

AROSHU[®]

Gesundheitskunst - Luftreinigung und Allergieprävention

www.aroshu.de

Günter Bachelier, Dr. phil.

05.06.2005

Version 1.2.1

Zur Person

Seit Jugend starkes Interesse an bildender Kunst und Wissenschaft (insbes. formale Methoden)

Gemeinsamer Nenner: Kreativität, schöpferische Tätigkeit, Erkenntnisgewinnung

Historische Idealbild des Forscher-Künstlers: Leonardo da Vinci

Studium der Informationswissenschaft, Kognitionspsychologie und Informationslogistik an der Universität Saarbrücken

Promotion in Informationswissenschaft: Dis.: Polyrepräsentation, ..., Aktives Lernen im VRIR

Dozentur in Informationswissenschaft

Gegenstand der Informationswissenschaft ist Wissen und Wissensvermittlung: Wissens-Erwerb, -Repräsentation, -Organisation, -Zugang (Information Retrieval (IR)), -Präsentation

Spezialisierung auf Methodenentwicklung und formale Modellierung

IWis ist Querschnittswissenschaft => Möglichkeit der Forschung in Bereichen wie Neuronale Netze, Evolutionäre Algorithmen, Artificial Intelligence, Machine Learning

Bis Mitte der 90er Jahre eigene künstlerische Tätigkeit, unabhängig von wissenschaftlicher Arbeit (Selbstorganisierende Malerei, abstrakte Fotografie, Konzeptkunst, Appropriation Art, ...)

Ars Electronica (1993): Genetische Kunst und Künstliches Leben

Evolutionäre Kunst: Ansatzpunkt für völlig eigenständige Synthesen von Kunst und Wissenschaft

- Methoden der Kunstproduktion: evolutionäre Konzepte Population, Variation, Selektion

- formale Methoden in der Kunst: Symmetrie und Symmetriebrechung, Ornament, ...

Inhaltsüberblick 1/3

Teil I: Entstehungsgeschichte zum Begriff der Gesundheitskunst

Ausgangspunkt: Wirkung und Nutzen von Kunstwerken	[6]
Nutzen als Motivationsfaktor für den Erwerb	[7]
Begriff der Wirkung in der Kunstgeschichte	[9]
Kunstpsychologie (Psychologie der bildenden Kunst)	[10]
Kunsttherapie	[12]
Wirkung in der Politischen Kunst	[15]
Wirkung auf physische Welt	[16]
Negative physische Wirkung	[20]
Neutrale physische Wirkung	[21]
Positive physische Wirkung: Gesundheitskunst	[22]

Teil II

Schadstoffe in der Innenraumluft

Umweltmedizin	[24]
Baubiologie	[26]
Luftschadstoffe	[27]
Beeinträchtigungsfaktoren von Innenraumklima	[28]
Quellen chemischer Stoffe in der Innenraumluft	[30]
Gesundheitliche Wirkungen innenraumluftrelevanter Stoffe	[31]
Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen	[34]
Belastungsquellen und ihre Schadstoffe	[41]
Blutverdickung und Entzündungen durch Luftschadstoffe	[44]
Formaldehyd	[45]

Inhaltsüberblick 2/3

Schadstoffe im Büro

Büromaterial	[49]
Büromaschinen	[50]
Klimaanlagen	[52]

Sick Building Syndrom

Sick Building Syndrom (SBS) und Building Related Illness (BRI)	[53]
SBS Symptome	[54]
SBS-Faktoren	[55]
SBS-Lösungsansätze	[56]

Allergien

Allergie allgemein	[57]
Determinanten allergischer Erkrankungen	[58]
Luftverschmutzung als Erklärung für Pollenallergiezunahme	[59]
Formen der Allergie nach Aufnahmemechanismen	[60]
Herkunft häufiger lufttragender Allergene	[61]
Assoziierte Allergiefaktoren	[62]
Allergietyp I: Soforttyp	[63]
Allergietyp II: zytotoxischer Typ	[66]
Allergietyp III: Immunkomplextyp	[68]
Allergietyp IV: Spättyp	[72]

Inhaltsüberblick 3/3

Luftabsorber auf der Basis von Proteinen

Proteinbasierte Absorber	[74]
Proteine	[75]
Aldehyde in Innenräumen	[82]
Reaktionen von Aldehyden mit Proteinen am Bsp. Formaldehyd	[85]
Neutralisation von Luftschadstoffen durch Proteine	[88]
Bindung von Luftschadstoffen durch Proteine	[90]

Teil III: AROSHU[®] Gesundheitskunst und ihr Potenzial

Ökologisch, umweltmedizinisch und baubiologisch optimierte Kunstwerke	[91]
AROSHU-1, -3, -5	[92]
AROSHU-3 Seitenansicht	[93]
Potenziale der Gesundheitskunst	[94]
Potenzial der Weiterentwicklung des Absorberkonzeptes	[95]
Potenzial der Weiterentwicklung in anderen Kunstformen	[97]
Potenzial der Verbreitung von Kunstwerken	[98]
Potenzial der Verbreitung von assoziierten Ideen und Konzepten	[99]
Ökonomisches Potenzial für Künstler	[100]
Zusammenfassung der Vorteile von AROSHU [®] -Bildern	[102]
Märkte für Gesundheitskunst	[104]

Ausgangspunkt: Wirkung und Nutzen von Kunstwerken

Ausgangspunkt der Entwicklung des Konzeptes der Gesundheitskunst war Beschäftigung mit

- der Wirkung von Kunstwerken
- dem Nutzen von Kunstwerken

Wirkung (Systemtheorie)

= Veränderung einer Zustandsvariablen eines Systems durch ein (kausales) Ereignis

Zustandsvariable: qualitativ oder quantitativ

Wirkung auf welche Systeme

- Subsysteme des Menschen: Emotion, Kognition (Ideen, Meme), Physis des Menschen
- vom Menschen hergestellte Objekte: Technik, Kunstwerke, ...
- Umwelt, Natur, Tiere, Pflanzen, ...

Nutzen (Utilitarismus)

= positiv interpretierte Wirkung auf quantitative Zustandsvariable eines Systems

=> Interpretiert durch wen: durch betroffenes System selbst oder aussenstehende Systeme

Ansätze im Weiteren im Gegensatz zu: "Kunst kann nicht nützlich sein" (Oscar Wilde zugeschr.)

=> Völlig unreflektierte Verwendung des Begriffes "Nutzen"

Nutzen als Motivationsfaktor für den Erwerb 1/ 2

Utilitaristische und Neurobiologische Grundlagen

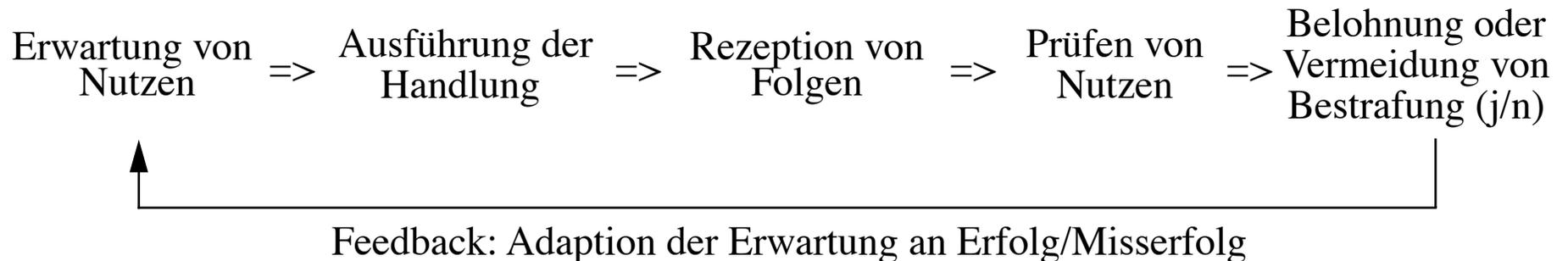
- Subsystem = **neuronales Belohnungs-Bestrafungssystem** (=> hedonistischer Utilitarismus)
- Motivation für Handeln wird geregelt durch dieses **neuronale Belohnungs-Bestrafungssystem**

Nutzen interpretiert durch Belohnungs-Bestrafungssystem selbst

Nutzen (= primäre Handlungsmotive) durch

- Erlangen von Belohnung
- Vermeiden von Bestrafung

Nutzen wird durch Handlungen erlangt



Im Kapitalismus wird Erwerb von Objekten und Dienstleistungen als eine der wichtigsten Formen von Handlung betrachtet, durch die Nutzen erlangt werden soll.

Nutzen als Motivationsfaktor für den Erwerb 2/ 2

Nutzen von Kunst für wen

- Künstler: Produktion von Kunst z.B. als ästhetische Belohnung
- Nicht-Künstler: Betrachtung von Kunst z.B. als Unterhaltung
- Käufer: **Erwerbsmotive von Kunst/Gesundheitskunst** sind Teilmenge der Erwerbsmotive allg.

Erwerbsmotive sind Teilmenge der sekundären Handlungsmotive

- **Soziales Ansehen erlangen bzw. erhalten** (=> Statussymbol insbes. bei etablierter Kunst)
- Sicherheit erlangen bzw. erhalten
- **Vermögen erlangen bzw. erhalten** (=> etablierte Kunst oder Spekulation auf nicht etablierte K.)
- **Besitz erlangen bzw. erhalten** (=> Sammler: Komplettierung einer Sammlung)
- **Gesundheit erlangen bzw. erhalten** (=> speziell für Gesundheitskunst!!)
- Entlastung, Komfort erlangen bzw. erhalten
- **Neuheit: Entdeckung, Erfindung, Innovation** (=> für noch nicht etablierte Kunst)
- **Unterhaltung erleben** (=> Eventkultur)
- **Schönheit erleben** (=> nur eingeschränkt für zeitgenössische Kunst der letzten 30-40 Jahre)
- **Bildung, Wissen erlangen bzw. erhalten** (=> Beschäftigung mit Intension, Kunstgeschichte, ...)
- **Soziales Engagement** (=> Mäzenatentum, ..., Ehrenamt, Gemeinnutzen unterstützen)

Begriff der Wirkung in der Kunstgeschichte

Wirkung von Kunstwerken in Kunstgeschichte verwendet meist einen eingeschränkten Begriff:
Wirkung auf andere Künstler und andere Kunstformen (= **kunstimmanente Wirkungsgeschichte**)

Kunst als iterativer Prozess von Rezeption und Produktion: Rezeption von Kunstwerken durch einen Künstler kann (!) die nachfolgenden Werke dieses Künstlers beeinflussen

Aneignung und Variation von gegebenen Kunstwerken und Motiven, der iterative Kunstprozess und der Themenkomplex “Original” sind Themen der Appropriation Art

Wirkung innerhalb der bildenden Kunst

- Einfluss japanischer Malerei (insbes. Druckgraphik) auf Impressionismus
- Einfluss “primitiver” afrikanischer Kunst auf Picasso um 1905 führte zum Kubismus

Wirkung auf unterschiedliche Kunstgattungen

- Einfluss von Musik auf bildende Kunst (auf spontane Formen wie Action Painting/Informel)
- Einfluss von Literatur auf bildende Kunst am Beispiel Surrealismus

Kunstpsychologie (Psychologie der bildenden Kunst) 1/2

Teil der Kulturpsychologie (neben [Musikpsychologie](#) und Literaturpsychologie)

Subjektästhetik (=> Wirkungen auf [Psyche](#))

- Entstehung eines Kunstwerks im Individuum (=> Künstler)
- Wirkung eines Kunstwerks auf Subjekte (=> Nicht-Künstler, Künstler)

Klassifikationsansatz der Kunstpsychologie

- Psychologie der Kunstproduktion
 - Psy. der künstlerischen [Kreativität](#)
 - Psy. der künstlerischen Intension
- Psychologie der Kunst[perzeption](#)
 - Psy. des [Gesichtssinnes \(visuelle Wahrnehmung\)](#) inkl. der [Farbwahrnehmung](#)
 - Psy. des [Tastsinnes](#)
 - Psy. der [Raumwahrnehmung](#)
- Psychologie der [Kunstrezeption](#), Kunstinterpretation, Bedeutungs[kommunikation](#)
- Psychologie des Kunsterwerbes und Kunstbesitzes

Kunstpsychologie (Psychologie der bildenden Kunst) 2/2

Psychologische Wirkung von Kunst

Kognitive Wirkung

- Vermittlung von Wissen
- Vermittlung von Annahmen, Meinungen, Ansichten, Glauben, ..., Zweifeln

Emotionale Wirkung

- Ergriffenheit
- Empathie
- Reinigung (Katharsis)
- Anregung und Motivation für eigenes künstlerisches Schaffen

Zusammenhang mit kunstgeschichtlicher Wirkung:

Wirkung auf andere Künstler ist Spezialfall von Wirkung auf das mentale System anderer Menschen

Kunsttherapie 1/3

Psychotherapie

Intensive Wirkung auf der psychischen Ebene eines Individuums mit dem Zweck der dauerhaften Beeinflussung der psychischen Struktur (Therapie überdauernd) um Leidensdruck zu vermindern.

Kunsttherapie

Diverse, meist nonverbale Formen der Psychotherapie, welche die Mittel der zwei- oder mehrdimensionalen bildnerischen Gestaltung zu Diagnose und/oder Therapie einsetzen.

Es existiert keine geschlossene Definition von Kunsttherapie, da mittlerweile wahrscheinlich alle Psychotherapieschulen um kunsttherapeutische Ansätze erweitert wurden.

Ausprägung

- aktiv: Gestaltung durch Patient
- passiv: Präsentation, Beschäftigung, Interpretation, Assoziation, Reflexion, Meditation
- gemischt aktiv-passiv

Gewünschte Effekte

- psychologische Effekte
- psychosomatische Effekte
- psychoneuroimmunologie Effekte

Kunsttherapie 2/3: Kunsttherapie bei alten und dementen Patienten

Ziele bei Demenz

- Förderung von Konzentration
- Unterstützung der Orientierungsfähigkeit
- Hilfe beim Abbau von Stress, Aggressionen, Depressionen
- Verbesserung des eingeschränkten sozialen Austauschs
- Unterstützung von Lebensfreude und Selbstvertrauen
- Verlangsamung des allgemeinen Abbaus älterer Menschen

Demente Patienten profitieren in frühen Stadien von der Maltherapie, während mit fortschreitender Demenz der Nutzen jedoch sinkt.

Alterstypische Probleme mit Augen, Feinmotorik und schmerzenden Gelenken mindern zwar die Geschicklichkeit, aber nicht den Umgang mit künstlerischen Materialien.

