

Energieeffizienz: Was können wir von der Natur lernen?

Winterspecial zur Serie über den Nutzen des Speichervermögens von Betonbauteilen für die wirtschaftliche Klimatisierung von Gebäuden

EINLEITUNG

Wir beschäftigen uns heutzutage mit den verschiedenen Möglichkeiten des energieeffizienten Bauens. Wir suchen nach neuen Lösungen mit der Konsequenz, insbesondere die technischen Systeme immer aufwendiger und damit immer komplexer und somit auch anfälliger zu machen. Aber es gibt auch einfache Installationen, beziehungsweise man kann auch energiegerecht bauen, und damit auf eine aufwendige (Haus) Technik verzichten. Auf der Suche nach Innovationen hilft gelegentlich der Blick über den Tellerrand. Es geht dabei darum, zu analysieren, wie andere Systeme effizient arbeiten und welche „Tricks“ davon übernommen werden können. Ein interessantes Feld stellt die Bionik dar. Durch die Analyse wie die Natur ihre Systeme gebaut hat und wie die Prozesse dazu ablaufen, stößt man auf Hinweise, die allenfalls in die Produktentwicklung beziehungsweise in die Prozesse des Bauens übernommen werden können. Dies gilt insbesondere auf dem Gebiet der Energieeffizienz, wo wir noch einiges von der Natur lernen können. Wenn wir in der heutigen Jahreszeit zum Jahresende zumeist von dem Rentier als Begleiter des Weihnachtsmanns sprechen, so verkennt man, dass das Rentier durch seine vielfältigen Eigenschaften ein Meister der Energieeffizienz ist. Davon können wir lernen!

Benötigen wir eine hochkomplexe (Gebäude) Technik in unseren Gebäuden?

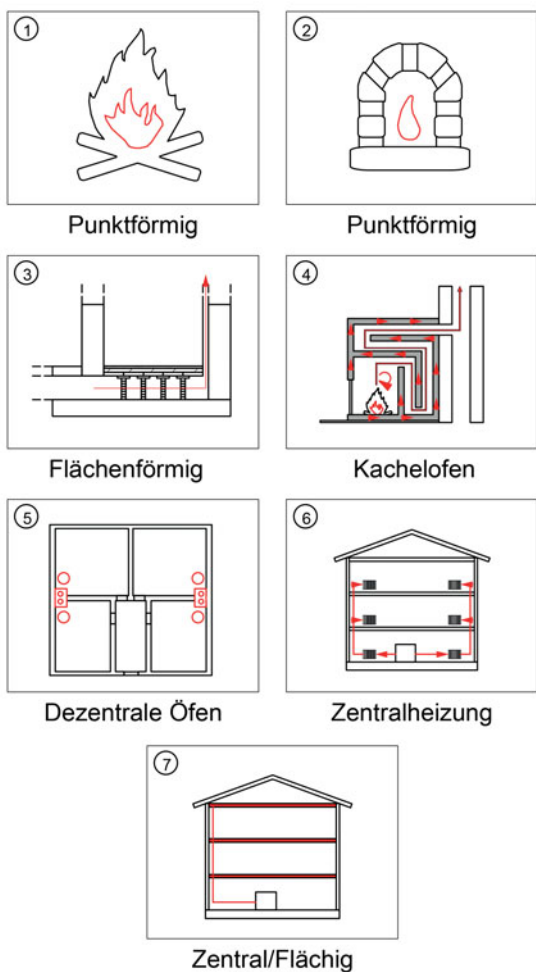
Der Mensch gilt als einzige Spezies, welche das Feuer beherrscht [1]. Das hat dazu geführt, dass er sich an beliebigen Orten ansiedeln konnte, auch an solchen Orten, für die sein Organismus wegen der tiefen Außentemperaturen nicht geschaffen ist. Anfänglich als offenes Feuer und im Verlauf der Jahre in Öfen innerhalb von geschlossenen Gebäuden wurde die erzeugte Wärme für das Wohlbefinden des Menschen genutzt. Im Gegensatz zu den Lebewesen, die als ganzheitliches System den klimatischen Anforderungen widerstehen, kann der Mensch dem Außenklima nur mit Hilfe einer dafür speziell erstellten Gebäudehülle und der zugehörigen (Gebäude) Technik widerstehen. Während die Technik anfänglich sehr rudimentär ausfiel und die Beheizung (Klimatisierung) der Räume mit einfachen Mitteln erfolgte, wurde die Gebäudetechnik immer mehr verfeinert und damit auch komplexer. Wir haben heute einen hohen Ausbaustandard erreicht, der einen hohen Komfort für den Nutzer bietet. Die Anwendung ist mittlerweile aber auch so komplex, dass vereinzelt die Technik nicht mehr beherrschbar ist. Betrachtet man die Kosten der einzelnen für das gesamte Gebäude verantwortlichen Gewerke, nimmt die Gebäudetechnik einen sehr gro-

