

Aus dem Institut für Hygiene und Umweltmedizin  
(Direktor: Prof. Dr. med. A. Kramer)  
der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

# **Probleme bei der Bewertung innenraumbezogener Beschwerden am Beispiel von zwei Gebäuden**

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Medizin  
(Dr. med.)

der Medizinischen Fakultät der

Ernst - Moritz - Arndt - Universität

Greifswald

2003

vorgelegt von:

**Aileen- Susan Röwf**  
geb. am: 01.02. 1974  
in: Rathenow

Dekan: Prof. Dr. R. Biffar

1. Gutachter: Prof. Dr. A. Kramer
2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. E. Marth

Tag der Verteidigung: 12.01.2004

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung.....	5
1.1	Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit Innenraumlufthverhältnissen .....	5
1.2	Gebäudebezogene Gesundheitsstörungen .....	8
1.3	Beeinflussung der Innenraumlufth .....	13
1.4	Bewertung der Innenraumlufth .....	15
1.5	Zielsetzung .....	18
2	Eigene Untersuchungen .....	20
2.1	Material und Methoden .....	20
2.1.1	Vorstellung des Fragebogens .....	20
2.1.2	Raumlufthmessungen .....	22
2.1.3	Charakteristik der untersuchten Objekte und des betroffenen Personenkreises.. .....	23
2.1.4	Statistische Analysen.....	26
2.2	Ergebnisse .....	29
2.2.1	Messwerte der Raumlufth in beiden Objekten .....	29
2.2.2	Raumklima .....	32
2.2.3	Raumausstattung.....	33
2.2.4	Charakteristik der befragten Personen.....	34
2.2.5	Räumliche Verhältnisse.....	39
2.2.6	Arbeitszufriedenheit .....	43

2.2.7	Einflüsse auf das Wohlbefinden (Befindlichkeitsstörungen) .....	45
2.2.8	Gesundheitliche Beschwerden.....	48
2.2.9	Vergleich der Befindlichkeitsstörungen und gesundheitlichen Beschwerden zwischen Erst- und Zweitmessung in Greifswald.....	55
3	Diskussion und Schlussfolgerungen .....	58
3.1	Methodik .....	58
3.1.1	Fragebogen .....	58
3.1.2	Meßwerte und Richtwerte .....	60
3.1.3	Auswertung.....	65
3.2	Ergebnisse .....	67
3.2.1	Gesundheitliche Störungen und Befindlichkeitsstörungen im Gerichtsgebäude Greifswald.....	68
3.2.2	Gesundheitliche Beschwerden und Befindlichkeitsstörungen in der Berufsschule in Waren.....	72
3.3	Schlussfolgerungen und weiterführende Gedanken.....	75
4	Zusammenfassung.....	79
5	Literaturverzeichnis .....	81
6	Anlagen.....	90

Fragebogen

Eidesstattliche Erklärung

Lebenslauf mit beruflichem Werdegang

Danksagung

# **1 Einleitung und Problemstellung**

## **1.1 Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit Innenraumluftverhältnissen**

Seit etwa zwanzig Jahren ruft das Thema Innenraumluft starkes Interesse hervor. Die Ursachen liegen zum einen in der Änderung von Lebensgewohnheiten - mittlerweile verbringen wir 80 bis 90% des Tages in geschlossenen Räumen. Zum anderen wurden, um Energie zu sparen und Heizkosten zu senken, Wohnhäuser und Bürogebäude mit isolierenden Außenverkleidungen und dicht schließenden Fenstern versehen. Durch diese Maßnahmen kommt es häufig zu einem stark reduzierten Luftaustausch, der die Luftqualität vielfach verschlechtert. Eine Folge dieser Veränderungen ist die Anreicherung der Innenraumluft mit emittierten Schadstoffen aus Baumaterialien, neuen Büromöbeln, Arbeitsgeräten, Fußbodenbelägen, Zigarettenrauch und Ausdünstungen sowie deren wesentlich erschwerte Reduktion. Seit dieser Zeit gibt es eine Zunahme gesundheitlicher Beschwerden und Befindlichkeitsstörungen, die mit schlechter Luftqualität in Verbindung gebracht werden (HORVATH 1997). Besonders häufig wird über Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, Irritation der Haut und Schleimhäute sowie Geschmacks- und Geruchsstörungen geklagt. Die mit diesen Beschwerden in Verbindung stehende Einschränkung der Leistungsfähigkeit beziehungsweise finanzielle Einbußen durch erhöhten Krankenstand führten ebenfalls zu einer vermehrten Beschäftigung mit diesem Thema.

Ein anderes Problem der geringeren Luftwechselrate ist die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, die zu Kondenswasserbildung führen kann. Dieses feuchte Milieu ist ein idealer Nährboden für Schimmelpilze, Milben und Bakterien (PITTEN und BELOW 2001). Abhilfe versucht man durch Belüftung und Regulierung mit raumluftechnischen Anlagen (RLT) zu schaffen, allerdings bergen auch diese Risiken in sich. Durch mangelhafte Wartung der Lüftungsanlagen kann es zum mikrobiellen Filterbewuchs (Biofilmbildung) mit nachfolgender Kontamination der Raumluf mit Bakterien und Pilzen kommen, die zu gesundheitlichen Einschränkungen führen können (BARDANA 1997). Wenig Sinn machen raumluftechnische Anlagen bei mangelhafter Anpassung der Lüftungsrate an erhöhte chemische Emissionen durch Malern, Verputzen und Ähnliches (BARDANA 1997).

Der üblich gewordene schnelle Bezug eines Gebäudes nach Neubau oder Sanierung, verbunden mit mangelhafter Trocknung und oftmals ungenügender Reinigung und Lüftung, führt bei einer erhöhten Belastung der Innenraumluft zum Beispiel mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen und Staub durch die nach Fertigstellung erhöhte Ausgasung aus Baumaterialien, Bodenbelägen, Klebstoffen oder Farben oft zu gesundheitlichen Beschwerden und Einschränkungen des Wohlbefindens. Die gleichen Beschwerden können bei extensiver Renovierung eines Gebäudes mit ungenügender Abschirmung derjenigen, die weiterhin im Gebäude arbeiten, auftreten.

Welche chemischen Stoffe sind es, die heute bei der Innenraumbelastung eine Rolle spielen? Während früher durch Ofenheizung, offene Kamine und andere Verbrennungsprozesse vor allem Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickoxide, Schwebstäube und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe freigesetzt wurden, sind heute vor allem flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds= VOC's) aus Lacken, Farben, Tapeten, Teppichböden, Möbeln und Naturholz, Radon und Schwermetalle aus Gestein und Baustoffen, Holzschutzmittel aus behandelten und verarbeiteten Hölzern, Asbest und andere Mineralfasern für die Belastung des Innenraums verantwortlich. Alle diese Stoffe gelten als Fremdbelastung eines Raumes. Als Eigenbelastung werden die Stoffe, die der Mensch selbst durch seine Transpiration, mit der Ausatmung und aus der Gasbildung im Darm sowie durch chemische Kontamination in den Raum einbringt, allein etwa 4000 Substanzen, die beim Rauchen freigesetzt werden, flüchtige organische Verbindungen aus Desinfektions- und Reinigungsmitteln, Pestizide, Insektizide und flüchtige Kohlenwasserstoffe aus Pflanzensprays, Kosmetika und Klebstoffen oder Ozon aus Kopierern und Laserdruckern bezeichnet (MERSCH-SUNDERMANN 1996)

Wie der Mensch auf eine belastete Innenraumluft reagiert, hängt von vielen Faktoren der unmittelbaren Arbeitsumwelt wie Lärm, Beleuchtung, Innenraumtemperatur, Staub, Arbeiten mit Kopierern oder an Bildschirmen, Verhältnis zu den Kollegen, Zufriedenheit mit der Arbeit und mit dem Arbeitsklima ab. Aber auch Geschlecht und Alter, Nikotinabusus, Allergien oder Asthma bronchiale, dispositionelle Faktoren sowie ungünstige psychosoziale Verhältnisse führen zu einer unterschiedlichen Empfindlichkeit (THÖRN 1994). Auch Unzufriedenheit der Angestellten mit den Anforderungen der modernen Arbeit kann Ursache vermehrter innenraumbezogener Beschwerden sein. Gerade im Bürobereich kam es in

den letzten Jahren zu einer zunehmenden Automatisierung und Anwendung von Computertechnologien, die zwar die Arbeitseffizienz steigern, gleichzeitig aber die Angestellten mit erhöhtem Leistungsdruck, mehr Abstraktion, weniger Vielfalt, reduzierter Kooperation und Kommunikation sowie eingeschränkter Handlungsfreiheit konfrontieren (RUPPE 1995, HORVATH 1997, OOI und GOH 1997). Hinzu kommen Störungen des visuellen Systems wie Augenbrennen, Tränenfluß und nachlassende Sehschärfe sowie Beeinträchtigungen im Bereich des Bewegungs- und Stützapparates, wie Verspannungen, Rücken-, Nacken- und Kopfschmerzen (RUPPE 1995). Augenbeschwerden sind die mit 35% bei normaler Büroarbeit und mit 50% bei der Bildschirmarbeit am häufigsten beklagte Gesundheitsstörung (CAKIR 2001).

Nicht zu unterschätzen in ihrem Einfluß auf das Gesundheitsempfinden sind auch die oft spekulativ und emotional gehaltenen Berichterstattungen der Medien. Unvollständige oder wissenschaftlich nicht begründete Informationen können Ängste wecken und zu einer erhöhten Wahrnehmung bzw. krankhaften Verarbeitung von Beschwerden und Befindlichkeitsstörungen führen (THÖRN 1994, HORVATH 1997, RÖTTGERS 2000). Werden die begründeten oder unbegründeten Ängste der Angestellten von Arbeitgebern oder behandelnden Ärzten nicht ernst genommen, können die zuerst meist vorübergehenden Beschwerden in eine chronische Form übergehen.

Wie wichtig es ist, sich mit Innenraumbelastungen und deren Folgen zu beschäftigen, sollen einige Angaben zeigen: Schätzungen der WHO zufolge sind 30% aller neuen oder renovierten Gebäude von Innenraumluftproblemen betroffen (WHO 1982 und 1984, MOLHAVE 1991, CRAWFORD und BOLAS 1996). Eine Untersuchung des National Institute of Occupational Safety and Health, in der 600 Innenraumstudien ausgewertet wurden, ergab, daß weltweit nahezu ein Drittel aller Gebäude Probleme mit der Heizung, Belüftung und Klimatisierung haben, die gesundheitliche Beschwerden hervorrufen (BARDANA, 1992). In einer anderen Studie gaben 20% von 600 zufällig ausgewählten Beschäftigten eine Minderung der Arbeitsfähigkeit und Leistung durch schlechte Innenraumluft an (BARDANA 1997). Nach Schätzungen gibt es in Deutschland circa eine Million Menschen mit innenraumbezogenen Beschwerden (PETROVITCH 1996). Allein für das Commonwealth werden die Kosten, die durch das Sick Building Syndrome (s. S. 9 ff.) entstehen, auf 350 bis 650 Millionen britische Pfund geschätzt (CRAWFORD UND BOLAS 1996).

## 1.2 Gebäudebezogene Gesundheitsstörungen

Im folgenden Abschnitt wird eine Übersicht über die mit dem Aufenthalt in Gebäuden im Zusammenhang stehenden Syndrome gegeben:

### **Building Related Illness (BRI)**

Die „gebäudebezogene Krankheit“ ist charakterisiert durch eine bekannte Ätiologie mit spezifischen Symptomen und nachweisbaren Laborergebnissen (RYAN 1992). Es handelt sich um klar definierte Krankheitsbilder, hervorgerufen durch die Einwirkung nachgewiesener Noxen im Raum beziehungsweise im Gebäude (BREDE-WEISFLOG 1996). Die Fälle können in drei Hauptkategorien eingeteilt werden:

1. Allergische und immunologische Krankheiten: Hypersensitivitätspneumonie, Sinusitis, gebäudebezogenes Asthma
2. Infektionen: Legionärskrankheit, Pontiac-Fieber, Tuberkulose, virale Infektionen
3. Schädigungen durch Chemikalien und andere Stoffe: Kohlenmonoxid, Formaldehyd, Pestizide, flüchtige Kohlenwasserstoffe, Radon, Asbest. Sowohl Radon als auch Asbest werden als Kanzerogene eingestuft; Radon erzeugt vor allem Bronchialkarzinome, Asbest wird für die Asbestose, eine typische Pneumokoniose, für Kehlkopfkarcinome, Pleuramesotheliome sowie Bronchialkarzinome verantwortlich gemacht (NEUBURGER 1996, HORVATH 1997).

Der Ausbruch einer „gebäudebezogenen Krankheit“ wird häufig durch unzureichend gewartete raumluftechnische Anlagen verursacht. Die ungenügende Wartung der Anlagen kann zu erhöhter Luftfeuchtigkeit mit vermehrtem Wachstum von Mikroorganismen und ständiger Anwesenheit von Milben und Pilzen führen und damit eine allergische Rhinitis auslösen, genauso gut aber auch eine Reduktion der Luftfeuchtigkeit bedingen, die eine Austrocknung der Nasenschleimhaut mit erhöhter Anfälligkeit für Infektionen mit sich bringen kann. Vernachlässigte raumluftechnische Anlagen können also allein durch die Verbreitung von Mikroorganismen Krankheiten hervorrufen, aber auch durch anhaltenden Allergenkontakt bei den Gebäudenutzern zu allergischen Erkrankungen führen (BREDE-WEISFLOG 1996, HORVATH 1997).



## **Sick Building Syndrome (SBS)**

Der dänische Wissenschaftler MØLHAVE bezeichnet das Sick Building Syndrom als normale Reaktion normaler Menschen auf ungünstige Innenraumbedingungen (MØLHAVE 1991). 1983 legte die WHO folgende Definition für das „Syndrom des krankmachenden Gebäudes“ fest: „Ein mehr oder minder großer Personenkreis (mehr als 10-20% der Gebäudenutzer) klagt über unspezifische Beschwerden und Befindlichkeitsstörungen, die typischerweise beim Aufenthalt in Innenräumen oder Gebäuden auftreten oder sich verschlimmern und sich nach dem Verlassen des Raumes beziehungsweise des Gebäudes bessern oder ganz verschwinden.“ Dabei handelt es sich nicht um ein definiertes Krankheitsbild im medizinischen Sinne, sondern um eine epidemiologische operationale Klassifikation (WIESMÜLLER 1998). Es ist auch nicht möglich, diese Definition als Diagnose für eine Einzelperson anzugeben, da es sich immer um ein System, nämlich ein Gebäude mit seinen Nutzern handelt (THÖRN 1998). Der Begriff Sick Building Syndrome sollte nur dann verwendet werden, wenn die Ursachen nicht genau identifiziert werden können und die Symptome nicht einer speziellen Erkrankung zugeordnet werden können (SEPPÄNEN et. al. 1999).

Zu den am häufigsten genannten Beschwerden zählen Trockenheit der Haut und der Schleimhäute, juckende, brennende und tränende Augen, gereizte Nase oder Rachen, reduzierte Tränenfilmstabilität, Infektionen der Atemwege, allgemeiner Juckreiz, Müdigkeit, Erschöpfung, Konzentrationsstörungen, Kopfschmerzen, Geruchs- und Geschmacksstörungen, Abgeschlagenheit, Gliederschmerzen und rheumatische Beschwerden (RUNOW 1994, BREDE- WEISFLOG 1996, BARDANA 1997, MUZI 1998).

Als Ursachen für die Entwicklung eines Sick Building Syndrome gelten übereinstimmend die Abweichung von Normwerten für Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit, Beleuchtung, ungenügend gewartete raumluftechnische Anlagen, Lärm, Bildschirmarbeit, allgemeine Schadstoffanreicherung von innen und außen, Emissionen flüchtiger Kohlenwasserstoffe, Ozon, Reinigungsmittel, Zigarettenrauch, Staub und Bioaerosole aus Endotoxinen. Als das Syndrom begünstigend gelten psychosoziale Bedingungen wie Über- und Unterforderung, fehlender Einfluß auf den Arbeitsprozeß und die Arbeitsplatzgestaltung, niedrige Position in der Hierarchie und familiäre Probleme. Personen weiblichen Geschlechts und jüngeren

Alters sind eher betroffen (HEDGE 1989, BREDE-WEISFLOG 1996, BARDANA 1997, HORVATH 1997, PITTEN UND BELOW 2001).

Ob ein Zusammenhang zwischen Allergien oder Atopien in der Anamnese und dem Sick Building Syndrome besteht, wird kontrovers diskutiert. Zwar hat LENVICK (1993) die Hypothese aufgestellt, daß die Haut- und Schleimhautsymptome des SBS, die denen der beobachteten allergischen Krankheiten sehr ähnlich sind, eine allergische Ätiologie haben und in verschiedenen epidemiologischen Studien konnte gezeigt werden, daß eine Assoziation zwischen Allergien und/oder Atopien in der Anamnese und dem Sick Building Syndrome besteht. MUZI (1998) ist jedoch in seiner Untersuchung und bei Auswertung mehrerer Studien zu dem Schluß gekommen, daß Atopien irrelevant für die Entwicklung eines Sick Building Syndromes sind.

Das Sick Building Syndrome tritt vor allem in Bürogebäuden, Krankenhäusern und Schulen auf, nahezu unbekannt ist es in der gewerblichen Produktion und in den sogenannten Entwicklungsländern (BREDE-WEISFLOG 1996).

Im Gegensatz zur Building Related Illness ist es für das Sick Building Syndrome unmöglich, biologische oder chemische Marker festzulegen. Die Analysemethoden sind teilweise inadäquat, die Schadstoffe sind meist über einen langen Zeitraum in sehr geringen Konzentrationen und in komplexen Mixturen vorhanden, die zudem in ihrer Zusammensetzung zeitlich stark variieren.

Auch die in der Arbeitsmedizin verwendeten MAK- (maximale Arbeitsplatzkonzentration)- und BAT- (biologische Arbeitsstofftoleranz) Werte können keine unmittelbare Anwendung finden, da sie sich definitionsgemäß auf die Situation am Arbeitsplatz beziehen, nur für primär gesunde Personen und eine bestimmte Expositionsdauer gelten und Kinder und ältere Personen nicht berücksichtigen (HAUSOTTER 1998).

Der Umfang der Symptome ist groß, sie sind teilweise unspezifisch und in der Regel sehr variabel ausgeprägt. Die meisten Untersuchungen stützen sich auf Eigenberichte der Betroffenen, einen internationalen, allgemeingültig standardisierten Fragebogen gibt es derzeit nicht (BARDANA 1997).

Auch Tierversuche sind keine ideale Meßmethode, um die Wirkung von Schadstoffen auf den Menschen zu prüfen. Zum einen weicht die Anatomie und Physiologie von der des Menschen ab, zum anderen werden tierexperimentell häufig nur Einzelstoffe, sehr selten Stoffgemische untersucht, und für das SBS typische Beschwerden sind tierexperimentell nicht verifizierbar. Schließlich muß häufig von Hochdosiseffekten am Tier auf Niedrigdosiseffekte beim Menschen extrapoliert werden, ebenso von einer kleinen Tiergruppe auf eine große Population von Menschen (LESLIE 1994).

### **Multiple Chemical Sensitivity (MCS)**

Die „chemische Vielfachempfindlichkeit“ ist erstmals 1954 von RANDOLPH beschrieben worden. Die Symptome der MCS, zu denen allgemeine Befindlichkeitsstörungen und Beschwerden aus dem hirnorganischen und polyneuropathischen Bereich zählen, sind trotz Belastung mit chemisch untereinander nicht verwandten Substanzen relativ uniform. Charakteristisch für die Symptome ist, dass sie als Antwort auf nachweisbare Expositionen gegenüber vielen chemisch miteinander nicht verwandten Stoffen niedriger Konzentrationen auftreten, mit der Exposition reproduzierbar sind und sich bei Expositionskarenz bessern beziehungsweise sistieren. Laut CULLEN (1987) zeigen sich die Symptome vorzugsweise an mehreren Organsystemen. BREDE-WEISFLOG (1996) spricht von einer ausgeprägten, nicht allergischen „Sensibilisierung“ gegenüber kleinsten Mengen von Chemikalien. Als Fazit ergibt sich, dass MCS nur als Ausschlußdiagnose, d.h. nur gestellt werden kann, wenn toxische oder immunologische Ursachen und psychiatrische Erkrankungen ausgeschlossen worden sind (BIRBAUMER 1998). Neuere Entwicklungen gehen dahin, den Begriff MCS zugunsten der Bezeichnung „Idiopathic Environmental Intolerance“ (IEI) zu verlassen, da dieser Begriff keine Kausalität impliziert (WOLF 1996).

### **Mass Psychogenic Illness (MPI)**

Die „psychogene Massenkrankheit“ ist von COLLIGAN und MURPHY als ein kollektives Auftreten einer Reihe von Symptomen und damit in Zusammenhang stehenden Erklärungsansätzen ohne Vorhandensein eines Krankheitserregers definiert worden (COLLIGAN und MURPHY 1982). Zu den Beschwerden, über die geklagt wird, zählen Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Mundtrockenheit und die Irritation von Augen und Nase. Anders als

beim Sick Building Syndrome klingen die Symptome für gewöhnlich nach dem Verlassen des Gebäudes nicht ab (RYAN 1992).

Man geht davon aus, dass das Fehlen wissenschaftlich fundierter Informationen und die Verbreitung falscher Informationen den Ursprung des Problems darstellen. Mit der Vorstellung, gefährlichen Stoffen oder gesundheitsschädlichen Mikroorganismen am Arbeitsplatz ausgesetzt zu sein, sind die Betroffenen verständlicherweise um ihre Gesundheit besorgt. So kann beispielsweise die Wahrnehmung eines starken chemischen Geruches oder eines rätselhaften Gases zum Auftreten unspezifischer körperlicher und psychischer Beschwerden bei einer Gruppe von Personen, die im gleichen Gebäude arbeiten, führen (RYAN 1992). Die zunächst vorübergehenden Beschwerden können in einen chronischen Zustand übergehen, wenn die Arbeitnehmer in ihrem Bemühen, ein wahrgenommenes Problem zu lösen, von Arbeitgebern und Ärzten ignoriert und nicht ernstgenommen werden, Untersuchungen nicht durchgeführt bzw. deren Ergebnisse nicht bekannt gegeben werden (THÖRN 1994, BARDANA 1997). Eine Erklärung findet BARDANA (1997), der die anhaltenden Symptome als toxische, durch einen Geruch getriggerte Agoraphobie ansieht. Auch THÖRN beschreibt Studien, die die Ursache der Beschwerden so begründen (THÖRN 1994).

Typischerweise entwickelt eine Indexperson mehr oder weniger ausgeprägte Symptome und schreibt diese irgendeiner Substanz zu. Nach dem Auftreten des ersten „Falles“ kommt es zu einer schnellen Ausbreitung der Symptomatik über bestimmte soziale Netze; die Freunde der Indexperson sind meist zuerst betroffen (RYAN 1992). Besonders häufig betroffen sind Frauen, die in einfachen Berufen arbeiten, unzufrieden mit ihrer Arbeit sind und sehr unter Streß leiden.

Obwohl immer wieder geglaubt wird, daß eine neurotoxische Substanz für den Ausbruch einer Mass Psychogenic Illness verantwortlich ist, konnten durch sorgfältige Untersuchungen keine solche Substanzen in den Mengen gefunden werden, die solche Symptome hervorbringen könnten.

Die Mass Psychogenic Illness wird häufig als wichtige Komponente des SBS betrachtet und beschrieben. Es gibt aber deutliche Unterschiede in der Ausbreitung und auch in der vorherrschenden Symptomatik. Beim SBS überwiegen die schleimhautbezogenen Symptome, bei der MPI sind die allgemeinen Beschwerden wie Kopfschmerzen, Müdigkeit

und Schwindel in der Mehrzahl (THÖRN 1994). Es scheint aber möglich zu sein, daß sich aus einem verborgenen endemischen Zustand ein sichtbar werdender epidemischer (Sick Building Syndrome) entwickelt (THÖRN 1994).

### 1.3 Beeinflussung der Innenraumluft

Auf den Menschen wirken Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Strahlungstemperatur, zusammengefaßt als **Raumklima**, ein. Als behaglich werden für einen leicht bekleideten, sitzenden Menschen Raumtemperaturen von 19-25°C bei geringer Luftbewegung (< 0,5 m/s) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50% empfunden. Bei leichter Büroarbeit in normaler Bekleidung reduziert sich die Behaglichkeitstemperatur auf 22°C (SCHMIDT und THEWS 2000, PITTEN und BELOW 2001). Auch PALONEN et al. (1993) empfehlen, die Raumtemperatur zwischen 21°C und 23°C zu halten.

Schon mäßige **Erhöhungen der Luftbewegung** und eine damit verbundene Abkühlung werden als störend empfunden. Es kann zu Missempfindungen an ungeschützten Hautstellen kommen, Niesreiz und Fließschnupfen können durch reflektorische Gefäßspasmen ausgelöst werden. Frauen reagieren auf Zugluft eher mit Beschwerden als Männer. Bei Untersuchungen gaben 50% der weiblichen Beschäftigten bereits bei Luftströmungen von 0,15m/s Beschwerden an, während 50% der Männer erst bei 0,25 m/s klagten (RUPPE 1995).

Damit Schadstoffe aus der Innenraumluft entfernt werden können, sind regelmäßige **Lüftungsmaßnahmen** notwendig. Gelüftet werden kann entweder natürlich durch Fensterfugen und durch Fensteröffnung oder durch raumlufttechnische Anlagen. Die effektivste Art der natürlichen Lüftung ist die Querlüftung, mit der innerhalb von 3-4 min die Raumluft komplett ausgetauscht werden kann (MAI 2003). Für Wohnräume und kleine Büros gilt ein Luftwechsel von 0,5 bis 1,0 je Stunde als angemessen. Bei der Nutzung raumlufttechnischer Anlagen wird ein Luftwechsel von 3-5/h für Büroräume und von 8-15/h für Laboratorien gefordert; dabei bezieht sich der Luftwechsel auf das Verhältnis des stündlich einem Raum zugeführten Luftvolumenstromes bezogen auf das Raumvolumen (WEGNER 1990):

$$\text{Luftwechsel} = \text{Luftvolumenstrom}(\text{m}^3/\text{h}) \times 1/\text{Raumvolumen}(\text{m}^3)$$

Als wichtigste chemische Verursacher innenraumbezogener Beschwerden gelten die **flüchtigen Kohlenwasserstoffe** (VOC = volatile organic compounds). Sie haben laut WHO-Definition einen Siedepunktsbereich von 50-100°C bis 250-260°C und werden aus Bau-, Haushalts- und Reinigungsprodukten, Farben, Klebstoffen, Tabakrauch, Einrichtungsgegenständen und zur Verarbeitung von Bauprodukten notwendigen Materialien bereits bei normalen Raumtemperaturen freigesetzt (HOLCOMB und SEABROOK 1995). Ohne besondere Quellen sind die Werte einzelner flüchtiger Kohlenwasserstoffe im Innenraum nur selten höher als 0,01 – 0,1mg/m<sup>3</sup>, viele liegen sogar unter 0,01mg/m<sup>3</sup>, einige über 0,1mg/m<sup>3</sup>. Ein TVOC- Wert von 1 bis 3 mg/m<sup>3</sup> (TVOC = totale volatile organic compounds, Gesamtwert der flüchtigen Kohlenwasserstoffe, setzt sich summarisch aus den Konzentrationen der einzelnen gemessenen Verbindungsklassen zusammen) sollte in Räumen, die für einen längerfristigen Aufenthalt bestimmt sind, nicht überschritten werden. Anzustreben ist im langzeitigen Mittel eine TVOC- Konzentration von 0,2 bis 0,3 mg/m<sup>3</sup>, diese wird als hygienischer Vorsorgebereich bezeichnet (SEIFERT 1999).

Eine **ergonomische**, das heißt menschengerechte, **Gestaltung des Arbeitsplatzes** ist besonders bei Bildschirmarbeit, die mittlerweile den überwiegenden Anteil der Büroarbeit ausmacht, wichtig. Zu beachten sind eine sinnvolle Anordnung von Monitor, Tastatur und Konzeptionhalter, um eine ständige Fehlhaltung des Körpers zu vermeiden. Ein Blickwinkel von 30° sowohl horizontal als auch vertikal soll nicht überschritten werden. Ebenso wichtig sind die geeignete Beleuchtung und die Schaffung eines ausreichend großen Arbeitsbereiches (15-18m<sup>2</sup>, RUPPE 1995).

Im ARBEITSSCHUTZGESETZ (1996), der ARBEITSSTÄTTENVERORDNUNG (1996) und der BILDSCHIRMARBEITSVERORDNUNG (1996) wird immer wieder die Ausrichtung der **Beleuchtung** nach der Art der Sehaufgabe und die Vermeidung der Gefährdung des Sehvermögens, körperlicher Probleme und psychischer Belastungen gefordert. Eine optimale Beleuchtung wird erreicht bei indirekter Allgemeinbeleuchtung kombiniert mit einer zonalen Beleuchtung des Arbeitsplatzes, die vom jeweiligen Benutzer selbst reguliert und an das eigene Sehvermögen angepaßt werden kann (CAKIR 2001).

