

Walter Hugentobler

Gesundheitliche Aspekte *Health Aspects*

Walter Hugentobler wurde 1951 in Genf geboren und studierte Medizin an der Universität Zürich. 1979 schloss er seine Dissertation ab. 1985 folgte der Abschluss der Ausbildung zum Facharzt für Allgemeine Innere Medizin. Von 1985 bis 2012 führte er eine Hausarztpraxis. Seit über dreißig Jahren setzt er sich praktisch auseinander mit den Auswirkungen von winterlicher Lufttrockenheit auf Haut, Augen, Schleimhäute und den Wasserhaushalt des Menschen. Er ist als medizinischer Berater und als Lehrbeauftragter am Institut für Hausarztmedizin an der Universität Zürich tätig.

Walter Hugentobler was born in 1951 in Geneva and studied medicine at the University of Zurich. He completed his doctoral thesis in 1979 and his training as specialist for internal medicine in 1985. He ran a general practice from 1985 until 2012 and has more than thirty years of practical experience with the effects of dry winter air on the skin, eyes, mucous membranes and water balance of human beings. He works as a medical consultant and lectures at the Institute for Family Medicine at the University of Zurich.



«In diesem Gebäude gehen Modernität und Tradition eine enge Liaison ein. Hochmoderne Technik und Ästhetik verbinden sich mit Elementen, die an mittelalterliche Schlösser und Burgen erinnern. Das alles geschieht ganz wie von selbst.»

“Modernity and tradition are closely intertwined in this building. Ultramodern technology and aesthetics are combined with elements that are reminiscent of medieval castles. And none of it is forced.”

Walter Hugentobler
Mediziner
Physician

Das Gebäude 2226 von baumschlager eberle bietet den Nutzern ein hervorragendes Wohlfühlklima, das viel zur Gesunderhaltung beiträgt. Es ist zu hoffen, dass dieses Gebäudekonzept in der Architekturbranche zum zukünftigen Maßstab für echte Nachhaltigkeit und gesundes Innenraumklima werden wird.

HAUS und Gesundheit – ein ungewohntes Begriffspaar? Die Einflüsse des Hauses auf die Gesundheit der Nutzer sind stärker und vielfältiger, als wir das wahrhaben wollen. Es ist deshalb naheliegend, dass ein HAUS-Arzt sich Überlegungen macht zum innovativen Gebäudekonzept von 2226. Zum

ganzheitlich denkenden und handelnden HAUS-Arzt gehört es ferner, sich auch mit dem häuslichen Umfeld der Menschen, ihrem HAUS und dessen Innenraumbedingungen auseinanderzusetzen.

Alle Gebäudeteile, von der Gebäudehülle über die Heizung, Lüftung, Kühlung und die Sanitäranlagen bis hin zum sogenannten Mikrobiom, der mikrobiologischen Besiedelung eines Gebäudes, sowie seine Verschmutzung üben einen direkten Einfluss auf Luft und Wasser und damit auf unsere Gesundheit aus. Zahlreiche Bezüge sind uns erst oberflächlich, teilweise noch gar nicht bekannt. Eine viel zitierte Aussage des Schweizer Architekten Justus Dahinden trifft den Kern der Problemstellung. Er formuliert in seinem Buch *Architektur=Architecture*: «Das zentrale Problem der Architektur ist der Raum, der den Menschen an Leib und Seele gesund erhält.»¹ Lösungen für dieses offensichtliche Problem können Architektur und Medizin nur gemeinsam finden.

Die WHO Europa hat im Jahre 2000 ein «Recht auf gesunde Innenraumluft» gefordert. Diese Forderung ist nicht einfach «aus der Luft gegriffen». Gebaute Räume sind keine leeren Hüllen. Sie sind angefüllt mit Luft, im physikalischen Sinne mit einem Aerosol, das aus Gasen, Wasserdampf und luftgetragenen Schwebestoffen besteht. Diese Luft ist gleichzeitig Hauptnahrungsmittel des Menschen und – wie wir zunehmend zur Kenntnis nehmen müssen – auch Hauptrisikofaktor für Krankheit und vorzeitigen Tod durch kardiorespiratorische Erkrankungen sowie luftübertragene Infektionen.² Wir Menschen «veratmen» täglich bei sitzender Tätigkeit ungefähr 15 000 Liter Luft. Das entspricht 18 Kilogramm Luft und ist mehr,

Building 2226, designed by the architectural office of baumschlager eberle, offers the user an exceptional feeling of well-being and contributes much to health maintenance. This building concept is destined to become the future standard in architecture for real sustainability and a healthy indoor climate.



