	<p style="text-align: center;">Bernd Lehmann Baubiologe - IBN</p>	<p style="text-align: center;">Heizung von Wohngebäuden</p>	<p style="text-align: center;">05</p>
---	--	---	---------------------------------------

Heizung von Wohngebäuden

Die Bedeutung der Heizung bekam ich an einem praktischen Beispiel vermittelt. Bei der Sanierung eines alten 4-Seitenhofes wurde auch eine Warmwasserheizung mit eingebaut. Im Wohnzimmer wurde der Kachelofen herausgerissen und die Esse zugesetzt. Die Wärme verteilte jetzt ein moderner Plattenheizkörper. Die alten Holz-Kastenfenster wurden durch heute übliche luftdichte Fenster ersetzt. Geleimte Wandfarbe wurde abgewaschen. Raufaser-Tapete angeklebt und mit Dispersionsfarbe gestrichen. Noch während der ersten Heizperiode fielen im Frühjahr an der Nordseite des Hauses die Tapeten von der Aussenwand. Die Wand war klatschnass. Was tun? Auf meine Empfehlung wurden an dieser ca. 4 Meter langen Wand 3 Meter Randleisten-Heizung installiert und in den Vorlauf des vorhandenen Heizkörpers hydraulisch eingebunden. Nach 4 Monaten bekam ich den Anruf „Die Tapete hält wieder“. Was waren die Ursachen?

Der Kachelofen gibt seine Wärme überwiegend mit Strahlungswärme ab. Die bis über + 140°C aufgeheizten Kachel- oder Lehmoberflächen erwärmen nicht nur die Luft sondern die Oberflächen der angestrahlten massiven Materialien. Diese speichern die Wärme, erhöhen ihre Temperatur und strahlen wieder in den Raum zurück. Die Oberflächentemperatur der Wand ist damit höher als die Lufttemperatur. Der 3-fache Plattenheizkörper dagegen hat z.B. 82% Anteil Lufterwärmung und nur 18% Strahlungswärme. Die Wände bleiben kalt und die in der warmen Luft gelöste Feuchte schlägt sich nieder. Die Zwangsentfeuchtung der Raumluft der durch die Esse entweichenden Verbrennungsluft des Ofens fällt weg. Die Fenster sind ebenfalls dicht. Kunststoff- Dispersionsanstriche behindern die Aufnahme und den Ausgleich der Feuchte durch die Wandbaustoffe.

Um die Ursachen dieser typischen Probleme der Altbau- und Fachwerksanierung zu ergründen möchte ich einige der vielfältigen baubiologischen Wechselbeziehungen der Heizung in unseren Wohngebäuden darstellen.

Wenn oder wo die kostenlose Strahlungswärme der Sonne nicht ausreicht brauchen wir einen entsprechenden Ersatz. Dieser Ersatz hat wenigstens zwei Aufgaben zu erfüllen.

- Sicherung der thermischen Behaglichkeit für die Bewohner.
- Mitwirkung bei der Trockenhaltung bzw. Austrocknung des Gebäudes.

Vom Bewohner Mensch wird die Behaglichkeit eines Wohngebäudes in erster Linie nach der Empfindung von Wärme und Kälte beurteilt. Auf dem ganzen Körper des Menschen sind Sensoren in der Haut verteilt. Ausgeprägt sind Temperaturempfindungen für Strahlungswärme und bei Berührungskontakt.

Ausgangspunkt aller Betrachtungen zum Thema Heizung sollte deshalb das Behaglichkeitsdiagramm sein. Dargestellt wird das empfinden der thermischen Behaglichkeit des Menschen im Verhältnis von Raumlufttemperatur zu Raumboberflächentemperatur. Diese Wechselbeziehung liegt in der Abhängigkeit von der Temperatur der den Menschen umgebenden Oberflächen und der Temperatur der dazwischen liegenden Raumluft. Bei Oberflächentemperaturen der Wände unter + 18°C wird in der Regel eine durchschnittliche Raumlufttemperatur von über + 23°C genutzt um die kalten Wände zum warmen Körper des Menschen abzapuffern. Warme und noch dazu trockene Luft sind für den Menschen nicht günstig. Die andere Möglichkeit der Erreichung der Behaglichkeit ist die Erhöhung der Oberflächentemperatur der Wände. Je nach Wärmeempfindung können mit Oberflächentemperaturen von größer + 20°C die gesundheitlich günstigsten Raumlufttemperaturen von ca. + 18°C eingehalten werden. Der sinnvolle Mittelwert der Summe der Temperaturen von Raumluft und Raumboberflächen liegt bei + 37°C, der Körpertemperatur des Menschen.