Meister
der
Energieeffizienz

Das Rentier gilt als ein Meister der Energieeffizienz



Das Rentier ist ein Spezialist für extreme Klimabedingungen

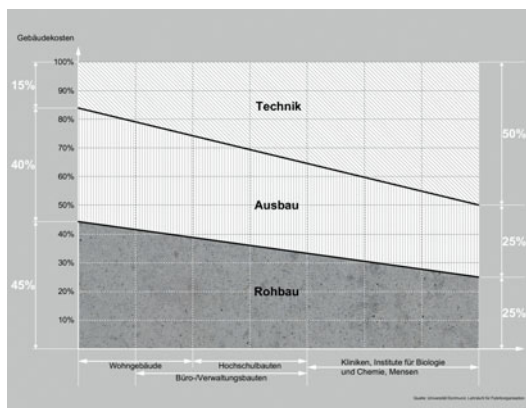


Der Mensch kann sich jederzeit und überall mithilfe des Feuers dem Klima anpassen, weil er das Feuer beherrscht

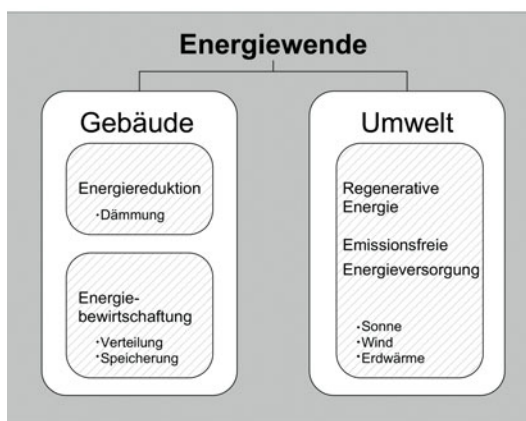
ßen Anteil ein. Die Antwort auf diese Entwicklung zeigt sich bereits in dem Trend, wieder eine einfache, natürliche und überschaubare Technik zu nutzen. Das Bürogebäude „2226“ Millennium Park Lustenau von den Architekten Baumschlager Eberle steht weisend für diese neue Entwicklung [2]. Gemäß der Zeitschrift „Detail“ [3] handelt es sich um ein *Manifest gegen immer mehr Technik im modernen Bauen. Das Gebäude 2226 soll ganz ohne Heizung, Kühlung und mechanische Lüftung ständig komfortabel Innenraumtemperaturen zwischen 22 und 26 Grad Celsius garantieren.* Entsprechend formuliert A. Altenburger [4] verschiedene Grundsätze auf die Gebäudetechnik bezogen, die es zukünftig zu beachten gilt. Danach lautet das Ziel, *soviel Gebäudetechnik wie nötig, so wenig wie möglich.* Gleichzeitig sollten die *Synergiepotentiale für interdisziplinäre Lösungen genutzt werden.* Und schlussendlich geht es darum, *funktionale und architektonische Mehrwerte schaffen.*