Heat capacity, Monsanto, Portugal

Building and health – an unlikely match? The influence of a building on the health of its users is stronger and more varied than we perhaps recognize. It should be obvious that a family doctor will have something to say about the innovative 2226 building concept. A family doctor who thinks and acts

holistically will also consider the built environment and the conditions of the indoor space.

*All building components, from the shell to the heating, ventilation, cooling systems and the sanitary facilities, to the so-called microbiome, the microbiological load in a house, as well as its contaminants have a direct influence on air and water quality and thereby on our health. We may be only superficially aware of many factors or completely unaware of some of them. An oft-quoted statement by the Swiss architect Justus Dahinden sums up the problem in his monograph *Architektur=Architecture*: “The central problem of architecture is the space that keeps the human being healthy in body and soul.”¹ Dahinden posits that solutions in architecture for this obvious challenge can only be found jointly with the medical field.*

In 2000, the WHO Europe called for a “right to healthy indoor air”. This demand did not appear out of “thin air”. Built spaces are not empty shells. They are filled with air, in the physical sense, with an aerosol consisting of gases, water vapor and air-borne particulates. This air is at the same time the main source of nutrition for human beings and is an important factor for illness and premature death from cardio-respiratory disease and air-borne infections.² On a daily basis we human beings “consume” about 15,000 liters of air while engaged in sedentary occupations. That corresponds to eighteen kilograms of air and is more than we consume in solid food in a week! Air is a common property, the greatest social medium linking us until our last breath! We are far too unaware of those facts.

On a daily basis we human beings “consume” about 15,000 liters of air while engaged in sedentary occupations. That corresponds to eighteen kilograms of air and is more than we consume in solid food in a week! Air is a common property, the greatest social medium linking us until our last breath! We are far too unaware of those facts.

als wir pro Woche an fester Nahrung zu uns nehmen! Die Luft ist ein gemeinsames Gut der Menschheit, das größte soziale Medium, über das wir untrennbar miteinander verbunden sind, obligatorisch, unangemeldet und bis zum letzten Atemzug! Wir sind uns dessen viel zu wenig bewusst.

Die Gestaltung der Räume sollte den Architekten überlassen werden! Fordern wir sie auf, dabei an die Gesundheit unserer Seelen zu denken! Räume und ihre Geometrie, ihr Licht, Farben und Texturen üben einen gewaltigen Einfluss auf die Befindlichkeit der sie nutzenden Menschen aus. Das Spielen auf dieser Klaviatur ist die hohe Schule der Architektur. Das Gebäude 2226 ist Beispiel für eine sehr gelungene Partitur!

Da wir Menschen deutlich mehr als 90 Prozent unserer Zeit in Räumen und geschlossenen Verkehrsmitteln verbringen, ist für die Gesundheit des Individuums die Qualität der Innenraumluft sogar wichtiger als die Luftverschmutzung in der Umwelt. Die Qualität der Raumluft und ein genügender Wasseranteil, ausgedrückt in relativer Feuchte, sind die maßgeblichen Faktoren, die über Krankheit und Gesundheit bestimmen. Mit der Konstruktion von luftdichten Gebäudehüllen, wie in modernen Niedrigenergiehäusern üblich, übernimmt die Architektur eine noch größere Mitverantwortung für die Qualität der Innenraumluft. Das Gebäude 2226 ist nicht luftdicht und in seinen Arbeits- und Aufenthaltsräumen liegen beide Faktoren im optimalen Bereich! Zufall oder logische Konsequenz? Wir werden dieser Frage nachgehen.