## 1.4 Bewertung der Innenraumluft

Ein maßgeblicher Faktor für die Qualität der Innenraumluft ist der CO<sub>2</sub>-Gehalt. Max von Pettenkofer forderte, der CO<sub>2</sub>-Gehalt eines Raumes solle 0,1Vol.% nicht überschreiten. Diese sog. **Pettenkofer-Zahl** ist für Büros und Versammlungsräume auf 0,15Vol.%, das entspricht 1500 ppm, modifiziert worden (MERSCH-SUNDERMANN 1996). Als minimale Luftwechselrate hat die American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) 8 l/ s/ Person festgelegt. Für Büroräume wurde eine Mindestrate von 10 l/ s/ Person empfohlen (ASHRAE 1999). SEPPÄNEN et al. (1999) und APTE et al. (2000) benennen für Büroräume typische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 350 bis 2500 ppm, die Außenluft enthält circa 350 ppm CO<sub>2</sub>.

### Richtwert II und Richtwert I

Durch die Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern von IRK (Innenraumluftthygienekommission des Umweltbundesamtes) und AOLG (Arbeitsgemeinschaft der Obersten Gesundheitsbehörden der Länder) wurden 1996 für Innenraumluftschadstoffe zwei Richtwerte definiert. Sie sind in erster Linie für Wohnräume, Büros, Schulen und Krankenhäuser entwickelt worden, also Räume, in denen sich gesunde, sehr junge oder kranke Personen dauernd aufhalten. Diese Werte beziehen sich jeweils auf einen Stoff und geben keinen Hinweis über eventuelle synergistische Effekte beim Einwirken von mehreren Komponenten.

Der **Richtwert II** stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten ein unverzüglicher Handlungsbedarf, zum Beispiel eine Prüfung, ob Sanierungsbedarf zur Verringerung der Exposition notwendig ist, besteht.

Der **Richtwert I** wird mit Hilfe eines (Sicherheits-)Faktors 10 aus dem Richtwert II berechnet und kann als Zielwert bei einer Sanierung genutzt werden. Es wird davon ausgegangen, daß bei Unterschreiten des RW I auch bei lebenslanger Exposition gegenüber dem einzelnen Schadstoff keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist.

### MAK-, TRK-, BAT- und MIK- Werte

MAK = **Maximale Arbeitsplatzkonzentration** definiert die höchstzulässigen Konzentrationen von Gasen, Dämpfen oder Schwebstoffen in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem aktuellen Wissensstand bei in der Regel achtstündiger Exposition pro Tag und einer 40-

Stunden-Woche die Gesundheit des Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diesen nicht unangemessen belästigt (RUPPE 1995).

TRK = **Technische Richtkonzentration** beschreibt die Konzentration eines Gefahrstoffs als Gas, Rauch, Dampf oder Schwebstoff, die als Anhaltspunkt für besondere Schutzmaßnahmen zur Minimierung einer Krebserkrankung gilt (RUPPE 1995).

BAT = **Biologischer Arbeitsstofftoleranzwert**, ist die im Körper höchstzulässige Quantität eines Arbeitsstoffes, seiner Metaboliten oder die durch den Stoff ausgelöste Abweichung eines biologischen Indikators von seiner Norm, die nach dem gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Kenntnis im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt (RUPPE 1995).

Problematisch ist, daß sowohl MAK- als auch TRK- und BAT-Werte nur für die Exposition gegenüber einem Stoff gelten sowie auf eine zeitliche Dauer festgelegt sind und somit für die Bewertung von Innenraumluft mit ihrer Vielzahl an Inhaltsstoffen, sowie auch für Personen, die sich dauerhaft in einem Raum aufhalten, zum Beispiel Kleinkinder oder bettlägerige Kranke, nicht heranzuziehen sind.

MIK = Die **Maximalen Immissionskonzentrationswerte** sind empfohlen worden, um Menschen, Tiere und Pflanzen vor schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen. Es handelt sich um Konzentrationen, bei deren Einhaltung der Schutz des Menschen und seiner Umwelt nach derzeitigem Wissensstand gewährleistet ist. Diese Werte liegen noch einen Sicherheitsfaktor unter den Werten, die gerade noch zu einer Gesundheitsschädigung führen können. Es liegen Angaben für Halbstunden-, Stunden-, Tages- und Jahresmittelwerte der Immissionskonzentrationen vor (VDI-RICHTLINIE 2310 1974, 1984, 1985, 1987, 1988, 1992 BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 2003).

### **Richtkonzentrationen und TVOC-Zielwert**

Vom Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene wurden in den Jahren 1985 und 1986 in 479 normal genutzten Wohnungen Luftmessungen durchgeführt. Diese Messungen wurden als Langzeitmessungen über die Dauer von zwei Wochen durchgeführt (SEIFERT 1990). Die dabei ermittelten Werte für Einzelstoffe und Stoffgruppen gelten als Konzentrationen,



mit denen in normal genutzten Räumen üblicherweise zu rechnen ist (Tab.1). Der Summenwert für den Gehalt flüchtiger Kohlenwasserstoffe in der Innenraumluft (= TVOC-Wert) wurde durch Addition der gemessenen Einzelwerte gebildet. SEIFERT hat 0,30 mg/m<sup>3</sup> als **TVOC-Zielwert** vorgeschlagen und sieht diesen Wert als eine durchschnittliche Konzentration an, deren Überschreiten auf das Vorhandensein zusätzlicher Quellen im Innenraum hinweist und Anregung zur Einzelstoffmessung geben soll. Außerdem soll gelten, dass keine Einzelverbindung mehr als die Hälfte der für ihre Klasse zugewiesenen Konzentration beziehungsweise 10% der TVOC- Konzentration überschreitet (SEIFERT 1999).

**Tab. 1 Richtkonzentrationen nach Seifert (1990)**

Stoffklasse	Richtkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )
Kohlenwasserstoffe	0,1
Aromaten	0,05
Terpene	0,03
Halogenkohlenwasserstoffe	0,03
Ester	0,02
Aldehyde und Ketone (ohne Formaldehyd)	0,02
Andere: Alkohole, Ether, Phenole, Amine	0,05
Summe (TVOC)	0,30

Mittlerweile hat sich jedoch das Spektrum der im Innenraum vorkommenden flüchtigen Kohlenwasserstoffe durch vorher nicht beobachtete Verbindungen so verändert, daß die in der Tabelle aufgeführten anteiligen Konzentrationen bei der heutigen Situation nicht mehr herangezogen werden sollten (SEIFERT 1999).

## 1.5 Zielsetzung

Es wurden zwei unterschiedliche Gebäude untersucht, deren Nutzer über ähnliche Symptome klagten. Raumluftmessungen und Befragungen der Betroffenen, zusammengefaßt in umweltmedizinischen Gutachten, folgten. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die auftretenden Probleme bei der Interpretation von Mess- und Befragungsergebnissen herauszuarbeiten. Es soll herausgefunden werden, ob:

- eine Korrelation zwischen den Ergebnissen der Innenraummessungen und den in den Fragebogen aufgeführten Beschwerden besteht,
- ausschließlich das Überschreiten der Richtwerte für die VOC's die typischen in der Literatur beschriebenen Symptome hervorrufen kann,
- es bestimmte weitere Umstände gibt, die einen Einfluss auf die Beantwortung der Fragen haben. Welche sind dies, werden sie erfaßt und sind sie verwertbar?
- der verwendete Fragebogen genügend Informationen über den Arbeitsplatz und über die psychosoziale Situation der Befragten gibt,
- die Historie eines Gebäudes, der Beruf und die Position der Gebäudenutzer sowie die Dauer vom Beginn der Klagen bis zur Bekanntgabe der Ergebnisse des umwelthygienischen Gutachtens eine Rolle spielen,
- eine erneute Beantwortung des gleichen Fragebogens durch die gleichen Personen sinnvoll ist und als Aussage über einen Sanierungserfolg genutzt werden kann,
- Ursachen und Erklärungsmuster für anhaltende oder sogar zunehmende Beschwerden bei einer Reduktion der Raumlufbelastung gefunden werden können.

Die Auseinandersetzung mit dem komplizierten multifaktoriellen Wirkungsgefüge, mit dem wir es bei dem Thema „Innenraumbelastung“ zu tun haben, soll für die Tatsache sensibilisieren, dass ähnliche Beschwerden ganz unterschiedliche Ursachen haben können, was bei Untersuchungen stets berücksichtigt werden muss.

Die Beantwortung dieser Fragen soll Ansätze für eine differenzierte, umfassende und möglichst aussagekräftige Betrachtung eines „betroffenen“ Gebäudes und seiner Nutzer liefern

und Anregungen zur Änderung beziehungsweise Erweiterung des Fragebogens und der Raumlufmessungen geben.

Schließlich wird gezeigt werden müssen, inwieweit unterschiedliche Gebäude, aus denen innenraumbezogene Beschwerden berichtet werden, miteinander verglichen werden können und wo die Grenzen für die Vergleichbarkeit liegen.

## 2 Eigene Untersuchungen

### 2.1 Material und Methoden

Grundlage für diese Arbeit sind die Ergebnisse von Befragungen und Raumlufmessungen in einem Gerichtsgebäude in Greifswald (HGW) und in einer Berufsschule in Waren (WAR). Befragungs-, Mess- und statistische Auswertungsmethoden werden im Folgenden erläutert.

#### 2.1.1 Vorstellung des Fragebogens

Wir verwendeten bei allen befragten Personen einen standardisierten Fragebogen (Anlage 1), der vom Zentrum für Klinische Umweltmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen übernommen wurde. Er wird in zahlreichen Umweltambulanzen Deutschlands eingesetzt. Der Fragebogen wurde den Gebäudenutzern durch uns vorgestellt und an sie verteilt. Die ausgefüllten Bögen wurden gesammelt und an uns zur Auswertung zurückgeschickt.

Erfragt werden Angaben zur Person (wenn gewünscht anonym), zum Arbeitsplatz, zu gesundheitlichen Beschwerden am Arbeitsplatz und Veränderungen nach Verlassen desselben sowie zu Vorerkrankungen. Es besteht zudem die Möglichkeit, persönliche Anmerkungen zu machen.

Die **Angaben zur Person** enthalten den ausgeübten Beruf, die überwiegende Beschäftigung in Büro oder Außendienst, die Dauer der täglichen Bildschirmarbeit, das aktive oder passive Rauchen, besonders am Arbeitsplatz, die Dauer der bereits in dem betroffenen Gebäude verbrachten Arbeitszeit und den genauen Aufenthaltsort der Person zum Zeitpunkt der Befragung. Alter und Geschlecht werden ebenfalls eruiert.

Der **Arbeitsplatz** soll in Bezug auf die Ausstattung und Gestaltung des Raums, das Empfinden der Luftqualität, Lüftungsmöglichkeiten, Raumtemperatur, Zugerscheinungen, Lärm, Dauergeräusche, Beleuchtung, Vorhandensein von Fenstern, Staub und Schmutz, statische Aufladung, Anzahl der Kollegen im Raum, Zeitpunkt der letzten Renovierung und die Auflistung vorhandener elektronischer Geräte näher beschrieben werden.

Der Beschreibung der **Luftverhältnisse** zum Zeitpunkt des Ausfüllens des Fragebogens dienen die Parameter Temperatur (warm/kalt), Feuchtigkeit (feucht/trocken), Geruch (geruchsbelastet/geruchsneutral), Frische (verbraucht/ frisch) und Behaglichkeit.

Ferner finden Faktoren, die die **Arbeitszufriedenheit** beeinträchtigen können, Berücksichtigung. Dazu zählen unbefriedigende Tätigkeit, zu viel Arbeit, Schwierigkeiten mit Kollegen und Passivrauchen. Gefragt wird auch nach der Bewertung der Situation durch Kollegen.

Die **gesundheitlichen Beschwerden** werden gegliedert in

- a) neurologische wie Konzentrationsschwäche, Ermüdung, Benommenheit, Reizbarkeit, Energielosigkeit, Kopfschmerzen und Schwindel,
- b) dermatologische wie trockene oder gerötete Gesichtshaut, trockene, juckende Hände, juckende Kopfhaut,
- c) Reizungen der Augen,
- d) Beschwerden im Nasen- und Rachenbereich wie gereizte, verstopfte oder laufende Nase, trockene Schleimhäute, Heiserkeit, trockener Rachen, Husten, Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen,
- e) Allgemeinsymptome wie Energielosigkeit, Kreislaufschwäche, Neigung zu Erkältungen, Übelkeit, rheumatische Beschwerden und schwere, müde Beine.

Die genannten Symptome können in der vierstufigen Skala stark-mäßig-kaum-gar nicht bewertet werden. Auch eine frei formulierte Aussage zu in der Tabelle nicht genannten Beschwerden kann erfolgen. Erfragt wird zudem, zu welchem Zeitpunkt die Beschwerden sich bemerkbar machen, ob und wie oft Medikamente gegen die Störungen des Wohlbefindens eingenommen werden, ob Benommenheit und Ruhebedürfnis nach Verlassen des Gebäudes bestehen oder ein schnelles Nachlassen der Leistungsfähigkeit bei Rückkehr an den Arbeitsplatz nach längerer Abwesenheit, zum Beispiel nach einem Wochenende oder einem Urlaub, auftritt.

Bei den bereits bestehenden Leiden werden besonders Erkrankungen des atopischen Formenkreises wie asthmatisches Grundleiden, allergische Rhinitis, Allergie, atopisches Ekzem und das Bestehen allergischer Erkrankungen in der Familie erfragt. Auch eine momentan bestehende Erkältungskrankheit wird berücksichtigt.

### **2.1.2 Raumluftmessungen**

Für beide Gebäude wurden vom Landeshygieneinstitut (Dr. Bremer, Referat Umwelt- und Spurenanalytik Lange Reihe 2, 17489 Greifswald) Raumluftmessungen durchgeführt und in raumlufthygienischen Gutachten zusammengefaßt. Die Messungen für das Amts- und Finanzgericht in Greifswald wurden am 18. und 19.02.1998 (HGW1) sowie am 05. und 06.05.1998 (HGW2) durchgeführt. Für die Berufliche Schule in Waren wurden die erste und zweite Messung im bereits genutzten ersten Bauabschnitt im März 1997 (WAR1) und Januar 1998 (WAR2) durchgeführt und in Analysenberichten zusammengefaßt. Bei weiter bestehenden Geruchsbelästigungen und Befindlichkeitsstörungen wurde die dritte Messung im November 1998 (WAR3) veranlaßt, außerdem erfolgte die Öffnung der Fußböden zur Probeentnahme mittels Kernbohrungen. Die vierte Messung wurde im April 1999 (WAR4) vorgenommen. Es folgte eine Befragung durch das Gesundheitsamt Waren zu Gesundheitsbeeinträchtigungen sowie eine teilweise Versiegelung der Fußböden bzw. Austausch von PVC- Belag gegen Linoleum. Zur Kontrolle über den Erfolg der Sanierungsmaßnahmen wurde die fünfte Messung im September 1999 (WAR5) durchgeführt, eine sechste Messung fand im Dezember 1999 (WAR6) statt. Diese Messwerte wurden jeweils in raumlufthygienischen Gutachten beurteilt.

Die Untersuchungen zur Raumluftbelastung erfolgten bei beiden Messungen in Greifswald sowie bis zur vierten Messung im April 1999 in Waren in Anlehnung an die VDI-RICHTLINIE 3482 sowie an die RICHTLINIE NR. 1, KAPITEL 1 der Lufthygienemappe der SHI (Staatliche Hygieneinspektion der DDR). Im September und im Dezember 1999 wurden die Messungen in Waren in Anlehnung an die VDI-RICHTLINIEN 3864 und 4300 durchgeführt. Es wurden Luftproben unter der Registrierung der Volumina angesaugt und die Proben jeweils an den Adsorbentien Tenax (Kurzzeitproben) und Kieselgel/Aktivkohle (Langzeitproben) angereichert. Quantitativ analysiert wurden die Stoffe nach thermischer Desorption mit der Purge-and Trap-Methode beziehungsweise nach Elution mit Schwefel-

kohlenstoff bzw. Methanol und anschließender Kapillargaschromatographie. Als Detektor dienten ein Flammenionisationsdetektor und ein Elektroneneinfangdetektor. Um die Stoffe auch qualitativ zu analysieren, wurde sowohl ein Auswertesystem des Landeshygieneinstitutes, welches die T-Abhängigkeit der Retentionszeiten nutzt, als auch die Massenspektren (GC-MS-Kopplung) gewählt (siehe auch PITTEN et al. 2000). Während der Messungen im Februar 1998 in Greifswald blieben die Fenster der Räume geschlossen. Bei der zweiten Messung im Mai des gleichen Jahres wurden folgende Lüftungsbedingungen gewählt: Raum 145: Fenster in der Nacht vor der Messung offen, vor und während der Messung ständig geschlossen; Raum 169: Fenster in der Nacht vor Meßbeginn und während des gesamten Meßvorganges offen; Raum 232: Fenster zu Meßbeginn offen, während der Messungen geschlossen; Raum 233: Fenster in der Nacht und zu Meßbeginn offen, während der Messung geschlossen; Saal 10: Fenster zu Meßbeginn weit geöffnet, während der Messungen zum Teil in Kippstellung. Im Gebäude in Waren sind die Räume letztmalig am Tag vor der Messung gelüftet worden.

Sowohl in Greifswald als auch in Waren sind einzelne Räume zur Raumluftmessung ausgewählt worden. In Greifswald wurden bei der Erstmessung Proben in vier ausgewählten Räumen genommen. In diesen fand auch die Zweitmessung statt, außerdem wurde zu diesem Zeitpunkt auch ein weiterer Raum, ein Saal, berücksichtigt. In Waren variierte die Zahl von zwei bis fünf gemessenen Räumen (allgemeine Unterrichtsräume und ein Computerkabinett), es wurden für die Messungen teilweise unterschiedliche Räume ausgewählt.

Um die gemessenen Werte einordnen zu können, wurde der 1990 von SEIFERT vorgeschlagene TVOC-Wert von  $0,30\text{mg}/\text{m}^3$  als Zielwert genutzt. Zur Orientierung dienten auch die bereits in Tabelle 1 aufgeführten Konzentrationen für die einzelnen Stoffklassen.

### **2.1.3 Charakteristik der untersuchten Objekte und des betroffenen Personenkreises Gerichtsgebäude Greifswald**

Es handelt sich um ein bereits existierendes Gebäude, ein ehemaliges Moor- und Solebad, das nach der Sanierung 1997 mit Entkernung, Umbau und Angliederung eines Neubaus dem Amts- und Finanzgericht Greifswald zur Verfügung steht. Ende Dezember 1997/ Anfang Januar 1998 wurde das Objekt bezogen. Klagen der Beschäftigten über Befindlich-

keitsstörungen und Geruchsbelästigungen führten zur ersten Raumluftmessung im Februar 1998 und zur ersten Befragung durch das Institut für Hygiene und Umweltmedizin im März und April 1998. Nach intensiven Lüftungsmaßnahmen folgte die Zweitmessung im Mai 1998 und die zweite Befragung im Juni 1998.

### **Berufliche Schule des Landkreises Müritz in Waren**

Hierbei handelt es sich um einen Neubau, der 1996 bezogen und in zwei Bauabschnitten fertiggestellt wurde (der zweite Bauabschnitt wurde im September 1998 fertiggestellt). Teilweise verfügen die Räumlichkeiten über sehr kleine oder in nicht ausreichender Zahl vorhandene Fenster. Über Aufbau und Ausstattung der untersuchten Räume liegen wenig Informationen vor, es werden lediglich Unterschiede in den Fußbodenaufbauten beschrieben.

### **Untersuchter Personenkreis**

In beiden Gebäuden wurde versucht, alle anwesenden Personen zu befragen. In dem Gebäude in Waren sind Lehrer und Berufsschüler beschäftigt, zum Zeitpunkt der Befragung hielten sich dort 275 Personen auf. Die Befragung für das umweltmedizinische Gutachten erfolgte im Juni 2000.

Bei der Erstmessung im Greifswalder Objekt zählte die Belegschaft 52 Personen, bei der Zweitmessung 64. Diese Differenz ergibt sich durch Arbeitsaufnahme weiterer Personen in der Zwischenzeit. Hier arbeiten Angestellte des Justizministeriums. Für die Bewertung des Fragebogens fand eine Unterteilung in Akademiker und Nichtakademiker statt, eine genaue Unterteilung in einzelne Berufe ist nicht erfolgt.

Die Kontrollgruppe wurde aus Mitarbeitern eines in der Nähe liegenden Greifswalder Gerichtsgebäudes gebildet, nachdem in diesem regelrechte Raumlufthverhältnisse nachgewiesen wurden. Im Gebäude befanden sich insgesamt 26 Personen, auch diese wurden nicht explizit nach dem Beruf gefragt.

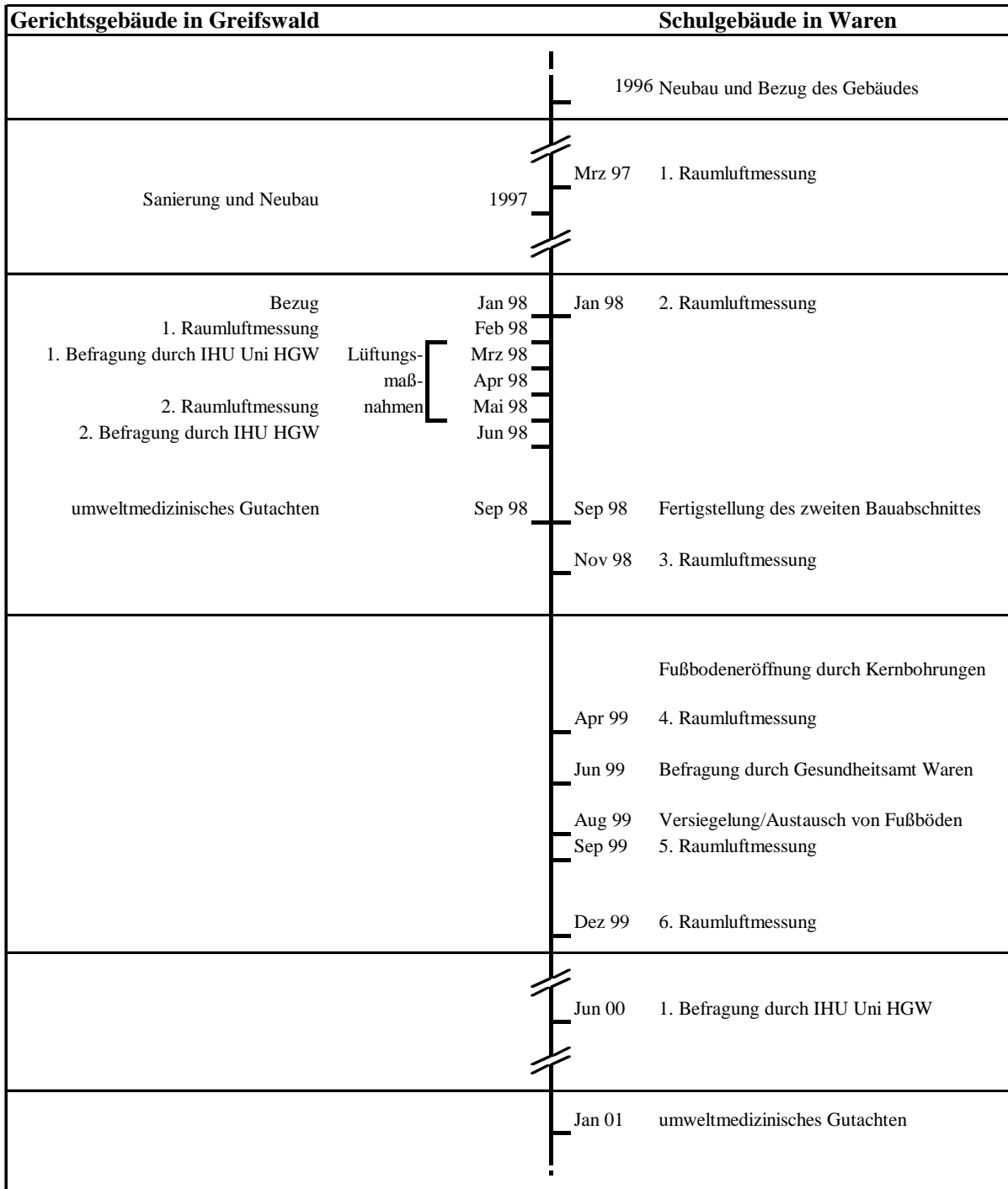
### **Zeitlicher Abstand von der ersten Messung bis zum umwelthygienischen Gutachten**

In Greifswald folgte der ersten Messung im Februar 1998 die erste Befragung durch uns im März und April 1998. Eine Wiederholungsmessung nach ausführlichen Lüftungsmaßnah-



men fand Anfang Mai 1998 statt. Die Zweitbefragung erfolgte wiederum durch uns im Juli 1998. Das Ergebnis der ersten Befragung wurde dem Antragsteller im Juni 1998 mitgeteilt. Die Mitarbeiter wurden über die Ergebnisse der ersten Messung und der ersten Befragung vor der zweiten Befragung nicht informiert. Die Zusammenfassung der Meßwerte und der Befragungen erfolgte im raumlufthygienischen Gutachten, welches September 1998 vorgelegt wurde.

In Waren fand die erste Raumluftmessung 3/97 statt, ihr folgten weitere Messungen im Januar 1998, November 1998, April 1999, September 1999 und Dezember 1999. Zwischen der vierten und fünften Messung fand eine Befragung durch das Gesundheitsamt Waren sowie Sanierungsmaßnahmen in Form von Fußbodenversiegelungen statt. Unsere Befragung erfolgte einmalig im Juni 2000. Das Gutachten wurde im Januar 2001 fertiggestellt (vgl. Abb. 1).



IHU Uni HGW= Institut für Hygiene und Umweltmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Abb. 1 Zeitlicher Ablauf der Analysen**

### 2.1.4 Statistische Analysen

Die statistischen Berechnungen wurden mit Hilfe des epidemiologischen Statistikprogrammes EpiInfo der WHO durchgeführt. Die graphische Darstellung erfolgte mit Hilfe von Excel 5.0 für Windows.

In die Auswertung wurden auch unvollständig ausgefüllte Fragebögen einbezogen. Nicht oder nicht eindeutig beantwortete Fragen, sogenannte „missing values“ wurden nicht berücksichtigt. Daraus ergeben sich teilweise unterschiedliche (geringere) Summen bei einzelnen Fragen.

Zur Prüfung der Signifikanz bei Untersuchungen in der Umweltmedizin mit ihren vergleichsweise geringen Erkrankungsrisiken wird häufig die **Odds Ratio (OR)** verwendet, die das Verhältnis zweier Odds (odds = Chance) zueinander beschreibt. Die Odds Ratio ist mit dem relativen Risiko vergleichbar, wenn die Prävalenz einer Krankheit niedrig bzw. eine Krankheit selten ist.

Die Aufteilung in vier Antwortmöglichkeiten (gar nicht- kaum- mäßig- stark) wird auf eine zweiwertige Skala mit „Beschwerden nicht vorhanden“, das entspricht den Angaben „gar nicht“ und „kaum“, und „Beschwerden vorhanden“, das die Antworten „mäßig“ und „stark“ vereint, reduziert. Diese Werte wurden in einer Vierfeldertafel, kombiniert mit den Ergebnissen der nach dem gleichen Prinzip erstellten Werte der Kontrollgruppe, angeordnet (Tab. 2).

**Tab. 2 Vierfeldertafel**

	Erkrankte („Beschwerden vorhanden“)	Nichterkrankte („Beschwerden nicht vorhanden“)	Summe
Exponierte (Personen des untersuchten Gebäudes)	a	b	a+b
Nichtexponierte (Personen der Kontrollgruppe)	c	d	c+d
Summe	a+c	b+d	n

Als exponiert wurden alle Personen des jeweils untersuchten Gebäudes eingestuft, als Kontrollgruppe wurden alle Mitarbeiter eines Vergleichsgebäudes mit unauffälligen Raumluftmeßwerten eingesetzt. Wie in der Vierfeldertafel ersichtlich wird, sind „a“ die Erkrankten

und „b“ die Nichterkrankten in der Gruppe der Exponierten, während „c“ die Erkrankten der Nichtexponierten und „d“ die Nichterkrankten der Nichtexponierten vereinen. Die Odds für die Exponierten ist  $a/b$ , die Odds für die Nichtexponierten ist  $c/d$ . Setzt man diese beiden Odds ins Verhältnis, erhält man  $a/b/c/d$  oder umgestellt  $a*d/b*c$ . Die Formel für das relative Risiko wäre:  $a/(a+b)/c/(c+d)$ . Ergibt die Berechnung der Odds ratio den Wert von „1“, gibt es keinen Unterschied zwischen beiden Odds, da es sich um ein Verhältnis handelt. Liegt das Ergebnis jedoch über bzw. unter 1, ist die Chance für ein Ereignis in der einen Gruppe höher beziehungsweise niedriger (Biebler 2001).

Bildet man den natürlichen Logarithmus der Odds ratio, läßt sich auch die Standardabweichung und das dazugehörige 95%- Konfidenzintervall errechnen. Schließen die Grenzen des 95%-Konfidenzintervalles, die durch die Bildung der dazugehörigen Umkehrfunktion entstanden sind, die 1 aus, ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen signifikant.