Lernen von der Natur: Vorbild für hohen Komfort bei geringer Technik

Unter diesen Aspekten besinnt man sich auch gerne auf Analogien, die beispielsweise die Natur bietet und

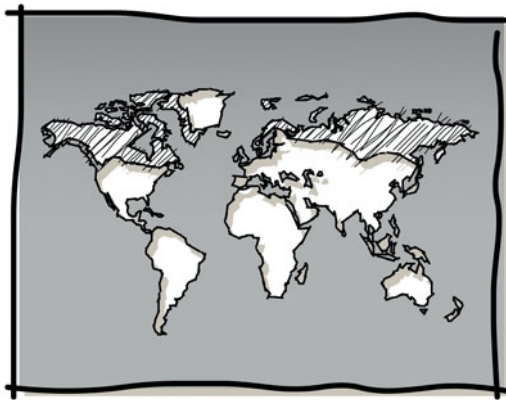


Anteil der Kosten für die Gebäudetechnik

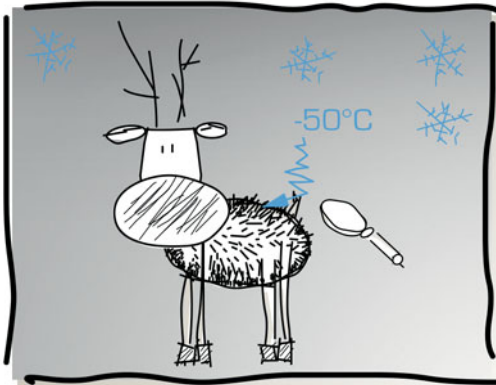


Vernetzung und Nutzen von Synergien, um die Energiewende zu bewältigen

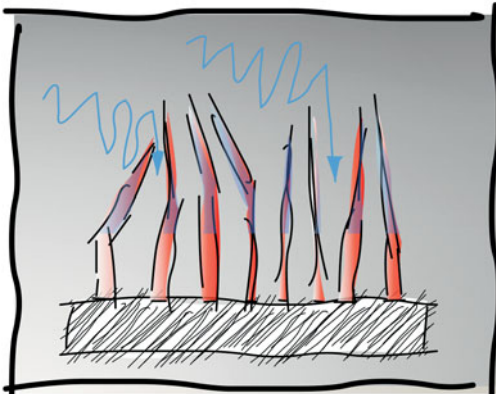
aus denen man für zukünftige Entwicklungen lernen kann. Denn die Natur baut mit einfachen Mitteln, ohne aufwendige Steuersysteme. Es geht bei der Integration von Gebäude und der zugehörigen Technik darum, ein Optimum zu finden, ohne aufwendige Systemtechnik. Eine wertvolle Anregung für eine analoge Umsetzung innerhalb von energieeffizienten Gebäuden lässt sich anhand des Organismus des Rentiers finden. Diese sollte uns auch als Wegweiser für zukünftige Entwicklungen beim energieeffizienten Bauen dienen. Das Rentier gilt als Meister der Energieeffizienz. Sein Lebensraum, die nördlichen Breitengrade weisen im Winter Temperaturen bis zu -50°C auf, gegen die sich das Tier direkt schützen muss. Es geht aber nicht nur um einen optimalen Schutz gegen die Kälte, sondern auch um verschiedene Techniken, wie der warme Körper des Tiers diese Wärmeenergie behalten kann, ohne auf den notwendigen Austausch mit der (kalten) Luft zu verzichten. Der Betrachter erfährt sehr viel über die Energieeffizienz, und die besteht nicht nur aus der Isolation (Dämmung), sondern insbesondere aus verschiedenen Techniken, die insgesamt zur Behaglichkeit des Tiers in der rauen Umgebung beitragen. Übertragen auf das energieeffiziente Bauen, erkennt man die Notwendigkeit, den natürlichen, technischen Systemen die



