

## ASTHMA – BEHÖRDLICH VERORDNET?

Stand: 02.02.08

Asthma - behördlich verordnet.doc

### Einleitung

Auf nichts können wir Menschen in unserem Leben weniger verzichten als auf Luft zum Atmen. Die tiefe Bedeutung des Luftwechsels zeigt sich schon darin, dass z. B. alle alten Sprachen für Atem dasselbe Wort verwenden wie für Seele oder Geist (Atemseele). Gute Luft ist entscheidend für seelisches Wohlbefinden und körperliche Gesundheit, Aktivität und Vitalität. Ein gestörtes Raumklima mit zu niedriger Luftwechselrate, zu wenigen Luftionen, zu niedriger oder zu hoher Luftfeuchtigkeit oder zu vielen Schadstoffen dagegen begünstigen Krankheit und Unwohlsein, Passivität und Depressivität. Wir halten uns den Grossteil unseres Lebens in Gebäuden auf, im Schnitt mehr als 80 % eines Tages, atmen somit überwiegend Innenraumluft ein. Sind Schadstoffe in den Räumen vorhanden, sind wir ihnen auf Dauer ausgesetzt, tagsüber und gerade auch während der besonders sensiblen und schutzbedürftigen Schlaf- und Regenerationsphase.<sup>1</sup>

In den letzten Jahrzehnten haben Asthma und Allergien in unserer Gesellschaft stark zugenommen, vor allem bei Kindern. Asthma und Allergien können durch vielfältige Ursachen ausgelöst werden, z.B. auch durch Medikamente und Nahrungsmittel, aber auch aus falsch ausgewählten Baumaterialien oder atmungshindernden Konstruktionen, die mittels Gesetzen gefördert werden. Die nachstehenden Ausführungen konzentrieren sich auf die schädlichen Einflüsse rund um das luftdichte Bauen im Zusammenhang mit der Feuchtigkeit und damit den Auswirkungen einer vorwiegend falschen Energiepolitik.

### Entstehung des Asthmas – Wissenschaftliche Studien

Durch viele genetische Studien ist zwar belegt, dass die Veranlagung, allergisch zu reagieren, vererbt ist, jedoch wird die Manifestation einer allergischen Veranlagung von Umgebungsfaktoren beeinflusst. Veränderte Umweltbedingungen sind somit in den letzten Jahren als eine Ursache der steigenden Prävalenz (Überlegenheit) atopischer (nicht in der richtigen Lage befindlichen) Erkrankungen diskutiert worden.

In der gross angelegten „International Study of Asthma and Allergies in Childhood“ (ISAAC)<sup>2</sup> hat eine internationale Forschergruppe den Zusammenhang zwischen klimatischen Bedingungen und der Häufigkeit von Asthma und Allergien bei Kindern untersucht. Dabei zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen der relativen Luftfeuchtigkeit in Innenräumen und der Häufigkeit von Asthma in Westeuropa (220'000 Kinder in 12 Ländern). Mit einem Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit in Innenräumen von 10 % war ein Anstieg von 2,7 % in der Häufigkeit von Asthma verbunden. Die Forscher fanden ferner, dass mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel sowie mit zunehmender Variabilität von relativer Feuchtigkeit und Temperatur der Aussenluft im Jahresverlauf die Häufigkeit von Asthma abnahm. Die Häufigkeit von Neurodermitis (entzündliche Hauterkrankung) nahm mit dem Abstand der Studienregion vom Äquator, das heisst mit wachsender geographischer Breite zu.<sup>3</sup>

In der Studie „Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit von Kindern“<sup>4</sup> werden einige Kriterien bestätigt: Das Leben in einer Wohnung mit Feuchtigkeitsproblemen erwies sich als Risikofaktor für Asthma, Bronchitis und häufigen Husten ohne Erkältungssymptome. In einer feuchten Wohnung ist die Belastung der Kinderbettmatratze mit Hausstaubmilben signifikant höher. Dicht schliessende Fenster bedeutet geringerer Luftaustausch. Dies führt bei nicht ausreichendem Lüf-

<sup>1</sup> Wohngifte – dicke Luft in Innenräumen, [www.maes.de/WOHNGIFT.pdf](http://www.maes.de/WOHNGIFT.pdf)

<sup>2</sup> <http://isaac.auckland.ac.nz/menu.html>

<sup>3</sup> Hohe Luftfeuchtigkeit in Innenräumen begünstigt Asthma - <http://www.asthma-info.at/Juli04.html>

<sup>4</sup> Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit von Kindern – Schulanfängerstudie Sachsen-Anhalt 2003, vom Ministerium für Gesundheit und Soziales des Landes Sachsen-Anhalt, Seite 54 ff - [http://www.kinderumweltgesundheit.de/KUG/index2/pdf/dokumente/50068\\_1.pdf](http://www.kinderumweltgesundheit.de/KUG/index2/pdf/dokumente/50068_1.pdf)

tungsverhalten mit Luftwechselzahlen<sup>5</sup> unter 0,5 pro Stunde zur Ansammlung von Feuchtigkeit.

Bezüglich der Milbendichte in Gebäuden (Kindereinrichtungen und Privatwohnungen) in Deutschland schnitten eigenartigerweise die DDR-typischen Plattenbauten mit Abstand am besten ab (0.03), gefolgt von Villen (0.48) und Baracken (1.47).<sup>6</sup>

In der „Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit“<sup>7</sup> wird auf eine Studie verwiesen, die anhand einer Kleinstadt der USA aufzeigt, dass die Asthma-Inzidenz (Eintritt von Asthma-Vorfällen) ab den frühen 70er Jahren beginnt. Innerhalb von 15 Jahren stieg die jährliche Asthma-Inzidenz um 40 % (von 200 auf 280 pro 100'000 Einwohner). Dieser Anstieg betraf ausschliesslich Kinder und Jugendliche bis zum 14. Lebensjahr. Da in diesem Lebensalter die Grundlage für eine Allergensensibilisierung gelegt wird, ist ein in dieser Zeit relevant gewordener Umweltfaktor für den Anstieg verantwortlich. Aussenluftschadstoffe liessen sich als Ursache ausschliessen, da es sich um ein ländliches Reinluftgebiet handelt. Die Annahme erscheint plausibel, dass eine erhöhte Innenraumbelastung durch die Energieeinsparungsmassnahmen, die in den 70er Jahren von den US-Behörden propagiert wurden und die zu einer besseren Isolierung der Häuser geführt haben, als Ursache in Frage kommt.

Neuere europäische epidemiologische Studien schätzen, dass ca. 15 - 32 % der Kinder in den ersten 5 Lebensjahren giemen (krankhaftes Atemgeräusch, z. B. pfeifend oder keuchend) und die Asthma-Prävalenz bei Kindern aktuell etwa 10 % beträgt; insgesamt sind in Deutschland etwa 8 Millionen Menschen (Kinder und Erwachsene) von Asthma betroffen.<sup>8</sup>

Feuchte Raumluft begünstigen die Bildung von stark gesundheitsgefährdenden Schimmelpilzen sowie die Vermehrung von Hausstaubmilben. Schimmelpilze geben neben den Pilzsporen auch VOC's oder MVOC's ([microbial] volatile organic compounds – [mikrobiologische] flüchtige organische Substanzen) und hochgiftige Aflatoxine an die Raumluft ab und gelten bei empfindlichen Personen als Risikofaktor für vermehrte Atemwegsinfekte und allergische Reaktionen. In der gleichen Untersuchung wurde bei Kindern aus Wohnungen, in denen in den letzten 12 Monaten Renovierungsarbeiten durchgeführt worden sind, in der Analyse ein leicht erhöhtes Odds Ratio für allergische Symptome festgestellt. Auch das Risiko für allergische Erkrankungen ist bei diesen Kindern im Vergleich zu den unbelasteten Kindern erhöht. Frappant ist, dass sich innerhalb dieser kurzen Zeit bereits Auswirkungen zeitigen. Die beobachteten Risikoerhöhungen werden verständlich, wenn man bedenkt, dass Aus- oder Umbauten der Wohnungen und damit verbundene Anstreich- und Lackierarbeiten sowie das Verlegen neuer Fussbodenbeläge mit einer beachtlichen Belastung der Innenraumluft durch Lösemitteldämpfe, Mineralfasern, Ausgasungen von Formaldehyd, Isocyanaten und anderen Schadstoffen einher gehen können.<sup>9</sup>

In Deutschland wurde die Prävalenz von Allergien anhand von Daten aus den Nationalen Gesundheitserhebungen abgeschätzt. Dabei wurde 1990 bis 1992 eine repräsentative Stichprobe der deutschen Bevölkerung aus der Altersgruppe 25 bis 69 Jahre nach dem Vorliegen von Allergien befragt und zwischen den neuen und alten Bundesländern verglichen. Die in den alten Bundesländern befragten Personen gaben deutlich häufiger an, unter Inhalationsallergien zu leiden als Personen aus den neuen Ländern. Das Befragungsergebnis fand eine Bestätigung durch Antikörpertests. Die Prävalenzen sind zwar aufgrund der miterfassten Allergie-Disposition insgesamt höher, die Ost-West-Unterschiede werden aber vergleichbar widerspiegelt. Eine differenzierte Auswertung zeigt die klare Altersabhängigkeit dieser Unterschiede. Ältere Personen, die ihre frühe Kindheit noch im ungeteilten Deutschland verbracht hatten, wiesen in Ost- wie in Westdeutschland (un-

<sup>5</sup> Luftwechsel  $n$  [1/h] ist das Verhältnis zwischen zugeführter Frischluftmenge und Raumvolumen pro Stunde.  $n = 0.5$  1/h bedeutet, das Raumvolumen wird in 1 Stunde zur Hälfte ausgetauscht.