## 2.2 Ergebnisse

### 2.2.1 Messwerte der Raumluft in beiden Objekten

Für die graphische Darstellung der Messwerte wurden aus den Messergebnissen der einzelnen Räume (vier Räume in Greifswald „HGW“, fünf in Waren „WAR“, drei im Gebäude der befragten Kontrollgruppe) die Mittelwerte berechnet (Tab. 3).

**Tab. 3 Mittelwerte der Messergebnisse**

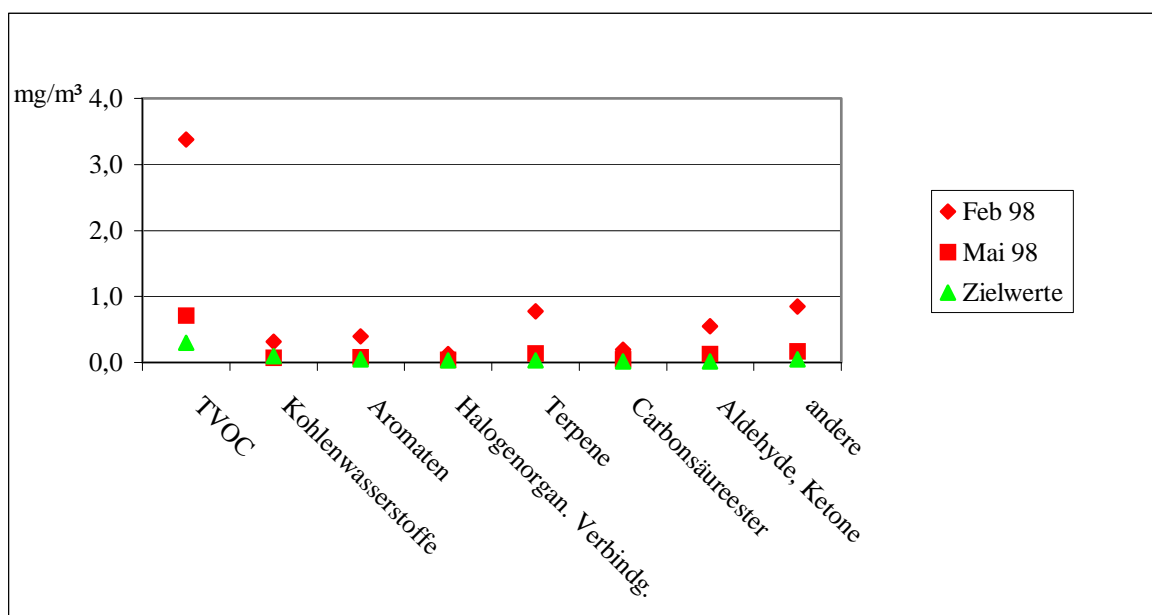
Stoffklasse	Zielwerte	HGW 1 18.02.98	HGW 2 05.05.98	WAR 06.12.99	Kontrollgruppe 08.07.98
TVOC	0,30	3,374	0,715	0,513	0,350
Kohlenwasserstoffe	0,10	0,319	0,071	0,056	
Aromaten	0,05	0,392	0,080	0,083	
Halogenorganische Verbindungen	0,03	0,130	0,043	0,013	
Terpene	0,03	0,774	0,135	0,109	
Carbonsäureester	0,02	0,190	0,048	0,037	
Aldehyde, Ketone	0,02	0,549	0,126	0,105	
andere	0,05	0,848	0,167	0,066	

Konzentrationen in mg/m<sup>3</sup>

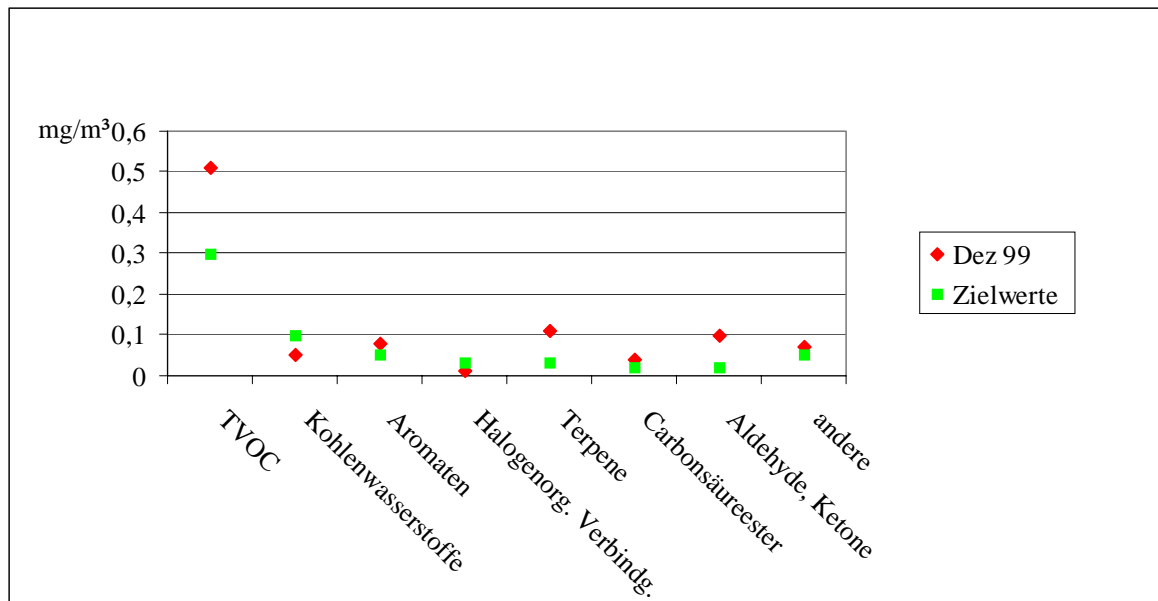
Erfasst wurden in 4 Räumen (HGW) und in 5 Räumen (WAR) die Gesamtimmissionskonzentrationen der flüchtigen Kohlenwasserstoffe, die in folgende Stoffgruppen unterteilt werden: Kohlenwasserstoffe, Aromaten, halogenorganische Verbindungen, Terpene, Carbonsäureester, Aldehyde, Ketone und als „andere“ zusammengefaßt Alkohole, Ether, Phenole und Amine (s. Abb. 2 und 3). In der Tabelle 3 werden die Relationen zwischen den Ziel- und Messwerten der Gesamtkonzentration der flüchtigen Kohlenwasserstoffe (TVOC) und der einzelnen Stoffgruppen sichtbar. Besonders auffällig sind die Werte der Erstmessung in Greifswald (HGW1): der Zielwert für die Gesamtheit der flüchtigen Kohlenwasserstoffe wird um das 11,2fache überschritten, die Gruppe der Terpene liegt um das 25,6fache über ihrem Zielwert, die Aldehyde und Ketone sind mit einer Überschreitung um das 27,5fache deutlich erhöht. Auch Aromaten (7,8fach erhöht), Alkohole (16,9fach erhöht) und Ester (9,8fach erhöht) liegen weit über den Richtwerten ihrer Klassen. Sucht

man bei den einzelnen Gruppen nach den auffälligsten Stoffen, fallen bei den Terpenen besonders Limonen, 3-Caren und Myrcen, bei den Aldehyden und Ketonen Butanal-Decanal, Aceton, Methyl ethylketon und Cyclohexanon, bei den Aromaten Ethylbenzen, bei den Alkoholen 2-Butoxyethanol und bei den Estern die Essigsäureester auf.

Bei der Zweitmessung in Greifswald (HGW2) sind die Messwerte deutlich reduziert. Der Zielwert für die Gesamtimmisionskonzentration der flüchtigen Kohlenwasserstoffe wird mit 0,715 mg/m<sup>3</sup> noch um das 2,4fache überschritten, der Überschreitungsfaktor für die Terpene liegt jetzt bei 4,5, die der Aldehyde und Ketone bei 6,3.

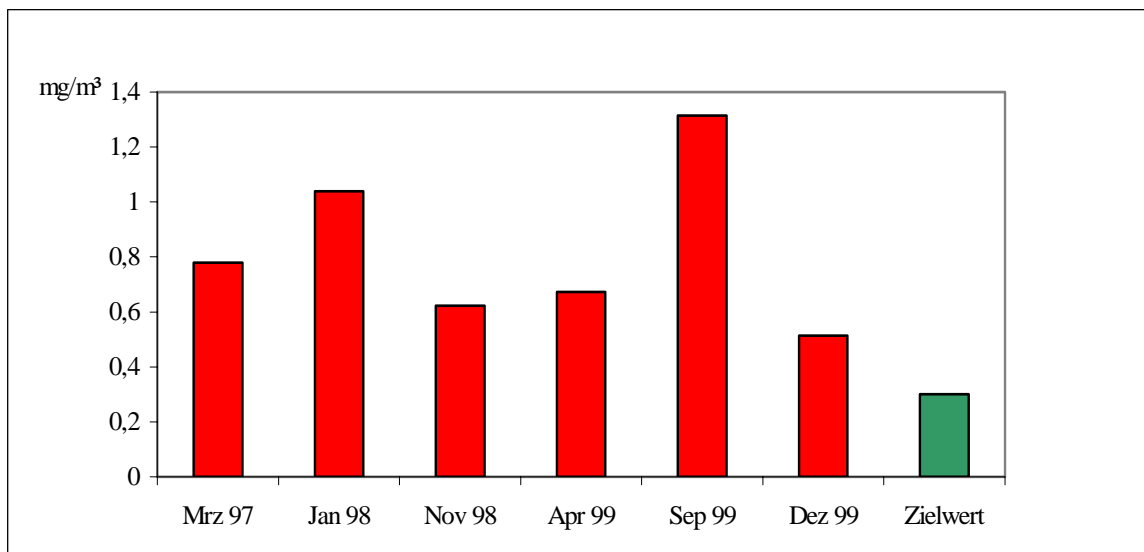


**Abb. 2** Messwerte der ersten (HGW1) und zweiten Messung (HGW2) in Greifswald



**Abb. 3 Messwerte der Raumlufbelastung bei der letzten Messung in Waren nach Sanierung (WAR 6)**

Die Messungen in Waren ergeben mit  $0,513\text{mg/m}^3$  eine 1,7fache Überschreitung des Zielwertes. Auch hier treten die Terpene, Aldehyde und Ketone mit ihren Werten in den Vordergrund (vgl. Abb. 3), wenn auch in wesentlich geringerem Umfang als bei der Greifswalder Erstmessung (Überschreitungs faktoren 3,6 und 5,3). Um für das Gebäude in Waren den Verlauf zu zeigen, sollen die TVOC- Mittelwerte der vorausgegangenen und folgenden Raumlufmessungen dargestellt werden (Abb. 4): 3/97  $0,78\text{mg/m}^3$  (WAR1), 1/98  $1,04\text{mg/m}^3$  (WAR2), 11/98  $0,62\text{mg/m}^3$  (WAR3), 4/99 (nach Fußbodeneröffnung durch Kernbohrungen für Probeentnahmen)  $0,67\text{mg/m}^3$  (WAR4), 9/99 (nach Sanierungsmaßnahmen)  $1,314\text{mg/m}^3$  (WAR5) und 12/99  $0,513\text{mg/m}^3$  (WAR6).



**Abb. 4 TVOC-Mittelwerte in Waren im Verlauf**

Da im Gebäude der Kontrollgruppe die Gesamtkonzentration der flüchtigen Kohlenwasserstoffe mit  $0,350 \text{ mg/m}^3$  nur gering über dem Zielwert liegt, wurde hier auf eine Aufschlüsselung auf Einzelstoffe beziehungsweise Substanzgruppen verzichtet.

### 2.2.2 Raumklima

In Greifswald liegen die Mittelwerte für die Temperatur bei  $22,5^\circ\text{C}$  (2/98) bzw.  $18,5^\circ\text{C}$  (5/98). Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt durchschnittlich 52% (2/98) bzw. 60% (5/98). Für das Gebäude in Waren wurden bei der letzten Messung im Dezember 1999 eine mittlere Lufttemperatur von  $20,8^\circ\text{C}$  und eine durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit von 49% ermittelt (Tab. 4).



**Tab. 4 Messwerte Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit**

Objekt	HGW					
Raumnummer	145	145	169	169	232	232
Datum	18.02.98	05.05.98	18.02.98	05.05.98	18.02.98	05.05.98
Raumtemperatur	21-22°C	19-20°C	22°C	17-19°C	23°C	17-20°C
Luftfeuchtigkeit	56-54%	60%	54%	62-59%	50%	62-58%
Raumnummer	233	233	10	Mittelwerte	Mittelwerte	
Datum	18.02.98	05.05.98	05.05.98	18.02.98	05.05.98	
Raumtemperatur	23-24°C	18-20°C	17-20°C	22,5°C	18,5	
Luftfeuchtigkeit	49%	61-58%	63-59%	52%	60%	
Objekt	WAR					
Raumnummer	017	104	208	210	223	Mittelwerte
Datum	06.12.99	06.12.99	06.12.99	06.12.99	06.12.99	
Raumtemperatur	20°C	22°C	20-21°C	21-22°C	20°C	20,8°C
Luftfeuchtigkeit	48%	48%	50-48%	48%	51%	49%

### 2.2.3 Raumausstattung

Über die Beschaffenheit der Wände und Decken des Gebäudes in Waren liegen keine Angaben vor. Die allgemeinen Unterrichtsräume wurden mit Tischen und einer normalen Bestuhlung, die Computerkabinette zusätzlich mit Computern ausgestattet. In den allgemeinen Unterrichtsräumen wurden Linoleumbeläge, im Computerkabinett jedoch ein PVC-Belag verlegt. Im Verlauf sind bereits einige der ursprünglich verlegten PVC-Beläge durch Linoleum ersetzt bzw. Linoleumbeläge versiegelt worden (Raum 017 altes Linoleum, neue Versiegelung, Räume 104, 223, 208 neues Linoleum, neue Versiegelung). In den raumluft-hygienischen Gutachten vom April, September und Dezember 1999 berichtet der Untersucher über einen schwachen bis deutlichen, leicht stechenden Geruch.

Im Greifswalder Gebäude sind die Wände und Decken mit Rauhfasertapete beklebt und mit Dispersionsfarbe gestrichen. Die Möbel sind mit Dekorfolie beschichtet, wurden bereits am vorhergehenden Standort genutzt und riefen dort keine Klagen hervor. Für die Böden kamen textile Beläge wie Velours und Nadelvlies sowie Parkett zur Anwendung. Die Beheizung erfolgt zentral und die Belüftung erfolgt über Thermoglas-Fenster. Der Untersucher berichtete von einem starken bis sehr starken stechenden Geruch (Tab. 5).

**Tab. 5 Im Innenausbau verwendete Materialien**

Objekt	HGW		WAR	
Räume	R145	R169, R232, R233	allgemeine Unterrichtsräume	Computerkabinett
Fußboden	Trockenestrich Nivelierrmasse Uzin NC170 und Gießharz Kleber Uzin K textiler Belag (Velour)	Estrich  Kleber Uzin K Nadelvlies	Gußasphaltestrich  Korkment Kleber Thomsit L250 Linoleum	Zementestrich  Korkment Kleber Thomsit K188 E PVC- Belag
Räume	R145, R169	R232, R233		
Wände	massiv Rauhfaser Dispersionsfarbe	Innenwände Leichtbau Rauhfaser Dispersionsfarbe		
Räume	R145, R169, R232, R233			
Decken	massiv Rauhfaser Dispersionsfarbe			

#### 2.2.4 Charakteristik der befragten Personen

Die Abbildungen 5-9 enthalten die Ergebnisse aus den einzelnen Befragungen und Untersuchungen. Die einzelnen Antworthäufigkeiten werden für jede Gruppe jeweils prozentual angegeben.

#### Responseraten

Die Responseraten sind als hoch anzusehen. In Greifswald stieg die Zahl der beantworteten Fragebögen von 79% bei der ersten auf 97% bei der zweiten Befragung. In Waren wurde eine Responserate von 71% erreicht. Die Kontrollgruppe kam auf eine Responserate von 88% (Tab. 6).

**Tab. 6 Responseraten**

	HGW1	HGW2	Waren	Kontrollgruppe
Gesamtanzahl befragte Personen	52	64	275	26
Fragebogen beantwortet	45		196	
Fragebogen auswertbar	41	62	195	23
Responserate	79%	97%	71%	88%

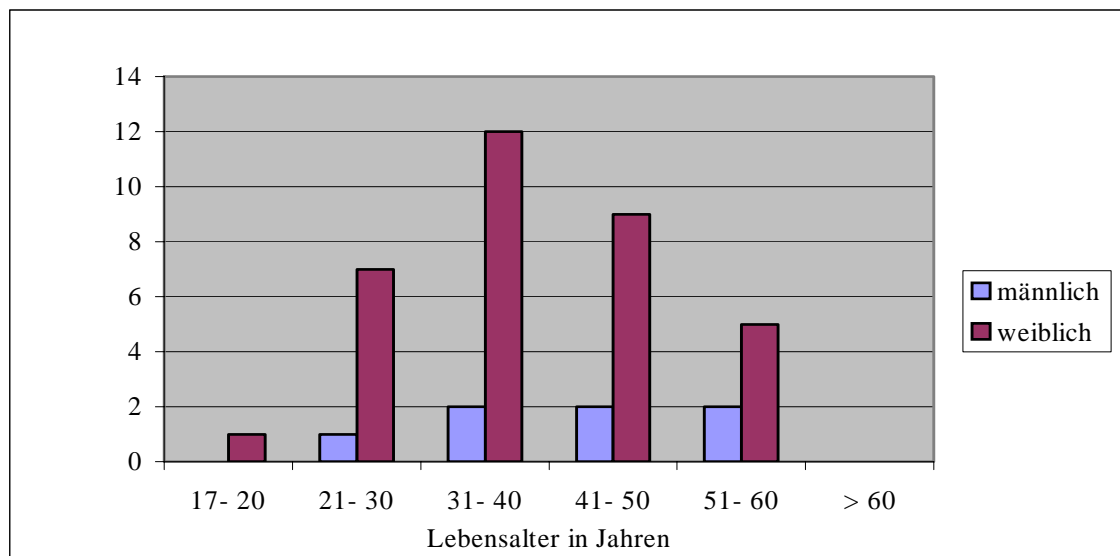
## Alters- und Geschlechtsverteilung

### Greifswald, Erste Befragung (HGW1)

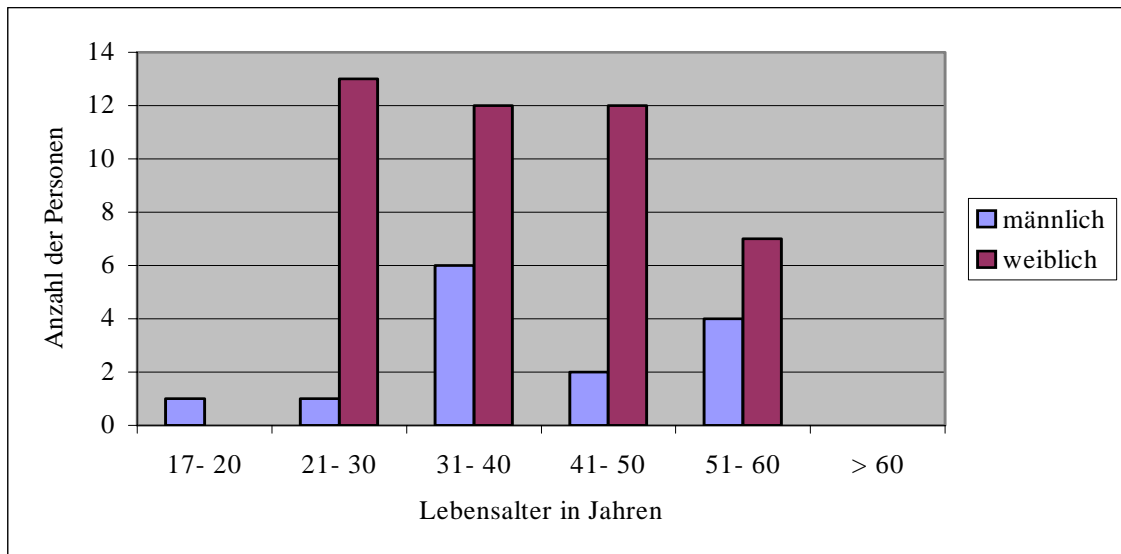
Bei der Erstmessung in Greifswald (Abb. 5) zeigen die befragten Personen eine ausgewogene Verteilung des Alters, die meisten Mitarbeiter sind zwischen 21 und 60 Jahre alt. Der Anteil der unter 20jährigen ist sehr gering, keiner der Mitarbeiter ist über 60 Jahre alt. Sichtbar wird ein deutliches Überwiegen des Frauenanteiles (83%).

### Greifswald, Zweite Befragung (HGW2)

Durch die Erhöhung des Personals in der Zeit bis zur zweiten Befragung kommt es zu einer leichten Verschiebung: des Geschlechtsverhältnisses; sowohl der Frauenanteil in der Gruppe der 21- bis 30jährigen als auch der Männeranteil der 31- bis 40jährigen und der 51- bis 60jährigen steigt. Der Frauenanteil bleibt mit 76% deutlich über dem Männeranteil (Abb. 6).



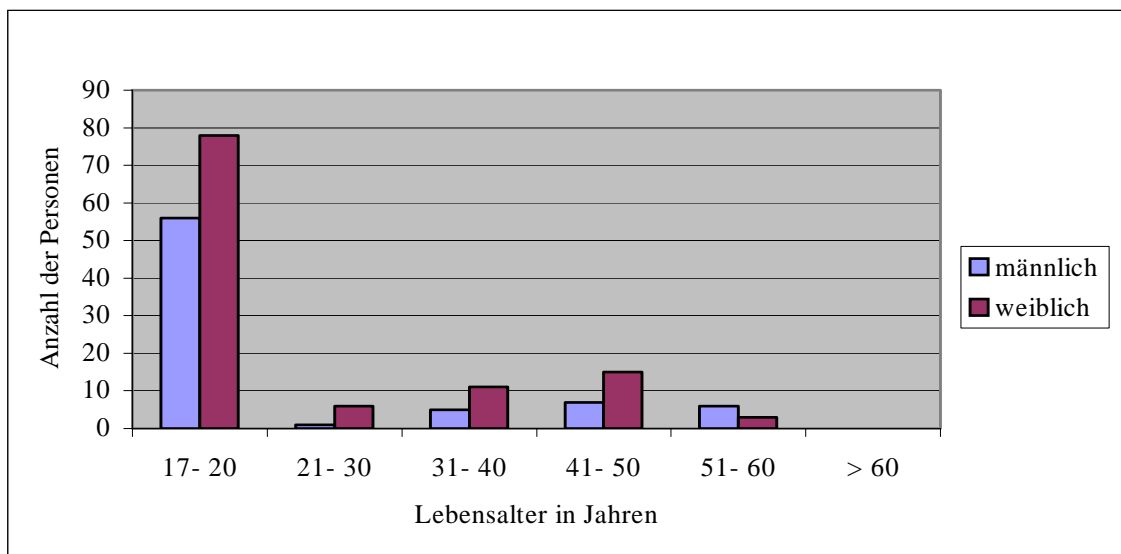
**Abb. 5 Alters- und Geschlechtsverteilung HGW1**



**Abb. 6 Alters- und Geschlechtsverteilung HGW2**

Waren (WAR)

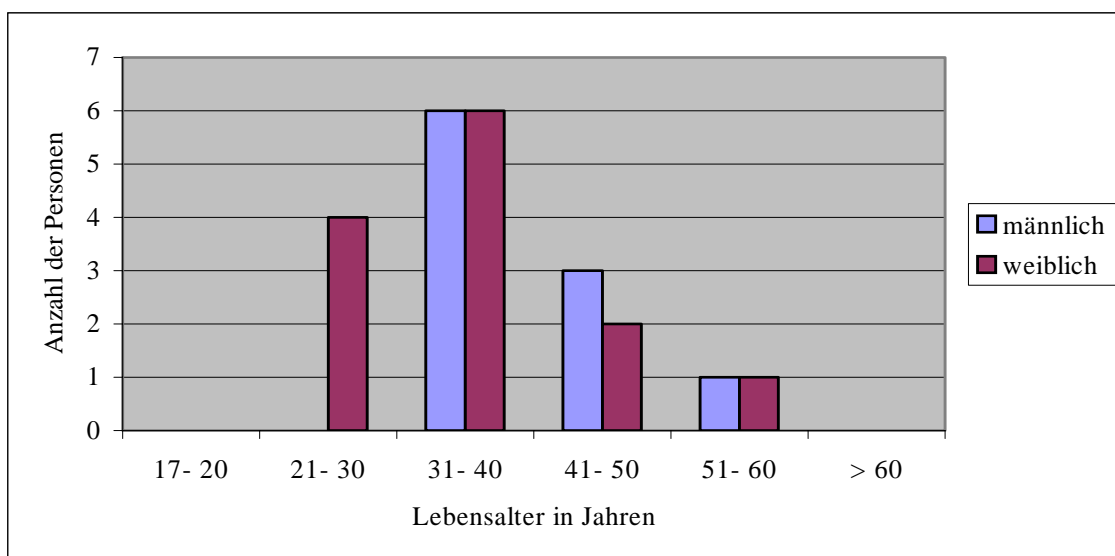
Hier ist der Anteil der 17- 20jährigen Personen (Schüler) mit 72% hoch. Es überwiegen weibliche Personen in diesem Anteil mit 58%. Die Lehrer stellen sich gleichmäßig verteilt mit etwas erhöhtem Frauenanteil dar (62% Lehrerinnen). Das durchschnittliche Alter der Schüler beträgt 18,2 Jahre, das Lebensalter der Lehrer beträgt im Mittel 43,3 Jahre (Abb.7).



**Abb. 7 Alters- und Geschlechtsverteilung in Waren**

## Kontrollgruppe (KON)

Der höchste Anteil der befragten Personen ist zwischen 31 und 40 Jahre alt und etwa geschlechtergleich. Eine ausgewogene Verteilung findet sich ebenfalls bei den 41-60jährigen, in der Gruppe der 21-30jährigen gibt es nur Frauen, keiner der Befragten ist unter 20 bzw. über 60 Jahre alt (Abb. 8).



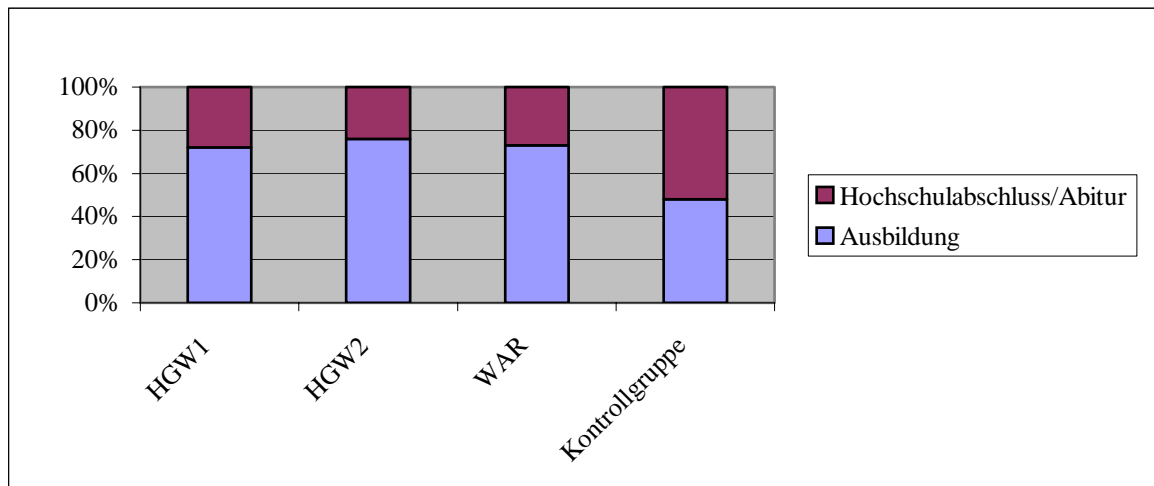
**Abb. 8 Alters- und Geschlechtsverteilung Kontrollgruppe**

## Bildungsstand

Die 195 Befragten in Waren verteilen sich auf 52 Lehrer (27%) und 143 Schüler (73%). In der Kontrollgruppe finden sich 13 Akademiker (52%) und 9 Nichtakademiker (48%). Bei der Erstbefragung in Greifswald besitzen 11 Personen (28%) das Abitur bzw. einen Hochschulabschluß, 28 (72%) Personen eine abgeschlossene Lehre bzw. Ausbildung. Bei der zweiten Befragung geben 14 Personen (24%) an, das Abitur oder einen Hochschulabschluß und 45 Angestellte (76%), eine Lehre absolviert zu haben.

Während in der Kontrollgruppe ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Angestellten mit Abitur und Lehre besteht, überwiegt in HGW1 (72%), HGW2 (76%) und WAR (73%) der Anteil derjenigen, die eine Ausbildung abgeschlossen haben bzw. in der Ausbildung sind

(WAR). Das Verhältnis Männer zu Frauen ist in beiden Gruppen aber nahezu gleich (Abb. 9).



