter

## LITERATUR

[1] AGES-Broschüre April 2005: Kontrolle und Prävention der reisassozierten Legionärskrankheit

[2] DVGW Technische Regel – Arbeitsblatt W551: Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen (2004)

[3] VDI 6023 Verein Deutscher Ingenieure. Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen. Beuth Verlag GmbH, Berlin Dez. 1999

[4] Sichere Arbeit 4/2001, 41-44; Wolfgang Wesner: Gefährliche Bakterien im Wasser

[5] Sichere Arbeit 5/2002, 28-34; Manfred Hinker: Legionellen am Arbeitsplatz

[6] Sichere Arbeit 5/2004, 12-13; Herbert Neuböck: Sanieren ist möglich!

In Österreich ist eine Önorm in Arbeit, die in naher Zukunft in Kraft gesetzt werden wird: ÖNORM B 5019, Hygienerelevante Planung, Ausführung, Betrieb, Wartung und Überprüfung von zentralen Warmwasseranlagen.

meter für den Ionengehalt im Wasser kann bei der Risikoanalyse sinnvoll eingesetzt werden.

In den Systemen mit Zirkulation wird den Mikroorganismen ein Lebensraum mit verhältnismäßig gleichmäßigen Bedingungen geboten. Gute Wasserqualität (= geringes Nährstoffangebot) und hoher Durchsatz verringert die Wahrscheinlichkeit eines Legionellenproblems in diesen Systemen.

Die Güte der Isolation hat hier wenig Einfluss auf das Auftreten von *Legionella* sp. im Warmwasser, bei schlechter Isolation steigt jedoch der Energieverbrauch und unter Umständen werden Kaltwasserleitungen erwärmt, was dort zum Auftreten von Legionellen führen kann. Das Rohrleitungsmaterial hat definitiv keinen Einfluss.

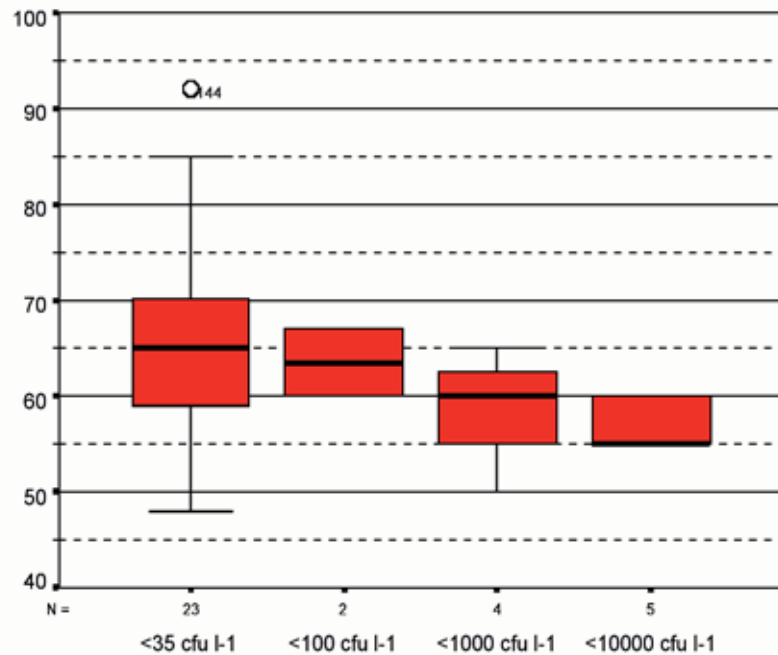
Jegliches Rohrleitungsmaterial ist nach kurzer Zeit innen vollständig mit einem Biofilm überzogen, dass auch grundsätzlich bakterienhemmende Materialien wie Kupfer nicht mehr in der Lage sind, einen Einfluss auf die Wasserbiologie auszuüben.

#### Systeme mit Betriebstemperatur unter 55 °C, ohne Zirkulationsleitung:

Die Möglichkeiten der Vermehrung für die Mikroorganismen in Systemen ohne Zirkulationsleitung sind offenbar geringer – der Einfluss der Nährstoffparameter ist nicht mehr erkennbar.

Bei einer vernünftigen Nutzungsintensität ist die Verweildauer des Wassers im Leitungssystem relativ kurz. Insofern wäre bei schlechter Wasserqualität (hohen Nährstoffwerten) unter Umständen das ältere System ohne Zirkulationsleitung gegenüber dem neueren zu bevorzugen. Bei einer geringen Nutzungsintensität verliert das Warmwasser in der Leitung schnell an Temperatur. Je schneller das Wasser auskühlt, desto kürzer ist die Zeit für die Reproduktion der Bakterien.

Daher findet man, dass schlecht isolierte Systeme ohne Zirkulationsleitung eine geringere Wahrscheinlichkeit haben, von *Legionella* sp. befallen



Ein wichtiger Parameter für Legionellenvorkommen ist die Kesseltemperatur

zu werden. Der wichtigste Parameter ist hier aber die Kesseltemperatur. Kesseltemperaturen über 65 °C können als Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb solcher Anlagen gesehen werden.

#### Sanierungserfolge

Einige Betriebe mit erhöhten Legionellenkonzentrationen nahmen das Beratungsangebot bezüglich Sanierung in Anspruch und überprüften

	Erstergebnis (Legionella KBE/l)	Nach Sanierung (Legionella KBE/l)
Betrieb 1	3200	620
	3600	95
Betrieb 2	8600	0
Betrieb 3	6000	0
Betrieb 4	22000	3200
	240	0
Betrieb 5	1900	1000
Betrieb 6	4300	0
	11000	0
Betrieb 7	4400	0
Betrieb 8	2000	4900
	140000	10000
Betrieb 9	5800	1800
	5700	2100
Betrieb 10	6300	0
Betrieb 11	4000	0
	0	0
Betrieb 12	73000	13000

Tabelle 3: Überblick über Zweit-Beprobungen im Rahmen des Projektes

den Erfolg mittels Nachbeprobungen. Drei konkrete Beispiele sind in [6] im Detail beschrieben.

Tabelle 3 bietet einen Überblick über Zweit-Beprobungen im Rahmen des Projektes; einige Betriebe ließen ihre Wässer nach Sanierungen bei anderen Laboratorien untersuchen und diese Ergebnisse konnten deshalb nicht in dieser Zusammenstellung erfasst werden.

Die Ergebnisse zeigen in den meisten Fällen eine signifikante Reduktion der Legionellen. Vereinzelt Gegenbeispiele weisen darauf hin, dass manche Systeme einen sehr hartnäckigen Befall auch nach Sanierungsversuchen aufweisen, weil nicht alle Bereiche wirklich erfasst werden konnten (Totleitungen, umfangreiche Biofilme).

In diesen Fällen müssen die Sanierungsversuche intensiviert werden, eventuell auch mit zusätzlichen Me-

thoden neben der ursprünglich verwendeten.

### Zukünftige Aktivitäten

In Zukunft sollen Betriebe verstärkt auf die mögliche Gefährdung durch kontaminierte Wassersysteme aufmerksam gemacht werden.

Artikel in Fachzeitschriften, Vorträge und Thematisierung in der Ausbildung von Präventivfachkräften sind vorgesehen.

Für eine Erweiterung der Analytik-Möglichkeiten wird eine zusätzliche Untersuchung mittels molekularbiologischer Methoden angestrebt.

Zu diesem Zweck wurden von allen im Projekt gesammelten Proben die Bakterien von jeweils einem Liter Wasserprobe aufkonzentriert und bei -80°C gelagert.

Diese Parallelproben sollen zum Vergleich mit der standardisierten

klassischen Kultivierungsmethode einer neuen molekularbiologischen Untersuchungstechnik unterzogen werden.

Diese Ergebnisse sollen zusätzliche Informationen über die Verteilung der verschiedenen Legionellenspezies der einzelnen Proben liefern. Ein entsprechender Antrag zur Genehmigung der Kosten ist in Vorbereitung.

Zum Spezialthema „Offene Kühltürme“ ist eine Vernetzung mit dem Arbeitsinspektorat geplant mit der Option eines konkreten Projektes auch in Kooperation mit weiteren Partnern.

Dipl.-Ing. Manfred Hinker  
AUVA

Adalbert-Stifter-Straße 65  
1200 Wien

Tel.: (+43 1) 331 11-598

Fax: (+43 1) 331 11-347

E-Mail: Manfred.Hinker@auva.at

### ZUSAMMENFASSUNG

In Kooperation mit den Projektpartnern ECHEM und Hygiene-Institut der Medizinischen Universität Wien führte die AUVA umfangreiche Untersuchungen von Wassersystemen in 79 Betrieben in ganz Österreich durch. Neben dem Legionellen-Status wurden weitere chemische, physikalische und mikrobiologische Daten und die wichtigsten Parameter der Wassersysteme ermittelt. Von den 174 Wasserproben war fast jede fünfte Probe mit einer bedenklich hohen Anzahl von Legionellen kontaminiert. Von den erhobenen Parametern war die Betriebstemperatur der entscheidende Faktor. Lag diese über 55 °C, gab es keine Probleme. Erst bei Betriebstemperaturen unter 55 °C zeigten andere Systemparameter wie Nährstoffgehalt und Zirkulationssystem einen signifikanten Einfluss auf die Legionellenkonzentration im Warmwasser. Die durchgeführten Sanierungen zeigten fast durchwegs erhebliche Verbesserungen in der Anzahl von Legionellen im Wassersystem. Eine verstärkte Information von Betrieben über die Legionellen-Problematik und die Möglichkeiten der Prävention und Sanierung ist geplant.

### SUMMARY

In co-operation with the project partners ECHEM and the Institute of Hygiene at the Medical University of Vienna, the AUVA carried out extensive investigations of water systems in 79 enterprises throughout Austria. Apart from the Legionella status, further chemical, physical, and microbiological data and the most important parameters of the water systems were identified. Nearly every fifth of the 174 water samples was contaminated with a critical number of Legionella. The operating temperature was the crucial factor among the parameters. No problems occurred above 55 °C. Only with operating temperatures under 55 °C, other system parameters like nutrient content and circulation system showed a significant influence on the Legionella concentration in warm water.

Rehabilitation brought substantial improvements in the number of Legionella in the water system. Intensified information from enterprises on the Legionella problem and the possibilities of prevention and rehabilitation is planned.

### RÉSUMÉ

Dans une coopération avec les partenaires de projet ECHEM et l'Institut d'Hygiène de l'Université de Médecine de Vienne, la AUVA a effectué de vastes études de systèmes d'eau dans 79 entreprises dans toute l'Autriche. A côté du taux de légionelles d'autres données chimiques, physiques et microbiologiques et les paramètres les plus importants de systèmes d'eau ont été déterminés. Presque chaque cinquième échantillon parmi les 174 échantillons d'eau était contaminé avec un taux critique de légionelles. Le facteur crucial parmi tous les paramètres était la température de service. Si celle-ci était au-dessus de 55 °C, il n'y avait pas de problème. Ce n'est qu'avec des températures de service au-dessous de 55 °C que d'autres paramètres du système comme le taux de substances nutritives et un système de circulation ont montré une influence significative sur la concentration de légionelles dans l'eau chaude. Les assainissements mis en oeuvre ont montré presque partout des améliorations considérables dans le nombre de légionelles dans le système d'eau. Une information renforcée d'entreprises sur le problème des légionelles et les possibilités de la prévention et de l'assainissement est projetée.

# Wie sich psychische Belastungen erfassen lassen

Eine spezielle Checkliste soll helfen, Schwachstellen und Schwerpunktbereiche im Betrieb in Bezug auf psychische Fehlbelastungen bei der Arbeit zu erkennen. Aussagen zu mittel- oder langfristigen Folgen auf die Gesundheit sind jedoch nur eingeschränkt möglich.

Gabriele Richter

**M**it der Veröffentlichung der Richtliniensetzung der Europäischen Union für den Arbeitsschutz wurde in der Rahmenrichtlinie erstmalig der Begriff „Psychische Belastung“ genannt. Nach der Klärung der Begriffe „Psychische Belastung und Beanspruchung“ und möglicher negativer Folgen wird die Frage der Erfassung im Betrieb immer wieder gestellt.

Forderungen von Betrieben und Führungskräften gehen häufig dahin, dass die Erfassung der psychischen Belastung möglichst schnell und störungsfrei im Betrieb erfolgen soll. Im folgenden Beitrag werden Möglichkeiten und Grenzen dieses Vorgehens anhand eines Verfahrens der orientierenden Analyseebene aufgezeigt.

## Begriffe

Die Begriffe „Psychische Belastung und Beanspruchung“ werden in ISO 10 075-1, wie folgt, definiert:

■ Psychische Belastung ist die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken.

■ Psychische Beanspruchung ist danach die unmittelbare (nicht langfristige) Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen überdauernden und augenblicklichen Voraussetzungen, einschließlich der indi-

viduellen Bewältigungsstrategien.

Psychische Belastung und Beanspruchung sind in der Norm neutral definiert, d. h. sie können sowohl positive/förderliche als auch negative/beeinträchtigende Folgen haben. Zu den wünschenswerten, positiven Folgen gehören z. B. Motivation und Arbeitszufriedenheit, die Erweiterung kognitiver und sozialer Kompetenzen,



FOTO: PHOTODISC

aber auch Gesundheit und Sicherheit. Beispiele für negative Folgen sind kurzfristige Beeinträchtigungsfolgen, wie das Erleben von Stress oder psychischer Ermüdung, Konzentrations- oder Leistungsschwankungen. Zu den mittelfristigen Beeinträchtigungen zählen u. a. psychosomatische Beschwerden. Depressive Erkrankungen, innere Kündigung, Mobbing oder Burnout sind Kennzeichen für

chronisch länger andauernde (Fehl-) Belastungssituationen. Durch die Übernahme von Arbeitsaufträgen und das Erfüllen der Arbeitsaufgaben erfolgt die Inanspruchnahme der individuellen Leistungsvoraussetzungen. Das ist per se nicht negativ. Erst Über- und Unterforderungssituationen, in denen die Anforderungen nicht mehr mit den individuellen Leistungsvoraussetzungen übereinstimmen, führen zu den genannten negativen Folgen.