Kunsttherapie 3/3: Kunsttherapie in der Psychoonkologie

Psychoonkologie

Psychotherapeutische Unterstützung von Krebspatienten während Chemotherapie, Strahlentherapie und in der Rehabilitation.

Ziele

- Verschiebung der Wahrnehmungsschwellen für Schmerzen, Nebenwirkungen, ...
- Bewältigung von Ängsten und Depressionen (Therapiefehlschlag, Todesangst, erneutes Auftreten von Krebs, ...)
- Bewältigung von Stress
- Effekte im Bereich der Psychoneuroimmunologie
Nutzung von molekularen Schnittstellen zwischen Nervensystem und Immunsystem um das Immunsystem zu aktivieren. Bei Psychoonkologie: Mobilisierung gegen Krebszellen.

Psychoneuroimmunologie

Interdisziplinäres Forschungsgebiet, das sich mit der Wechselwirkung des Nervensystems, des Hormonsystems und des Immunsystems beschäftigt. Eine Grundlage ist die Erkenntnis, dass Botenstoffe des Nervensystems auf das Immunsystem und Botenstoffe des Immunsystems auf das Nervensystem wirken.

Wirkung in der Politischen Kunst

Politische Kunst / Propaganda

Wirkung auf der psychischen Ebene einer größeren Anzahl von Menschen mit dem Zweck der dauerhaften Beeinflussung der psychischen Struktur um eine Veränderung von Einstellungen und Handeln zu bewirken, das sich Erhaltend oder Verändernd auf soziale Systeme auswirken soll.

Zweck

- Legitimierung von Machtverhältnissen

Legitimation von “höheren/göttl.” Instanzen z.B. Aristokratie, Papsttum => Portraitmalerei

Historische Malerei: Krönungen, Schlachtendarstellung

Sozialistischer Realismus: Darstellung der Überlegenheit des Sozialismus

- Veränderung von Machtverhältnissen

Darstellung von Menschenrechtsverletzungen (z.B. Picasso: Guernica)

Darstellung von sozialen Konflikten (Ausbeutung, Folgen von Überbevölkerung, ...)

Spezialfall “Inhaltlich ökologische Kunst”: Darstellung z.B. von Umweltverschmutzung

Wirkung auf physische Welt 1/4

Fakt

Kunstwerke sind Teil der physischen Welt und können daher prinzipiell mit dieser physisch interagieren (mit Ausnahmen wie [Konzeptkunst](#))

Strukturierung eines Mediums durch Kunstwerk

=> Probleme der Abgrenzung zwischen Kunstwerk und Umgebung

=> Ist strukturiertes Medium noch Teil des Kunstwerkes?

Direkte Interaktionsmöglichkeit bei

- Kinetischer Kunst
- Interaktiver Kunst: Installationen, Computerkunst, ...
- Klangkunst
- Maschinenkunst
- Roboterkunst

Objektästhetik

- [Untersuchung des Kunstwerkes](#): Materialien, Herstellungstechniken
- Untersuchung des Verhältnisses der verschiedenen [Kunstgattungen](#)
- Untersuchung des Verhältnisses von Kunst und Wirklichkeit
- [Kunstgeschichte](#)

Wirkung auf physische Welt 2/4

Intendierte Wirkung von Kunstwerken (und damit verbundene Rituale) auf physische Welt geht bis zu den prähistorischen Anfängen bildnerischer Tätigkeit, bei der noch keine Differenzierung von Kunst, Wissenschaft und Religion vorliegt.

Zielsetzungen

1) Nahrungsbeschaffung

- Beeinflussung von Jagderfolg (Finden von Beute und deren Erlegen)
(auch psychologische Effekte: Lösen von Angst und Spannungen bei Jagd)
- Beeinflussung von Sammelerfolg
- Beeinflussung klimatischer Verhältnisse (Regen, keine Unwetter)
- Beeinflussung biologischer/vegetativer Verhältnisse (Fruchtbarkeitsrituale)

2) Heilung

Beeinflussung gesundheitlicher Aspekte (Heilungsrituale)
(auch Verknüpfung mit psychologischer und psychosomatischer Faktoren)

3) Religiöse Aspekte

Fruchtbarkeits- und Schöpfungsrituale
Sterberituale, Bestattungsrituale, Totenkult

Wirkung auf physische Welt 3/4

Diese erweiterte Funktionen für Kunst sind in der sog. primitiven Kunst (in Afrika, Pazifischer Raum, Australien, ...) zu beobachten (bis teilweise in Gegenwart).

für westliche Sichtweise: Kunst bzw. Kunstgewerbe

für Ursprungskultur: religiöse, soziale, medizinische, ... Funktionen

Auch im christlichen Volksglauben werden bildnerische Darstellungen Wirkung zugesprochen: heilende Wirkung von christlich-orthodoxen Ikonen.

Verbot bildnerischer Darstellungen in verschiedenen Religionen, da darin eine unerlaubte Konkurrenz (=> Macht) zu göttlichen Eigenschaften (wie Schöpfung) gesehen wird.

Wirkung auf physische Welt 4/4

Bislang behandelt: Wirkung auf Psyche

Frage nach **objektivierbarer physischer Wirkung** von Kunstwerken

Im Prinzip sind psychologische, psychosomatische und psychoneuroimmunologische Wirkungen a posteriori objektivierbar, d.h. es kann nach einer therapeutischen Intervention ermittelt werden, ob intendierte Wirkungen erreicht wurden.

Frage nach **deterministischer, naturwissenschaftlich belegbarer physischer Wirkung**

Negative physische Wirkung

Vereinzelte Nachrichten über **negative (d.h. nicht intendierte) Wirkungen auf Gesundheit** von Künstlern durch die unsachgemäße Verwendung von gesundheitsschädlichen Materialien

- 1) Verwendung neuer Materialien wie Polyester in den 60er Jahren verursachten Fälle von akuten Vergiftungen durch Lösungsmittel: Niki de Saint Phalle (Tod im Jahr 2002 wahrscheinlich durch Spätfolgen)
- 2) Aus Mangel wurden in den 40er Jahren ungeeignete Lösungsmittel für Ölmalerei verwendet, mit der Folge, dass Bilder auch nach 60 Jahren nicht ganz getrocknet sind und dementsprechend Schadstoffemissionen verursachen.

Neutrale physische Wirkung

Nicht gesundheitsschädliche Wirkung durch Verwendung ökologischer Materialien und Herstellungsweisen in der Kunst

Lange Tradition, ohne dass der Begriff “Ökologische Kunst” verwendet wurde

- Holz, Lehm, Ton, Stein, Glas, ...
- Naturfarben, natürliche Bindemittel und Lösungsmittel
- Teilweise: Object Trouvé, Recycling Kunst: Verwendung vorgefundener Materialien/Objekte
- Teilweise: Arte Povera (Installationen unter Verwendung einfacher/natürlicher Materialien)
- Teilweise: Landart: Veränderung von Teilen einer Landschaft, oft mit vorgefundenen Objekten

Personen in der zeitgenössischen Kunst

- Joseph Beuys: Fett, Butter, Filz, Honig, ...
- Wolfgang Laib: Blütenpollen, Milch, ...
- Richard Long: Steinkreise

Positive physische Wirkung: Gesundheitskunst

=> Idee der Gesundheitskunst

Kunstwerke, die einen objektiv quantifizierbaren Einfluss auf Umweltfaktoren besitzen, welche die Gesundheit positiv beeinflussen:

- gesunderhaltende Einflüsse unterstützen
- gesundmachende Einflüsse unterstützen
- krankmachende Einflüsse vermindern

Analogie: Functional Food => **Functional Art**

Umweltfaktoren mit krankmachendem Einfluss

- Schadstoffe: in der Luft, in der Nahrung, im Wasser, auf Oberflächen, ...
- Strahlung: elektromagnetische Strahlung (hoch- bzw. niederenergetisch), Teilchenstrahlung

Die meisten Kunstwerke befinden sich in Innenräumen und haben ausschließlich Luftkontakt (abgesehen von Exotischem wie z.B. Unterwasserskulpturen)

=> Beschäftigung mit Umweltfaktoren in Innenräumen und insbesondere Luftschadstoffen in Innenräumen

"Kunst kann nicht nützlich sein" ([Oscar Wilde](#) zugeschrieben)

“Kunst ist in vieler Hinsicht nützlich, und Gesundheitskunst ist es um so mehr” (G.B.)

Umweltmedizin 1/2

Umweltmedizin

Lehre von der Prävention, Diagnose und Therapie von Erkrankungen, die mit Umweltfaktoren in Verbindung gebracht werden.

Präventive Umweltmedizin

umwelthygienische, epidemiologische und präventivmedizinische Schwerpunkte

- Wasserhygiene, Bodenhygiene, Lufthygiene
- Hygiene von Lebensmitteln, Gebrauchsgegenständen, Bedarfsgegenständen
- Bauhygiene, Siedlungshygiene einschließlich Lärmbeeinflussung
- Schutz vor ionisierender Strahlung
- gesundheitlicher Verbraucherschutz

Klinische Umweltmedizin

Medizinische Betreuung von Einzelpersonen mit Beschwerden oder auffälligen Untersuchungsbefunden, die von ihnen selbst oder ärztlicherseits auf Umweltfaktoren zurückgeführt werden.

Umweltmedizin 2/2

Ältere Schwerpunkte

- akute toxische Konzentrationen von Einzelsubstanzen
- Mittlere Arbeitsplatzkonzentration

Neuere Schwerpunkte

- nicht-akute Konzentrationen von Einzelsubstanzen
- Zusammenwirken von mehreren Substanzen (Nicht-Linearität)

Baubiologie

Baubiologie

Sammelbegriff für die ganzheitliche Lehre, Bauarbeiten durch den Einsatz geeigneter physiologischer, psychologischer und physikalisch-technischer Erkenntnisse und Techniken umweltbewusst und schadstoffarm unter Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Bauwerk, Nutzer (Bewohner) und dessen Umwelt auszuführen.

Luftschadstoffe

Ein Luftschadstoff ist eine Substanz, die sich in der Luft (Außenluft, Innenraumlufte) befindet, und eine schädliche Wirkung auf die Umwelt, das Klima und/oder die Gesundheit besitzen kann.

mögliche Phasen



- Gase: z.B. SO_x, NO_x, Aldehyde, Radon
- Flüssigkeiten: z.B. mikroskopische Tröpfchen kondensierter Kohlenwasserstoffe
- Feststoffe: Feinstaub, Rußpartikel,

Herkunft

- natürlich z.B.
 - SO_x und CO₂ aus Vulkanen
 - Methan aus bakteriellem Abbau biologischer Materialien
- anthropogen z.B.
 - SO_x, NO_x und CO₂ aus Verbrennungsmotoren
 - Aldehyde aus Ausgasungen von Industrieprodukten

Beeinträchtigungsfaktoren von Innenraumklima 1/2

1) Chemische und biologische Faktoren

1.1) Gebäudetechnik

Baumaterialien

technische Gebäudeausrüstung

Heizgeräte, Kochgeräte

Möbiliar

Beleuchtung

1.2) menschliche Aktivitäten

Lebensmittel und deren Verarbeitung

Kleidung

Raumtextilien

Pflanzen

Tabakrauch

Haushaltschemikalien

Kosmetika

1.3) Bestandteile der Außenluft

Industrie

Güter- und Personenverkehr

Heizung

Beeinträchtigungsfaktoren von Innenraumklima 2/2

2) Klima

Feuchtigkeit

Temperatur

Zugluft

Staub

Schimmelpilzsporen

3) Schall, Vibrationen

4) Licht

5) Schädlinge

6) Luftionisation

7) Elektromagnetische Wellen

8) Radioaktivität

Quellen chemischer Stoffe in der Innenraumluft

Quelle		Emittierte Substanzen
Außenluft	je nach Orts- und Verkehrslage	Schwefeldioxid , Stickoxide , Kohlenmonoxid , Ozon
Baumaterialien, Raumausstattung	Zement, Mörtel, Steine, behandeltes Holz , Heimtextilien , Möbel, Tapeten, Teppiche, ...	Lösungsmittel , Holzschutzmittel , Asbest und andere mineralische Fasern , Aldehyde wie Formaldehyd , Radon , ...
Energieversorgung	Heizungen , offene Feuerstellen, Gasgeräte	Kohlendioxid , Kohlenmonoxid , Stickoxide , Wasserdampf , Aldehyde , Kohlenwasserstoffe und andere organische Verbindungen, Ruß , Staub
sonstige menschliche Aktivitäten	Reinigung, Desinfektion , Bau- und Renovierungsarbeiten, Büroarbeiten, Hobbyarbeiten, Schädlingsbekämpfung	organische Verbindungen (Lösungsmittel , Pestizide , Formaldehyd , ...)
Ausdünstungen von Mensch und Haustieren		Kohlendioxid , Wasserdampf , Geruchsstoffe

Gesundheitliche Wirkungen innenraumluftrelevanter Stoffe 1/3

1) Stoffe mit reversiblen Wirkungspotential

1.1) irritative Wirkung (= Reizung von Atemwegen, Augen, Haut und Schleimhäuten)

Formaldehyd →

Passivrauchen →

flüchtige organische Stoffe (VOCs: Volatile Organic Compounds)

Alkane →

Aromate →: Xylole →, Toluol →

Ether, Ester →, Ketone

Terpene →

Aldehyde → z.B. Formaldehyd →

Stickoxide →

Styrol →

1.2) geruchliche Wirkung

Aldehyde → z.B. Formaldehyd →

Styrol →

Chlornaphtalin

Xylole →

Erläuterung: rot markierte Stoffe können ganz oder teilweise durch proteinbasierten Absorbermaterialien neutralisiert bzw. gebunden werden

Gesundheitliche Wirkungen innenraumluftrelevanter Stoffe 2/3

2) Stoffe mit irreversiblen Wirkungspotential

2.1) karzinogen nachgewiesen

Asbest und andere natürliche Mineralfasern

spezielle künstliche Mineralfasern

Passivrauchen →

Pentachlorphenol (PCP) →

Radon

Butenal (Crotonaldehyd) →

Vinylchlorid

2.2) karzinogen verdächtig

Formaldehyd →

Ethanal →

Phenol →

Dichlormethan

Tetrachlorethen

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Styrol →

Gesundheitliche Wirkungen innenraumluftherelevanter Stoffe 3/3

2.3) sensibilisierend (=> Allergien)

Aldehyde → insbes. Formaldehyd →

Ester → insbes. Acrylester

Terpene →

Isocyanate →

Azofarbstoffe

Epoxyharze

Säureanhydride

Hexachloroplatinate

2.4) fruchtschädigend, mutagene Wirkung

Glycolether

Kohlenmonoxid

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Toluol →

Trichlormethan

Styrol →

Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen 1/7

→ markierte Stoffe können ganz oder teilweise durch proteinbasierten Absorbermaterialien neutralisiert bzw. gebunden werden

Quellen u.a. Wikipedia, Wenzel, S.: Dicke Luft. 1997.