<sup>6</sup> Pädiatrische Allergologie, Nr. 1/2001, Hausstaubmilbenallergene in Kindereinrichtungen, Seite 11/12 - [http://www.kinderumweltgesundheit.de/KUG/index2/pdf/themen/Allergien/60084\\_1.pdf](http://www.kinderumweltgesundheit.de/KUG/index2/pdf/themen/Allergien/60084_1.pdf)

<sup>7</sup> Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, Herausgeber Bundesministerium für Gesundheit und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, 1999, Seite 24 ff - [http://www.kinderumweltgesundheit.de/KUG/index2/pdf/dokumente/50007\\_1.pdf](http://www.kinderumweltgesundheit.de/KUG/index2/pdf/dokumente/50007_1.pdf)

<sup>8</sup> Materialien „Umwelt und Gesundheit“ Nr. 32, Untersuchung zu Allergien und Atemwegserkrankungen bei Gütersloher Kindern 1999 Diplomarbeit, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, Universität Bielefeld, März 2001, Seiten 1 und 105 ff - [http://www.loegd.de/1pdf\\_dokumente/4\\_umweltmedizin\\_umwelthygiene/materialien\\_umwelt\\_und\\_gesundheit/materialien\\_umwelt\\_und\\_gesundheit\\_32.pdf](http://www.loegd.de/1pdf_dokumente/4_umweltmedizin_umwelthygiene/materialien_umwelt_und_gesundheit/materialien_umwelt_und_gesundheit_32.pdf)

<sup>9</sup> Materialien „Umwelt und Gesundheit“ Nr. 32, Seite 117

ter Berücksichtigung gleicher sonstiger Lebensumstände, wie Grösse des momentanen Wohnorts, Bildungsgrad, Alter, Geschlecht, Rauchverhalten) mit gleicher Häufigkeit mit dem Serumtest nachweisbare Sensibilisierungen für Inhalationsallergien auf. Unterschiede begannen sich erst bei den unter 40jährigen zu zeigen. Hier ist für die Westpopulation ein eindeutiges Anwachsen der Allergiehäufigkeit mit geringer werdendem Alter zu verzeichnen, während sich diese bei der untersuchten Ostpopulation über alle jüngeren Altersgruppen auf etwa gleichem Niveau hält.<sup>10</sup>

In Untersuchungen aus Japan wurde ein Zusammenhang zwischen Belastungen durch Autoabgase, Heuschnupfenrate und Sensibilisierung gegen Zedernpollen gefunden. In tierexperimentellen Untersuchungen konnte ein Zusammenhang zwischen Dieselabgaspartikeln und erhöhten Sensibilisierungsraten belegt werden. Birken scheinen unter dem Einfluss von Autoabgasen vermehrt Allergene zu bilden, wie Untersuchungen aus dem Wiener Pathologischen Institut an Bäumen neben einer Stadtautobahn ergeben haben.<sup>10</sup>

Auch frühere Untersuchungen aus dem Ruhrgebiet belegen einen Zusammenhang zwischen Sensibilisierungen gegenüber Inhalationsallergenen und Verkehrsbelastung. So wurden bei Kindern aus dem Düsseldorfer und Kölner Raum signifikant häufiger spezifische Immunglobuline<sup>11</sup> gegen die wichtigsten Inhalationsallergene, wie Hausstaubmilben und Gräserpollen gefunden, als bei Kindern aus dem Reinluftgebiet Borken in Westfalen. Für Nahrungsmittelallergene war dieser Unterschied hingegen nicht nachweisbar. Ein deutlicher Einfluss von Autoabgasen auf die Manifestation von Asthma konnte auch in einer Studie in Stuttgart nachgewiesen werden.<sup>12</sup>

In ostdeutschen Städten, wie z.B. Halle und Leipzig lag die SO<sub>2</sub>-Konzentration in der Aussenluft vor der Wiedervereinigung über viele Jahrzehnte wesentlich höher als im Westen. Aufgrund der westlichen Studien, die nur im Westen erhoben worden sind, müsste die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und Allergien in der ehemaligen DDR höher liegen. Tatsächlich war das Gegenteil der Fall!<sup>13</sup>

Eine Studie bot eine Vergleichsmöglichkeit der Asthma- und Allergiehäufigkeit bei 9- bis 11-jährigen Schulkindern zwischen Leipzig mit starker Luftverschmutzung und dem bezüglich der Schwebstaub- und Schwefeldioxidbelastung eher als sauber geltenden München. In diesen Untersuchungen zeigte sich zwar in Leipzig eine wesentlich höhere Rate von Bronchitis (30.9 % gegenüber 15.9 % in München), Asthma war jedoch mit in München deutlich häufiger als in Leipzig. Eindrucksvoll waren auch die Unterschiede bei Heuschnupfen (8.6 vs. 2.7 %) und in den Sensibilisierungsraten gegenüber Pollen im Hauttest (31.0 vs. 13.1 %). Das relative Risiko für eine allergische Diathese (Veranlagung zu bestimmten Krankheiten) war in München 2.6-mal so hoch wie in Leipzig. Ähnliche Ergebnisse erbrachte ein Vergleich zwischen Schulkindern in Sundsväl in Schweden und Konin in Polen.<sup>13</sup>

Im Rahmen einer Schulanfängerstudie wurden zwischen 1991 und 1995 Änderungen der Luftbelastung und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit von sechsjährigen Kindern in Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Sachsen verglichen. Schadstoffbelastungen durch SO<sub>2</sub>, Staub und Blei sowie zehn typische Merkmale aus unterschiedlichen Lebensbereichen wurden einbezogen, z. B. der bauliche Zustand und die Grösse der Wohnungen, die Wohnungsbelegung, die Ausstattung der Räume, die Tierhaltung und das Rauchen während der Schwangerschaft. Die Abnahme der Schadstoffbelastung in Sachsen-Anhalt von 1991 bis 1995 geht mit einer positiven Auswirkung auf die Atemwegsgesundheit einher, wobei allerdings kein Rückgang der Sensibilisierungen und Allergien erkennbar war. Die Allergieprävalenz lag 1991 und 1995 in NRW höher als in den östlichen Untersuchungsregionen.<sup>14</sup>

Geburtskohorten-Analysen auf der Datengrundlage der Nationalen Gesundheitserhebungen und der vorstehend genannten epidemiologischen Studie haben ausserdem ergeben, dass die Allergieprävalenz bis zu Beginn der 60er Jahre in Ost- und Westdeutschland anscheinend auf ähnlichem Niveau lag. Eine Hypothese zur Erklärung der später auftretenden deutschen Ost-West-

<sup>10</sup> Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, 1999, Seite 25 ff

<sup>11</sup> Von Plasmazellen (Zellen des lymphatischen Gewebes) synthetisierte Proteine, die meist Antikörperaktivität haben und deren Bildung durch Antigene ausgelöst wird.

<sup>12</sup> Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, 1999, Seite 26 ff

<sup>13</sup> Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, 1999, Seite 27 ff

<sup>14</sup> Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, 1999, Seite 88 ff

Unterschiede in der Allergiehäufigkeit weist vor allem auf die unterschiedliche Lebensweise mit intensiverem Allergenkontakt und besser isolierten Wohnungen in den alten Ländern sowie auf eine mögliche Stimulation des kindlichen Immunsystems durch eine höhere Infektionshäufigkeit in ostdeutschen Kinderkrippen hin.<sup>14</sup>

In einem 1989/90 in Duisburg durchgeführten Teilprojekt zeigte ein Schadstoffindex aus NO<sub>2</sub>, Benzol und Toluol nur einen schwachen Zusammenhang mit der Reagibilität (Fähigkeit, sehr sensibel zu reagieren) der Atemwege. Beim Asthma war ein leicht erhöhtes relatives Risiko vorhanden. Bei etwa 3'400 sechsjährigen Kindern aus dem Ruhrgebiet konnten 1990 keine Zusammenhänge zwischen kleinräumiger SO<sub>2</sub>-Belastung sowie der Staubbelastung und Atemwegserkrankungen oder Allergien festgestellt werden. Allerdings waren fast alle untersuchten Atemwegserkrankungen bei Kindern aus Wohngebieten mit hoher Verkehrsimmissionsbelastung häufiger.<sup>15</sup>

Neuere epidemiologische Studien legen den Schluss nahe, dass keine Wirkungsschwelle für Schwebstaub angegeben werden kann, unterhalb derer keinerlei gesundheitlich nachteilige Effekte mehr auftreten (wie z. B. Auftreten und Verschlimmerung von Atemwegserkrankungen und -symptomen, vorzeitige Mortalität). Neben besonders sensiblen Personen (Asthmatiker, Personen mit sonstigen Atemwegserkrankungen, ältere Personen) ist deshalb auch die übrige Bevölkerung betroffen. Diese Beobachtungen gelten unabhängig davon, ob der gesamte Schwebstaub oder nur lungengängige Partikel bei der Expositions-Wirkungs-Betrachtung berücksichtigt werden. Es gibt jedoch viele ernst zu nehmende Hinweise, dass die Wirkung hauptsächlich von kleineren Partikeln ausgeht, die in den bisherigen technischen Lösungen zur Verminderung der Partikelemission nicht ausreichend erfasst worden sind. Viele Partikel – vor allem Russ – haben die Eigenschaft, organische Verbindungen zu adsorbieren (anlagern) und diese dann verlangsamt, über einen längeren Zeitraum wieder abzugeben. Dieser Depoteffekt führt zu einer Wirkungsverstärkung.<sup>16</sup>

Studien haben zudem belegt, dass Rheuma und rheumatische Schmerzen ebenso mit dem Klima im Zusammenhang stehen, insbesondere mit Luftfeuchte und Temperatur.<sup>17</sup> Bedenkt man, dass die Menschen heute meist 80 bis 90 Prozent ihrer Lebenszeit in Gebäuden verbringen, so ist das Raumklima von entscheidender Wichtigkeit.