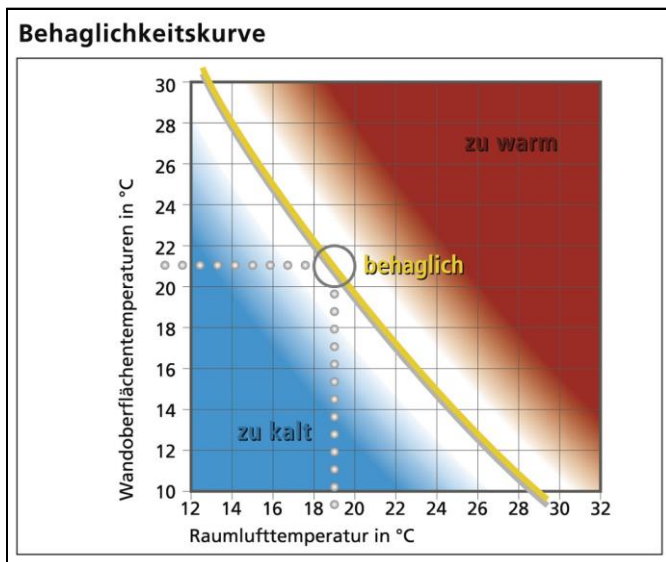


Abb.1: Behaglichkeitsdiagramm

Da wir in grauer Vorzeit den aufrechten Gang eingeführt haben sind es vor allem kühle senkrechte Wandflächen die uns Unbehaglichkeit am stärksten empfinden lassen.

Auch die an Platten- oder Rippenheizkörper erzeugte rasch an die Decke aufsteigende bis + 80°C warme Luft (Konvektion) kühlt sich an den kalten Wänden wieder ab. Diese fällt nach unten.

Bei Geschwindigkeiten von über 0,2 m/s wird es vom Menschen schon als Zugluft empfunden.

Durch den warmen Luftstrom aufgenommene Staubpartikel werden im ganzen Raum verteilt und begünstigen den Fogging- Effekt.

Am günstigsten ist deshalb für den Bewohner nicht warme Luft oder warmer Fußboden sondern warme Wände. Entstehende unterschiedliche Oberflächentemperaturen ergeben das Spiel von Licht und Schatten in der Natur. Es entsteht keine Wärmemonotonie wie sie in Passivhäusern oft beklagt wird.

Ein hoher Anteil von Strahlungswärme führt zur Verbesserung der Durchblutung der Haut beim Menschen, der Bildung von Vitamin D und erhöht die gesunde Ionisierung der Luft.

Aufenthaltssorte mit langer Verweildauer sollten nicht mit Fußbodenheizungen ausgestattet werden.

Diese führen zu Durchblutungsstörungen im Bereich der Beine und ebenfalls zu erhöhtem Staubtransport der Raumluft. Ursache sind die hohen Temperaturunterschiede zwischen Boden und Decke.

Nur im Bad ist auch die Erwärmung des Fußbodens sinnvoll.

Die mit Konvektionswärme erzeugten Warmluftströme sind auch Ursache für Hausstauballergien und Atemwegserkrankungen.

Niedrige Raumlufttemperaturen führen zu geringeren Energieverlusten beim Lüften.

Ein Absenken der Raumlufttemperatur um 1°C kann eine Energieeinsparung von 6% bewirken.

Wie die Wärme im Gebäude verteilt wird ist nicht nur für die Behaglichkeit der Bewohner wichtig sondern auch für das Bauwerk selbst.

Physikalisches Grundprinzip der Funktion der Wärmeverteilung ist der Energietransport von warm nach kalt.

Daran gekoppelt ist der Feuchtetransport.

