

**FIUC-Bericht 2004-02**

**Baubiologische Aspekte  
für Schulgebäude  
aus Sicht der Umweltchemie  
- eine Übersicht**

**von Dipl.-Chem. H.-D.Stürmer**

**Freiburg, 12. März 2004**

**1. Aufgabenstellung dieses Berichtes**

Unser Institut wurde von Herrn E. Wiendl, Realschullehrer in der Eifel, im Februar 2004 gebeten, wesentliche Aspekte und Kriterien für die "Baubiologische Begehung" von Schulgebäuden zusammenzustellen.

Aus der Erfahrung, die am Freiburger Institut für Umweltchemie im Rahmen der Beurteilung von zahlreichen (etwa 30) Schulen und Kindergärten in Baden-Württemberg seit 1988 gewonnen wurde, werden im Folgenden die wesentlichen Aspekte zusammengestellt, auf die bei einer Beurteilung von Schulgebäuden im Hinblick auf die gesundheitliche Vorsorge geachtet werden sollte.

weiter Seite 2

## 2. Medizinische Hinweise auf Innenluftprobleme

Häufig ist aus dem medizinischen Beschwerdebild, das den örtlichen Personalräten zumeist bekannt ist, bereits ein Hinweis auf Problemfelder zu entnehmen.

Wir empfehlen daher, im Vorfeld die folgenden Fragen mit den Kollegen+innen zu diskutieren und bei auffälliger Häufung gezielt auf die später genannten Problemfelder zu achten:

- Charakteristische Geruchsprobleme, auch seitens der Eltern geäußert
- Reizung von Schleimhäuten und Augen in gewissen Gebäudebereichen
- Kopfschmerzen nach längerem Unterricht in Gebäudebereichen
- Häufung chronischer Gelenkschmerzen
- auffällig häufiges Auftreten allergischer Reaktionen (auch bei Schülern)
- überdurchschnittlicher Krankenstand mit Hinweis auf Immunschwächen
- Auftreten von medizinischen "Wellen" unabhängig vom Bild in der allgemeinen Bevölkerung, meist im Zusammenhang mit Jahreszeiten.

So sehr sich heute viele Ärzte heute einerseits um Umweltmedizin bemühen und teilweise exakt chemische Befunde vorher vermuten, so bedauerlich ist andererseits, daß einige ihre Patienten mit "rätselhaften" Symptomen heute noch vorzugsweise eher zum Psychiater schicken als zu einem chemischen Institut, das sich mit Giften in der Umwelt beschäftigt. Selbstverständlich gibt es Menschen, beispielsweise als Alters-Paranoiker, die sich eine Vergiftung einbilden, aber nach unserer Erfahrung kann einem deutlichen Anteil dieser Patienten durch konkrete Maßnahmen gegen Fremdstoffe - am Arbeitsplatz oder auch im häuslichen Umfeld - tatsächlich geholfen werden.

## 3. Störungen der physikalischen Grundbedingungen

Viele Schulgebäude wurden in einer Zeit gebaut, als man an das technisch Machbare schlechthin glaubte, ohne Rücksicht auf das "Naturwesenhafte" der darin arbeitenden Menschen. Die Folge ist, dass Material und technische Einrichtungen häufig nicht den inzwischen gerade von der Technik vorgegebenen Rahmenwerten (z.B. VDI-Richtlinien zu Klimaanlage) entsprechen (wobei man sich über den "behaglichen Bereich" nach DIN 1946 und DIN 33403 trefflich streiten kann), .

Voraussetzung für ein gesundes Wohnen und damit Grundbedingung für eine sinnvolle chemische Untersuchung im Beschwerdefall ist, daß die physikalischen Bedingungen für Wohlbefinden eingehalten werden.

weiter Seite 3

Diese Erkenntnis ist keineswegs neu: so haben schon die Pioniere der Hygienik wie Max von Pettenkofer im 19. Jahrhundert die Bedeutung von Frischluft, Kohlendioxidanteil und Licht erkannt und in ärztliches Handeln umzusetzen versucht.

Zu beachten sind vorab folgende Randbedingungen:

- Temperatur zwischen 18 und 21 °C im Winter, 22 bis 30 °C im Sommer,
- relative Luftfeuchte möglichst zwischen 42 und 65 % ,
- keine Zugluft, etwa durch engstrahlige Lüftungen,
- regelmäßige Entfernung lockerer Stäube.