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
<u>Asbest</u>	Deckenplatten, Fassadenelemente, Feuerschutzwände, Flurunterdecken, Bodenplatten, Fußbodenbeläge, Spachtelmassen, Dichtungsmassen	<u>Asbestose</u> , <u>Lungen-</u> , <u>Rippenfell-</u> oder <u>Bauchfellkrebs</u>
<u>Benzol</u> (Benzen)	<u>Farben</u> , Lacke, <u>Lösungsmittel</u> , Klebstoffe, Putzmittel, Abbeizmittel	<u>Schleimhautreizungen</u> , <u>Knochenmarkschädigung</u> , <u>Blutbildveränderung</u> , <u>Blutkrebs</u> , Schäden an <u>Leber</u> , <u>Nieren</u> und <u>Milz</u> , <u>mutagene Wirkung</u>
<u>Bitumen</u>	Anstriche, <u>Bitumen</u> pappe und -papier, <u>Bitumen</u> faserplatten, Wellplatten, Asphalt-Estrich	Verdacht auf <u>Krebs</u>
→ <u>Butanal</u> (Butyraldehyd)	Bau- und <u>Holzwerkstoffe</u>	Bei Inhalation brennendes Gefühl, <u>Husten</u> , <u>Hals</u> beschwerden; <u>Hautrötung</u> , <u>Augenreizung</u>
→ <u>Butenal</u> (Crotonaldehyd)	Verbrennungsanlagen, Abgase, <u>Tabakrauch</u> , erhitzte Öle, Lebensmitteln (z.B. Rotwein mit zweiter Fermentation)	stark reizend auf <u>Schleimhaut</u> der <u>Augen</u> und <u>Atmungsorgane</u> , Giftig beim Einatmen. Glottisödem, <u>Nierenschäden</u> , <u>Krebs</u>

Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen 2/7

Quellen u.a. Wikipedia, Wenzel, S.: Dicke Luft. 1997.

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
→ Decanal (Decylaldehyd)	Farben, Lacke	Erbrechen , Magen beschwerden, Übelkeit , Husten , Atemnot
1,2- Dichlorethan	Lösungsmittel für Harze , Asphalt, Kautschuck, Abbeizmittel, PVC	Kopfschmerzen , Bewusstlosigkeit, Leber -, Nieren -, Darm -, Magen beschwerden, Verdacht auf Krebs
Epoxidharze	Lacke, Gieß harze , Klebstoffe, Beschichtungen, Imprägnierungen, Bindemittel f. Kunstharz beton und Kunstharz mörtel	Allergien , Krebs
→ Ethanal (Acetaldehyd)	Farben, Herstellung von Parfüm, Polyester harzen und Färbemitteln. Verwendung in Gummi-, Papier- und Gerbeindustrie, Konservierungsstoff, Geschmacksstoff, Gelatinehärtung, Treibstoffbeimischung	Augen reizungen, Haut reizungen, Reizung der Atmungsorgane , Krebsverdacht
Ethylbenzol	Lösungsmittel in styrol ähnlichen Produkten	Schädigung der Augen

Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen 3/7

Quellen u.a. Wikipedia, Wenzel, S.: Dicke Luft. 1997.

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
→ Formaldehyd (Methanal)	Desinfektionsmittel , Haushaltsreinigungsmittel, Spanplatten, Lacke, Klebstoffe, Klebefolien, Faserplatten, Farben , Lösungsmittel , Schaumstoffe, Tapeten, Medikamente, Filzstoffe, Textilien	Kopfschmerzen , Schlafstörungen , Gedächtnisschwund , Erbgutschädigung , Augen- und Schleimhautreizung , Übelkeit , Atemwegserkrankungen , Hautausschlag , Allergien , Krebsverdacht , Verhaltensstörungen (Nervosität , Depression , Aggressivität)
→ Furfural (Furaldehyd)	Kunstharzherstellung , Korkbehandlung	Schädigung der Augen , Hautreizungen , Lungenödem , Nervenschädigung , Lähmung
→ Glyoxal (Oxalaldehyd)	Oberflächen desinfektionslösungen	Augenreizungen , Hautreizungen , Reizung der Atmungsorgane
→ Heptanal (Heptylaldehyd)	Farben, Lacke	Augenreizungen , Reizung der Atmungsorgane , Reizung des Verdauungstraktes , Hautreizungen
→ Hexanal (Hexanaldehyd)	Anstrichmittel, Linoleum	Augenreizungen , Hautreizungen , Reizung der Atmungsorgane
Kohlenmonoxid CO	Verbrennungsanlagen, Garagen, Kamine, Gasherde, Tabakrauch	Sauerstoffmangel , Sehstörung , Hirnstörungen

Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen 4/7

Quellen u.a. Wikipedia, Wenzel, S.: Dicke Luft. 1997.

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
Lindan	Imprägniermittel, Schädlingsbekämpfungsmittel , Holzschutzmittel	Erbrechen , Kopfschmerzen , Blutarmut , Atemlähmung , Schleimhautreizungen , Nervensystemschädigung , Knochenmarksschwund
→ Nonanal (Nonylaldehyd)	Arzneimittel, Duftstoff	Augenreizungen , Hautreizungen , Reizung der Atmungsorgane
→ Octanal (Octylaldehyd)	Farben, Lacke	Augenreizungen , Hautreizungen , Reizung der Atmungsorgane
→ Pentachlorphenol (PCP)	Holzschutzmittel , Anstrichfarben zur Pilzbekämpfung , Tapeten, Klebstoffe, Lacke, Farben , Textilien , Teppiche	Leberzirrhose , Knochenmarksschwund , Kopfschmerzen , Übelkeit , Erbrechen , Akne , Nierenschäden , Blutkrankheiten , Nervensystemschädigung
→ Pentanal (Amylaldehyd)	Aromen	Augenreizungen , Hautreizungen , Reizung der Atmungsorgane
→ Pentandial (Gutardialdehyd)	Oberflächen desinfektionslösungen	Schädigung der Augen , Hautreizungen , Sensibilisierung durch Hautkontakt , Hautallergien, Asthma

Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen 5/7

Quellen u.a. Wikipedia, Wenzel, S.: Dicke Luft. 1997.

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
→ Phenol	Schaumstoffe, Kunstharze , Farbstoffe, Leime, Imprägniermittel, Desinfektionsmittel , Teer , Teerpappe	haut ätzende Wirkung, Störung von Kreislauf und Nervensystem , Nieren - und Lerber -schäden, Verdacht auf Krebs , mutergene Wirkung
→ Phenylmethanal (Benzaldehyd)	Lacke, Oberflächenbehandlungen	Entfettet die Haut , Entzündung der Haut , Allergieauslösend, Augenreizungen Haut -reizungen, Reizung der Atmungsorgane , Reizung des Verdauungstraktes , Verdacht auf Krebs , Störung des Nervensystems (z.B. Krämpfe, Zittern, Lähmungen), Schädigung von Leber und Nieren , Schwindel, Kopfschmerzen , Benommenheit bis zur Bewusstlosigkeit, Hirnfunktionsstörungen
→ Propanal (Propionaldehyd)	Duftstoffe	Augenreizungen , Hautreizungen , Reizung der Atmungsorgane
→ Propenal (Acrolein, Acrylaldehyd)	Tabakrauch , Autoabgase, Abbauprodukt von Fettsäuren, wenn Speisefette zu stark erhitzt werden	Verursacht DNS -Brüche und hemmt die DNS -Reparatur, mutergene Wirkung , Verdacht auf Krebs

Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen 6/7

Quellen u.a. Wikipedia, Wenzel, S.: Dicke Luft. 1997.

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
→ Stickstoffdioxid NO ₂	Verbrennungsanlagen, Garagen, Kamine, Gasherde, Tabakrauch	erhöhte Atemwegsinfektionsrate , Lungenödem , Bronchialverengung Proteinnitrierung => Allergieverstärkend
→ Styrol (Styren)	Polystyrol-Kunststoffe, Klebstoffe	Kopfschmerzen , Müdigkeit , Depression , Verhaltensstörungen , Sehstörung , mutagene Wirkung
Teer	Teerpappe , Bautenschutzmittel, Estriche	Krebserregend
→ Toluol (Toluen)	Lösungsmittel für Lacke, Farben , Harze , Öle, Polituren, Nitroverbindungen, Reinigungsmittel, Anstrichmittel	Schleimhautreizungen , Übelkeit , Erregungszustände, Kopfschmerzen , Benommenheit, Hautausschlag , Atemstörungen , Schädigung von Leber und Nieren , Störung des Nervensystems
Trichlorethen , Trichlorethan	Reinigungsmittel, Lösungsmittel für Lacke, Abbeizmittel	Bindehaut- und Schleimhautreizungen , Hautentfettung , Hautausschlag , Schädigung der Sehnerven , Atemlähmung , Schlafsucht , Desorientiertheit, Rauschzustände , Leber- und Nierenschäden , Krebserregend

Wohngifte und ihre gesundheitlichen Wirkungen 7/7

Quellen u.a. Wikipedia, Wenzel, S.: Dicke Luft. 1997.

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
Vinylchlorid (Chlorethen)	Fußbodenbeläge, PVC , Heimtextilien , Rolläden, Installationsrohre	Krebs erregend
→ Xylol (Xylen)	Kleber, Farben , Lacke, Lösungsmittel , Reinigungsmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel	Kopfschmerzen , Erbrechen , Reizung der Atemwege und der Augen , Verhaltens- störungen, Störungen von Herz , Leber , Nieren und Nervensystem
einatembare Par- tikel	Tabakrauch , Kochen, Verbrennungsan- lagen, Aerosolsprays, kondensierte Dämpfe, Hausstaub	je nach Zusammensetzung: Schleimhautrei- zungen, Atemwegsinfekte , Emphysem , Herzkrankheiten , Lungen krebs
Mikroorganismen	Klimaanlagen , Luftbefeuchter, Tep- piche, Menschen, Haustiere, Pflanzen	akute Atemwegsinfekte (Grippe , Legionär- skrankheit , ...)
Aero-Allergene	Pflanzenpollen , Tierschuppen, Insek- tenteile, Hausstaub , Schimmel , ...	allergische Reaktionen

Belastungsquellen und ihre Schadstoffe in der Innenraumluft 1/3

Aus: Bauen & Wohnen, Dez. 2002

Quellen	Emittierte Substanzen	gesundheitliche Wirkungen
Möbel aus furniertem Spanholz, verklebte Holzwerkstoffe wie Bauspanplatten, Paneele	<u>Formaldehyd</u> , organische Säuren, <u>Isocyanate</u> , <u>Phthalsäureanhydrid</u> , Phtalate, <u>Phenole</u>	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautausschlag</u> , <u>Husten</u> , laufende <u>Nase</u> , <u>krebsverdächtig</u>
Möbel gewachst mit <u>ätherischen Ölen</u>	<u>Terpene</u>	<u>Schleimhaut</u> reizend, bei vorhandenen <u>Allergien</u> kann Schub ausgelöst werden (z.B. <u>Asthma</u>)
Decken und Wandverkleidungen aus <u>Holz</u> (behandelt mit <u>Holzschutzmittel</u>), alte Möbel	<u>Lindan</u> , <u>PCP</u> , <u>DDT</u> , Dichlofluorid, Pyrethroide, <u>Phosphorsäureester</u>	Austrocknen der <u>Haut</u> , Stechen in <u>Nase</u> und <u>Kehlkopf</u> , häufige <u>Infekte</u> , <u>Allergien</u> , <u>Müdigkeit</u> , <u>Depression</u> , <u>Schlafstörungen</u> , veränderte <u>Leberwerte</u>
Teppiche mit <u>PVC</u> -Rücken	Phtalate, <u>Phthalsäureanhydrid</u> , <u>VOCs</u>	<u>Kopfschmerzen</u> , <u>Übelkeit</u> , starke Reizung auf <u>Haut</u> und <u>Schleimhäute</u> , Störung des <u>Nervensystems</u> , Störung des <u>Immunsystems</u> , <u>Leberschäden</u> , <u>mutagene Wirkung</u>

Belastungsquellen und ihre Schadstoffe in der Innenraumluft 2/3

Aus: Bauen & Wohnen, Dez. 2002

Quellen	Emittierte Substanzen	gesundheitliche Wirkungen
Wollteppiche mit Insektiziden behandelt	Permethrin und andere Pyrethroide, Polychlorierte <u>Sulfonamid</u> -Derivate	<u>Schleimhaut</u> probleme, <u>Husten</u> , trockene Haut, Kribbeln in Extremitäten, <u>Allergie</u> ähnliche Symptome
Stoffcouch, Matratzen	gelöste <u>Phosphorsäureester</u>	Unruhe, <u>Nervosität</u> , trockene <u>Haut</u> , <u>Hautausschlag</u> , <u>Schleimhaut</u> probleme
Ledermöbel, Lederbekleidung aus dem Ausland	<u>PCP</u> und andere Chlorphenole, <u>Chrom</u> , <u>Lindan</u>	häufige <u>Infekte</u> , <u>Allergien</u> , <u>Müdigkeit</u> , <u>krebsverdächtig</u>
Leime, Kleber	<u>VOCs</u> wie <u>Toluol</u> , <u>Benzol</u> , hochsiedende <u>Lösungsmittel</u>	<u>Schleimhaut</u> probleme, <u>Kopfschmerzen</u> , <u>Schwindel</u> , <u>Übelkeit</u> , <u>Erbrechen</u> , <u>Nervensystemschäden</u> , <u>Blutbild</u> veränderungen
<u>Farben</u> , Lacke	<u>VOCs</u> wie <u>Toluol</u> , <u>Benzol</u>	<u>Schleimhaut</u> probleme, <u>Kopfschmerzen</u> , <u>Schwindel</u> , <u>Übelkeit</u> , <u>Erbrechen</u> , <u>Nervensystemschäden</u> , <u>Blutbild</u> veränderungen

Belastungsquellen und ihre Schadstoffe in der Innenraumluft 3/3

Aus: Bauen & Wohnen, Dez. 2002

Quellen	Emittierte Substanzen	gesundheitliche Wirkungen
Fugendichtungen in Betonbauten, Kondensatoren in älteren Leuchtstoffröhren	<u>PCB</u>	<u>Sehstörung</u> , <u>Kopfschmerzen</u> , <u>Erbrechen</u> , Taubheit in den Extremitäten, <u>Chlorakne</u> , <u>Leberveränderungen</u>
Feuchte Wohnung, Blumenerde, unzureichend gewartete <u>Klimaanlagen</u> , Luftbefeuchter	<u>Schimmelpilz</u> befall, <u>Pilzsporen</u> in der Luft	<u>Allergie</u> ähnliche Symptome, <u>Müdigkeit</u> , <u>Muskel-</u> und <u>Gelenk-</u> schmerzen, <u>Kopfschmerzen</u> , Schwächung des <u>Immunsystems</u>
Bett, Polstermöbel	<u>Hausstaubmilbe</u>	<u>Allergiesymptome</u> mit <u>Augentränen</u> und -jucken, <u>Schnupfen</u> , <u>Niesanfälle</u> , <u>Husten</u> , <u>Atemnot</u> , <u>Asthma</u>

Blutverdickung und Entzündungen durch Luftschadstoffe

Schlechte Luft, dickes Blut (Welt am Sonntag Online, 27.02.2005)

Schadstoffpartikel in der Atemluft können das Blut verdicken und Entzündungen auslösen, warnt Professor William MacNee von der University of Edinburgh. Er hatte in Versuchen festgestellt, dass verschiedene Zelltypen, darunter Immun- und Lungenzellen, auf den Kontakt mit Schadstoffteilchen ungünstig reagieren: Die Gerinnungsfaktoren erhöhten sich - sie verdicken das Blut. Immunzellen starben in großer Menge ab; entzündliche Prozesse setzten ein. MacNee vermutet, dass ultrafeine Schadstoffe, die über die Atemwege in den Blutstrom gelangen, die Funktion der Zellen verändern können.