**Abb. 9 Ausbildungsstand der befragten Personen**

### 2.2.5 Räumliche Verhältnisse

Die Zufriedenheit mit den räumlichen Verhältnissen ist insgesamt hoch und liegt bei 84% (HGW1) bzw. 81% (WAR) und ist damit nur wenig von den Ergebnissen der Kontrollgruppe (90%) entfernt (Abb. 10). Auch in der Einschätzung des Wohlfühlens im Gebäude stimmen die Angaben mit den Fragen zu den räumlichen Verhältnissen weitestgehend überein: 83% (HGW1) bzw. 72% (HGW2) der Personen in Greifswald sowie 77% der Befragten in Waren fühlen sich in dem jeweiligen Gebäude „im großen und ganzen wohl“ (Abb. 11).

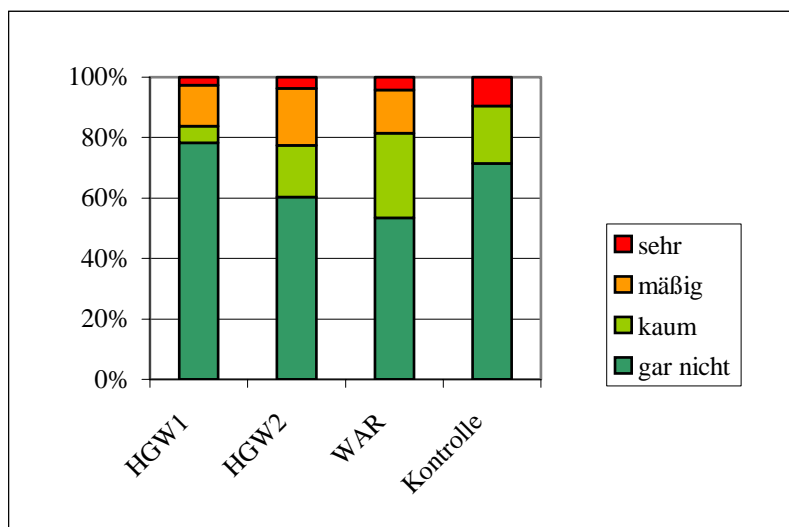


Abb. 10 Beeinträchtigung durch die räumlichen Verhältnisse

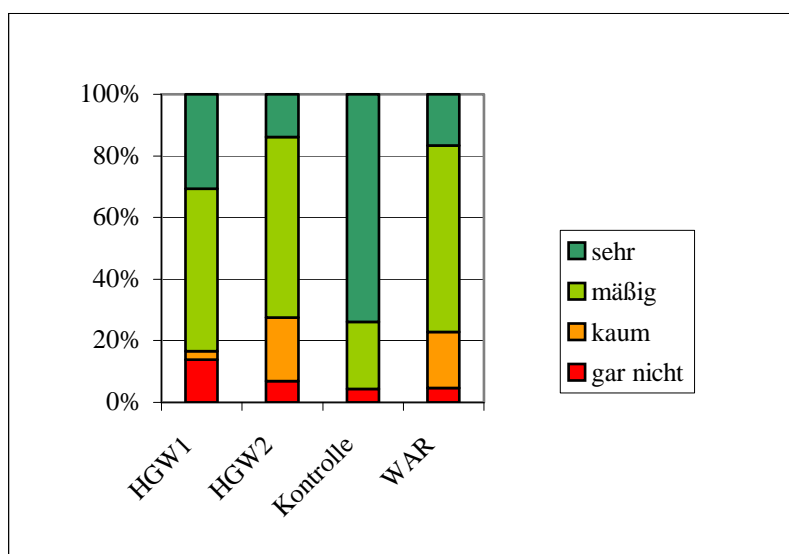
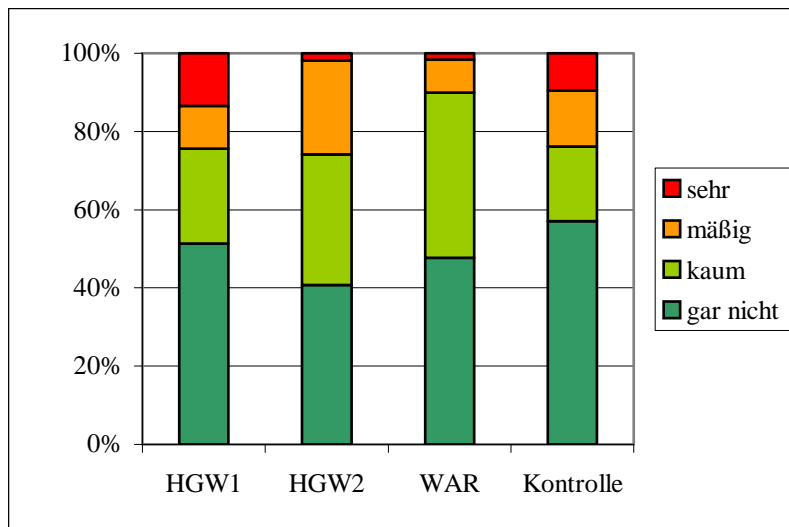


Abb. 11 Wohlfühlen im Gebäude

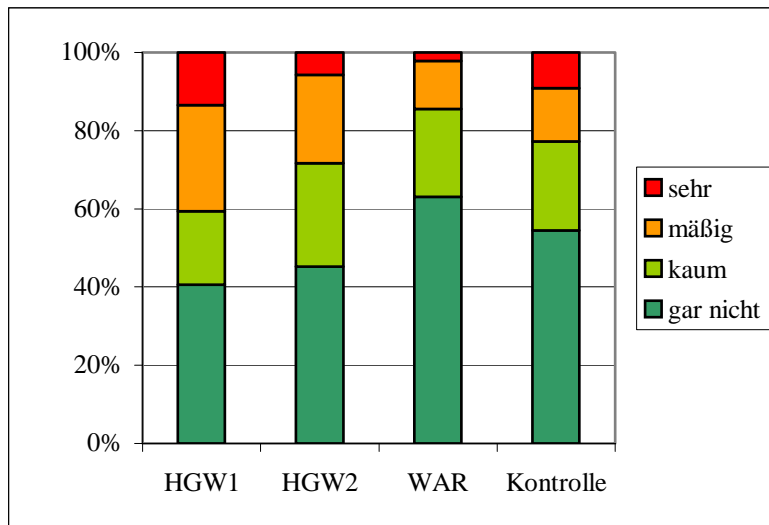
Durch **Lärm** und **Dauergeräusche** fühlt sich die Gruppe in Waren mit 10% am wenigsten gestört. Am meisten beeinträchtigt fühlen sich die Greifswalder Befragten mit 24% (HGW1) bzw. 26% (HGW2), dazwischen steht die Kontrollgruppe mit 21% (Abb. 12).



**Abb. 12 Störung durch Lärm oder Dauergeräusche**

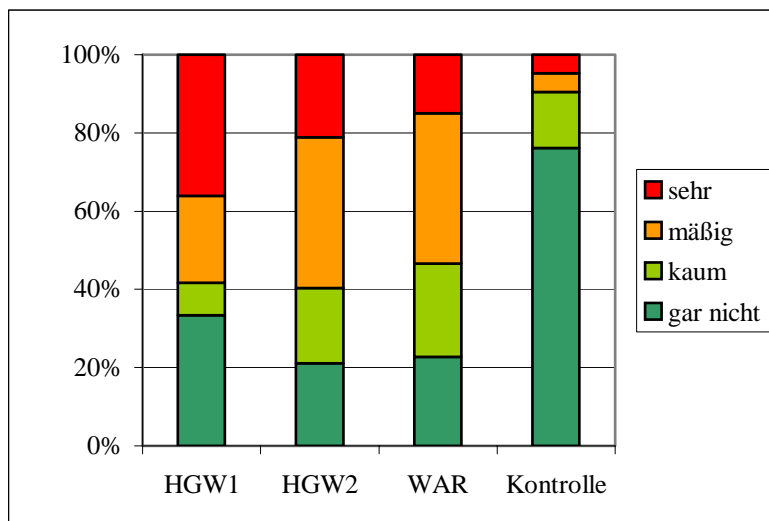
Beeinträchtigungen durch mangelhafte **Beleuchtung** bestehen in HGW1 mit 41%. Es zeigt sich ein Rückgang auf 28% bei der zweiten Befragung. Auch in der Kontrollgruppe sind 23% der Befragten nicht mit der Lichtsituation ihres Arbeitsplatzes zufrieden. Die wenigsten Klagen über schlechte Beleuchtung kommen mit 14% aus der Warener Gruppe (Abb.13).



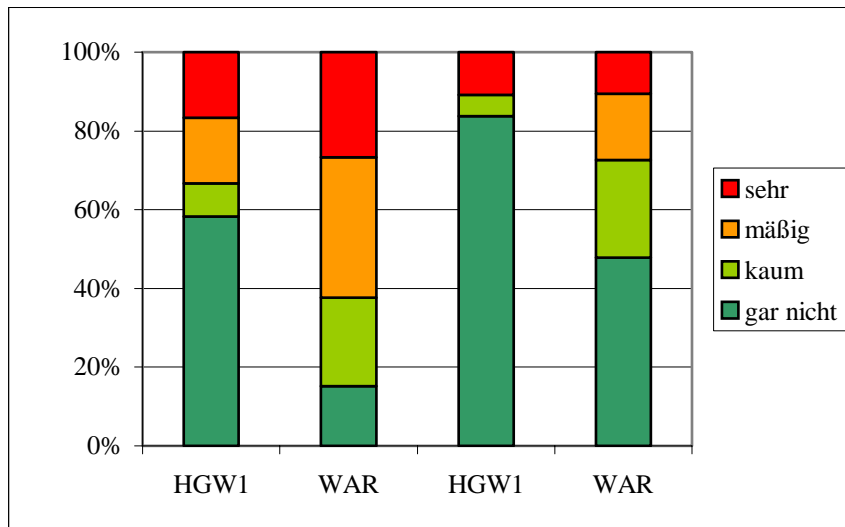


**Abb. 13 Einschätzung der Beleuchtungsverhältnisse**

Auffällig sind die hohen Klagen der Befragten über **trockene Luft** mit 58% (HGW1) bzw. 60% (HGW2). Auch die Gruppe in Waren fühlt sich mit 53% deutlich durch die trockene Luft beeinträchtigt. Zum Vergleich: nur 28% berichten in der Kontrollgruppe über Einschränkungen durch trockene Luft (Abb. 14).

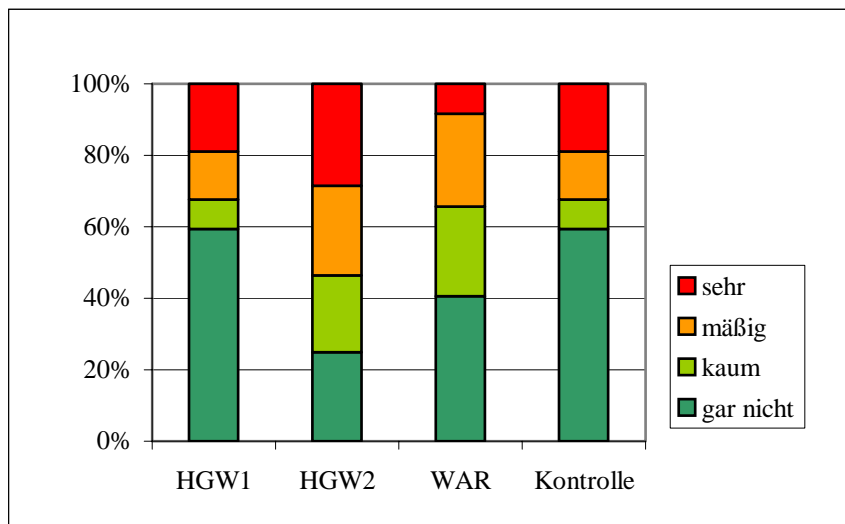


**Abb. 14 Klagen über trockene Luft**



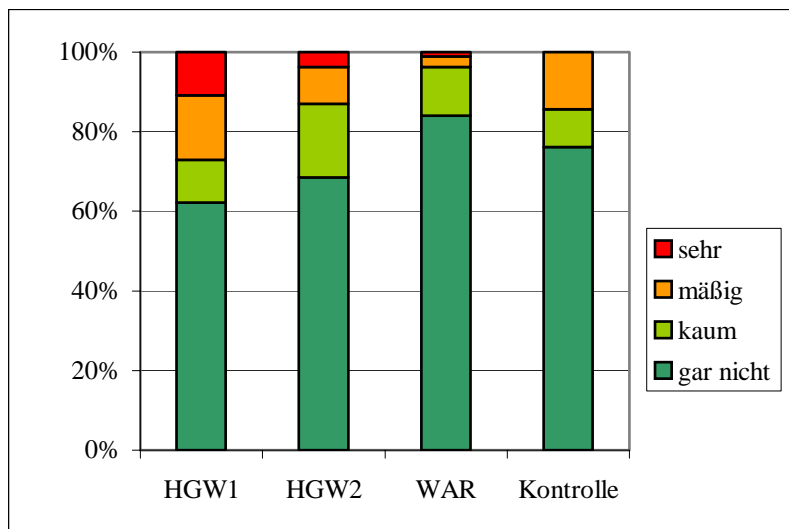
**Abb. 15** verbrauchte Luft (Säulen 1 und 2) und fehlende Fensterlüftung (Säulen 3 und 4)

**Zugerscheinungen** werden in Greifswald mit 32% (Erstbefragung) und in Waren mit 34% annähernd gleich als störend empfunden (Kontrollgruppe 32%). Bei der Zweitbefragung in Greifswald steigt der Anteil jedoch auf 54% (Abb. 16).



**Abb. 16** Beeinträchtigung durch Zugerscheinungen

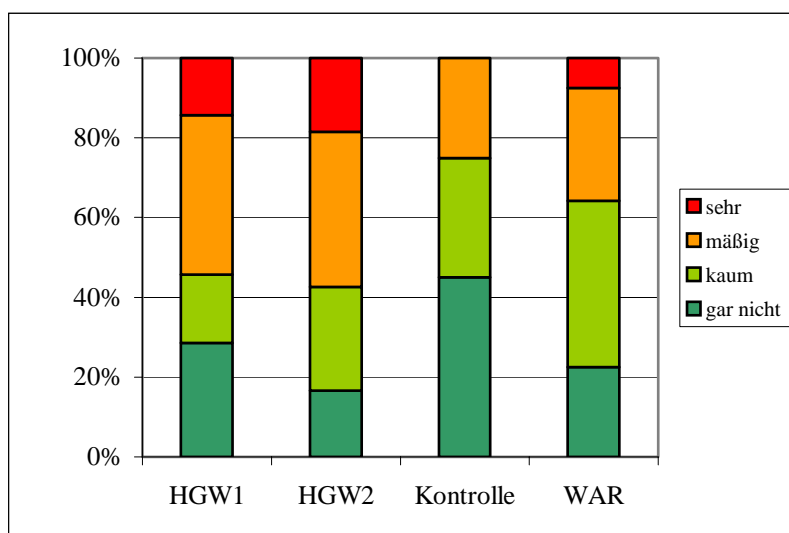
Über **statische Aufladung** beklagen sich 27% (HGW1) bzw. 13% (HGW2), 4% der Befragten in Waren und 14% der Kontrollgruppe (Abb. 17).



**Abb. 17 Klagen über statische Aufladung**

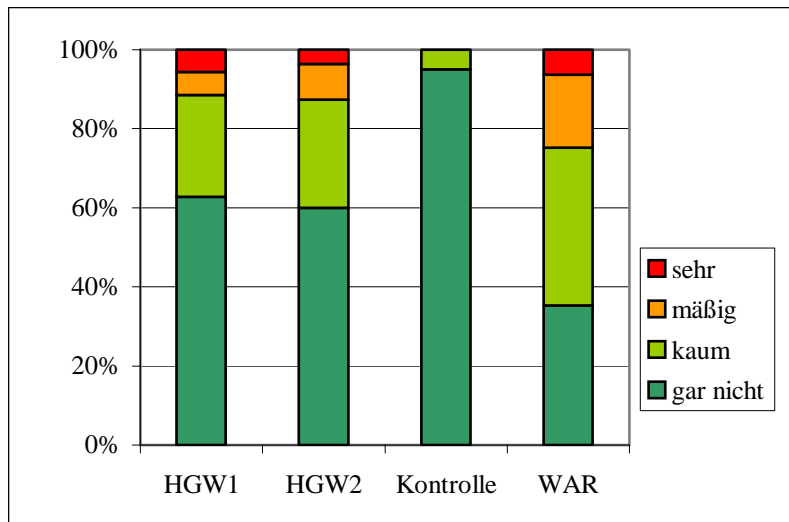
### 2.2.6 Arbeitszufriedenheit

Über **zu viel Arbeit** klagen 54% der Beschäftigten in Greifswald mit einer leichten Erhöhung auf 57% bei der Zweitbefragung und 35% in Waren. In der Kontrollgruppe fühlt sich ein Viertel der Personen durch Arbeit überlastet (Abb. 18).



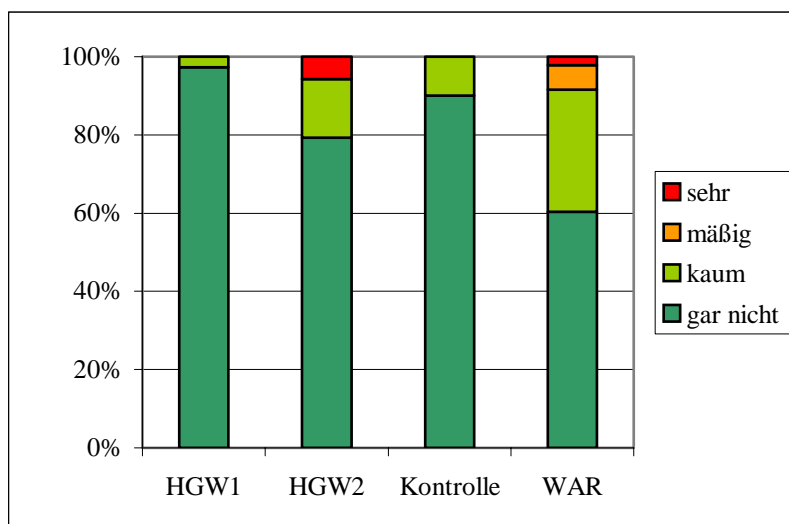
**Abb. 18 Beeinträchtigung durch zu viel Arbeit**

Fast 90% der Angestellten in Greifswald empfinden ihre Arbeit sowohl bei der Erst-, als auch bei der Zweitbefragung befriedigend. In Waren klagten 24% der Befragten über eine **unbefriedigende Arbeit** (Abb. 19).



**Abb. 19 Arbeitszufriedenheit**

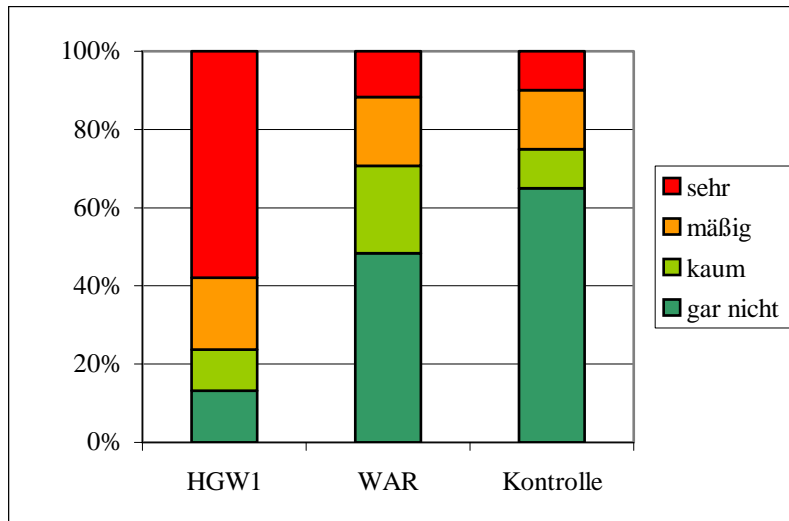
**Schwierigkeiten mit Kollegen** gibt es wenig. Insgesamt ist die Zufriedenheit bei allen Gruppen hoch, es kommt lediglich bei der Zweitbefragung in Greifswald zu einer geringen Zunahme (Abb. 20).



**Abb. 20 Schwierigkeiten mit Kollegen**

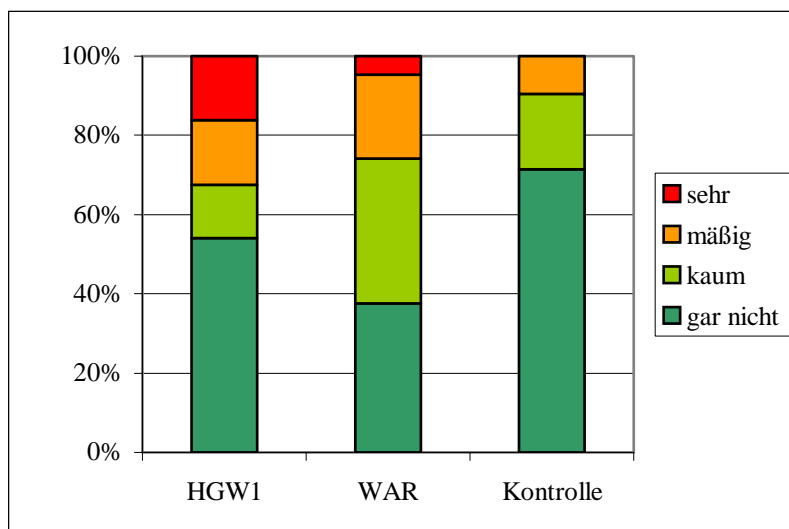
### 2.2.7 Einflüsse auf das Wohlbefinden (Befindlichkeitsstörungen)

Unangenehme Gerüche werden von der überwiegenden Anzahl der Mitarbeiter in Greifswald sowohl bei der Erst- (76%) als auch bei der Zweitbefragung (81%) angegeben. 29% der untersuchten Personen in Waren geben **Geruchswahrnehmungen** an, das sind aber nur 4% mehr als in der Kontrollgruppe (Abb. 21).



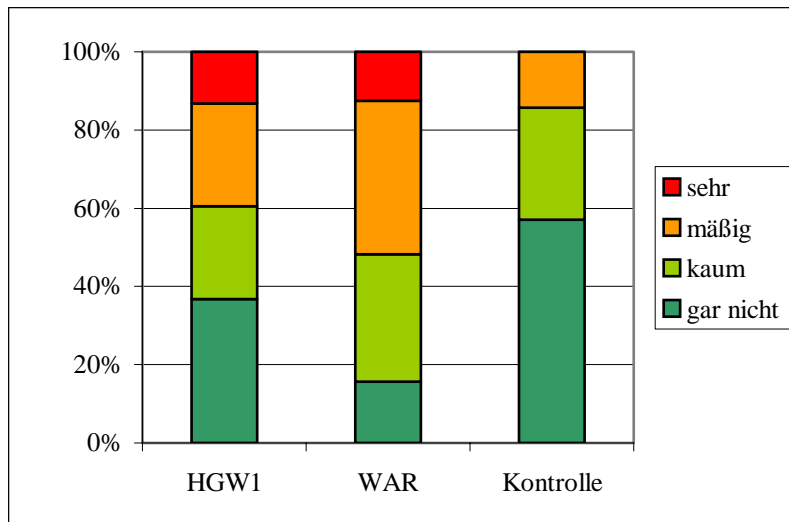
**Abb. 21 Geruchswahrnehmungen**

Der Anteil der Mitarbeiter, die sich als **gereizt** empfinden, liegt bei HGW1 bei 32% bzw. bei HGW2 mit 37% noch etwas höher. In Waren fühlen sich 26% gereizt. Die Kontrollgruppe zeigt sich mit nur 9% gereizten Personen sehr ausgeglichen (Abb. 22).



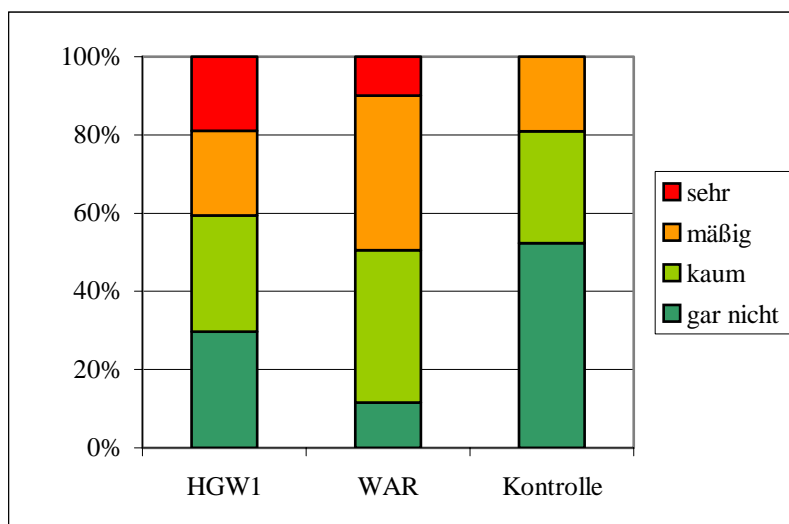
**Abb. 22 Reizbarkeit**

Auffällig ist eine hohe Ausprägung der **Energielosigkeit** von 52% in WAR sowie 39% bei der Erstbefragung in Greifswald mit einer Steigerung auf 65% bei der zweiten Befragung. In der Kontrollgruppe fühlen sich nur 14% energielos (Abb. 23).



**Abb. 23 Energielosigkeit**

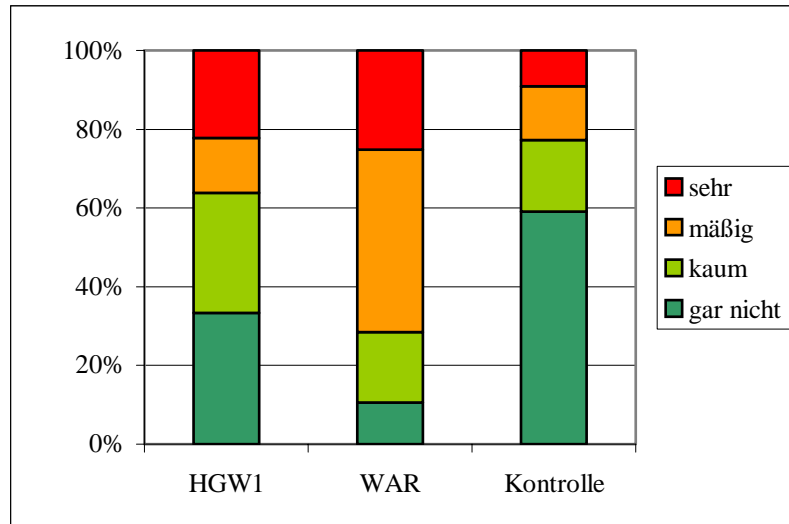
Eine **Konzentrationschwäche** wird zwar auch von der Kontrollgruppe mit 19% beklagt, liegt jedoch bei 41% in HGW1 und erhöht sich auf 57% in HGW2. In WAR liegt die Anzahl der Befragten mit gestörter Konzentration bei 49% (Abb. 24).



**Abb. 24 Konzentrationschwäche**

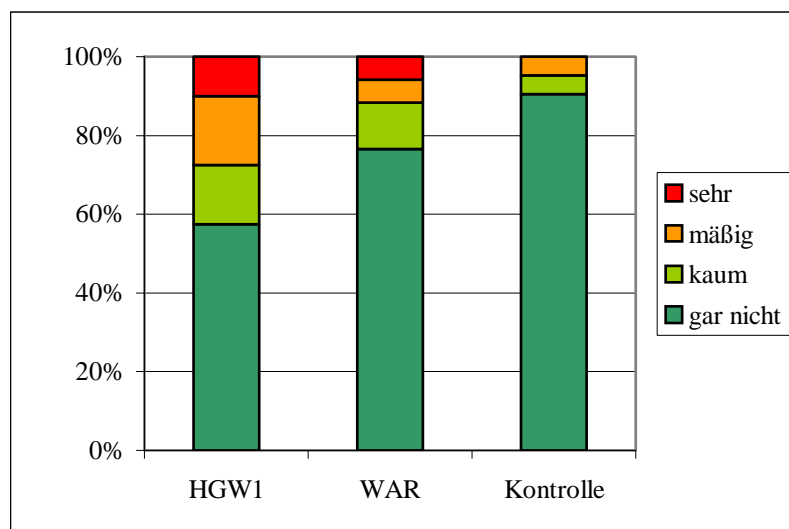
Wiederum am stärksten leiden die in Waren befragten Personen mit 72% an **rascher Ermüdung**. In Greifswald klagten bei der ersten Befragung 36% darüber, bei der zweiten

Befragung steigt dieser Anteil auf 71%. In der Kontrollgruppe sind 20% der Befragten betroffen (Abb. 25).



