

Raumluftechnische Anlagen Lüftungstechnische Anlagen

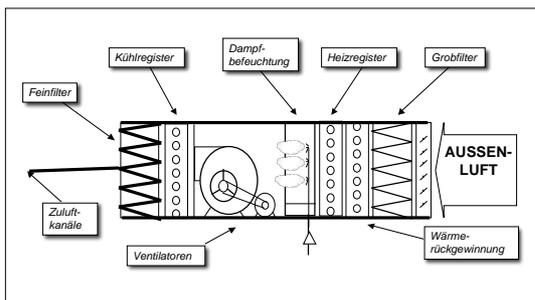
Kompensieren

- Meteorologische Bedingungen
- Umwelteinflüsse
- Gebäudestruktur
- Technologische Gegebenheiten

Grundsätzliche Möglichkeiten der Luftkonditionierung

Luft zuführen
Erwärmen
Kühlen
Befeuchten
Entfeuchten
Filtern

Klimazentrale



URSACHEN DER UNZUFRIEDENHEIT

Unzureichende Funktion der Klimaanlage

- Generelle Systemmängel
- schlechte Luftführung
- mangelnde Durchspülung
- mangelnde Hygiene
- Schallbelastung
- Infraschall

URSACHEN DER UNZUFRIEDENHEIT

Uniformes Raumklima

mangelnde Regelungsmöglichkeit
Monotonie des Klimas

„Fensterabschluß-Syndrom“

Ionenkonzentration
elektrische Gleichfelder
elektrische Wechselfelder

Der Begriff „Klima“ im arbeitsmedizinischen Sinn beschreibt die Eigenschaften der Lufthülle, welche die ArbeitnehmerInnen (AN) unmittelbar umgibt, hinsichtlich Temperatur, Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte unter Berücksichtigung der Wärmestrahlung im Umfeld der AN.

Klima im meteorologischen Sinn ist "der mittlere Zustand der Atmosphäre über einem bestimmten

Klimagrundgrößen

(Bezeichnung, Formelzeichen, Einheit, Meßbereich, Genauigkeit)

Lufttemperatur (Trockentemperatur)

t , °C, 0-60 °C, ± 0,5 °C

Luftfeuchte

Wasserdampfgehalt der Luft

x , g Wasserdampf /kg trockene Luft, 0-15, ± 1

Feuchttemperatur

t_w , °C, 0-60 °C, ± 0,5 °C

Relative Luftfeuchte

U , %, 0-95%, ± 5% ($t > 10^\circ\text{C}$, ± 10% ($t=0-10^\circ\text{C}$))

Klimagrundgrößen

(Bezeichnung, Formelzeichen, Einheit, Meßbereich, Genauigkeit)

Luftgeschwindigkeit

v , m/s, 0,05-20 m/s,

Wärmestrahlung

Effektive Bestrahlungsstärke

E_{eff} , W/m², 100-2500,

Globetemperatur

t_G , °C, 0-250,

Mittlere Strahlungstemperatur

t_R , °C, 0-150,

Oberflächentemperatur der Strahlungsquelle

t_A , °C,

weitere Beurteilungsgrößen der Belastung durch Klima

Energieumsatz
Bekleidungsisolation
Expositionszeit

Lufttemperatur (Trockentemperatur)

t , °C, 0-60 °C, ± 0,5 °C

Thermometer

Flüssigkeitsthermometer

Bimetallthermometer

Widerstandsthermometer

Thermoelemente

Thermometer darf keiner Wärmestrahlung ausgesetzt werden!