Die tieferen Gründe für das rundum gesunde Raumklima dieses Gebäudes sind die intelligente Nutzung der Grundgesetze der Physik und eine Handlung mit der Natur und nicht gegen sie. Die zielgerichtete Auswahl der Baustoffeigenschaften und die Festlegung des richtigen Verhältnisses von Masse, Volumen und Geometrie sind die ersten Schritte in Richtung Erfolg. Der angemessene Umgang mit Luft und Wasser, den beiden Lebenselixieren, krönt das erfolgreiche Gebäudekonzept. Materialmix, abgestimmte Raumgeometrie und ausgefeilte Thermodynamik erlauben das energieneutrale Pendeln von Energie und Wasser zwischen Baustoffmasse und Luft sowie den natürlichen Luftaustausch. Das

The design of the rooms should be left to the architects! Let's challenge them to pay attention to the health of our souls! Spaces and their geometry, their light, colors and materials have an enormous impact on the mental state of their users. Mastery

of this interplay constitutes the high art of architecture, and 2226 is an example for a very successful composition!

Since human beings spend considerably more than ninety percent of their time in closed spaces and sealed vehicles of transportation, the quality of the indoor climate is more important than air pollution outdoors. The quality of the

indoor climate along with an adequate amount of water, in terms of relative humidity, are the defining factors which determine health and disease. With the advent of air-tight building envelopes, like those in modern low-energy houses, architecture must assume greater responsibility for the quality of indoor climate. 2226 is not air-tight, but in its work and recreation areas both factors are within an optimal range! Coincidence or consequence? We will answer this question shortly.

The underlying reasons for the all round healthy indoor climate in this building are the intelligent use of the basic laws of physics and an approach that works with nature and not against it. The first steps towards success involve a purposeful choice of building material properties and a determination of the right proportions of mass, volume and geometry. The appropriate handling of air and water, the two mainstays of life, is the key to the successful building concept. The mix of materials, coordinated spatial design and sophisticated thermodynamics allow for an energy-neutral oscillation of energy and water between building mass and air, as well as natural air-exchange. In analogy to Newton's first law of motion, the lex prima or law of inertia, the mainly passive building system is dominated by the "thermal inertia" of the building. It determines the static and dynamic conditions of equilibrium. The only intervention into the otherwise passive system is the opening and closing of the ventilation flaps and the occasional extended or additional use of light as a resource for heat. The ventilation flaps can be user-controlled



Heat capacity, Great Pyramid of Giza

weitestgehend passive Gebäudesystem wird analog zum ersten Newton'schen Grundgesetz, der «Lex prima», dem universellen Trägheitsgesetz, **von der thermischen Trägheit des Gebäudes dominiert**. Es diktiert die statischen und dynamischen Gleichgewichtsbedingungen. Die einzige Einflussnahme auf das ansonsten passive System besteht im Öffnen und Schließen der Lüftungsflügel sowie gelegentlich verlängertem oder zusätzlichem Einsatz von Lichtwärmequellen. Die Lüftungsflügel können auf Wunsch der Bewohner mithilfe des computergesteuerten Raumüberwachungssystems bedarfsgerecht gesteuert werden. **Die Trägheit als Dominanzfaktor zu akzeptieren, geschieht im Wissen darum, dass jede Einflussnahme zu zusätzlichem Energieaufwand führt — was bleibt, ist Architektur pur.**



Heat capacity, Angkor Wat

Für die Architekten war die Einhaltung einer wohltemperierten Atmosphäre zwischen 22 und 26°C vorrangig, was die Wahl des numerischen Akronyms 2226 zur Bezeichnung des Gebäudes unterstreicht. Verständlich, denn die Erfahrung zeigt, dass der Nutzer die Nichtberücksichtigung dieses Komfortanspruchs kompromisslos und unreflektiert abstrafte. Ein wichtiger Faktor für das Wohlfühlklima in 2226 ist die mehr als 100 Mal größere Wärmespeicherkapazität der Bauhülle, insbesondere der Betondecken, gegenüber der Luft. Wie im Beitrag über die Regelung des Raumklimas (vergleiche hierzu den Beitrag von Ludwig Rüdissler ab S. 158) ausgeführt, lassen sich kurzfristige Lufttemperaturschwankungen innerhalb des Gebäudes dadurch rasch ausgleichen. **So können keine subjektiv als unangenehm kalt oder warm empfundene Temperaturdifferenzen zwischen der Lufttemperatur und der Temperatur der umschließenden Flächen auftreten.**