Die heutigen Innenluftbelastungen sind in der Regel ganz anderer Natur: waren damals Ruß oder Fäulnis charakteristische Quellen für Innenluftprobleme, so sprechen wir heute in erster Linie über Chemikalien als Ursache für gesundheitliche Probleme, die mit der Innenraumluft zusammenhängen.

Schädlich ist besonders die zu trockene Luft in der Heizperiode, da viele Menschen schon unter 40 % r.F. mit Schleimhautreizungen reagieren, außerdem der Staub leichter freigesetzt wird und sich auf den Heizkörpern absetzt, wo es zur Entwicklung von Gasen kommen kann.

Zu feuchte Bedingungen bewirken andererseits leicht biologische Probleme (durch Begünstigung von Milben und Schimmelpilzen, siehe unten).

Schließlich zählt zu den physikalischen Problemfeldern die Radioaktivität, besonders in Form von Radonbelastung in den Bergbauzonen der Mittelgebirge. Auf diese regional bedeutsame Fragestellung kann hier nicht näher eingegangen werden, für Rheinland-Pfalz ist jedoch im Bereich der Schiefergebirge daran zu denken.

#### **4. "Elektrosmog"**

Zu den physikalischen Problemen, die in den vergangenen Jahren zunehmend als beachtenswert erfahren wurden, zählen jedoch die von elektrischen und besonders hochfrequenten elektromagnetischen Feldern, die in Einzelfällen zweifellos das Wohlbefinden stören können. Bei Begehungen zu beachten und gegebenenfalls messtechnisch zu überprüfen sind aus unserer Sicht heute mit Sicherheit

- Überlandleitungen in unmittelbarer Nähe der Gebäude,
- nicht ausreichend abgeschirmte Transformatoranlagen in der Nähe,
- Radaranlagen auch in der weiteren Umgebung
- elektrostatische Aufladung durch Kunststoffböden oder Felder.

weiter Seite 4

Die Aufladung kann sehr einfach mit einem kleinen elektrischen Messgerät und einem hohen Widerstand gemessen werden, indem man die Spannung zwischen der Hautoberfläche und dem Erdpotential misst (guter Schülerversuch!).

In seiner Bedeutung noch weitgehend unklar ist dagegen der Bereich des derzeit vieldiskutierten Elektromogs hochfrequenter Felder, wie sie von Mobiltelefonen, viel stärker noch aber von tragbaren Festnetzgeräten (DECT-Standard) ausgehen.

Im Sinne einer umfassenden biologischen Vorsorge sollte die Belastung auch in diesem Bereich so niedrig wie möglich gehalten werden, da die offiziellen Kriterien bislang nicht den Umstand berücksichtigen, dass diese Art Feldbelastung unstrittig bereits bei niedrigen, zugelassenen Werten zu messbaren Chromosomenbrüchen führt. Eine gleichartige Wirkung durch Chemikalien würde zur Einstufung dieser Stoffe als Gefahrstoff führen (§ 3 ChemG).

Erwähnt werden soll, dass wir gerade im Zusammenhang mit Schulgebäuden immer wieder aufgefordert werden, uns zum Thema "Erdstrahlen" zu äußern. Zwar gibt es dazu erstaunliche Forschungsarbeiten, wir halten es aber für sinnlos, einen Bereich wissenschaftlich zu beurteilen, der sich offenbar unserer Messtechnik entzieht.

## 5. Grundbaustoffe als Quellen von Chemikalien in der Innenluft

Im Bereich der Grundbaustoffe können folgende Quellen von Chemikalien auftreten, die durch Analytik oder auch Kenntnis der Herkunft als Störfaktor ausgeschlossen werden sollten:

- Zement aus Verarbeitung von Sonderabfällen (z.B. Cr-, Sn-, PAK-haltig),
- mangelhaft gebrannte Ziegel mit unverbrannten Porosierungsmitteln,
- Offener Kalk oder Zement, die basische, ätzende Stäube entwickeln,
- geruchsintensive Mörtelzusätze (org. Gleitmittel, z.T. mit Aromaten),
- PAK-haltiges Bitumen in Asphalt-Estrich (bemerkt über Teergeruch).