Luftfeuchte

Wasserdampfgehalt der Luft

x , g Wasserdampf /kg trockene Luft, 0-15, ± 1

Lufttemperatur	Wasserdampfdruck
°C	mbar
0	6,1
5	8,7
10	12,3
15	17,0
20	23,4
25	31,7
30	42,0
40	73,8
50	123,4
60	199,4



Feuchttemperatur

t_w , °C, 0-60 °C, ± 0,5 °C

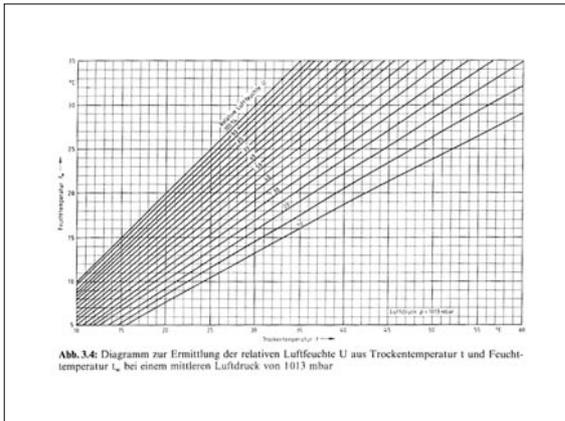
Relative Luftfeuchte

U , %, 0-95%, ± 5% ($t > 10^\circ\text{C}$, ± 10% ($t=0-10^\circ\text{C}$))

beschreibt Verhältnis von Wasserdampfdruck zum Sättigungsdampfdruck des Wassers bei einer bestimmten Temperatur

Messung mit Hygrometern

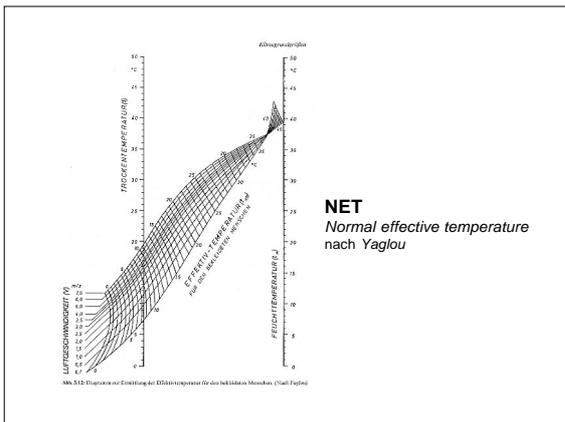
- Errechnung aus Partialdruck des Wasserdampfes
- Ermittlung aus Trocken- und Feuchttemperatur



Klimasummenmaße
 Versuchen alle Grundgrößen in einem Maß zusammenzufassen, was nur mangelhaft möglich ist.

NET
Normal effective temperature
 nach *Yaglou*, gibt aus den Grundgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit die Effektivtemperatur, das heißt die Temperatur gleichen Empfindens an.

Sie gilt für den bekleideten Menschen.



Luftgeschwindigkeit
 v , m/s, 0,05-20 m/s

Mittlere Luftgeschwindigkeit und Standardabweichung sollen angegeben werden

Messung mit Anemometern
 Flügelradanemometer
 Thermische Anemometer
 Schalenkreuzanemometer

Wärmestrahlung

Gemessen wird die effektive Bestrahlungsstärke E_{eff} . Das Steradiometer, mit dem früher gemessen wurde, ist nicht mehr im Handel!

Heute wird mit direkt anzeigenden Strahlungsmeßgeräten gemessen.

Der Emissionsgrad von Strahlungsflächen hängt von Material und Oberflächenbeschaffenheit ab. Während beispielsweise poliertes Aluminium einen Emissionsgrad von 0,09 hat, beträgt er bei einer rauen Betonoberfläche 0,95.

Auch die Messung mit dem Globethermometer – ursprünglich eine geschwärzte Kupferhohlkugel, in der sich ein Quecksilberthermometer befindet, ist wegen der langen Einstellzeiten problematisch (Globetemperatur t_G).

Globethermometer

Klima-Meßvorschriften

Die bloße Erfassung der Klimagrundgrößen ist nicht zielführend, da auch die muskuläre Belastung miteffaßt werden muß. Es entsteht ein Klima-Belastungs-Kataster. Berücksichtigt werden müssen unterschiedliche Klimazonen, eventuell das Außenklima, sofern eine Abhängigkeit des Innenraumklimas vom Außenklima besteht. Schließlich müssen Wärmestrahler berücksichtigt werden.

Klimabeurteilung

Der Behaglichkeitsbereich ist der Bereich ausgeglichener Klimabilanz. Dieser ist abhängig von Temperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, muskulärer Tätigkeit, Kleidung und individuellen Faktoren.