Aus gesundheitlicher Sicht sind die Grenzwerte 22 und 26°C eine Konzession an einen luxurorientierten Wohn- und Arbeitskomfort und haben negative Auswirkungen auf den zweiten wichtigen Raumklimafaktor: die Luftfeuchte. Diese hat bei den Überlegungen zum angestrebten Raumklima wohl eine untergeordnete Rolle gespielt. **Aus der Perspektive der Krankheitsprävention ist die Einhaltung einer unteren Feuchtigkeitsgrenze von 40 bis 45 Prozent jedoch von entscheidender Bedeutung!**

as needed with the aid of a computer controlled room monitoring system. Accepting inertia as the dominant factor results from the awareness that each additional intervention requires further energy. What is left is pure architecture.

The choice of the numerical acronym 2226 for the designation of the building draws attention to the goal of maintaining a pleasant indoor climate between 22 to 26 °C. This makes sense, because experience shows that temperatures outside of this range are not comfortable for users. An important factor for the pleasant indoor climate in 2226 is the heat storage capacity of the building envelope, especially the concrete ceilings, which is more than one hundred times greater than the heat capacity of the air. As explained in the chapter on indoor

climate control (see the contribution by Ludwig Rüdissler, pp. 158ff), short-term variations in air temperature inside the building can be rapidly compensated, preventing the occurrence of differences between air temperature and ambient temperature that would be subjectively perceived as uncomfortably cold or warm.

From a health perspective the temperature range between 22 to 26 °C is a concession to a living and work environment geared towards luxury and comfort; but the same range has a negative impact on the second important indoor climate factor: humidity. The latter played a subordinate role in the deliberations on the desired indoor climate. Yet from the perspective of disease prevention, maintaining a lower humidity limit of 40 to 45 percent is vitally important. The fact that even in winter indoor humidity only drops to 40 percent under extreme conditions is the true sensation in my view!

The optimal humidity in 2226 is made possible by the fact that in addition to its considerable heat storing capacity the enormous mass of concrete and brick can also absorb a great amount of water vapor. A reservoir, which stores both energy and water, is therefore a fitting symbol for this building. Put simply, during the summer and in daytime, when there are adequate natural sources of heat and humidity, the storage capacity is passively loaded. Lime plaster, bricks and concrete warm up

Dass in diesem Gebäude die Raumlufffeuchte auch im Winter nur unter Extrembedingungen gegen 40 Prozent abfällt, ist für mich die eigentliche Sensation!

Die enorme Masse an Beton und Ziegeln besitzt nicht nur eine große Wärmekapazität, sondern auch eine große Wasseraufnahmekapazität, die eine optimale Luftfeuchte in 2226 ermöglicht. Ein treffendes Sinnbild für dieses Gebäude ist deshalb der Stausee — Energie- und Wasserspeicher zugleich. Vereinfacht gesprochen erfolgt im Sommer und tagsüber, wenn genügend natürliche Wärme- und Feuchtequellen vorhanden sind, das passive Laden der Speicher. Kalkverputz, Ziegel und Beton erwärmen sich und durch kapillare Kondensation und Adhäsion lagern sich in den Materialporen große Mengen an Wasser ein. Bei diffusionsoffenen und wärmedurchlässigen Raumboflächen können Wasser und Wärme in beide Richtungen mit der konvektionsgetriebenen Raumluff entsprechend den Sorptionsisothermen und den Wärmeübergangskoeffizienten ausgetauscht werden — Natur pur. Das Gebäude beweist, dass Heizen und Kühlen mit der Gebäudestruktur auch ohne technisch aufwendige Thermoaktive Bauteilsysteme, kurz TABS, möglich ist. Technokraten ersinnen TABS, Biomimetiker suchen nach dem natürlichen Gleichgewicht zwischen geeigneter Masse, Raumgeometrie und Luft sowie nach Naturgesetzen. Termiten haben in der Evolutionsgeschichte längst Gebäudetechnologien entwickelt, von deren Raffinesse wir nur träumen können! Es lohnt sich, genau hinzuschauen, wie dies John Godfraud in seiner Übersichtsarbeit zur Literatur der Biomimetik empfiehlt, auch und gerade in der Gebäudetechnologie.³ Architektur als «the abstraction of good design from nature» (John Godfraud) ergibt nachhaltigere Resultate als eine Hightechgebäudetechnik, die als Sinnbild — in einem Umkehrvorgang — die Menschmaschinen von Fritz Kahn zur Illustration verwendet.