Eine statistisch signifikante Zunahme der Häufigkeit von Klagen über Leistungsminderung und starker unerklärlicher Müdigkeit/Erschöpfbarkeit konnte mit wachsender Luftdichtheit der Aufenthaltsräume (sinkender Luftwechselrate) beobachtet werden. Die Luftwechselraten der untersuchten Räume bewegten sich in einer Spanne von Minimum 0.06 /h bis Maximum 1.98 /h. Von den 48 untersuchten Räumen wiesen 40 (83 %) Luftwechselzahlen von 0.5 /h oder niedriger auf. In nur 7 der untersuchten Räume (14.5 %) konnten Luftwechselraten von 0.8 /h oder darüber ermittelt werden. Die 50. Perzentile (Median) der Luftwechselrate lag bei 0.21 /h.<sup>18</sup>

## Die Mikroorganismen

### Hausstaubmilben<sup>19</sup>

Hausstaubmilben haben ideale Lebensbedingungen bei Raumtemperaturen von 20 – 30°C und einer relativen Luftfeuchte von 60 – 80 %. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von weniger als 50 % sterben sie ab. Kurzfristige Trockenperioden können sie überleben, jedoch nicht eine Luftfeuchtigkeit unter 45%.<sup>20 21</sup> Für Leben, Wachstum und Vermehrung von Staubmilben ist die Luftfeuchtigkeit

<sup>15</sup> Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, 1999, Seite 89 ff

<sup>16</sup> Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit, 1999, Seite 107 ff

<sup>17</sup> Wohnen und Gesundheit – ein Überblick, Hintergrunddokument, Vierte Ministerielle Konferenz Umwelt und Gesundheit der WHO Europa, 2004, Seite 10 - <http://www.euro.who.int/document/hoh/gbackdoc01.pdf>

<sup>18</sup> Berliner Studie zu umweltbezogenen Erkrankungen, Robert Koch Institut, 2005, Seite 223-225 bzw. 131 - [http://www.bmg.bund.de/cln\\_041/nn\\_603380/SharedDocs/Publikationen/Forschungsberichte/rki-berliner-studie.templateId=raw,property=publicationFile.pdf/rki-berliner-studie.pdf](http://www.bmg.bund.de/cln_041/nn_603380/SharedDocs/Publikationen/Forschungsberichte/rki-berliner-studie.templateId=raw,property=publicationFile.pdf/rki-berliner-studie.pdf)

<sup>19</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Hausstaubmilbe>

<sup>20</sup> Schimmelpilz-Leitfaden, Umweltbundesamt, Berlin, Seite 6

<sup>21</sup> <http://www.martinpletscher.ch/allergologie/Hausstaubmilben.html>

keit wichtiger als die Temperatur.<sup>22</sup> Hausstaubmilben ernähren sich von abgefallenen Hautschuppen, von denen der Mensch pro Tag bis zu 1,5 g verliert. Diese Schuppen müssen aber erst von dem Pilz *Aspergillus repens* verdaut werden, bevor sie für die Milben nutzbar sind. Da die Milben diesen Pilz auch auf ihrem Körper tragen, wird er bei deren Bewegungen ständig verteilt. Die Milben leben in Betten, Teppichen und Polstermöbeln und benötigen Dunkelheit. Sie vermehren sich rasant. Ein adultes Geschlechtstier lebt 70 bis 120 Tage lang. In dieser Zeit legen die Weibchen ca. täglich ein Ei. Zirka zwei Wochen nachdem sie aus dem Ei schlüpfen, sind sie geschlechtsreif.<sup>23</sup> Ihr Kot enthält allergieauslösende Bestandteile, diese verteilen sich als feiner Staub, der eingeatmet, Allergien auslösen kann.

### Schimmelpilze

Da Schimmelpilze fast überall vorkommen, sind ihre Sporen in der Regel immer in der Luft vorhanden. Schimmelpilze spriessen in einem breiteren Klimabereich. Besonders gedeihen sie ab einer Luftfeuchtigkeit von 80 %, xerophile (trockenliebende) Pilze wachsen aber bereits ab 70 %. Zu beachten ist, dass die Luftschicht unmittelbar an der Materialoberfläche entscheidend ist. Diese kann aus feuchten Materialien beeinflusst werden, wodurch es bereits bei trockenerer Raumluft zum Pilzwachstum kommen kann. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der pH-Wert des Materials von Bedeutung ist.<sup>24</sup> Der optimale Wachstumsbereich liegt bei pH-Werten zwischen 5 und 7, von vereinzelt Pilzen werden insgesamt pH-Werte zwischen 2 und 11 toleriert.<sup>25</sup> Die Wachstumstemperaturen sind hingegen von ihrem Typ abhängig. Mesophile und thermotolerante Schimmelpilze haben ein Temperaturminimum von 0 bis 5°C, thermophile hingegen benötigen im Minimum 20 bis 25°C.<sup>26 27</sup> In der Regel reichen bei mesophilen Schimmelpilzen 3-4 Tage Kondenswasseranfall zur Auskeimung und Bildung von Substratmyzel unter optimalen Umgebungsbedingungen aus. Die Bildung der oftmals gefärbten Fruktifikationsorgane kann in wenigen Stunden erfolgen. Mindestens 3 Stunden pro Tag müssen für eine Schimmelpilzentwicklung die entsprechende Luftfeuchte und Temperatur vorhanden sein.<sup>28 29</sup>

Alle Schimmelpilze ernähren sich von organischen Molekülen (z. B. Kohlenhydrate, Fette, Proteine). Als Ernährungsgrundlage dienen alle möglichen Materialien, die organische Stoffe enthalten, wie zum Beispiel im Erdboden (auch in der Erde von Zimmerpflanzen), in Staubkörnern, in verfallenden Esswaren, in Holz (Papier, Tapeten, auch Gipskarton), in Kot, oder in Kunststoffen (Farben, Lacke, Kleber, Kitt, kunstharzgebundener Putz, Mörtelzusätze<sup>30</sup>) und in Leder. Ein Schimmelpilz kann durch seine Zellbestandteile, seine Stoffwechselprodukte und seine Sporen Menschen und Haustieren schaden oder ihnen zumindest lästig sein. Unerwünschte Folgen können in erheblicher Geruchsbelästigung, in allergischen Reaktionen und in – eventuell tödlichen – Vergiftungen bestehen. Im Extremfall befallen und zerstören Schimmelpilze (z.B. *Aspergillus fumigatus*) Körpergewebe mit tödlichem Ausgang.<sup>31</sup> Sporenbildende Schimmelpilze setzen zudem Stoffwechselprodukte wie Mykotoxine (Schimmelpilzgifte) und mikrobielle flüchtige organische Substanzen (MVOC) an die Raumluft aus, die bei Wirbeltieren bereits in geringsten Mengen giftig wirken.<sup>32</sup>

<sup>22</sup> <http://www.milben.bio-webshop.ch/Staubmilben-Infos.htm>

<sup>23</sup> <http://www.dermastudio.ch/d/allergologie/allergen/hausstaubmilbe.htm>

<sup>24</sup> Schimmelpilz-Leitfaden, Umweltbundesamt, Berlin, Seite 9

<sup>25</sup> Schimmelpilz aus bauphysikalischer Sicht, von Klaus Sedlbauer, Martin Krus, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Seite 10ff - [http://www.hoki.ibp.fhg.de/ibp/publikationen/konferenzbeitraege/pub1\\_41.pdf](http://www.hoki.ibp.fhg.de/ibp/publikationen/konferenzbeitraege/pub1_41.pdf)

<sup>26</sup> Schimmelpilz-Leitfaden, Umweltbundesamt, Berlin, Seite 7

<sup>27</sup> Schimmelpilz aus bauphysikalischer Sicht, von Sedlbauer, Krus, Fraunhofer-Institut, Seite 27

<sup>28</sup> Schimmelgefahr bei offenen Luftkreisläufen, von Sedlbauer K., Oswald D., König N., in Gesundheitsingenieur 119 (1998), Seite 240-247

<sup>29</sup> Materialien zur Umweltmedizin, Aktuelle umweltmedizinische Probleme in Innenräumen, Teil 2, Band 15 der Schriftenreihe. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Seite 58 - [http://www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/umweltmedizin\\_15.pdf](http://www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/umweltmedizin_15.pdf)

<sup>30</sup> <http://www.baustoffchemie.de/schimmel/> > Siehe 'Wachstumsfaktoren der Schimmelpilze'

<sup>31</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Schimmelpilz>

<sup>32</sup> [http://www.bfr.bund.de/cm/216/gesundheitsliche\\_bewertung\\_von\\_kissen\\_mit\\_getreidespelzfuellung.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/216/gesundheitsliche_bewertung_von_kissen_mit_getreidespelzfuellung.pdf) und <http://de.wikipedia.org/wiki/Mykotoxin>