## Beobachtung oder Befragung

Für die Erfassung psychischer Belastung und Beanspruchung gibt es unterschiedliche methodische Zugangswege.

Bei der Beobachtung können die Arbeitsabläufe und Unterbrechungen, z. B. die Häufigkeit von Telefonanrufen, fast störungsfrei erfasst werden. Bei kleineren Beobachtungseinheiten erhält der Beobachter jedoch nur ein eingeschränktes Bild von der Arbeitstätigkeit bzw. den Geschehnissen am Arbeitsplatz. Selbst wenn häufigere und längere Beobachtungsintervalle durchgeführt werden, können mit der Beobachtung nicht alle Dinge erfasst werden. Das betrifft z. B. Tätigkeiten, die nur ein bis zwei Mal im Monat oder Jahr auszuführen sind oder auch die Erfassung des Erlebens von ArbeitsplatzinhaberInnen.



FOTO: KLOBUCSAR

Psychosoziale Belastungen haben nicht zuletzt durch die schlechte Wirtschaftslage spürbar zugenommen. Dennoch stehen in vielen Unternehmen betriebswirtschaftliche Kriterien nach wie vor im Vordergrund

So können die Arbeitszufriedenheit bzw. Unzufriedenheit, das Erleben von Stress oder Angst durch eine reine Beobachtung nicht erfasst werden. Hinzu kommt, dass Beobachtungen meist zeitintensiv sowohl bei der Durchführung als auch bei der Auswertung sind. Deshalb erfreuen sich schriftliche Befragungen immer größerer Beliebtheit. Die Untersucher erhalten in kurzer Zeit eine größere Menge von Daten. Außerdem werden die ArbeitsplatzinhaberInnen in die Untersuchung einbezogen. Probleme gibt es u. a. dadurch, dass nur das beantwortet werden kann, was gefragt wurde, dass Missverständnisse durch die Formulierung der Fragen nicht aufgeklärt werden können, ArbeitsplatzinhaberInnen absichtlich falsch antworten, weil sie negative Konsequenzen für sich fürchten. In

mündlichen Befragungen bei Interviews oder in Gruppendiskussionen können diese Missverständnisse vermieden werden, jedoch ist die Erfassung der Daten wieder sehr viel zeitaufwändiger.

Da beide Zugangswege Vor- und Nachteile haben, ist bei der Erfassung psychischer Belastung und Beanspruchung ein kombiniertes Vorgehen ratsam. Wenn nur einer der beiden Wege Anwendung findet, sollten die Nachteile bei der Diskussion der Ergebnisse berücksichtigt werden.

### ChEF-Checklisten

Checklisten zur Erfassung der Fehlbeanspruchungsfolgen (ChEF):

#### Aufbau

Aufgrund unterschiedlicher Ursa-

chen für beeinträchtigende Folgen psychischer Fehlbelastung wurde für die kurzfristigen Fehlbeanspruchungsfolgen Stress, psychische Ermüdung, Monotonie und psychische Sättigung jeweils eine eigene Checkliste entwickelt (Richter, G., 2000). Jede Checkliste enthält eine kurze Definition der jeweiligen Fehlbeanspruchungsfolgen und Merkmale aus dem Tätigkeitsinhalt (z. B. Zeitdruck), Verhaltens- und Erlebensmerkmale (z. B. das Erleben von Müdigkeit oder Angst) sowie zusätzliche Merkmale (z. B. ungünstige Beleuchtung oder schlechtes Betriebsklima), denen beim Vorhandensein ungünstiger Belastungssituationen eine gewisse Verstärkerfunktion zukommt (Debitz et al., 2003).

#### Durchführung

Die Checklisten können für die Erfassung des Selbstbildes der Mitarbeiter oder für die Ermittlung des Fremdbildes z. B. durch Vorgesetzte, Mitglieder von Personalvertretungen oder der Sicherheitsfachkraft eingesetzt werden. Eine anonyme schriftliche Mitarbeiterbefragung kann bei Gruppen über zehn Beschäftigten durchgeführt werden. Bei kleineren Gruppen können die Checklisten als Grundlage für Gruppendiskussionen verwendet werden.

Für die anonyme schriftliche Mitarbeiterbefragung werden pro Mitarbeiter ca. zehn Minuten benötigt. Die Beobachtung durch Fremdbeurteiler und Gruppendiskussionen sind zeitaufwendiger.

#### Auswertung

Die Auswertung der mit den Checklisten erhobenen Daten kann je Merkmal (Häufigkeit der Antworten in einer Gruppe) oder über die o. g. Abschnitte (Tätigkeitsmerkmale, Verhaltens- und Leistungsmerkmale und sonstige Bedingungen) als Summenwerte erfolgen.

Die Berechnung der Häufigkeiten der Antworten je Merkmal wird besonders für anschließende Veränderungsprozesse empfohlen, da die



Arbeitsbereich/Berufsgruppe: \_\_\_\_\_  
 Arbeitstätigkeit: \_\_\_\_\_  
**Checkliste 1: Stress**

**Stress** ... Konflikt zwischen den Anforderungen der Arbeitsaufgaben und dem Leistungsvermögen, der als bedrohlich, kritisch und unangenehm empfunden wird. Der Beschäftigte sieht sich unter dem Druck von Aufgaben, die er seiner Einschätzung nach nicht hinreichend bewältigen kann.

In der Liste sind Merkmale enthalten, die das Erleben von Stress bei der Arbeit kennzeichnen. Treffen diese für Ihre Arbeit zu?  
 Hinweis: Merkmale 8-13 enthalten bei Fremdeinschätzung

**Bei meiner Arbeit**

<input type="checkbox"/> 1 Habe ich zu hohe Verantwortung	<input type="checkbox"/> 11 Übersehe oder übergehe ich oberflächlich häufig Informationen
<input type="checkbox"/> 2 Kommen Termin- oder Zeitdruck häufig vor	<input type="checkbox"/> 12 Habe ich das Gefühl, dass ich die Übersicht verliere
<input type="checkbox"/> 3 Gibt es häufig Störungen oder Unterbrechungen	<input type="checkbox"/> 13 Mache ich häufig Fehler
<input type="checkbox"/> 4 Gelten enge Vorgaben für die Ausführung meiner Arbeit	<input type="checkbox"/> 14 Bin ich mir unsicher, ob ich alles richtig mache
<input type="checkbox"/> 5 Treffe ich Entscheidungen ohne ausreichende Informationen und unzureichende Entscheidungshilfen	<input type="checkbox"/> 15 Bin ich unruhig und nervös
<input type="checkbox"/> 6 Gibt es widersprüchliche Anforderungen, z.B. Konflikte zwischen Termineinhaltung und Qualität	<input type="checkbox"/> 16 Habe ich Angst, dass ich meine Arbeit nicht schaffe
<input type="checkbox"/> 7 Wende ich zu wenig von meinen Kollegen und Vorgesetzten Unterstützung	<input type="checkbox"/> 17 Liegen zusätzlich andere Einflüsse vor, z.B. Soziale Spannungen
	<input type="checkbox"/> 18 Ist häufig zu wenig Personal da
	<input type="checkbox"/> 19 Ist die Zukunft meiner Arbeit oder des Betriebes unsicher

Welche Merkmale könnten für Ihre Arbeit ebenso zutreffen?  
 \_\_\_\_\_

Worauf würden Sie bezüglich Ihrer Arbeit zusätzlich hinweisen?  
 \_\_\_\_\_

Die Checklisten können für die Erfassung des Selbstbildes der MitarbeiterInnen oder für die Ermittlung des Fremdbildes z. B. durch Vorgesetzte, Mitglieder von Personalvertretungen oder der Sicherheitsfachkraft eingesetzt werden

Schwachpunkte in der Arbeitsgestaltung direkt angezeigt werden. Die Summenwerte finden vor allem bei den statistischen Auswertungen zur Güteprüfung (s. u.) Anwendung.

Für die Checklisten gibt es keine Grenzwerte. Handlungserfordernisse sind angezeigt, wenn zwei Drittel der Befragten ein Merkmal angekreuzt haben.

Abzuleitende Maßnahmen des Arbeitsschutzes können sich nur auf dieses Merkmal beziehen, und sind damit sehr grob.

Im Auswertungsbeispiel für die Checkliste Stress wurden die Merkmale

- „Bei meiner Arbeit kommen Termin- und Zeitdruck häufig vor.“
- „Bei meiner Arbeit gibt es häufig Störungen oder Unterbrechungen“ und
- „Bei meiner Arbeit gelten enge Vorgaben für die Ausführung der Arbeit“

von über zwei Drittel der Beschäftigten angekreuzt, so dass hier von Schwachstellen in der Arbeitsgestaltung ausgegangen werden muss. Da auch die Fremdbeurteiler diese Merkmale angegeben haben, werden die Aussagen der Beschäftigten bestätigt. Bei diesen drei Merkmalen sind also Handlungserfordernisse angezeigt.

Das Verfahren ChEF wurde in Unternehmen der Metallbranche und im

Büro- und Verwaltungsbereich eingesetzt.

### Erste wissenschaftliche Erprobung (Gütekriterien)

Bei einer ersten wissenschaftlichen Erprobung des Verfahrens ChEF konnten bezüglich der Gütekriterien Validität und Reliabilität ausreichend hohe Koeffizienten ermittelt werden. Da nur 79 Beschäftigte in die Untersuchung einbezogen waren, können diese Aussagen nicht verallgemeinert

werden. Dafür sind weitere Studien in anderen Feldern mit möglichst umfangreichem Methodeninventar erforderlich.

Bei der Korrelation der Checklistenmerkmale mit den Merkmalen der Arbeitsanalyseverfahren konnten ausreichend hohe Korrelationen ermittelt werden. Die Korrelation der Checklistenmerkmale mit den gesundheitlichen Beschwerden der Befragten konnten nur wenige Zusammenhänge festgestellt werden.

D. h., dass mit den Checklisten Ursachen für die kurzfristigen Fehlbeanspruchungsfolgen ermittelt werden können, jedoch Aussagen zu mittel- bzw. langfristigen Folgen der Arbeitsgestaltung auf die Gesundheit der Befragten nur eingeschränkt möglich sind. Damit erfüllen die Checklisten die an sie gestellten Anforderungen. Für die Klärung von Fragen, die mögliche gesundheitliche Folgen betreffen, muss bei der Erfassung der psychischen Belastungen auf vorhandene Screening- und Expertenverfahren zurückgegriffen werden (siehe Richter und Kuhn, 2002).

### Fazit und Ausblick

Mit den Checklisten können die kurzfristigen Folgen psychischer Fehlbelastung erfasst werden. Aussagen

Arbeitsbereich/Berufsgruppen: *) Fließband Arbeitstätigkeit: *) Verpackung Checkliste 1: Stress				
Merkmal	Selbst-Einschätzung		Fremd-Einschätzung	
	Anzahl	%	Anzahl	%
1	2	13,3	-	-
2	11	73,3	2	66,7
3	10	66,7	2	66,7
4	15	100,0	3	100,0
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	8	53,3	1	33,3
8	3	20,0	-	-
9	2	13,3	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	5	33,3	-	-
13	4	26,7	-	-
14	5	33,3	1	33,3
15	2	13,3	-	-
16	6	40,0	-	-

Anzahl der gewerteten Checklisten  
 Selbsteinschätzung: 15  
 Fremdeinschätzung: 3

Tragen Sie bei einzelnen Merkmalen ein, wie oft sie angekreuzt wurden und vergleichen Sie gegebenenfalls Selbst- und Fremdeinschätzung.

Bei den schwarz markierten Feldern bei der Fremdeinschätzung handelt es sich um Erlebens- und Verhaltensmerkmale, die nur von den Betroffenen selbst eingeschätzt werden können

zu mittel- oder langfristigen Folgen psychischer Fehlbelastungen auf die Gesundheit sind nur eingeschränkt möglich.

Die mit den Checklisten ermittelten psychischen Fehlbeanspruchungsfolgen verweisen auf Schwachpunkte in der Arbeitsgestaltung. Wenn die Checklisten in allen Abteilungen innerhalb eines Betriebes eingesetzt werden, können Schwerpunktbereiche gefunden werden, in denen der (Um-)Gestaltungsbedarf besonders hoch oder der Bedarf an vertiefenden Analysen mit Screening-Instrumenten angezeigt ist.

Weitere Hinweise für die orientierende Erfassung psychischer Belastungen können in der Broschüre „Psychische Gesundheit – Teil 4“ (Richter, Friesenbichler & Vanis, 2004), die in Zusammenarbeit von AUVA (A), suva und seco (CH), Maschinen- und Metall-Berufsgenossenschaft, TU Dresden und BAuA (alle drei D) entstanden ist, nachgelesen werden.

Dr. Gabriele Richter  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin (BAuA)  
Proschhübelstraße 8  
101099 Dresden, Deutschland  
E-Mail: richter.gabriele@baua.bund.de

## LITERATUR

Arbeitsschutzgesetz: Gesetz zur Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. Teil 1, Nr. 43, S. 1246 ff)

Dunckel, H.: Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH 1999

Resch, M.: Analyse psychischer Belastung. Überblick über Verfahren und ihre Anwendung im Arbeits- und Gesundheitsschutz. In: Bamberg E, Mohr G & Rummel M (Hrsg.). Reihe Arbeits- und Organisationspsychologie. Bern: Verlag Hans Huber 2002

Richter, G.; Kuhn, K.: Toolbox Version 1.0. Instrumente zur Erfassung psychischer Belastung. Dortmund/Dresden [2001] 2002 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Gründruck)

Richter, G.: Psychische Belastung und Beanspruchung - Stress. psychische Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung - . Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2000, 3. überarb. Auflage (Schriftenreihe der BAuA, Fa 36)

Richter, G.: Psychische Belastung und Beanspruchung - Stress. psychische Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 116 (Schriftenreihe der BAuA) Dortmund 2000

Debitz, U.; Gruber, H.; Richter, G.: Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz Teil 2. Erkennen, Beurteilen und Verhüten von Fehlbeanspruchungen. Bochum: Verlag Technik und Information 2003 (Juli); 2. überarb. Auflage

Gruber, H.; Mierdel, B.: Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung. Bochum: Verlag Technik und Information 2003 (März), 6. überarb. Auflage

Mühlpfordt, S.; Richter, P.: Evaluation eines orientierenden Verfahrens zur Erfassung psychischer Belastungen am Arbeitsplatz. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2003 (Schriftenreihe der BAuA, Fb 995)

Richter, G.; Friesenbichler, H.; Vanis, M.: Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz Teil 4. Orientierende Verfahren zur Erfassung psychischer Belastung. Bochum: Verlag Technik und Information (2004)

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Checklisten zur Erfassung der Fehlbeanspruchungsfolgen dienen der orientierenden Analyse psychischer Fehlbelastungen bei der Arbeit. Sie erlauben in kurzer Zeit einen Überblick über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein beeinträchtigender Folgen psychischer Fehlbelastung. Mit den Checklisten können MitarbeiterInnen schriftlich, anonym befragt werden. Eine Erfassung der Daten ist auch mit Hilfe einer (Fremd-)Beobachtung möglich. Schwachstellen und Schwerpunktbereiche im Betrieb können erkannt werden. Die abzuleitenden Maßnahmen des Arbeitsschutzes sind so grob, wie das hier vorgestellte Instrument selbst.