Für die Gebäudehülle ist der an den Wärmetransport gekoppelte Feuchtetransport von entscheidender Bedeutung. Die größte Wirkung ist im Winter. Niedrige Außentemperaturen ergeben hohe Temperaturdifferenzen und damit Bewegung von Energie und Feuchte.

Geringe Luftfeuchte der Außenluft ergibt dazu noch ein hohes Dampfdruckgefälle nach außen und damit eine gute Abführung von Feuchte.

Durch „Auswintern“ von neu gebauten und unbewohnten Häusern nutzten unsere Altvorderen diesen bauphysikalischen Effekt.

Ursache hoher Wandfeuchte in den Baustoffen ist außer Neubaufeuchte sowie Bauschäden auch die von den Bewohnern freigesetzte Luftfeuchte.

Bei hohen Raumlufttemperaturen und niedrigen Temperaturen der Oberflächen schlägt sich bei Unterschreitung des Taupunktes diese als Kondensatfeuchte an der Wandoberfläche nieder oder dringt in den Wandbaustoff ein. Außenwände auf der Schattenseite des Hauses sind vorwiegend betroffen.

Die niedrigste Wandoberflächentemperatur sollte nicht unter + 12°C liegen.

Mit einer Raumlufttemperatur von + 20°C und einer rel. Luftfeuchte von über 60% kommt es zum Niederschlag von Wandfeuchte und damit zu möglicher Schimmelbildung.

Die Erhöhung des Feuchtegehaltes in Baustoffen verschlechtert die Wärmedämmung, erhöht den Energieaufwand für die Heizung und begünstigt die Ansiedlung von Wohnungsschimmel.

Bei mineralischen Baustoffen reichen 4 Vol. % Wasseranteil zur Absenkung der Wärmedämmung um 50%. Die Luft in den Poren der Baustoffe füllt sich mit Wasser. Und Wasser als guter Wärmeleiter leitet die Wärme nach außen ab. Luft als schlechter Wärmeleiter in den Poren der Baustoffe verbessert aber die Wärmedämmung. In Dämmstoffen beträgt der Anteil an Luft bis über 98%.

Bei Schwarzsimmel auf den Wänden ist entweder auf dem Kunststoff-Dispensionsanstrich der Raufasertapete ein Wasserfilm oder sogar im Baustoff ein Gehalt von über 18 Gew. % Feuchte.

Dann kann die Wärmedämmung dieser Wand nur noch 8 bis 10% einer trockenen Wand betragen.

Nur die Austrocknung der bisher nassen Wand bewirkt eine Verbesserung der Wärmedämmung bis um den Faktor 10. Und das ohne Dämmstoff.

Im Sommer kehren sich die Verhältnisse um. Wärme und Feuchte wollen nach innen.

Um unkontrollierbare Probleme zu vermeiden sollte die Diffusion der Feuchte z.B. durch Folien, Styropor-Dämmstoffe, versiegeltes Laminat oder Kunststoffdispersion nicht behindert werden.

Eine sorgfältig projektierte Wandflächenheizung führt nach Austrocknung der Außenwände also nicht zu Energieverlusten sondern zu Energieeinsparungen.

Höhere Oberflächentemperaturen an den Innenseiten der Außenwände verhindern den Niederschlag von Kondensfeuchte, das Aufsteigen von Kapillarfeuchte und erhöhen im Winter den thermischen Druck zur Diffusion der Feuchte nach außen.

Austrocknung und Trockenhaltung der Wände sind die Folge.

Kältebrücken und Taupunktprobleme wie im eingangs geschilderten Beispiel sind nicht möglich.

Empfehlungen

Für die Wärmeerzeugung nutzen wir fossile Primärenergieträger wie Erdöl, Erdgas oder Kohle.

Holz in den verschiedensten Formen, Pflanzenöl, Biogas und Sonnenenergie sind zukunftsfähige Alternativen.

Die Umwandlung der Primärenergie in Wärme erfolgt im Haus zentral z.B. über Heizkessel, Wandtherme, Blockheizkraftwerk oder zukünftig auch Brennstoffzellen.

Dezentral über Ofen, Kamin oder anderen Brennstellen mit gleichzeitiger Wärmeverteilung.