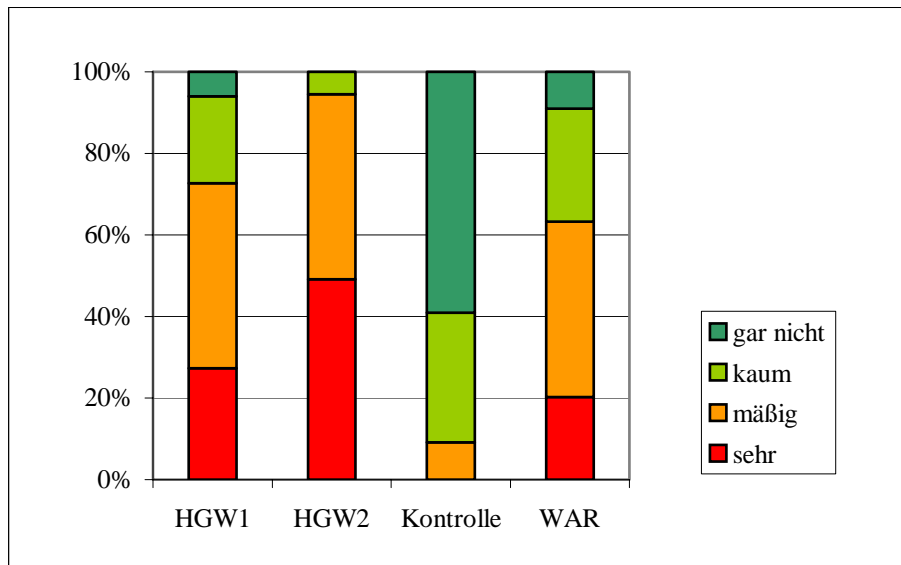
**Abb. 25 Leiden an rascher Ermüdung**

Über Geschmackswahrnehmungen (Abb. 26) berichten bei der Erstmessung in Greifswald 27%, bei der Zweitmessung nur noch 13% und in Waren 12% (Kontrollgruppe: 5%).



**Abb. 26 Geschmackswahrnehmungen**

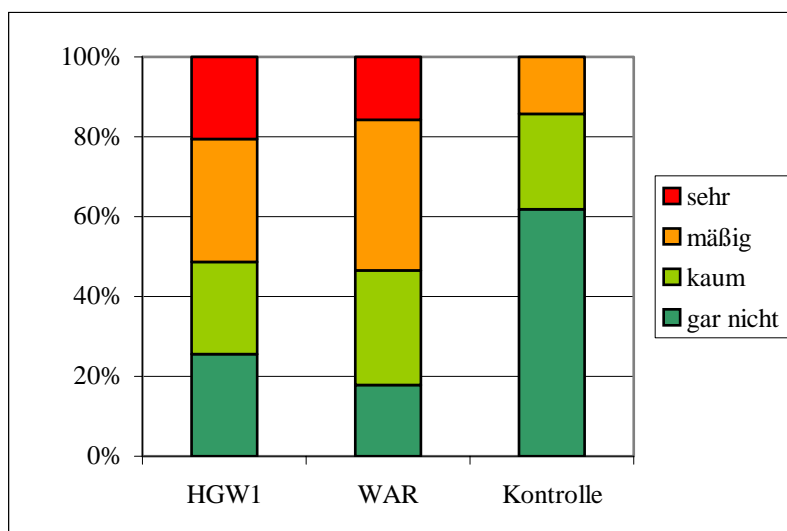
Während in der Kontrollgruppe nur 9% über **Störungen des Wohlbefindens der Kollegen am Arbeitsplatz** berichten, wissen 73% der Befragten in HGW1 (bei HGW2 94%) und 63% in Waren von einem gestörten arbeitsplatzbezogenen Wohlbefinden ihrer Kollegen (Abb. 27).



**Abb. 27 Störungen des Wohlbefindens am Arbeitsplatz bei Kollegen**

### 2.2.8 Gesundheitliche Beschwerden

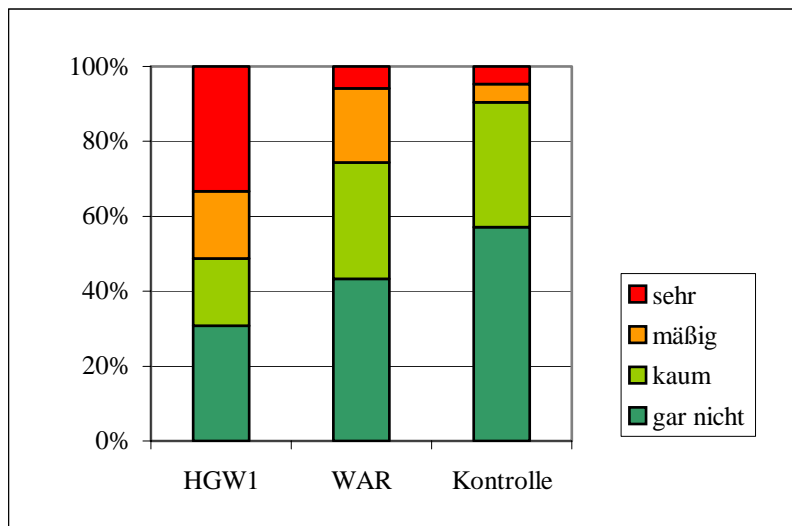
**Kopfschmerzen** sind mit 51% Betroffenen bei der Erstbefragung in Greifswald und 53% in Waren ein ausgeprägtes Phänomen. Zu beachten ist die Zunahme der Symptomatik bei der zweiten Befragung in Greifswald auf 64%. In der Kontrollgruppe geben nur 14% Kopfschmerzen an (Abb. 28).



**Abb. 28 Beeinträchtigung durch Kopfschmerzen**

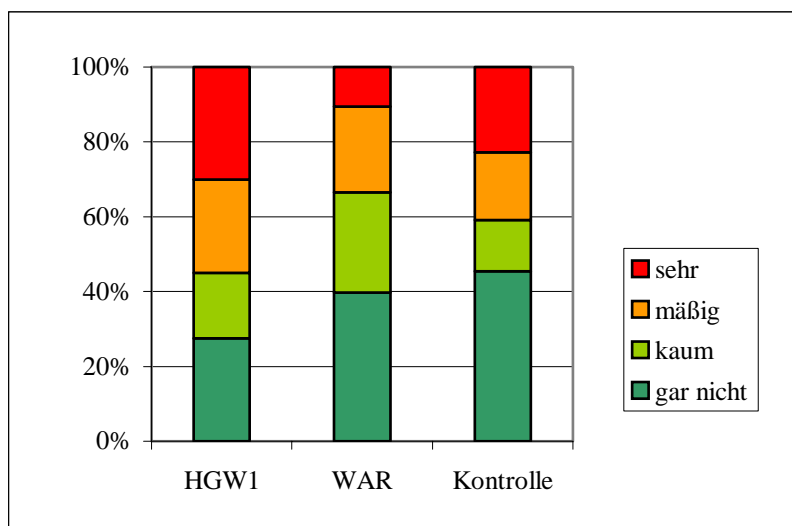


Über **trockene Schleimhäute** wird bei HGW1 von 51% der befragten Personen geklagt, bei der folgenden Befragung sind es 63%. In Waren berichtet ein Anteil von 26% davon, in der Kontrollgruppe sind es lediglich 9% (Abb. 29).



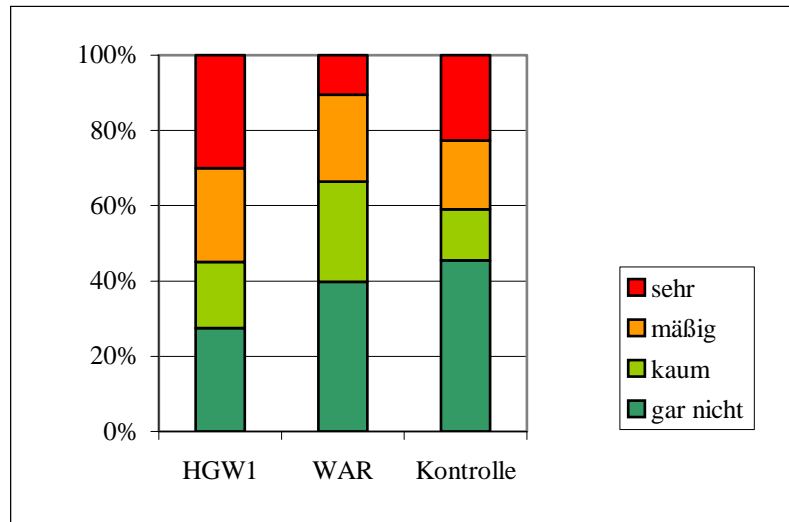
**Abb. 29 Klagen über trockene Schleimhäute**

Auch **Reizungen der Augen** werden von 55% der Greifswalder Gruppe bei der ersten Befragung beklagt, bei der zweiten Befragung steigt die Anzahl auf 69%. In der Kontrollgruppe geben immerhin 40% der Personen Augenreizungen an, in Waren sind es lediglich 34% (Abb. 30).



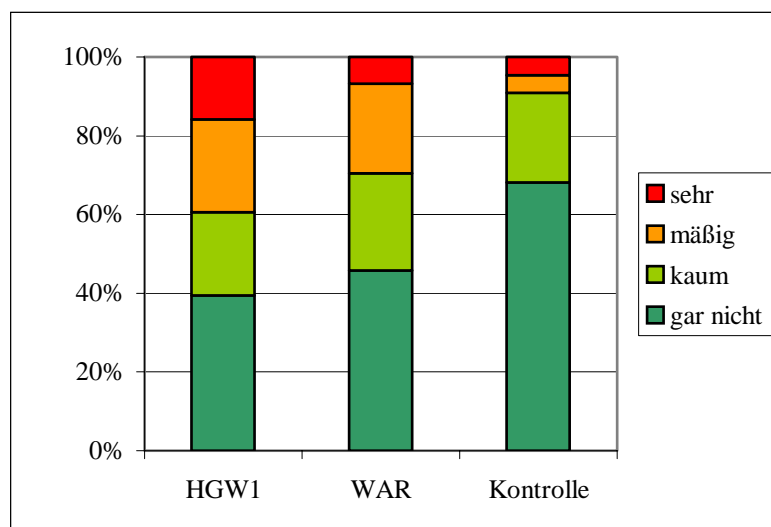
**Abb. 30 Augenreizungen**

Eine **gereizte, verstopfte oder laufende Nase** haben 41% der Befragten in HGW1, bei der zweiten Befragung sind es mit 45% nicht wesentlich mehr. In Waren berichten 33% der Personen über Reizungen der Nase, während in der Kontrollgruppe nur 14% dieses Symptom angeben (Abb. 31).



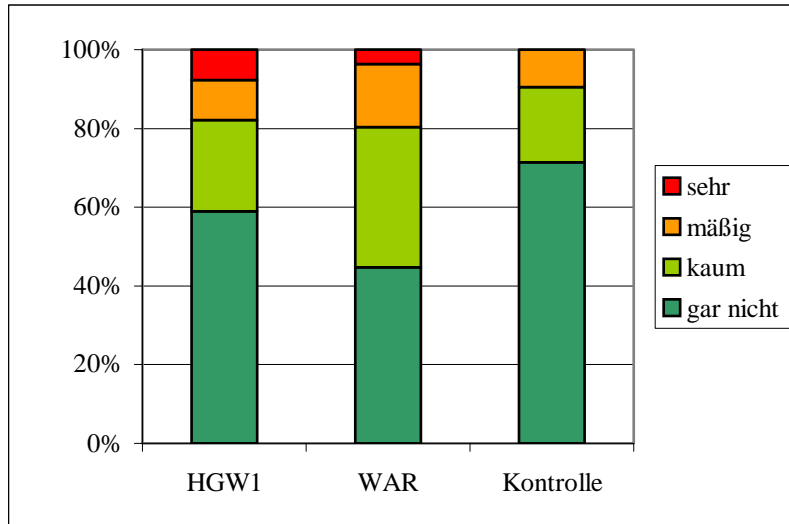
**Abb. 31 gereizte, verstopfte oder laufende Nase**

Bei der ersten Befragung in Greifswald fühlen sich 39% **heiser** oder haben einen **trockenen Rachen**, bei der zweiten Befragung sind es 62%. Auch die Untersuchten in Waren geben mit 29% mehr Beschwerden an als die Mitglieder der Kontrollgruppe mit 9% (Abb.32).



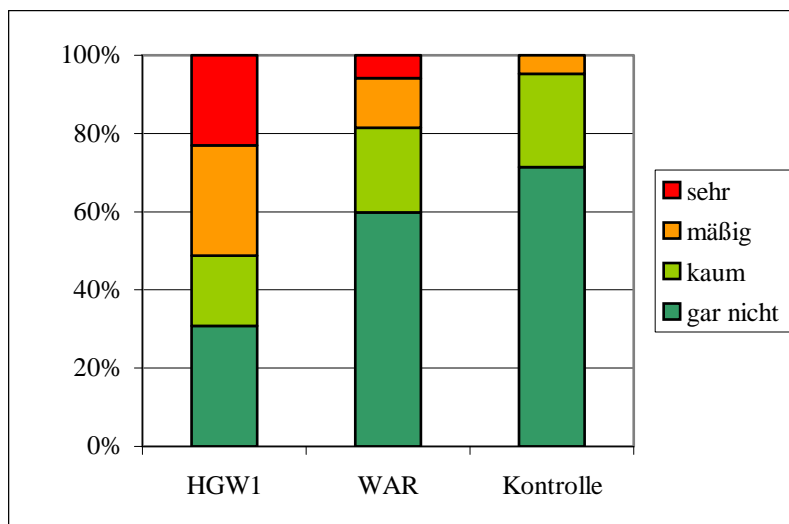
**Abb. 32 Heiserkeit und trockener Rachen**

**Husten** wird in Greifswald bei der ersten Befragung von 18% angegeben, bei der zweiten Befragung sind es 39%. Das Auftreten von Husten wird in der Kontrollgruppe von 10% bejaht, in Waren leiden 20% daran (Abb. 33).



**Abb. 33 Husten**

Unter **trockener Gesichtshaut** leiden 51% der Personen von HGW 1, bei der Zweitbefragung kommt es zu einem leichten Rückgang auf 47%, während in der Kontrollgruppe nur 5% und in Waren 19% über dieses Phänomen berichten (Abb. 34).



**Abb. 34 trockene oder gerötete Gesichtshaut**

## Zusammenfassung

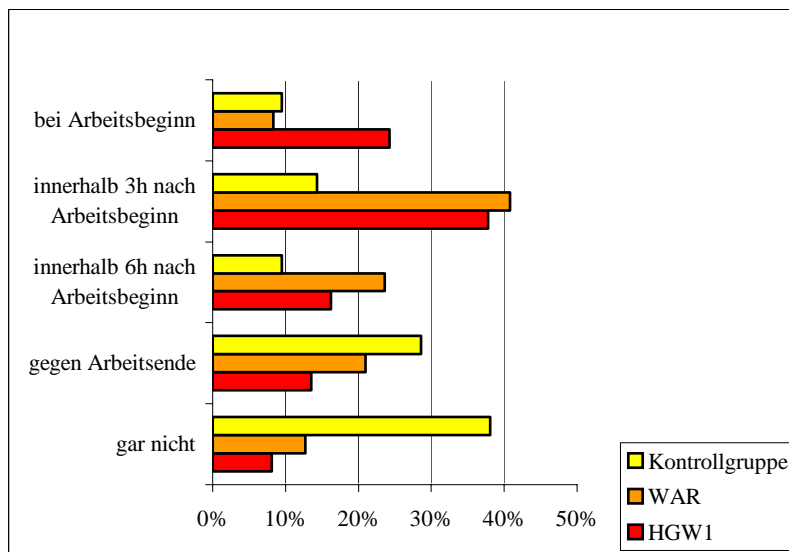
Die Mitarbeiter äußern sich zufrieden über die räumlichen Verhältnisse und fühlen sich wenig durch Lärm, Dauergeräusche oder statische Aufladung gestört. Die trockene Luft und die als schlecht empfundene Beleuchtung sind problematisch. Es gibt wenig Schwierigkeiten mit den Kollegen. Die Zufriedenheit mit der Arbeit ist hoch trotz einem insbesondere in Greifswald ausgeprägten Eindruck der Arbeitsüberlastung. Auffällig sind die starken Geruchswahrnehmungen und die hohen Prozentangaben bzw. der hohe Anstieg bei der Zweitmessung für rasche Ermüdung, Konzentrationsschwäche und Energielosigkeit. Bei allen Items ist eine Zunahme der Beschwerden innerhalb der Greifswalder Gruppe zu verzeichnen. Besonders ausgeprägt sind weiterhin Klagen über Kopfschmerzen, trockene Schleimhäute, Augenreizungen, Husten und trockene Gesichtshaut.

Um die in den Diagrammen dargestellten Werte statistisch zu sichern, wurden für die einzelnen Beschwerden jeweils die Odds Ratio und die 95%- Konfidenzintervalle berechnet. Sichtbar wird ein signifikanter Unterschied für die meisten gesundheitlichen Beschwerden jeweils zwischen der Kontrollgruppe und der Greifswalder Gruppe (Erstbefragung) sowie ein Überwiegen signifikanter Werte bei den Befindlichkeitsstörungen in der Warener Gruppe (Tab. 7).

**Tab. 7 Vergleich gesundheitlicher Beschwerden bzw. Befindlichkeitsstörungen zwischen Expositions- (HGW1 oder WAR) und Kontrollgruppe.**

gesundheitliche Beschwerden	odds ratio ( $\pm 95\%$ Konfidenzintervall)	
	HGW1	WAR
trockene Schleimhäute	10,00 ( <b>2,05-48,84</b> )	3,28 (0,74-14,62)
Reizungen der Augen	1,77 (0,62-5,07)	0,73 (0,30-1,79)
gereizte, verstopfte oder laufende Nase	4,17 ( <b>1,05-16,56</b> )	3,00 (0,85-10,56)
Kopfschmerzen	6,32 ( <b>1,60-24,95</b> )	6,87 ( <b>1,96-25,77</b> )
Heiserkeit und gereizter Rachen	6,52 ( <b>1,33-32,03</b> )	4,18 (0,95-18,46)
Husten	2,08 (0,39-11,03)	2,33 (0,52-10,45)
trockene oder gerötete Gesichtshaut	23,26 ( <b>2,84-188,89</b> )	4,55 (0,59-35,03)
Befindlichkeitsstörungen	odds ratio ( $\pm 95\%$ Konfidenzintervall)	
	HGW1	WAR
Konzentrationsschwäche	2,89 (0,81-10,34)	4,16 ( <b>1,35-12,82</b> )
rasche Ermüdung	1,92 (0,57-6,43)	8,56 ( <b>3,01-24,38</b> )
Reizbarkeit	4,56 (0,91-22,83)	3,33 (0,75-14,79)
Energielosigkeit	3,91 (0,98-15,61)	6,46 ( <b>1,84-22,63</b> )
Geruchswahrnehmungen	9,67 ( <b>2,75-34,03</b> )	1,24 (0,43-3,58)
Geschmackswahrnehmungen	7,59 (0,91-63,45)	2,65 (0,34-110,72)

Nicht allein das vermehrte Auftreten, sondern auch der Zeitpunkt, zu dem die Beschwerden einsetzen, der Beginn und das Nachwirken bestimmter Beschwerden bei Aufenthalt in einem Raum sind wichtig für die Beurteilung, ob ein Zusammenhang zwischen Aufenthalt in einem Raum und dessen Belastung mit chemischen Fremdstoffen besteht. In Abb. 35 zeigt sich, dass die meisten Befragten von Greifswald (38%) und Waren (41%) Beschwerden innerhalb der ersten drei Stunden nach Arbeitsbeginn entwickeln. Gleich zu Arbeitsbeginn klagen 24% der in Greifswald Interviewten über Beschwerden. Bei der Kontrollgruppe treten bei fast 70% entweder gar keine Beschwerden oder erst am Arbeitsende auf.



**Abb. 35 Häufigkeit der Beschwerden nach Arbeitsbeginn**

Wichtig bei einer Befragung zu innenraumluftbezogenen Beschwerden sind auch Angaben darüber, ob eine Benommenheit nach Verlassen des Gebäudes vorliegt, ob das Bedürfnis, sich nach der Arbeit hinzulegen, besteht, oder ob nach längeren Erholungsphasen die Leistungsfähigkeit bereits nach wenigen Stunden wieder deutlich nachläßt (Tab. 8).

Bezüglich der Benommenheit gibt es keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe.

Der Wunsch nach Ruhe besteht bei der Warener Gruppe wesentlich mehr als in der Kontrollgruppe (signifikanter Unterschied).

Ein schnelles Nachlassen der Leistungsfähigkeit zeigen nur die Befragten in Waren mit einem signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe.

**Tab. 8 Prüfung eines Zusammenhanges zwischen Exposition und körperlicher Beeinträchtigung im Vergleich von Expositions- und Kontrollgruppe**

	odds ratio ( $\pm 95\%$ Konfidenzintervall)	
	HGW1	WAR
wenn ich das Gebäude verlasse, bin ich noch eine Weile benommen	0,875 (0,62-9,33)	1,32 (0,47-3,73)
wenn ich von der Arbeit heimkomme, habe ich das Bedürfnis, mich hinzulegen	1,29 (0,951-13,883)	15,9 (5,54-45,63)
wenn ich gut erholt (nach Urlaub oder Wochenende) an meinen Arbeitsplatz zurückkehre, lässt die Leistungsfähigkeit innerhalb kurzer Zeit wieder nach	0,52 (0,28-7,01)	2,75 (1,04-7,26)

### **2.2.9 Vergleich der Befindlichkeitsstörungen und gesundheitlichen Beschwerden zwischen Erst- und Zweitmessung in Greifswald**

Wie bei den Meßwerten ersichtlich (Tab. 3), sind die Werte für die flüchtigen Kohlenwasserstoffe bei der zweiten Messung, der ausführliche Lüftungsmaßnahmen vorausgegangen sind, deutlich zurückgegangen.

Trotzdem wird eine Zunahme der Beschwerden sichtbar (Abb. 36 und 37). Besonders auffällig sind vermehrte Klagen über Heiserkeit und gereizten Rachen, die von 39% bei der Erstbefragung auf 62% bei der Zweitbefragung ansteigen. Dazu kommen als weitere Symptome Husten, über den bei HGW2 21% mehr Personen berichten, eine Steigerung der Schleimhautreizungen von 51% auf 63% und Reizungen der Augen, über die beim zweiten Mal 69% statt 55% berichten.

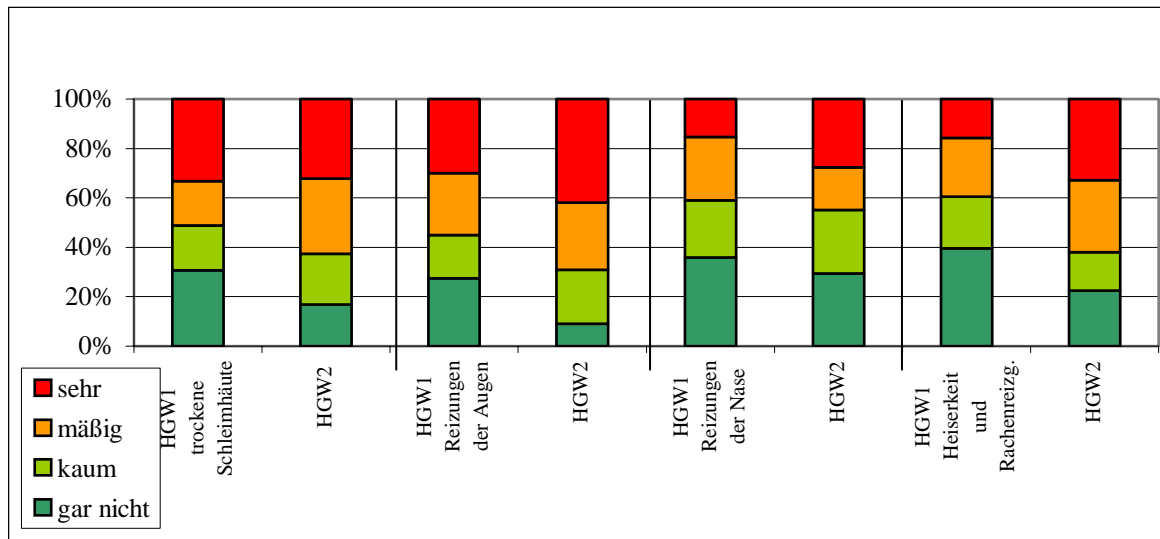


Abb. 36 Vergleich der gesundheitlichen Beschwerden in Greifswald (I)

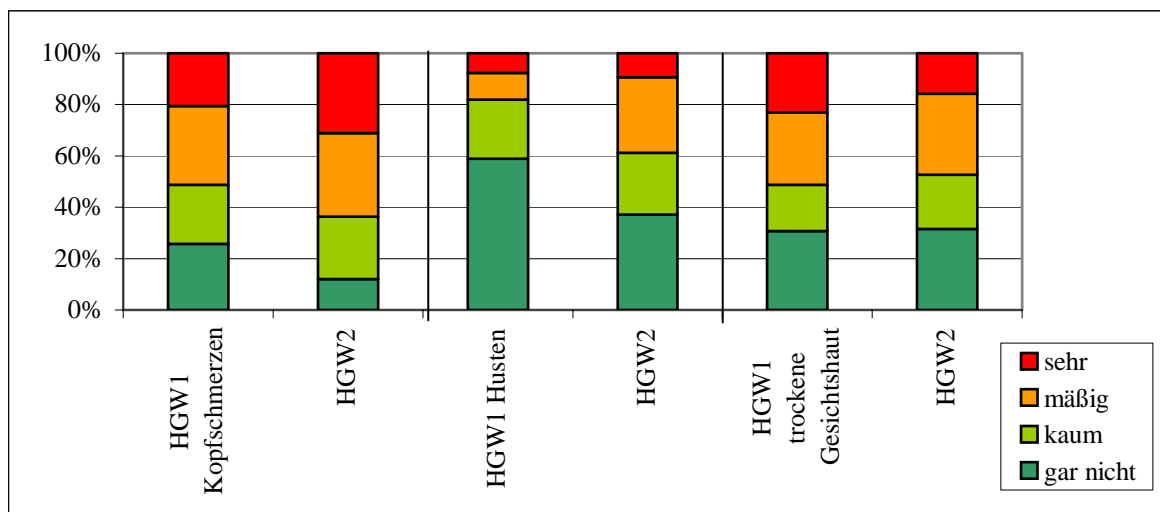
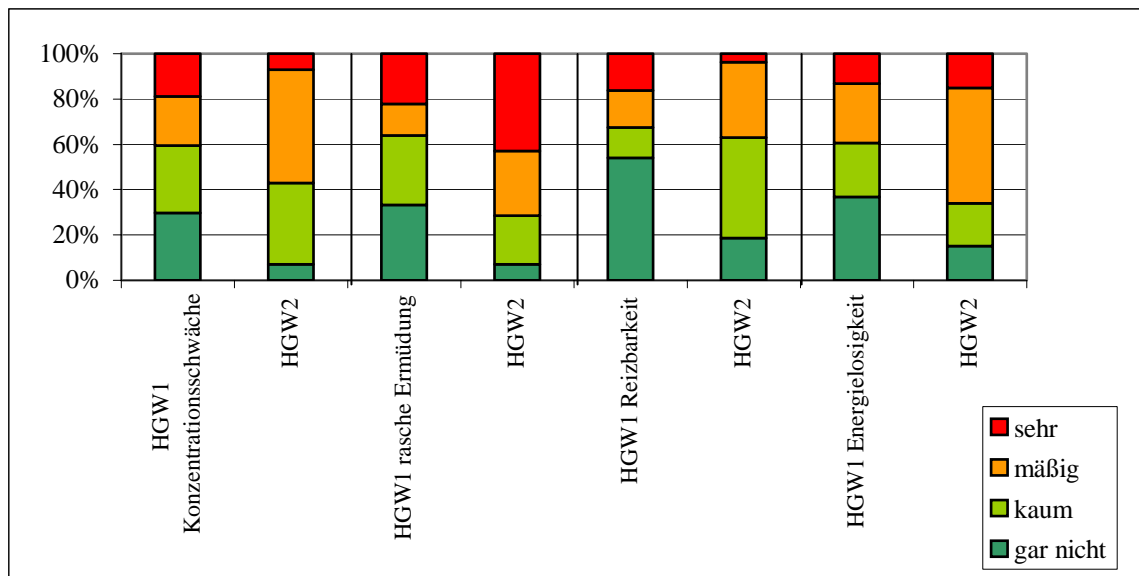


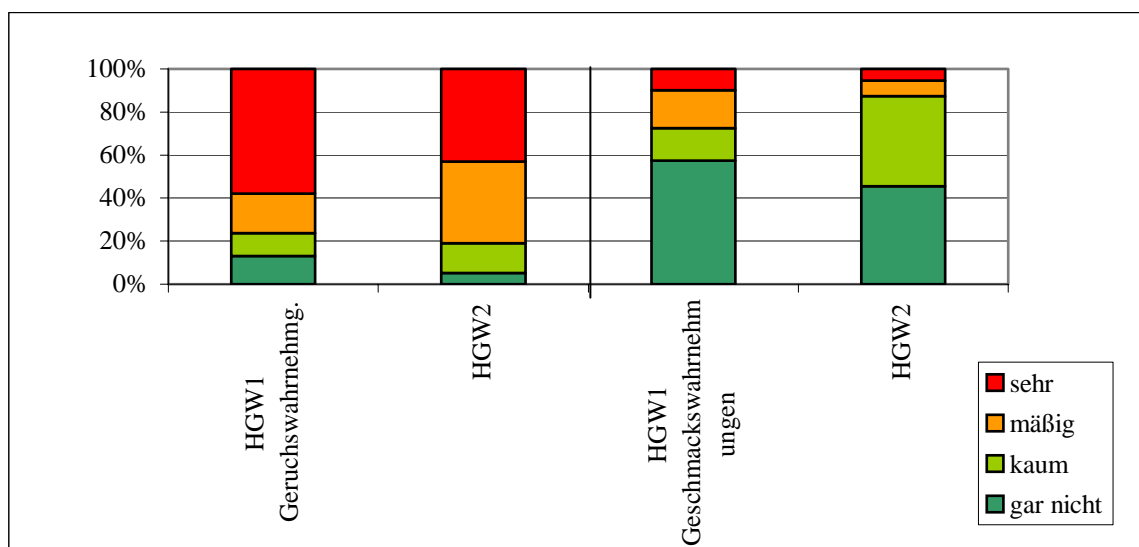
Abb. 37 Vergleich der gesundheitlichen Beschwerden in Greifswald (II)



Auch bei den Befindlichkeitsstörungen (Abb.38 und 39) fällt ein Trend zur erhöhten Beja-  
 hung im Vergleich zwischen Erst- und Zweitbefragung auf. Während bei der ersten Befra-  
 gung 36% der Angestellten von einer raschen Ermüdung berichten, sind es bei der zweiten  
 Befragung 71%. Energielos fühlen sich zunächst 39% der Personen, später sind es 66%.  
 Die Beeinträchtigung durch Geruchswahrnehmungen ist mit 81% gegenüber 76% unver-  
 ändert hoch.