Ich bin der Überzeugung, dass die Einhaltung einer Untergrenze der relativen Luftfeuchtigkeit von 40 bis 45 Prozent — vor allem im Winter! — eine entscheidende Präventivmaßnahme ist gegen einige der häufigsten menschlichen Erkrankungen, insbesondere die infektiösen Atemwegserkrankungen und die chronischen kardiorespiratorischen Erkrankungen. Noch bis Mitte der Achtzigerjahre des vorigen Jahrhunderts hätte wohl die Hälfte der Mediziner und Gebäudeingenieure dieser Meinung beigepflichtet. Da Bauindustrie und Gebäudetechnik damals technologisch noch nicht imstande waren,

while great quantities of water are deposited in the material pores through capillary condensation and adhesion. Thanks to the permeable and diathermic room surfaces, water and heat can be exchanged in both directions with the convection driven room air according to the adsorption isotherms and the heat transfer coefficients — pure nature! The building proves that heating and cooling by means of the building structure is possible without technically complex “thermoactive building component systems,” or TABS. Technocrats devise TABS, while experts in biomimetics search for the natural equilibrium between suitable mass, spatial geometry and air, and also for natural laws. In the history of evolution, termites have developed sophisticated building structures beyond belief. It is worthwhile to look very closely at these principles, as John Godfraud recommends in his review of literature on biomimetics, even and especially in relation to building technology.³ Architecture as “the abstraction of good design from nature” (John Godfraud) produces more sustainable results than high-tech building technology, which uses as an inverse image the illustration of Fritz Kahn’s man machines.

I am convinced that maintaining a lower limit of relative humidity of 40 to 45 percent, especially in winter, is a key preventive measure against some of the most frequently occurring illnesses, above all infectious respiratory disease and chronic cardiorespiratory disease. As recently as the mid-1980s more than half the physicians and building engineers would no doubt have agreed. Since at that time the building industry and building technology were unable to implement these humidity requirements without endangering the building structures and the health of their users (dampness and mold problem), these findings were swept under the rug. The unrestricted construction boom of the 1980s and 1990s was only possible by blocking out these findings.

Today, progress in building physics could easily allow for higher humidity without fear of damage or harm. Unfortunately regulation allowed the building industry to shift from solid to lightweight construction. One of the consequences is a lack of building mass that can store energy and water “as a reservoir.” In buildings with less storage mass, primary energy must be used to warm the incoming fresh air. If the subsequent drop in the relative humidity is to be compensated, additional

diese Feuchteanforderungen ohne Gefährdung von Bausubstanz und Gesundheit (Feuchte- und Schimmelproblematik) umzusetzen, wurden sie kurzerhand «wegdiskutiert» oder «totgeschwiegen». Nur unter Ausklammerung dieser Erkenntnisse war der ungehemmte Bauboom der Achtziger- und Neunzigerjahre überhaupt verantwortlich.

Heute ließen die Fortschritte in der Bauphysik problemlos eine höhere Feuchtigkeit zu, ohne dass Schäden befürchtet werden müssten. Es wurde aber fatalerweise zugelassen, dass sich die Bauindustrie weg von der Massivbauweise hin zur Leichtbauweise entwickelt hat.