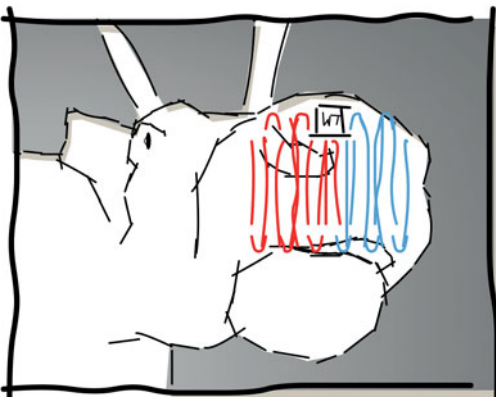
Die Rentiere leben in einer extremen Klimazone mit arktischen Temperaturen um ca. -50°C im Winter



Bei Körpertemperaturen von ca. 38°C muss das Rentier der extremen Kälte von -50°C widerstehen, bzw. muss den Temperaturunterschied ausgleichen



Eine optimale Isolierung bilden die dichten Haare, die zudem innen hohl sind



Das Rentier hat eine außerordentlich empfindliche Nase, die als Wärmetauscher funktioniert, um sowohl Heizen als auch Kühlen zu können

entsprechende Bedeutung beizumessen. Die angenehme Energiewende kann nur gelingen, wenn wir als Planer und am Bauprozess Beteiligte alle Aspekte berücksichtigen und miteinander vernetzen. Wir müssen unsere Gebäude sowohl isolieren als auch die passende emissionsfreie Energieerzeugung bereitstellen. Ergänzend dazu ist es notwendig, die Energie im Gebäude optimal zu verteilen und im speziellen auch zu speichern. Der Speicherung kommt die große Bedeutung zu, da wir die Energie in ausreichender Form zur Verfügung haben, aber Angebot und Nachfrage nicht deckungsgleich sind. Es gilt, die Abgabe und die Einlagerung der Energie zu koordinieren. Dabei hilft uns jede Möglichkeit der Speicherung, insbesondere diejenige die uns kostenlos durch die Bauteilmasse angeboten wird.

Der Mensch alleine kann den teilweise rauen Klimabedingungen nur widerstehen, indem er sich der entsprechenden Behausung als Schutz bedient. Zudem beherrscht der Mensch das Feuer und damit die Wärmeerzeugung. Da diese Möglichkeiten dem Tier nicht zur Verfügung stehen, müssen spezielle Eigenschaften diese Aufgaben übernehmen. Dabei unterscheidet man zwischen den passiven und den aktiven Eigenschaften. Insbesondere die aktiven Eigenschaften entsprechen der natürlichen (Gebäude-) Technik. Der fehlende Schutz durch die Behausung wird durch die Technik kompensiert. Deshalb lohnt sich ein detaillierter Blick auf die speziellen Eigenschaften und Funktionen des Rentiers.

Die Dämmung über ein speziell ausgebildetes Fell – eine wirksame Isolierung gegen die Kälte

Die Körpertemperatur von circa 38°C muss beim Rentier dauerhaft innerhalb einer Umgebungstemperatur von bis zu -50°C gesichert werden. Das kann nur mit einer entsprechenden Isolierung erfolgen. Die besteht aus den sehr dicht nebeneinander angeordneten Haaren. Diese sind zudem innen hohl, so dass der mit Luft gefüllte Hohlraum eine wirksame Isolierung darstellt. Die stehende Luft stellt bekanntlich eine gute Isolierung dar. Die Hülle unserer Gebäude ist ebenfalls umfassend gedämmt, um die in der Behausung erzeugte Wärme auf dem Niveau zu halten und nur geringe Verluste durch den Wärmestrom von Innen nach Außen zu zulassen. Allerdings kann die außerordentlich gute Isolierung beim Rentier auch ein Hindernis darstellen. Bei hohen körperlichen Anstrengungen besteht die Gefahr der Überhitzung, da die erzeugte Wärme nicht über das Fell entweichen kann.