Kamine erfreuen sich einer wachsenden Beliebtheit. Das beobachten der Flammen, das knistern von Holz und das spüren der direkten Strahlungswärme sind Ursachen dafür. Eine Erwärmung von Metallen über + 70°C ist nicht günstig. Es kommt zu Staubverschmelzung und Geruchsbelästigung.

Oberflächen mit Kacheln, Lehm oder anderen mineralischen Materialien können z.B. am Kamin oder Ofen auch mit höheren Temperaturen betrieben werden.

Die Nutzung der Sonnenwärme und das betreiben eines Kessels mit Holzscheiten ist ohne die Speicherung der Wärme in einem Pufferspeicher nicht möglich. Bei Nutzung eines Kamins und eines Heizkessels für Holzpellets wird auch noch ein 2-zügiger Schornstein nötig.

Wenig zukunftsfähig wird ein Haus ohne Ausrichtung zur Sonne und Raum für Wärmespeicher.

Die Nutzungsmöglichkeit alternativer und dezentral erzeugter Primärenergie wird aber notwendig.

Optimal ist dezentrale regionale Stromerzeugung mit Nutzung der erzeugten Abwärme für Heizung und Warmwasser. Entsprechende Technik ist heute schon verfügbar aber noch etwas teuer.

Die Verwendung von Elektroenergie zur Erzeugung von Wärme ist eine nicht mehr vertretbare Verschwendung. Große Stromerzeuger liefern nur ca. 34 % der eingesetzten Primärenergie an unserer Steckdose ab.

Der größere Rest wird in Kühltürmen oder im Leitungsnetz als Wärme entsorgt.

Auch der Betrieb einer Wärmepumpe wird dadurch nur mit alternativ erzeugtem Strom wirklich sinnvoll.

Zu guter letzt verursachen die mit Wechselstrom betriebenen Heizflächen Elektrosmog.

Über diese Auswirkungen streiten sich noch die Gelehrten und die Politiker.

Die größten Reserven an Energieeinsparung liegen noch in der Art der Wärmeverteilung.

So lässt sich der Kachelofen auf jeden Fall noch in der Einsparung von Energie überbieten.

Von einer Wandheizung.

Die Wärmegewinnung ist effektiver und der Umweg über die Strahlungswärme vom Kachelofen an die Wandoberflächen fällt weg.

Die Wärme ist durch die Konstruktion bedingt schon dort an der Wand.

Nur eine Wandflächenheizung ist durch die günstigste Anpassung an die Bedürfnisse des Menschen bei gleichzeitiger Erfüllung bauphysikalischer Erfordernisse in der Lage bis zu 30% an Heizenergie einzusparen.

Bei senkrechten Heizflächen wird überwiegend Strahlungswärme abgegeben.

Die noch geringe Verbreitung ist der Vielzahl von Möglichkeiten und dem damit verbundenen höherem Planungsaufwand geschuldet. In der Mehrzahl sind die Kosten für die Realisierung auch höher als herkömmlicher Fußbodenheizungen, Platten- oder Rippenheizkörper. Diese Mehrkosten sind bei den kommenden Energiepreisen und den zunehmenden Wohnkrankheiten durch Hausstaub und Schimmel bald kein ernst zu nehmendes Argument mehr. Grob unterschieden werden Wandheizungen nach Randleisten oder in die Wand integrierte flächig angeordnete Rohrsysteme.

Randleisten sind Kupferrohre mit über die Länge verteilten kleinen Konvektorblechen. Vor diesen Heizleisten wird eine Holz- oder Blechverkleidung angebracht. Stilgerechte Holzverkleidungen schaffen eine entsprechende Ansicht.

Durch einen nur vor der Wand aufsteigenden schwachen Warmluftschleier wird die Wandoberfläche erwärmt und gibt dann Strahlungswärme in den Raum ab.