Eine der Konsequenzen ist fehlende Baumasse, die Energie und Wasser «auf Vorrat» speichern kann. In Gebäuden mit wenig Speichermasse muss die eingebrachte frische Kaltluft durch Primärenergie erwärmt werden. Wenn ein Ausgleich der abfallenden relativen Feuchtigkeit aufgrund der Erwärmung durch Befeuchtung erfolgen soll, ist ein zusätzlicher energetischer Aufwand erforderlich. Dieser besteht im Energiebedarf für die Befeuchtung und im deutlich höheren Energiebedarf für die Erwärmung der feuchteren Luft. Die Notwendigkeit einer genügenden Luftfeuchtigkeit von ca. 45 Prozent wird deshalb erneut, gegenwärtig mit Energiesparüberlegungen, «wegdiskutiert».

Die Konfrontation zwischen gesundheitlichen und energetischen Ansprüchen wäre unnötig, würde die Bautechnik nicht gegen, sondern mit der Natur umgesetzt, wie dies die Erbauer von 2226 demonstrieren haben. Die frische Kaltluft kann mit Wärme und Feuchte aus dem Massenspeicher 2226 sowohl erwärmt als auch befeuchtet werden, und zwar ohne den Einsatz von anderen primären Energiequellen. Dies ist möglich, da die totale Wärmespeicherkapazität von Decken und Wänden mehr als 100-fach höher ist als das entsprechende Aufnahmevermögen des Luftvolumens im Gebäude (vergleiche hierzu den Beitrag von Peter Widerin ab S. 58). Eindrücklich ist auch das «Überangebot» an Feuchte in diesem Gebäude. Bei praktisch identischer, spezifischer Wasseraufnahmekapazität von Luft und Beton steht bei Berücksichtigung der Volumenverhältnisse ebenfalls gut 100 Mal mehr Feuchte zur Verfügung, als die Luftmasse aufnehmen kann. Obwohl nicht

energy for humidification becomes necessary. This consists of energy needs for humidification and significantly higher energy requirements for warming the more humid air. As a result, the requirement of a sufficient relative humidity of around 45 percent is



Natural ventilation, termite mound,
Northern Territory, Australia

once again explained away with arguments centered on saving energy.

The conflict between health requirements and energy savings could be avoided if building technology were to work with and not against nature, as the architects of 2226 have demonstrated. Fresh, cold air can be warmed or humidified with heat and moisture from the mass

storage of building 2226, and it can be achieved without resorting to primary energy sources. This is possible because the total heat storage capacity in the ceilings and walls is more than one hundred times higher than the corresponding absorption capacity of the volume of air in the building (see Widerin, pp. 58ff). The moisture “surplus” in this building is also impressive. With almost the same specific water absorption capacity of air and concrete, and taking the volume ratios into account, almost one hundred times more moisture is also available than the air is capable of absorbing. Although not all moisture is available for exchange with the air on short notice, the reservoir is sufficient to prevent humidity from falling below 40 percent, even when the temperature outside is very low. Simply ingenious!

Air is a true elixir of life when it is clean and has enough oxygen and moisture. But it is not a good storage medium because of its low specific weight and in particular because it must be constantly exchanged with fresh air from outside. When air is used as a primary heat medium, an unremitting “energy exchange cycle” results, especially during the winter months, with unavoidable loss of energy. 2226 illustrates a more sustainable and healthier solution.

The term microbiome, indicating the entirety of microorganisms inhabiting a building or a human body, has increasingly found its way into the scientific discussion in recent years. It is assumed (but not proven), that the total number of pathogens on the surface of a building is greater than the number

alle Feuchtigkeit kurzfristig für den Austausch mit der Luft bereitsteht, genügt das Reservoir, um die Luftfeuchte auch bei tiefen Außentemperaturen nicht unter 40 Prozent abfallen zu lassen. Einfach genial!