**Abb. 38 Vergleich der Befindlichkeitsstörungen in Greifswald (I)**



**Abb. 39 Vergleich der Befindlichkeitsstörungen in Greifswald (II)**

## **3 Diskussion und Schlussfolgerungen**

### **3.1 Methodik**

Bei Verdacht auf innenraumbezogene Beschwerden wird für die Analyse international ein stufenweises Vorgehen empfohlen. Von der Kommission der Europäischen Gemeinschaft wurde ein Vier-Stufen-Plan vorgeschlagen. Es soll mit der ersten Stufe begonnen und erst bei Erfolglosigkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen mit dem nächsten, in der Regel kosten- und personalintensiveren Schritt fortgefahren werden. Auf der ersten Stufe erfolgt eine Abschätzung über Häufigkeit und Art der Beschwerden sowie eine erste Beurteilung des Gebäudes und -soweit vorhanden -der raumluftechnischen Anlagen. Bereits auf dieser Stufe sollten die Meinungen der Betroffenen, mögliche Ursachen, erste gewonnene Untersuchungsergebnisse und das weitere Vorgehen gemeinsam diskutiert werden. Im zweiten Schritt wird das Gebäude besonders unter dem Aspekt der Klimadaten, Lüftung, Sauberkeit, Raumausstattung und Beleuchtung untersucht. Erst ab der dritten Stufe werden Messungen bezüglich chemischer und biologischer Kontaminanten und die Bestimmung von Luftwechselraten vorgeschlagen. Die medizinische Untersuchung der Betroffenen erfolgt mit der vierten Stufe erst relativ spät (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 1989, WIESMÜLLER 1998).

#### **3.1.1 Fragebogen**

Zum Standard bei Untersuchungen zu innenraumbezogenen Beschwerden gehört ein Fragebogen. Dieser sollte standardisiert sein, um Vergleiche mit anderen Untersuchungen zu ermöglichen, als Mindestanforderung die Sick-Building-Syndrome-typischen Beschwerden für einen bestimmten Zeitraum sowie deren Ausprägung und Verlauf enthalten und einen zeitlichen Zusammenhang mit dem Aufenthalt im Gebäude erkennen lassen (WIESMÜLLER 1998). Eine andere Möglichkeit zur Erfassung von Beschwerden sind Symptomtagebücher. Diese Form der Dokumentation erlaubt zwar eine genaue Erfassung des zeitlichen Verlaufes, ist aber in der Auswertung sehr zeitaufwendig und statistisch schwer zu erfassen.

Vergleicht man den von uns verwendeten Fragebogen mit den bei WIESMÜLLER (1998) aufgeführten und erläuterten deutschen und internationalen Fragebögen (Örebrö- Fragebogen von ANDERSSON und STRIDH (1992), Fragebögen von SEEBER et al. (1989),

KRÖLING (1987, 1993, 1998), BULLINGER et al. (1993, 1994, 1996, 1998), stellt man eine große inhaltliche Übereinstimmung in den angegebenen Fragen fest. Um eine Vergleichbarkeit zu anderen Arbeitsgruppen zu schaffen, sollten die Komplexe Arbeitsplatz, Arbeitsbedingungen, störende Faktoren am Arbeitsplatz, Befriedigung durch die Arbeit, Krankheiten, besonders Allergien, und arbeitsplatzbezogene Beschwerden im Fragebogen erfasst werden.

Der von uns eingesetzte Fragebogen erlaubt es, wichtige Angaben wie die Raumnummer, Alter, Geschlecht und Name - zum Schutz der Befragten- freiwillig zu machen, was aber zum Verlust wichtiger Daten führen kann. Dieser Verlust kann minimiert werden, wenn ein Hinweis auf die Einhaltung des Datenschutzes gleich am Beginn des Fragenkataloges dem Befragten eine vertrauliche Auswertung garantiert. Auch der Hinweis darauf, daß ein gewissenhaftes Ausfüllen ohne Auslassen von Fragepunkten notwendig zur aussagekräftigen Beurteilung ist, sollte den Fragen vorangehen.

Ein zeitlicher Rahmen für die Befragung wird in dem von uns angewandten Fragebogen nicht festgelegt. Da die Beantwortung sowohl von der aktuellen Stimmungslage, als auch von der Erinnerung abhängt, empfiehlt WIESMÜLLER einen Befragungszeitraum von einer Woche, um eine möglichst hohe Validität zu erreichen.

Gefordert werden sollte das Ausfüllen der Bögen am Arbeitsplatz, da sonst die momentane Situation unter möglicherweise anderen Raumbedingungen zu einer Verfälschung der Aussagen führen kann. In Waren zum Beispiel erfolgte die Befragung nicht in den sonst genutzten Unterrichtsräumen, sondern in der Aula.

Wenig Beachtung finden in dem von uns verwendeten Fragebogen die psychosozialen Komponenten im Gegensatz zu WIESMÜLLER. Während dieser auf den Einfluß von Arbeitsbedingungen, Beziehung/Position zum derzeitigen Arbeitgeber und Anerkennung für die getane Arbeit von übergeordneter Stelle achtet sowie nach Familienstand, Anzahl der Kinder oder dem Status als Alleinerziehender fragt, ist es im vorliegenden Fragebogen lediglich möglich, sich über unbefriedigende oder zuviel Arbeit sowie Schwierigkeiten mit den Kollegen zu äußern.

Die Arbeitsplatzsituation wird durch die Beantwortung der vorgegebenen Fragen gut erfasst. Keine Informationen aber gibt es über das Vorhandensein eines Einflusses des Arbeitnehmers auf die räumliche Situation wie Beleuchtung, Heizung oder Lüftung, über ergonomische Faktoren, die Arbeitsplatzumgebung oder Probleme durch Bildschirmarbeit. Ein zeitlicher Zusammenhang zwischen Beschwerden und Arbeitsplatz wird derart erbracht, daß der zeitliche Beschwerdebeginn in Stunden nach Arbeitszeitbeginn eingeordnet sowie nach dem Nachlassen der Leistungsfähigkeit bei Rückkehr in das Gebäude nach längerer Abwesenheit gefragt wird. Eine Frage zu einer Besserung der Beschwerden nach Verlassen des Gebäudes gibt es nicht.

Schwierig ist die Beantwortung der Frage, ob der gleiche Fragebogen wiederholt angewendet werden sollte, um Informationen über das Befinden der Gebäudenutzer zum Beispiel nach einer Sanierung zu erhalten. WIESMÜLLER hat seinen Fragebogen zweimal, im Abstand von sieben Monaten, von den gleichen Probanden ausfüllen lassen. Das Resultat zeigte zwar unterschiedliche Beschwerdebhäufigkeiten, aber nahezu identische Häufigkeitsmuster der Symptome. Betrachtet man die Ergebnisse der Erst- und Zweitbefragung in Greifswald, sind auch hier die Häufigkeitsmuster nahezu unverändert, wenn sich auch die Beschwerden in ihrer Häufigkeit unterscheiden. Man muß zumindest davon ausgehen, dass bei einer zweiten Befragung mit dem gleichen Fragebogen bei Vorhandensein einer bestimmten Interessenlage die Möglichkeit zur Manipulation durch die Befragten besteht. Um dem entgegenzuwirken, sollten vor einer Zweitbefragung, soweit diese erforderlich ist, bereits Gespräche über Ergebnisse und Konsequenzen der Erstbefragung sowie der Messwerte mit der Belegschaft geführt werden (analog können solche Gespräche zu einer nicht beabsichtigten Beeinflussung führen).

### **3.1.2 Meßwerte und Richtwerte**

Die Beurteilung von Messwerten aus Raumlufmessungen ist auf Grund des aktuellen Wissensstandes erschwert. Es gibt Empfehlungen einzelner Autoren über Messwerte, bei denen gesundheitliche Einschränkungen oder Belästigungen auftreten (MØLHAVE 1986, KJAERGAARD et al. 1990, HOLCOMB 1995, LAGOUDI et al. 1996, SEIFERT 1999, Pitten 2000). Grenzwerte für Stoffgemische im Innenraum, wie sie für Arbeitsplätze, an denen mit Gefahrstoffen gearbeitet wird, festgelegt sind, gibt es jedoch derzeit nicht. Die Verwendung

von MAK und TRK- Werten ist nicht möglich, da diese sich nur auf jeweils einen Stoff und auf eine fest begrenzte Zeit beziehen, innenraumbezogene Probleme jedoch nicht nur an Arbeitsplätzen und 40 Stunden in der Woche auftreten. Die Forderung der ARBEITSSTÄTTENVERORDNUNG (1996), die für Arbeitsplätze ohne direkten Umgang mit Gefahrstoffen annähernd Außenluftqualität verlangt (Nr.2 der Arbeitsstättenrichtlinie zu §5 der ARBEITSSTÄTTENVERORDNUNG), ist im Innenraumbereich kaum zu erfüllen, da der Luftwechsel eingeschränkt erfolgt und durch Baumaterial und/oder Raumausstattung vielfältige Emissionen stattfinden.

Bei den gemessenen Stoffen handelt es sich fast immer um Vielkomponentensysteme, deren Summenwirkung nicht bekannt ist. Untersuchungen über mögliche synergistische Effekte einzelner Komponenten gibt es kaum, und sie beziehen sich meistens nur auf das Wirken von zwei oder drei Stoffen. Auch die Analyse ist erschwert, da zunächst eine Trennung in die einzelnen Stoffe erforderlich ist, dann aber wieder Anreicherungsverfahren notwendig sind, da sich die Konzentrationen der Stoffe meistens im Mikrogrammbereich befinden. Problematisch an Stoffgemischen ist auch, daß die Zusammensetzung aus mehreren Einzelstoffen zeitlich sehr variieren kann (PITTEN und BELOW 1999). Ein anderes Erschwernis bei der Beurteilung und dem Vergleich von Messwerten ist ein unterschiedliches Lüftungsverhalten vor und während der Messung sowie unterschiedliche Raumtemperaturen. So fanden in der zweiten Untersuchung in Greifswald die Messungen sowohl bei geöffneten als auch bei geschlossenen Fenstern sowie in während der Nacht vor der Messung gelüfteten als auch nicht gelüfteten Räumen statt. DIETERT und HEDGE (1996) z. B. berichten über höhere TVOC-Konzentrationen bei höheren Raumtemperaturen und reduzierten Lüftungsraten.

Da Orientierungshilfen unabdingbar sind, wurde versucht, ein Bewertungskonzept zu erarbeiten (SEIFERT 1999). Ein Anhaltspunkt soll der TVOC-Wert sein. SEIFERT schlägt für den TVOC-Wert, der sich aus den Konzentrationen der Einzelverbindungen summiert,  $0,3 \text{ mg/m}^3$  vor (SEIFERT 1990). Dieser Wert dient lediglich als Indikatorwert, dessen Überschreiten auf zusätzliche Emissionsquellen im Raum hinweisen soll. Anlass zu Einzelstoffuntersuchungen sollen TVOC- Konzentrationen sein, die über  $1\text{-}3 \text{ mg/m}^3$  liegen.

Vorteilhaft ist der TVOC-Wert, um die summarische Wirkung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen zu erfassen, nachteilig ist, daß die Anzahl der einzelnen Stoffe nicht festgelegt

ist und je nach Meßtechnik stark variieren kann (MORISKE und HEUDORF 1999). Es ist verständlich, daß eine hohe Anzahl an einzelnen Stoffen in der Luft eine hohe Gesamtkonzentration ergeben kann, ohne daß unbedingt bestimmte Einzelstoffe stark erhöht sein müssen. Als Beispiel sei hier der Raum 223 in Waren genannt, in dem folgende Gesamtmissionskonzentrationen berechnet und Einzelstoffe klassifiziert wurden: 11/98 TVOC-Wert  $0,58\text{mg}/\text{m}^3$  bei 83 eluierbaren Stoffen, 4/99 TVOC-Wert  $0,97\text{mg}/\text{m}^3$  bei 87 Einzelstoffen, 9/99 TVOC-Wert  $1,13\text{mg}/\text{m}^3$  bei 103 eluierbaren Stoffen, 12/99 TVOC-wert  $0,69\text{mg}/\text{m}^3$  bei 73 eluierbaren Stoffen. Hier muß man also besonders auf die Erhöhung einzelner Stoffe achten. Nachteilig ist die ausschließliche Verwendung lediglich des TVOC- Wertes ohne Berücksichtigung der Anzahl und Qualität der Einzelstoffe bei einem Vergleich zwischen mehreren Gebäuden.

SEIFERT (1990) hat auch die Anteile einzelner Stoffklassen an der oben aufgeführten TVOC- Konzentration angegeben, weist aber darauf hin, daß durch Veränderungen in der Zusammensetzung der Innenraumluft zwischen 1985/86 (Durchführung des Umwelt-Surveys, dabei wurden in über 400 normalen Wohnungen Langzeitmessungen durchgeführt und die Gesamtkonzentrationen der flüchtigen Kohlenwasserstoffe berechnet) und 1999 (Veröffentlichung des Artikels über „Die Beurteilung der Innenraumqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen“) diese Angaben nicht mehr herangezogen werden sollten (SEIFERT 1999). Einschränkend muss man auch sagen, dass diese in normalen Wohnungen mit bereits längerer unproblematischer Nutzung gemessenen Werte schwer vergleichbar mit denen neu gebauter oder sanierter Gebäude sind, die in den meisten Fällen kurzfristig bezogen werden und bei denen die meisten Beschwerden in der Regel kurz nach dem Einzug bzw. nach der Sanierung auftreten.

Seit einigen Jahren werden durch die AD-HOC-ARBEITSGRUPPE DER INNENRAUMLUFTHYGIENE-KOMMISSION DES UMWELTBUNDESAMTES UND DER OBERSTEN LANDESGESUNDHEITSBEHÖRDEN (1996) toxikologisch begründete Richtwerte für einzelne Stoffe erarbeitet. Diese Richtwerte gibt es bisher für Toluol, Dichlormethan, Kohlenmonoxid, Pentachlorphenol, Stickstoffdioxid, Styrol, Quecksilber (als metallischer Dampf) und Tris(2-chlorethyl)phosphat (SAGUNSKI 1996, WITTEN 1997, ENGLERT 1997, AD-HOC-ARBEITSGRUPPE IRK/AOLG 1997, ENGLERT 1998, SAGUNSKI 1998, LINK 1999, WOLF und STIRN 2000, SAGUNSKI und ROSSKAMP 2002). Dazu kommen nicht rechtsverbindliche

Werte für weitere Schadstoffe (Formaldehyd, Tetrachlorethen, Radon, polychlorierte Biphenyle, Lindan, Kohlendioxid), die für die hygienische Bewertung der Innenraumluft genutzt werden können (BUNDESGESUNDHEITSAMT 1993). Anhaltspunkte können auch die Maximalen Immissionskonzentrationswerte sein. Diese sind für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Schwebstaub und Ozon (und photochemische Oxidation) festgelegt. Vorteil dieser Angaben ist, daß für sie Mittelwerte für Halbstunden-, Stunden-, Tages- und Jahresmessungen vorliegen (VDI-RICHTLINIE 2310 1974, 1984, 1985, 1987, 1988, 1992, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 2003).

Auch wenn es mittlerweile für einzelne Stoffe Richtwerte gibt, berücksichtigen diese weder die individuell unterschiedliche Ansprechbarkeit noch die unterschiedliche Grund- und Gesamtbelastung (NEUBURGER 1996).

Auch in einem einzigen Gebäude können die Messwerte für einzelne Räume schwanken (zum Beispiel TVOC-Werte in Greifswald bei der Erstmessung für Raum 145  $2,36\text{mg}/\text{m}^3$ , in Raum 233  $5,24\text{mg}/\text{m}^3$ ), so dass es bei Nutzern einzelner Räume auch Beschwerden geben kann, die nicht mit dem Mittelwert korrelieren. Zeigt die Beantwortung des Fragebogens starke Beschwerden aus Räumen, in denen keine Messungen durchgeführt wurden, sollten auch dort Untersuchungen erfolgen, um besondere Quellen zu finden oder auszuschließen. Zu beachten ist auch, dass bei verschiedenen Raumtemperaturen auch am gleichen Messtag unterschiedliche Messwerte entstehen können.

Für die Verlaufsbeobachtung wurden in Greifswald die selben Räume ausgewählt. In Waren sind zwar im Laufe der Jahre acht verschiedene Räume gemessen worden, es gibt jedoch nur von zwei Räumen kontinuierlich Messwerte, die auch Einflüsse wie z.B. Kernbohrung und Sanierung berücksichtigen (R 104 und 223).

In Greifswald wurde bei der ersten Untersuchung im Winter eine mittlere Temperatur von  $22,5^\circ\text{C}$  errechnet. Diese Temperatur liegt im Wohlfühlbereich, Auch die relative Luftfeuchtigkeit ist mit durchschnittlich 52% ausgewogen. Bei der zweiten Messung, die im Frühling stattfand, herrschten in den Räumen nur durchschnittlich  $18,5^\circ\text{C}$ , die relative Luftfeuchtigkeit lag bei 60%. Diese Temperatur scheint für eine leichte Bürotätigkeit zu kalt. Es klagten bei der zweiten Befragung auch 53% der Mitarbeiter über Zegerscheinun-

gen. Diese Konstellation weist auf ausgiebige Lüftungsmaßnahmen hin, die auch bei deutlicher Einschränkung des persönlichen Komforts toleriert wird, um die störenden Geruchsbelästigungen zu reduzieren.

Das Gebäude in Waren zeigte bei der letzten Messung vor der Befragung (12/99) mit einer durchschnittlichen Raumtemperatur von 20,8 °C und einer durchschnittlichen relativen Luftfeuchtigkeit von 48,8% zumindest die gemessenen Raumluftparameter als ausgeglichen. Bei den vorangegangenen Messungen zeigten sich aber auch als Maximalwerte eine durchschnittliche Raumtemperatur von 24,4°C (9/99) und eine mittlere relative Luftfeuchtigkeit von nur 35-40% (3/97). Diese relative Luftfeuchtigkeit liegt weit unter der angestrebten relativen Luftfeuchtigkeit von 50%. Bei zwei Messungen (1/98 und 11/98) liegen gar keine Werte für diese beiden Parameter vor, was die Bewertung der Innenraumsituation erschwert. Beachtet man den langen Verlauf, können auch diese Werte (in Verbindung mit erhöhten TVOC-Werten) zu Unannehmlichkeiten geführt haben. Bedauerlicherweise wurden weder der CO<sub>2</sub>-Gehalt noch die Lüftungsraten gemessen.

Bei der Messung 9/99 zeigte die TVOC-Konzentration von 1,314mg/m<sup>3</sup> bei einer mittleren Temperatur von 24,4°C (höchste mittlere Temperatur im Verlauf) den maximalen Wert aller Messungen in Waren. Ein Zusammenhang zwischen erhöhten Raumlufthtemperaturen und einer vermehrten Freisetzung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen könnte zumindest auf den ersten Blick nahe liegen, ist aber bei den wenigen Daten und unterschiedlichen Ausgangsbedingungen im Verlauf (vor dieser Messung fanden Sanierungsmaßnahmen statt) nicht schlüssig zu beweisen. Es ergibt sich die Forderung, auf möglichst ähnliche Bedingungen zu achten und Folgeuntersuchungen am gleichen Ort unter gleichen Bedingungen durchzuführen.

Während es in Greifswald zu einer schnellen Abfolge von Messung und Befragung sowie Kontrollmessung und wiederholter Befragung kommt und man zumindest von ähnlichen Bedingungen bei der Befragung wie bei der Messung ausgehen kann, und ein umweltmedizinisches Gutachten neun Monate nach der Erstmessung vorliegt, vergehen in Waren einige Jahre zwischen dem Beginn der Beschwerden und dem Auftrag zu einem Gutachten, das sich mit der Situation der Personen beschäftigt und Messwerte und Befragung der Gebäudenutzer zusammenfasst. Bei einem längeren Intervall zwischen Messung und Be-



fragung ergibt sich die Frage, ob man noch einen kausalen Zusammenhang zwischen Messung und Befragung herstellen kann.

In neuen oder sanierten Gebäuden, nach Einbringen neuer Gegenstände oder neuer Fußbodenbeläge können die Konzentrationen der messbaren Stoffe kurzfristig um das zehnfache oder mehr erhöht sein (SEIFERT 1999). Es muss empfohlen werden, mit der Nutzung dieser Gebäude zu warten, bis die von SEIFERT angestrebten Werte erreicht sind. Lüftungsmaßnahmen führen zu einer Verringerung der leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffe und können so den Zeitraum erheblich verkürzen. Es ist zumindest zu überlegen, als Standard vor Bezug eines neuen beziehungsweise sanierten Gebäudes eine Raumluftmessung der VOC durchzuführen.

### **3.1.3 Auswertung**

Im Ergebnisteil werden die Beschwerden der Betroffenen in Waren und Greifswald gemeinsam genannt. Die Diskussion der Ergebnisse erfolgt aber nach Gebäuden getrennt, da zu große Unterschiede zwischen den Objekten und ihren Nutzern bestehen. Zum einen differieren die TVOC-Konzentrationen und die Werte der Einzelstoffe. Zum anderen besteht ein deutlicher Unterschied im zeitlichen Verlauf der Untersuchungen und auch das berufliche Umfeld ist sehr verschieden.

Auf die Besonderheiten der beiden Fälle und die sich daraus ableitende getrennte Bewertung jedes Gebäudes wird im Folgenden eingegangen.

Die Befragten in Waren sind Lehrer und Schüler einer Berufsschule, in Greifswald Angehörige juristischer Berufe an einem Gericht. Der Zeitraum zwischen dem Auftreten erster Klagen und der Bearbeitung im Sinne von Luftmessung, Befragung und Gutachten ist sehr unterschiedlich. Während in Greifswald zwischen dem Beginn der Klagen und dem umweltmedizinischen Gutachten, das bereits Daten über Kontrollmessungen und Kontrollbefragungen nach ausgiebigen Lüftungsmaßnahmen beinhaltet, neun Monate liegen, kommt es in Waren wegen Beschwerden zwar relativ schnell zu Raumluftmessungen, eine erste Befragung durch das Gesundheitsamt Waren erfolgt aber erst nach drei Jahren und ein umweltmedizinisches Gutachten wird erst nach fünf Jahren erstellt.

Es muß festgestellt werden, daß die gesundheitlichen Beschwerden in HGW überwiegen (OR > 1 für trockene Schleimhäute, gereizte Nase, Kopfschmerzen, Heiserkeit und gereizten Rachen, trockene oder gerötete Gesichtshaut und als Befindlichkeitsstörungen die Geruchswahrnehmungen), während in WAR die Befindlichkeitsstörungen im Vordergrund stehen (OR > 1 für Konzentrationsschwäche, rasche Ermüdung, Energielosigkeit und bei den gesundheitlichen Störungen Kopfschmerzen). Diese Beschwerdemuster lassen einen Zusammenhang mit der jeweils spezifischen Belastung erkennen.

Um bezüglich der einzelnen Beschwerden signifikante Unterschiede zur Kontrollgruppe herauszufinden, wurde die Odds Ratio für die einzelnen Items berechnet. Für Greifswald wurde als Kontrollgruppe die Belegschaft eines in der Nähe liegenden Gerichtsgebäudes herangezogen, weil dort eine adäquate Berufsgruppe arbeitet. Auch die Alters- und Geschlechtsverteilung ist ähnlich, lediglich das Verhältnis zwischen Akademikern und Angestellten ohne Hochschulabschluß unterscheidet sich. Auch die Gruppe in Waren wurde für die Berechnung der Odds Ratio als exponiert eingestuft, obwohl die letzten Meßwerte nur gering erhöht sind. Als Kriterium für Exposition wurden hier aber die vorhandenen Beschwerden herangezogen, die auch andere Ursachen als allein erhöhte Konzentrationen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen haben können. Unbefriedigend ist die Verwendung der Greifswalder Kontrollgruppe für den Vergleich mit der Warener Gruppe. Beide Gruppen unterscheiden sich in der Altersstruktur und auch im Anteil zwischen Personen mit und ohne Abitur. Ähnlich ist jedoch die Geschlechterverteilung, die Arbeit im Innenraum in überwiegend sitzender Tätigkeit und die Nutzung von Computern. Das Bilden einer eigenen Kontrollgruppe mit gleichen Spezifika ist aufwendig und nicht immer möglich, deswegen wird dieses Verfahren auch nicht immer angewendet.

Zur Ermittlung der VOC-Gesamtkonzentrationen wurden nur in einzelnen Räumen Messungen durchgeführt und diese als Mittelwerte für das gesamte Gebäude unter Annahme der Baugleichheit bzw. als repräsentativer Querschnitt der einzelnen Räume verwendet. Dazu muss kritisch bemerkt werden, daß erhebliche Schwankungen in den Konzentrationen sichtbar werden. So wurden z. B. bei der Erstmessung in Greifswald in Raum 145 2,36 mg/m<sup>3</sup>, dagegen in Raum 233 5,242 mg/m<sup>3</sup> als TVOC-Werte gemessen. Eventuell bestehende hohe Konzentrationen in nicht untersuchten Zimmern werden so nicht erfaßt. Einen gewissen Ausgleich kann hier der Platz für freie Angaben im Fragebogen schaffen, da be-

kanntlich besonders betroffene Personen auch eher über ihre Beschwerden berichten und so der Untersucher auf Probleme aufmerksam gemacht werden kann.

In Waren führte die Auswertung des Gutachtens gemeinsam mit den Gebäudenutzern mit Bekanntgabe der nur gering erhöhten TVOC-Werte und Begründung der Beschwerden durch andere Ursachen zu einer Beruhigung und zu einem deutlichen Rückgang der Befindlichkeitsstörungen. Dagegen zeigen sich in Greifswald bei der zweiten Befragung, die den Sanierungserfolg zeigen sollte, eine Persistenz bzw. sogar eine deutliche Steigerung der Beschwerden trotz deutlich reduzierter TVOC-Werte. Bei der Beschreibung der Beschwerden in den Gesamtpopulationen wurden Ausbildung, Alter und Gruppenzusammensetzung nicht gesondert berücksichtigt. Möglich sind bestimmte Ziele einzelner Personen oder Gruppen, die durch bestimmte Angaben in den Fragebögen Veränderungen zu ihren Gunsten erzielen wollen. Es ist fraglich, ob zum Beispiel der Umzug in ein neues Gebäude für alle Beteiligten Vorteile bringt. Bei einer anonymen Befragung können diese Personen nicht ausfindig gemacht werden und unter Umständen weiter „stören“. Wenn auffällige Angaben gerade in den freien Teilen des Fragebogens gemacht worden sind, sollte auf jeden Fall mit den Betroffenen, soweit die Aussagen zuzuordnen sind, gesprochen werden.

### **3.2 Ergebnisse**

In beiden Gebäuden wurde über sich ähnelnde Beschwerden geklagt, die einen Zusammenhang mit dem Aufenthalt im Gebäude nahelegten. Deshalb fanden Untersuchungen der Objekte und deren Nutzer mit den gleichen Methoden der Raumluftmessung, der Prüfung der Raumausstattung und der Befragung statt. Es gibt deutliche Unterschiede bei den Messwerten, den Beschwerdemustern, der Geschichte der Gebäude (Neubau beziehungsweise Sanierung, Erstbezug bzw. Vornutzung), des Untersuchungsablaufes, der Belegschaft und der Ursache für die Beschwerden.

Das Gerichtsgebäude ist zumindest bei der Erstmessung mit hohen TVOC- Werten belastet. In der anderen Einrichtung wurden nur geringe Gesamtmissionskonzentrationen gemessen. Im Verlauf zeigen sich gleichbleibende bzw. zunehmende Beschwerden im ersten Gebäude trotz deutlich rückläufiger Konzentrationen der TVOC.

In der Berufsschule kommt es nach Auswertung des Gutachtens mit Bekanntgabe der nicht gesundheitsschädigenden Konzentrationen zu einem Beschwerderückgang.

Da ein direkter Vergleich zwischen den Nutzern der beiden Gebäude wegen der oben genannten Unterschiede nicht möglich ist, werden im folgenden beide Gebäude einzeln besprochen.