## 6. Dämmstoffe und Fasern

Während **Asbest**gefahren heute weithin bekannt sind, aber nur in Ausnahmefällen praktisch eine Rolle spielen (so bei unsachgemäßem Abbruch oder Ausreißen asbesthaltiger Bodenbeläge), sind freie Mineralfasern nach unseren Erfahrungen ein weithin unterschätztes Problem mit starken gesundheitlichen Folgeschäden. Der Bereich ist häufig nur sehr komplex beurteilbar, weshalb hier nur einige zu prüfende Punkte aus dem Dämmstoff-Bereich aufgelistet werden:

weiter Seite 5

Sichergestellt werden sollte die Abwesenheit folgender Problemquellen:

- loses Asbest in Lüftungsbereichen,
- abwitterndes Asbest aus Asbest-Zement-Platten,
- offenes Asbest aus PVC-Verbundbelägen (1960er Jahre!),
- vom Wind oder Erschütterungen lösbare Feinfaser aus Mineralwollplatten (häufig: in Akustikdecken nach unsachgemäßer Reparatur, falsche Verlegung von Mineralwoll-Dämmmatten in Steildächern und an Rohren)

Dabei ist zwischen der vermuteten asbestähnlichen Wirkung sehr kleiner Fasern (den sogenannten WHO-Fasern) und der Reizwirkung grober Fasern strikt zu unterscheiden. Wir konnten in mehreren Fällen nachweisen, daß Reizerscheinungen der Atemwege im Zusammenhang mit der Freisetzung großer Mengen künstlicher Mineralfasern standen. In einem belasteten Büroraum erkrankten 12 von 13 Mitarbeitern mit einschlägigen Symptomen, zum Teil wurden Operationen wegen Vereiterung der Nebenhöhlen vorgenommen. Nach Notabdichtung und später Umzug verschwanden diese Krankheitsbilder vollständig.

Wenig bekannt ist, daß Mineralwolle auch eine Quelle für Formaldehyd darstellen kann. Die Fasern werden nämlich mit Kunstharzen auf der Basis von Phenol, organischen Aminen und Formaldehyd verklebt. Es ist daher sicherzustellen, dass auch ansonsten ordnungsgemäß verlegte Dämmplatten auf Faserbasis nicht dauerhaft feucht sein können.

Bei den Dämmstoffen auf Kunststoff-Basis ist zu beachten:

- ausreichende Entfernung zu Wärmequellen (der weitverbreitete expandierte Polystyrol-Schaum (EPS, "Styropor" usw.) setzt sonst noch Jahre nach seiner Herstellung geringe Mengen Styrol frei,
- Abwesenheit von UF-Schaum (70er Jahre) ist zu fordern (mögliche Quelle für hohe Belastungen mit Formaldehyd, aus Kerndämmungen),
- staubfreie Verlegung auch von biogenen Dämmstoffen (Zellstoff),
- Vorsicht bei Kokos: es gab zeitweise toxaphenhaltige (Import-)Ware;
- bei Verwendung von Kork, insbesondere Backkork, ist mit PAK-haltiger Ware zu rechnen (Verdacht erkennbar an Brandgeruch).

## 7. Spanplatten

In Schulen sind es vor allem großflächige Wandverkleidungen, die Spanplatten enthalten. Sie weisen je nach Alter verschiedene Problembereiche auf, von denen meist nur die (von der Luftfeuchte abhängige!) Ausgasung von Formaldehyd (FA) bekannt ist. Die Beurteilung ist manchmal schwierig, da auch die Beschichtungen der Platten Emissionsquellen darstellen können.

weiter Seite 6

Bei der Begehung ist an folgende Aspekte zu denken, die zu klären sind:

- bei hoher Luftfeuchte stimmen die theoretischen Emissionsklassen nicht mit den Messwerten überein, d.h. E1-Platten können FA-Quelle sein,
- eventuell kann durch Schließen der Schnittkante mit Silikon die Quelle drastisch gemildert werden,
- "E 0"-Isocyanat-Platten sind in der Regel problemlos, andernfalls tritt ein sehr beißender Geruch auf, bindbar mit Feuchtenebel (Luftwäscher).
- Lösemittel aus Lacken können tief in die Platte eindringen und dann noch nach Jahren in belästigender Weise emittiert werden.

## 8. Holzschutzmittel

In unserer analytischen Praxis sind heute noch die inzwischen verbotenen Stoffe PCP (Pentachlorphenol) und Lindan (Hexachlorcyclohexan in der Gamma-Form) die bedeutendsten Ursachen für gesundheitliche Belastungen aus Wohngiften, gerade auch in öffentlichen Gebäuden aus den 60er und 70er Jahren. Im Fall von Schulgebäuden kommt hinzu, dass auch Chlornaphthalin verwendet sein könnte, was nicht allen Labors bekannt ist und beim Standard-Messverfahren nicht immer auffällt.

