

---

# Über das Sick-Building-Syndrome

Dr.-Ing. Ahmet Çakir

ERGONOMIC Institut für Arbeits- und Sozialforschung  
Forschungsgesellschaft mbH  
Soldauer Platz 3, D - 14055 Berlin  
ahmet.cakir@ergonomic.de

---

*Als die ganze Welt glaubte, das Deutsche Reich hätte im Laufe des 19. Jahrhunderts die größte geistige Armee ausgebildet, die nun bereit war, den Weg zu neuen Ufern zu ebnen, litt diese „Armee“ unter ganz trivialen Problemen: Sie lebte und arbeitete in einem Umfeld, das die Gesundheit der Gelehrten und ihrer Studenten nicht nur bedrohte, sondern manchmal auch ruinierte, so zu lesen zu Beginn des Buches von David Cahan über die deutschen Physiker und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt zu den Arbeitsbedingungen in den damaligen Instituten. Fast ein Jahrhundert danach sollen nicht nur die Nachfahren der Gelehrten, sondern alle im Büro arbeitenden Menschen von krankmachenden Arbeitsbedingungen betroffen sein. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat dem Problem im Jahre 1983 einen Namen gegeben und damit „hoffähig“ gemacht für alle öffentlichen und weniger öffentlichen Medien: Das „sick building syndrome“. Berichte vom „elektronischen Smog“ bis hin zur „chemischen Giftküche Büro“ überfluten nicht nur Zeitschriften, Funk- und Fernsehmedien, sondern auch die sog. graue Literatur. Sind unsere Bürogebäude krank, machen sie uns krank? Waren die fast ein Jahrhundert währenden Bemühungen um das Büro etwa umsonst?*

## 1 Was ist sick building syndrome?

---

Der Begriff „sick building syndrome“ (SBS) besitzt keine eindeutige deutsche Übersetzung, man spricht vom „Gebäudesyndrom“ bzw. von der „Gebäudekrankheit“. Auch im Englischen liest man ihn in zweierlei Bedeutung. Zum einen werden damit Gebäude bezeichnet, die die Insassen bei

der Arbeit krank machen, zum anderen werden die Gebäude selbst als „krank“ beschrieben.

Die „Definition“ des „sick building syndrome“ durch die WHO (1983) ist keine Definition im Sinne einer wissenschaftlich fundierten Festlegung. Vielmehr handelt es sich hierbei um eine Umschreibung eines Phänomens: *„Die Symptome, die insbesondere aus den skandinavischen Ländern und den USA gemeldet werden, weisen ein breites Spektrum auf. So z.B. die folgenden: Reizungen von Augen, Nase und Hals; die Empfindung, dass die Schleimhäute und die Haut austrocknen; „geistige“ Ermüdung (Originalbezeichnung **mental fatigue**); häufige Infektionen der Atemwege und Husten; Heiserkeit, Atemnot, Juckreiz und unspezifische Hypersensitivität...“*

Wie diese Umschreibung zeigt, sind die gemeinten Krankheitssymptome unspezifischer Art, so z.B. Kopfschmerzen, Unwohlsein, trockene Augen oder Zunge, Reizungen der Schleimhäute, vorzeitige Ermüdung u.v.a.m. Solche Symptome werden im allgemeinen Sprachgebrauch nicht unbedingt als Krankheitserscheinungen bezeichnet, gemäß der Definition der WHO über den Gesundheitsbegriff hingegen doch. Mit Sicherheit zählen sie allerdings zu den Problemen, die die Arbeitsschutzrahmenrichtlinie 89/391/EWG (s. Art. 6, Abs. 1) und die EU-Bildschirmrichtlinie 90/270/EWG (s. Art.3, Abs. 1,2) unter Gefahren einstufen. Das gilt naturgemäß auch für die aus diesen Richtlinien entstandenen deutschen Gesetze (Arbeitsschutzgesetz und Bildschirmarbeitsverordnung). Eine Diagnose dahingehend, dass es sich bei einer bestimmten Störung des Befindens um SBS handelt, kann nach Ausführungen der EU-Expertengruppe für das gleichnamige Forschungsprojekt (COST, 1989) nur nach Eliminierung anderweitig gebäudebedingter Erkrankungen getroffen werden. Die Diagnoseerstellung für SBS zeigt somit eine ähnliche Schwäche wie seine Definition: Während man sonstige Diagnosen nach dem üblichen Ursache-Wirkung-Muster aufstellt, muss eine SBS-Diagnose nach Ausschluss der nicht in Frage kommenden Ursachen bzw. Erkrankungen gefällt werden.

In der Primärliteratur werden die o.g. Erscheinungsformen der Gesundheitsbeeinträchtigung nur dann als zum sick building syndrome (SBS) zugehörig bezeichnet, wenn die untersuchten Personen diese in ihrer Freizeit nicht erleben. Man unterscheidet auch sorgfältig zwischen zeitweiligen Beeinträchtigungen (*temporary sick buildings*) und dauernden (*permanent sick buildings*). Die ersteren sollen Krankheitssymptome für eine begrenzte Zeit, z.B. ein Jahr nach Bezug, verursachen, während bei den ständig kranken Gebäuden die Beeinträchtigungen unbegrenzte Zeit anhalten.

Zuweilen kann man feststellen, dass die Ursachen des SBS in Veröffentlichungen auf Faktoren reduziert werden, die bei einer mangelnden Lufthygiene bedeutsam wären. Sicherlich muss eine mangelnde Lufthygiene in Arbeitsräumen als Ursache von vielfältigen Beschwerden angesehen wer-

den. Dies erklärt jedoch nicht, warum ausgerechnet Bürogebäude den Menschen krank machen sollen, während niemand über die möglicherweise viel stärker belastete Luft in Gebäuden aus dem Produktionsbereich nachzudenken scheint. Allerdings scheint öfter die Motivation der Untersucher die letztendliche Diagnose, Ursache ist Klimatisierung oder mangelnde Lufthygiene, zu bestimmen.

### 1.1 Seit wann ist *sick building syndrome* bekannt?

Die Vorgeschichte des SBS reicht zurück an den Anfang des letzten Jahrhunderts, als die Büroorganisatoren die Arbeit im Büro unter die Lupe nahmen, um sie zu rationalisieren. Sogenannte „efficiency experts“ untersuchten insbesondere in den USA alle Elemente der Arbeit, darunter auch die Umweltbedingungen, um die Effizienz der Arbeit zu erhöhen. Die Förderlichkeit für die Gesundheit war eines der Vehikel, über die man Gestaltungsmaßnahmen für Gebäude, Arbeitsplätze u.ä. zu begründen suchte. In Deutschland gab es sogar ein Amt für die „Schönheit der Arbeit“. Weder dieses Amt noch die amerikanischen „efficiency experts“ hatten jedoch den Schutz des Menschen als primäres Ziel vor dem Auge. Beide wollten primär die Leistung des Arbeitnehmers erhöhen. Die „efficiency“ als Ziel wurde dem Arbeitgeber vorgemacht, während die „Schönheit der Arbeit“ dem Arbeiter vorgegaukelt wurde.

Nach dem 2. Weltkrieg haben zwei technische Produkte, die nunmehr wirtschaftlich eingesetzt werden konnten, die Leuchtstofflampe und die Klimaanlage, Anlass für ähnliche Untersuchungen gegeben, wobei man wieder die Gesundheit im oben definierten Sinne als Vehikel für die Begründung der Notwendigkeit für bessere Beleuchtung und Einführung der Raumklimatisierung benutzt hat. Die Förderung der Gesundheit war im Sinne dieser Bemühungen nur ein vorgeschobenes Argument, womit eine höhere Leistungsfähigkeit der Betroffenen suggeriert werden sollte. Die etwas umständliche Beweiskette fing damit an, dass sowohl schlechte Beleuchtung wie Klima der Gesundheit schaden, somit auch der Arbeitsleistung. Durch die Verbesserung beider sollte die Gesundheit gefördert werden, wodurch der so behandelte Mitarbeiter bei gleicher Belastung mehr Leistung erbringt.

Zu Beginn standen somit nicht etwa mögliche krankmachende Einflüsse der Arbeitsumwelt im Vordergrund, sondern deren Beseitigung durch neue Techniken, deren Kosten erzielbaren Produktivitätszuwächsen gegenüber gestellt wurden. Dazu mussten die Einflüsse aber erst einmal erfasst werden. Die zu diesem Zweck erhobenen Daten konnten aber auch anders interpretiert werden, und zwar in dem Sinne, dass die Arbeitsumwelt im Büro krankmachende Einflüsse ausübt.

In den siebziger Jahren wurde das Augenmerk der Wissenschaftler erneut auf das Geschehen im Büro gelenkt, weil in diesem Arbeitsbereich tiefgreifende Veränderungen durch die Computertechnologie bevorstanden und

auch tatsächlich stattgefunden haben. Die gesundheitlichen Auswirkungen der Bildschirmarbeit stellen heute noch ein vielbeachtetes Forschungsfeld dar. So verzeichnete eine umfassende Bibliographie über die Bildschirmarbeit bereits 1990 (Grune, 1990) 2624 Veröffentlichungen zum Thema „medizinische und physiologische Aspekte der Bildschirmarbeit“, davon allein 1290 zu medizinischen und physiologischen Problemen, 1114 zum „Sehen und Bildschirmarbeit“ und 220 zu „speziellen Beeinträchtigungen“. Der überwiegende Teil dieser Veröffentlichungen beschreibt unter dem Aspekt der Belastung und Beanspruchung des Menschen ähnliche Symptome, wie sie in der Definition des SBS enthalten sind. Seit der Veröffentlichung der Bibliographie dürfte sich der Bestand an Literatur erheblich vergrößert haben.