Fazit

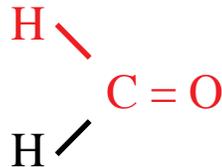
Luftschadstoffe sind nicht nur auslösend bzw. verstärkend für die bislang bekannten Problembe-
reiche (Atemwegserkrankungen, Allergie, SBS (Sick Building Syndrom), Krebs, Schädigung des
Immunsystems, des Hormonsystems und des Nervensystems, Erbgutschädigung), sondern auch
ein Risikofaktor für Herzinfarkt und Schlaganfall.

=> fast alle großen Zivilisationskrankheiten werden durch Luftschadstoffe negativ beeinflusst

Formaldehyd 1/4

Alkanale oder Aldehyde sind chemische Verbindungen, die als funktionelle Gruppe eine Aldehydgruppe (Carbonylgruppe) (-CH=O) enthalten. Einfachstes Aldehyd ist das Methanal oder Formaldehyd.

Strukturformel des Formaldehyd



Herkunft in der Innenraumluft u.a.

- Ausgasung aus einer Vielzahl von chemischen Produkten und Holzwerkstoffen
- Desinfektionsmittel
- Verbrennungsprodukte (Rauchen, Gasherd, ...)

Formaldehyd 2/4

Verwendung von Formaldehyd und Freisetzungsklassifizierung

Einsatzgebiet	Klasse
Klebstoffe für Holzwerkstoffe (Spanplatten, Sperr holz , Möbelindustrie)	E1-2
Lackrohstoffe, Farben	E1-2
Kunststoffindustrie: Härtbare Formmassen für Kunststoffartikel	E2
Harze für Beschichtungen	E2
Papierveredelung , Textilveredelung	E2
Schaum harze (Gebäudeisolierung, Bodenverbesserung, Teppiche)	E2
Bindemittel für Fasermatten, Stein- und Glaswolle	E2
Reinigungsmittel	E3
Konservierungsmittel (Holzschutzmittel , Pflanzenschutzmittel, Tenside , Schneid- und Bohröl, Dispersionen, Textilhilfsmittel , Kosmetika , ...)	E3
Desinfektionsmittel (Krankenhäuser, Großküchen, Transportcontainer, ...)	E3

E1: Verwendung bei Herstellung, ohne weitere Freisetzung aus Produkt

E2: Verwendung bei Herstellung und mögliche Freisetzung aus Produkt

E3: Produkte, die freies Formaldehyd beinhalten

Formaldehyd 3/4: akute Toxikologie

Formaldehyd ist bei Zimmertemperatur ein reaktives, stechend riechendes Gas, das durch seine gute Wasserlöslichkeit besonders in den Schleimhäuten der oberen Atemwege gebunden wird.

Nach Schätzungen des Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft **überschreiten mehr als 10% aller deutschen Haushalte dauerhaft den Richtwert von 0,1 ppm.**

Dieser Richtwert wird bereits **nach 4-6 Zigaretten** in einem geschlossenen durchschnittlichen Raum **überschritten.**

Akute Wirkungen von Formaldehyd

	Konzentration
<u>Geruch</u> wahrnehmung	> 60 µg/m ³
<u>Augen</u> reizungen, <u>Schleimhaut</u> reizungen	> 120 µg/m ³
<u>Tränen</u> fluss, <u>Husten</u> , <u>Atemnot</u> , <u>Übelkeit</u> , <u>Erbrechen</u>	> 900 µg/m ³

Formaldehyd 4/4: Nachgewiesene und vermutete Wirkungen

- Augenreizung
- Schleimhautreizungen
- Übelkeit
- Erbrechen
- Atemwegserkrankungen
- Hautausschlag
- Kopfschmerzen
- Schlafstörungen
- Gedächtnisschwund
- Nervosität

- Allergieauslösend (Kontaktallergie)
- Allergieunterstützend

- Vermutlich Erbgutschädigend (mutagen)
- Vermutete Schädigung des Immunsystems
- Vermutete Schädigung des Nervensystems
- Vermutete Depression
- Vermutete Aggressivität
- Vermutlich Karzinogen

Schadstoffe im Büro: Büromaterial

Produkt	Inhaltsstoffe	Gesundheitsbelastung
<u>Bleistifte</u> , <u>Buntstifte</u>	Fett-Wachs-Gemisch, <u>Graphit</u> , <u>Farbstoffe</u>	<u>Schwermetalle</u> bei Billigprodukten
→ Filzstifte, Textmarker	<u>Lösungsmittel</u> : <u>Xylol</u> , <u>Toluol</u> <u>Konservierungsmittel</u> : <u>Formaldehyd</u> , ...	<u>Lösungsmittel</u> reizen <u>Schleimhäute</u> und schädigen <u>Nervensystem</u> ; <u>Konservierungsmittel</u> können <u>krebserregend</u> sein; <u>Formaldehyd</u> ist <u>Allergen</u>
Kugelschreiber	<u>Kunstharze</u> , <u>Lösungsmittel</u> , Verdickungsmittel, <u>Farbstoffe</u> , <u>Glycerin</u>	zu geringe Konzentrationen für Gefährdung
<u>Stempelfarben</u>	<u>Wasser</u> , <u>Farbstoffe</u> , Feuchthaltemittel wie <u>Glycol</u> , <u>Konservierungsmittel</u>	Methylviolett (giftiger <u>Farbstoff</u>); Lack-schwarz oder Nigrosin können <u>krebserregend</u> sein
→ <u>Klebstoffe</u>	Kleberrohstoffe, Füllstoffe, <u>Lösungsmittel</u> , <u>Weichmacher</u>	<u>Lösungsmittel</u> reizen <u>Schleimhäute</u> , schädigen <u>Nervensystem</u> und können <u>süchtig</u> machen;
→ Korrekturflüssigkeit	<u>Lösungsmittel</u> wie 1,1,1-Trichlorethan	steht im Verdacht <u>krebserregend</u> und <u>mutagen</u> zu sein; Zersetzungsprodukte schädigen <u>Nervensystem</u> und <u>Schleimhäute</u>

Schadstoffe im Büro: Büromaschinen 1/2

[heise online 01.05.2004](#)

Fabrikneue Computermonitore können nach Informationen des Nachrichtenmagazins Der Spiegel Krebs erregende Stoffe ausdünsten. So sonderten sie einen Stoff in die Raumluft ab, der auch im Verdacht stehe, das Erbgut zu schädigen. Ein Röhrenbildschirm sowie ein moderner Flachmonitor seien bei ersten Analysen mit einem neuen Prüfkammer-Verfahren durch unnötig hohe Emissionen von Phenol aufgefallen. Das Röhrengerät habe noch nach zweiwöchigem Betrieb weit mehr von der giftigen Chemikalie ausgedünstet, als für Fachleute nach dem Stand der Technik tolerierbar sei.

"Wir können nicht ausschließen, dass auch andere Bildschirme am Markt hohe Emissionsraten aufweisen", wird der Gefahrstoffexperte Helmut Blome vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz in St. Augustin zitiert, das die Studie initiierte. Die Prüfer halten dem Magazin zufolge Leiterplatten aus Phenolharzen für die Quelle des schädlichen Stoffes.

Die Berufsgenossenschaften planen ein neues Zertifikat für "sichere, ergonomische und emissionsarme" Bürokommunikationsgeräte, das deren Schadstoffabgabe laut Blome "viel umfassender" bewertet als das bisherige Prüfsiegel, der "Blaue Umweltengel". "Jeder zweite PC-Monitor wird diese Prüfanforderungen zunächst nicht erfüllen", vermutet Blome. (dpa) / (mw/c't)

Schadstoffe im Büro: Büromaschinen 2/2

Kopiergeräte	Drucker	Monitore	Computer
Emission von <u>Ozon</u>	Emission von <u>Ozon</u> (Laserdrucker)	Ausgasende Schadstoffe aus <u>Leiterplatten</u> (z.B. <u>Phenol</u>)	Ausgasende Schadstoffe aus <u>Leiterplatten</u> (z.B. <u>Phenol</u>)
Emission von <u>Stickoxiden</u>	Emission von <u>Stickoxiden</u>	Freiwerdende <u>Flammschutzmittel</u>	Freiwerdende <u>Flammschutzmittel</u>
Emission von <u>Lösungsmitteln</u> (polyzyklische <u>aromatische Kohlenwasserstoffen</u>)	Emission von <u>Lösungsmitteln</u> (polyzyklische <u>aromatische Kohlenwasserstoffen</u>)	Ausgasende <u>Lösungsmittel</u> , <u>Kohlenwasserstoffe</u>	Ausgasende <u>Lösungsmittel</u> , <u>Kohlenwasserstoffe</u>
Emission von <u>Selen</u>	Emission von <u>Selen</u>	<u>Entsorgungsprobleme</u>	<u>Entsorgungsprobleme</u>
Freiwerdende <u>Flammschutzmittel</u>	Freiwerdende <u>Flammschutzmittel</u>	statische Aufladungen konzentrieren <u>Feinstäube</u>	statische Aufladungen konzentrieren <u>Feinstäube</u>
Ausgasende Schadstoffe aus <u>Leiterplatten</u> (z.B. <u>Phenol</u>)	Ausgasende Schadstoffe aus <u>Leiterplatten</u> (z.B. <u>Phenol</u>)		
<u>Entsorgungsprobleme</u> bei <u>Tonerrückständen</u> und Fotoleitrommeln	<u>Entsorgungsprobleme</u> bei <u>Tonerrückständen</u> und Fotoleitrommeln		
<u>Feinstaubemission</u>	<u>Feinstaubemission</u> (Laserdrucker)		

Schadstoffe im Büro: Klimaanlage

Klimaanlagen erzeugen Belastungen durch

- Pilzsporen
- Bakterien (Keime im Wasser von Luftbefeuchtern, Kühlanlagen, Wasseraufbereitern, ...)
- Biozide (insbes. Fungizide)
- chemische Wirkstoffe
- Glasfasern
- Zugluft und trockene Luft
- falsche Temperierung (zu warm bei Warmluftöffnung bzw. zu kalt bei Zugluftöffnung)
- Lärm

Folge sind

- erhöhte Krankheitshäufigkeit (Erkältung, Allergien, Rheuma, ...)
- Reizungen von Augen, Schleimhäuten, Haut, ...
- Konzentrationsmangel
- Müdigkeit
- Übelkeit
- Nervosität
- Kopfschmerzen

=> direkte Beziehung zu Sick Building Syndrome

Sick Building Syndrom (SBS) und Building Related Illness (BRI)

SBS (Sick Building Syndrom)

Gruppe von Symptomen (= Syndrom), die mit Lebensumständen in Gebäuden in Verbindung gebracht werden, ohne dass spezifische Erkrankungen diagnostizierbar sind. Die Beschwerden können in Einzelräumen, Gebäudezonen oder im Gesamtgebäude lokalisiert sein.

BRI (Building Related Illness)

Symptome, die direkt von luftbedingten Kontaminationen in Gebäuden bedingt sind

Abgrenzungsproblem von SBS zu BRI, Allergien

Werden die Symptome geringer, wenn sich die Person einige Tage von dem betrachteten Gebäude entfernt hält, so wird dies als ein Hinweis auf SBS gewertet

SBS Symptome [WHO 1983]

- Irritationen von Augen, Nase und Hals
- Trockene oder verstopfte Nase
- Häufig und verstärkt Durst
- Häufige Atemwegsinfektionen und Erkältungen, Atemnot
- Trockene und/oder juckende Haut, Hautausschläge
- Heiserkeit
- Kopfschmerzen
- Benommenheit, Übelkeit
- Müdigkeit, mentale Erschöpfung, Fatigue, Lethargie
- Grippe-Symptome: Befeuchterfieber (Humidifier fever) durch nichtpathogene Keime

SBS-Faktoren

- Ventilation
- Temperatur
- Luftbewegung
- Luftbefeuchtung
- Chemische Kontamination (Luftschadstoffe aus dem Innen- und Außenbereich)
- Biologische Kontamination
- Arbeitsbezogener Stress

SBS-Lösung als Kombinationsansatz

- **Entfernung von Verschmutzungsquelle** (Möbel, Teppiche, Verbrauchsmaterialien, ...)
- **Modifikation von Verschmutzungsquelle** (z.B. Versiegelung)
- Einsatz von **Baumaterialien**, die eine natürliche **Dauerbelüftung** durch diffusionsfähige Wände, Decken, Fenster ermöglichen
- Erhöhte **Luftaustauschrate** (Ventilationsrate, Häufigkeit von Fensteröffnungen)
- **Luftreinigung** (Partikelfilter, Gasfilter, ...)
- **Verzicht auf "Luftverbesserer"** (keine Verbesserung sondern Überdeckung von Gerüchen durch Parfüm-Öl-Mischungen)
- **Einsatz von Absorbermaterialien**
- Einsatz von **Pflanzen**: CO₂-Verringerung, Sauerstoff Anreicherung, Schadstoffabsorption, anheben von Luftfeuchtigkeit
- **Geräuschschutzvorrichtungen** (Computerlüfter, Kapselung von Computern/Druckern/...)
- **Unterweisung**, Kommunikation (Bewohnern, Hausmeister, Reinigungspersonal, ...)
- **Stressmanagement** (psycho-soziale Ansätze, ...)