## Bakterien

Es wird geschätzt, dass es mehr als 250'000 verschiedene Arten von Bakterien gibt. Mehr als 95 % davon ist noch nicht bekannt und die Mehrheit ist für den Menschen ungefährlich. Lediglich ein kleiner Teil der Bakterien machen uns durch ihre Stoffwechselprodukte krank: diese sind für uns oft giftig.<sup>33</sup> Diese Erkrankungen werden durch Endotoxine aus gramnegativen Bakterien hervorgerufen, indem sie das Immunsystem zur vermehrten Zytokinbildung (Zytokine = aktivierende interzelluläre Mediatoren) stimulieren.<sup>34</sup> Sie können auch zu Befeuchterfieber oder zur Befeuchterlunge führen.<sup>35</sup>

Endotoxine haben eine entzündungsfördernde Wirkung und wurden bei Untersuchungen in Bürogebäuden mit mangelhafter Innenraumluftqualität mit dem Auftreten von Schleimhautreizung und Müdigkeit in Zusammenhang gebracht. Prinzipiell sind wie die Schimmelpilze auch Bakterien in der Lage, Mykotoxine und möglicherweise MVOC's zu produzieren und damit entsprechende Symptome auszulösen.<sup>36</sup> Im Gegensatz zur Schimmelpilzspore kann die Bakterienspore nicht durch Austrocknung abgetötet werden.

## Zulässige Anzahl Mikroorganismen in der Raumluft

Die Energiefachstellen der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Lichtenstein publizierten im Bulletin Ostschweizer Energiepraxis, Oktober 2007<sup>37</sup> unter dem Titel „Raumfeuchte in neuen Wohnbauten: Komfortlüftung und Befeuchtung“ die Keimzahlkonzentrationen in der Luft von verschiedenen Bauten (je 10 – konventionell, Minergie-Standard mit und ohne Befeuchtung). Bei allen der drei Typen beträgt die Raumluft im Mittel um 1'000 koloniebildende Einheiten (KBE) pro m<sup>3</sup>, wobei die Aussenluft bei konventionellen Bauten ca. 100 KBE/m<sup>3</sup> und bei den übrigen die Zuluft ca. 10 KBE/m<sup>3</sup> beträgt, wird darauf hingewiesen, dass es sich nur um Bakterien handle. Das Spektrum des Befeuchterwassers liegt im Mittel bei ca. 50'000 KBE/Milliliter (1'000 bis fast 1 Mio.).

In diesem Zusammenhang soll geprüft werden, wie hoch die Keimkonzentrationen in der Luft sein dürfen, damit sie als unbedenklich erachtet werden können.

In der Schweiz bestehen keine gesetzlichen Grundlagen, weil das Bundesparlament im Chemikaliengesetz den vorgesehenen Wohngiftartikel gestrichen hat. Richtlinien für Wohnräume bestehen zurzeit noch nicht, weshalb auf andere Normen zurückgegriffen werden muss. Einzig in der SUVA-Richtlinie Nr. 1903 „Grenzwerte am Arbeitsplatz“<sup>38</sup> besteht eine Regulierung.

Bei den Schimmelpilzen werden im Wesentlichen folgende Untersuchungen erstellt, um ein Risiko eines Befalls abschätzen zu können:<sup>39</sup>

- Die quantitative Methode zur Bestimmung der kultivierbaren luftgetragenen Pilzsporen in der Innenraumluft ist die am weitesten verbreitete Methode zur Erfassung von Schimmelpilzen in Gebäuden. Sie stellt eine Momentaufnahme der Schimmelpilzkonzentration in der Raumluft dar. Um unterscheiden zu können, ob eine Schimmelpilzbelastung auf eine innerhalb oder ausserhalb der Wohnung liegende Quelle zurückzuführen ist, ist zeitgleich zur Messung der Innenraumluft auch die Aussenluft zu untersuchen. Liegt die Differenz zwischen der Summe Innenraumluft minus Aussenluft der untypischen Arten über 500 KBE/m<sup>3</sup>, so ist eine Innenraumquelle wahrscheinlich. Der Grenzwert nach der SUVA-Richtlinie beträgt dafür 1'000 KBE/m<sup>3</sup>.
- Weiter werden die Messungen nach typischen Arten und Gattungen untersucht. In diesem Fall liegen die Grenzwerte je nach Arten und Gattung tiefer. Pathogene und toxische Schimmelpilze

<sup>33</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Bakterien>

<sup>34</sup> [http://www.baubiologie.net/docs/Ver\\_Schimmelpilze\\_Gesundheit.pdf](http://www.baubiologie.net/docs/Ver_Schimmelpilze_Gesundheit.pdf), Seite 6

<sup>35</sup> SUVA-Merkblatt Nr. 44021.d, Luftbefeuchtung, [www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)

<sup>36</sup> [http://www.bfr.bund.de/cm/216/gesundheitsbewerung\\_von\\_kissen\\_mit\\_getreidespelzfuellung.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/216/gesundheitsbewerung_von_kissen_mit_getreidespelzfuellung.pdf)  
Seite 11

<sup>37</sup> [http://www.energie.zh.ch/internet/bd/awel/energie/de/formulare\\_\\_publikationen/energiepraxis-bulletin.SubContainerList.SubContainer1.ContentContainerList.0082.DownloadFile.pdf](http://www.energie.zh.ch/internet/bd/awel/energie/de/formulare__publikationen/energiepraxis-bulletin.SubContainerList.SubContainer1.ContentContainerList.0082.DownloadFile.pdf)

<sup>38</sup> SUVA-Richtlinie Nr. 1903, „Grenzwerte am Arbeitsplatz“, [www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)

<sup>39</sup> Schimmelpilz-Leitfaden, Umweltbundesamt, Berlin, Seite 30 ff und  
Materialien zur Umweltmedizin, Seite 76 ff

in der Innenraumluft sind nicht akzeptabel.<sup>40 41</sup> Dabei handelt es sich um zwei besonders kritische Schimmelpilze, die in einer höheren Risikostufe eingeteilt sind: *Stachybotrys chartarum* und *Aspergillus fumigatus*. Diese beiden Arten dürfen im Wohnumfeld nicht vorkommen.<sup>42</sup>

- Nebst der Luftmessung können auch Untersuchungen im Sediment des Hausstaubes, in Materialien und Oberflächen oder die MVOC's in der Raumluft vorgenommen werden.

Die KBE-Grenzwerte für Bakterien werden einem Untersuchungsbericht<sup>43</sup> zufolge in Holland analog wie bei den Schimmelpilzen festgelegt. Für die quantitative Methode liegt die Grenze bei 500 KBE/m<sup>3</sup>, nach SUVA-Richtlinie<sup>38</sup> bei 1'000 KBE/m<sup>3</sup>. Das Schutzziel bei Wasser in Luftbefeuchteranlagen für Keime liegt nach SUVA<sup>35</sup> unter 1'000 Keimen pro Milliliter. In diesem Fall sind keine weiteren Massnahmen nötig. Liegt die Keimzahl zwischen 1'000 und 10'000 Keimen pro Milliliter, sind zur definitiven Beurteilung weitere Abklärungen erforderlich. Die diesbezüglichen deutschen VDI-Richtlinien (Verein Deutscher Ingenieure) sind identisch und die SWKI (Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren) hat diese in ihrer Richtlinie<sup>44</sup> übernommen.

Gesamthaff kommt man zum Schluss, dass die dargestellten Wohnungen alles andere als einwandfrei sind und Sanierungsmassnahmen zumindest zu prüfen wären. Es ist besonders erschreckend, wenn angebliche Fachberichte in amtlichen Publikationen veröffentlicht werden, die den Laien vortäuschen, dass überhöhte Mengen von Mikroorganismen in der Raumluft in Ordnung seien, die ihre Ursachen nicht in der Aussenluft, sondern im Gebäude haben. Aufgrund der niedrigen Keimzahlen der Zuluft ist davon auszugehen, dass die Aussenluft in der Lüftungsanlage gefiltert wird. Dementsprechend schlecht schneiden die Minergie-Bauten gegenüber konventionellen Bauten ab, da das Verhältnis zwischen den Keimzahlen in der Raumluft und der Aussen- bzw. Zuluft bei konventionellen Bauten lediglich rund 10 und bei Minergie-Bauten sogar rund 100, also das 10-fache beträgt! Mit andern Worten, Energiesparbauten mit Zwangslüftungen bergen durch den baulich vorgegebenen Lüftungswechsel ein erhebliches Gesundheitspotential.

## Der Feuchtigkeitshaushalt im Gebäude

### Abtransport der Raumfeuchte

Ohne Wasser existiert kein Leben. Deshalb gilt es auch die Feuchtigkeit in den Gebäuden zu berücksichtigen. In einem durchschnittlichen Haushalt fallen pro Tag durch Kochen, Reinigung, Bad, Wäsche, Pflanzen und Personen mehrere Liter Wasser an, die mit der Luft wieder abtransportiert sind, denn über die Umfassungswände werden nur geringe Mengen abtransportiert. Luft kann je nach Temperatur mehr oder weniger Feuchtigkeit aufnehmen, beispielsweise bei 20°C und 50 % rel. Feuchtigkeit 7.74 g/kg bzw. 8.70 g/m<sup>3</sup>. Im nachfolgenden Diagramm 1 sind die absoluten Luftfeuchten in Abhängigkeit der relativen Feuchten sowie die Differenz zwischen Innenfeuchte bei 20°C und 50 % zur Aussenfeuchte dargestellt. Aus den Grafen der Feuchtedifferenz (innen zu aussen) wird ersichtlich, dass ab 12 °C und höher keine Feuchtigkeit mehr nach aussen abgeführt werden kann, weil die absolute Aussenfeuchte gleich oder höher der inneren ist.