Die Luft ist ein wahres Lebenselixier, wenn sie sauber ist und genügend Sauerstoff und Feuchte enthält. Als Speichermedium ist sie infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes eher ungeeignet, zumal sie permanent gegen frische Außenluft ausgetauscht werden muss. **Sobald die Luft als primärer Wärmeträger dient, resultiert daraus ein unablässiges, vor allem winterliches «Energieaustauschkarussell» mit unvermeidlichem Energieverlust. 2226 zeigt bessere Lösungswege auf – nachhaltiger und unserer Gesundheit zuträglicher.**

Unter **Mikrobiom** versteht man die Gesamtheit der Mikroorganismen, die ein Gebäude oder einen Menschen besiedeln. Das Mikrobiom rückt in den letzten Jahren mehr und mehr in den wissenschaftlichen Fokus. Es ist anzunehmen (aber nicht bewiesen), dass in einem Gebäude die Gesamtheit der Pathogene an den Oberflächen meist größer ist als die Gesamtheit der luftgetragenen Pathogene. Damit wird die Luftübertragung (Aerosolübertragung) zum alles entscheidenden Link zwischen Risiko (Anwesenheit von Pathogenen) und der Exposition (Kontakt mit den Atemwegen). **Die Luftfeuchtigkeit und die Belüftungsverhältnisse beeinflussen die Aerosolübertragung entscheidend.** Beide Faktoren bewegen sich bei 2226 im optimalen Präventionsbereich.

Wenn wir uns im Freien aufhalten, können sich krankmachende Partikel praktisch unendlich stark in der Atmosphäre verteilen. Man nennt dies den «Open Air Factor», der in gebauten Räumen auf den angebotenen Luftaustausch (Verdünnung und Elimination) reduziert ist. Daher noch abschließend ein Wort zu den gesundheitlichen Aspekten der technikfreien, natürlichen Belüftung des Gebäudes 2226. Diese Ventilation ist ebenso revolutionär wie einfach und beruht auf rein physikalischen Gesetzen – erneut Natur pur.

Die Funktion eines sechsgeschossigen Bürogebäudes ausschließlich mit natürlicher Belüftung, ohne spezielle Lufterkämme, Luftaustrittsöffnungen, Abluftgebläse oder thermische Hilfsmittel ist schlicht

of air-borne pathogens. That makes the air transport (aerosol transmission) the decisive link between risk (presence of pathogens) and exposure (contact with the respiratory tract). Aerosol transmission is significantly influenced by humidity and ventilation.



Natural ventilation, wind towers and yakchal or ice storage, Yazd, Iran

Both factors are in the optimal zone for prevention in 2226.

Pathogens can be almost infinitely dispersed in the atmosphere outdoors. This is called the “open air factor,” which is reduced to the available exchange rate of air (dilution and elimination), in closed interior spaces. It is appropriate in conclusion to discuss the health aspects of the natural ventilation of 2226, devoid of technology. This ventilation is as revolutionary as it is simple and it is based on straightforward physical laws – once again pure nature.

It is simply amazing that a six-story office building functions exclusively with natural ventilation, without special chimneys, air outlets, exhaust fans or thermal aids! The enormous health benefit from this kind of ventilation, (we cannot speak here of ventilation technology, since no technology is involved), is something that will take a few years for us to completely grasp. Only when there is enough data about airborne pollutants will it be possible to directly compare different ventilation systems in field tests. The experimental laboratory results available today indicate that the ventilation industry is facing major changes. The European project HealthVent, in which European committees and university research institutes are involved, is looking for new criteria for more hygienic and healthy ventilation systems. It has been recognized that ventilation control based on sensory criteria (“stagnant air”) and CO₂ concentration is insufficient. The natural ventilation in 2226 is the ventilation concept of the future! However adjustments must be made for implementing the system in areas with high air pollution and excessive sound emission.