Speziell für die Allergien von Kindern in Verdacht gekommen sind auch die (bis heute zugelassenen!) Stoffe Permethrin und Dichlofluanid, ebenfalls organische, chlorhaltige Wirkstoffe.

Die Analytik dieses Problemfeldes muss chemischen Laboratorien übertragen werden. Hierbei ist zu beachten:

- Luftanalytik auf Holzschutzmittel (HSM) ist sehr unzuverlässig, besonders in Schulen, da die Staubaufwirbelung für die reale Belastung eine entscheidende Rolle spielt. Vorzuziehen ist die Analytik aus dem Material (Verdachtsflächen). Eine wissenschaftlich vertretbare Bewertung muss den PCDD-("Dioxin-")Anteil berücksichtigen, der chargenweise wechselt.
- PCP wurde auch in Form des Natriumphenolats verwendet. Die Extraktion aus dem Holz muss daher - entgegen einer veralteten Vorschrift! - auch diese Variante berücksichtigen, indem mit Ethanol nachextrahiert wird.
- Um 1978 kam auch Tetrachlorphenol als Ersatzstoff in den Handel, leider mit den selben Folgeproblemen (Dioxine als Nebenbestandteil!). Die Analytik muss daher auch diese Substanz erfassen.
- In einigen Fällen wurden auch in Schulen zinnorganische HSM (TBT) verwendet. Diese sind mit der Standard-Analytik nicht erfassbar.
- Es gibt einen nicht näher geklärten Synergismus der Chlorverbindungen, vor allem der Chlorphenole, mit Formaldehyd.

weiter Seite 7

- Im Außenbereich können Teerpräparate als HSM verwendet worden sein. Diese verstoßen heute gegen die Bestimmungen der GefahrstV (§35).

## 9. Sonstige Farben sowie Klebstoffe

Dieser Bereich ist praktisch nur für frisch renovierte Schulgebäude von Bedeutung. Formaldehyd in Tapeten ist selten geworden, auch die Tapetenfarben enthalten meist nur noch geringe Mengen Formaldehyd. Dafür kommt es gelegentlich zu Problemen mit unausgehärteter Acryl-Dispersionsfarbe. Ursache ist meist die zu hohe Auftragschicht; das Acrylat bindet dann nicht ab sondern läßt Spuren an Acrylsäure frei, die sich durch beißende Empfindung auf der Haut bemerkbar macht.

Vielfältig sind die Belastungen aus Lösemitteln. Während Leimfarben als unkritisch gelten können (aber wegen mäßiger Haltbarkeit weniger Verwendung finden), enthalten die üblichen Dispersionsfarben häufig Acrylate, Styrol, Amine und Glycolamine, u.U. auch Glycolether und Glycolacetate oder Butanonoxim.

Auf keinen Fall dürfen mit lösemittelhaltigen Farben und Lacken frisch gestrichene Räume schon in den folgenden Tagen intensiv benutzt werden. Dies gilt auch für Lacke mit dem blauen Umweltzeichen, da dessen Aussagekraft sehr niedrig anzusetzen ist, wie schon aus der Formulierung "schadstoffarm" hervorgeht.

Heizkörperlack ist eine häufige Quelle für Geruchsbelästigungen, die im Winter einsetzen. Dauerhafte gesundheitliche Folgen sind jedoch nicht bekannt.

Für die Innenluft kann Holzparkett dann negativen Einfluß ausüben, wenn mit stark lösemittelhaltigen Versiegelungen gearbeitet wurde, die nicht ordnungsgemäß aushärten. Gefährlich ist manchmal der teerhaltige Kleber unter sehr altem Holzparkett: bei Erwärmung setzt er krebserregende PAK frei.

Sehr kritisch zu sehen und für den Schulhausbau durchweg abzulehnen sind die Lösemittelsysteme einiger Flüssigbeschichtungen für Fußböden, darunter insbesondere Alkydharze und säurehärtende Lacksysteme ("SH-Lacke").