Die voraussehbare mittlere Klimabefindlichkeitseinschätzung (PMV = predicted mean vote) erfolgt anhand von Tabellen nach Fanger

Tab. 3.11: Voraussehbare mittlere Klimabefindlichkeitseinschätzung (Predicted Mean Vote - PMV). (Nach Fanger)

Klimabefindlichkeitseinschätzung	Raumtemperatur °C	Luftgeschwindigkeit m/s									
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50	
0	26	-1,62	-1,62	-1,96	-2,34						
	27	-1,00	-1,00	-1,36	-1,69						
	28	-0,39	-0,42	-0,76	-1,05						
	29	0,21	0,13	-0,15	-0,39						
	30	0,80	0,68	0,41	0,26						
0,50	31	1,39	1,25	1,08	0,94						
	32	1,96	1,83	1,74	1,61						
	33	2,50	2,41	2,34	2,29						
	24	-0,72	-0,74	-0,95	-1,11	-1,36	-1,55	-1,70	-2,22		
	25	-0,34	-0,38	-0,56	-0,71	-0,94	-1,11	-1,25	-1,71	-1,99	
1,00	26	0,04	-0,01	-0,18	-0,31	-0,51	-0,66	-0,79	-1,19	-1,44	
	27	0,42	0,35	0,20	0,09	0,05	-0,22	-0,33	-0,68	-0,90	
	28	0,89	0,72	0,59	0,49	0,34	0,23	0,15	-0,17	-0,36	
	29	1,17	1,08	0,95	0,80	0,77	0,68	0,69	0,34	0,29	
	30	1,54	1,45	1,37	1,30	1,20	1,13	1,06	0,66	0,73	
1,50	31	-0,85	-0,87	-1,02	-1,13	-1,29	-1,41	-1,51	-1,81	-1,98	
	32	-0,57	-0,50	-0,74	-0,84	-0,99	-1,11	-1,18	-1,51	-1,63	
	22	-0,39	-0,33	-0,46	-0,55	-0,69	-0,80	-0,88	-1,13	-1,28	
	23	-0,02	-0,07	-0,19	-0,27	-0,39	-0,49	-0,56	-0,79	-0,93	
	24	0,26	0,20	0,10	0,02	-0,09	-0,18	-0,25	-0,46	-0,58	
2,00	25	0,33	0,46	0,38	0,34	0,21	0,13	0,07	0,12	0,23	
	26	0,51	0,75	0,66	0,60	0,51	0,44	0,39	0,21	0,13	
	27	1,08	1,02	0,95	0,89	0,81	0,75	0,71	0,56	0,48	

0 = NEUTRAL
+3 = ZU HEISS
-3 = ZU KALT

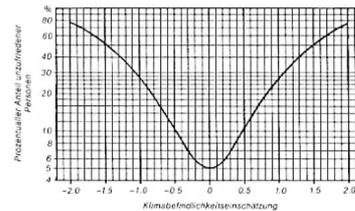


Abb. 3.25: Zu erwartende Prozentzahl der mit einer Klimasituation unzufriedenen Personen in Abhängigkeit von der mittleren Klimabefindlichkeitseinschätzung (0 = neutral, behaglich). (Nach Fanger)

Gebäudebedingte Beschwerden

Prof. Dr. C. Wolf
Klinische Abteilung für Arbeitsmedizin
Universitätsklinik für Innere Medizin 4

Wien

© C. Wolf

chris.wolf@univie.ac.at

Definition

SBS

Unerklärbare Symptome bei zahlreichen Arbeitnehmern eines Gebäudes

Meist unauffällige klinische Untersuchung und normale Routinelabor-Parameter

Synonyme / Ähnliche Begriffe

Tight-Building Syndrome
Closed Building Problem
Building Sickness
Indoor Air Pollution