Gegen Ende der siebziger und Anfang der achtziger Jahre erschienen zahlreiche Veröffentlichungen über „Strahlung“ und chemische Substanzen, die heute einen recht umfangreichen Platz in der Literatur einnehmen. Die in solchen Publikationen dargestellten Symptome gleichen ebenfalls den SBS zugeordneten.

Gegen Ende der achtziger Jahre hat eine Expertenkommission der Bundesregierung ein Gutachten zu Verunreinigung der Luft in Innenräumen erstellt, in dem die Klimatisierung als eine besondere Ursache für SBS genannt wurde (BT-Drucksache 11/613, zu beziehen über die Webseiten der Regierung von NRW)

Eine wie auch immer angelegte Betrachtung über das „sick building syndrome“ aus heutiger Sicht muss unter Berücksichtigung der Veränderung der Arbeitswelt im Büro in den letzten 20 Jahren vorgenommen werden. Wenn SBS als Beschreibung der Auswirkungen der Arbeitsumwelt genutzt werden soll, müssen andere Faktoren mit ähnlichen Wirkungen auf den Menschen berücksichtigt und deren Einflüsse von den Einflüssen des Gebäudes getrennt werden. Häufig genug geschieht dies allerdings auch in der seriösen Forschung nicht. Die Folge ist das Hin- und Herschieben der Argumente, beispielsweise behauptet der Computerhersteller bzw. sein „Partei-gänger“, eventuell festgestellte Augenbeschwerden rührten von der Beleuchtung her, während der Lichttechniker die Symptome dem Bildschirm oder den schlechten Augen der Benutzer zuschreibt.

## 1.2 Welche Ursachen werden hinter SBS vermutet?

In der Literatur werden i.d.R. physikalische, chemische und sonstige Umwelteinflüsse als Ursache des SBS angeführt. Je nach Detaillierungsgrad der durchgeführten Untersuchung findet man Aussagen, die die Klimatisierung, die chemische Luftzusammensetzung oder die Beleuchtung betreffen. Zusätzlich wurden persönliche Eigenschaften, z.B. das Geschlecht, und auch

psychische Faktoren als Ursache identifiziert. Im Bericht des COST-Projektes sind folgende Ursachenkomplexe angeführt worden:

- **Physikalisch wirksame Faktoren** (Temperatur, Luftfeuchte, Luftwechselraten, künstliche Beleuchtung, Lärm und Vibrationen, Ionisierung der Luft, organische und anorganische Stoffe, die als Fasern bezeichnet werden können);
- **Chemisch wirksame Faktoren** (Tabakrauch, Formaldehyd, flüchtige organische Substanzen, Biozide, gasförmige Substanzen (z.B. CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Ozon, Riechstoffe);
- **Biologische Faktoren** (Schimmelpilze, Milben, Bakterien etc);
- **Psychologische bzw. personbedingte Faktoren** (z.B. Alter, Geschlecht, Stressempfinden, Neigung zu Allergien).

Die Aufzählung eines Faktors als mögliche Ursache bedeutet jedoch nicht, dass seine Wirkung nachgewiesen ist. Vielmehr handelt es sich hierbei um „verdächtige“ Faktoren, deren möglichen Wirkungen man nachgegangen ist. So wurde z.B. SO<sub>2</sub> als verdächtige Substanz untersucht. Es wurde jedoch festgestellt, dass seine Konzentration in Gebäuden i. A. geringer ist als draußen. Dafür ist es manchen Einflussfaktoren gelungen, lange Zeit unentdeckt zu bleiben, weil man keine Messmethoden zu ihrer Ermittlung besaß, so z.B. solchen Substanzen, die die Empfindung einer „verbrauchten“ Luft hervorrufen. Man vermutete dahinter eher einen Sauerstoffmangel als eine Anreicherung der Raumluft mit eben derartigen Substanzen. Erst relativ spät wurden methodische Vorgehensweisen zur Ermittlung von subjektiven Auswirkungen der Luftverunreinigungen entwickelt (Fanger, 1988). Diese Methode hat Eingang gefunden in DIN 1946 von 1994.

Die Aussagen, die aus der Primärliteratur als Forschungsergebnisse abgeleitet werden, finden sich nicht selten als vergrößerte Statements in der Sekundärliteratur, so z.B. als Behauptungen, dass Klimaanlage oder Großraumbüros krankmachende Einflüsse ausübten. Derartig undifferenzierte Aussagen sind jedoch häufig nicht geeignet, um daraus Schlussfolgerungen für die Praxis zu ziehen, wenn man beispielsweise bei einem vorhandenen Gebäude mit Großraumbüros nicht gleich das ganze Haus abreißen will. Auf den Praktiker wirken sie obendrein befremdlich, hatte man doch die Klimaanlage als Komfortfaktor eingebaut und dafür eine nicht zu knappe Erhöhung der Bau- und Betriebskosten in Kauf genommen. Mit solchen schwer lösbaren Problemen haben insbesondere amerikanische Unternehmen zu kämpfen, da in den USA ca. 60% der Büroarbeitsplätze in sog. „open plan offices“ untergebracht sind, die naturgemäß über eine Klimaanlage verfügen. Zudem ist ein erheblicher Teil der anderen Büros ebenfalls klimatisiert, da dies aufgrund der ungünstigen natürlichen Klimaverhältnisse erforderlich ist. Soll eine technische Einrichtung, die das Arbeiten unter solchen Bedingungen überhaupt möglich macht, etwa als „Krankmacher“ eingestuft werden? Befürworter

von Klimaanlage haben gerade dies hervor - nämlich, dass die gleiche Arbeit ohne eine Klimaanlage "ungesünder" wäre als mit.

Eine Reihe von Studien hat jedoch methodisch einwandfrei gezeigt, dass bestimmte Umweltfaktoren, darunter auch die Klimatisierung, tatsächlich als Ursache für die unter dem Oberbegriff „sick building syndrome“ zusammengefassten Gesundheitsbeeinträchtigungen verantwortlich sind. Dies hat letztlich auch die o.g. Regierungskommission derart deutlich bestätigt, dass die Bundesregierung zeitweilig erwogen hat, Klimaanlage genehmigungspflichtig zu machen. Die Industrie hat die Politik letztlich nur dadurch milde stimmen können, indem sie eine saubere "Renovierung" der zuständigen Norm versprochen hat (DIN 1946 von 1994 ist eine Folge davon.). Als dies noch nicht ausreichte, musste noch eine VDI-Richtlinie (VDI 6022 Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung raumluftechnischer Anlagen) erstellt werden. Offenbar war die Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung raumluftechnischer Anlagen bis zum Jahr 2000 nicht Hygiene bewusst.

---

## 2 Ausgewählte Ergebnisse der Forschung

---

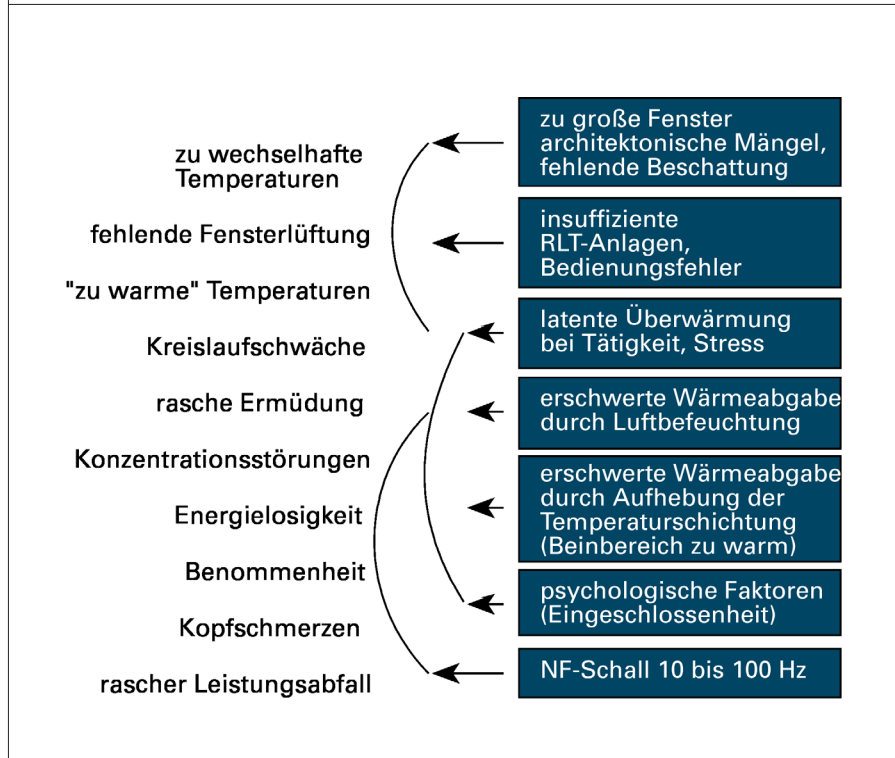
### 2.1 Einfluss der Klimatisierung

Der Einfluss des Raumklimas, insbesondere in Räumen mit Vollklimatisierung mit sog. RLT-Anlagen (raumluftechnische Anlagen), wurde sehr häufig als Ursache für SBS angesehen. So hat beispielsweise Kröling (Kröling, 1985) nach Befragung von 8000 Personen gezeigt, dass bestimmte Symptome unter den Insassen von klimatisierten Räumen signifikant häufiger auftreten als unter Personen, die in natürlich belüfteten Räumen arbeiten. Die statistisch bedeutsamen Unterschiede wurden bei folgenden Symptomen gefunden: Neigung zu Erkältungen, trockene Schleimhäute, rheumatische Beschwerden, Energielosigkeit, Kopfschmerzen, rasche Ermüdung, Reizbarkeit und Benommenheit. Konzentrations- und Kreislaufschwäche, schwere müde Beine hingegen traten unter beiden Bedingungen etwa gleich häufig auf.