Allergie allgemein

Allergie: übersteigerte Reaktion des Immunsystems auf bestimmte Stoffe (Allergene), die durch wiederholten Kontakt erworben wird.

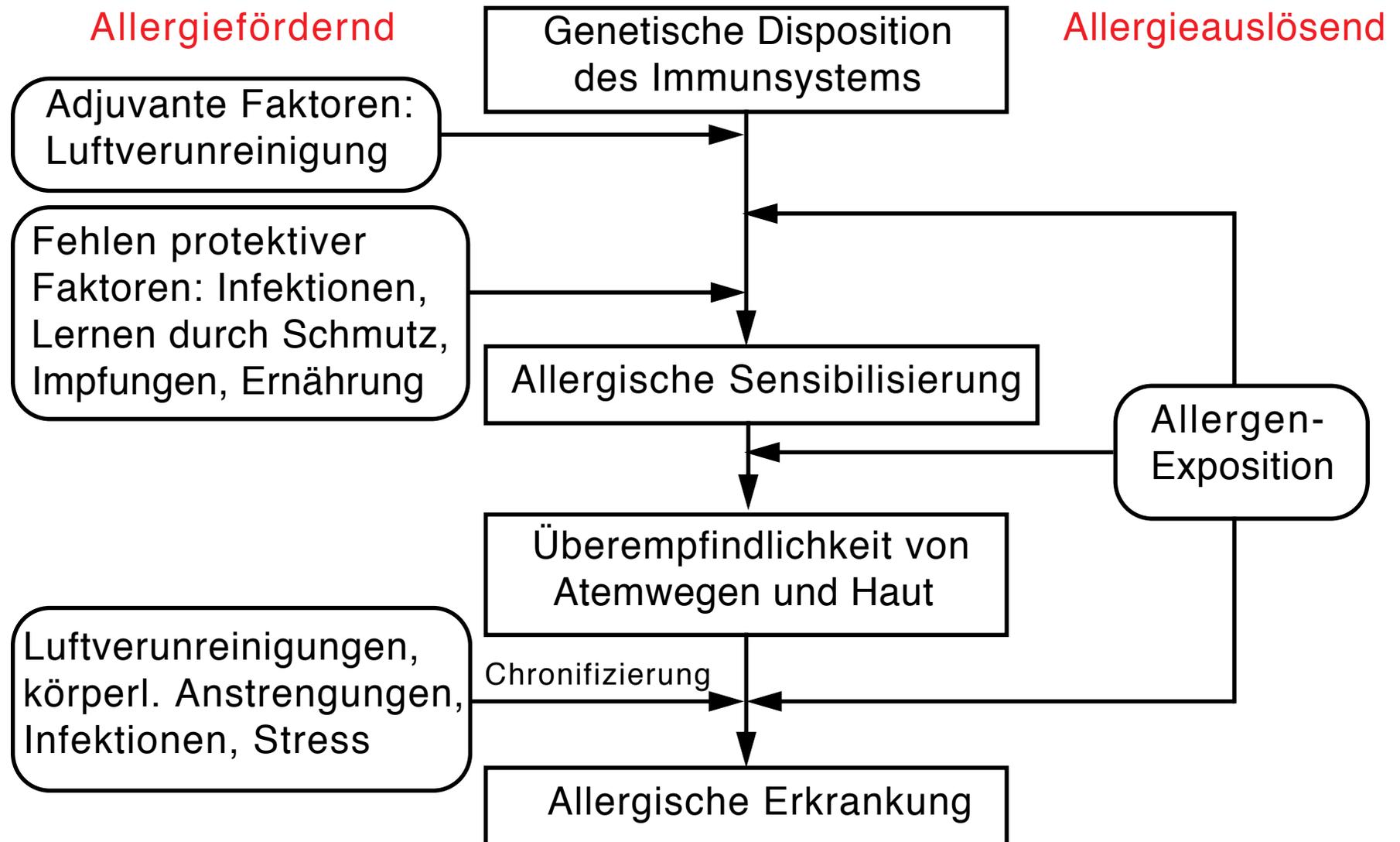
Es existieren vier Reaktionstypen der Allergie, von denen drei auf einer Antikörperreaktion basieren (Typ I bis III) und eine auf einer Abwehrzellreaktion (Typ IV).

Der Reaktionstyp und nicht das Allergen bestimmen das zeitliche Auftreten und die Art der Symptome im Sinne einer Lichtschalter-Methapher:
Unabhängig wer (Allergene) und wie (Aufnahmeart) den Lichtschalter betätigt, es brennt danach Licht (molekulare Reaktionen, die als Symptome wahrgenommen werden).

Symptome allgemein

- Atemwegserkrankungen (z. B. Dauerschnupfen, Heuschnupfen, Asthma bronchiale)
- Hautirritationen (z. B. Kontaktekzem, Neurodermitis)
- Augenprobleme (z. B. Bindehautentzündung)
- Störungen des Verdauungstraktes (z. B. Übelkeit, Krämpfe, Durchfall)
- Fieber ("Heufieber" beim Heuschnupfen)
- Müdigkeit und Konzentrationsstörungen

Determinanten allergischer Erkrankungen



Luftverschmutzung als Erklärung für Pollenallergiezunahme

Fakt: Zunahme von Pollenallergien insbesondere unter Stadtbewohnern (20% der Bevölkerung)

Erklärungsansatz [Ulrich Pöschl et al. (TU München), 02/05 Journal "Envir. Science and Technology"]:

Luftverschmutzung verändert Aminosäuren der Pollenproteine, die dann mit Antikörpern stärker wechselwirken. Unklar ist, ob sie eine heftigere Abwehrreaktionen bewirken oder Allergien verstärkt auslösen.

Stickstoffdioxid bildet mit Ozon das hochreaktive NO₃. Dieses Zwischenprodukt sorgt in der Luft für das Anhängen einer Nitratgruppe an die Aminosäure Tyrosin (Nitrierung). Diese Reaktion findet sehr stark bei Sommersmog statt, wenn Stickoxide und Ozon in hohen Konzentrationen vorliegen.

Studien am GSF-Forschungszentrum (Neuherberg): mit Schadstoff belastete Pollen setzen Botenstoffe (PALM-Moleküle) frei, die Entzündungszellen anlocken, selbst wenn es sich um Nicht-Allergiker handelt.

Hypothese

Durch Verarbeitung in der Lebensmittelindustrie werden Proteine derart verändert, daß stärkere Wechselwirkungen mit Immunsystem entstehen.

Formen der Allergie nach Aufnahmemechanismen

- Inhalations-Allergie

Durch das Einatmen von Allergenen in Staubform: Pollenallergien, Hausstauballergie.

- Nahrungsmittel-Allergie

Verzehr von Nahrungsmitteln, z.B. Erdbeeren, Meeresfrüchten, ... bzw. Konservierungsstoffen.

- Arzneimittel-Allergie

Reaktion auf bestimmte Medikamente, unabhängig von ihrer Darreichungsform als Tablette, Zäpfchen, Infusion usw. (häufiges Allergen ist z.B. Penicillin).

- Insektengiftallergie oder Arachnidengift-Allergie

Nach Insektenstichen von z.B. Bienen oder Wespen bzw. Spinnenbissen.

- Parasitäre oder mikrobielle Allergie

Befall mit Parasiten, wie z.B. Würmern, oder durch Infektionen mit Viren oder Bakterien.

- Kontaktallergie

Durch Hautkontakt mit Allergenen, wie z.B. Nickel, Formaldehyd.

- Lichtallergie (= Sonnenallergie)

Durch Sonnenbestrahlung juckende Quaddeln und Knötchen an den Austrittsstellen der Körperhaare, meist im oberen Brustbereich, an den Armen und im Gesicht,

Herkunft häufiger lufttragender Allergene

Pflanzlich

Pollen, Getreidestaub, Mehle, Textilien, Fasern, Pilzsporen, Holzstaub, Naturgummilatex, ätherische Öle, Enzyme

Tierisch

Epitelien von Säugetieren (Schuppen, Haare), Federn, Säugetierurin, Insektenbestandteile (z.B. Hämoglobin), Bestandteile von Arachniden (z.B. Hausstaubmilbe bzw. deren Ausscheidungen)

Mikrobiell

Enzyme

Chemisch

Isocyanate, Formaldehyd, Epoxydharze, Säureanhydride, Hexachloroplatinate, Azofarbstoffe

Assoziierte Allergiefaktoren

- genetischen Veranlagung, d.h. individuelle Strukturen auf Zelloberflächen
- erhöhte Exposition gegenüber Allergenen, z.B. im Innenraum gegen Tierhaare
- erhöhte Exposition gegenüber Luftschadstoffen (insbesondere im Innenraum)
- allgemeine Lebensbedingungen wie höherer Sozialstatus, urbanes Leben, zu saubere Umgebung
- psychosomatische Faktoren wie Stress

Allergietyp I: Soforttyp 1/3

Am häufigsten auftretende Form der Allergie (> 30% d. Bevölkerung)

Ablauf

1) Sensibilisierung beim Erstkontakt

Antigen/Allergen bindet an einen spezifischen Antikörper (IgE = Immunglobulin Typ E)

IgE: natürliche Reaktion gegen Wurmparasiten, aber auch durch Pflanzenpollen, Nahrungsmittelbestandteile, Insektengifte, Kosmetika oder Medikamente

2) Bei weiteren Kontakten unverhältnismäßige IgE-Freisetzung

3) Signal für Mastzellen chemische Botenstoffe wie Histamin freizusetzen

lokale Entzündungsreaktionen werden als typisch allergische Symptome wahrgenommen

Symptomeintritt sofort bis ca. 1 Stunde nach einem Allergenkontakt

Dauer solange, wie das Allergen im Körper vorliegt.

Beispiele: - Heuschnupfen (Pollenallergie)

- Hausstauballergie

- Atopisches Ekzem

Allergietyp I: Soforttyp 2/3

Symptome

- Juckreiz, Niesen
- Sekretion der Schleimhäute (Nasensekret, Tränenflüssigkeit)
- Verkrampfung der Bronchialmuskulatur
- Gefäßerweiterung, Rötung
- Schwellung
- Quaddelbildung, Bläschenbildung, Nässen auf der Haut

Komplikationen

- Anaphylaktischer Schock mit Blutdruckabfall, Atemstillstand, Kreislaufstillstand
- chronische Entzündungen bei mehrjährigem Krankheitsverlauf, die unabhängig von der Anwesenheit eines Allergens ablaufen (z.B. Mittelohrentzündungen, Nasennebenhöhlenentzündungen, Asthma bronchiale).

Umweltfaktoren

- SO_x, Rußpartikel, Zigarettenrauch führen zu erhöhter Durchlässigkeit der Schleimhaut.
- Abgase (insbes. Diesel) und Zigarettenrauch erhöhen direkt die IgE-Bildung.

Allergietyp I: Soforttyp 3/3

Therapie

- Expositionsprophylaxe (schwierig bei Pollen, Hausstaub, Luftschadstoffen)

- Hyposensibilisierung

Injektion des Allergens in ansteigenden Dosen mindestens sechs Monate.

Bildung von IgG-Antikörper um Allergen zu binden, bevor es zu einer IgE-Reaktion kommt.

Erfolgversprechend:

- solange die Sensibilisierung erst kurze Zeit besteht
- schwach sensibilisierende Allergene
- Konzentration der Allergene klein ist.

Bei Pollen- und Insektengiftallergie häufig Erfolg, bei anderen Formen nur sehr selten.

- Medikamentöse Therapie

- Verhinderung der Freisetzung von Histamin (z.B. Cromoglycin-Säure, Ketotifen)
- Blockierung der Histaminwirkung (z.B. Antihistaminika wie Clemastin oder Cetirizin)
- Hemmung aller entzündlicher Reaktionen (Glukokortikoide aber Nebenwirkungen bei Langzeitanwendung z.B. Osteoporose, Diabetes mellitus, Ödeme)

- Alternative Methoden wie Akupunktur, Homöopathie

Insbesondere bei der Behandlung von Kindern möglicherweise gute Ergebnisse.

Allergietyp II: zytotoxischer Typ 1/2

Ablauf

- 1) Eindringen von Allergene in den Körper unter Umgehung des Magen-Darm-Traktes
- 2) Bildung von IgG- bzw. IgM- Antikörper
- 3) Abwehrreaktionen: Phagozytose und Komplementsystem
- 4) Zerstörung körpereigener Zellen, welche ähnliche Antigene auf ihrer Oberfläche tragen.

Symptomeintritt innerhalb von Minuten bis wenigen Stunden

Betroffen sind nur Zellen/Gewebe, welche entsprechenden Antigene auf ihrer Oberfläche tragen.

Beispiele

- Zerstörung der roten Blutkörperchen nach einer Bluttransfusion mit einer falschen Blutgruppe.
- Abstoßung von Organtransplantaten.
- Auslöser durch Medikamente: Schmerzmittel (Analgetikum), Antibiotika, krampflösende Medikamente.

Allergietyp II: zytotoxischer Typ 2/2

Phagozytose

Spezielle Abwehrzellen (Makrophagen) nehmen durch die Vermittlung von IgG- und IgM-Antikörpern Fremdstoffe auf und zerstören diese im Zellinneren durch Enzyme. Sind die Fremdstoffe so groß für das Zellinnere, so setzen die Abwehrzellen ihre Enzyme nach außen frei, was auch zur Schädigung der Umgebung führt.

Komplementsystem

Durch Antikörper aktivierte Proteine, deren Aktivität gegen Zellmembranen gerichtet ist, und zu einer Zellauflösung führt. Sind die Antikörper gegen Antigene auf körpereigenen Zellen gerichtet, so werden diese zerstört.

Allergietyp III: Immunkomplextyp 1/4

Ablauf

- 1) Antigene und Antikörper bilden einen Immunkomplex (= Verbindungen aus frei löslichen Antigenen und Antikörpern).
- 2) Immunsystem scheitert beim Versuch, den Immunkomplex abzubauen.
- 3) Immunkomplex lagert sich im Gewebe ab.
- 4) Entstehung von Entzündungsreaktionen und enzymatischer Gewebszerstörung.

Unterscheidung nach der Herkunft der Immunkomplexe

- Chronische Infektionen, z.B. mit Streptokokken
- Immunkomplexerkrankungen als Komplikation bei Autoimmunerkrankungen
- Exogen allergische Alveolitis (Entzündung des Lungengewebes nach Allergeneinatmung)

Allergietyp III: Immunkomplextyp 2/4

Chronische Infektionen

Krankheitserreger ([Bakterien](#), [Parasiten](#), [Viren](#)) bilden das Antigen.