## 10. Bodenbeläge

Bodenbeläge stellen schon aufgrund ihrer großen wirksamen Emissionsfläche eine bedeutende Quelle für Belastungen der Innenluft dar. Darüber hinaus sei an Aspekte der Elektrostatik erinnert, siehe oben.

weiter Seite 8

Folgende Problembereiche müssen bei baubiologischen Begehungen im Einzelnen überprüft werden:

- Hygienische Verhältnisse bei Nadelfilzböden, in denen sich Schmutz sammeln kann, samt den zugehörigen bakteriellen Belastungen,
- Zersetzung von älteren Kunststoffböden ("Bröselböden"),
- Asbestgehalt bei alten PVC-Böden,
- Emission von DOP und anderen Phthalsäureestern (verwendet als Weichmacher) bei neueren PVC-Böden,
- Zersetzung von Linoleum-Böden infolge Verlegung auf feuchten Untergrund (beißender Geruch wegen Carbonsäure-Freisetzung),
- Zersetzung von Linoleum-Böden infolge falscher Reinigung mit oxidativen Mitteln auf unversiegelter Oberfläche (meist erkennbar an Verfärbung).
- Im Lehrerzimmer: Wollteppiche mit Permethrin-Imprägnierung, selten auch andere Insektizide (u.U. für Allergiker gefährlich).
- sonstige Teppichböden: können Oxidativa enthalten, die mit Formaldehyd aus anderen Quellen (Möbel) reagieren: Bildung von Ameisensäure, macht sich durch Hustenreiz bemerkbar.
- Emission (Styrol, Schwefelverbindungen) aus mangelhaften (unechten) "Latex"-Rücken von Teppichböden.

## 11. Flammenschutzmittel und Brandgase

Einzelne Problembereiche, die in der Praxis erkannt wurden:

- Flammgeschützte Gardine kann Quelle für dauernden Hustenreiz sein,
- Flammschutz aus Leiterplatten verpestet Luft in einem Raum mit vielen Computern (es werden organische Phosphate freigesetzt),
- Brandrückstände: besonders gefährlich nach Schwelbränden (Phenole, PAK und ihre -Derivate, carcinogen!).

Für die Beurteilung von PAK ist zu erwähnen, dass die bloße Messung des Benzo-a-pyren (BAP) eine Fehlinterpretation der GefahrstV (§35) darstellt: es müssen selbstverständlich alle PAK in die Bewertung einbezogen werden, allerdings darf der Messwert dieser Summe so dargestellt werden, als wäre es BAP.

Sehr schwierig ist die Einbeziehung der polaren PAK-Derivate, da diese besonders leicht in den Körper gelangen, aber analytisch meist nicht erfasst werden. Baubiologisch einzig richtige Konsequenz ist die konsequente Anwendung des Minimierungsgebotes nach § 36 GefahrstV, da es sich bei PAK generell um als carcinogen einzustufende Gefahrstoffe handelt, vgl. Kondensate bei Zigaretten.

weiter Seite 9



Für die Beurteilung des Dioxinrisikos nach Bränden kann auf eine Messung der PAK in Kombination mit einem Nachweis von Chlor bzw. Chlorid an den heißen Stellen zurückgegriffen werden: trifft die Kombination zu, so ist von einer gefährlichen Konstellation auszugehen, ohne dass aufwändige Dioxinanalytik betrieben werden muss. Wegen der PAK muss dann ohnehin unter Sicherheitsbedingungen gereinigt werden, und die Kosten für die Analytik sollten eher für die Erfolgskontrolle der Reinigung aufgewendet werden.

PAK kommen auch aus bituminösen Materialien häufig in die Innenraumluft. Der sehr universelle Nachweis nach DIN 38409 H13 mit Dünnschicht-Chromatographie eignet sich für den Chemie-Unterricht (Fluoreszenz bei 366 nm), aber Achtung: Ursache für einen derartigen Befund kann auch ein Asphalt-Estrich oder intensiver Straßenverkehr sowie Zigarettenrauchen sein.

Was die Abwesenheit von Rauchern in Innenräumen als Kriterium für den "baubiologisch korrekten Schulbau" nur unterstreicht...

## **12. Dichtmassen und PCB aus Elektroartikeln**

Für die häufig aus Beton-Fertigelementen errichteten Schulbauten der 70er Jahre sind in der Regel Dehnfugen erforderlich, die mit verschiedenen Dichtungsmassen verschlossen wurden. Diese haben sich häufig als äußerst problematisch erwiesen, und zwar kommen folgende Gefahrstoffe in Betracht:

- PCB in verschiedenen Zusammensetzung, auch unter der irreführenden Verkaufsbezeichnung "Thiokol",
- als Ersatzstoff kurzzeitig PCT (polychlorierte Terphenyle),
- Chlorparaffine (analytisch schwierig! am besten mit DC-Screening)
- bituminöse Dichtmassen mit PAK-Emissionsgefahr (Teerdichtungen).