Welche der ermittelten Beeinträchtigungen auf welche Eigenschaften der Klimatisierung zurückzuführen sind, geht aus Bild 1 hervor. Dem Bild kann auch entnommen werden, mit welchen Mitteln man bei festgestellten Problemen eine Verbesserung herbeiführen kann.

Die in Bild 1 ohne Wertung zusammengestellten Ursachen besitzen nach Untersuchungen von Çakir (Çakir u.a., 1983) unterschiedliches Gewicht. So lassen sich beispielsweise eine Reihe von Beschwerden über die Klimaanlage auf die Gebäudearchitektur zurückführen und werden nicht primär durch die RLT-Anlage verursacht. Die wichtigsten Mängel dieser Art sind u.a.

Bild 1 Ursachen gesundheitlicher Beeinträchtigungen bei der Büroarbeit, die RLT-Anlagen zugeordnet werden (nach Kröling)



mangelnde Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudemassen, schlechte Wärmeisolierung der Fassaden und zu große Fenster. So ist z.B. eine Klimaanlage machtlos gegen direkte Sonneneinstrahlung auf den Arbeitsplatz, da sie nur die Lufttemperatur beeinflussen kann. Schlecht isolierte Fenster oder zu kalte Wände erzeugen das gleiche Unbehagen wie ein kräftiger Zug kalter Luft, ohne dass sich ein Lüftchen bewegt. Dass die gesundheitlichen Beeinträchtigungen in Zusammenhang mit Klimaanlage festgestellt werden, ist in vielen Fällen reine Koinzidenz: Beispielsweise wurden Gebäude einer bestimmten Ära mit ungünstigen Raumeigenschaften (zu tief, schlecht zu beleuchten und zu belüften, schlecht isoliert gegen Umwelteinflüsse usw.) häufig mit Klimaanlage ausgestattet, z.T. um eben die ungünstigen Eigenschaften auszugleichen. Die Klimaanlage war in solchen Fällen nicht der Auslöser der Beeinträchtigungen, sondern nur eine (nicht ausreichende) Abhilfe.

Die mangelnde Speicherfähigkeit der Gebäudemassen trägt z.T. unmittelbar, z.T. aber mittelbar zur Unbehaglichkeit bei, die mit den Klimaanlage in Verbindung gebracht wird. So z.B. dann, wenn man die Kostenvorteile der Leichtbauweise gerne realisiert, während man den Konsequenzen dieser Bauweise, die sich in einem höheren finanziellen Aufwand für den Betrieb der Klimaanlage niederschlagen, ungenügend Rechnung trägt. Der Sünden-



fall stellt nicht etwa eine neuzeitliche Erscheinung dar, vielmehr ist er etwa ein Jahrhundert alt: Mit der Entwicklung der Skelettbauweise konnte man die Massen der Gebäudefassaden stark reduzieren, was in der Architektur sehr gern ausgenutzt wurde. Dass die Arbeitsräume damit äußeren Klimaeinflüssen stärker ausgesetzt worden sind als früher, berücksichtigte man allerdings erst sehr viel später und war hierbei nicht allzu erfolgreich. Erst in den fünfziger Jahren konnte man Klimaanlage wirtschaftlich bauen und betreiben. Ihre technische Reife erlangten diese, wenn man überhaupt von Reife sprechen kann, aber erst in den siebziger Jahren. Just in diesen Zeitraum fielen die beiden Energiekrisen, die die Betreiber zum Sparen zwangen. Je nach Land waren die getroffenen Maßnahmen zwar unterschiedlich, ihre Folge war allerdings in erster Linie gleich: schlechtere Luftqualität, spürbar am Geruch, jedoch schlecht messbar. Auch heute steht die Innenraumluftqualität im fundamentalen Gegensatz zu Energiespargesetzen (z.B. Wärmeschutzverordnung). Praktisch bedeutet dies, dass man ein Gebäude nicht beliebig abdichten darf, um den Heizwärmebedarf zu reduzieren, sondern unter Berücksichtigung der notwendigen Belüftung.

In diesem Zusammenhang sei auf eine (unveröffentlichte) Untersuchung hingewiesen, bei der nachgewiesen wurde, dass die Isolierung des Gebäudes sich unter der Fassadenverkleidung vollkommen zersetzt hatte und keinerlei Wirkung mehr besaß. Solche Gebäude, gebaut in den fünfziger und sechziger Jahren mit geringem Wissen über das Langzeitverhalten moderner Baustoffe, sind nicht gerade selten.

Die Betriebsweise der Anlage, insbesondere die Wartung, in Bild 1 in einem Zug mit „Bedienungsfehlern“ angeführt, stellt in einer Vielzahl von Fällen die wichtigste Ursache von Beeinträchtigungen dar. Die wichtigsten Mängel in dieser Hinsicht werden durch mangelhafte Wartung der Filter, durch zu geringe Luftbefeuchtung im Winterhalbjahr und durch das Abschalten bzw. zu starkes Drosseln der Anlagen in der arbeitsfreien Zeit verursacht.

Im letzteren Fall versucht man, Energie zu sparen, was berechtigt ist. Leider führt dies bei mehr oder weniger versiegelten Fassaden dazu, dass an Wochenenden die Riechstoffkonzentration zunimmt. Die Mitarbeiter fühlen sich zu Wochenbeginn „wie vor den Kopf geschlagen“, wenn sie ihren Arbeitsplatz betreten. Der Begriff „Monday-Fever“ ist also nicht umsonst entstanden!

Wie wichtig der ordnungsgemäße Betrieb und die Wartung solcher Anlagen sind, kann man daran sehen, dass wir in Betrieben, die große Mengen an Luft für andere Zwecke aufbereiten, die häufigsten Symptome nicht finden konnten, die man gewöhnlich mit Klimaanlage in Verbindung bringt. Bei diesen Betrieben wurde die Luft für die Büros sachgerecht betriebenen Luftaufbereitungsanlagen abgezweigt, die ein Vielfaches der entnommenen Menge für andere Zwecke bereitstellten. In diesen Fällen fehlten eine Reihe von



Ursachen, die in Bild 1 aufgezählt werden, so auch „unphysiologische Luftgeschwindigkeiten“, störende Temperaturdifferenzen zwischen der Raumluft und der Frischluft, zu hohe/zu geringe Luftfeuchten, Geruchsveränderungen u.ä. Diese Erfahrungen legen nahe, RLT-Anlagen nicht undifferenziert als Ursache von Gesundheitsstörungen anzunehmen, sondern gezielt nach Ursachen zu suchen. Es kann insbesondere davor gewarnt werden, Untersuchungsergebnisse in Bezug auf SBS und Klimaanlage, die aus den USA stammen, unreflektiert auf deutsche Verhältnisse zu übertragen, da so gut wie keine der relevanten Randbedingungen vergleichbar sind (z.B. äußere Klimaverhältnisse, Betriebsweise der Anlagen, Besetzung der Büros, Größe der Arbeitsräume u.ä.). Wie weit die Verhältnisse in den USA und in Deutschland sich unterscheiden, kann am folgenden Beispiel beurteilt werden:

*In Deutschland wäre eine Luftgeschwindigkeit in der Größenordnung von 0,2 m/s (je nach Temperatur) unter Umständen noch normgerecht, während man in der Arbeitswissenschaft seit längerem einen Wert von 0,1 m/s angibt. Im Arbeitsalltag werden die Anlagen jedoch so betrieben, dass man im Büro einen ständigen Luftzug i.a. überhaupt nicht feststellen kann. I.d.R. kann man zeitweilig Werte von etwa 0,05 m/s bis 0,1 m/s feststellen, d.h. Werte, die mit den üblichen Anemometern gerade noch gemessen werden können. Hingegen hat die amerikanische Normungsorganisation ANSI in einem Einspruch gegen ISO 9241 Teil 6 geltend gemacht, dass für die Behaglichkeit eine Begrenzung der Luftgeschwindigkeit auf 1,0 m/s hinreichend wäre. Man hätte sich jedoch für 0,5 m/s entschieden, da sonst zuweilen das Papier von den Tischen flöge.*

Dass man sich auch nach Auffinden der Problempunkte nicht darauf verlassen kann, allseits zufriedenstellende Zustände herstellen zu können, zeigen Untersuchungen von Hedge u.a. (Hedge u.a., 1989; Hedge u.a., 1991), die unter anderem nachgewiesen haben, dass die Ursachen des SBS nicht nur in physikalisch messbaren Faktoren zu finden sind, sondern auch in psychologischen Faktoren. Die fehlende Möglichkeit einer leichten und wahrnehmbaren Einflussnahme auf die Arbeitsumgebung, d.h. die mangelnde Kontrolle der wichtigen Arbeitsbedingungen, stellt nach dieser Arbeit nachweislich eine wichtige Ursache für Gesundheitsbeeinträchtigungen dar. Dass dies in der Praxis öfter der Fall sein wird, kann man sogar der zuständigen deutschen Norm DIN 1946 „Raumluftechnik“ entnehmen, die besagt: „Wegen der mannigfaltigen Einflussgrößen auf die Behaglichkeit ist es schwierig, für Personen ein Raumklima zu erstellen, das eine Vielzahl allgemein befriedigt“. Diese Aussage bezieht sich zwar auf klimatisierte Räume, sie gilt aber auch für sonstige Arbeitsstätten.