Beispiele:

- [Endokarditis](#) (Entzündung der Herzinnenhaut)
- [Rheumatoide Arthritis](#) (Gelenkentzündung).

Immunkomplexerkrankungen als Komplikation bei Autoimmunerkrankungen

Bei Autoimmunerkrankungen bildet der Körper gegen körpereigene Strukturen [Antikörper](#). Diese Autoantikörper können nicht aus dem Körper beseitigt werden, was das [Phagozytosesystem](#) überlastet und zu einer Ablagerung der überschüssigen Immunkomplexe im Gewebe führt.

Beispiele:

- Systemische [Lupus erythematoses](#) (SLE) (Gefäßentzündung durch Immunkomplexablagerung)
- [Nephritis](#) ([Nierenentzündung](#))
- [Arthritis](#) (Gelenkentzündung)

Allergietyp III: Immunkomplextyp 3/4

Exogen allergische Alveolitis

Ablagerung von Immunkomplexen auf Körperoberflächen, insbesondere der Lunge, nach wiederholter Inhalation von antigenen Substanzen von Tieren, Pflanzen oder Schimmelpilzen.

Beispiele:

- Farmerlunge nach ständiger Belastung mit Pilzen aus schimmeligem Heu
- Taubenzüchterlunge nach ständiger Belastung mit Taubenantigenen.

Allergietyp III: Immunkomplextyp 4/4

Ablagerung der Immunkomplexe ist von mehreren Faktoren abhängig

- 1) Größe der Immunkomplexe als Funktion der Größe von Antigenen und Antikörper
Kleinere Immunkomplexe können Membranen durchdringen (z.B. in der Niere) und können in tiefere Gewebeschichten eindringen. Größere Komplexe können Blutgefäße direkt verstopfen, was zum Absterben des nicht mehr durchbluteten Gewebes führt.
- 2) Begünstigung von gefäßwirksamer Substanzen, die eine Erweiterung von Blutgefäßen sowie eine erhöhte Durchlässigkeit der Gefäßwände bewirken. Die vermehrten Thrombozyten können sich an Immunkomplexe anlagern und somit Blutgefäße verstopfen.
- 3) Begünstigung durch Stoffe, welche Abwehrzellen anlocken. Durch fehlgeschlagene Phagozytose kommt es zu zusätzlichen Schädigungen
- 4) Ablagerung an Orten mit hohem Blutdruck sowie turbulenter Strömung, z.B. an Gefäßverzweigungen von Arterien oder in den Filterstrukturen der Niere.

Allergietyp IV: Spättyp 1/2

Typ-IV-Reaktion ist eine zellvermittelte und keine antikörpervermittelte Reaktion auf ein Allergen, das sich über einen langen Zeitraum im Körper befinden muss und nicht durch andere Immunmechanismen beseitigt werden kann.

Es werden T-Lymphozyten aktiviert, welche die Substanz Lymphokine produzieren, was andere Abwehrzellen wie z.B. Makrophagen anlockt, die mit Phagozytose reagieren.

Reaktionen treten bevorzugt an der Haut auf, können prinzipiell aber jedes Organ und jeden Gewebetyp betreffen.

Nach Kontakt mit dem Antigen dauert es 12-48 Stunden bis zur Entwicklung der Symptome.

Allergietyp IV: Spättyp 2/2

Formen der Typ-IV-Reaktion:

	Allergen	Maximale Reaktion	Klinisches Bild
Jones-Mote-Reaktion	<u>Albumin</u>	12 h	<u>Hautschwellung</u>
Kontaktallergie	<u>Chrom</u> , <u>Nickel</u> , <u>Gummi</u>	48 h	<u>Ekzem</u>
Tuberkulinreaktion	<u>Mycobakterium tuberculosis</u> , <u>Leishmanien</u>	48 h	Verhärtung und Schwellung der <u>Haut</u>
Granulomatöse Reaktion	Mucobakterien, <u>Talkumpuder</u>	4 Wochen	Verhärtung der <u>Haut</u>

Proteinbasierte Absorber

Fakt

Auf den menschlichen Körper toxisch wirkende Substanzen reagieren insbesondere durch ihre Bindung an körpereigene Proteine:

- Aldehyde und Isocyanate mit Proteinen der Zellen von Schleimhäuten
- PCP mit Blutplasmaproteinen

Proteinbasierter Absorber

Luftschadstoffe sollen mit Proteinen (d.h. den daraus bestehenden Aminosäuren) eines geeigneten Absorbers reagieren (Umwandlung = Neutralisation oder Bindung) bevor sie in den menschlichen Körper gelangen und dort mit körpereigenen Proteinen toxisch reagieren können.

Proteine 1/7

Die Reaktion der Luftschadstoffe findet mit den Aminosäuren bzw. deren funktionellen Seitengruppen statt. Aminosäuren sind organische Verbindungen mit einer Carboxylgruppe (–COOH, C-Terminus) und einer Aminogruppe (–NH₂, N-Terminus). Die einzelnen Aminosäuren unterscheiden sich in der Art des Restes R.

Abhängig von der Art dieses Restes lassen sich Aminosäuren in verschiedene Gruppen einteilen:

“saure” Aminosäuren und ihre ω-Amide

Asparaginsäure , Glutaminsäure , Asparagin , Glutamin

“basische” Aminosäuren und Tryptophan

Arginin, Lysin, Histidin, Tryptophan

Aminosäuren mit Hydroxylgruppen in der Seitenkette

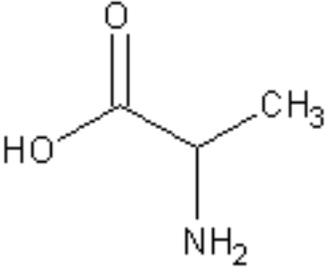
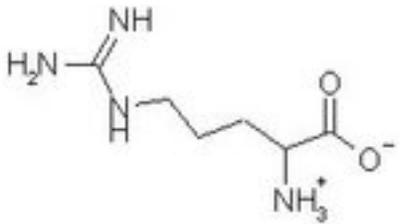
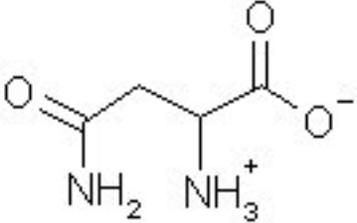
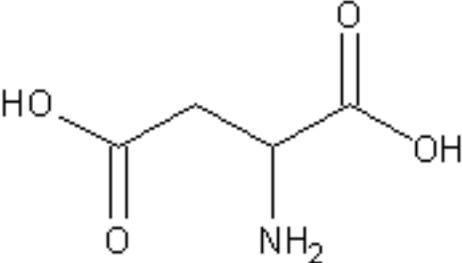
Serin, Threonin, Tyrosin

schwefelhaltige Aminosäuren

Cystein, Thiocystein, Cysteinsäure, Cystin, Lanthionin, Methionin

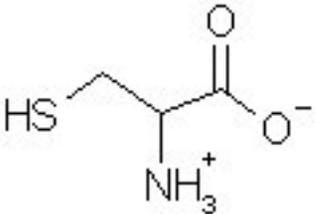
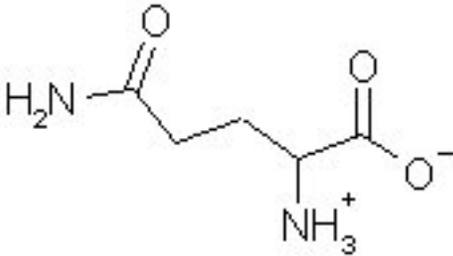
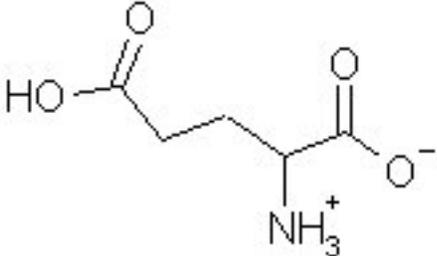
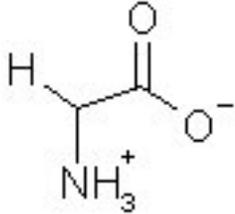
Proteine 2/7

Abb. aus wikipedia.de

<p><u>L-Alanin</u> (Ala)</p>	 <p>The structure shows a central carbon atom bonded to a hydrogen atom (not explicitly shown), an amino group (NH₂), a carboxyl group (COOH), and a methyl group (CH₃).</p>	<p><u>L-Arginin</u> (Arg) semi-essentiell</p>	 <p>The structure shows a guanidino group (H₂N-C(=NH)-NH-) attached to a propyl chain, which is further attached to a nitrogen atom bonded to a hydrogen atom and a carboxylate group (COO⁻).</p>
<p><u>L-Asparagin</u> (Asn)</p>	 <p>The structure shows a central carbon atom bonded to a hydrogen atom (not explicitly shown), an amino group (NH₂), a carboxylate group (COO⁻), and a side chain consisting of a methylene group and a carbonyl group bonded to an amino group (NH₂).</p>	<p><u>L-Asparaginsäure</u> (Asp)</p>	 <p>The structure shows a central carbon atom bonded to a hydrogen atom (not explicitly shown), an amino group (NH₂), a carboxyl group (COOH), and a side chain consisting of a methylene group and a carboxyl group (COOH).</p>

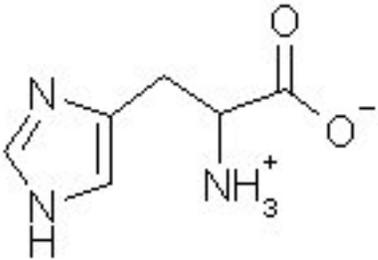
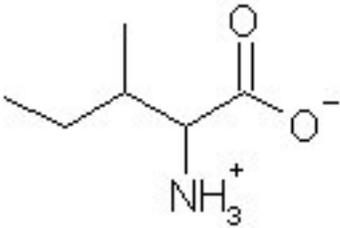
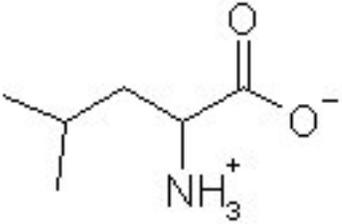
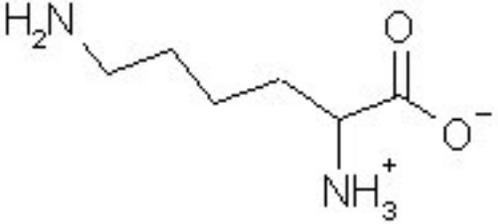
Proteine 3/7

Abb. aus wikipedia.de

<u>L-Cystein</u> (Cys)	 <p>Chemical structure of L-Cysteine (Cys) in its zwitterionic form. It features a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH_3^+), a carboxylate group (COO^-), and a side chain consisting of a methylene group and a thiol group (HS-).</p>	<u>L-Glutamin</u> (Gln)	 <p>Chemical structure of L-Glutamine (Gln) in its zwitterionic form. It features a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH_3^+), a carboxylate group (COO^-), and a side chain consisting of two methylene groups and an amide group (NH_2).</p>
<u>L-Glutaminsäure</u> (Glu)	 <p>Chemical structure of L-Glutamic acid (Glu) in its zwitterionic form. It features a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH_3^+), a carboxylate group (COO^-), and a side chain consisting of two methylene groups and a carboxylic acid group (COOH).</p>	<u>Glycin</u> (Gly)	 <p>Chemical structure of Glycine (Gly) in its zwitterionic form. It features a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH_3^+), and a carboxylate group (COO^-).</p>

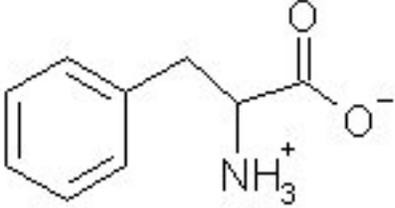
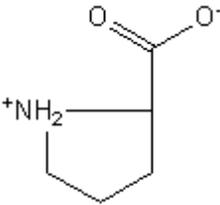
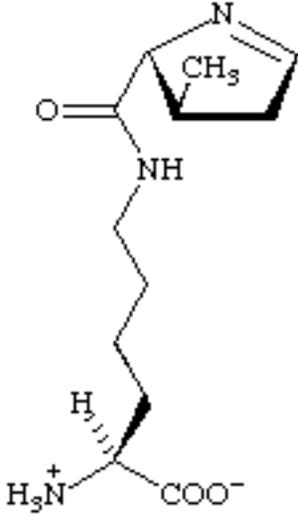
Proteine 4/7

Abb. aus wikipedia.de

<p><u>L-Histidin</u> (His) semi-essentiell</p>	 <p>The chemical structure of L-Histidine shows a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH₃⁺), a carboxylate group (COO⁻), and a side chain consisting of a methylene group attached to an imidazole ring.</p>	<p><u>L-Isoleucin</u> (Ile) essentiell</p>	 <p>The chemical structure of L-Isoleucine shows a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH₃⁺), a carboxylate group (COO⁻), and a side chain consisting of a methylene group attached to a chiral carbon, which is further bonded to a methyl group and an ethyl group.</p>
<p><u>L-Leucin</u> (Leu) essentiell</p>	 <p>The chemical structure of L-Leucine shows a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH₃⁺), a carboxylate group (COO⁻), and a side chain consisting of two methylene groups attached to a chiral carbon, which is further bonded to two methyl groups.</p>	<p><u>L-Lysin</u> (Lys) essentiell</p>	 <p>The chemical structure of L-Lysine shows a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom, an amino group (NH₃⁺), a carboxylate group (COO⁻), and a side chain consisting of four methylene groups attached to a primary amino group (H₂N).</p>

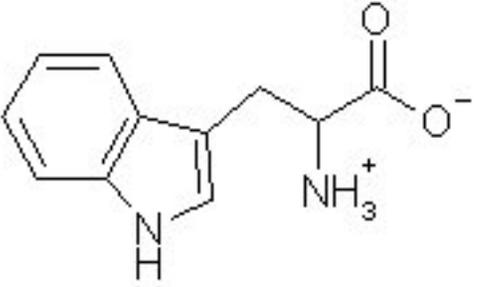
Proteine 5/7

Abb. aus wikipedia.de

<p><u>L-Methionin</u> (Met) essentiell</p>		<p><u>L-Phenylalanin</u> (Phe) essentiell</p>	 <p>The image shows the chemical structure of L-Phenylalanine. It consists of a central alpha-carbon bonded to a hydrogen atom (not explicitly shown), an amino group (NH₃⁺), a carboxylate group (COO⁻), and a side chain consisting of a methylene group (-CH₂-) attached to a phenyl ring (C₆H₅).</p>
<p><u>L-Prolin</u> (Pro)</p>	 <p>The image shows the chemical structure of L-Proline. It is a six-membered ring containing one nitrogen atom (NH₂⁺) and one carbonyl group (C=O). The nitrogen atom is bonded to two hydrogen atoms, and the carbonyl group is bonded to an oxygen atom with a negative charge (O⁻).</p>	<p><u>Pyrrolysin</u></p>	 <p>The image shows the chemical structure of Pyrrolysin. It features a pyrroline ring system (a five-membered ring with one nitrogen atom and a double bond) attached to a side chain. The side chain consists of a methylene group (-CH₂-) attached to a nitrogen atom (NH), which is further attached to a methylene group (-CH₂-). The terminal carbon of the side chain is bonded to a hydrogen atom (H), a methylammonium group (H₃N⁺), and a carboxylate group (COO⁻).</p>