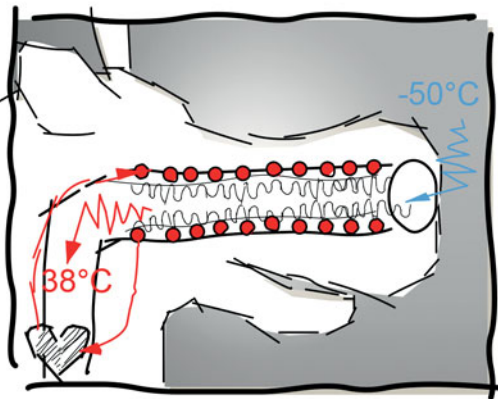
Analoge Prozesse finden wir beim energieeffizienten Bauen, wenn die Gebäudehülle ausschließlich aus der Isolierung besteht. Die im Gebäude erzeugte Eigenwärme kann dann nicht abfließen. Eine ergänzende Anordnung von speicherfähigem Material (Beton, Ziegel) auf der Rauminnenseite ist dann in der Lage, die Wärme aufzunehmen und bei Bedarf wieder an den Raum abzugeben. Bereits hier zeigt sich der Ansatz für weniger Technik im Gebäude, indem die natürlichen Eigenschaften der Baumaterialien multifunktional, insbesondere für die Energiespeicherung, genutzt werden.

Mechanismen zur Energieerhaltung und Energieverteilung

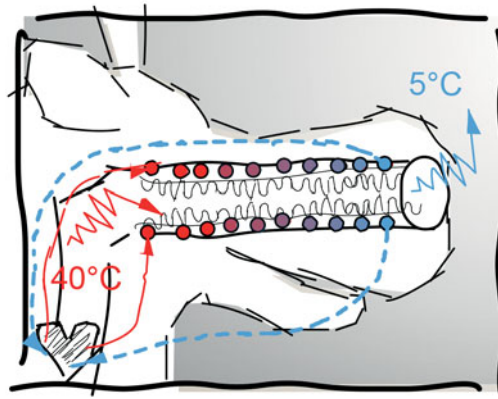
Mit der Nahrungsaufnahme wird die erforderliche Energie dem Körper des Rentiers zugeführt. Zusätzlich muss frische Luft aufgenommen werden und in der Lunge mit der verbrauchten ausgetauscht werden. Die Problematik besteht nun darin, dass die sehr kalte Luft auf kurzem Wege in den warmen Körper gelangt und umgekehrt muss die dann im Körper erwärmte Luft an die Außenluft abgegeben werden. Die kalte Luft muss erwärmt werden, bevor sie in den Körper gelangt und der aus dem Körper austretenden Luft muss die Wärme entzogen werden, damit der Energiehaushalt ausgeglichen bleibt. Es handelt sich hier um den klassischen Wärmetauscher, der sich auch bei unserer Gebäudeplanung wiederfindet, um den notwendigen Luftaustausch sicher zu stellen, aber die Verluste der Wärmeenergie auf ein Minimum begrenzt.

Die Nase des Rentiers erweist sich als sehr effizienter Wärmetauscher. In dieser Funktion passt sich die Nase den Erfordernissen an, indem mit dem Riechorgan sowohl gekühlt als auch geheizt wird. Das hohe Leistungsvermögen lässt jedoch aufhorchen. Selbst bei tiefen Temperaturen von bis zu -50°C wird die Atemluft