## 2.2 Einfluss der Beleuchtung

Die von der Beleuchtung ausgehenden Einflüsse auf das SBS wurden von Çakir (Çakir und Çakir, 1994, 1998) umfassend beschrieben. Die Untersuchungen von Hedge, die ihren Niederschlag auch in der Fernsehdokumentation „*Das Geheimnis des Norfolk House*“ gefunden haben, zeigen ebenfalls, dass die Beleuchtung einen erheblichen Einfluss auf die Gesundheit ausübt.

Wie bei der Klimatisierung kommt auch im Falle der Beleuchtung der persönlichen Kontrolle der Umgebungsbedingungen eine große Bedeutung zu: Fühlt der Mensch sich seiner Umwelt ausgeliefert, sind mehr Beeinträchtigungen festzustellen; stehen umgekehrt von den Betroffenen als wirksam empfundene Mittel zur Verfügung, kann man eher das Gegenteil feststellen.

So gesehen erscheint es nicht verwunderlich, dass die jahrzehntelangen Bemühungen um die gute Bürogestaltung nicht allzu erfolgreich waren, zielten sie doch darauf ab, dem Menschen die Kontrolle über seine Umwelt zu entziehen, die man dann „Experten“ oder gar Computern übertrug. Auch das leise Verschwinden der „intelligent buildings“ von der „Positivliste“ kurz nach ihrer „Erfindung“ scheint nicht zufällig. Simpelste Techniken wie eine Arbeitsplatzleuchte, ein Fenster mit einem Drehgriff oder eine handbediente Jalousie schaffen zuweilen Wunder, die den komplizierten Techniken der „intelligent buildings“ versagt bleiben.

Der Einfluss der Beleuchtung fällt - zumindest in den deutschen Büros - unerwartet stark aus. Dies zeigt sich zum einen dadurch, dass 57% der Mitarbeiter die Beleuchtung als eine ständige Beeinträchtigung ihrer Gesundheit erleben. Zum anderen wird die Bedeutung der Beleuchtung dadurch unterstrichen, dass es gelungen ist, die „sick building“-Symptome (z.B. Kopfschmerzen, Augenbeschwerden, vorzeitige Ermüdung, Konzentrationschwierigkeiten) durch verbesserte Beleuchtung erheblich zu reduzieren (Çakir und Çakir, 1994). Hierbei hat die Zahl der Personen mit Beeinträchtigungen bis zu zwei Dritteln (z.B. bei vorzeitiger Ermüdung oder trockene Augen) abgenommen.

Ein Teil der positiven Wirkung könnte auch durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten bei der verbesserten Beleuchtung verursacht worden sein. Dies experimentell nachzuweisen ist z.B. Wilkins u.a. gelungen (Wilkins u.a., 1988, zitiert aus COST, 1989), die gezeigt haben, dass durch die Nutzung von Vorschaltgeräten mit hoher Frequenz bei 50% von Büromitarbeitern Kopfschmerzen und Augenbeschwerden zurückgegangen sind.

Aus wissenschaftlicher Sicht besonders wichtig ist die Feststellung, dass natürliches Licht die positivste Wirkung auf den Menschen ausübt, die von Lichtquellen ausgehen kann. Es konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass Gesundheitsstörungen umso häufiger auftreten, je weiter der Arbeitsplatz vom nächsten Fenster entfernt ist (Çakir, 1990).

Eine jüngst erschienene Studie (Çakir et al, 2001) zeigt die vielfältigen Gründe auf, die die positiven Wirkungen von natürlichem Licht auf den Menschen bedingen. Die Wissenschaft hat in den letzten zwei Jahrzehnten zum einen nachgewiesen, dass das Befinden des Menschen von Ermüdungsgefühlen bis hin zum Fördern von bestimmten Krebserkrankungen vom Licht beeinflusst wird. Die neuen Erkenntnisse gehen weit über das hinaus, was man früher über diese Sachverhalte kannte (z.B. Zusammenhang von Rachitis und Sonnenstrahlung). Licht beeinflusst nach den Erkenntnissen dieser Studie alle Grundfaktoren der menschlichen Arbeit, d.h.

- menschliche Leistungsfähigkeit
- Zuverlässigkeit
- Sicherheit und Gesundheit
- Wirtschaftlichkeit.

### 2.3 Einfluss von Lärm und Vibrationen

Lärm im Sinne von „lauten“ Geräuschen stellt heute nicht mehr die Ursache von akustischen Beeinträchtigungen im Büro dar. Der Grund lässt sich leicht zeigen: Konnte man vor einem Jahrzehnt noch in Schreibstuben Geräuschpegel bis zu 75 dB(A) und in Rechenzentren sogar bis zu 90 dB(A) messen, die von Maschinen verursacht wurden, stellen heute in gut gestalteten Büros die Menschen selbst die Hauptquelle der Geräusche dar. Laser- und Tintenstrahldrucker operieren bei Geräuschpegeln von ca. 50 dB(A). Auch die einstmals lauten Nadeldrucker sind viel leiser geworden. So gibt heute ein leistungsfähiger Großdrucker beim Beschriften von ca. 2 km Papier in der Stunde weniger Schallenergie an die Umgebung ab als ein alter Nadeldrucker, der in der gleichen Zeitspanne nur 20 Blätter beschriften kann.

Trotzdem fühlen sich noch 60% der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter durch Geräusche gestört (Çakir, 1990). Es ist zu vermuten, dass dies eher mit den gesteigerten Anforderungen an die Konzentration zusammenhängt. Zudem dürften in der - jetzt insgesamt viel leiseren - Büroumgebung einst unbemerkt gebliebene Schallquellen hörbar geworden sein. So wäre ein Lüfter mit einem Schallpegel von 35 dB(A) früher sicherlich niemandem aufgefallen, auch nicht das Geräusch von Akten beim Umblättern. Solche Geräusche werden heute aber als „Lärm“ erlebt, weil der Grundpegel erheblich abgenommen hat.

Bei der Beurteilung von Geräuschen kommt heute der subjektiven Wertigkeit der Geräuschquelle die größte Bedeutung zu: Stellt die Quelle eine aus der Sicht der Person unnötige Belastung dar, z.B. das Geräusch eines Lüfters in einem sonst geräuschlosen Computer, kann die Beeinträchtigung unbeachtet des Lärmpegels groß sein, während beispielsweise viel lautere Tastaturgeräusche kaum wahrgenommen werden. Sie stellen ja ein „Nutzgeräusch“ dar.

Trotzdem können auch verdeckte Geräuschquellen zu Störungen führen, wie Tempest mit niederfrequenten Geräuschquellen (Bereich 8 bis 125 Hz) mit niedrigem Pegel gezeigt hat (Tempest, 1976).

Nicht direkt als „Lärm“ zu bezeichnen ist „Infraschall“, d.h. Luftschwingungen in einem Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 20 Hz unterhalb der Hörschwelle. Dieser kann neben Ermüdungsgefühlen auch Übelkeit bzw. Schwindelgefühl verursachen, allerdings erst bei höheren Pegeln als 120 dB. Nach Kröling beruht die negative Wirkung von Klimaanlage teilweise auf Infraschall (Kröling, 1985).

Vibrationen können nach Hodgson u.a. Ursache von SBS sein. Vibrationsquellen bei reinen Bürogebäuden sind allerdings selten. Sie treten eher in Gebäuden mit Mischnutzung (z.B. in Büros von Produktionsstätten) bzw. in der Nähe von Verkehrsmitteln u.ä. auf.

## 2.4 Luftreinhaltung und „Chemie“ im Büro

Das neu entwickelte ökologische Bewusstsein in den Industriestaaten hat das Bewusstsein der Menschen geschärft, so dass sie vieles nicht mehr akzeptieren, was früher nicht einmal der Rede wert schien. Es wäre jedoch verfehlt, die heute diskutierten Probleme der Luftreinhaltung allein darauf zurückzuführen. Unsere Büros sind im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte technisch hochgerüstet worden, Geräte wie Kopierer oder Drucker sind aus separaten Räumen in unmittelbare Nähe der Arbeitsplätze gerückt. Noch vor nicht allzu langer Zeit hat ein Hersteller einen kanzerogenen Stoff bei seinen Kopierern verwendet, und ein anderer hat einen Drucker fürs Büro geplant, der monatlich 100 Liter Fixiermittel zum großen Teil an die Büroluft abgeben sollte. Dies sind zwar Einzelfälle, deren Wiederholung wahrscheinlich nicht eintreten wird, jedoch emittieren auch heute manche Geräte wahrnehmbare Mengen an Ozon, einem giftigen Gas. Obwohl man wahrscheinlich in keinem Büro tatsächlich schädliche Konzentrationen an Ozon finden wird, ist Kontrolle besser als Vertrauen.

Besonderes Augenmerk sollte auf Formaldehyd gerichtet werden, da dieser Stoff zwar nicht in bedenklicher Konzentration im Büro auftritt, jedoch der Verdacht besteht, dass auch als unbedenklich abgesehene Konzentrationen von Formaldehyd bei Vorhandensein anderer Substanzen zu Problemen führen können. Wie weit die Rolle von Formaldehyd als historisch anzusehen wäre, kann nicht verlässlich ausgesagt werden. Man hat zwar sowohl auf dem Papier als auch in der Praxis das Notwendige veranlasst. Jedoch zeigt die Erfahrung (s. unten und Schulz, 1977), dass manches Problem langlebiger ist als seine Lösung. Und die Lösungen, die VDI 6022 verlangt, haben schon in den 70er Jahren existiert, wenn man den Befürwortern der Klimatechnik glauben schenkt. Es fehlt nur eine Erklärung, warum man 30 Jahre später eine Richtlinie erstellen musste.