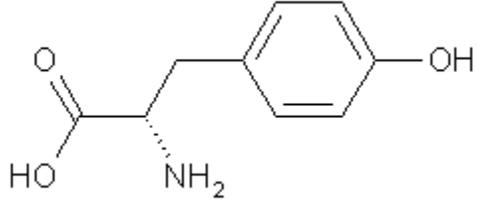
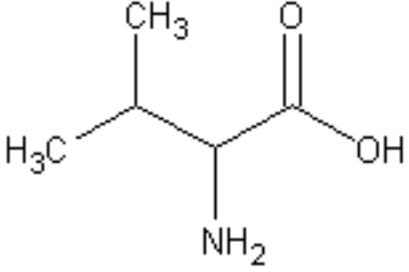
Proteine 6/7

Abb. aus wikipedia.de

<p><u>L-Selenocystein</u> (Sec)</p>	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{SeH} \end{array} $ <p>Selenocystein (Sec)</p>	<p><u>L-Serin</u> (Ser)</p>	$ \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \end{array} $
<p><u>L-Threonin</u> (Thr) essentiell</p>	$ \begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH} - \text{C} - \text{O}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array} $	<p><u>L-Tryptophan</u> (Trp) essentiell</p>	

Proteine 7/7

Abb. aus wikipedia.de

<p><u>L-Tyrosin</u> (Tyr)</p>	 <p>The chemical structure of L-Tyrosine shows a central chiral carbon atom bonded to a carboxyl group (HO-C=O) on the left, an amino group (NH₂) on a dashed bond pointing down, a hydrogen atom on a wedge bond pointing up, and a para-hydroxybenzyl side chain (a methylene group connected to a benzene ring with a hydroxyl group at the para position) on the right.</p>	<p><u>L-Valin</u> (Val) essentiell</p>	 <p>The chemical structure of L-Valine shows a central chiral carbon atom bonded to a carboxyl group (HO-C=O) on the right, an amino group (NH₂) on a vertical bond pointing down, a hydrogen atom on a wedge bond pointing up, and an isopropyl side chain (a methylene group bonded to two methyl groups, H₃C and CH₃) on the left.</p>
-----------------------------------	--	--	---

Aldehyde in Innenräumen 1/3

Hepfner et al.: C₄-C₉-Aldehyde im Innenraum

Verschiebung der innenraumrelevanten VOC's von Alkanen, Aromaten und chlorierte Kohlenwasserstoffe hin zu Terpenen und polaren Verbindungen wie Aldehyde, Alkoholen, Glykolderivaten, Estern und Ketone

Ursache

Substitution klassischer Lösungsmittel (z.B. in Farben, Lacken und Klebstoffen) z.B. durch Leinöl-produkte (sog. Naturfarben, Linoleum, ...)

Aldehyde entstehen durch

- Veresterung des Leinöl
- Autooxidation ungesättigter Fettsäuren in Leinöl und Alkydharzen
- Lipidperoxidation

Aldehyde in Innenräumen 2/3

Quellen von Aldehyden im Innenraum

Quelle	Emittierte Substanzen
Bodenbeläge, Linoleum, Parkett	C ₅ -C ₁₁ -Aldehyde insbes. Hexanal
Anstriche, Farben, Lacke	C ₅ -C ₈ -Aldehyde
Dämmstoffe	C ₄ -C ₁₀ -Aldehyde
Holzwerkstoffe	Hexanal
Haushaltsprodukte	C ₅ -C ₁₀ -Aldehyde

Aldehyde in Innenräumen 3/3

Vorsorgewerte von Aldehyden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hamburger Behörde für Umwelt und Gesundheit (2004))

C ₃ -C ₆ -Aldehyde	<u>Propanal</u>	<u>Butanal</u>	<u>Hexanal</u>
100	20	10	20

Konzentration von Aldehyden in einem deutschen Krankenhaus in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nach Plieninger & Höfer (2001))

<u>Butanal</u>	<u>Pentanal</u>	<u>Hexanal</u>	<u>Heptanal</u>	<u>Octanal</u>	<u>Nonanal</u>
9	16	50	6	11	40

Reaktion von Aldehyden mit Proteinen am Bsp. Formaldehyd 1/3

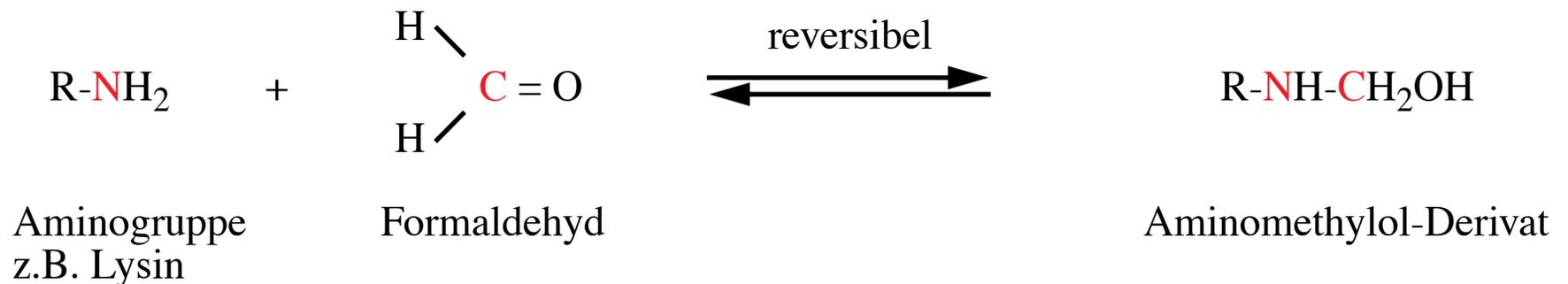
Die proteinvernetzende Eigenschaften der Aldehyde und somit auch des Formaldehyds durch die bioreaktive Carbonylgruppe sind seit vielen Jahren bekannt, und werden in technischen Anwendungen genutzt.

Reaktionstyp Umwandlung = Neutralisation: Verbrauch der Aldehyde

Gegensatz zu Bindung: Einlagerung der Luftschadstoffe in das Absorbermaterial; mögliche Freisetzung durch bestimmte Umweltfaktoren (insbes. hohe Temperaturen, pH-Veränderungen, ...).

Bei der Neutralisation von Formaldehyd reagiert in einem ersten Schritt die Aldehydgruppe mit einer Aminoseitengruppe einer Aminosäure wie z.B. von Lysin, Glutamin, Tyrosin, Histidin, ..., wobei ein Aminomethylol-Derivat entsteht.

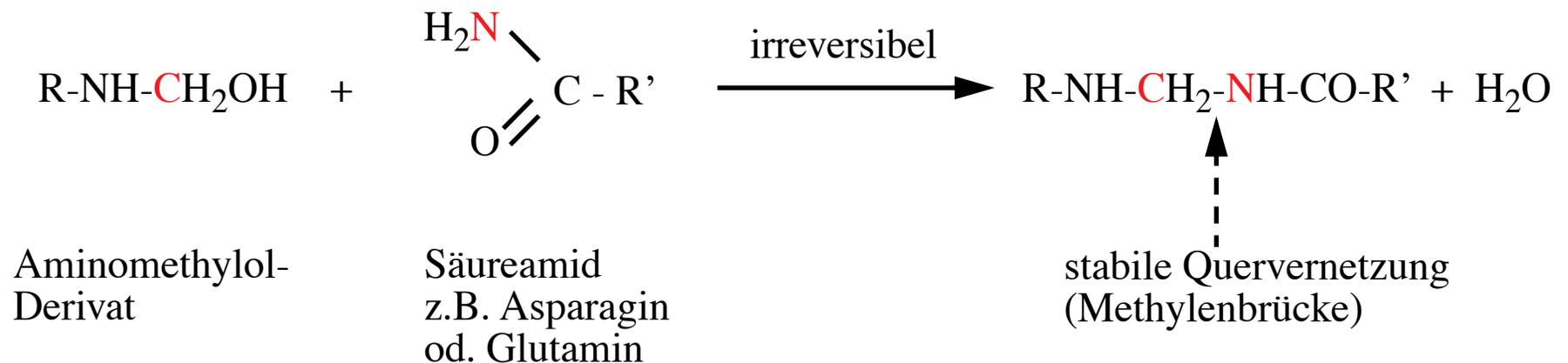
Schritt 1: Additionsreaktion



Reaktion von Aldehyden mit Proteinen am Bsp. Formaldehyd 2/3

In einem zweiten Schritt reagiert das Aminomethylol-Derivat mit einem Säureamid einer benachbarten Aminosäure. Dadurch entsteht eine stabile Querverbindung durch eine Methylenbrücke, was letztlich zu einer Vernetzung des Proteins führt.

Schritt 2: Kondensationsreaktion

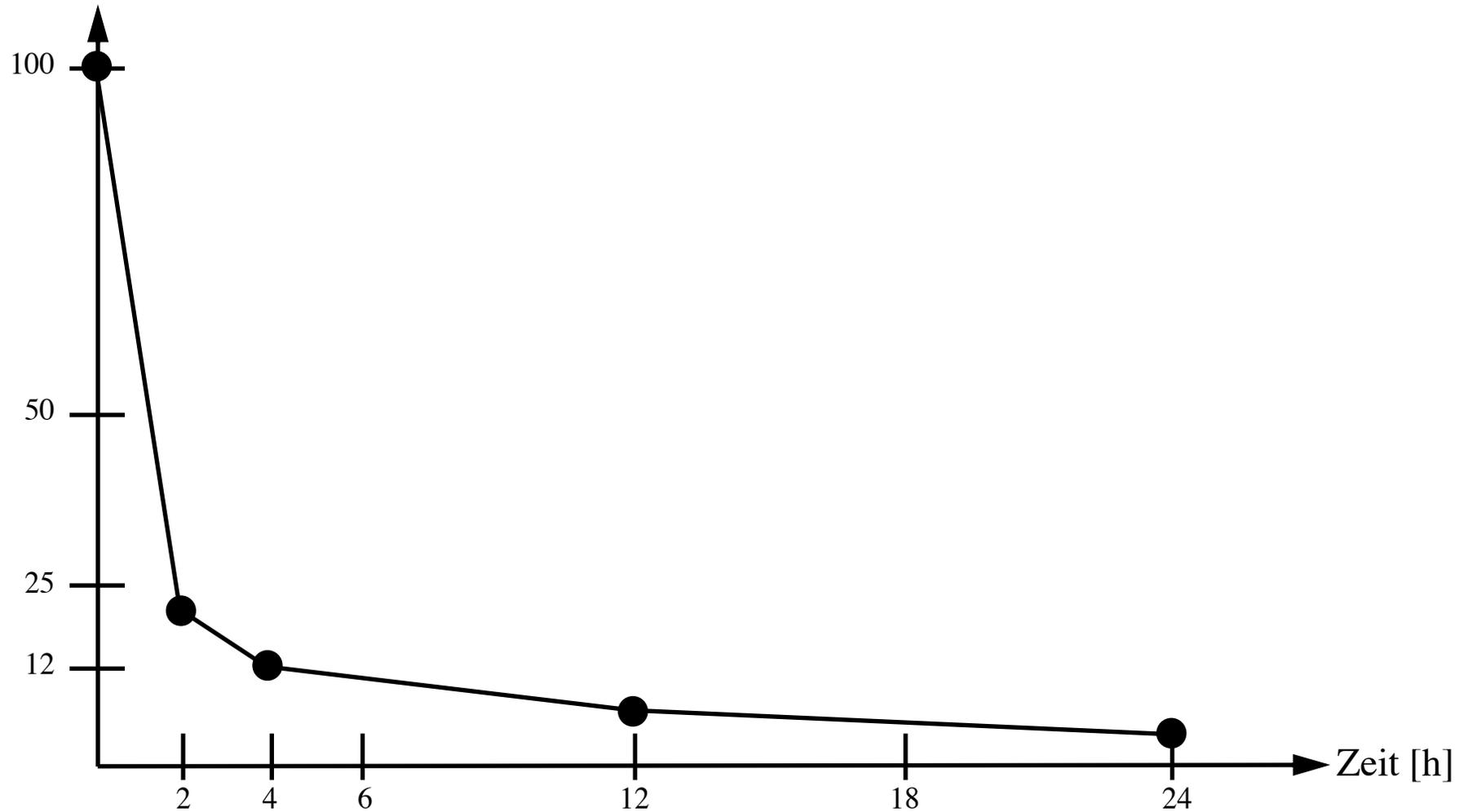


Reaktion von Aldehyden mit Proteinen am Bsp. Formaldehyd 3/3

Prüfkammerversuch der Absorption von Formaldehyd an einem Protein-Absorbervlies

(nach Zwiener et al. (1999))

Formaldehydkonzentration [%], 100% \approx 300ppm



Neutralisation von Luftschadstoffen durch Proteine 1/2

- Aldehyde

- Methanal (Formaldehyd): aus Bau- und Holzwerkstoffen, Zigarettenrauch
 - Ethanal (Acetaldehyd), Propanal (Propionaldehyd), Butanal (Butyraldehyd),
Pentanal (Amylaldehyd): aus Bau- und Holzwerkstoffen
 - Phenylmethanal (Benzaldehyd): aus Lacken und Oberflächenbehandlungen
 - Hexanal (Hexanaldehyd), Heptanal (Heptylaldehyd), Octanal (Octylaldehyd),
Nonanal (Nonylaldehyd), Decanal (Decylaldehyd): aus Bodenbelägen, Anstrichen,
Dämmstoffen, Holzwerkstoffen, Haushaltsprodukten
 - Furfural (Furaldehyd): aus Kork
 - Proprenal (Acrolein, Acrylaldehyd), Butenal (Crotonaldehyd): aus Zigarettenrauch
 - Glyoxal (Oxalaldehyd), Pentandial (Glutardialdehyd): aus Oberflächendesinfektions-
lösungen
- Isocyanate : aus Baustoffen

Neutralisation von Luftschadstoffen durch Proteine 2/2

- Nitrosamine: aus Zigarettenrauch
- Styrol: aus Isoliermaterialien
- Stickoxide (Umwandlung und Absorption): aus Laserdruckern und Verbrennungsmotoren
- Schwefeloxide (Umwandlung und Absorption): aus Verbrennungsmotoren

Bindung von Luftschadstoffen durch Proteine

- Amine
- Alkane
- Aromate wie Toluol, Xylol, Kresol
- Ester
- Phenole
- Schwefeloxide
- Stickoxide
- Terpene

Ökologisch, umweltmedizinisch und baubiologisch optimierte Kunstwerke

Gesundheitskunst (Ziel)

Kunstwerke, die einen objektiv quantifizierbaren Einfluss auf Umweltfaktoren besitzen, welche die Gesundheit positiv beeinflussen.