Zu beachten ist, dass für den Standort Zürich die Anzahl (Heiz-) Tage, die 12 °C und kälter sind rund 229 Tage beträgt, also rund 63 % eines Jahres und davon für die Periode zwischen 6 und 10 °C rund 62 Tage, also rund 17 % sowie für die Periode zwischen 1 und 5 °C zirka 84 Tage, also zirka 23 % eines Jahres.

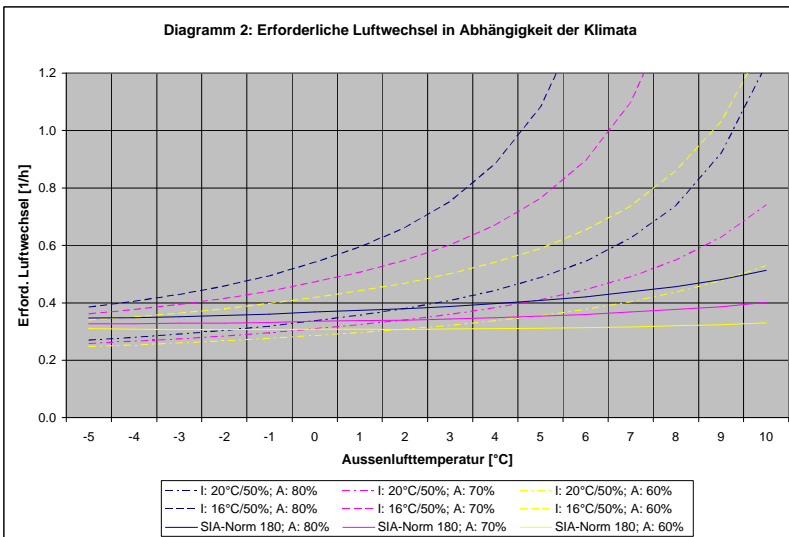
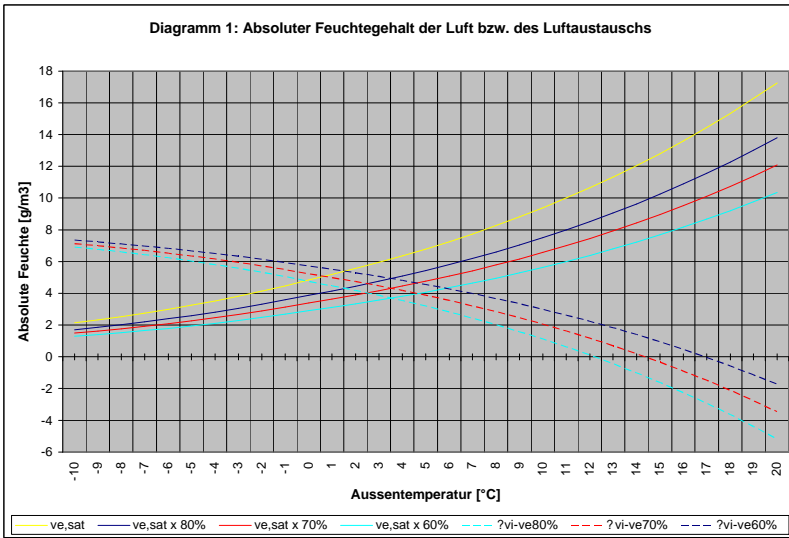
<sup>40</sup> Schimmelpilze im Innenraum: Wachstumsbedingungen, gesundheitliche Gefährdung, Bekämpfung, Referat Feuchtetag '99, von J. Ebert, Büro für Holzschutz und Wohnraumhygiene, Potsdam, Seite 4 – Link nicht mehr verfügbar

<sup>41</sup> Praxisratgeber Umweltfreundliche Sanierung, Landesinstitut für Bauwesen des Landes NRW, Seite 51 - <http://www.ils-shop.nrw.de/down/praxisratgeber.pdf>

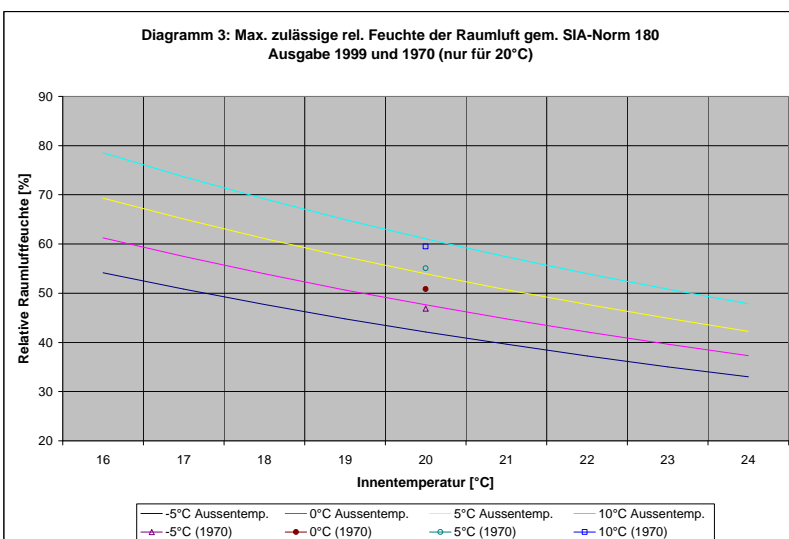
<sup>42</sup> Schimmelpilze im Wohnbereich, von Dr. Paul Raschle, Seite 1 - [http://www.paul-raschle.ch/pdf\\_merkblaetter/Schimmel\\_Wohnbereich.pdf](http://www.paul-raschle.ch/pdf_merkblaetter/Schimmel_Wohnbereich.pdf)

<sup>43</sup> Untersuchungsbericht Luftreinigung durch Ecolamp, Laboratorium Tritium BV, Nuenen NL, <http://www.ihre-bandage.de/shop/Studie.pdf>

<sup>44</sup> Richtlinie SWKI VA104-01 „Hygiene-Anforderungen an Raumluft-technische Anlagen und Geräte“, <http://www.swki.ch>



feuchte Aussenluft vorhanden und das Aufkommen von Schimmelpilzsporen in der Luft hoch.<sup>45</sup>



und 80 %. Vgl. mit Diagramm 2.

In der SIA-Norm 180 (1970) wurde die Raumluftfeuchte nicht explizit definiert, sondern es hiess

Betrachten wir eine durchschnittliche Wohnung von rund 100 m<sup>2</sup> Fläche mit einem Nettoluftvolumen von 220 m<sup>3</sup> und einer täglichen Feuchtequelle von 10 Litern, so ist bei einer Aussenluft von +10°C bzw. +5°C und 0°C bei je 80 % r.F. und gleichmässiger Verteilung ein mittlerer Luftwechsel von 1.36 bzw. 0.54 und 0.37 /h nötig.

Allerdings ist es nicht so, dass die Feuchteproduktion über die ganze Wohnung gleichmässig und zeitgleich erfolgt, sondern sehr unterschiedlich. Betrachten wir aus der gleichen Wohnung ein Schlafzimmer bei einem Innenklima von 20°C und 50 % rel. Feuchtigkeit; Raum: Nettovolumen 35 m<sup>3</sup>, entspricht ca. 16 bis 17 m<sup>2</sup>; Feuchteproduktion: 2 Personen, total 60 g/h, so ergeben sich die Ergebnisse im Diagramm 2:

Die Berechnung zeigt wie in Diagramm 1 eindeutig auf, dass der Abtransport der Feuchtigkeit nicht bei tiefen Aussentemperaturen, sondern im Übergangsbereich Schwierigkeiten bereitet. Besonders im Herbst ist in der Nacht vielfach Nebel, also sehr

Die Norm 180, Ausgabe 1999 „Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau“ des Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA) definiert die maximale Luftfeuchte in Abhängigkeit von der jeweiligen Aussen- und Innentemperatur (Diagramm 3). Für das genannte Rechenbeispiel sind daher im Mittelland (Bern) für den Bereich zwischen 0°C und 10°C bei Innentemperaturen von 20°C / 50 % r.F. lediglich Luftwechselraten von ca. 0.34 bis 0.51 /h erforderlich und das bei Aussenluftfeuchten zwischen 70

<sup>45</sup> Schimmelpilz-Leitfaden, Umweltbundesamt, Berlin, Seite 7 - <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2199.pdf>



lediglich: „Ein gewisses Mass an natürlichem Luftwechsel durch die Fenster ist jedoch bei nicht klimatisierten Räumen aus hygienischen Gründen notwendig.“ Die Raumlufffeuchtigkeit in Abhängigkeit der Aussenluft muss jedoch den Berechnungsgrundlagen aufgrund der inneren Oberflächentemperaturen (Taupunkt) entnommen und umgerechnet werden.<sup>46</sup> Vgl. in Diagramm 3.

Die SIA-Norm 180 (1999) weist allerdings darauf hin, dass von einer relativen Luftfeuchte von über 50% im Winter abgeraten werde, da sie das Wachstum von Mikroorganismen (z.B. Milben) begünstige. Gleichzeitig wird beim Kriterium Schimmelpilzfreiheit verlangt, dass die Oberflächenfeuchte (relative Feuchte der oberflächennahen Luftschicht) den Wert von 80% langfristig nicht übersteige.