Nicht zuletzt sind die vielen papierverarbeitenden Maschinen zu erwähnen, die früher nicht gekannte Mengen Papierstaub in die Luft blasen. So gesehen hat man allen Grund, im Büro für „saubere“ Luft sorgen zu wollen.

Es gibt berechtigten Grund, die Symptome bei „temporary sick buildings“ in Verbindung mit luftchemischen Stoffen zu sehen, die durch Ausgasung von verschiedenen Materialien aus Geräten, Einrichtungsgegenständen, Teppichen u.ä. freigesetzt werden. Trotzdem sei davor gewarnt, Erkenntnisse aus der internationalen Literatur auf deutsche Verhältnisse übertragen zu wollen. Der Grund liegt darin, dass hierzulande bereits verschiedene Mechanismen bestehen, die für andere, und häufig bessere, Verhältnisse sorgen. So zum Beispiel wurden in den USA für Klimaanlage bis vor kurzem eine Frischluft-rate (Außenluftstrom) von 5-10 m<sup>3</sup> je Person und Stunde empfohlen, während in Deutschland schon im Jahre 1960 20 m<sup>3</sup> je Person und Stunde in Räumen mit Rauchverbot und 30 m<sup>3</sup> in Räumen mit Raucherlaubnis vorgeschrieben worden ist. Die tatsächlichen Verhältnisse waren oft besser, weil die Frischluft-rate bis zu 100 m<sup>3</sup> je Person und Stunde betragen hat.

Hinsichtlich der Luftreinhaltung dürfte die wirksamste Vorschrift die Arbeitsstättenrichtlinie 5 sein, die für jedwede Art der Belüftung und Klimatisierung vorschreibt, dass die Luftqualität in Arbeitsräumen im Wesentlichen der unbelasteten Außenluft entsprechen muss. Eine sehr klare Aussage! Zudem werden die zulässigen Tiefen der Arbeitsräume an die Raumhöhe gebunden und je nach Art der Tätigkeit Mindestlüftungsquerschnitte für freie Belüftung vorgeschrieben. Zudem trägt eine andere deutsche Vorschrift (§ 7 Arbeitsstättenverordnung) mittelbar zur „Frischluft“ bei, indem sie die Größe von Fenstern in Bezug auf die Raumfläche vorschreibt.

Die Raumverhältnisse, die einer Reihe von ausländischen Studien zugrunde gelegen haben, sind z.T. deutlich, z.T. grundlegend ungünstiger gewesen als es der Vorschriftenlage in Deutschland entspricht. So war z.B. in einigen Studien davon die Rede, dass die Frischluftzufuhr zur Energieeinsparung abgesperrt worden war, wodurch die Anlagen die verbrauchte Luft nur umwälzten. Zudem waren die zur Reinigung vorgesehenen Filter nicht oder nicht ausreichend gewartet worden u.ä. Es ist müßig zu untersuchen, ob solche Zustände zu Erkrankungen bzw. Gesundheitsbeeinträchtigungen führen, sollten die RLT-Anlagen doch dazu dienen, die Behaglichkeit des Raumklimas zu erhöhen.

In den letzten Jahren wurde häufig über die Keimbelastung der Büroluft diskutiert. Diese war jedoch bereits in den 70er Jahren umfassend untersucht worden (s. Schulz, 1977). Schon damals wurden Filter und Luftwäscher als Ursachen der Belastung ausgemacht. Schulz beschreibt auch, wie man die Wirksamkeit der zur Keimtötung eingesetzten Chemikalien hinreichend verbessert hat. Umso erstaunlicher ist es, dass noch vor wenigen Jahren das Bundesgesundheitsamt in der Tagespresse vor der Unwirksamkeit bzw. fal-

scher Anwendung dieser Mittel gewarnt hat. In den gleichen Berichten war auch zu lesen, dass die Wartung der Anlagen, d.h. das Wechseln der Filter und des Befeuchterwassers, viel zu wünschen übrig lässt. Offenbar haben viele aus der Geschichte nicht gelernt. So konnte man im Jahre 2001 im Internet lesen, dass man bei der Sanierung der Klimaanlage aus den siebziger Jahren nicht nur fast alle Punkte aus Negativlisten über Klimatisierung finden konnte, sondern auch noch eine Zeitung aus 1971 in der Druckkammer. (<http://www.tu-berlin.de/fb6/hri/pdf/h10.PDF>)

In Verbindung mit der Luftqualität sind auch einige häufig benutzte Bürogeräte wie Kopierer und Laserdrucker, aber auch konventionelle Arbeitsmittel wie Kleber oder Faserstifte ins Gerede gekommen. Kopierer und Laserdrucker erzeugen während des Druckvorganges geringe Mengen Ozon, wenn sie mit einem Koronadraht ausgestattet sind. Die (zulässige) maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert) für dieses Gas beträgt 100 ppb (parts per billion). Die Emissionswerte der heute verfügbaren Maschinen liegt i.d.R. weit unter diesem Wert, d.h., alleine wegen des Betriebs einer Maschine würde in einem Büroraum der Grenzwert nicht erreicht werden, zumal Ozon rasch zu Sauerstoff zerfällt. Nach Untersuchungen des Öko-Test-Magazins reichen die tatsächlichen Emissionswerte von 8 bis 33 ppb. Diese Werte liegen deutlich unter den Konzentrationen, die in Schönwetterphasen selbst oder gerade in Gegenden mit sauberer Luft durch natürliche Einwirkungen im Freien entstehen. Trotzdem raten Hersteller zu Vorsichtsmaßnahmen, die i.d.R. aus der sachgerechten Wartung des Ozonfilters und der Aufstellung in gut durchlüfteten Räumen bestehen.

Einer der Gründe, warum bei dem Gas Ozon nicht wie üblich ein Grenzwert mit einem Sicherheitsfaktor festgelegt werden kann, liegt darin, dass in deutschen Großstädten der MAK-Wert zuweilen im Freien um ein Mehrfaches überschritten wird.

Bei Kopierern und Laserdruckern wird häufig auch der Toner als Gefahrenquelle diskutiert, u.a. weil früher darin krebserregende Substanzen (Nitropyrene) enthalten sein konnten. Diese Stoffe sollen bei neuen Geräten nicht mehr enthalten sein. Trotzdem empfiehlt das Umweltbundesamt bereits seit langem zur Vorsicht im Umgang mit dem Toner (Brodersen (Hrsg.), Ratgeber Büro, 1990). Das Thema ist leider aktuell geblieben (ÖKO-Test, August 2001, ÖKO-TEST, Februar 2002).

Kleber, Korrekturflüssigkeiten und Faserschreiber sind hauptsächlich wegen ihrer Lösungsmittel in die Schusslinie geraten. In welchem Maße diese und ähnliche Stoffe in deutschen Büros zum SBS beitragen, ist nicht bekannt. Vermutlich wird man weder einen Nachweis einer Gefährdung, noch den Nachweis einer Unbedenklichkeit führen können, da die Stoffe nicht einzeln, sondern in Kombinationen, Gemischen oder Gemengen vorkommen und auf den Menschen einwirken können. Es empfiehlt sich, nach dem Prinzip vorzugehen, dass im Falle eines Verdachts die geringstmögliche Dosis - und

nicht die als zulässig anerkannte - angestrebt wird. Da die Hersteller von Klebern, Korrekturflüssigkeiten und Faserschreiber auf die Bedenken der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter reagiert haben, stehen heute genügend Produkte zur Verfügung, die Wasser als Lösungsmittel verwenden und daher unbedenklich sind.

Das bei der „Chemie am Arbeitsplatz“ anzuwendende Prinzip kann man schlagwortartig als „ALARA“-Prinzip bezeichnen (**a**s **l**ow **a**s **r**easonably **a**chievable). Nach dem Prinzip ALARA strebt man bei jedem möglicherweise bedenklichen Faktor das mit vernünftigen Aufwand erreichbare Mindestniveau an. Dieses Prinzip ist allerdings so neu nicht, vielmehr liegt es vielen Arbeitsschutzregelungen bereits zugrunde, ohne dass es in dem jeweiligen Regelwerk gesondert erwähnt wird.

Ein Problem, dessen Lösung nach dem Prinzip ALARA recht schnell gefunden werden könnte, ist Tabakrauch als chemisch wirksame Substanz. Wie ausländische Beispiele zeigen, kann man Arbeitsstätten davon vollkommen befreien, ohne dass ernsthafte Probleme auftreten (s. USA, Skandinavien u.a.). Leider ist es bislang dem deutschen Gesetzgeber nicht gelungen, eine konsequente Lösung zu finden.