### **3.2.1 Gesundheitliche Störungen und Befindlichkeitsstörungen im Gerichtsgebäude Greifswald**

Bei der Erstmessung wurden mit Gesamtkonzentrationen der flüchtigen Kohlenwasserstoffe von 2,320mg/m<sup>3</sup> bis 5,208 mg/m<sup>3</sup> die von SEIFERT angestrebten Richtwerte um das 7,7 bis 17,4fache überschritten (vgl. Tab. 3). Adäquat dazu sind Klagen über Kopfschmerzen, trockene, gereizte Schleimhäute und Geruchswahrnehmungen besonders ausgeprägt. Bei diesen Werten erscheinen die Klagen auch plausibel. Nach intensiven Lüftungsmaßnahmen über drei Monate wird eine deutliche Reduktion der Messwerte erreicht, es finden sich Gesamtkonzentrationen von 0,56mg/m<sup>3</sup> bis 0,925mg/m<sup>3</sup>. Es ist zu vermuten, daß der zu erwartende exponentielle Abfall der Konzentrationen durch die ausgiebigen Lüftungen beschleunigt worden ist. Die Beschwerden sind aber in gleicher Form bzw. noch verstärkt vorhanden, so daß die Frage aufkommt, wo die Ursachen zu suchen sind. Ein Grund können die von den Befragten weiter als sehr intensiv beschriebenen unangenehmen Geruchsempfindungen sein, da besonders **über den Geruchsinn Gefahr wahrgenommen** wird (UMWELTBUNDESAMT 2000). Der Rückschluss der Gebäudenutzer von einer noch bestehenden Geruchsbelästigung auf eine starke Luftbelastung kann bestehen und zu heftigen Klagen führen, um auf eine subjektiv gefährliche Situation aufmerksam zu machen. Unabhängig von den Messergebnissen muß der empfundenen Luftqualität eine große Bedeutung zugemessen werden (WIESMÜLLER 1998).

SEIFERT berichtet über einen möglichen kurzzeitigen Anstieg der Konzentrationen nach Renovierungsarbeiten oder Neubau auf das zehnfache oder mehr (SEIFERT 1999). Bedenkt man, daß der Einzug nur einen Monat nach Beendigung der Bauarbeiten und im Winter erfolgte, sind Klagen seitens der Beschäftigten berechtigt und sollten Konsequenzen, wie von SEIFERT gefordert, nach sich ziehen.

## Andere Ursachen

Die Räumlichkeiten werden zwar von 84% der Beschäftigten als gut beschrieben (siehe Abb. 10), es gibt jedoch einige Unterpunkte, deren Verbesserung sicher auch zu einer Reduktion der Beschwerden führen kann. Zum Beispiel fühlen sich 41% der Kollegen durch **mangelhafte Beleuchtung** beeinträchtigt (vgl. Abb. 13). Im Fragebogen findet sich keine Frage zur Art der Beleuchtung, lediglich die Beleuchtungsverhältnisse als solche können beurteilt werden. ÇAKIR (2001) untersuchte in seiner Studie die Wirkung der Arbeitsplatzbeleuchtung. Er stellte fest, daß die heute nach wie vor weit verbreitete Direktbeleuchtung über tiefstrahlende Leuchten nach dem Prinzip „gleiches Licht für alle“ (circa 80% der Bildschirmarbeitsplätze sind so beleuchtet) weit mehr körperliche und psychische Beschwerden verursacht als andere Beleuchtungsmöglichkeiten. Auch HEDGE führt mangelhafte Beleuchtung als eine der Hauptursachen für das Sick Building Syndrome an (HEDGE 1989). Positiv wertet ÇAKIR den Einfall von Tageslicht in den Raum, eine günstige architektonische Gestaltung sowie eine kombinierte Arbeitsplatzbeleuchtung. Diese umfaßt eine indirekte Allgemeinbeleuchtung und eine durch den Benutzer selbst regulierbare Arbeitsplatzleuchte.

Da nicht nur die Konzentration der flüchtigen Kohlenwasserstoffe in der Raumluft, sondern auch das Wohlbefinden von Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit abhängt, soll auf diese hier eingegangen werden. Bei der Erstmessung in Greifswald herrschte eine mittlere Raumtemperatur von 22,5°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 52%, bei der Zweitmessung 18,5°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 60% (vergl. Tab. 4). Während bei der ersten Messung ein behagliches Raumklima herrscht, liegt die Raumtemperatur bei der Zweitmessung unter der bei überwiegend sitzender Tätigkeit als angenehm ermittelten Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit ist etwas höher als angestrebt. Trotz der bereits genannten Luftfeuchtigkeit klagen 59% der Mitarbeiter über **trockene Luft**. Ein unangenehmer Nebeneffekt der erhöhten Lüftungsraten sind die **Zugerscheinungen**, die 53% der Personen bei der Zweitbefragung bemängeln (vergleiche Abb. 15 und 16).

Nachteilig für die Differenzierung innenraumbezogener Beschwerden ist das **Fehlen von Informationen über die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und Lüftungsraten** bei normalem Arbeitsbetrieb bzw. während der Raumluftmessung. Eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Belastung ist aber bei

bis zu Zegerscheinungen führenden Lüftungsvorgängen und wenig Klagen über verbrauchte Luft in diesem Gebäude nicht anzunehmen.

Auch ein schlechtes Arbeitsklima, verursacht durch Probleme mit Kollegen, Überlastung, streng hierarchische Strukturen mit wenig Einfluss des einzelnen Mitarbeiters oder mangelhafte Motivation kann sich in Klagen auswirken, die fälschlicherweise einer Innenraumbelastung mit Fremdstoffen zugeordnet werden könnten. Es lässt sich aber feststellen, dass es in diesem Gebäude nur ausgesprochen wenig Schwierigkeiten mit Kollegen gibt. Als problematisch angesehen werden kann die hohe Arbeitsbelastung, über die fast 60% der Mitarbeiter berichten (Abb. 18). Trotz der hohen Belastung durch Aufgaben empfinden über 80% der Befragten ihre Arbeit als befriedigend (Abb. 19). Über die Stellung des einzelnen Befragten in der Institution gibt der Fragebogen leider keine Auskunft.

Es ist schwierig, zwischen den Auswirkungen gebäudebezogener Ursachen und denen bestimmter Persönlichkeitsmerkmale auf den Bericht über innenraumbezogene Beschwerden zu unterscheiden. Festgestellt wurde jedoch, daß Personen mit einer eher **negativen Grundeinstellung**, "negative affectivity" (vermehrt negative Gefühle wie Angst, Ärger, Schuld, Anspannung, Sorgen, verstärkter Blick auf eigene Unzulänglichkeiten sowie eine negative Sicht auf die sie umgebenden Personen beziehungsweise ihre Umwelt), eher bereit sind, über somatische Symptome, Stress oder Unzufriedenheit zu berichten. Diese Personen neigen auch eher zu einer Somatisierung von Beschwerden und sind sensibler für Probleme ihrer Umwelt (BACHMANN und MYERS 1995, BERGLUND und GUNNARSSON 2000). Findet nun eine Befragung in einem vermutlichen „krankmachenden“ Gebäude statt, können die geäußerten Beschwerden als SBS-Symptome erscheinen, ohne dass die eigentliche Problematik der betroffenen Personen mit dem Aufenthalt im Gebäude im Zusammenhang steht. Verständlich ist aber auch beim Erleben von gebäudebezogenen Beschwerden die Angst vor weiteren Krankheiten in der Zukunft bzw. ein Anhalten bereits vorhandener Probleme und als Ausdruck dieser Sorge eine verstärkte Klagetendenz.

Die Mitarbeiter wurden über die Ergebnisse der ersten Messung und Befragung nicht informiert. Ein **Informationsdefizit** kann zu Unwillen, dem Gedanken, manipuliert zu werden und zu einer ausgeprägten Beschwerdeklage führen, um auf die Unzufriedenheit aufmerksam zu machen. Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften fordert bereits auf der ersten Stufe ihres Vier-Stufen-Programmes zur Abklärung von innenraumbezoge-

nen Beschwerden einen Runden Tisch mit allen Beteiligten mit Auswertung der ersten Ergebnisse sowie Planung des weiteren Vorgehens (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 1989). Andererseits können bekanntgegebene hohe Werte bei Annahme einer Gesundheitsstörung zu Unsicherheiten und zu einem verbreiterten Beschwerdebild führen.

In mehreren Studien konnte gezeigt werden, daß eine **Konditionierung** besonders durch Geruchs- und Geschmacksreize anhaltende Reaktionen erzeugen kann und diese Reaktionen auch bei deutlich reduzierten bzw. unter dem TVOC-Zielwert liegenden Messergebnissen lange Zeit fortbestehen können. Ein einmaliges zeitliches Zusammenkommen eines neutralen Reizes (zum Beispiel ein Gebäude) mit einem zufällig auftretenden scharfen Geruch oder Geschmack, der auf eine gefährliche Ursache zurückgeführt wird, kann langanhaltende Aversionen auf den Anblick dieses neutralen Objektes konditionieren (BIRBAUMER 1998, RUNOW 1994). Ein weiteres Erklärungsmodell erwähnt BIRBAUMER (1998) mit dem **Nocebo-** bzw. negativem Plazebo**effekt**, der die auf dem Glauben beruhende Vergiftung beschreibt. Dieser Effekt kann durch die Umwelt eine positive Verstärkung (z. B. Kollegen) erfahren. Mit diesen Modellen könnten die ausgeprägten Klagen über Geruchsbelästigungen bei ausgiebiger Lüftung und deutlich gesunkenen Werten zumindest in Ansätzen erklärt werden. Bedenken muß man natürlich, daß auch bei einem reduzierten TVOC- Wert geruchsintensive Einzelstoffe weiter erhöht sein können. Bevor man diese Modelle als Erklärung heranzieht und durch Gegensteuerung einen Beschwerderückgang erzielen will, sollten immunologische oder toxische Ursachen für die Beschwerden ausgeschlossen worden sein.

Wird ein rechtzeitiges Gespräch mit den Betroffenen unterlassen, können sich Ängste aufbauen oder verstärken. Besonders ängstliche oder gut suggestible Personen neigen nach einer Exposition dazu, weiter an eine Gefahr durch diese Exposition zu glauben. Des Weiteren spielt auch das soziale Umfeld eine große Rolle. Gespräche mit Kollegen können die eigenen Empfindungen verstärken. Auch undifferenzierte Medienberichte über Belastungen durch chemische Luftfremdstoffe und deren mögliche Folgen können irrationale Ängste hervorrufen.

Eine andere Erklärung für das vermehrte Berichten von innenraumbezogenen Beschwerden lieferten SEEBER et al. (1998). Sie bestätigten, dass Personen, die in psychologischen Untersuchungen durch einen Hang zu Depressivität, Angst, psychischer Irritierbarkeit,

Psychoseneigung, Distress und Somatisierungsneigung auffielen, auch mehr Symptome aufwiesen, die in Zusammenhang mit dem Aufenthalt in bestimmten Räumen oder Gebäuden stehen. Zusätzlich fanden sie aber heraus, daß eine detaillierte und meist langfristige Auseinandersetzung mit umgebungsbezogenen Beschwerden und deren Ursachen (= **problemorientiertes Coping**, to cope = bewältigen) eine extreme Einschätzung nicht nur der spezifischen Symptome, sondern auch der psychovegetativen und neurologischen Symptome zur Folge hatte. Personen, denen problemorientiertes Coping eigen ist, sind charakterisiert durch die Entwicklung von Veränderungsplänen und durch großes Engagement beim Durchsetzen dieser Vorhaben. In jedem untersuchten Gebäude gibt es sowohl Personen mit emotionsorientiertem, vermeidendem, als auch die mit problemorientiertem Handeln. Ein Überwiegen der letzteren Gruppe kann durch ausgeprägte Klagen zu Veränderungen, z. B. bis zum Umzug in ein anderes Gebäude, führen. Ist das Problem nicht ausreichend gelöst, werden die Mitarbeiter weiter Aktivitäten zeigen (SEEBER et al. 1998). Nimmt man an, dass in diesem Gebäude überwiegend problemorientiert agierende Personen beschäftigt sind, könnten die verstärkten Klagen bei der zweiten Befragung durch deren ausgeprägten Wunsch nach Veränderung der Situation bedingt sein.

Die Bewertung von **Einzelstoffen** und deren Wirkung ist aus den oben bereits genannten Gründen schwierig. Mit Ausnahme der Kohlenwasserstoffe zeigen die einzelnen Stoffgruppen eine Überschreitung der Werte aus dem Basisschema. Besonders auffällig sind dabei die Aldehyde und Ketone, die Terpenkohlenwasserstoffe und die Gruppe der Alkohole, Ether, Phenole und Amine. Für einige Stoffe gibt es zwar Untersuchungen zu ihrer Wirkung, Langzeit- und Summationseffekte sind jedoch noch nicht hinreichend erklärt, so daß an dieser Stelle nicht mehr näher darauf eingegangen werden soll.

### **3.2.2 Gesundheitliche Beschwerden und Befindlichkeitsstörungen in der Berufsschule in Waren**

Auch im zweiten Gebäude kam es zu Symptomen, die im Rahmen eines SBS auftreten können. Es fanden sich überwiegend Befindlichkeitsstörungen wie Konzentrationsschwäche, rasche Ermüdung und Energielosigkeit (Odds ratio jeweils >1, vgl. Tab. 7). Als einzige gesundheitliche Beschwerde mit einer Odds ratio > 1 zeigten sich Kopfschmerzen. Die Messwerte zeigen keine deutlich erhöhten TVOC- Werte in der letzten Messung vor der



Befragung. Ihr Verlauf ist folgendermaßen: 3/97 0,78 mg/m<sup>3</sup>, 1/98 1,04 mg/m<sup>3</sup>, 11/98 0,62 mg/m<sup>3</sup>, 4/99 0,67 mg/m<sup>3</sup>, 9/99 1,31mg/m<sup>3</sup> (nach Sanierungsmaßnahmen) und 12/99 0,513 mg/m<sup>3</sup>.

Trotz relativ ausgewogener Raumluftparameter (mittlere Raumtemperatur bei der letzten Messung 20,8°C, durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit 48,8%) klagen über 60% der Befragten über verbrauchte Luft. Nur ca. 30% der Schulnutzer beklagen sich über fehlende Fensterlüftung (vgl. Abb. 15). Beachten muss man dabei aber, dass die Befragung in der Aula stattfand, die sicherlich ein besseres Raumgefühl vermittelt als die Unterrichtsräume. Es besteht der dringende Verdacht, dass aufgrund der schlechten Lüftungssituation und baulicher Mängel (die Räume sind für Grund- und Realschüler konzipiert und nicht für erwachsene Berufsschüler, die vorhandenen Fenster sind zu klein und in einigen Räumen auch in zu geringer Anzahl angebracht), die Kohlendioxidkonzentration erhöht war. **Erhöhte CO<sub>2</sub>- Werte** und Sauerstoffmangel durch ungenügende Lüftungsraten können zu Müdigkeit und verminderter Konzentration führen. Typisch für dieses Gebäude waren überwiegend Befindlichkeitsstörungen wie Konzentrationsschwäche, rasche Ermüdung und Energielosigkeit. Fensterarme Räume können auch durch ungenügenden Einfall von Tageslicht neben zu **geringen Lüftungsmöglichkeiten** für ein unbehagliches Unterrichtsklima sorgen.

Im „Leitfaden für Innenraumhygiene in Schulgebäuden“ des Umweltbundesamtes wurden allgemeine Anforderungen aufgestellt, die unter anderem hinreichend große Räume als auch die Möglichkeit zum ausreichenden Lüften bevorzugt über Fenster beinhalten. Bei einem für einen Schüler notwendigen Raumbedarf von 5m<sup>3</sup> und damit notwendigen 3-4 fachen Luftwechsel pro Stunde genügt nicht mehr die natürliche Lüftung, die auch bei geschlossenem Fenster erfolgt, sondern es muss eine freier Luftwechsel bei weit geöffnetem Fenster erfolgen. Als effektivste Maßnahme wird die Stoßlüftung für fünf bis zehn Minuten in jeder Pause angesehen (UMWELTBUNDESAMT 2000).

APTE führte, ebenso wie SEPPÄNEN et al. (1999), von 1994 bis 1996 Untersuchungen zum Einfluß des CO<sub>2</sub>-Gehaltes auf innenraumbezogene Beschwerden durch. Er konnte einen Zusammenhang zwischen erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen der Raumluft und typischen innenraumbezogenen Beschwerden nachweisen. Es gelang ihm in seinen Untersuchungen, durch eine intensive Erhöhung der Ventilationsraten das Vorhandensein bestimmter Sym-

ptome um 70 bis 85% zu reduzieren (APTE et al. 2000). Auch SEPPÄNEN, der 21 Studien bezüglich des Zusammenhanges zwischen CO<sub>2</sub>-Werten und SBS- Symptomen sowie 20 Studien bezüglich des Zusammenhanges zwischen Ventilationsraten und den menschlichen Reaktionen auswertete, konnte in diesen Studien signifikante Übereinstimmungen zwischen dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft und einer oder mehreren Gesundheitsstörungen finden. In den Untersuchungen war eine Lüftungsrate unter 10 l/ s/ Person mit dem Auftreten eines oder mehrerer Symptome signifikant assoziiert, die Erhöhung der Lüftungsrate auf ca. 20 l/ s/ pro Person brachte einen deutlichen Beschwerderückgang (SEPPÄNEN et al. 1999).

Erfreulicherweise führten in diesem Gebäude die Auswertung des Gutachtens mit Bekanntgabe der niedrigen TVOC-Konzentrationen und der Anschuldigung zu geringer Lüftungsrate und damit erhöhter CO<sub>2</sub>-Werte als Ursachen für die Beschwerden sowie der Nennung von Vorschlägen zur Verbesserung der Situation zu einer Beruhigung und zu einem deutlichen Beschwerderückgang, so dass keine weiteren Untersuchungen oder Befragungen stattfinden mussten. Betrachtet man den langen „Leidensweg“ der betroffenen Personen und deren Verhalten nach dem Gutachten, kann man feststellen, dass nicht unbedingt ein Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf der Untersuchungen und dem Anhalten der Beschwerden bestehen muß. Positiv zu betrachten sind auf jeden Fall die Handlungsanweisungen am Ende des Gutachtens, die den Betroffenen das Gefühl geben, selber etwas an ihrer Situation ändern zu können und nicht länger auf Abhilfe warten zu müssen. Zu den Empfehlungen gehören regelmäßige Lüftungen auch während des Unterrichtes, Querlüftung während der Pausen, Installation weiterer Fenster bzw. einer Lüftung sowie CO<sub>2</sub>-Messungen während des laufenden Unterrichtes zur Prüfung der Effizienz der eingeleiteten Lüftungsmaßnahmen.

Bei der Untersuchung von Beschwerden wie Geruchsbelästigungen, Reizungen von Nase und Auge, Atemwegbeschwerden, Kopfschmerzen und Konzentrationsstörungen in einer Grundschule durch KIMMEL wurden keine relevanten Konzentrationen an Luftkontaminanten gefunden, auffällig waren jedoch die gemessenen raumklimatischen Bedingungen mit erhöhter Raumtemperatur, verringerter Luftfeuchtigkeit und deutlich reduzierter Luftwechselrate. Durch Änderung der Lüftungsmöglichkeiten und konsequenter Lüftung sowie Ein-

bau von Temperaturreglern kam es zu einer Normalisierung des Raumklimas und zu einem deutlichen Rückgang der Beschwerden (KIMMEL 2000).

Trotz relativ gering erhöhter TVOC-Werte in Waren fanden, sicherlich als Reaktion auf die anhaltenden Beschwerden, sowohl Kernbohrungen zur Materialgewinnung als auch Sanierungsmaßnahmen in Form von Fußbodenversiegelungen bzw. der Austausch von PVC-Belag statt. Durch diese Tätigkeiten kam es zu einem Anstieg des TVOC-Wertes auf die in diesem Gebäude am höchsten gemessene Gesamtkonzentration von 1,314 mg/m<sup>3</sup> (vgl. Abb. 3).

Der zuletzt gemessene TVOC-Wert von 0,51mg/m<sup>3</sup> 12/99 in Waren überschreitet zwar den hygienischen Vorsorgewert, liegt aber noch deutlich unter dem Wert, ab dem Einzelstoffuntersuchungen durchgeführt werden sollten. Beachtet man den Verlauf der vier Messungen zwischen 1998 und 1999, wird deutlich, dass auch Maßnahmen zur Aufklärung (Probengewinnung aus dem Fußboden) und zur Reduzierung der Schadstoffe (Versiegelung des Fußbodens) eine, wenn auch kurzzeitige, Messwerterhöhung mit sich bringen können.

Betrachtet man allein die TVOC-Konzentrationen, würde man das Gebäude in Waren als nahezu unauffällig ansehen. Achtet man aber auch auf andere Parameter wie bauliche Mängel oder ungenügende Frischluftzufuhr, kann auch bei einem Gebäude mit relativ geringer Belastung durch chemische Fremdstoffe von einem Innenraumproblem gesprochen werden. Somit ergibt sich die Forderung, gebäudebezogenen Beschwerden auf jeden Fall nachzugehen und auch bei geringen Messwerten nach Ursachen zu suchen.

### **3.3 Schlussfolgerungen und weiterführende Gedanken**

Anhand der zwei Fallbeispiele (ein Gerichtsgebäude in Greifswald und eine Berufsschule in Waren) wurden die bei innenraumbezogenen Untersuchungen auftretenden Probleme herausgearbeitet. Die Erörterungen beziehen sich auf die Komplexe: Fragebogen, Untersuchungsverlauf, Eigenheiten der Gebäudenutzer, Ursachen für anhaltende Beschwerden trotz Rückgang der Meßwerte, Vorgehen bei innenraumbezogenen Beschwerden und Empfehlungen zur Vermeidung derselben.

Es besteht eine Korrelation zwischen den erhöhten Konzentrationen der TVOC's und den geklagten Beschwerden bei der Erstuntersuchung in Greifswald.

In Waren konnte festgestellt werden, daß nicht ausschließlich erhöhte TVOC-Werte, sondern auch andere Umweltbedingungen wie erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen oder arbeitsplatzbedingte Einschränkungen zu Beschwerden führen können.

Anhaltende und ausgeprägte Beschwerden können auch durch psychische Ursachen wie zum Beispiel ein problemorientiertes Copingverhalten oder eine eher negative Grundhaltung bedingt sein. Auch durch Sensibilisierung und Konditionierung können weiter oder verstärkt Beschwerden angegeben werden. Geprüft werden sollte auch der Einfluß von Manipulation oder mangelhafter Kommunikation zwischen der Betriebsleitung und den Angestellten sowohl vor als auch im Rahmen der Untersuchungen.

Toxische oder immunologische Ursachen für geklagte Beschwerden sollten immer ausgeschlossen werden.

Die Gebäudenutzer sollen durch Steuerungsmöglichkeiten, zum Beispiel für Licht, Heizung, Belüftung oder Fensteröffnung das Gefühl bekommen, Dinge selber entscheiden zu können und nicht einer festgelegten Situation ausgeliefert zu sein.

Es konnte gezeigt werden, dass die Zeitdauer vom Beginn der Beschwerden bis zu ihrer Abklärung in einem Gutachten nicht unbedingt einen Einfluß auf den Verlauf derselben hat. In Greifswald kam es trotz eines schnellen Untersuchungsablaufs, eingeleiteter Maßnahmen und eines deutlichen Rückgangs der Messwerte nicht zu einer Verringerung der Symptome. In Waren hingegen sistierten die Beschwerden nach Veröffentlichung des Gutachtens, das nur gering erhöhte TVOC-Werte ausweist und andere Ursachen, z.B. bauliche Mängel, zur Sprache bringt.

Mit den Betroffenen, deren Arbeitgebern und den Untersuchern sollten regelmäßig Gespräche über die bestehenden Beschwerden, die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen und bereits eingeleitete Maßnahmen geführt werden. Der exponentielle Kurvenverlauf der normalen Reduzierung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen in der Raumluft nach Neubau bzw. Renovierung sollte gezeigt, und es sollte vermittelt werden, dass zunächst noch Geruchsbelästigungen auch bei weiter absteigenden Messwerten möglich sind. Es sollte auch

verdeutlicht werden, dass nach einer Sanierung nicht unbedingt mit einer sofortigen Beschwerdebesserung zu rechnen ist und auch Sanierungsmaßnahmen wieder zu erhöhten Schadstoffimmissionen führen können.

Der von uns verwendete Fragebogen orientiert sich gut an den bereits verwendeten Fragebögen. Die Bögen sollten am Arbeitsplatz ausgefüllt werden, um möglichst authentische Antworten zu erbringen. Wichtig erscheint es auch, einen zeitlichen Rahmen für die Eigenbeobachtung festzulegen. Dafür ist der Verlauf einer Woche am besten geeignet. Psychosoziale Komponenten wie Einflußnahme auf die Arbeitsbedingungen, Stellung zum Arbeitgeber, Familienstand und familiäre Situation sollten aufgeführt sein. Wichtig wäre auch zu wissen, inwieweit die Befragten einen Einfluß auf räumliche Bedingungen haben. Eine Kombination mit psychologischen Tests ist bei erfolglosen Verläufen trotz Reduktion störender Einflüsse sinnvoll.

Eine erneute Verwendung des gleichen Fragebogens bei den gleichen Personen ist grundsätzlich möglich, da herausgefunden wurde, dass das Beschwerdemuster ähnlich bleibt. Aus den Antworten aber einen Sanierungserfolg oder -misserfolg ableiten zu wollen, erscheint nur bedingt möglich. Unterstützt werden kann das Monitoring durch regelmäßige Raumluftmessungen.

Bei der Bewertung innenraumbezogener Beschwerden darf das Hauptaugenmerk nicht nur auf der Belastung durch flüchtige Kohlenwasserstoffe liegen, sondern es ist eine ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes mit möglichst allen Faktoren wie Messwerte, Geschichte des Gebäudes, Struktur der Belegschaft (Hierarchie, Berufsgruppen, Mitspracherecht), Ergonomie, Arbeitsbelastung und –zufriedenheit und soziale Verhältnisse notwendig.

Neben der Messung und Bestimmung der Luftinhaltsstoffe sollten immer die raumklimatischen Bedingungen wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftwechselraten und der CO<sub>2</sub>-Gehalt bei laufendem Betrieb erfasst und bewertet werden. Eine Arbeitsplatzbegehung zur Erfassung der Lichtverhältnisse und ergonomischer Faktoren sollte auf jeden Fall mit zur Untersuchung gehören. Zugleich sollte immer an unterschiedliche Ursachen bei zunächst ähnlich geäußerten Beschwerden gedacht werden.

Eine Unterscheidung psychisch und noxenbedingter Symptome kann bei nicht auffallend erhöhten Meßwerten schwierig sein und ist erst im Verlauf und auch bei genauerer Kenntnis der Wirkung von Einzelstoffen sowie deren Summations und Langzeiteffekten möglich.

Bereits bei der Planung und dem Bau eines Gebäudes sollte den Bedürfnissen der späteren Nutzer Rechnung getragen werden und mögliche Folgen der Bauweise auf das spätere Innenklima berücksichtigt werden. Ausreichenden Lüftungsmöglichkeiten, möglichst über Fenster und Türen, sollte der Vorzug gegenüber wärmedämmenden Maßnahmen gegeben werden. Es wird empfohlen, bereits bei der Auswahl der Baumaterialien auf möglichst niedrige Belastungen durch TVOC zu achten. Da auch Sanierungs- bzw. Renovierungsarbeiten zu erhöhten Emissionen führen können, sollten diese möglichst am Beginn von Ferien erfolgen, damit anschließend eine intensive Lüftung möglich ist.

Der Vergleich zwischen mehreren Gebäuden ist bei unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen und Voraussetzungen seitens der Gebäude und der Belegschaften grundsätzlich erschwert. Ergebnisse aus Untersuchungen können als Erfahrungswerte dienen, Anhaltspunkte liefern und Anregungen zum Untersuchungsablauf schaffen, letztendlich muss aber jedes Gebäude individuell und möglichst umfassend beurteilt werden.

Viele Probleme ließen sich umgehen, wenn ein Gebäude erst nach einer deutlichen Reduktion der chemischen Luftfremdstoffe, einer ausführlichen Lüftungsperiode und nach einer gründlichen Reinigung bezogen werden würde.

## 4 Zusammenfassung

Es wurden zwei Gebäude (ein Gerichtsgebäude nach Sanierung und ein Schulgebäude nach Neubau) untersucht, aus denen Klagen kamen, die eine Innenraumbelastung vermuten ließen. Um die Ursachen dieser Beschwerden herauszufinden, fanden jeweils Raumluftmessungen und Befragungen aller Mitarbeiter mit Fragebögen statt. Es zeigte sich eine deutlich erhöhte mittlere TVOC-Konzentration ( $3,374 \text{ mg/m}^3$ ) im Gerichtsgebäude sowie eine mäßig über den Richtwerten liegende mittlere TVOC-Konzentration ( $0,513 \text{ mg/m}^3$ ) im Schulgebäude. Bei den Mitarbeitern des Gerichtsgebäudes standen die gesundheitlichen Störungen wie trockene Schleimhäute, gereizte Nase, Kopfschmerzen, Heiserkeit, trockene Gesichtshaut und Geruchswahrnehmungen im Vordergrund. Die Befragten im Schulgebäude äußerten eher Befindlichkeitsstörungen wie Konzentrationsschwäche, rasche Ermüdung, Energielosigkeit und ebenfalls Kopfschmerzen.