## SUMMARY

Checklists for the survey of consequences of inappropriate mechanical misload are used for the orienting analysis of psychological strain at work. They allow within a short time an overview of the presence or absence of impairing consequences of psychological strain. With the checklists, employees can be questioned anonymously in writing. A collection of the data is also possible with the help of (external) observation. Weak points and hot spots at work can thus be recognised. The resulting measures of industrial safety are as rough, as the instrument presented here.

## RÉSUMÉ

Les check-listes pour le captage des implications de la charge mécanique inadéquate sont employées pour l'analyse d'orientation du stress psychique au travail. Elles permettent dans peu de temps une vue d'ensemble de la présence ou de l'absence des conséquences nocives du stress psychique. Avec les check-listes, les employés peuvent être interrogés de façon anonyme en écrit. Un captage des données est également possible avec l'aide de l'observation (externe). Des points faibles et des secteurs prioritaires dans l'entreprise peuvent être reconnus ainsi. Les mesures de la protection du travail à dériver sont aussi grossières que l'instrument présenté ici.

# Angewandte Psychologie in der Unfallverhütung

„Risikominimierung kann nur dann erfolgreich betrieben werden, wenn die organisatorischen Rahmenbedingungen dafür sorgen, dass der einzelne Mitarbeiter seine optimale Leistungsfähigkeit entfalten kann und wirkungsvolle Konzepte zur Teaminteraktion unvermeidliche Fehler der handelnden Menschen rechtzeitig entschärfen.“ (Manfred Müller, Leiter der Flugsicherheit bei der Deutschen Lufthansa AG, 2004).

Marion Venus

**D**as fordern Arbeitspsychologinnen seit langem, das Thema erhält aber erst dann Bedeutung, wenn es ein Nicht-Psychologe anspricht. Die technische Unfallverhütung hat ein sehr hohes Niveau erreicht und hat einen enormen Fortschritt in der Arbeitssicherheit gebracht.

Zweifellos ist sie die notwendige Voraussetzung für erfolgreiche Unfallverhütung. Die Arbeitsunfälle sind in den letzten zehn Jahren um mehr als 50 Prozent zurückgegangen (siehe Grafik). Dennoch ist schwer nachvollziehbar, warum immer noch so viele Arbeitsunfälle passieren, die doch technisch praktisch nicht passieren konnten bzw. durften.

## Technisch unmögliche Arbeitsunfälle

Die österreichischen Gesetze (z. B. ArbeitnehmerInnenschutz-Gesetz, Bauarbeiterschutzverordnung, Maschinen-Sicherheitsverordnung) regeln klar, wie die Sicherheit der ArbeitnehmerInnen bei der Arbeit gewährleistet werden muss.

Die EU-Richtlinie für Maschinensicherheit und die noch weit strengeren österreichischen Gesetze schreiben vor, wie Maschinen für die Anwender sicher gemacht werden müssen: Arbeitsunfälle haben so weit wie möglich durch ver-



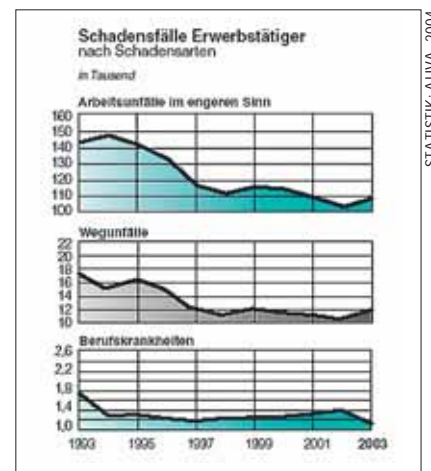
FOTOS: W. BRAUNSTEINER

Auffang-Schutznetze sind der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) unbedingt vorzuziehen

hältnispräventive technische und organisatorische Maßnahmen verhindert zu werden.

## Verhältnis- statt Verhaltensprävention

Es darf nicht möglich sein, dass Menschen sich selbst bei der Arbeit gefährden, z. B. wenn sie eine stehende gefährliche Maschine wieder in Gang bringen wollen: Die Schutzbleche müs-



Errare humanum est –  
Dürfen Fehler tödlich sein?

Eine Tierpflegerin im Tiergarten Schönbrunn wurde 2002 von einem „ihrer“ Panther bei der Fütterung getötet, nachdem sie nur ein einziges Mal vergessen hatte, eine Sicherheitstüre zu schließen. So ein „menschliches Versagen“ kann jederzeit vorkommen – jeder ist einmal abgelenkt oder denkt bei der Arbeit auch einmal an etwas anderes. So ein minimaler Fehler darf nicht zum Tod führen.

sen richtig angebracht sein, „Not-Aus“-Schalter und -Reißleinen müssen in jederzeit erreichbarer Entfernung sein. Zusätzlich können auch Lichtschranken MitarbeiterInnen vor schweren Verletzungen schützen, wenn gefährliche Handgriffe nötig sind. Auch die beste Unterweisung und die hübschesten bunten Schilder sind zwecklos, weil Menschen doch „nur“ Menschen sind und besonders in Ausnahmesituationen Fehler machen können, wie man immer wieder sieht (siehe Kasten). Es ist etwas makaber, nachher zu sagen: „Sie hätte nicht vergessen dürfen, sie wurde ja unterwiesen, sie ist auch selber schuld“. In der Komplexität der Realität können auch den besten ExpertInnen Fehler passieren. Das darf nicht tödlich sein.

### Relativität des CE-Kennzeichens

Verlassen Sie sich nicht auf das CE-Kennzeichen an der Maschine: Es ist kein Sicherheitsprüfzeichen und garantiert nicht, dass das Gerät auch wirklich sicher ist und die strengen österreichischen Sicherheitsauflagen erfüllt. Die Maschinensicherheits-Experten der AUVA (Dipl.-Ing. Stefan Krähan und Dipl.-Ing. Johannes Schubert, Tel.: +43 1 33 111-585) beraten Sie gerne persönlich vor Ort.

### Dacharbeiten – besonders spektakulär

Auch bei Arbeiten auf dem Dach geht Verhältnisprävention gesetzlich vor Verhaltensprävention: Auffang-Schutznetze und Dachfanggerüste zur Verhin-



Vorhandene Sicherheitsmaßnahmen werden dann häufig umgangen, wenn sie die Arbeit behindern bzw. deutlich erschweren

derung des Absturzes für Arbeiter aller Professionen, die auf dem selben Dach arbeiten, sind der Individualprävention (Sicherheitsgeschirr) unbedingt vorzuziehen. Das Sicherheitsgeschirr wird extrem selten bei Arbeiten auf dem Dach getragen, weil es – wie alle Betroffenen sagen – „... bei der Arbeit zu sehr behindert. Außerdem trägt es eh keiner.“

### Sicherheitsmaßnahmen als Regulationshindernisse

Aber warum werden vorhandene Sicherheitsmaßnahmen und -einrichtungen so gerne umgangen und außer Funktion gesetzt? Sicherheitsvorschriften und Maßnahmen der Unfallverhütung sind oft ganz klassische Regulationshindernisse im Sinn der Handlungstheorie von Hacker und Richter, die den Arbeitsaufwand beträchtlich erhöhen und zusätzlichen Zeitdruck und Stress erzeugen. Das wiederum erhöht ebenfalls das Unfallrisiko,“ meint Prof. DDr. Wolfgang Kallus, Institut für Psychologie an der Universität Graz, langjähriger Kooperationspartner der AUVA. „Neue Forschungsthemen in der Unfallverhütung sind abgeleitet von der Luftfahrtpsychologie, die sich schon lange mit den Human Factors beschäftigt. Dazu gehört das Team-Ressource-Management ebenso wie vorhersagbarer Missbrauch“, so Professor Kallus. „Die Ad-

aptierung der Instrumente der Luftfahrt soll von der Blaming-Unkultur (Wer ist schuld? Wer hat versagt?) hinführen zu konstruktiven, non-punitiven Fehler-Management-Systemen, die auch den 'Faktor Mensch' und das Team mit allen Stärken, Schwächen und Bedürfnissen in die Unfallverhütung einbeziehen.“

Ing. Wilhelm Braunsteiner,  
Baufachkundiger Landesstelle  
Wien in der Sicherer Arbeit,  
Ausgabe 4/2002:

„Als technische Maßnahmen gegen Absturz sind im §8 Absturzsicherungen (Abdeckung von Öffnungen bzw. Umwehrungen an der Absturzkante) sowie im §9 Abgrenzungen (in mind. zwei Metern Entfernung von der Absturzkante) angeführt. Können diese aus arbeitstechnischen Gründen nicht verwendet werden, müssen Schutzeinrichtungen lt. §10 zum Auffangen abstürzender Personen vorhanden sein – wie eben Auffangnetze. Ist der Aufwand dafür unverhältnismäßig hoch, müssen die Arbeitnehmer mittels Sicherheitsgeschirr samt dazugehöriger Ausrüstung lt. §30 BauV sicher angeseilt sein. Vorzuziehen ist jedenfalls das Auffangnetz, da es als kollektive Schutzeinrichtung alle Beschäftigten schützt und nicht vom Sicherheitsbewusstsein des Einzelnen abhängt. Dies entspricht auch dem Geist der „Grundsätze der Gefahrenverhütung“ lt. ASchG §7.“

## Ungenützte Produktivitätspotenziale

Professionelle und psychologisch sinnvolle Arbeitsgestaltung ist Basis der Human-Factors-Forschung. Sie reduziert deutlich Monotonie, Ermüdung, eingeschränkte Wahrnehmung, reduzierte Vigilanz, Regelüberschreitung, Beseitigung von Regulationshindernissen in Form von Sicherheitsmaßnahmen. Arbeitsgestaltung und -organisation werden in unseren Breiten leider seit vielen Jahrzehnten extrem unterbewertet und fatal vernachlässigt (Müller, 2004; Ulich & Wülser, 2004). Sowohl Gestaltung als auch Organisation geschehen oft nur beiläufig und zufällig.

Die ungenutzten produktiven Ressourcen sind noch immer kein Thema, obwohl Unternehmen sie durch motivierende und qualifizierungsfördernde Arbeitsgestaltung nach den Methoden der Arbeitspsychologie schnell und leicht mobilisieren könnten. Darüber hinaus sollten produktionstechnische und organisatorische Veränderungen und auch Sicherheitsmaßnahmen bewusst und ergonomisch in den Arbeitsprozess integriert werden.

## Psychologie in der Unfallverhütung

Als Psychologin im Unfallverhütungsdienst der AUVA-Landesstelle Wien durfte ich bereits mehrere Kollegen, fachkundige Organe bei zahlreichen Unfallereignissen und Beratungen begleiten. Es ist faszinierend, wie sehr sich die erhobenen Unfälle in den entscheidenden Punkten gleichen: Die erhobenen Arbeitsunfälle passieren in schätzungsweise 90 Prozent aller Fälle nicht im „Normalbetrieb“, es handelt sich fast immer um eine „außergewöhnliche Situation“: Mehrere „dumme Zufälle“, die „eigentlich nie“ und schon gar nicht gleichzeitig auftreten, haben letztendlich zum Unfall geführt. Und außerdem ist der Verunfallte doch auch selber schuld: „Der Kollege wurde nachweislich unterwiesen“, hören wir oft.

## Gefährliche Zufälle?

Bei genauerer Betrachtung des Arbeitsprozesses, der Arbeitsorganisation und nach kurzer Befragung der MitarbeiterInnen ist für ausgebildete ArbeitspsychologInnen jedoch sehr schnell klar, dass die „Unfallsituation“ zum mehr oder weniger normalen Arbeitstag gehört, obwohl es offiziell sicherheitstechnisch nicht so sein dürfte. Also wird lieber sozial erwünscht geantwortet und beschönigt. Zwischen Gesetz, Wunsch und Wirklichkeit ist es in den meisten Fällen eher ein Wunder, dass nicht öfter noch schlimmere Unfälle passieren.

## Woran liegt es?

Mehrere Gesetze regeln in Österreich, wie für Gesundheit und Sicherheit der ArbeitnehmerInnen gesorgt werden muss. Dennoch kommt es oft vor, dass sich MitarbeiterInnen nicht an die mehr oder weniger fest verankerten und auch exekutierten Sicherheitsmaßnahmen halten. Sie verhalten sich vorschriftswidrig und sollten doch irgendwie bestraft werden. Ob das aber ein zielführender Ansatz wäre?

„Im Regelfall steht kein ‚böser‘ Wille hinter dieser Vorgehensweise. Zeitdruck, Zielfixierung oder eine unerwartete Komplikation kurz vor dem erwarteten Arbeitsende können im Handumdrehen aus einem guten Teamplayer einen ‚Rambo‘ machen“, bringt es der Lufthansa-Flugkapitän und Leiter der Flugsicherheit, Manfred Müller, in seinem Festvortrag beim Forum Prävention 2005 der AUVA auf den Punkt.