Perfectly designed natural ventilation requires no energy and is noiseless! In 2226 the heat loss from exhaust air and the cooling from fresh air in winter can be compensated even to the freezing point by the heat output from the persons in the building (see Widerin, pp.58ff). The mostly laminar

sensationell! Die enormen gesundheitlichen Vorteile dieser Belüftungsart (von Belüftungstechnik kann nicht gesprochen werden, da jegliche Technik fehlt) werden wir erst in einigen Jahren vollständig begreifen. Dann nämlich, wenn genügend Messdaten von luftgetragenen Schadstoffen vorliegen, die es erlauben, die diversen Belüftungssysteme im Feldversuch direkt miteinander zu vergleichen. Die heute vorliegenden experimentellen Laborresultate sprechen dafür, dass der Lüftungsbranche ein Umbruch bevorsteht. Das europäische **Projekt HealthVent**, an dem europäische Gremien sowie Universitätsinstitute beteiligt sind, erforscht neue Kriterien für eine hygienischere und gesündere Belüftung. Es wurde erkannt, dass die Belüftungssteuerung aufgrund von sensorischen Kriterien («abgestandene Luft») und der CO₂-Konzentration ungenügend ist. Die natürliche Belüftung im Gebäude 2226 ist ein Lüftungsprinzip der Zukunft! Für die Realisierung in einer Umgebung mit stark belasteter Außenluft und übermäßigen Schallemissionen wären allerdings Anpassungen erforderlich.

Eine ideal konzipierte natürliche Belüftung benötigt keine Energie und ist geräuschlos! Bei 2226 können Wärmeverlust durch Abluft und Abkühlung durch Frischluft im Winter bis zum Gefrierpunkt mit dem Wärmeintrag der anwesenden Personen kompensiert werden (vergleiche hierzu den Beitrag von Peter Widerin ab S. 58). Das weitgehend laminare Strömungsprofil natürlicher Belüftung mit hohen Luftvolumina und geringer Strömungsgeschwindigkeit ist effizienter als jede Mischventilation in der Elimination von Schadstoffen⁴ und führt zu weniger «Aufwirbelung» bereits deponierter Schadstoffe von Oberflächen aller Art. Der größte Vorteil natürlicher Belüftung und der sogenannten Verdrängungslüftung besteht darin, dass der Lufttransport in schlecht überschaubaren und zu wartenden Kanälen vermieden wird.

Die im Beitrag «Gute Luft und Behaglichkeit» von Ludwig Rüdissler vorgestellten ausgezeichneten Messresultate der heute üblichen Messgrößen für gute Raumluftqualität (CO₂, Luftkeimkonzentration, bakteriologische und mykologische Abstriche) belegen die Effizienz dieser natürlichen Belüftung. Selbst wenn in naher Zukunft eine Festlegung neuer gesundheitsrelevanter Grenzwerte für Luftschadstoffe in Innenräumen erfolgt, wird die natürliche Belüftung von 2226 aus den oben genannten Gründen hervorragende Resultate zeigen.

flow profile of natural ventilation with high volumes of air and low flow velocity is more efficient in eliminating pollutants than any mixed ventilation⁴ and causes less “re-suspension” of pollutants already deposited on all kinds of surfaces. The greatest advantage of natural ventilation and the so-called displacement ventilation is the fact that air transportation in ducts, which are difficult to access and maintain, can be avoided.

The excellent measurement results of the parameters used today for good indoor air quality (CO₂ level, number of airborne bacteria, bacteriological and mycological smears) presented in Ludwig Rüdissler’s contribution on “Good Air and Comfort” prove the efficiency of natural ventilation. Even if new, health related threshold values for indoor air pollutants are established in the near future, the 2226 natural ventilation system will continue to show exceptional results for all the reasons indicated above.

- 1 Dahinden, Justus, *Architektur – Architecture*. Stuttgart: Karl Krämer, 1986.
- 2 Lim SS, Vos T, Flaxman AD et al. “A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990 – 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010,” *Lancet* 2012; 380: 2224 – 60.
- 3 John G, Clements-Croome D, Jeronimidis G, “Sustainable building solutions: a review of lessons from the natural world,” *Building and Environment* 2005; 40: 319 – 328.
- 4 ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2013

- 1 Justus Dahinden, *Architektur = Architecture*, Stuttgart 1987.
- 2 Lim SS, Vos T, AD Flaxman u. a., «A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990 – 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010», in: *Lancet* 380, 2012, S. 2224 – 2260.
- 3 G. John, D. Clements-Croome und George Jeronimidis, «Sustainable building solutions: a review of lessons from the natural world», in: *Building and Environment* 40, 2005, S. 319 – 328.
- 4 ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2013.