Methodik zur Zielerreichung

- Integration von funktionellen Absorbermaterialien in Kunstwerke => Absorption
- Integration von ökologisch unbedenklichen Materialien in Kunstwerke => keine Emission

Ziel sind ökologisch, umweltmedizinisch und baubiologisch optimierte Kunstwerke

- Verwendung nachwachsender Naturstoffe für Absorbermaterialien
- Verwendung nachwachsender Naturstoffe für Aufspann- und Rahmenkonstruktion
- Verwendung ökologischer Farben und Bindemittel für Kunstwerk
- Versiegelung von sonstigen Farbflächen und Leinwand mit Schellack
- Verwendung ökologischer Farben für Rahmenkonstruktion
- Verwendung ökologischem Holz aus lokalem Anbau
- Verwendung lokaler Handwerker bzw. sozialer Einrichtungen, die entsprechende Dienstleistungen anbieten (z.B. Behindertenwerkstätten)

AROSHU-1, -3, -5

Fakt

Geschwindigkeit der Neutralisation bzw. Bindung von Luftschadstoffen ist abhängig von der Fläche des verwendeten Absorbentmaterials (Reaktion an Grenzfläche Luft-Protein)

Vlies ist ein textiles Flächengebilde aus einzelnen Fasern

Naturfaservlies => Einschränkung für Naturfaser-Allergiker

Vliesfläche = Makroskopische Fläche des Vlieses

Absorberfläche = normierte Summe der Oberflächen der Fasern, die Kontakt zur Luft besitzt

Effektive Wirkfläche eines Absorbers: Absorberfläche * Vliesfläche

Faustregel für Absorbervlies in AROSHU-Kunstwerken

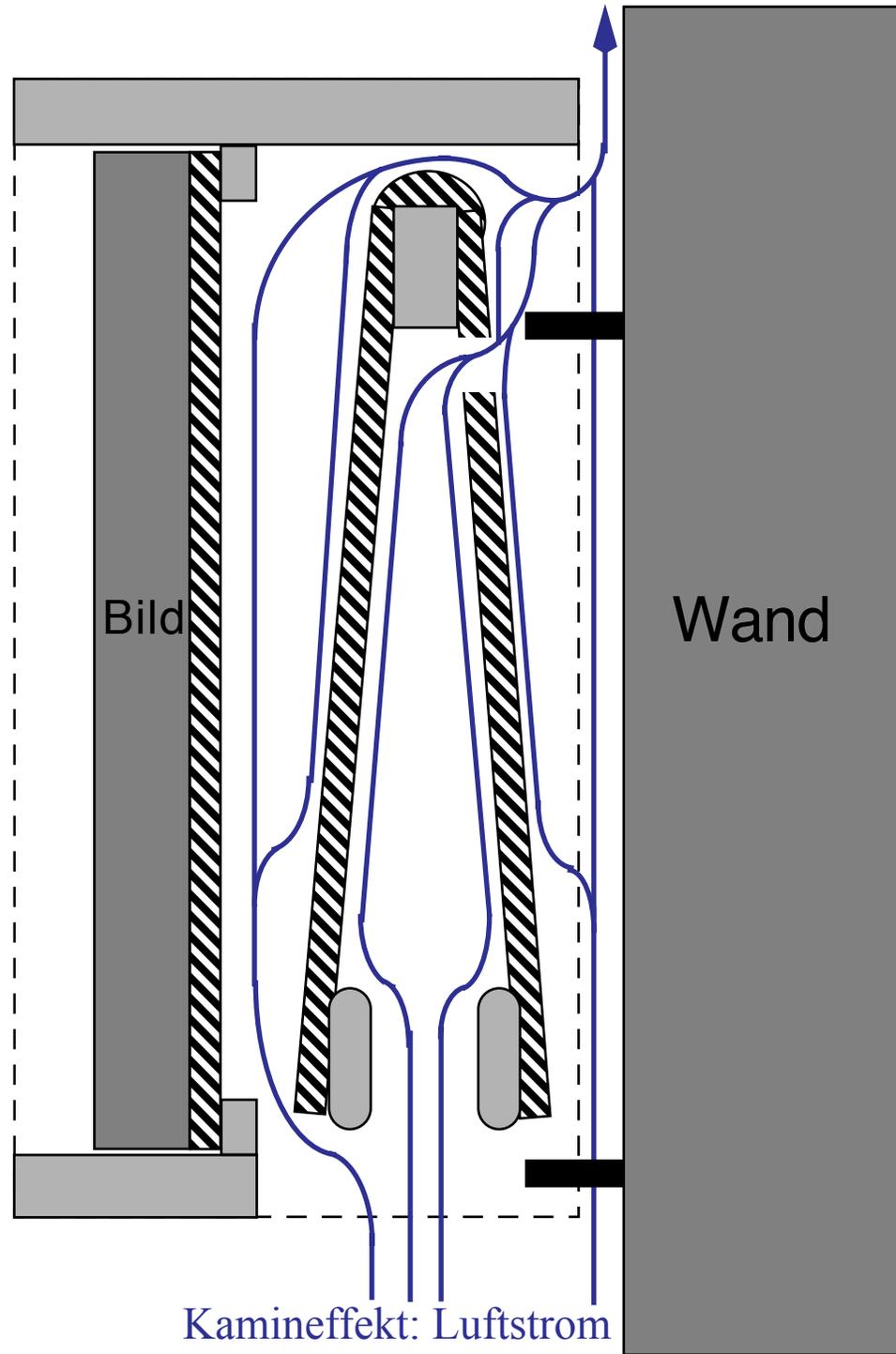
1 m² Vliesfläche kann 20 m³ Innenraumvolumen entgasen (bei entsprechendem Luftkontakt)

AROSHU-Konzept mit spezieller Aufhängung des Absorbervlieses

=> Vielfaches der Bildfläche als Vliesfläche: 1- bis 5-fache Vliesfläche

=> Flexible, individuelle Lösungen für unterschiedliche Raumvolumen und Wandflächen

AROSHU-5 Seitenansicht



Potenziale der Gesundheitskunst

Grundlage 1

Anzahl der Personen, die an ihrer eigenen Gesundheit bzw. an Gesundheit von Familie/Freunden interessiert sind, ist sehr viel größer als die Anzahl der Personen, die an zeitgenössischer Kunst interessiert sind.

Grundlage 2

Zivilisationskrankheiten nehmen weiterhin stark zu (dazu gehören auch Allergien, SBS, ...)

=> Große Potenziale der Gesundheitskunst

- Potenzial der Weiterentwicklung des Absorberkonzeptes
- Potenzial der Weiterentwicklung in anderen Kunstformen
- Potenzial der Verbreitung von Kunstwerken
- Potenzial der Verbreitung von assoziierten Ideen und Konzepten
- Ökonomische Potenziale

Potenzial der Weiterentwicklung des Absorberkonzeptes 1/2

Ist-Situation

Verwendung **eines** Absorbermaterials

Weiterentwicklung

Verwendung **mehrerer** Absorbermaterialien, die auf unterschiedliche Gruppen von Luftschadstoffen spezialisiert sind.

Ziele

- Luftschadstoffe, die bislang nur gebunden werden können, sollen neutralisiert werden.
- Abdeckung eines größeren Spektrums von VOCs
- Spezialisierung auf konkrete Belastungssituationen in Innenräumen

Mögliche Strategie

Nutzung zukünftiger Entwicklungen der chemischen Nanotechnologie für Absorbermaterialien, unter Berücksichtigung der Gefahren von Ultrafeinpartikel (Nanopartikel)

Potenzial der Weiterentwicklung des Absorberkonzeptes 1/2

Zusammenarbeit mit LuftanalySELabore

- 1) Probenahme durch Experte vor Ort mit Ermittlung von Umweltparametern wie Luftwechselrate, Luftfeuchtigkeit etc.
- 2) Analyse der Proben
- 3) Auswahl von Absorbermaterialien in Abh. von nachgewiesenen Luftschadstoffen
- 4) Festlegung von Absorberflächen in Abh. von nachgewiesenen Konzentrationen
- 5) Festlegung von Bildfläche in Abh. von Absorberflächen und Wandflächen

Potenzial der Weiterentwicklung in anderen Kunstformen

Ist-Situation

Verwendung von **Tafelbildern**, in die funktionelle Materialien integriert sind

Weiterentwicklung

Verwendung **anderer Kunstformen**, in die funktionelle Materialien integriert

- Leuchtkästen, Leuchtobjekte: Termik der Leuchtmaterialien kann Kamineffekt unterstützen
- Skulpturen
- Kinetische Kunst
- Installationen
- Klangkunst: Vibrationen der Luft können Schwebeteilchen (Feinstäube) ausfällen
- ...

Potenzial der Verbreitung von Kunstwerken

Kunst für alle

- als ein Ziel der bürgerlichen Aufklärung seit dem 18. Jahrhundert
- Kunst betrachtet Phänomene aus unterschiedlichsten Perspektiven
 - => Unterstützung von mentaler Offenheit und Toleranz
 - Referenz an das antike Ideal des Schönen-Guten-Wahren

Nicht realisierbar, wenn Unikat-Konzept in der Kunstproduktion eine zentrale Rolle spielt

Lösungsansatz: reproduzierbare Originale (= durch Künstler autorisierte Werke)

Autorisation durch Künstler wird in der Regel durch eine Signatur gewährleistet

Multiple

Kunstwerk, das prinzipiell in einer beliebigen Anzahl fertigbar ist. Der Künstler ist primär Gestalter, der Form, Größe, Materialien, Techniken, Auflage u.ä. festlegt, während die Ausführung meist von spezialisierten Fachkräften übernommen wird, oft durch maschinelle Unterstützung bzw. in manufakturartiger Organisation.

=> Verbindung der Konzepte Gesundheitskunst und Multiple

Potenzial der Verbreitung von assoziierten Ideen und Konzepten

Grundlage 3

Gesundheitskunst kann unabhängig gestaltet werden von formalen und inhaltlichen Gesichtspunkten der integrierten Komponente “Kunst”

=> “Trojanisches Pferd” für eine Vielzahl von künstlerischen Ansätzen und Aussagen

Verbreitung von Gesundheitskunst führt zu Verbreitung von

- künstlerischen Aussagen z.B. Methodik Evolutionäre Kunst, Transhumanist Arts Manifesto
- politischen Aussagen
- futurologischen Aussagen z.B. Kryonik, Transhumanismus
- ökologischen Aussagen
- ...

Ökonomisches Potenzial für Künstler 1/2

Grundlage 4

Ökonomische Situation bildender Künstler wird immer schwieriger, da sich die ökonomische Gesamtsituation weiter verschärfen wird (als Folge einer Globalisierung i.S. eines Raubtierkapitalismus) und der Staat sich immer weiter aus der Kultur zurückzieht.

Gesundheitskunst als Lösungsvorschlag

Nutzen “Gesundheit” als Argument für den Kauf zeitgenössischer Kunstwerke, ohne formale und inhaltliche Konzessionen für den Künstler

=> Basis für langfristiges künstlerisches Schaffen

Potenzial

Bewegung “Gesundheitskunst”, mit einer Vielzahl von Künstlern, die unterschiedlichste formalen Ansätze und Stile repräsentieren

=> Abdecken eines breiten “Geschmacks”-Spektrum für Käufer

Ökonomisches Potenzial für Künstler 2/2

Mögliche zukünftige Strategien

- Zertifizierungs- und Lizenzierungsstrategien für andere Künstler
- Vertriebsgemeinschaften
- Einkaufsgemeinschaften
- Produktionsgemeinschaften
- Portal für Gesundheitskunst
- ...

Zusammenfassung der Vorteile von AROSHU[®]-Bildern 1/2

- Eine **Vielzahl** von Luftschadstoffen können neutralisiert bzw. gebunden werden.
- **Unmittelbare Verringerung** der Luftschadstoffe direkt nach dem Aufhängen eines Bildes
- Schadstoffabsorption **über Jahrzehnte** (prognostiziert nach Prüfkammerversuchen)
- Flexible, **individuelle Lösungen** für unterschiedliche Raumgrößen und Wandflächen
- Verwendung zur **Sanierung** und zur **Prävention**
- **Einfache Installation** ohne großflächige Decken- oder Wandarbeiten
- **Schnelle Installation** z.B. durch zwei Wand- oder Deckenschrauben
- **Saubere Installation** ohne viel Schmutz
- **Keine teuren Arbeitsschutzmaßnahmen**
- **Keine bauphysikalischen** Veränderungen notwendig

Zusammenfassung der Vorteile von AROSHU[®]-Bildern 2/2

- Dauerhaftere Lösung im **Vergleich zur Versiegelung** von Schadstoffquellen, da Versiegelungsanstriche altern und porös werden können
- Einfache **Entsorgung** des Absorbermaterials durch fachgerechte Kompostierung
- **Kostengünstiger** als Totalsanierung
- **In vielen Fällen kostengünstiger** als Installation von Wand- oder Deckeninstallation in Abhängigkeit von **Handwerkerkosten**
- **Ästhetisch** ansprechendere Lösungen im Vergleich zu steril wirkenden Wand- oder Deckeninstallationen

Märkte für Gesundheitskunst

- **Gesundheitlich sensible** Bereiche: Praxen, Kliniken, Pflegeeinrichtungen, Altenheime, Kindergärten, Schulen, ...
- **Büroräume** mit Elektrogeräten: Computer, Drucker, Monitore
- **Wohnräume** mit Elektrogeräten: Computer, Drucker, Monitore
- Wohn- und Büroräume von **Allergikern** (Ausnahme: Naturfaserallergiker)
- **Aufenthaltsräume, Warteräume**
- **Seminarräume**
- **Hotellerie**
- **Gastronomie**
- **Raucherbereiche** (Wohnungen, ...)
- Wohn- und Büroräume mit speziellen **Aldehydproblemen (insbes. Formaldehyd)** (> 10 % der deutschen Haushalte; international??)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!