Für Interessierte kann die Nutzung des Informationsdienstes der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin empfohlen werden, in der relevante Veröffentlichungen zu Gefahrstoffen zusammen gestellt werden. ([www.baua.de/info/info04\\_2002\\_2.pdf](http://www.baua.de/info/info04_2002_2.pdf))

## 2.5 Einfluss von „Strahlung“

Strahlung, d.h. elektromagnetische Energie im Wellenlängenbereich von einigen Hz bis hin zu harter Röntgenstrahlung, kann bei entsprechender Intensität biologische Wirkungen auslösen, die zum großen Teil bekannt sind. Das Ziel der SBS-Forschung besteht allerdings nicht darin, bekannte Wirkungen von Strahlung vertieft zu untersuchen, die nach dem Ursache-Wirkung-Modell erklärbar sind, so z.B. die Beziehung zwischen UV-Strahlen und der durch sie bewirkten Pigmentbildung. Vielmehr geht es um das Aufdecken möglicher Einflüsse von Strahlung auf unspezifische Krankheitssymptome, z.B. um die Ermittlung der Wirkung eines Mangels an Hintergrundstrahlung, verursacht durch das Stahlskelett der Gebäude, auf Befindensstörungen. Dass solche Untersuchungen wesentlich schwerer zu bewältigen sind als andere, bei denen bereits ein Modell von der Wirkung existiert, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Trotzdem muß der heutige Zustand als recht unbefriedigend eingestuft werden, weil die heutige Literatur z.T. an die „Magnetismus“-Debatte der 30er Jahre erinnert, bei der die Früchte einer sprunghaft fortschreitenden Wissenschaft (Physik), gemischt mit Elementen von Hexenkult, auf die Menschen eingewirkt haben. Es ist daher sinnvoll, jedes berichtete Ergebnis erst



einer strengen methodischen Prüfung zu unterziehen, ehe diesem Glauben geschenkt wird.

Aus heutiger Sicht wird unter dem Begriff „Strahlung“ nicht alles untersucht, was physikalisch gesehen Strahlung ist, z.B. Röntgenstrahlung oder Mikrowellen. Vielmehr konzentriert man sich auf das, was als „ungeklärt“ gilt, wozu z.B. elektrostatische Felder und Magnetfelder mit geringer Frequenz gehören, die eigentlich nicht unbedingt als „Strahlung“ bezeichnet werden. Das hängt damit zusammen, dass seit der Veröffentlichung eines kanadischen Berichtes über Fehlgeburten in Zusammenhang mit Bildschirmbenutzung im Jahre 1980 das Augenmerk der Untersucher auf solche Einflüsse gelenkt wurde, bei denen ein Modell von Ursache-Wirkung-Prozessen nicht existiert. Dies trifft für pulsierende Magnetfelder mit geringer Frequenz zu, die, anders als die Strahlung, in der Natur nicht vorkommen. Daher existiert für diese kein Grenzwert, bei dessen Unterschreiten eine Unbedenklichkeit angenommen werden kann. Zwar existieren solche Grenzwerte für eine der wichtigsten Strahlungsfolgen, kanzerogene Wirkungen, grundsätzlich nicht, aber immerhin Vergleichswerte aus der Natur.

Eine Vielzahl von Untersuchungen (Zusammenfassung s. z.B. Bergqvist, 1993) hat keinen Zusammenhang zwischen den beobachteten teratogenen Wirkungen und der Strahlung von Bildschirmen aufgezeigt. Dies gilt auch für die Magnetfelder. An dieser Stelle sei angeführt, dass die Magnetfelder von Bildschirmgeräten in ihrer Feldstärke um eine bis mehrere Zehnerpotenzen unter denen der Stromleitungen im Büro liegen.

Als Umwelteinfluss im Sinne des SBS hätte Radon eher eine Chance gehabt, als wirksam eingestuft zu werden, da es zum einen die wichtigste aller Quellen der natürlichen Strahlenexposition darstellt und zum anderen sich gerade in geschlossenen Räumen ansammelt. Es macht etwa die Hälfte der durch alle natürlichen Strahlenquellen bedingten Gesamtdosen aus (UNEP, 1985), die wiederum 80% der mittleren effektiven Jahresdosis der Weltbevölkerung liefert. Als natürliche Strahlenquelle ist es aber offenbar weitaus weniger interessant, da es zum Thema Radon allenfalls die Empfehlung gibt, die Räumlichkeiten öfter zu lüften, zum Thema „Bildschirmstrahlung“ aber Richtlinien, Veröffentlichungen, Bücher und auch noch Prüfsiegel.

Die hier gemeinten Richtlinien (MPR) wurden in Schweden aufgestellt und jahrelang als „schwedische Normen“ zitiert. Ihre Grenzwerte wurden allerdings nicht nach medizinischen Erkenntnissen festgelegt sondern nach der technischen Machbarkeit. Mittlerweile hat die Gewerkschaftsorganisation TCO die unter dem Namen MPR eingeschlagene Richtung weiter verfolgt. Die Labels hießen „TCO 95“, „TCO 99“ etc. Sie galten für Bildschirmgeräte und Computer. Das neuere Label „TCO '01“ gilt für Handys.

Gebäude wurden in den 70er Jahren verdächtigt, durch ihre Stahlarmierung die natürliche Strahlung abzuschirmen und so zum SBS beizutragen. Damals wurden sogar künstliche Strahlungsgeneratoren in Arbeitsstätten installiert, um das vermeintliche Defizit auszugleichen. Seriöse Untersuchungen ergaben jedoch keinerlei Anzeichen für die behaupteten Phänomene.

## **2.6 Einfluss persönlicher Eigenschaften**

Die Untersuchungen zum SBS haben gezeigt, dass nicht alle Beschäftigten davon gleichermaßen betroffen sind. So hat sich u.a. herausgestellt, dass Personen mit Neigung zu Allergien davon häufiger betroffen sind als andere. Diese Erkenntnis ist plausibel und kann wohl als gesichert angesehen werden.

Ein weiteres Ergebnis, die höhere Anfälligkeit von Frauen im Verhältnis zu Männern, muss hingegen mit Vorsicht interpretiert werden. Der Grund hierfür liegt darin, dass eine ungünstige Arbeitsorganisation ähnliche Symptome hervorrufen kann wie das SBS, und dass Frauen unverhältnismäßig häufiger von solchen organisatorischen Einflüssen betroffen sind als Männer.

Ein weiteres persönliches Merkmal mit Einfluss auf gesundheitliche Beeinträchtigungen ist das Alter der Beschäftigten. Die Ergebnisse sind jedoch teilweise widersprüchlich. So zeigen manche Untersuchungen, dass die Symptome mit zunehmendem Alter häufiger vorkommen, was plausibel erscheint. Unsere eigenen Untersuchungen zeigen jedoch, dass der Alterseinfluss je nach Ursache anders zu bewerten ist. So zeigte sich, dass durch einseitige Tätigkeiten und ungünstige Körperhaltung verursachte Probleme eher Personen in der Altersgruppe 40 bis 50 Jahre treffen, jüngere und ältere Mitarbeiter hingegen weniger. Beim Einflussfaktor Beleuchtung waren überraschenderweise jüngere Personen stärker betroffen als ältere, während die Klimatisierung eher älteren Mitarbeitern zu schaffen macht. Offenbar gibt es keinen einheitlichen Alterseinfluss hinsichtlich aller Einwirkungen. Diese Erfahrungen lassen es empfehlenswert erscheinen, den Alterseinfluss differenziert zu betrachten.

---

## **3 Ein Modell für das sick building syndrome**

### **3.1 Zur Notwendigkeit eines Modells**

Zu den wichtigsten Problemen, die mit der Beurteilung der existierenden Forschungsergebnisse zusammenhängen, zählt die mangelnde theoretische Untermauerung der Untersuchungen. Zu Projekten mit solchen Problemen zählen Hedge u.a. (s. Hedge u.a., 1989) gerade diejenigen Untersuchungen, die dem Begriff SBS zur Geltung verholfen haben (z.B.

Finnegan u.a., 1984). Die Kritik richtet sich insbesondere daran, dass es keine spezifische Einwirkungsdefinition gegeben hat, anhand derer man die beobachteten Beeinträchtigungen der Gesundheit den gebäudebedingten Umgebungsfaktoren zugeordnet hat. Vielmehr sind viele Untersuchungen erst nach Auftreten bestimmter Beschwerden durchgeführt worden, wobei man sich damit begnügt hat, dass hinreichend viele negative Faktoren entdeckt worden sind, die für eine Erklärung ausreichen. Das charakteristische Element in dieser Vorgehensweise ist das nachträgliche Formulieren einer Theorie, die dem zuvor beobachteten Phänomen entsprechend aufgestellt wird und zuweilen nur deswegen zum Erklären des Phänomens hinreichend genügt.