In der Schrift 'Raumluffqualität und Lüftung in Schweizer Bauten'<sup>46</sup> wird auf Seite 42 folgendes hingewiesen: „Aus der Tabelle [Tab. 1] lässt sich ableiten, dass in einem Raum bei Anwesenheit von einer Person mit sitzender Tätigkeit (Emissionsrate 50 g/h) gemäss der heute noch geltenden Empfehlung (Feuchteabfuhr von 2.5 g/h in der Übergangszeit) etwa 20 m<sup>3</sup> Aussenluft pro Stunde erforderlich sind. Gemäss zukünftiger Norm SIA 180 sind im schlechtesten Fall (3.2 g/m<sup>3</sup>: Tessin, Übergangszeit) zur Abfuhr der emittierten Feuchtigkeit von 50 g/h etwa 15 m<sup>3</sup> Aussenluft pro Stunde notwendig. Die zur Elimination von Körpergerüchen mindestens erforderliche Aussenluftzufuhr von 12-15 m<sup>3</sup>/h und Person ist somit zur Feuchteabfuhr gemäss alter Empfehlung (1970) etwas zu niedrig, gemäss neuer Norm (1988) aber gerade ausreichend, sofern keine weiteren Feuchtigkeitsquellen vorhanden sind.“

Aussen-temperatur	SIA 180 (1970)		SIA 180 (1988)	
	ganze Schweiz	Bergregion	Mittelland	Tessin
+10	2.5 g/m <sup>3</sup>	4.3 g/m <sup>3</sup>	3.9 g/m <sup>3</sup>	3.2 g/m <sup>3</sup>
0	4.1 g/m <sup>3</sup>	5.3 g/m <sup>3</sup>	5.0 g/m <sup>3</sup>	3.9 g/m <sup>3</sup>
-10	4.7 g/m <sup>3</sup>	5.7 g/m <sup>3</sup>	5.3 g/m <sup>3</sup>	3.9 g/m <sup>3</sup>

Mit andern Worten, die Feuchteabfuhr wurde von der Norm 1970 zur Norm 1988 erhöht, obschon das Klima und damit die Feuchte immer noch die gleichen Grössenordnungen haben, womit der erforderliche Luftwechsel

kleiner wird! Für das Mittelland entspricht das einer Zunahme des Feuchteabtransportes zwischen 12 und 56 % bzw. einer Reduktion des erforderlichen Luftwechsels zwischen 11 und 36 %. Diese Änderung des Luftwechsels hat jedoch noch einen weiteren Haken, weil in der alten Norm aus dem Jahre 1970 davon ausgegangen wurde, dass Schimmel erst ab 85 % relativer Feuchte zu spriessen beginne.<sup>46</sup> In der Norm aus dem Jahre 1988 wird erstmals 80 % festgehalten.

Aussen-temperatur	Norm 1970		Norm 1988 (Mittelland)	
	nL [1/h]	V [m <sup>3</sup> /h]	nL [1/h]	V [m <sup>3</sup> /h]
10	0.69	24.0	0.44	15.4
0	0.42	14.6	0.34	12.0
-10	0.36	12.8	0.32	11.3

In Tabelle 2 sind die vergleichbaren Ergebnisse des Beispiels wie in Diagramm 2 festgehalten: Die Luftwechselraten unter der Norm 1988 und 1999 dürften – bezogen

auf das ganze Mittelland – in etwa gleich gross sein. Für den gewählten Standort Bern sind die Werte bei 10°C leicht höher, dafür bei 0°C wiederum etwas tiefer. Die Werte nach der Norm aus dem Jahre 1970 liegen jedoch sowohl bei 0°C und erst recht bei 10°C merklich über der heutigen Norm 1999, was aufgrund der gemachten Feststellung nicht erstaunt. Vgl. mit Diagramm 2.

Bei neuen Gebäuden darf die Gesamt-Luftdurchlässigkeit  $n_{L50}$  gemäss alter SIA-Norm 180 (1988) bei geschlossener Fassade mit Fensterlüftung und bei einer Druckdifferenz von 50 Pa bei Einfamilienhäusern zwischen 2 und 4.5 /h betragen. Dies entspricht in der Praxis einem Luftwechsel  $n$  von ca. 0.08 bis 0.18 /h (etwa 1/25). Bei Mehrfamilienhäusern soll die Luftdurchlässigkeit  $n_{L50}$  zwischen 2.5 (0.10) bis 3.5 (0.14) /h und bei Gebäuden mit Zu- und Abluftanlagen nur 1 (0.04) /h betragen. Die Werte in der SIA-Norm 180 (1999) sind anders definiert und lassen sich nur unter Einbezug von Volumen  $V$  und Hüllfläche  $A_e$  miteinander vergleichen ( $n_{L50} = v_{a,4} \times A_e / V$ ).

Aus all dem Genannten ist zu schliessen, dass über Nacht und je nach Nutzung auch am Tag die offiziell propagierte Stosslüftung nicht mehr möglich ist, wenn man sich nicht selbst in Gefahr

<sup>46</sup> Raumluffqualität und Lüftung in Schweizer Bauten, Bericht zu Handen von Architekten und Lüftungsplaner, Schriftreihe des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Studie Nr. 44, 1988, von J. Schlatter und H.U. Wanner, ETH Zürich

bringen will, weil neue Fenster praktisch dicht sind und keinen nennenswerten Luftaustausch ermöglichen. Dies ist jedoch nicht nur während den Übergangszeiten gegeben, sondern auch bei tiefen Aussentemperaturen, weil in einem Schlafzimmer über Nacht eine viel zu hohe Luftfeuchtigkeit entstehen würde. Im vorliegenden Beispiel würde ein theoretischer Luftwechsel gemäss Tabelle genügen, doch diesen kann man beim Fenster in der Regel nicht einstellen, sondern das Fenster nur schliessen (also kein Luftaustausch) oder kippen. Letzteres ergibt einen breiten Luftwechsel zwischen 0.3 bis 4 /h<sup>47</sup>, der von verschiedenen Parametern abhängig ist.

Aus den verschiedenen Studien ist zu schliessen, dass im Minimum Luftwechselraten von 0.6 bis 0.8 /h erforderlich sind, ansonsten man Gefahr läuft, in irgendeiner Form gesundheitlich beeinträchtigt zu werden. Die rein theoretische Luftrechnung, die sich in Wohn- und Bürobauten wegen angeblich teurer Energie praktisch ausschliesslich auf die Vermeidung von Schimmelpilzbildung reduziert, ist in der Praxis aus verschiedenen Gründen untauglich. Zudem ist davon auszugehen, dass Luft nicht nur aus den verschiedenen Atomen besteht, sondern wie beispielsweise das Wasser noch feinstoffliche Qualitäten enthält.

Bei dem vorliegenden Beispiel wurde die Problematik der Nachtabenkung der Raumluft, die nach Beginn der Energiekrise wegen Energieeinsparungen propagiert wurde, von beispielsweise 20°C auf meist 16°C noch gar nicht berücksichtigt. Nur nebenbei sei erwähnt, dass diese Nachtabenkung in der Regel gar keine merkliche Energieeinsparung bringt.<sup>48</sup> Allein diese Absenkung der Raumlufttemperatur von meist abends 22 Uhr bis morgens 5.30 Uhr verursacht bei gleich bleibender absoluter Feuchte eine Steigerung der relativen Feuchtigkeit von 20°C / 50 % auf 16°C / 64.4 %. Mit einer Reduktion der Raumlufttemperatur von 20 auf 16°C müsste der Luftwechsel, um die relative Raumluftfeuchte nicht ansteigen zu lassen, massiv erhöht werden. Vgl. in Diagramm 2. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, musste in der Norm scheinbar die "zulässige" Raumluftfeuchte bei tieferen Raumlufttemperaturen um dieses Mass erhöht werden, sodass Feuchten bis gegen 80 % erlaubt sind! Vgl. in Diagramm 3. Aus diesem Grund muss man auch nicht erstaunt sein, wenn in dieser SIA-Norm (1999) festgehalten ist, dass die Oberflächenfeuchte den Wert von 80 % "nicht langfristig übersteige". Was langfristig heisst, ist leider nicht definiert. Die Aussentemperaturen zwischen 9 und 11 °C machen immerhin rund 10 % eines Jahres aus! Muss man sich da noch fragen, weshalb die Feuchtigkeit in den Wohnungen zu hoch und Asthma je länger je mehr verbreitet ist?