Außerhalb der Luftfahrt wird die Schutzwirkung und Nützlichkeit von Regeln leider allzu oft in Frage gestellt, da Regelverstöße im täglichen Arbeitsleben deutlich weniger dramatisch und medienwirksam sind als in der Luftfahrt. „Zeitdruck, große Routine, Complacency (sorglose Nachlässigkeit) und das Gefühl unverwundbar zu sein, verringern die Hemmschwelle zur Regelüberschreitung“, so Kapitän Müller weiter.

Und wenn man es einmal getan hat, dann tut man es wieder. Wenn es dann



„Aus der Verhaltenspsychologie ergibt sich ein weiteres gewichtiges Argument für diszipliniertes Arbeiten: Nach einer tolerierten Regelüberschreitung sinkt die Hemmschwelle für weitere, oft noch gravierendere Verstöße. Deshalb muss eine Regelabweichung schon im Entstehen angesprochen und somit verhindert werden.“ (M. Müller, 2004)

nicht einmal Sanktionen gibt, dann fällt die Regelübertretung immer leichter (siehe Kasten).

## Technische Betrachtung

Fachkundige Organe des Unfallverhütungsdienstes der AUVA und Sicherheitsfachkräfte (SFK) sehen das Risikoverhalten des Mitarbeiters als verbotene Handlung und Regelübertretung, Selbst- und oder Fremdgefährdung. Sofort gibt es den Bedarf zu neuerlicher Unterweisung – gut so.

Im besten Fall werden auch Maßnahmen überlegt, wie man die Unfallursachen in Zukunft vermeiden kann. Hier sollten aber nicht nur die technischen und operativen Probleme berücksichtigt werden, sondern auch die individuellen und strukturellen Ursachen für die Umgehung der Sicherheitsvorschriften.

## Psychologische Betrachtung

Die psychologische Interpretation der Motivationslage von sicherheitskritischem Verhalten gibt wichtige Antworten: Nachdem viele Sicherheitsvorschriften Hindernisse im Arbeitsprozess

darstellen, tendieren die Betroffenen dazu, sie zu beseitigen oder zu vermeiden. Vor allem dort, wo die Nichteinhaltung der Maßnahmen der Unfallverhütung nicht beachtet wird, greifen unter anderem die Mechanismen der operanten Konditionierung, also Lernen durch Belohnung.

## Operante Konditionierung

Belohnung ist ein positiver Verstärker und erhöht die Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Verhaltens: MitarbeiterInnen, die sich weniger für Unfallverhütung interessieren und Sicherheitsvorschriften im Arbeitsprozess ignorieren, arbeiten schneller, bringen mehr Leistung, verdienen mehr Geld (Akkordlohn, Prämien) und erhalten Anerkennung und berufliche Beförderung – erhalten also für sicherheitskritisches Verhalten lauter Belohnungen. Ziele sind einfache Arbeitsabläufe, maximale Produktivität und maximaler Verdienst – eigentlich ganz im Sinne des Unternehmens.

Im Sinne der Sicherheit sollten EntscheidungsträgerInnen aber überlegen, ob traditioneller Akkordlohn zeitgemäß und mit Unfallverhütung vereinbar ist.

Die Probleme der Unfall- und Berufskrankheitenverhütung, also die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und die Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung, lassen sich mit der

### Convenience:

Schutz des eigenen Lebens und der Gesundheit

Die Arbeit so gut und so schnell wie möglich machen (Qualität, Quantität)

Anerkennung für gute Arbeit: positives Feedback, finanzielle Honorierung (Akkordlohn, Prämien, ...)

### Compliance:

Befolgung von Sicherheitsvorschriften, Minimierung der Selbst- und Fremdgefährdung

Regelmäßige Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung

Arbeitssicherheit



Je besser die Sicherheitsmaßnahmen die Bedürfnisse der MitarbeiterInnen erfüllen, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie auch angewendet werden

Kombination von „Convenience (Benutzerfreundlichkeit) und Compliance (Befolgung von Vorschriften)“ beschreiben: Je besser die persönliche Schutzausrüstung und auch die Sicherheitsmaßnahmen die Bedürfnisse der MitarbeiterInnen erfüllen (Convenience, siehe Kasten), umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie auch angewendet werden (Compliance).

Wird die Convenience nicht beachtet, kann man in vielen Fällen auch nicht mit freiwilliger und nachhaltiger Compliance rechnen.

Leider gibt es immer noch zahlreiche maschinenbauliche Sicherheitsmaßnahmen, die nachgerade Regulationshindernisse sind – also den Arbeitsprozess beeinträchtigen und laut Handlungstheorie Stress erzeugen. Ebenso gibt es Produkte der persönlichen Schutzausrüstung, die so unangenehm zu tragen sind, dass man gerne darauf verzichtet. Menschlich nur allzu verständlich, und eine große Herausforderung für den Maschinenbau und die PSA-Industrie.

## Verantwortung der Führungskräfte

Wenige Führungskräfte sind sich ihrer Verantwortung im Zusammenhang mit Unfallverhütung wirklich bewusst. Wenige

trauen sich, Sanktionen über MitarbeiterInnen zu verhängen, die sich nicht an die Sicherheitsvorschriften halten: Man will die MitarbeiterInnen ja nicht verärgern oder vertreiben.

Wegen ihrer Vorbildfunktion (Lernen am Modell nach Badura) haben Ausbilder und Vorgesetzte besondere Bedeutung für die Unfallverhütung (Müller; 2005): Ein von ihnen ausgeführter Regelverstoß hat eine besondere Negativ-Wirkung, weil man von ihnen nicht erwartet, dass sie gegen die von ihnen selbst aufgestellten Regeln verstoßen. Mit ihrem realen Verhalten legen sie implizit neue Regeln fest: Wenn „der Chef“ keinen Helm und keinen Gehörschutz trägt, dann werden die MitarbeiterInnen es auch nicht tun – man will ja nicht auffallen. Das Lernen am Vorbild funktioniert auch in negativer Hinsicht.

## Motivation

Welchen Grund sollten MitarbeiterInnen also haben, sich an die Sicherheitsvorschriften zu halten? Gibt es das menschliche Bedürfnis nach Sicherheit?

Vor Ort in den Betrieben hat man oft den Eindruck, dass Unfall- und Berufskrankheitenverhütung für ArbeiterInnen überhaupt keine Bedeutung hat. Lebensmüde wird mal schnell in gefährliche Maschinen gegriffen. Gehörschutz

wird beeindruckend selten verwendet, egal wie unerträglich der Lärm ist. Schwer verständlich scheint, dass das Bedürfnis nach Sicherheit in der Bedürfnispyramide von Maslow gleich an zweiter Stelle nach den physiologischen Bedürfnissen (Essen, Trinken, Schlaf, ...) kommt: Uns ist wichtig, dass wir einen sicheren und geschützten Schlafplatz haben, wo wir nicht vom Säbelzahn tiger überfallen werden. Wir wollen uns nicht davor fürchten, unseren Arbeitsplatz und unsere finanzielle Existenzgrundlage zu verlieren. Wir wollen uns sicher fühlen.

### Ur-Ängste und ihre Verdrängung

Am Arbeitsplatz wirkt der tiefenpsychologische Mechanismus der Verdrängung der realen Unfallgefahren: Wer möchte denn acht Stunden pro Tag in einer (lebens)gefährlichen Umgebung verbringen, wo jede Menge Unfälle passieren können? Wo man sich eigentlich gar nicht sicher fühlen kann?

Um sich nicht ständig fürchten zu müssen und arbeitsfähig zu bleiben, gibt es zwei Möglichkeiten: Alle Unfallrisiken ausblenden und verdrängen, und so tun, als ob einem nichts passieren könnte. Kein Schutz und keine



Vorsicht nötig. Oder sich die Risiken bewusst machen, umsichtig alle Maßnahmen der Unfallverhütung befolgen und an ihrer Weiterentwicklung mitarbeiten (Convenience & Compliance).

### Komplexe Intervention

Unbestritten ist, dass der Wechsel von der Verdrängung zum sicherheitsbewussten Verhalten möglich ist. Logisch ist auch, dass eine psychologisch fundierte und komplexe Intervention nötig ist, um diesen Prozess bis in die Tiefen der menschlichen Psyche erfolgreich zu bewältigen. Jede noch so engagierte Frontal-Unterweisung kann hier nicht ausreichen.

Bitte lesen Sie im nächsten Teil mehr zu den juristischen Aspekten der Unfallverhütung (z. B. Regress), klassische Konditionierung und ihre fatalen Auswirkungen auf die Einhaltung von Sicherheitsmaßnahmen, die Bedeutung

des Betriebsklimas und des Human Factors für die Unfallverhütung, non-punitive Fehlermanagementsysteme etc.

Mag. rer. nat. Marion Venus  
 AUVA Landesstelle Wien  
 Unfallverhütung  
 Tel.: (+43 1) 33 133-274  
 Webergasse 4  
 1203 Wien, Österreich  
 E-Mail: marion.venus@auva.at

### LITERATUR

Müller, Manfred (2004): Risiko und Risikomanagement im Luftverkehr. Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen 98: 559–565. Verlag Elsevier – Urban & Fischer  
 Vortrag von Flugkapitän Manfred Müller, Dozent der Hochschule Bremen, Leiter Flugsicherheit Deutsche Lufthansa AG beim Forum Prävention der AUVA 2005 in Villach  
 Ulich, Eberhard; Wülser, Marc (2004) Gesundheitsmanagement in Unternehmen. Arbeitspsychologische Perspektiven, Verlag Gabler

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Unfallverhütungstechnik hat ein sehr hohes Niveau erreicht und hat beeindruckende Erfolge für die Arbeitssicherheit gebracht. Sie ist eine notwendige Voraussetzung für erfolgreiche Unfallverhütung. Wenig beachtet wurden bisher die Human Factors: Kommunikation, Arbeitsorganisation, Motivations- und Verhaltensebene. Sie können noch entscheidende Fortschritte für Sicherheit und Produktivität bringen. Risikominimierung kann nur dann erfolgreich sein, wenn die organisatorischen Rahmenbedingungen dafür sorgen, dass der einzelne Mitarbeiter seine optimale Leistungsfähigkeit entfalten kann und wirkungsvolle Konzepte zur Teaminteraktion unvermeidliche Fehler der handelnden Menschen rechtzeitig entschärfen.

### SUMMARY

Accident prevention technology has reached a very high level and has brought impressive success to safety at work. It is in any case a necessary requirement for the improvement of successful accident prevention. So far, the "Human Factors" like communication, team resource management, motivational and behavioural aspects, have not been emphasised enough. However, they still can contribute decisively to safety and productivity. Risk minimisation can only be successful, if organisational basic conditions guarantee that the individual co-worker can develop optimal performance and if effective plans for team interaction counteract unavoidable human failure in time.

### RÉSUMÉ

La technologie de prévention des accidents a atteint un niveau très élevé et a mené à des succès impressionnant pour la sécurité du travail. Elle est une condition nécessaire pour la prévention des accidents réussie. Jusqu'à présent les Facteurs Humains ont été pratiquement pas considérés: Communication, organisation du travail, niveau de comportement et de motivation. Ils peuvent être encore cruciaux pour le progrès de la sécurité et la productivité. La minimisation du risque ne peut réussir que lorsque les conditions générales d'organisation permettent à l'employé particulier de développer son efficacité optimale et que des plans efficaces pour l'interaction d'équipe désamorcent à temps les erreurs inévitables des personnes agissantes.

# Wie Managementsysteme das Gesetz unterstützen

Genormte Managementsysteme stehen in permanenter Wechselwirkung mit dem heimischen Gesetz. Wie sie sich sinnvoll ergänzen, zeigt unter anderem das Beispiel der ISO 9001 im Kontext zum ArbeitnehmerInnenschutzgesetz.

Johann Wirmsperger

ISO 9001:2000	ASchG	Verordnungen
<b>4. Qualitätsmanagementsystem</b>		
4.2 Dokumentationsanforderungen	---	---
4.2.1 Allgemeines	---	---
4.2.2 Qualitätsmanagementhandbuch	§ 1	DOK-VO
4.2.3 Lenkung von Dokumenten	---	---
4.2.4 Lenkung von Aufzeichnungen	§ 16	Aufzeichnungen und Berichte über Arbeitsunfälle
	§ 18	Aufzeichnungen und Berichte
<b>5. Verantwortung der Leitung</b>		
5.1 Verpflichtung der Leitung	§ 3, 38	Pflichten der Arbeitgeber
5.2 Kundenorientierung	---	---
5.3 Qualitätspolitik	---	---
5.4 Planung	---	---
5.4.1 Qualitätsziele	---	---
5.4.2 Planung des Q-Systems	---	---
5.5 Verantwortung, Befugnis und Kommunikation	§ 15	Aufgaben der SVP
	§ 25 (4,5)	Brand- und Brandschutzvorschriften
	§ 26 (3)	Ersthelfer
	§ 76	Aufgaben der SFE
	§ 81	Aufgaben der AMED
	§ 88	Arbeitschutzmaßnahmen
5.5.3 Interne Kommunikation	§ 8	Kommunikation
	§ 9	Überweisung
	§ 10 Abs. 4	Bestellung von SVP
	§ 11	Aufgaben und Befugnisse der SVP
	§ 12	Information
	§ 18 Abs. 1	Pflichten der AMI
	§ 76 Abs. 2	Aufgaben, Information, Bezeichnung von SFE
	§ 81 Abs. 2	Aufgaben, Information, Bezeichnung v. AMFD
	§ 86 Abs. 2	Meldung von Missetats
	§ 88 Abs. 2	Arbeitschutzmaßnahmen
5.6 Managementbewertung	§ 88	Arbeitschutzmaßnahmen
5.6.2 Umgebung für die Bewertung	§ 88 (2)	insbesondere Berichte und Vorschläge der SVP, SFE und AMED
5.6.3 Legitimation der Bewertung	§ 88 (7)	Legitimationsprotokoll mit GW, Datum, Dauer, Bewertungsgesichtspunkte, Teilnehmer, Standort und Vorschläge
<b>6. Management von Ressourcen</b>		
6.2 Personelle Ressourcen	§ 10	Bestellung von SVP
	§ 73	Bestellung von SFE
	§ 79	Bestellung von AMED
6.2.2 Fähigkeiten, Bewusstseins und Schulung	§ 62	Fachkenntnisse und besondere Aufsicht
	§ 63	Nachweis von Fachkenntnissen
	§ 74	Fachkenntnisse von SFE
	§ 79	Bestellung von AMED
6.3 Infrastruktur	§ 17 Abs. 1	Fruchtbarkeit, Reinigung, Prüfung
	§ 19	Arbeitsbedingungen
	§ 20	allgemeine Bestimmungen über Arbeitsstätten und Hausstellen
	§ 21	Arbeitsstätten in Dichtorten
	§ 22	Arbeitsstätten
	§ 23	sonstige Betriebsstätten
	§ 24	Arbeitsstätten im Freize
	§ 25	Brand- und Explosionsrisiko
	§ 27	sonstige Vorkehrungen in Arbeitsstätten
	§ 28	Sozialrichtungen in Arbeitsstätten
	§ 29	sonstige Vorkehrungen und Sozialrichtungen auf Hausstellen
6.4 Arbeitsumgebung	§ 30	Nichtverschmutzung
	§ 61	Arbeitsstätten
	§ 65	Items