Es besteht eine Korrelation zwischen den hohen TVOC-Werten im Gerichtsgebäude und den geäußerten Beschwerden. Trotz ausführlicher Lüftungsmaßnahmen und Rückgang des mittleren TVOC-Wertes auf  $0,715 \text{ mg/m}^3$  bei der zweiten Messung zeigten sich bei der Zweitbefragung eine Beschwerdepersistenz bzw. sogar Zunahme der Beschwerden. Als mögliche Ursachen dafür lassen sich weiter bestehende Geruchsbelästigungen, Informationsdefizit, hohe Arbeitsbelastung, mangelhafte Beleuchtung, trockene Luft und Zugscheinungen finden.

Im Schulgebäude muss auf Grund des Beschwerdemusters und der baulichen Verhältnisse von einer  $\text{CO}_2$ -Erhöhung und ungenügenden Lüftungsraten als Hauptursachen der Klagen ausgegangen werden. Nach Bekanntgabe des niedrigen TVOC-Wertes und der Empfehlung situationsverbessernder Maßnahmen wie festgelegte Lüftungszeiten und Schaffung effektiver Lüftungsmöglichkeiten kam es zu einem deutlichen Rückgang der Beschwerden, so dass keine weiteren Untersuchungen erfolgen mussten.

Das Verwenden des gleichen Fragebogens bei den gleichen Personen ist grundsätzlich möglich, da sich ähnliche Beschwerdemuster zeigen, es ist aber nur bedingt geeignet zur Feststellung eines Sanierungserfolges oder -misserfolges.

Die Untersuchungen des Warener Gebäudes konnten zeigen, dass nicht ausschließlich eine TVOC-Erhöpfung für innenraumbezogene Beschwerden verantwortlich ist. Zu fordern ist daher, dass bei jeder Raumluftrmessung auch CO<sub>2</sub>-Messungen bei laufendem Betrieb durchgeführt sowie die Lüftungsdaten festgestellt werden müssen.

Beschwerden aus sanierten oder neugebauten Gebäuden sollten auf jeden Fall nachgegangen werden, und es sollten immer unterschiedliche Ursachen bedacht werden.

Sanierte oder neu gebaute Gebäude sollten generell erst nach ausgiebigen Lüftungsmaßnahmen bezogen werden. Bereits bei der Planung besonders größerer Gebäude sind die Bedürfnisse der späteren Nutzer zu berücksichtigen.



## 5 Literaturverzeichnis

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes und des Ausschusses für Umwelthygiene der AGLMB (1997): Richtwerte für die Innenraumluft: Pentachlorphenol. BgBl 40: 234-236.
- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE DER INNENRAUMLUFTHYGIENE-KOMMISSION DES UMWELTBUNDESAMTES UND DER OBERSTEN LANDESGESUNDHEITSBEHÖRDEN (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. BgBl 39: 422-426.
- APTE MG, FISK WJ, DAISEY JM (2000): Associations between indoor CO<sub>2</sub> concentrations and sick building symptoms in U. S. office buildings: An analysis of the 1994-1996 BASE study data. *Indoor Air* 10: 246-257.
- ARBEITSSCHUTZGESETZ (ArbSchG): Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit. 7. August 1996
- ARBEITSSTÄTTENVERORDNUNG (ArbStättV): Verordnung über Arbeitsstätten vom 20.03.1975, geändert zuletzt am 20.12.1996.
- BACHMANN MO, MEYERS JE (1995): Influences on sick building syndrome symptoms in three buildings. *Soc Sci Med* 40: 245-251.
- BARDANA EJ (1997): SBS – a wolf in sheep’s clothing. *Ann Allergy Asthma Immunol* 79: 238-294.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2003): Schadstoffe und fachliche Bewertung. URL: <http://www.bayern.de/STMLU/luft/Schad.htm>, Zugriff am 11.02.2003
- BERGLUND B, GUNNARSSON AG (2000): Relationships between occupant personality and the sick building syndrome explored. *Indoor Air* 10: 152-169.

- BIA-REPORT (1995): Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg): Innenraumluftqualität. Bd.2, St. Augustin.
- BIEBLER KE, JÄGER B, WODNY M (2001): Biomathematik. Vorlesungen und Übungen für Mediziner. Shaker Aachen. 62-63.
- BILDSCHIRMARBEITSVERORDNUNG (BildscharbV): Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten vom 20. Dezember 1996.
- BIRBAUMER N, BOCK KW (1998): Multiple Chemical Sensivity. Schädigung durch Chemikalien oder Nozeboeffekt. Dtsch Ärztebl 95(3). A-91.
- BOSWELL RT, DI BERARDINIS L, DUCATMAN A (1994): Descriptive epidemiology of odor complaints at a large teaching institution. Appl Occup Environ Hyg 9(4):281-286.
- BREDE-WEISFLOG B (1996): Das Sick-Building-Syndrom. Versicherungsmed 48(5): 170-174.
- BROWN SK, SIM MR, ABRAMSON MJ, GRAY CN (1994): Concentrations of volatile organic compounds in indoor air – a review. Indoor Air 4: 123-134.
- BUNDESGESUNDHEITSAMT (1993): Bewertung der Luftqualität in Innenräumen. BGBL 36: 117-118.
- CAKIR AE: Direktbeleuchtung am Bildschirmarbeitsplatz widerspricht Anforderungen des Arbeitsschutzes. URL: <http://www.b.shuttle.de/bigmac/Direktbeleuchtung.html>. – Zugriff am 21.12.2001.
- CRAWFORD JO, BOLAS SM (1996): Sick building syndrome, work factors and occupational stress. Scand J Work Environ Health 22: 243-250.
- COLLIGAN MJ, MURPHY LR (1982): A Review of Mass Psychogenic Illness in Work Settings. In: Colligan MJ, Pennebaker JW, Murphy LR (eds.): Mass Psychogenic Illness: A Social Psychological Analysis. Erlbaum, Hillsdale, NJ: 33-52.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989): Indoor air quality and it's impact of man. Cost project 613. Environment and quality of life. Report No. 4. Sick building

syndrome. A practical guide. Prepared by: Molina C, Pickering CAC, Valbjorn O, de Bortoli M. Reviewed by: Community COST Concertation Committee. Luxembourg: Office for Publications of the European Communities, ECSC-EEC-EAEC, Brüssel

CULLEN M (1987): The Worker with Multiple Chemical Sensitivities: An Overview. In: CULLEN M (ed.): Workers with Multiple Chemical Sensitivities. Hanley Belfus, Philadelphia. 655

DIETERT R, HEDGE A (1996): Toxicological considerations in evaluating indoor air quality and human health: impact of new carpet emissions. Crit Rev Toxicol 26(6): 633-707.

EINBRODT HJ (1985): Schadstoffimissionen in Innenräumen und Wohnraumhygiene. Wissenschaft Umwelt 3: 200-206.

ENGLERT N (1997): Richtwerte für die Innenraumluft: Kohlenmonoxid. BgBl 40: 425-428.

ENGLERT N (1998): Richtwerte für die Innenraumluft: Stickstoffdioxid. BgBl 41: 9-12.

FIEDLER K (1995): Hygiene / Präventivmedizin / Umweltmedizin systematisch. 1. Aufl., UNI-MED, Lorch/Württemberg.

FIEDLER K (1998): Wohnen und Gesundheit. Gesundheitswes 60: 656-660.

GILBERT AN, KNASCO SC (1997): Sex differences in task performance associated with attention to ambient odor. Arch Environ Health 52(3): 195-199.

HART H (1989): Organische Chemie. Ein kurzes Lehrbuch. VCH Weinheim: 197.

HAUSOTTER W (1998): Neurologische Probleme in der Umweltmedizin. Wien Med Wochenschr 148(3): 46-51.

HEDGE A (2000): Where are we in understanding the effects of where we are? Ergonomics 43(7): 1019-1029.

- HEDGE A, BURGE PS, WILSON AS, HARRIS-BASS, J (1989): Work-related illness in office workers: a proposed model of the sick building syndrome. *Environ Int* 15: 143-158.
- HOLCOMB LC, SEABROCK BS (1995): Indoor concentrations of volatile organic compounds: implications for comfort, health and regulation. *Indoor Environ* 4: 7-26.
- HORVATH EP (1997): Building-related illness and sick building syndrome: from the specific to the vague. *Cleveland Clin Med* 64(6): 303-309.
- ISENSEE C (1989): Zur Innenraumbelastung des Menschen durch Formaldehyd aus Bau- und Möbelstoffen (Spanplatten). *Diss Med Aachen*.
- KIMMEL R, DARTSCH PC, HILDENBRAND S, WODARZ R, SCHMAHL FW (2000): Mangelhafte Lüftung als Auslöser von Befindlichkeitsstörungen in einer Grundschule. *Gesundheitswes* 62: 660-664.
- KJAERGAARD S, MØLHAVE L, PEDERSEN OF (1990): Changes in human sensory reactions, eye physiology, and performance when exposed to a mixture of 22 indoor air volatile organic compounds. *Proc 5<sup>th</sup> Int Indoor Air Quality and Climate, Toronto. Mortgage Housing Ottawa*. 1: 319-324.
- LAGOUDI A, LOIZIDOU M, ASIMAKOPOULOS D (1996): Volatile organic compounds in office buildings. 1. Presence of VOCs in the indoor air. *Indoor Built Environ* 5: 341-347.
- LENVIK K (1993): Smoking habits, atopy and prevalence of sick building syndrome symptoms among office workers in Norway. *Environ Int* 9: 333-340.
- LESLIE GB (1996): Problems in the assessment of health risks from low levels of indoor air pollutants. *Indoor Built Environ* 5: 321-325.
- LINK B (1999): Richtwerte für die Innenraumluft: Quecksilber. *BGBL* 42: 168-174.
- LOIZIDOU M, ASIMAKOPOULOS D (1996): Volatile organic compounds in office buildings. 2. Identification of pollution sources in indoor air. *Indoor Built Environ* 5: 348-354.

- Mai G (2003): Raumlüftung – Lüftungsfenster auf dem Prüfstand. URL: [http://www.fenster-im-internet.de/DEU/dg20\\_98.htm](http://www.fenster-im-internet.de/DEU/dg20_98.htm), Zugriff am 24.02.2003.
- MENZIES D, TAMBLYN RM, NUNES F, HANLEY J, TAMBLYN RT (1996): Exposure to varying levels of contaminants and symptoms among workers in two office buildings. *Am J Public Health* 86(11): 1629-1633.
- MERSCH-SUNDERMANN V (1996): Belastungen durch die Innenraumluft. *Z Allg Med* 72: 83-90.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT DES SAARLANDES (2001): Bericht über die Ergebnisse des Immissionsmessnetzes Saar. URL:[http://www.umweltserver.saarland.de/luft/bericht63/MMESA\\_Bericht\\_63.pdf](http://www.umweltserver.saarland.de/luft/bericht63/MMESA_Bericht_63.pdf), Zugriff am 22.02.2003
- MØLHAVE L (1991): Volatile organic compounds, indoor air quality and health. *Indoor Air* 4: 357-376.
- MØLHAVE L, BACH B, PEDERSEN OF (1986): Human reactions to low concentrations of volatile organic compounds. *Environ Int* 12: 167-175.
- MORISKE HJ (1996): Organische Verbindungen im Innenraum. Zusammenfassung der Ergebnisse der 3. WaBoLu-Innenraumtage, Berlin. In: *BGBL* 9: 340-342.
- MORISKE HJ, HEUDORF U (1999): Bewertung von Innenraumluftverunreinigungen. Zusammenfassung der Ergebnisse der 6. WaBoLu-Innenraumtage, Berlin 10.-12.05.1999. In: *BGBL* 42: 943-947.
- MUZI G, DELL'OMO M, ABBRITTI G, ACCATTOLI P, FIORE MC, GABRIELLI AR (1998): Objective assessment of ocular and respiratory alternations in employees in a sick building. *Am J Ind Med* 34(1): 79-88.
- NEUBURGER N, AREND V, GUZEK B (1996): *Kompendium Umweltmedizin*. 1. Aufl. medi Verlagsgesellschaft für Wissenschaft und Medizin Hamburg. 28f.
- OOI PL, GOH KT (1997): Sick building syndrome: an emerging stress-related disorder? *Int J Epidemiol* 26(6): 1243-1249.

- PETROVITCH A (1996): Sick Building Syndrome. Umweltmed Forsch Prax 3: 143-150.
- PITTEN FA, BELOW H (2001): Hygiene der Innenraumluft. In: Kramer A, Heeg P, Botzenhart K (Hrsg.): Krankenhaus-und Praxishygiene. Urban Fischer München. 154-159
- PITTEN FA, BREMER J, KRAMER A (2000): Raumluftbelastung durch flüchtige organische Verbindungen (VOCs) und gesundheitliche Beschwerden. Dtsch Med Wochenschr 125: 545-550.
- RANDOLPH T (1954): Allergic-type reactions to industrial solvents and liquid fuels; mosquito abatement fogs and mists; motor exhausts; indoor utility gas and oil fumes; chemical additives of foods and drugs; and synthetic drugs and cosmetics. J Lab Clin Med 44: 910
- RÖTTGERS HR (2000): Psychisch Kranke in der Umweltmedizin. Dtsch Ärztebl 97(13): A-835
- RUNOW KD (1994): Klinische Ökologie - angewandte Umweltmedizin. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage Hippokrates Stuttgart. 25-26
- RUPPE K (1995): Arbeitsmedizin systematisch. 1. Aufl. UNI-MED Lorch. 202.
- RYAN CM, MORROW LA (1992): Dysfunctional buildings or dysfunctional people: an examination of the sick building syndrome and allied disorders. J Consult Clin Psychol 60(2): 220-224.
- SAGUNSKI H (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Toluol. BGBL 39: 416-421.
- SAGUNSKI H (1998): Richtwerte für die Innenraumluft: Styrol. BGBL 41: 392-421.
- SAGUNSKI H, ROSSKAMP E (2002): Richtwerte für die Innenraumluft: Tris(2-chlorethyl)phosphat. BGBL 45: 300-306.
- SCHMIDT RF, THEWS G, LANG F (Hrsg) (2000): Physiologie des Menschen. 28., korr. u. aktual. Aufl. Springer Berlin. 656.

- SEEBER A, KIESWETTER E, MEYER-BARON M, MÜLLER M, VANGALA RR, ZUGANIC M (1998): Das Sick Building Syndrom als psychologisches Problem. *Allergologie* 21(5): 209-219.
- SEIFERT B (1990a): Flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft. In: *BGBL* 3: 111-115.
- SEIFERT B (1990b): Regulating indoor air. *Indoor Air '90: Proc. 5<sup>th</sup> Int Conf Indoor Air Quality and Climate, Toronto. Mortgage Housing Ottawa.* 5: 35-49.
- SEIFERT B (1999): Richtwerte für die Innenraumluft: Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert). *BGBL* 42: 270-278.
- SEPPÄNEN OA, FISK WJ, MENDELL MJ (1999): Association of ventilation rates and CO<sub>2</sub> concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. *Indoor Air* 9: 226-252.
- SITTE P, ZIEGLER H, EHRENDORFER F, BRESINSKY A (1991): *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen / begr. von E. Strasburger.* 33. neubearb. Aufl. Fischer Stuttgart. 364.
- STIFTUNG WARENTEST (Hrsg.) (1995): *Wohnen ohne Gift.* broschürt. Verlag Stiftung Warentest Düsseldorf. 192 S.
- TÄUFEL A, TERNES W, TUNGER L, ZOBEL M (Hrsg.) (1993): *Lebensmittel-Lexikon.* Bd. 2 L-Z. 3., neubearb. u. aktual. Aufl. Behr's Verlag. Hamburg. 676.
- THÖRN Å (1994): Case report on a sick building: analysis and interpretation in the context of its disease history. *Scand J Soc Med* 22(3): 228-234.
- THÖRN Å (1998): The sick building syndrome: A diagnostic dilemma. *Soc Sci Med* 47(9): 1307-1312.
- UMWELTBUNDESAMT (2000): *Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden.* Hrsg.: Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes. 65 S.

URL: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/irk.htm>, letzter Zugriff am 24.02.2003

VDI-RICHTLINIE 2310 vom September 1974: Maximale Immissionswerte. VDI Verlag Düsseldorf.

VDI-RICHTLINIE 2310, Blatt 1 vom Oktober 1988: Zielsetzung und Bedeutung der Richtlinien "Maximale Immissions-Werte". VDI Verlag Düsseldorf.

VDI-RICHTLINIE 2310, Blatt 11 vom August 1984: Maximale Immissionswerte zum Schutze des Menschen, Maximale Immissions-Konzentrationen für Schwefeldioxid. VDI Verlag Düsseldorf.

VDI-RICHTLINIE 2310, Blatt 12 vom Juni 1985: Maximale Immissionswerte zum Schutze des Menschen, Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid. VDI Verlag Düsseldorf.

VDI-RICHTLINIE 2310, Blatt 15, April 1987: Maximale Immissionswerte zum Schutze des Menschen, Maximale Immissions-Konzentrationen für Ozon (und photochemische Oxidation). VDI Verlag Düsseldorf.

VDI-RICHTLINIE 2310, Blatt 19, April 1992: Maximale Immissionswerte zum Schutze des Menschen, Maximale Immissions-Konzentrationen für Schwebstaub. VDI Verlag Düsseldorf.

WEGNER J (1990): Lüftungsmaßnahmen zur Schadstoffverminderung. BGBl 3: 115-117.

WEGNER J, SCHLÜTER G (1982): Die Bedeutung des Luftwechsels für die Luftqualität von Wohnräumen. In: AURAND K et al (Hrsg): Luftqualität in Innenräumen. Fischer Stuttgart. 31-40.

WIESMÜLLER GA (1998): Diagnostische Strategien zum Umgang mit dem Sick Building Syndrome. Allergologie 21(5): 220-235.

WIESMÜLLER GA, STEUP A, RANFT A (1998): Inner room-questionnaire for the german-speaking area. Zbl Hyg Umweltmed 202: 435-470.



- WITTEN J, SAGUNSKI H, WILDEBOER B (1997): Richtwerte für die Innenraumluft: Dichlormethan. BGBL 40: 278-284.
- WOLF C (1996): Multiple Chemical Sensitivity (MCS) - Die sogenannte chemische Vielfachempfindlichkeit. Versicherungsmed 48 (5): 175-178.
- WOLF T, STIRN H (2000): Richtwerte für die Innenraumluft: Diisocyanate. BGBL 43: 505-512.
- World Health Organization (WHO) (Hrsg.) (1982): Indoor Air Pollutants: Exposure and Health Effects. WHO Regional Office for Europe, Kopenhagen. Euro Reports and Studies 78: 16-17
- ZWEERS T, PRELLER L, BRUNEKREEF B, BOLEIJ JSM (1990): Relationships between health and indoor climate complaints and building, workplace, job and personal characteristics. Indoor Air '90: Proc 5<sup>th</sup> Int Conf Indoor Air Quality and Climate, Toronto. Mortgage Housing Ottawa. 1: 495-500.

## **6 Anlagen**

### Umweltmedizinischer Fragebogen bei Verdacht auf Innenraumbelastungen

1. Heutiges Datum \_\_\_\_ 19\_\_ Uhrzeit \_\_\_\_ Uhr Arbeitsbeginn \_\_\_\_ Uhr
  
2. Beruf \_\_\_\_\_
3. Beschäftigung (Büroarbeit, hauptsächlich Außendienst usw.)  
\_\_\_\_\_
  
4. Ich verbringe durchschnittlich ca. \_\_\_\_ Stunden am Tag mit Bildschirmarbeit.
  
5. Ich rauche Ja \_\_\_ Nein \_\_\_
6. Ich rauche am Arbeitsplatz Ja \_\_\_ Nein \_\_\_
7. An meinem Arbeitsplatz wird geraucht Ja \_\_\_ Nein \_\_\_
  
8. Ich arbeite in diesem Gebäude seit \_\_\_\_ Monaten,  
in diesem Raum seit \_\_\_\_ Monaten
  
9. Ich befinde mich in folgender Etage: \_\_\_\_  
Raumnummer \_\_\_\_ (Angabe freiwillig)

10. Ich leide bei meiner Arbeit unter folgenden auffälligen Störungen meines Wohlbefindens:

		<b>stark</b>	<b>mäßig</b>	<b>kaum</b>	<b>gar nicht</b>
10.1.	Konzentrationschwäche				
10.2.	rasche Ermüdung				
10.3.	Benommenheit				
10.4.	Reizbarkeit				
10.5.	Energielosigkeit				
10.6.	Kopfschmerzen				
10.7.	Keislaufschwäche				
10.8.	Schwindel/Übelkeit				
10.9.	trockene Schleimhäute				
10.10.	rheumatische Beschwerden				
10.11.	Neigung zu Erkältungen				
10.12.	schwere, müde Beine				
10.13.	Reizungen der Augen				
10.14.	gereizte, verstopfte oder laufende Nase				
10.15.	Heiserkeit, trockener Rachen				
10.16.	Husten				
10.17.	trockene oder gerötete Gesichtshaut				
10.18.	trockene, juckende Hände				
10.19.	juckende Kopfhaut				
10.20.	Geruchswahrnehmungen				
10.21.	Geschmackswahrnehmungen				

andere Symptome: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. Ich fühle mich an meinem Arbeitsplatz durch folgende Bedingungen beeinträchtigt:

		<b>stark</b>	<b>mäßig</b>	<b>kaum</b>	<b>gar nicht</b>
11.1.	unbefriedigende Tätigkeit				
11.2.	zu viel Arbeit				
11.3.	Lärm, Dauergeräusche				
11.3.	Beleuchtungsverhältnisse				
11.4.	räumliche Verhältnisse				
11.5.	Schwierigkeiten mit Kollegen				
11.6.	zu warme Raumtemperaturen				
11.7.	zu kühle Raumtemperaturen				
11.8.	zu wechselhafte Raumtemperaturen				
11.9.	trockene Luft				
11.10.	verbrauchte Luft				
11.11.	Zugerscheinungen				
11.12.	fehlende Fensterlüftung				
11.13.	Staub und Schmutz				
11.14.	Passivrauchen				
11.15.	statische Aufladung				

12. Eventuelle Störungen meines Wohlbefindens am Arbeitsplatz machen sich bemerkbar:

bei Arbeitsbeginn \_\_\_\_\_  
 innerhalb 3 Stunden nach Arbeitsbeginn \_\_\_\_\_  
 innerhalb 6 Stunden nach Arbeitsbeginn \_\_\_\_\_  
 gegen Arbeitsende \_\_\_\_\_  
 gar nicht \_\_\_\_\_

13. Ich nehme Medikamente gegen Störungen meines Wohlbefindens am Arbeitsplatz

täglich \_\_\_\_\_  
 oft \_\_\_\_\_  
 manchmal \_\_\_\_\_

gar nicht \_\_\_\_\_

Bitte kreuzen Sie bei jeder der folgenden Formulierungen an, in welchem Maß die Aussage auf Sie zutrifft:

		sehr	mäßig	kaum	gar nicht
14.	Im großen und ganzen fühle ich mich in diesem Gebäude wohl:				
15.	Wenn ich mich an meinem Arbeitsplatz befinde, stört mich auf die Dauer auch der leiseste Luftzug:				
16.	Abgesehen von den Arbeitspausen habe ich auch <u>während der Arbeit</u> das Bedürfnis, Kaffee oder Tee zu trinken:				
17.	Wenn ich das Gebäude nach der Arbeit verlasse, fühle ich mich noch eine Weile benommen:				
18.	Wenn ich von der Arbeit heimkomme, habe ich das Bedürfnis, mich hinzulegen:				
19.	Wenn ich gut erholt (nach dem Urlaub oder Wochenende) an meinen Arbeitsplatz zurückkehre, läßt meine volle Leistungsfähigkeit bereits nach wenigen Stunden wieder nach:				
20	Meine Kollegen klagen über Störungen des Wohlbefindens am Arbeitsplatz:				

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Eigenschaftspaaren an, welche Aussage zum jetzigen Zeitpunkt am ehesten auf Sie zutrifft.

Je weiter Sie das Kreuz rechts setzen, desto mehr trifft die rechte Eigenschaft zu;  
je weiter Sie das Kreuz nach links setzen, desto mehr trifft die linke Eigenschaft zu.

Lassen Sie bitte keine Zeile aus!

21. Ich fühle mich **jetzt**:

unkonzentriert								konzentriert
nervös								ausgeglichen
müde								frisch
deprimiert								gut gelaunt
gereizt								friedlich
benommen								klar

21. Die Luft an meinem Arbeitsplatz empfinde ich **jetzt** als:

zu kalt								zu warm
zu trocken								zu feucht
zu zugig								zu unbewegt
verbraucht								frisch
geruchsbelastet								geruchsneutral
unbehaglich								behaglich

21. Im Moment sind \_\_\_\_ Personen mit mir in einem Raum.

22. Der Arbeitsraum, in dem ich mich befinde, hat \_\_\_\_ Fenster.

Ich habe keine Fenster in meinem Arbeitsraum \_\_\_\_

23. Das mir nächstgelegene Fenster weist ungefähr in folgende Himmelsrichtung:

Süden            \_\_\_\_    Südwesten    \_\_\_\_

Westen           \_\_\_\_    Nordwesten    \_\_\_\_

Norden \_\_\_\_\_ Nordosten \_\_\_\_\_  
 Osten \_\_\_\_\_ Südosten \_\_\_\_\_  
 nicht bekannt \_\_\_\_\_

24. Das nächstgelegene Fenster ist ca. \_\_\_\_\_ Meter von meinem Arbeitsplatz

27. Es ist momentan mindestens ein Fenster geöffnet ja \_\_\_\_\_ nein \_\_\_\_\_

28. Die nächstgelegene Außenwand ist ca. \_\_\_\_\_ Meter von meinem Arbeitsplatz entfernt.  
 Ich habe keine Außenwand in meinem Arbeitsraum \_\_\_\_\_

29. Ich arbeite den überwiegenden Teil der Arbeitszeit in diesem Raum:

allein \_\_\_\_\_  
 mit weiteren 1-5 Kollegen \_\_\_\_\_  
 mit weiteren 6-20 Kollegen \_\_\_\_\_  
 mit über 20 Kollegen \_\_\_\_\_

30. Mein Arbeitszimmer ist ausgelegt mit:

	alt	neu / seit
Teppichboden ausgelegt		
Kunststoffboden ausgelegt		
Holzboden		

anderer Art ..... seit \_\_\_\_\_

29. Die Wände meines Arbeitszimmers bestehen aus:

	alt	neu / seit
Holz		
Kunststoff		
Tapete/Raufaser		
Putz		

Sonstiges..... seit \_\_\_\_\_



29. Die Decke meines Arbeitszimmers besteht aus:

	alt	neu / seit
Holz		
Deckplatten		
Putz		
anderes.....		seit_____

29. Folgende Geräte befinden sich an meinem Arbeitsplatz:

\_\_\_\_\_ seit\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ seit\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ seit\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ seit\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ seit\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

34.

	ja	nein
Ich habe ein asthmatisches Grundleiden		
Ich leide an Heuschnupfen		
Ich leide an einer Allergie		
Ich habe schon Ekzeme gehabt		
In meiner Familie gibt es allergische Erkrankungen, wenn ja, welche:		
_____		
Ich bin momentan erkältet		



## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Dissertation selbständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Ich erkläre, daß ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und daß eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Aileen- Susan Röwf

# Lebenslauf mit beruflichem Werdegang

## Persönliche Daten

Name: Aileen- Susan Röwf  
Wohnort: Brinkstraße. 16- 17  
17489 Greifswald  
Geburtsdatum: 01.02.1974  
Geburtsort: Rathenow  
Familienstand: ledig  
Eltern: Wolfgang Röwf, Diplomingenieur für  
Elektronik und Elektrotechnik  
Dr. med. Mechthild Röwf; Fachärztin für Innere  
Medizin  
Geschwister: Tobias Röwf, Diplom- Physiker  
Solveig Constanze Röwf, Hebammenschülerin

## Schulbildung

Sept. 1980 - Aug. 1990: Besuch der Polytechnischen  
Oberschule in Tangermünde und Potsdam  
Sept. 1990 - Jun. 1992: Besuch des Humboldt- Gymnasiums Potsdam  
Jun. 1992: Abitur

## Berufsausbildung

Okt. 1992 - Nov. 1999: Studium der Humanmedizin an der EMAU in  
Greifswald  
Mai 2000 - Nov. 2001: ÄiP an der Klinik für Kinderchirurgie der  
EMAU in Greifswald  
16. Nov. 2001: Approbation als Ärztin  
seit 16. Nov. 2001: Assistenzärztin der Klinik für Kinderchirurgie  
der EMAU in Greifswald

Greifswald, 03.07.03

## **Danksagung**

Herrn Prof. Dr. med. habil. A. Kramer danke ich für die freundliche Überlassung des Promotionsthemas und seinen kompetenten Rat.

Besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. F.- A. Pitten für seine fachliche Unterstützung und Geduld bei der Betreuung meiner Arbeit.

Außerdem danke ich Herrn Dr. J. Bremer vom Landeshygieneinstitut und Herrn Dr. P. Kolyschkow vom Universitäts-Rechenzentrum für ihre Hilfe.

Auch Alexander Seuffert sei gedankt.