Modern Indoor Worker Syndrome

Synonyme / Ähnliche Begriffe

SBS

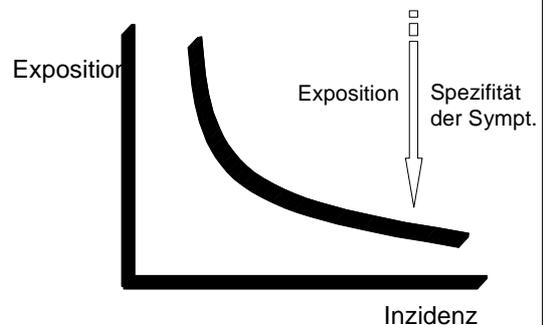
Tight-Building Syndrome
Closed Building Problem
Building Sickness
Indoor Air Pollution

Modern Indoor Worker Syndrome

DD: Building Related Illness (BRI):
Ursache bekannt, spezifische Symptome!

Achtung: Manchmal wird SBS auch als
unspezifische BRI bezeichnet!

Exposition und Inzidenz umweltassoziierter Erkrankungen



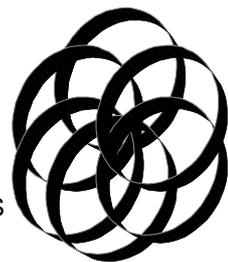
PARADIGMENWANDEL

~~Früher: „Ich bin vergiftet“~~

Jetzt: „Ich bin überempfindlich“

Postulat: Gesundheitsschädigung bei normalen Belastungen

Chemical Sensitivity - CS
Multiple Chemical
Sensitivity - MCS
Sick Building Syndrome
SBS
Chronic Fatigue
Syndrome CFS
Fibromyalgiesyndrom - FS
Elektrosensitivität
Amalgamintoxikation



MCS, FS, CFS, etc.

- Symptome unspezifisch
- keine objektiven pathologischen Befunde
- Erklärungsmodelle pseudoplausibel
- Großteil der Patient erfüllt Kriterien zur Diagnose psychischer Erkrankungen - davon ein Teil somatoforme Erkrankungen
- Patienten führen psychische Probleme auf "ihre" Krankheit zurück
- Patienten lehnen - auch nach extensiver Untersuchung - psychiatrische Erklärungsmodelle ab
- Manche Patienten haben unerkannte organische Erkrankungen

Chemikalienüberempfindlichkeit

- Einzelsymptom**
- Multiple Chemical Sensitivity**

“Chemical Sensitivity” als Symptom

3955 Büroarbeiter

"Halten Sie sich für besonders empfindlich gegenüber ...
verschiedenen Luftbestandteilen ?" **31 %**

192 Pensionisten

"Halten Sie sich für besonders empfindlich gegenüber
verschiedenen Chemikalien ?" **34 %**

1027 Bewohner North Carolinas

" ... machen Sie Chemikaliengerüche krank ?" **33 %**

nach C.S. Miller: Chemical Sensitivity: symptom, syndrome or
mechanism for disease. Toxicology 111 (1996) 69-86

“Chemical Sensitivity” als Symptom

643 Studenten (Alter 18.6 +- 2.3 Jahre, 64.5% Frauen)
Fragebogen hinsichtlich Cosmies, Symptomen,
Befindlichkeit, Persönlichkeit

66% gaben Befindlichkeitsstörungen nach Chemikalien-geruchsbelastung an:

19 %	1 Chemikalie
18 %	2 Chemikalien
14 %	3 Chemikalien
15 %	4 oder mehr Chemikalien

Bell et al, Self-reported illness from chemical odors in young adults
without clinical syndromes or occupational exposures
Arch Env Health (1993);48:6-13

Angaben aus empfindlichster Gruppe

Pestizide	98 %
Lacke	90 %
Autoabgase	70 %
neue Spannteppiche	69 %
Parfüm	64 %

fühlten sich durch diese Belastungen hochgradig beeinträchtigt

Bell et al, Self-reported illness from chemical odors in young adults
without clinical syndromes or occupational exposures, Arch Env
Health (1993);48:6-13

“Chemical Sensitivity” als Syndrom Multiple Chemical Sensitivity - MCS

- Multiple Beschwerden, reproduzierbar nach Belastungen mit div. Chemikalien auftretend
- in Höhen, die problemlos von der übrigen Bevölkerung vertragen werden
- länger als 3 Monate bestehend
- Ausschluß anderer Erkrankungen als primäre Ursache

MCS - Klinische Ökologie

Erworbene Erkrankung durch Überlastung eines zunächst gesunden Organismus durch exogene Noxen.