ISO 9001:2000	ASchG	Verordnungen
	§ 66	sonstige Lichtverhältnisse und Belichtungen
	§ 67	Radiationsschutzmaßnahmen
	§ 69	persönliche Schutzausrüstung
<b>7. Produktrealisierung</b>		
7.1 Planung der Produktrealisierung	---	---
7.2 Kundenbezogene Prozesse	---	---
7.3 Entwicklung	---	---
7.4 Beschaffung	---	---
7.5 Produktion und Dienstleistungserbringung	---	---
7.5.1 Lenkung der Produktion und der Dienstleistungserbringung	---	---
7.5.2 Validierung der Prozesse zur Produktion und zur Dienstleistungserbringung	§ 4	Ermittlung und Beurteilung der Gefahren, Festlegung von Maßnahmen
	§ 5	Sicherheits- und Gesundheitszustandskennzeichnung
	§ 34	Aufstellung von Arbeitsmitteln
	§ 35	Benutzung von Arbeitsmitteln
	§ 36	Gefährliche Arbeitsmittel
	§ 41	Ermittlung und Beurteilung von Arbeitsstoffen
	§ 44	Kennzeichnung, Verpackung und Lagerung
7.5.3 Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit	---	---
7.5.4 Eigentum des Kunden	---	---
7.5.5 Produktfreigabe	---	---
7.6 Lenkung von Überwachungs- und Messmitteln	§ 38	Wartung von Arbeitsmitteln
<b>8. Messung, Analyse und Verbesserung</b>		
8.1 Überwachung und Messung	---	---
8.1.1 Kundenzufriedenheit	---	---
8.2 interne Audit	§ 77 Abs. 5	Beauftragung durch SFE
	§ 78	sicherheitsrelevante und arbeitsmedizinische Befragungen von Kleinbetrieben, Befragung
	§ 82 Abs. 6	Beauftragung durch AMED
	§ 85 Abs. 2	Zusammenarbeiten, Besichtigungen
8.2.3 Überwachung und Messung von Prozessen	§ 37	Prüfung von Arbeitsmitteln
	§ 41 Abs. 6	Ermittlung und Kennzeichnung von Arbeitsstoffen
	§ 46	Messungen
	---	Sicherheits- und Alarmanlagen
	§ 49	Eignungs- und Folgeuntersuchungen
	§ 50	Untersuchungen bei Lärmarbeit
	§ 51	sonstige besondere Untersuchungen
	§ 52	Durchführung von Eignungs- und Folgeuntersuchungen
8.2.4 Überwachung und Messung des Produkts	---	---
8.3 Lenkung nichtkonformer Produkte	---	---
8.4 Datenanalyse	§ 84	Aufzeichnungen und Berichte
8.5 Verbesserung	---	---
8.5.1 Ständige Verbesserung	---	---
8.5.2 Korrekturmaßnahmen	§ 3	Allgemeine Pflichten der AMI
8.5.3 Vorbeugungsmaßnahmen	§ 4	Ermittlung und Beurteilung der Gefahren, Festlegung von Maßnahmen
	§ 7	Grundsätze der Gefährdungsbeurteilung
	§ 15	Pflichten der AN

Vereinfachte Gegenüberstellung ISO 9001:2000 und ASchG plus Verordnungen

TABELLEN BEIGESTELLT

Gesetze gibt es schon sehr lange. Man denke nur an die zehn Gebote oder an den Kodex Hammurabi. Heutzutage hat jeder Rechtsstaat ein umfassendes Rechtssystem mit Gesetzen, Verordnungen und Bescheiden aufgebaut.

Das System in Österreich besteht aus der Legislative mit der Rechtsge-

bung, der Exekutive mit der Rechtsüberwachung und der Judikatur mit der Rechtssprechung.

Nachvollziehbares Management in Form von genormten Managementsystemen hingegen hat noch keine so lange Tradition. Als Geburtsstunde in der modernen Betrachtungsweise wird oftmals das

Jahr 1987 genannt, als die „ISO 9000:ff“-Normenfamilie für Qualitätssicherungssysteme veröffentlicht wurde.

Anhand des Beispiels ISO 9001 und dem ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) sind die Zusammenhänge zwischen Managementsystem und Gesetz plastisch darstellbar.





FOTO: PHOTODISC

Managementsysteme und Gesetze können sich wirkungsvoll ergänzen

### Aufgaben, Verantwortungen und Befugnisse

Die ISO 9001:2000 fordert ganz allgemein, dass die Aufgaben, Verantwortungen und Befugnisse in der Organisation festgelegt und dokumentiert sein müssen.

Im ASchG werden konkret definierte Personen vom Gesetz vorgegeben, denen exakt festgelegte Aufgaben, Verantwortungen und Befugnisse zugeordnet sind. Dies sind z. B. Arbeitgeber, Arbeitnehmer, Sicherheitsfachkraft, Arbeitsmediziner, Sicherheitsvertrauenspersonen usw. Des Weiteren sind im ASchG die Ersthelfer, Brandschutzbeauftragten und Brandschutzwarte zitiert, die in der Arbeitsstättenverordnung konkret ausformuliert sind.

### Managementreview

Die ISO 9001:2000 fordert, dass das Qualitätsmanagementsystem in regelmäßigen Abständen von der obersten Leitung auf seine Leistungsfähigkeit bewertet wird und dass daraus entsprechende Weiterentwicklungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Im ASchG wird für Organisationen

mit mehr als 100 Mitarbeitern die Einsetzung eines Arbeitsschutzausschusses gefordert, der zweimal jährlich die betriebliche Leistung bezüglich Sicherheits- und Gesundheitsaspekte zu behandeln hat.

Es sind auch die Personen definiert, die daran teilnehmen müssen. Auch hier sind wiederum bei Bedarf Maßnahmen abzuleiten. Die Synergien zwischen den beiden Anforderungen sind leicht zu erkennen.

### Validierung von Prozessen

Die ISO 9001:2000 fordert die Überprüfung von Herstellungsprozessen auf Sicherstellung einer gleich bleibenden und reproduzierbaren Produktqualität. Erst dann kann die Freigabe zu einer Serienproduktion erfolgen.

Das ASchG fordert die Evaluierung von Arbeitsplätzen, Arbeitsstoffen und Arbeitsmitteln, die alle unmittelbar mit einem Herstellprozess verknüpft sind. Auch diese Überprüfung mit Maßnahmen zur Sicherstellung eines akzeptablen Risikopotenzials berechtigt zum Betreiben des Herstellprozesses.

### Mess- und Prüfmittel

Die ISO 9001:2000 fordert, dass alle Mess- und Prüfmittel erfasst und regelmäßig auf ihre Tauglichkeit (Messgenauigkeit und Messunsicherheit) überprüft werden. Dieser Vorgang wird als „Kalibrieren“ bezeichnet.

Im ASchG wird die regelmäßige Überprüfung von Sicherheitseinrichtungen gefordert. In der Arbeitsstättenverordnung sind diese „überwachungs-pflichtigen Einrichtungen“ dezidiert aufgezählt. Auch die Überprüfungsintervalle sind vorgegeben. Des Weiteren sieht auch die Arbeitsmittelverordnung diese Überwachungspflichten vor wie z. B. für Druckgeräte, Hebezeuge, Zentrifugen, Klimageräte, Absaugeinrichtungen und viele mehr. Auch der aus der Gewerbeordnung entstehende Anlagengenehmigungs-Bescheid kann Überwachungspflichten für diverse Anlagen und Anlagenteile enthalten. In diesen Fällen wird von „technischen Prüfpflichten“ gesprochen.

Das Werkzeug zum Steuern dieser überwachungspflichtigen Einrichtungen ist in allen Fällen dasselbe. Lösungen dazu reichen von einem einfachen manuell bedienten Karteikasten bis hin zu komfortablen EDV-Programmen mit on-

line-Anbindungen zu den entsprechenden Gesetzen, Verordnungen und sonstigen Regelungen und automatischem Urgenzwesen. Wer so ein Werkzeug in einem Qualitätsmanagementsystem bereits betreibt hat es nun leicht. Er braucht nur noch das System zur Mess- und Prüfmittelüberwachung mit den anderen Fachbereichen ergänzen.

## Audit

Die ISO 9001:2000 fordert die Durchführung von internen Audits. In systematischen Untersuchungen soll untersucht werden, ob die eingerichteten Systeme, Systemelemente, Prozesse und Werkzeuge funktionieren und gute Dienste leisten. Ziel ist es Verbesserungspotenziale zu erkennen und diese umzusetzen.

Das ASchG fordert die Durchführung von „Begehungen“ mit dem Ziel, den Betrieb auf Umsetzung und Einhaltung von Arbeitsschutzbestimmungen hin zu überprüfen, um daraus Verbesserungsmaßnahmen ableiten zu können.

Für beide Fälle kann wiederum dieselbe Vorgangsweise bzw. Systematik verwendet werden. Es ist nicht zwingend notwendig, auf Grund der unterschiedlichen Begriffe auch unterschiedliche Vorgänge und Werkzeuge zu entwickeln.

Alle Synergien, die sich daraus ergeben, können den Unternehmen zu einer effizienten Vorgangsweise verhelfen.

Die durchaus oft anzutreffende Meinung, dass es sich bei der Bege-

hung und beim Audit um zwei voneinander unabhängige Vorgänge handelt, soll durchaus kritisch überprüft werden.

Jeder Betriebsverantwortliche soll für sich selbst entscheiden, ob er auf die Ausnützung der möglichen Synergien verzichten will.

Es gibt noch eine ganze Reihe von weiteren Anforderungen aus der ISO 9001 und dem ASchG, wo weitere gleichartige Themen behandelt werden.

## Diskussion

Die Managementsystemnormen legen fest, was für das Betreiben eines vollständigen Managementsystems an Systemelementen erforderlich ist. Sie legen jedoch nicht fest, wie diese Elemente ausgeführt sein müssen. Diese Aufgabe wird den Organisationen in Eigenverantwortung übertragen. Sie sollen die für sie sinnvollen Inhalte selbst erarbeiten und danach die Führung des Unternehmens ausrichten.

Die Gesetze hingegen legen zu vielen Systemelementen ganz konkret die Mindestanforderungen fest. Hier hat die Organisation keinen freien Spielraum sondern ist zur Einhaltung der Gesetze verpflichtet. Darüber hinaus steht es dem Unternehmen frei, weitere Leistungen auf freiwilliger Basis zu erbringen.

Bei dieser nun genaueren Betrachtung der ISO 9001 und des ASchG kann festgestellt werden, dass beide Regelwerke zu vielen identen Themen Stellung beziehen und Regelungen vor-

geben. Die Kenntnis dieser Übereinstimmung ermöglicht die Ausnutzung von nicht unerheblichen Synergiepotenzialen.

## Ausblick

Managementsysteme (z. B. ISO 9001) und Gesetze (z. B. das ASchG) haben sehr wohl etwas miteinander zu tun. Sie stehen in permanenter Wechselwirkung zueinander und ergänzen sich in Form einer Symbiose. Das Managementsystem liefert die Struktur und das „WAS“ zu tun ist.

Die Gesetze steuern die detaillierten Inhalte bei und definieren das „WIE“ es zu tun ist. Und beide ergänzen sich zu einem vollständig definierten Führungsinstrument.

Alle jene Organisationen, die bereits ein Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001:2000 eingeführt haben, können dieses System mit den Anforderungen des ASchG ergänzen. Daraus entsteht ein integriertes Managementsystem für Qualität, Sicherheit und Gesundheit.

Diese Vorgangsweise verhilft der Organisation zu einem effizienten Führungsinstrument und durch die daraus resultierenden Synergien kann zusätzlicher Nutzen erzeugt werden.

Dr. Johann Wirnsperger  
Maurach 330  
6200 Buch bei Jenbach  
Österreich  
Tel.: (+43 664) 411 67 71  
E-Mail: J.Wirnsperger@tirol.com

## ZUSAMMENFASSUNG

Was haben Qualitätsmanagement und das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz miteinander zu tun?

Auf den ersten Blick ist ein Zusammenhang nicht zu erkennen. Bei genauerer Betrachtung kann dieser erste Eindruck jedoch nicht bestätigt werden. In diesem Artikel werden die gegenseitigen Übereinstimmungen erarbeitet. Es wird erkannt, dass Managementsystem und Gesetze in einer Art „Symbiose“ zusammenwirken.

## SUMMARY

What do quality management and the Labour Protection Law have in common?

At first sight, a connection is not to be perceived. However, this first impression cannot be confirmed when looking closer.

This article identifies the common ground. It recognises that management system and laws coact in a kind of "symbiosis".

## RÉSUMÉ

Que la gestion de qualité et la loi de travail de protection ont-elles en commun?

A première vue, un raccordement n'est pas visible. Cependant, cette première impression ne peut pas être confirmée lors d'une considération plus précise. Dans cet article, les communautés sont élaborées. On reconnaît que le système de gestion et les lois coagissent dans une sorte de "symbiose".

# Arbeitsorganisation und Ergonomie im Büro der Zukunft

Glaubt man den Studien zur Zukunft der Arbeit in Mitteleuropa, so wird sich unser Wirtschaftssystem immer mehr von der Produktion hin zu Dienstleistung und Handel entwickeln. Das Büro wird hier eine zentrale Rolle übernehmen. Vor allem Anforderungen an die Kommunikation werden im Büro der Zukunft zunehmen.