Problematischer als die von Hedge u.a. kritisierten methodischen Mängel von bestimmten Untersuchungen mit seriösem Hintergrund stellen sich andere Veröffentlichungen dar, bei denen anderweitige Interessen als wissenschaftliche die Beweggründe für die Publikation geliefert haben können. So könnte man beispielsweise leicht zu der Überzeugung gelangen, dass die wichtigste Ursache von SBS die Luftverschmutzung ist, wenn man Publikationen der letzten Jahre unkritisch liest. In Wirklichkeit sind viele Veröffentlichungen auf die Aktivitäten einer einzelnen Firma, der *Healthy Buildings International, Inc.*, zurückzuführen, die Forschungsergebnisse anderer Stellen in ihrem Sinne interpretiert. So zieht Gray Robertson, der Präsident dieser Firma, aus der epidemiologischen Literatur die Schlußfolgerung, dass ca. 50% aller Erkrankungen der Büroangestellten in bestimmten Ländern Erkrankungen der oberen Atemwege sind und vom Büro selbst verursacht werden: *"... Dies (höhere Erkrankungsrate bei Soldaten in gut isolierten Gebäuden) wurde auf die größere Raumluftverschmutzung zurückgeführt, die ja Hauptursache für das Sick-Building-Syndrom ist. Damit haben wir zum ersten Mal Beweise dafür in der Hand, dass bis zu 50% der Erkrankungen der oberen Atemwege von Büroangestellten u.U. auf das Büro selbst zurückzuführen sind."* (Robertson, 1991). Diese Art der Beweisführung - mögen die Ergebnisse möglicherweise sogar zutreffend sein - kann keinen Bestand haben, wenn man sie gemäß wissenschaftlicher Gepflogenheiten prüft. Hier liegen bestimmte wissenschaftlich ermittelte Ergebnisse vor (die Erkrankungsraten bei bestimmten Gruppen, in diesem Falle Soldaten der US-Armee), die innerhalb eines einzigen Satzes dem Bereich des SBS zugeordnet werden, um sie als gebäudebedingte Erkrankungen von 50% der Büroangestellten zu deklarieren. Der auf diese Art und Weise entstandene Text wurde dann in der zweiten Hälfte des Jahres 1991 in verschiedenen Ländern, auch in Deutschland, an die Presse verteilt, die ihrerseits diese „Erkenntnisse“ weiter verbreitet hat. Hierbei wurden z.T. Artikel veröffentlicht, die bis zu 80% der deutschen Büromitarbeiter als krank bezeichnet haben.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass in der Vergangenheit mit ähnlichen Methoden z.B. Filter für Bildschirme vermarktet worden sind, indem man sie als Mittel zum Schutz von Schwangeren gegen die „Bildschirmstrahlung“ angepriesen hat. Die Firma HBI definiert SBS auf einseitige Weise: *„Was versteht man unter Sick-Building-Syndrom? Der Begriff Sick-Building-Syndrom bezeichnet den Gesamtkomplex der Reaktionen von Gebäudebenutzern auf Stäube, Dämpfe, Gase, Pilze, Bakterien und andere Schadstoffe, die in der im Gebäude eingeschlossenen Luft enthalten sind...“*.

Die Vorgehensweise der Firma HBI, Inc. hängt damit zusammen, dass diese Firma Überwachung von RLT-Anlagen als Dienstleistung verkauft. Sie gibt eine in der Aufmachung einem Journal ähnliche Zeitschrift mit dem Titel „Healthy Buildings - Internationales Magazin“ heraus, in dem alle Beiträge SBS-verwandte Themen behandeln. Die Beiträge haben keine namentlich genannten Autoren, zudem fehlt im Impressum eine presserechtlich verantwortliche Person. Das Impressum weist lediglich die Namen und Adressen der Geschäftsstellen der HBI in fünf Ländern auf. Alle fünf der genannten Länder (Australien, Kanada, Schweden, Spanien, USA) weisen im Verhältnis zu Deutschland und Mitteleuropa extreme Klimaverhältnisse auf so wie die überwiegende Zahl der Standorte der Referenzkunden (u.a. Florida, Hongkong, Neapel, Sydney). Genausowenig wie die Klimaverhältnisse sind die relevanten Arbeitsbedingungen mit der deutschen Arbeitswelt vergleichbar.

### 3.2 Modellbeschreibung

Nicht nur die oben beschriebenen Praktiken und die mittlerweile in die Nähe des Okkultismus gerückte Angst vor Strahlung - man kann heute sogar „strahlungsvernichtende“ Kakteen kaufen - legen es nahe, die mit dem Begriff SBS verbundenen Phänomene systematisch zu betrachten, was unter Zugrundelegung eines Ursachen-/Wirkungsmodells geschehen kann. Ein solches Modell wurde von Hedge (Hedge u.a., 1989) entwickelt (s. Bild 2). Das Modell geht davon aus, dass gebäudebedingte Faktoren nur zum Teil die dem SBS zugeschriebenen Erscheinungen verursachen und dies nur teilweise direkt, teilweise über hypothetische Mediatoren.

Nach den Untersuchungen von Hedge, die entsprechend diesem Modell ausgewertet worden sind, besitzen die einzelnen Faktoren, die die Autoren als relevant ermittelt haben, relativ kleine Korrelationen mit den beobachteten Phänomenen (Bild 3). So bedeutet eine Korrelation von 0,1 zwischen zwei Größen, dass ihre gemeinsame Varianz nur 0,01 beträgt. Das heißt im Klartext, dass bei vollständiger Kenntnis der Veränderungen einer Größe die damit korrelierte nur zu 1% bekannt ist. Bei der höchsten Korrelation nach Bild 3 sind es gerade mal 10%. Diese Größenordnungen werden bei anderen Untersuchungen nicht wesentlich überschritten.

Bild 2 Modell der hypothetischen Einflussfaktoren für das SBS nach Hedge u.a. Ein Teil der Faktoren wirkt sich sowohl direkt, als auch indirekt aus, während organisationsbedingte Faktoren sich nur mittelbar bemerkbar machen.

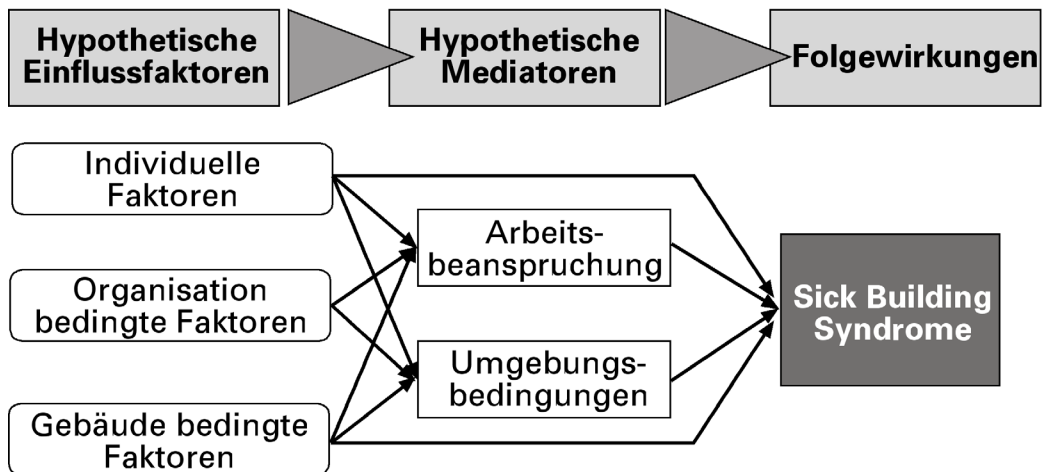
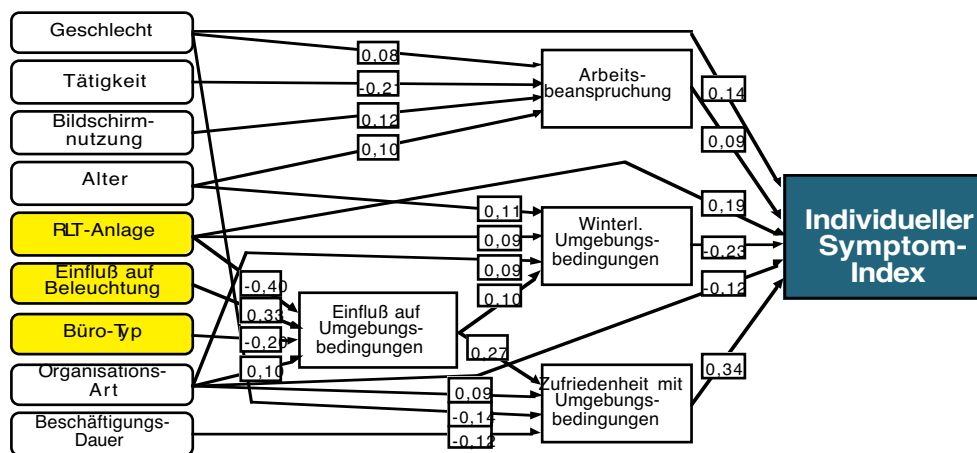


Bild 3 Modell der Einflussfaktoren für das SBS nach Hedge u.a. unter Berücksichtigung der Korrelationen mit der Schwere der Symptome



Bei komplexen Ursachen-/Wirkungsbeziehungen sind zwar selten wesentlich höhere Korrelationen zu erwarten, dies legt jedoch die Schlussfolgerung nahe, dass methodisch akzeptable Untersuchungen nur in großem Stil und mit erheblichem Aufwand durchgeführt werden können, sollen sie einigermaßen zuverlässige neue Erkenntnisse liefern.

#### 4 Das ALARA-Prinzip und seine Folgen

---

Die Vielfalt der um die Erscheinungsformen des SBS diskutierten Probleme und vor allem die Unfähigkeit, eindeutige Zuordnungen zwischen Ursachen und Wirkungen zu finden, haben diesem Prinzip eine neue Bedeutung gegeben. Das Prinzip bedeutet praktisch „so wenig wie nur möglich, statt so viel wie zulässig“, d.h., wenn Immissionen jedweder Art am Arbeitsplatz vorkommen, sollen sie auf das geringstmögliche Maß reduziert werden. Das gilt für die „Bildschirmstrahlung“ ebenso wie für Stoffe wie Formaldehyd. Die Einhaltung von Grenzwerten soll als letztes Mittel betrachtet werden.

Bei näherem Hinsehen kann man hinter dem Prinzip jedoch die Zusammenfassung der Generalklauseln erkennen, die in jeder Arbeitsschutzvorschrift zu finden sind. So besagt beispielsweise die deutsche Arbeitsstättenverordnung nicht, dass bei „geistigen Tätigkeiten“ ein Schallpegel von 55 dB(A) einzuhalten ist, sondern dass der Schallpegel so niedrig zu halten ist, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist. Auch die MAK-Werte, die für bestimmte Stoffe festgelegt werden, stellen maximal zulässige Konzentrationen dar, die man so weit wie möglich unterschreiten sollte.