Selbstverständlich können auch Umfassungsbauteile Feuchtigkeit absorbieren und abtransportieren. Die Absorption wäre als Zwischenspeicher der Feuchtigkeit hoch willkommen, hingegen ist der Abtransport durch die Umfassungsbauteile für die Entfeuchtung der Raumluft nicht relevant. Die heute geläufigen 'modernen' Konstruktionen sind dazu wenig in der Lage, weil einerseits die Oberflächen mit dichten Materialien versiegelt sind, die den Eintritt in die Bauteile verhindern und andererseits Sperrschichten einen Feuchtetransport nach aussen ganz verunmöglichen. Sperrschichten können Staunässe verursachen,<sup>49</sup> sodass es sogar innerhalb der Konstruktion zur Schimmelpilzbildung kommt.<sup>50 51 52</sup>

Gemäss Fachliteratur wird für Wohnräume und kleine Büros ein Luftwechsel von 0,5 bis 1,0 je Stunde als angemessen erachtet und bei der Nutzung raumluftechnischer Anlagen wird für Büroräume sogar ein Luftwechsel von 3 – 5 /h gefordert.<sup>53</sup> Schon im Jahre 1986 hält Wegner<sup>54</sup> fest: „Da

<sup>47</sup> Schimmelpilz-Leitfaden, Umweltbundesamt, Berlin, Seite 15

<sup>48</sup> <http://www.ahok.de/dt/Nachtabenkung.html>

<sup>49</sup> Beispiel: Energiebilanz von Aussenwänden unter realen Bedingungen, EMPA 1994, Seite 13

<sup>50</sup> Materialien zur Umweltmedizin, Seiten 33 und 38

<sup>51</sup> Richtig bauen, Bauphysik im Zwielficht – Probleme und Lösungen, 4. Auflage, von Prof. Dr.-Ing. habil. Claus Meier, Expert Verlag, ISBN 3-8169-2627-4

<sup>52</sup> <http://www.konrad-fischer-info.de/7temper.htm>

<sup>53</sup> Probleme bei der Bewertung innenraumbezogener Beschwerden am Beispiel von zwei Gebäuden, Inaugural - Dissertation der Medizinischen Fakultät der Ernst - Moritz-Arndt-Universität, Greifswald, 2003, [http://deposit.ddb.de/cgi-](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=972355030&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=972355030.pdf)

[bin/dokserv?idn=972355030&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=972355030.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=972355030&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=972355030.pdf)

<sup>54</sup> Mindestluftwechsel in Abhängigkeit von der Nutzungsart und -intensität, von Jürgen Wegner unter Mitarbeit von Gert Schlüter, Christa Angerer, Hans-Dieter Meyer; Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes Berlin.

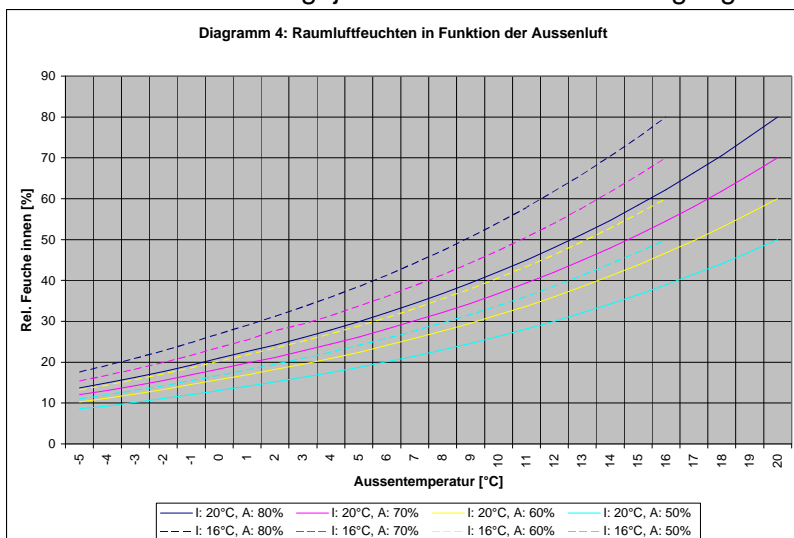
geschlossene Fenster während der Heizperiode aus Gründen der Energieeinsparung den Regelfall für die freie Lüftung darstellen (sollen!), muss aus den Untersuchungen gefolgert werden, dass Luftwechselzahlen möglichst im Bereich 0.5 bis 1 /h liegen sollten. Höhere Luftwechselzahlen als 1 /h verbessern bei hinreichend guter Aussenluftqualität zwar noch die Luftqualität in Innenräumen, jedoch steigen damit auch die Lüftungsverluste.“ Mit andern Worten, die Lüftung muss – von wenigen gezielten Massnahmen mit der Stosslüftung abgesehen – konstant erfolgen! Fazit: Die in der SIA-Norm 180 vorgegebenen Lüftungswechsel sind rund um den Faktor zwei zu klein!

### Minimale Feuchtigkeit der Raumluft

Schlussendlich soll auch noch die Frage, wie hoch die minimale relative Luftfeuchtigkeit überhaupt sein muss, geprüft werden. In einer Literaturstudie<sup>55</sup> wurde keine untere Grenze von 30 % rel. Luftfeuchtigkeit medizinisch begründet bzw. einen anderen Grenzwert hergeleitet. Auch die landläufige Vorstellung, dass durch zu trockene Luft die Schleimhäute austrocknen und sich infolge dessen Krankheitserreger ansiedeln, ist umstritten. Laboruntersuchungen zeigen keine Veränderung der Schleimviskosität in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte. Ein hoher Staubanteil in der Luft oder eine zu hohe Lufttemperatur können das Empfinden stark beeinflussen. Zu beachten gilt, dass Beschwerden an den Augen ebenfalls durch staubhaltige Luft oder durch Bildschirmarbeit ausgelöst werden. Belästigungen treten auch durch elektrostatische Effekte auf. Die Studie schliesst mit der Bemerkung, Beschwerden über zu trockene Luft, hätten ihre Ursachen häufig in Staub oder anderen Verschmutzungen in der Luft und aufgrund zu hoher Raumtemperaturen sei die relative Luftfeuchte oft zu gering. Um letzteres zu verhindern stehen zwei Möglichkeiten offen: Sich entweder wärmer anziehen und/oder in heiztechnischer Hinsicht Strahlungsheizungen einbauen. Letzteres bedingt jedoch zuerst eine Bereinigung der fehlerhaften Theorie und Praxis dieser

Heizungsauslegung.<sup>51</sup> Mit Strahlungsheizungen könnten zudem Energieeinsparungen von bis zu 30 Prozent erreicht werden.<sup>56</sup>

Diagramm 4: Grafen für relative Feuchtigkeiten bei 20°C und 16°C (gestrichelte Linie) bei gleicher absoluter Feuchte und unterschiedlichen Ausgangs-Aussen-temperaturen mit rel. Feuchten von 80 %, 70 %, 60 % und 50 %. Beispiel: Aussenluft 10°C, 60 % rel. F. wird auf 20°C erwärmt. Daraus resultiert eine relative Feuchte von 31.6 %.



### Ist die Stosslüftung wirtschaftlich?

Seit der künstlichen erzeugten Energiekrise wird von den Behörden eine Stosslüftung propagiert, d.h. die Räume wenige Male am Tag kurz und konzentriert zu lüften. Mit dieser Lüftungsart schwankt die relative Luftfeuchtigkeit massiv. Wird nicht genügend gelüftet, so steigt die Feuchtigkeit. Die Folgen von hoher Luftfeuchtigkeit sind eingangs dokumentiert. Welche Zusammenhänge zwischen Energie (spezifischer Enthalpie – enthaltene Wärmemenge) und Feuchtegehalt der Luft bestehen, wird am nachstehenden Beispiel verdeutlicht:

Aus der Tabelle 3 wird ersichtlich, dass Luft mit 60 % rel. Feuchtigkeit eine 1.37-mal grössere Enthalpie beinhaltet als Luft mit 30 % rel. Feuchte. Also könnte man bei 30 % feuchter Luft 1.37-

<sup>55</sup> „Trockene Luft“ und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit – Ergebnisse einer Literaturstudie, in Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 67 (2007), Nr. 3 / März, Seite 103 ff - [http://www.hvbg.de/d/bia/pub/grl/2007\\_009.pdf](http://www.hvbg.de/d/bia/pub/grl/2007_009.pdf)

<sup>56</sup> <http://www.zehnder-heizkoerper.ch/Strahlungsheizung%20und%20-k%c3%bchlung,60.html>

mal mehr lüften als bei Luft mit 60%, ohne mehr Energie zu verbrauchen.

Tabelle 3		Rel. Feuchte der Raumluft [%]			
Temp. [°C]		30%	40%	50%	60%
20°C	Enthalpie bzw. % gegenüber 30 %				
	[kJ/m <sup>3</sup> ]	35.84	40.25	44.66	49.09
	% bzw. ? %	100%	112.30%	124.60%	137.00%
20°C	Feuchte bzw. % gegenüber 30 %				
	[g/m <sup>3</sup> ]	5.2	6.94	8.69	10.44
	% bzw. ? %	100%	133.50%	167.20%	200.90%

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass wir hauptsächlich wegen der anfallenden Feuchtigkeit lüften müssen. Luft von 60 % rel. Feuchtigkeit beinhaltet jedoch doppelt soviel Feuchtigkeit als solche von 30 %. Somit müssen

wir mehr lüften, um die gleiche Menge Feuchtigkeit abzutransportieren. Das heisst, die Aussage, möglichst wenig zu lüften, um so Energie zu sparen, ist korrekt. Es stellt sich allerdings die Frage, ob diese Verhaltensweise gesamtheitlich betrachtet die wirtschaftlichste sei, indem das Risiko von erheblichen Gesundheitsschäden billigend in Kauf genommen wird, die inzwischen eingetroffen sind. Es ist auch sonderbar, wenn in der Fachliteratur wiederholt festgehalten wird, Schimmel bilde sich erst ab einer relativen Feuchte von 85 %.