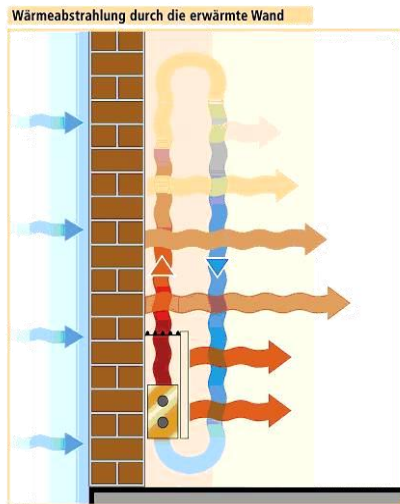


Abb.2: Randleistenheizung

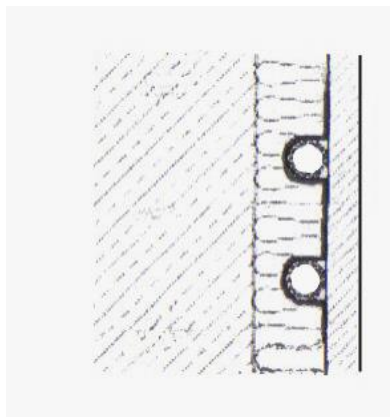


Abb.3: Rohrsystem im Trockenbau

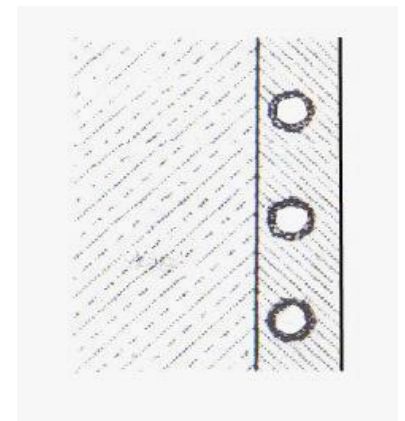


Abb.4: Rohrsystem eingeputzt

Rohrsysteme lassen sich in Trockenbauwänden oder Nass unter Putz verlegen. Diese sind ähnlich wie Fußbodenheizungen aufgebaut. Aber nur senkrecht an die Wand hochgeklappt. Im Trockenbau lassen sich mit Lehm- oder Gipsplatten recht preiswert Wandheizungen herstellen. Im Nassverfahren werden Heizungsrohre aus Kupfer, Kunststoff-Aluminium-Verbund mit mineralischem Putz in die Wandoberfläche eingearbeitet. Um Rissbildung zu vermeiden wird spezieller Putz für diese Art Heizung verwendet. Günstig hat sich Lehmputz erwiesen. Dieser Baustoff ist auch in der Lage ohne Zwangsbelüftung kurzfristig auftretende hohe Luftfeuchte aufzunehmen und langsam wieder abzugeben. Vor allem in Küche und Bad. Innendämmung wird für denkmalgeschützte Fassaden empfohlen. Aber nur mit einer Wandheizung sind in der Regel Probleme durch Kondensfeuchte zu beherrschen. Dies gilt vor allem für Lehmfachwerk. Die Randleistenheizung in Kombination mit Temperierung der Wandbaustoffe durch die Rücklaufleitung der Heizleisten ist die effektivste Lösung. Heizung und Austrocknung bzw. Trockenhaltung des Gebäudes erfolgt gleichzeitig. Kondensatfeuchte und aufsteigende Feuchte werden verhindert. Salzausblühungen und Freisetzung von Geruchsstoffen werden durch das fehlende Transportmittel Wasser unterbunden. Auch eine Heizung für einen ganzjährig genutzten Wintergarten ist mit der Randleiste ohne Energieverschwendung und Problemen durch Tauwasser möglich. In der Denkmalpflege kann bei Bauwerken schwerer Bauart mit Wandstärken von mehr als 50 cm die Trockenlegung ohne mechanische Zerstörung des Mauerwerkes vorgenommen werden. Mittels einer so genannten Temperierung wird bei Mauerwerksteilen die sich in Kontakt zur Erde befinden Wärme eingeleitet. Je 1 kWh Wärmeleistung in der Wand führt zur Austreibung von ca. 1 Liter Wasser. Der Transport von Feuchte nach oben wird an diesen Bauteilen unterbrochen. Es bildet sich eine thermische Horizontalsperre. Mit wenig Fläche Sonnenkollektor sind Lösungen mit niedrigen Temperaturen und geringen Betriebskosten möglich. Aus der Sicht der Baubiologie ist die Heizung wesentlich mehr als nur der größte Energieverbraucher im Wohnhaus. In Zukunft sollten vor allem in der Altbausanierung die doch recht komplexen Anforderungen an die Wärmeverteilung durch günstigere Systeme erfüllt werden.