Trotzdem erscheint die neue schlagwortartige Zusammenfassung nützlich, da offenbar sehr viele Leute die Generalklauseln nicht zu lesen pflegen. Wie wäre es sonst möglich, in einem Land mit dem (angeblich) besten Arbeitsschutz einen über den Tag gemittelten Schallpegel von 85 dB(A) für die Arbeit an Textautomaten in einer VDI-Regel zum Schallschutz (VDI 2058, April 1981) zuzulassen? Man könnte dies als Jugendsünde einer Technik und eines technischen Ausschusses abtun, weil die Festlegung im Jahre 1981 getroffen wurde. Dass man vor Wiederholungen nicht sicher sein kann, zeigt die Empfehlung eines Akustikexperten einer Arbeitsschutzorganisation im Jahre 2001, man möge den zulässigen Lärmpegel in Call Centern auf 70 dB(A) erhöhen, da man dort Routinetätigkeiten nachginge. Wie man bei einem durchschnittlichen Lärmpegel täglich 8 Stunden telefonieren soll, hat der Experte nicht erklärt.

Das Prinzip wird jedoch in den nächsten Jahren allen Beteiligten sehr viel Kopfschmerzen bereiten, da es viel Wissen für den Umgang mit ihm abverlangt. Eine der ersten Geschmacksproben war der Umgang mit der „Bildschirmstrahlung“, womit i.d.R. heute die niederfrequenten Magnetfelder gemeint werden. Bei diesen Feldern kennt man die Wirkungsmechanismen nicht, ergo ALARA? Wenn man für seine Arbeit einen großen Bildschirm mit hoher Auflösung braucht, führt das Konzept zu einer recht unerfreulichen Situation: Man kann die Strahlung so weit wie möglich reduzieren, indem man den Bildschirm in geringerer Auflösung betreibt und damit seine Augen belastet. Abhilfe können LCD-Bildschirme schaffen. Große LCD-Bildschirme sind aber zum einen immer noch recht teuer, zum anderen sind sie insbesondere in der Farbwiedergabe der alten (CRT-) Technik unterlegen.

Dass man nach diesem Prinzip auch erfolgreich sein kann, haben jedoch seinerzeit die schwedischen (MPR) Regeln bewiesen: Die zunächst nur in Schweden, heute auch in vielen anderen Ländern angebotenen Geräte halten die Regeln ein, ohne dass die Bildschirme kontrastarm sind. Schwierigkeiten bestanden jedoch mit manchen hochauflösenden Bildschirmen. Einige Bildschirme, die man hierfür braucht, erzeugten seinerzeit z.T. stärkere Felder, als es die schwedischen Regeln zuließen. Trotzdem können die MPR-Regeln als eine sehr erfolgreiche Anwendung des ALARA-Prinzips angesehen werden: Man hat - ohne viel Aufhebens und ohne normgebende Stellen zu bemühen - geschafft, eine weltweit beachtete Regel im Sinne des Arbeitsschutzes einzuführen. Bildschirme ohne TCO-Label sind in vielen Ländern praktisch unverkäuflich.

Die nächste, diesmal große Kostprobe steht bei den Mobilfunkgeräten an, die ja funktionsgemäß Energie abstrahlen müssen, je stärker umso effektiver. Sie können nicht nur in Form von Telefonen, sondern auch als tragbare Computer mit Funkmodems oder Faxgeräte um uns herum in Erscheinung treten. Mittlerweile müssen sich nicht nur Wissenschaftler oder Büroorganisatoren mit dem Problem befassen, sondern auch ordentliche Gerichte. Ob sie eine Antwort auf die Frage finden können, wie man ein strahlendes Gerät so weit wie möglich von sich entfernt hält, aber dennoch am Ohr behält? Wie die Debatte um die künftigen UMTS-Netze zeigt, haben weite Bevölkerungsteile schlicht Angst vor einer nicht fassbaren Gefahr. Anders als in den siebziger Jahren bringen Menschen auch wissenschaftlichen Studien nicht allzu großes Vertrauen entgegen, weil der Vertrauensvorschuss von der Kerntechnik aufgebraucht worden ist.

---

## 5 Aussichten

Das mit dem Begriff „sick building syndrome“ bezeichnete Problempaket besteht sowohl aus uralten als auch aus neuen Elementen, die im Licht eines neuen Bewusstseins in den Industriestaaten gesehen ein explosives Gemisch ergeben können. Darin sind nicht nur sachlich zu klärende Fragen vermengt, sondern auch viele Probleme, die durch den Verlust des Vertrauens in die Wissenschaft und Technik entstanden sind. In dieser Situation kann jedem empfohlen werden, Schlagworte zu vermeiden und nur nach sorgfältiger Analyse festgestellter Probleme zu handeln.

Allerdings sollte man stets vor Augen halten, dass man heute Arbeitsplätze einrichtet, deren Probleme vor Jahren schon sorgfältig analysiert worden waren. So kann man die Belastungen, die Studien zu Call Centern jetzt aufzeigen, fast vollständig in Untersuchungsberichten aus den siebziger Jahren nachlesen.



---

## 6 Literatur und Regelwerke

---

- Brodersen, I.** (Hrsg.): ÖKO-TEST Ratgeber Büro, Rowohlt Taschenbuchverlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, 1990
- Bergqvist, U.:** Pregnancy Outcome and VDU Work, in: Luczak, H; Çakir, A.; Çakir, G.: Work With Display Units '92, North-Holland, 1993
- Cahan, D.,** Meister der Messung, VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, 1992
- Çakir, A.:** Licht und Gesundheit - Eine Untersuchung zum Stand der Beleuchtungstechnik in deutschen Büros, Berlin, Ergonomic, 1990
- Çakir, A.; Çakir, G.:** Licht und Gesundheit - Eine Untersuchung zum Stand der Beleuchtungstechnik in deutschen Büros, 2. erweiterte Auflage, Berlin, Ergonomic, 1994
- Çakir, A.; Çakir, G.:** Licht und Gesundheit - Eine Untersuchung zum Stand der Beleuchtungstechnik in deutschen Büros, 3. erweiterte Auflage, Berlin, Ergonomic, 1998
- Çakir, A.; Çakir, G.; Kischkoweit-Lopin, M.; Schultz, V.:** Tageslicht nutzen - Bedeutung von Dachlichtöffnungen für Ergonomie, Architektur und Technik, Kleffmann, Bochum, 2001
- Çakir, A.; Franke, R.P.; Piruzram, M.:** Arbeitsplätze für Phonotypistinnen, BAU-Forschungsbericht 363, Dortmund, 1983
- COST-Project:** Sick Building Syndrome, A Practical Guide, EG-Bericht, 1989
- Fanger, P.O.:** Introduction of the olf- and the decipol-unit to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors, Energy and Buildings, 12, 1988, S. 1-6
- Finnegan, M.J.; Pickering, C.C.; Burge, P.S.:** The sick building syndrome: prevalence studies. Brit. Med. J. 289: 1573-1575, 1984
- Grune, S.:** Bildschirmarbeitsplätze, Bibliographie, Grulit Verlag, 1990
- Hedge, A.; Burge, P.S.; Robertson, A.S.; Wilson, S.; Harris-Bass, J.:** Work-related illness in offices: a proposed model of the "sick building syndrome", Environment International, Vol. 15, pp. 143 - 158, 1989
- Hedge, A.; Erickson, W.A.; Rubin, G.:** VDT use, job stress, job satisfaction and the sick building syndrome in offices. In: Designing for Everyone, Proceedings of the 11th Congress of the IEA, Taylor and Francis, London, 1991
- Hodgson, M.J.; Permar, E.; Squire, G.; Aller, A.:** Vibrations as a cause of "tight-building syndrome" symptoms

- Kröling, P.:** Gesundheits- und Befindensstörungen in klimatisierten Gebäuden, Vergleichende Untersuchungen zum „building illness“ Syndrom, Zuckschwerdt Verlag, 1985
- ÖKO-TEST.:** Gifte im Toner für Laserdrucker, August 2001
- ÖKO-TEST.:** Verstaubte Technik, Februar 2002
- Robertson, G.:** Sick Buildings, Ursachen und Folgen, Analyse und Prophylaxe, Vortrag auf dem EUROFORUM, Antwerpen, Oktober 1991
- Schulz, G.:** Die Klimatisierung von Büroräumen, ASP, Heft 2, S. 40-43, 1977
- Tempest, W.:** Infrasound and low-frequency vibration, Academic Press, London, 1976
- UNEP** (United Nations Environment Programme), Radiation, Doses, Effects, Risks, 1985 (deutsche Ausgabe Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), Bonn
- Wattendorff, F.:** Gefahrstoffe im Büro, Uni Hannover, Weiterbildungsstudium Arbeitswissenschaft, 1990
- Wilkins, A.J.; Nimmo-Smith, M.I.; Slater, A.; Bedocs, L.:** Fluorescent lighting, headaches and eyestrain, Proceedings of CIBSE National Lighting Conference, Cambridge (UK), 1988, S. 188-196
- DIN 1946, Teil 2,** Raumluftechnik, Gesundheitstechnische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln) (01/83)
- EWG 89/391,** Richtlinie des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit
- EWG 90/270,** Richtlinie des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten
- VDI 2058** Teil 3, Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten, (Norm, 04.81)