Dieter Lorenz



FOTOS: BEGESTELLT

Beeinflusst von zunehmender Zusammenarbeit auf den unterschiedlichsten Ebenen werden immer öfter Büros mit offenen Strukturen bevorzugt

**O**rganisationsveränderungen sind heute fester Bestandteil eines Unternehmens. Nur die Unternehmen, die sich rasch an die geänderten Markt- und Umfeldbedingungen anpassen, erfüllen die notwendigen Voraussetzungen, auch zukünftig erfolgreich bestehen zu können.

Organisationsentwicklung – bisher

als Gegenstand zentraler Gestaltung verstanden – wird damit auch markt- und kundennah „dezentralisiert“. Selbständige Organisationseinheiten, Teams gestalten ihre „Spielregeln“ selbst: Organisation und Arbeitszeit werden immer flexibler.

Gearbeitet wird dann, wenn die Arbeitsleistung benötigt wird. In global agierenden Unternehmen sind feste

Arbeitszeiten eher kontraproduktiv. Der Kunde bestimmt, wann die Arbeit zu erbringen ist. Die Anwesenheit der über den Globus verteilten Kolleginnen und Kollegen diktiert die Kommunikationszeiten. Welche Bedeutung werden Ergonomie sowie Arbeits- und Gesundheitsschutz unter diesen Randbedingungen in Zukunft haben? ▶

## Menschengerechte Gestaltung der Arbeit

In der europäischen Gesetzgebung zu Arbeits- und Gesundheitsschutz finden sich immer wieder Hinweise auf eine menschengerechte Gestaltung der Arbeit. Die Ergonomie als Teildisziplin der Arbeitswissenschaft sieht sich berufen, hierzu Antworten zu geben. Auffällig ist, dass in Verbindung mit menschengerechter Gestaltung und Gesundheit die Aspekte des Wohlfühlens und des Wohlbefindens der Menschen bei der Arbeit herausgestellt werden. Dass Wohlbefinden bei der Arbeit nicht immer gleichbedeutend mit geringer Beanspruchung, Leistung, Produktivität und Wirtschaftlichkeit gesetzt werden kann, ist in mehreren Untersuchungen nachgewiesen worden. Gerade ergonomische Untersuchungen machen oft deutlich, dass zwischen subjektiv empfundenem Wohlbefinden und objektiv messbarer Leistung und Beanspruchung eine Diskrepanz besteht.

## Büroarbeit aus Unternehmenssicht

In einer im Jahr 2003 durchgeführten Umfrage mit dem Titel „Neue Büroimmobilie – Chance oder Kostenfalle?“ wurden Führungskräfte von 200 Unternehmen in Deutschland und Österreich zu unterschiedlichen Aspekten der Bürogestaltung befragt. Beeinflusst von zunehmender Team- und Zusammenarbeit auf den unterschiedlichsten Ebenen der Büroarbeit werden Gruppenbüros mit offenen Strukturen und Gruppenbüros mit Abtrennungen durch transparente Raumsysteme/Glaswände (sogenannte Kombibüros) von ca. zwei Drittel der befragten Unternehmen bevorzugt. Das Zellenbüro, die derzeit noch verbreitetste Büroform im deutschsprachigen Raum, ist damit deutlich auf dem Rückzug, obwohl viele Beschäftigte diese Büroform sehr schätzen und – wie aus eigenen Erfahrungen in einer Vielzahl von Planungs- und Gestaltungsprojekten festgestellt

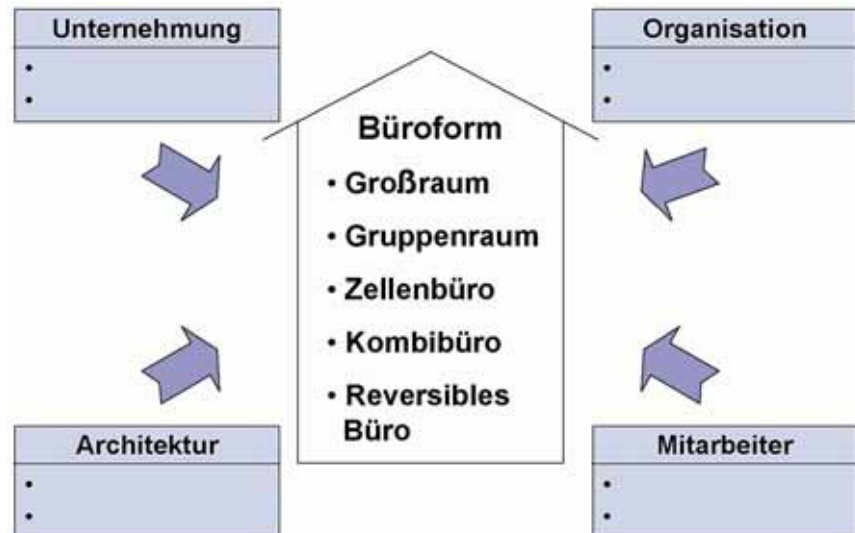


Abb. 1: Einflussfaktoren auf die Wahl der Büroform

werden konnte – mit „Zähnen und Klauen“ gegenüber offenen Bürostrukturen verteidigen. Gerade Argumente wie Wohlfühlen, Motivation werden hierbei ins Feld geführt. Haben die Beschäftigten die Vorteile offener Raumstrukturen erst einmal erleben können, zeigt sich rasch, dass auch diese zum Wohlbefinden beitragen können. Ganz sicher tragen sie jedoch zu besseren Arbeitsergebnissen bei, wie eine Studie zum Einfluss offener, transparenter Bürostrukturen im Vergleich zu geschlossenen Zellenbüros gezeigt hat. Der Zusammenhang von verbesserter Kommunikation und Produktivität konnte hergestellt werden. Auch die Zufriedenheit der Mitarbeiter blieb trotz anfänglich größter Vorbehalte nicht auf der Strecke.

Ziel der meisten Unternehmen ist es, Gewinne zu erwirtschaften, um damit ihre Marktstellung zu behaupten und die Existenz zu sichern. Erhaltung und Wachstum von Arbeitsplätzen hängen damit eng zusammen. Zweifelsohne hat Wohlbefinden bei der Arbeit einen hohen Stellenwert für Unternehmen, wie weitere Ergebnisse der oben erwähnten Studie zeigen. Das Erscheinungsbild eines Büros, dessen Gestaltungsqualität wirken aus Sicht der Unternehmen

positiv auf die Beschäftigten und tragen damit zum Unternehmenserfolg bei. Welches sind die Büroformen, die den arbeitsorganisatorischen Herausforderungen der Zukunft am besten gerecht werden?

## Menschengerechte Büroformen

Grundsätzlich hat eine Büroform keinen Selbstzweck. Die Büroform dient dazu, die Prozesse in einem Unternehmen zu unterstützen, den Menschen geeignete Raumstrukturen zu bieten, in denen sie produktiv und effektiv arbeiten können und ihre Gesundheit geschützt wird. Somit haben die Einflüsse der Organisation und der Mitarbeiter die höchste Bedeutung (vgl. Abb. 1). Damit wird aber auch deutlich, dass sich Büroformen ändern müssen, wenn sich z. B. die Organisation verändert. In Zeiten ständiger Veränderungen sind somit starre Strukturen reversiblen deutlich unterlegen.

Welche der in Abbildung 1 dargestellten Büroformen haben die besten Voraussetzungen den Anforderungen der veränderten Arbeitswelt Rechnung zu tragen? Ist bei zunehmender Kommunikation der Großraum mit seiner Totalkommuni-



Abb. 2: Beispiel eines Kombibüros

kation die richtige Büroform? Nach den Erfahrungen des Autors eher nicht. Überdimensionierung der Kommunikation ohne Rückzugsmöglichkeiten für konzentrierte Einzelarbeit lässt schlechtere Ergebnisse erwarten als die nachfolgend vorgestellten zukunftsweisenden Bürokonzepte.

### Das Kombibüro

Kombi-Büros erlauben die konzentrierte Arbeit im Arbeitsraum ebenso wie Gruppenarbeit und Kommunikation im Multiraum (vgl. Abb. 2). Die herausragenden Merkmale des Kombi-Büros liegen im raschen Wechsel von konzentrierter und kommunikativer Arbeit, verbunden mit Transparenz und Offenheit. Und gerade darin liegt der besondere Vorteil des Kombibüros für die Arbeit der Zukunft.

Diese Büroform besteht aus individuell gestaltbaren Einzelbürozellen, die um einen innenliegenden "Allraum" bzw. Multiraum angeordnet sind. Das Konzept ist durchaus vergleichbar mit der Struktur einer Kleinstadt.

Um den „Marktplatz“ herum sind die „Häuser“ angeordnet. Der „Marktplatz“ ist Kommunikationstreffpunkt und dient der zentralen Versorgung (Kommunikation und „Handel“ mit Informationen). Hier werden Besprechungsbereiche, Technikpools (Drucker, Kopierer, Fax) und Archivbereiche untergebracht; die „Häuser“ bieten schützenden Rückzug und In-

dividualität (konzentrierte Einzelarbeit in der Zelle).

### Das reversible Büro

Die zunehmende Dynamik in der Organisation, flachere Führungsstrukturen, stärkere marktwirtschaftliche Orientierung in den Unternehmen, Teamarbeit, rasch wechselnde Kommunikations- und Konzentrationsanforderungen und vieles mehr fordern ein Maximum an Variabilität und Flexibilität von den Bürogebäuden. So vielschichtig wie die in einem Büro zu erledigenden Aufgaben, so vielschichtig sollten auch die Büroformen sein. Da es nicht eine Büroform geben kann, die allen Aufgaben eines Unternehmens gerecht werden kann, entstand vor ca. 15 Jahren das Konzept des reversiblen Büros.

Unternehmen, die sich unter dem Druck des Marktes ständig verändern, benötigen Büroformen, die mit geringem Aufwand an die jeweiligen organisatorischen Erfordernisse angepasst werden können. Auch für Investoren wird es immer wichtiger, ein Gebäude zu erstellen, das es dem während der Planungs- und Bauphase häufig noch unbekanntem Nutzer zu jedem Zeitpunkt der Nutzung ermöglicht, die Büroform zu wählen, die für sein Unternehmen am besten geeignet erscheint.

Grundlage ist ein Baukörper, der sowohl als Gruppenbüro, Ein- bis Mehrpersonenzellenbüro oder Kombi-Büro ausgeführt werden kann. Damit ergibt sich ein multifunktionales Bürogebäude, das mit hoher Wahrscheinlichkeit den Anforderungen der Zukunft gerecht werden kann. Aufgrund der unternehmensspezifischen Anforderungen kann nun z. B. auf jeder Etage eine andere Büroform realisiert werden: Z. B. ein Gruppenbüro im Erdgeschoß, ein Kombi-Büro im ersten Obergeschoß und eine Struk-

tur aus Zellenbüros im zweiten Obergeschoß.

### Das nonterritoriale Büro

Flexible, markt- und kundenorientierte Organisationskonzepte führen dazu, dass die Mitarbeiter eines Unternehmens immer seltener am eigenen, persönlich zugewiesenen, Arbeitsplatz ihre Aufgaben erledigen. Die Aufgabenerledigung findet in Besprechungsräumen, beim Kunden, unterwegs oder – im Zusammenhang mit der sich verbreitenden Telearbeit – zu Hause statt. Die Nutzungszeiten des eigenen Arbeitsplatzes werden dabei so gering, dass es unwirtschaftlich wäre, für jeden Beschäftigten dauerhaft einen Arbeitsplatz bereit zu halten. Bei Anwesenheitszeiten eines Mitarbeiters von nur zwei bis drei Tagen pro Woche im Unternehmen oder sporadischer Nutzung des Arbeitsplatzes über den Tag, kann die Einführung eines nonterritorialen Büros sinnvoll sein.

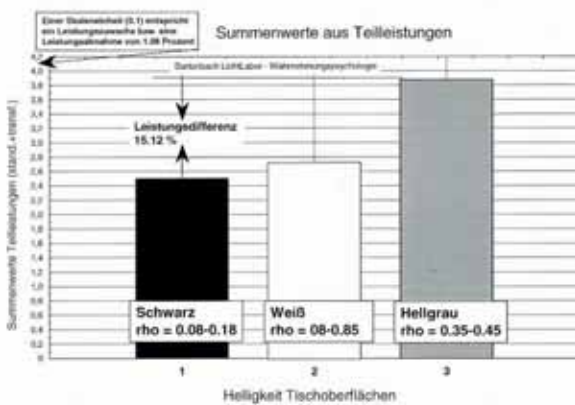
Hier können in den unterschiedlichsten Büroraumformen Arbeitsplätze von verschiedenen Beschäftigten auf Zeit (Desk-Sharing = mehrere Mitarbeiter teilen sich einen Arbeitstisch, Room-Sharing = die Mitarbeiter einer Abteilung teilen sich die Arbeitsplätze eines Gebäudeabschnitts, Building-Sharing = die Mitarbeiter suchen sich losgelöst von organisatorischen Zugehörigkeiten einen beliebigen Arbeitsplatz im Bürohaus) genutzt werden. In der Regel sind die Räume mit Arbeitstischen ausgestattet, die sich die Mitarbeiter nach unterschiedlichen Kriterien aussuchen (gewünschte Nähe zum Kollegen, aufgabenspezifische Anforderungen, o. ä.). Die benötigten persönlichen Unterlagen werden vom Mitarbeiter in Form von Rollcontainern oder Aktenkoffern mit an den Arbeitsplatz gebracht.