Teerdichtmassen wurden überwiegend im Außenbereich eingesetzt, auch von dort kann eine Gefahr für die Innenraumluft ausgehen, wenn drückendes Wasser die Teerstoffe ins Innere treibt.

In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß PCB manchmal heute noch auch aus Elektroanlagen freigesetzt werden kann, insbesondere von Trafostationen und aus den Kondensatoren von Leuchtstofflampen.

## **13. Gase entwickelnde Reinigungs- und Desinfektionsmittel**

Schäden aus Reinigungsmitteln sowie aus Desinfektionsmitteln sind vor allem dann zu erwarten, wenn diese unsachgemäß angewendet werden. Dazu gehört

weiter Seite 10

- kombinierte Verwendung von salzsäurehaltigen Reinigern mit solchen auf Basis von Oxidationsmitteln,
- Freisetzung von Formaldehyd bei konzentrierter Anwendung von mit FA stabilisierten Konzentraten,
- Freisetzung von Ammoniak durch Kombination von Salmiak- mit Natron-Reinigern.

#### **14. Schwermetalle und sonstige Chemikalien**

In modernen Schulbauten wurden kaum Probleme mit Schwermetallen gefunden. Vorwiegend in Altbauten finden wir jedoch gelegentlich Anreicherungen von Blei, und zwar aus folgenden möglichen Quellen:

- unachtsamer Umgang mit Glasurmaterial bei Töpferarbeiten,
- regionale Probleme aus historischem Bergbau oder Altlasten,
- Bleirohre in der Wasserinstallation.

Erwähnt werden muss, dass Chemie-Unterrichtsräume selbstverständlich eine Quelle für Chemikalien darstellen können.

Häufiger ist allerdings die Chemikalienfreisetzung aus einem meist unerwarteten Bereich: für Betrieb und Wartung von Klimaanlage werden Chemikalien benötigt, u.U. sogar konzentrierte Säuren. Hierauf ist individuell zu achten.

In diesem Zusammenhang zu erwähnen ist ein Fall, bei dem die Lüftungsanlage einer Schule regelmäßig stank. Die Analyse ergab das Mitreißen von Schmieröl aus der Wartung der Ventilatoren, so dass noch im Staub an Auslassöffnungen der Klassenzimmer deutliche Spuren der im Öl enthaltenen PAK nachweisbar waren.

#### **15. Diffundierende Abgase**

Eine noch vermutlich unterschätzte Gefahrenquelle für die Innenraumluft liegt in eindringenden Schadgasen, für die wir folgende beispielhafte Quellen fanden:

- mangelhafte Luftführung bei Schulgebäuden mit Tiefgaragen, auch durch Ansaugung in Nähe des Abluftkamins bei gewissen Wetterlagen,
- mangelhafte Entlüftung von Lagerräumen und Füllstutzen für Heizöl,
- Diffusion aus Lagerraum für Werkunterricht (Lösemittel-Farben),
- Abgas aus der unverschlossenen Prüföffnung eines Ölheizkessels,
- Riss in einem Schornstein.

weiter Seite 11

## 16. Biologische Innenluftprobleme

Während Milben in Schulgebäuden nahezu keine Bedeutung haben, sind vor allem Schimmelsporen eine weit verbreitete Belastung für das Immunsystem der Kinder, seltener der Lehrkräfte.

Als Quellorte für Schimmelsporen kommen bautechnisch sehr individuell vor:

- Stellen mit Kondensatbildung infolge mangelhafter Lüftung oder an Bauteilen mit Wärmebrücken,
- vergammelnde Speisereste in Müllbehältern, Regenrohren, Klassenzimmerschränken usw.,
- verdreckte Filter in mangelhaft gewarteten Zuluftanlagen.

Häufige Ursache für Geruchsbelästigungen sind auch **Faulgase** aus mangelhaft gelegten oder gewarteten Rohren, in diesem Fall des Abwassersystems.

Erwähnenswert, aber leicht auch von Laien erkennbar, daher in der Praxis von untergeordneter Bedeutung sind Giftpflanzen sowie Allergien gegen Tierhaare.

Freiburg, im März 2004

**Freiburger Institut für Umweltchemie e.V.**

Dipl.-Chem. H.-D. Stürmer,  
Institutsleiter

Hinweis: Die Verwendung von Markennamen und Warenzeichen im vorliegenden Text ohne entsprechende Hinweise geschieht, wie in wissenschaftlichen Texten üblich, rein informativ und unverbindlich und berechtigt nicht zur Annahme, daß diese Marken ungeschützt wären.