In weiterer Folge verursachen bereits geringe Belastungen weitere Störungen.

Nahrungsmittel, Chemikalien, Mikroorganismen, EMF, etc.

Multiple Chemical Sensitivity

- Erkrankung des 20. Jahrhunderts
- Umweltkrankheit
- Allergie gegen Alles
- Allergische Toxämie
- Autointoxikation
- Chemisches Aids
- Idiopathic Environmental Intolerance (IEI)

Symptome

SBS

1. Irritation der Schleimhäute von Augen, Nase, Rachen
2. Reizung / Austrocknung der Haut
3. Neurologische Symptome
Schläfrigkeit, Benommenheit, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, Störungen der Merkfähigkeit
4. Probleme im Thoraxbereich
Enge in der Brust, Atemnot, Keuchen
5. Weitere Symptome
Verlust des Geschmacksinnes, Unangenehmer Geruch / Geschmack

Building Related Illness

Mechanismus

Beispiel

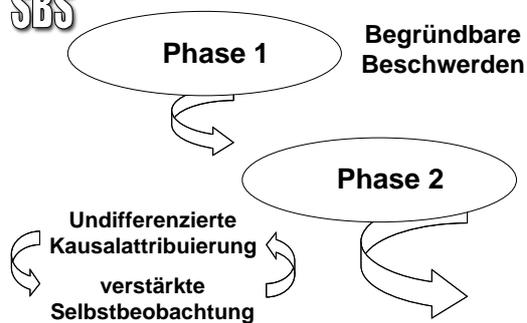
Direkte Toxizität	Kohlenmonoxid, Lösemittel
Infekte	Legionairskrankheit
Allergie	Alveolitis, Befeuchterfieber
(Neoplasie Irritativ	Radon, Asbest) NO ₂ , SO ₂ , Ozon, Formaldehyde

Symptome - SBS

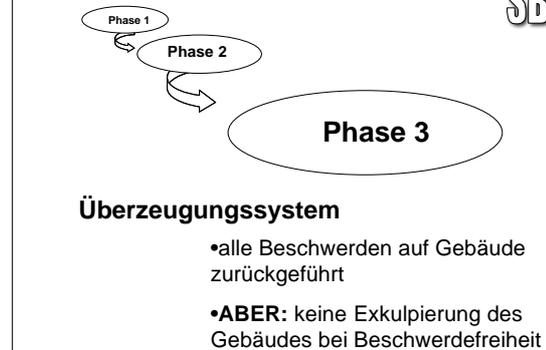
1. Irritation der Schleimhäute von Augen, Nase, Rachen
2. Reizung / Austrocknung der Haut
3. Neurologische Symptome
Schläfrigkeit, Benommenheit, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, Störungen der Merkfähigkeit
4. Probleme im Thoraxbereich
Enge in der Brust, Atemnot, Keuchen
5. Weitere Symptome
Verlust des Geschmacksinnes, Unangenehmer Geruch / Geschmack



SBS



SBS



- Beim Sick Building Syndrom handelt es sich um ein multikausales Phänomenen
- jede Untersuchungsstrategie sollte ein möglichst breites methodisches Spektrum abdecken
- jede monokausale Strategie läuft Gefahr, sich infolge der Komplexität des Untersuchungsgegenstandes als indäquat zu erweisen
- anzustreben ist eine integrative Betrachtungsweise

Möglichkeiten der therapeutischen Intervention

SBS

1. Beseitigung der tatsächlichen Ursachen
2. Information über diese tatsächlichen Ursachen und deren Beseitigung
3. Aufklärung über die abgelaufenen Prozesse

Möglichkeiten der Prävention

SBS

1. Vermeidung baulicher und ergonomischer Mängel
2. Information der MitarbeiterInnen vor Übersiedlung
3. Regelmäßige Evaluierung der Befindlichkeit durch ArbeitsmedizinerInnen
4. Beachtung des Wechselspiels zwischen physischen und psychischen Mechanismen