Grundsätzlich können alle Büroformen auch für das nonterritoriale Büro genutzt werden. Transparente und offene Bürostrukturen (Gruppenbüro, Kombi-Büro, reversibles Büro) sind

# Leistungsvergleich versus subjektive Beurteilung



## Vergleich von Tischoberflächen



Subjektive Beurteilung der Arbeitsräume  
Semantisches Differential - Mittelwerte aus N= 31/30/32

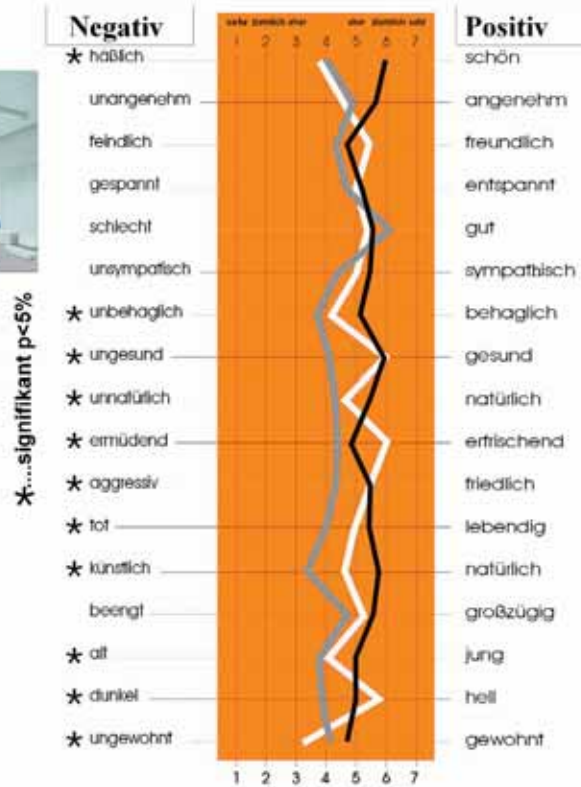


Abb. 3: Ergebnisse eines Laborexperimentes zum Einsatz unterschiedlich farbiger (schwarz, weiß, hellgrau) Arbeitsflächen an Bildschirmarbeitsplätzen (Quelle: Bartenbach Lichtlabor)

jedoch eher zu empfehlen, da die Kommunikation der Mitarbeiter von diesen eher unterstützt wird als von abgeschlossenen Büroformen (Zellenbüro). Wenn die Mitarbeiter schon nicht mehr ständig im Büro sind, kommt der Kommunikation eine besondere Bedeutung zu.

Seitens der Beschäftigten, für die ein eigener Arbeitsplatz noch immer von hoher Bedeutung ist, gibt es häufig starke Widerstände gegen nonterritoriale Büros. Den Bedürfnissen der Beschäftigten nach Territorialität, Privatheit und Geborgenheit am eigenen Arbeitsplatz ist im nonterritorialen Büro auch nicht einfach Rechnung zu tragen.

Sollen derartige Konzepte nicht frühzeitig an der Ablehnungshaltung der Beschäftigten scheitern, ist auf einen „Werteausgleich“ zu achten. Der „Verlust“ des eigenen Arbeitsplatzes wird dann leichter verschmerzt, wenn gleichzeitig der „Gewinn“ neuer wichtigerer Aspekte zu

verzeichnen ist, wie z. B. flexiblere Arbeitszeit, Selbstbestimmung bei der Arbeitsausführung, Telearbeit u. ä.

## Wohlbefinden versus Leistung und Beanspruchung

Viele arbeitswissenschaftliche und arbeitspsychologische Untersuchungen haben gezeigt, dass keinesfalls ein automatischer Zusammenhang zwischen Wohlbefinden und Leistung hergestellt werden kann. Die Tatsache, dass Beschäftigte sich bei der Arbeit wohlfühlen oder Arbeitsbedingungen akzeptieren, ist keine notwendige Bedingung zur Gewährleistung von positiven Leistungsergebnissen und Motivation bei der Arbeit. Selbstverständlich ist Arbeit heute nicht mehr mit Mühsal, Last und Plage gleichzusetzen (dies entspräche der inhaltlichen Übersetzung des

Wortstamms „Arbeit“ aus dem Mittelhochdeutschen), aber dennoch ein Zustand, auf den durchaus Begriffe wie Aktivierung, Anspannung, Aufmerksamkeit und Konzentration angewandt werden können.

Als wichtiger Gegenpart ist hier die Freizeit und das Zuhause zu sehen mit der Funktion der Ruhe, Entspannung und Regeneration. Viele Bedingungen, die mit Wohlfühlatmosphäre umschrieben werden, entsprechen jedoch eher dem Sektor Freizeit und Zuhause.

So wie die Arbeits- und Umfeldbedingungen bei der Arbeit überwiegend Vigilanz, sollten diese außerhalb der Arbeit Regeneration und Entspannung fördern.

Anhand eines ausgewählten Beispiels zur Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen soll dieser Zusammenhang erläutert werden. Am Bartenbach Lichtlabor in Innsbruck werden von

Prof. Bartenbach und Dr. Witting seit vielen Jahren die wohl weltweit umfangreichsten Untersuchungen zum Einfluss von Beleuchtung und Bildschirmarbeit durchgeführt.

Jedes Experiment wird mit 60 Versuchspersonen durchgeführt. Dabei werden Leistungsgrößen (Schnelligkeit, Genauigkeit, etc.), Beanspruchungsgrößen (physiologische Beanspruchungsmessungen, Befragungen, etc.) sowie subjektive Beurteilungen (Wohlbefinden, Akzeptanz, etc.) erhoben.

Sehr in Mode gekommen sind schwarze Arbeitsflächen, schwarze Tastaturen, Mäuse und Bildschirmgehäuse. Am Bartenbach Lichtlabor wurde der Einfluss der Tischoberfläche (schwarz, weiß, hellgrau) auf das subjektive Wohlbefinden und die Leistung gemessen.

Während von den Versuchspersonen die hellgraue Arbeitsfläche am Bildschirmarbeitsplatz subjektiv am schlechtesten bewertet wurde, ergaben sich für diese Untersuchungsbedingung die besten Leistungsergebnisse und die geringste Beanspruchung. Die subjektiv sehr positiv bewertete schwarze Arbeitsfläche führte jedoch zu den

schlechtesten Leistungsergebnissen während der Versuche (vgl. Abb. 3).

Solide Ergonomie im Büro der Zukunft wird gerade unter dem Aspekt der zunehmend geforderten Leistungserbringung bei möglichst geringer Beanspruchung besonders wichtig.

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Dieter Lorenz

Fachhochschule Gießen-Friedberg

Wiesenstr. 14

35390 Gießen, Deutschland

Tel.: (+49 172) 670 68 35

E-Mail: dr.dieter\_lorenz@t-online.de

## LITERATUR

Bartenbach, Ch.; Witting, W.: Visuelle Belastung bei Bildschirmarbeit, S. 251 – 274. In: Eckhardt, K.; Lorenz, D.; Sust, Ch. A. (2003): Call Center Gestaltung – Ein arbeitswissenschaftliches Handbuch. Ferber'sche Universitätsbuchhandlung, Gießen

Friedl, K.; Leuchtenmüller, A. Lorenz, D. (2003): Neue Büroimmobilie – Chance oder Kostenfalle.

Hrsg.: Bene Consulting, Leipziger Str. 8, D-60487 Frankfurt/m.

GfA (1999): Selbstverständnis der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Hrsg.: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund.

Lorenz, D.: Büro nach Maß, aktuelle Büroformen im Vergleich, S. 58-70. In: Knirsch, J. (2002): Büroräume Bürohäuser. Verlagsanstalt Alexander Koch, Leinfelden-Echterdingen 2. überarbeitete und erweiterte Auflage.

Lorenz, D.; Sust, Ch. A.: Büroform und Produktivität. Hrsg.: ABoVe GmbH, Dresdener Str. 11, D-35435 Wettenberg

Lorenz, D., Schneider, F.; Struhk, H. (1994): Lean-Office. Die ganzheitliche Optimierung des Büros. Akzente Studiengemeinschaft, Pfaffenkogelweg 26, 83483 Bischofswiesen

## ZUSAMMENFASSUNG

Der in unserer Arbeitswelt stattfindende Umbruch macht auch vor den Büros nicht halt. Zunehmende Dienstleistungsaufgaben, Markt- und Kundennähe fordern rasche Anpassungsleistungen und hohe Flexibilität. Einflüsse der Organisation und der Mitarbeiter haben Bedeutung für die Wahl der Büroform. Hierbei gilt es in geeigneter Weise auszugleichen zwischen den Bedürfnissen der Arbeitsorganisation und den Anforderungen der Mitarbeiter an ihr Arbeitsumfeld. Untersuchungen zeigen, dass die subjektive Einschätzung der Mitarbeiter oft im Gegensatz zu objektiv messbaren Leistungsgrößen steht. Daraus darf jedoch nicht der Schluss gezogen werden, subjektiv empfundenes Wohlbefinden der Mitarbeiter sei nicht erforderlich bei der Arbeit. Im Gegenteil: Wohlbefinden sollte auf leistungs- und gesundheitsförderlichen Arbeitsbedingungen aufbauen.

## SUMMARY

Change taking place in our business world does not spare offices. Increasing service tasks, and market and customer proximity demand rapid adjustment skills and high flexibility. Influences of the organisation and of colleagues are important for the choice of the office form.

This requires an appropriate balancing of the needs of the work organisation and the demands of employees in their work environment. Investigations show that the subjective assessments by employees often contrast with objectively measurable results.

This, however does not suggest that subjectively felt well-being of employees is not necessary at work. On the contrary: Well-being should base on conditions promoting performance and health.

## RÉSUMÉ

Le changement radical ayant lieu dans notre monde du travail ne s'arrête non plus devant les bureaux. Les tâches de service croissantes, la proximité de la clientèle et du marché exigent une aptitude d'adaptation rapide et une flexibilité élevée. Des influences de l'organisation et des employés sont importantes pour le choix de la forme de bureau. Dans ce cas, il s'agit de compenser de manière appropriée entre les besoins de l'organisation du travail et les exigences des employés de leur environnement de travail. Des études montrent que l'estimation subjective des employés contredit souvent les paramètres de performance objectivement mesurables. Ceci ne doit cependant pas mener à la conclusion que le bien-être senti subjectivement par les employés n'est pas nécessaire au travail. Au contraire: Le bien-être devrait se baser sur des conditions de travail favorisant la santé est la performance.

# Raumakustik in Schulen

Gerade in Schulen hat unzureichende Raumakustik fatale Folgen. Wenn die Sprachverständlichkeit nicht gesichert ist und Fremdgeräusche störend wirken, sind mangelnde Lernerfolge das zwangsläufige Ergebnis.

Walter Mayr



In jüngster Vergangenheit wurde eine Vielzahl neuer Arbeitsstätten besucht, bei denen im Zuge der Planung raumakustische Belange sicher nicht diskutiert wurden. Dramatisch sind die Verhältnisse, wenn es sich um Kindergärten oder Schulen handelt.

Da es hinsichtlich Raumakustik kaum Einschränkungen bezüglich der jeweiligen Widmung der Arbeitsstätte gibt, beziehen sich die folgenden Ausführungen ausschließlich auf Schulen.

Die beschriebene Vorgangsweise zur Beurteilung der raumakustischen Qualität ist für alle Arbeitsräume, auch für Betriebsstätten, in gleicher Weise geeignet.

Für Theater, Opern- und Konzerthäuser ist „gute Akustik“ eine Selbstverständlichkeit; ja sogar die Voraussetzung für den Erfolg der dort dargebotenen Ereignisse, geht es doch darum, diese akustisch einwandfrei wahrnehmen und genießen zu können.

Für Klassenräume sind ähnliche

Kriterien wünschenswert. Der Lernerfolg hängt schließlich auch davon ab, wie gut die dargebotenen Inhalte verstanden und verarbeitet werden.

Dies ist, wie die Erfahrung zeigt, vor allem von der Raumakustik abhängig, weil es bei gediegener Raumakustik viel leichter ist, sich zu konzentrieren.

Leider scheint es weitgehend unbekannt zu sein, dass insbesondere bei neuen Objekten, gediegene Akustik mit geringfügigem Mehraufwand möglich ist.



## Lärm – Wirkungen auf den Menschen

Lärm ist, sehr vereinfacht ausgedrückt, lauter oder störender Luftschall. Es muss jedoch bemerkt werden, dass es bisher kaum einen determinierten Zusammenhang zwischen Schallpegel und der subjektiv empfundenen (psychischen) Wirkung gibt. Das Tropfen eines Wasserhahnes oder das Ticken eines Weckers (Pegel ca. 30 dB), kann einem Menschen zur Last fallen, während ein anderer diese Geräusche gar nicht bewusst wahrnimmt.

Aus langjähriger Erfahrung bekannt ist, dass Geräusche, unabhängig vom jeweiligen Schalldruckpegel, kaum als belästigend empfunden werden, wenn die Akustik „stimmt“. Dieses Statement gilt generell – nicht nur für Unterrichtsräume. Demnach ist gute Raumakustik überall sinnvoll, wo konzentriertes Arbeiten gefordert ist.

Gerade im Zusammenhang mit Klimaanlage in Klassenräumen sind diese Gesichtspunkte wichtig. Bei unzureichender Raumakustik können Geräusche der Lüftungsanlage äußerst störend wirken und damit zusätzlich das Konzentrationsvermögen von Schülern und Lehrern negativ beeinflussen. Wenn man bedenkt, dass Dauerschallpegel über 85 dB zu Schwerhörigkeit führen können, so sind die Messergebnisse, die in verschiedenen Schulen gemacht wurden, mehr als erschreckend.

## Raumakustik

Unter Raumakustik im vorliegenden Zusammenhang versteht man die Bedämpfung von Räumen.

Gute Raumakustik bringt folgende Vorteile:

- Geräusche werden nicht als lästig empfunden;
- Pegelminderung von 3 – 10 dB.

## Raumakustik-Ausführungsformen

- Konstruktionen mit selbsttragenden Akustikplatten auf Mineralwollebasis.

- 50 mm starke Mineralwolleplatten zwischen Lattenrost verlegt, Abdeckung mit Glasfaservlies (Rieselschutz) und Lochblech, Streckmetall, Weichfaserplatten, Herakustikplatten, oder Kontralattung.

- Abhängen handelsüblicher Schallschluckkörper (Baffeln), in Turnhallen möglich.

- Mineral- oder zementgebundene Holzwolleleichtbauplatten als verlorene Schalung.

- Aufspritzen von K13.

- Ankleben von Kunstschäumplatten.

- Spezielle Holzkonstruktionen.