Unabhängig, wie hoch oder wie tief die Gesundheitskosten für die Asthmakranken sind, stehen die angerichteten Schäden in keinem Verhältnis zum "Ertrag", d. h. einer Einsparung von Energiekosten, weil letztere bei einer endlichen Zulassung der Freien Energie durch die Behörden bei Null wären. Daher ist die Diskussion über die Stosslüftung als auch über die Grösse des Luftwechsels völlig fehl am Platz und muss für etwas anderes herhalten, das die Bürger nicht wissen dürfen. Die Bürger werden auch damit geknebelt, um zu verhindern, dass sie Zeit haben, sich Gedanken zu machen, was die versteckten Drahtzieher mit ihnen im Schilde führen. Deshalb muss dafür gesorgt werden, dass seelisches Wohlbefinden und körperliche Gesundheit, Aktivität und Vitalität durch schlechte Luft beeinträchtigt wird.

## Schlussbemerkungen

Das Genannte bildet nun die Grundlage, um im Rahmen einer gesamtheitlichen Strategie gezielte bauliche Massnahmen gegen die verschiedenen Einflüsse und Auswirkungen zu ergreifen. Diese Fakten sind schon lange bekannt, doch diese gelangen – wie andere Informationen ebenfalls – nicht an die entscheidenden Personenkreise, und wenn überhaupt nur bruchstückhaft.

Die genannten Rahmenbedingungen für eine überhöhte Raumluftfeuchte mit deren gesundheitlichen Folgen sind wiederum so gewählt, dass der durchschnittliche Bürger die Ursachen des Problems nicht erkennt, sofern er sich nicht die Mühe nimmt, sich mit der Angelegenheit detailliert auseinander zusetzen. Schlussendlich gefährdet er sich aus Unwissenheit mit seinem Verhalten gesundheitlich selbst, das wiederum mit gehöriger Behördenpropaganda und Mediengehirnwäsche gefördert wird. Die Parallelen mit anderen Themen sind unübersehbar. Dass die Wirtschaftsverbände dabei aktiv Hand anlegen, wurde auch hier wieder bestätigt, denn auch diese sind wie die Politik vom kriminellen Netzwerk gesteuert.

Anstatt das Übel an der Wurzel anzupacken, werden nun sukzessiv Verbote für das Rauchen und Abgasvorschriften für Rauchgase bei Cheminéeanlagen, Kleingeräten etc. erlassen, um so die Bevölkerung Stück um Stück an persönliche Einschränkungen zu gewöhnen.

Nun rächt es sich, dass in der Schule die Haushaltkunde abgeschafft worden ist, ansonsten wären diese und weitere Zusammenhänge einer breiten Bevölkerung bekannt. Weshalb schleppte man früher im Sommer bzw. im Winter Matratzen, Bettzeug, Teppiche etc. an die Sonne bzw. in die Kälte?<sup>57</sup> Auch in der Architektenausbildung wird nie etwas über diese grundlegenden Zusammenhänge mit dem Gesundheitswesen vorgetragen, das die Grundlage für das richtige Konstruieren bildet. Man muss einmal mehr feststellen, dass das alles nicht zufällig unterlassen wird.

Zu berücksichtigen ist, dass aufgrund des von der Politik festgesetzten Zinssystems auch ganz besonders die Bauwirtschaft gezwungen wird, dem Mammon zu dienen und daher meist nur zweit-rangige Konstruktionen verwendet. Zudem werden rigide Energievorschriften erlassen und das nur

<sup>57</sup> <http://matratzenreinigung.ch/typo/index.php?id=5>

wegen einer künstlich erzeugten Energiekrise<sup>58</sup>, damit eine gutbetuchte Mafia teure "abiotische" Energien<sup>59</sup> zu Monopolpreisen verkaufen kann und um uns damit die unentgeltlichen Freien Energien vorzuenthalten. Die Eidgenössische Kommission für Gesamtenergiekonzeption (GEK, heute CORE) verlangte in ihrem Schlussbericht von 1978 ja ausdrücklich, dass nicht einfach eine billige Energie zu verwenden sei. Bundesrat und Parlament haben das willentlich akzeptiert (BBl 1981 II 318 bzw. 336).

Wenn sich in den Industriestaaten die 20:80-Gesellschaft durchgesetzt hat, so wird die Weltmafia kein Interesse mehr haben, 80 % der Bevölkerung mit Tittytainment zu unterhalten<sup>60</sup>. Somit wird man den Verdacht nicht los, dass es hier, zusammen mit den Chemtrails<sup>61</sup>, Lebensmittelzusatzstoffen<sup>62</sup>, Convenience- und Junkfood, schädliche Behandlung von Nahrungsmitteln, Gentech-Lebensmittel<sup>63</sup>, Impfungen<sup>64</sup>, künstlich erzeugten Seuchen (AIDS, SARS, Vogelgrippe etc.)<sup>65</sup>, schädigenden Mikrowellen (Mobilfunk<sup>66</sup>, Mikrowellenofen<sup>67</sup>, Energiesparlampen<sup>68</sup>) etc. um einen verspäteten Morgenthau-Plan<sup>69</sup> bzw. um die Ausführung des Memorandum 200 des Nationalen Sicherheitsrates der USA<sup>58 70</sup> handelt. Es bahnt sich daher nichts anderes als ein gigantischer Holocaust an.

Es zeigt sich einmal mehr, dass wir eine neue Generation von Politikerinnen und Politiker ohne die bestehenden Parteien bilden müssen, um uns auch aus dieser Zwangslage zu befreien. Es muss daher nicht nur das bautechnische Denkgebäude von Grund auf neu errichtet werden<sup>51</sup>, sondern umso dringender das staatsrechtliche.

## Weitere Analysen und Schriften

- Wie die Behördenwillkür, insbesondere der Justiz, in Bund und Kanton entstanden ist, wurde aufgrund von offiziellen Dokumenten nachgewiesen: "Die Entstehung der Justizwillkür – Kurzfassung" sowie "Das Ermächtigungsverfahren in Strafsachen – Zusammenfassung"
- Eingaben 7 und 7.1 an die Bundesversammlung vom 20.06.06 bzw. 13.11.06 beschreibt das kriminelle Netzwerk und vor allem einzelne Gesellschaftsbereiche, die instrumentalisiert sind.
- Wie wir mit einer anderen Wirtschaftsform unsere akuten Probleme beseitigen könnten, und dabei nur Vorteile hätten: <http://www.geldreform-jetzt.de/index.html> und <http://www.zeit-fragen.ch/ausgaben/2007/nr3-vom-2212007/marktwirtschaft-ohne-kapitalismus/>

<sup>58</sup> „Mit der Ölwanne zur Weltmacht – Der Weg zur neuen Weltordnung“, von F. William Engdahl, Kopp Verlag Rottenburg, 2006, ISBN 3-938516-19-4,  
[http://www.engdahl.oilgeopolitics.net/Auf\\_Deutsch/auf\\_deutsch.html](http://www.engdahl.oilgeopolitics.net/Auf_Deutsch/auf_deutsch.html)

<sup>59</sup> <http://www.zentrum-der-gesundheit.de/ia-erdoel.html>

<sup>60</sup> Die Globalisierungsfalle, von Harald Schumann und Hans-Peter Martin, Rowohlt, 12. Auflage 1997, ISBN 3 498 04381 1; [http://de.wikipedia.org/wiki/Die\\_Globalisierungsfalle](http://de.wikipedia.org/wiki/Die_Globalisierungsfalle) und Vortrag von Harald Schumann 1997 an der Uni Göttingen - <http://wwwuser.gwdg.de/~fsbio/speech.htm>

<sup>61</sup> <http://www.chemtrails.ch/dokumentationen/dokumentation.htm> und <http://www.chemtrails.at/>

<sup>62</sup> <http://www.zusatzstoffe-online.de/home/>

<sup>63</sup> [http://www.engdahl.oilgeopolitics.net/Auf\\_Deutsch/Saatgutbank\\_des\\_Bill\\_Gates\\_in\\_/saatgutbank\\_des\\_bill\\_gates\\_in\\_.HTM](http://www.engdahl.oilgeopolitics.net/Auf_Deutsch/Saatgutbank_des_Bill_Gates_in_/saatgutbank_des_bill_gates_in_.HTM)

<sup>64</sup> Beispiele: Diverse Artikel auf <http://www.melhorn.de/medizin.htm>, <http://www.irl.de/osckategorien/buecher-deutsch/impfen/pid/299089/produkt/Impfen-ein-Jahrtausendirrtum-Zweite-erweiterte-A.html>; <http://www.zeit-fragen.ch/ausgaben/2006/nr47-vom-22112006/wollen-sie-aus-den-usa-importierten-grippe-impfstoff-verabreicht-bekommen/>

<sup>65</sup> Die geplanten Seuchen - AIDS, SARS und die militärische Genforschung, von Wolfgang Eggert, Chronos Medien, 2003, 242 Seiten, ISBN-10: 3935845081

<sup>66</sup> "Cellular Telephone Russian Roulette", von Robert C. Kane, ehem. Handy-Entwickler von Motorola, ISBN-10: 0533136733 (englisch)

<sup>67</sup> <http://www.das-gibts-doch-nicht.info/seite2583.php> + <http://www.wahrheitssuche.org/mikrowellen.html>

<sup>68</sup> <http://www.gigahertz.ch/1187/>

<sup>69</sup> <http://verschwoerungen.info/wiki/Morgenthau>

<sup>70</sup> Studie [http://www.jahrbuch2001.studien-von-zeitfragen.net/Weltmacht/NSSM\\_200/nssm\\_200.html](http://www.jahrbuch2001.studien-von-zeitfragen.net/Weltmacht/NSSM_200/nssm_200.html)