## ÖNORM B 8115-3

Die Qualität der Raumakustik lässt sich mit dem „mittleren, auf die Raumbofläche bezogenen Schallschluckgrad  $\alpha_m$ “ hinreichend genau beschreiben.

ÖNORM B 8115-3 legt raumakustische Anforderungen für Räume fest, in denen eine gute Hörsamkeit, insbesondere Sprachverständlichkeit, gesichert werden soll; z. B. Veranstaltungsräume, Unterrichtsräume.

In Punkt 4 sind Anforderungen für gute Hörsamkeit beschrieben. Die raumakustischen Kriterien werden dabei über die Nachhallzeit definiert. In Bild 1, Kurve 2, wird ausdrücklich auf Räume, in denen die Sprachverständlichkeit im Vordergrund steht, wie Hörsäle, Unterrichts-, Vortrags-, Seminar- und Sitzungsräume Bezug genommen.

Pausenräume in Schulen, die oft für Veranstaltungen genutzt werden, dürfen nach dem jeweils zutreffenden Kriterium ausgelegt werden. Andernfalls gelten die, in Punkt 4.2 definierten „Anforderungen für Lärmminde- rung“.

Diesen Anforderungen gemäß sind folgende Mindestwerte des mittleren Schallschluckgrades  $\alpha_m$  einzuhalten:

Frequenz	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
vollbesetzte Räume	$\alpha_m$	0,30	0,30	0,33	0,35	0,35
leere Räume	$\alpha_m$	0,20	0,20	0,23	0,25	0,25

Punkt 4 der Norm definiert also für Räume, in denen die „Lärmbekämp-

fung“ im Vordergrund steht, mittlere, auf die Raumbofläche bezogene Schallschluckgrade.

Für Räume, in denen die „Hörsamkeit“ gut sein soll, wird hingegen die vom Raumvolumen abhängige optimale Nachhallzeit angegeben (Bild 1 in ÖNORM B 8115-3, Kurve 2).

Vergleicht man die Erfahrungswerte für gute Raumakustik mit den Daten in Kurve 2, ergeben sich erhebliche Unterschiede.

Für Räume zwischen 100 und 1.300 m<sup>3</sup>, Länge : Breite = 1,5 : 1 und einheitlicher Höhe von 3 m ergibt sich der mittlere, auf die Raumbofläche bezogene Schallschluckgrad zu 0,17 – 0,18.

Einer der Gründe, warum raumakustische Maßnahmen nach wie vor viel zu wenig berücksichtigt werden, mag die relativ komplizierte und nicht eindeutige Aussage der Norm sein. Aus Jahrzehnte langer Erfahrung lässt sich zusammenfassen: Der „mittlere, auf die Raumbofläche bezogene Schallschluckgrad  $\alpha_m$ “ ist für alle Arbeitsräume (auch für Unterrichtsräume) ein hinreichend genaues, höchst einfaches Kriterium, die raumakustische Qualität zu beurteilen bzw. zu optimieren.

Die Überprüfung der raumakustischen Parameter erfolgt üblicherweise durch Messung der Nachhallzeit.

Es gelten folgende Beziehungen:

$$T = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$$

mittlerer Schallschluckgrad  $\alpha_m = \frac{A}{O}$

T Nachhallzeit [s]  
 V Raumvolumen [m<sup>3</sup>]  
 A äquivalente Absorptionsfläche [m<sup>2</sup>]  
 O Raumbofläche [m<sup>2</sup>]

Nach diesem Formalismus ist es leicht möglich, bereits in der Planungsphase, den mittleren Schallschluckgrad und die Nachhallzeit zu berechnen, bzw. Aussagen über die akustische Qualität eines Raumes zu treffen. Voraussetzung ist lediglich, dass man die Beschaffenheit der Raumbegrenzungsflächen kennt.

## Berechnungsbeispiel

Ein Klassenzimmer ist geplant (8,75 \* 5,4 \* 3,25 m). Die Wände bestehen aus

verputzten Mauern und Fensterflächen; die Deckenuntersicht aus Gipskartonplatten; der Fußboden aus PVC. Auch ohne rechnerische Überprüfung ist sicher, dass dieses Projekt in raumakustischer Hinsicht nicht ausgereift ist.

Die Berechnung bestätigt die Vermutung: Im geplanten Klassenzimmer liegt der mittlere Schallschluckgrad zwischen 0,09 und 0,18. Die Raumakustik wird unzureichend sein. Aus den verfügbaren Daten einschlägiger Fachfirmen können mit dem Rechnerprogramm geeignete Konstruktionen ausgewählt werden, wobei die geforderten Absorptionswerte um so besser den Anforderungen entsprechen, je kleiner der Wert für die „Eignung“ ist. Belegen der Deckenuntersicht mit Topakustik 13/3 würde die Anforderung äußerst gut erfüllen. Diese Konstruktion ist jedoch relativ teuer.

In einem zweiten Rechenschritt: 95 Prozent der Deckenuntersicht sollen mit Heraklith F (mit Heraflex Flachswolle) belegt werden, kann gezeigt werden, dass die Raumakustik gemäß ÖNORM B 8115-3 ausreichend gut erfüllt wird.

Das Ergebnis zeigt: Mit dieser Konstruktion werden die Sollwerte sehr gut abgedeckt. Gegenüber dem Hersteller der Akustikdecke kann verlangt werden, die errechnete, frequenzabhängige Nachhallzeit nachzuweisen.

### Gediegene Raumakustik

Wie gezeigt wurde, ist der mittlere, auf die Raumbofläche bezogene Schallschluckgrad ein einfaches, leicht überschaubares Kriterium für gute raumakustische Verhältnisse. Eigenen Beobachtungen zufolge und aus umfangreichem Literaturstudium ergibt sich folgende Zusammenfassung betreffend Optimierung der Akustik in Veranstaltungsräumen:

Mittlerer Schallschluckgrad  $\alpha_m$  bei 500 Hz:

- Mehrzweckräume 0,21
- Sprache 0,25
- Tonwiedergabe (Musikschule) 0,37
- Sport > 0,30

Für sprachliche Darbietungen soll  $\alpha_m$

in allen Frequenzen etwa gleich groß sein. Für Konzerte soll die Nachhallzeit in folgendem Verhältnis zur Frequenz (bezogen auf 500 Hz) sein:

■ Frequenz: 125 250 500 Hz

■ Nachhallzeit: 1,4 1,27 1

$\alpha_m$  gilt immer für besetzten Zustand!

### Raumakustische Projektierung

Der optische Eindruck ist ganz wichtig! Von großen Räumen erwartet der Zuhörer größere Halligkeit. Die Nachhallzeit möglichst frequenzunabhängig anstreben. Lediglich bei Musik Anstieg bei tiefen Frequenzen, das ergibt „Wärme“.

## Erfahrungsberichte

### Volksschule, Nahbereich Krems: Pausenraum:

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
Nachhallzeit	3,50	3,58	3,68	3,91	3,43 s
$\alpha_m$	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07

Wenn sich im Pausenraum etwa 30 Kinder aufhalten, treten Schallpegelspitzen von 100 – 103 dB und Dauerschallpegel von 89 dB auf!

### Hauptschule in Innsbruck; Pausenräume:

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,06	0,07	0,08	0,10	0,09

Wenn sich im Pausenraum etwa 20 Kinder tummeln, treten Schallpegelspitzen von 100 – 104 dB und Dauerschallpegel von 85 dB auf!

### Volksschule im Raum Bischofshofen

Am Gang, 1. Stock, Meßwerte in den Pausen:

Schallpegelspitze	85 – 95 dB;
Dauerschallpegel	76 – 79 dB.

### Hauptschule Nahbereich Innsbruck

Von den Lehrern wird darüber geklagt, dass in den neuen Unterrichtsräumen lauter gesprochen werden muss und Nebengeräusche wesentlich störender als in den alten Klassenräumen empfunden werden. Alle neuen Räume besitzen verputzte Wände und PVC- bzw. Parkettbö-

den. Im Erdgeschoß und im 1. Stock sind die Decken aus Sichtbeton mit Farbstrich gefertigt. Im 2. Stock besteht die Untersicht der Dachschräge aus einer fugendichten Holzschalung.

Dieser konstruktive Aufbau der neuen Unterrichtsräume lässt auf denkbar schlechte raumakustische Verhältnisse schließen. Die schrägen Dachflächen im 2. Stock wirken zusätzlich als Reflektoren: Störgeräusche aus dem Klassenraum werden ungedämpft auf den Kathederbereich eingestrahlt.

Werkraum Holz - Papier; Messwerte

Ständerbohrmaschine im Leerlauf

1 m Abstand 89 dB

4 m Abstand 84 dB

8 m Abstand 82,5 dB

Der mittlere, auf die Raumbofläche bezogene Schallschluckgrad beträgt in allen neuen Räumen:  $\alpha_m \approx 0,15$

### Hauptschule im Mühlviertel

Alle Räume (Klassenzimmer, Pausenräume) sind ähnlich beschaffen: verputzte Wände, Betonrippendecke.

### Klassenzimmer:

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
Nachhallzeit	2,2	1,42	1,08	0,80	0,74
$\alpha_m$	0,7	0,10	0,13	0,18	0,20

Bei der Nachhallzeitmessung waren 21 Kinder und sechs Erwachsene im Klassenraum.

### Pausenraum:

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
Nachhallzeit	4,10	3,15	3,65	3,40	2,90
$\alpha_m$	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07

### Volksschule Nahbereich St. Pölten

Alle Räume besitzen einen Bodenbelag aus PVC, Wände und Deckenuntersicht sind verputzt.

### Musikraum:

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
Nachhallzeit	2,53	2,20	1,99	2,08	1,82
$\alpha_m$	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07

### 1. Klasse:

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,05	0,08	0,12	0,12	0,12

**Handarbeitsraum:**

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07

**Volksschule im Ötztal  
Klassenräume:**

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09

**Pausenraum:**

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06

**Volksschule in Asten;  
Volksschule in Purgstall**

Es ist bekannt, dass in Räumen mit schallharten Begrenzungsflächen die Sprachverständlichkeit und das Konzentrationsvermögen negativ beeinflusst werden. Dramatisch ist diese Auswirkung bei Personen mit Gehörschäden. Je eines der Kinder in den beiden Volksschulen hat angeborene Gehörschäden.

Volksschule Asten

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,10	0,14	0,15	0,16	0,17

Volksschule Purgstall

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,03	0,14	0,15	0,16	0,17

In der Klasse wurden schallschluckende Maßnahmen ausgeführt.

**Nachmessung:**

Frequenz	125	250	500	1000	2000 Hz
$\alpha_m$	0,16	0,20	0,23	0,23	0,22

**Volksschule Oberalm**

In dieser Schule ist eine Wärmerückgewinnungsanlage mit integriertem Lüftungssystem installiert.

In den Klassen unmittelbar neben der Klimazentrale ergaben sich Probleme mit der Schallimmission.

Dabei betragen die „A“-bewerteten Schalldruckpegel, bedingt durch den Betrieb der Lüftungsanlage, in der Mitte der Klassenräume lediglich 38 dB.

Wie sich herausstellte, waren die Klassenräume extrem schallhart. Dieser Umstand ist letztlich der Grund für die Beschwerden.

Dipl.-Ing. Walter Mayr

AUVA

Adalbert-Stifter-Straße 65

1200 Wien, Österreich

Tel.: (+43 1) 331 11-494

Fax: (+43 1) 331 11-347

E-Mail: Walter.Mayr@auva.at

**Noch  
mehr über die  
Welt der Forschung  
finden Sie im  
Fachmagazin  
Austria Innovativ:  
[www.austriainnovativ.at](http://www.austriainnovativ.at)**

**ZUSAMMENFASSUNG**

Bei der Planung neuer Unterrichtsstätten ist gute Raumakustik zumindest aus zweierlei Gründen zu berücksichtigen: Einerseits soll gute Sprachverständlichkeit gesichert sein, andererseits sollen Störgeräusche, z. B. durch Lüftungs- oder Klimaanlage, oder sonstige Hintergrundgeräusche möglichst gut gedämpft werden.

Gediegene Raumakustik ist aber auch für alle anderen Arbeitsräume wichtig. Die Beurteilung kann nach dem im Haupttext beschriebenen Kriterium hinreichend genau beurteilt werden. Der „mittlere, auf die Raumbofläche bezogene Schallschluckgrad  $\alpha_m$ “ eignet sich auch zur ersten Beurteilung von Konzertsälen oder großen Vortragsräumen. Allerdings muss für derartige Räume auch dafür gesorgt werden, dass die schallschluckenden Flächen so anzuordnen sind, dass der Zuhörer in der ersten Reihe nach Möglichkeit genau so „beschallt“ wird, wie der Zuhörer in der letzten Reihe.

**SUMMARY**

When planning new education places, good room acoustics is to be considered at least for two different reasons: On the one hand good linguistic comprehensibility is to be secured, on the other hand static noise, e.g. by ventilation or air conditioning systems, and other background noises are to be cushioned as well as possible.

In addition, good room acoustics is important for all other workspaces. The evaluation can be sufficiently precisely done by the criterion described in the main text.

The "mean absorption coefficient relative to the room surface" is suitable also for the first evaluation of concert halls or large conference rooms.

However, sound-absorbing surfaces in such spaces have to be arranged in such a way that the listener in the first row is as much "acoustically irradiated" as the listener in the last row.

**RÉSUMÉ**

En projetant des nouveaux endroits d'éducation, la bonne acoustique doit être considérée au moins pour deux raisons différentes: D'une part la bonne compréhension linguistique doit être assurée, d'autre part des bruits de fond, p. ex. climatiseurs ou aération, ou autres bruits d'arrière-plan doivent être atténués aussi bien que possible.

En outre, une bonne acoustique est importante pour tout autre lieu de travail. Le jugement peut être fait suffisamment précisément selon le critère décrit dans le texte principal.

Le "coefficient moyen d'absorption relatif à la surface de pièce" convient également à la première évaluation des salles de concert ou de grandes salles de conférence. Cependant, les surfaces insonorisantes dans de tels espaces doivent être arrangées de telle manière que l'auditeur dans le premier gradin soit autant "sonorisé" que l'auditeur dans le dernier gradin.