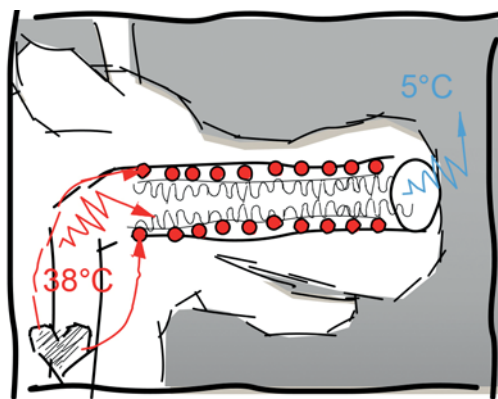
in kürzester Zeit auf die Körpertemperatur von 38°C aufgeheizt und umgekehrt wird die Luft beim Ausatmen auf bis zu 5°C heruntergekühlt, um die Wärme innerhalb des isolierten Körpers zu erhalten. Wie sind derartige Leistungen in so kurzer Zeit möglich? Das wird durch die hohe Dichte an Blutgefäßen möglich, die immerhin um circa 25% größer ist als diejenige beim Menschen. Zudem ähnelt die geometrische Struktur einem Geflecht von großen Rohrleitungen, die dazu beitragen, die Oberfläche zu vergrößern. Dadurch wird die Oberfläche für den Wärmeaustausch extrem vergrößert. Die gegenüber dem Menschen 10fache größere Oberfläche der Schleimhaut von bis zu 1.0 m^2 ermöglicht, die eingeatmete Luft zu erwärmen und zu befeuchten und umgekehrt wird die austretende Luft getrocknet und gekühlt. Der für die Anlagen der Haustechnik bekannte Prozess mit dosierter Feuchtigkeit die Temperaturen der Luft zu beeinflussen findet auch hier seinen Bezug zu der Natur. Eine hohe Luftfeuchtigkeit ermöglicht hohe Temperaturen der Luft. Man spricht von Verdunstungskälte, wenn durch Verdunstung der Feuchtigkeit der Luft Wärme entzogen wird. Die Analogien zu den technischen Anlagen beim energieeffizienten Bauen sind nicht zu übersehen.



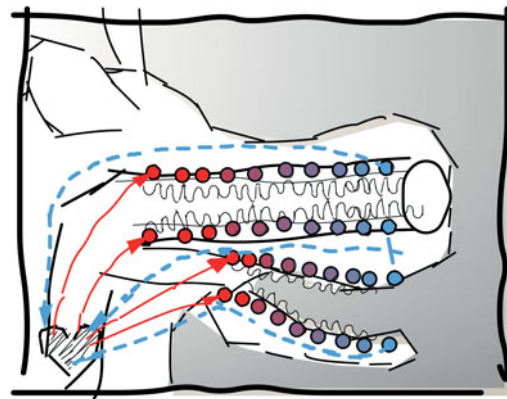
Die kalte Luft wird eingeatmet und über die hohe Dichte an Blutgefäßen (vergleichbar einem Netzwerk an Rohrleitungen) auf Körpertemperatur gebracht



Bei größeren Anstrengungen erhöht sich die Körpertemperatur und die Kühlung über die Nase arbeitet aufgrund einer vergrößerten Fläche der Schleimhaut noch intensiver



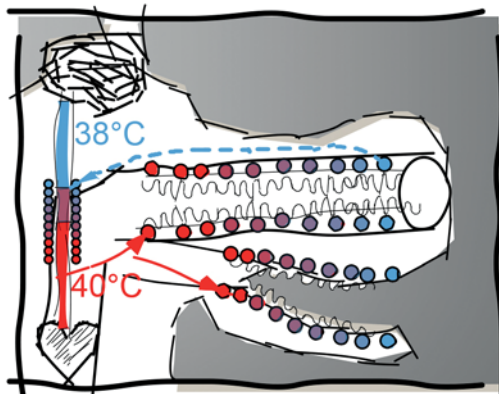
Beim Ausatmen wird der warmen Luft über die Blutgefäße in der Schleimhaut die Wärme entzogen und dabei die Luft auf ca. 5°C abgekühlt



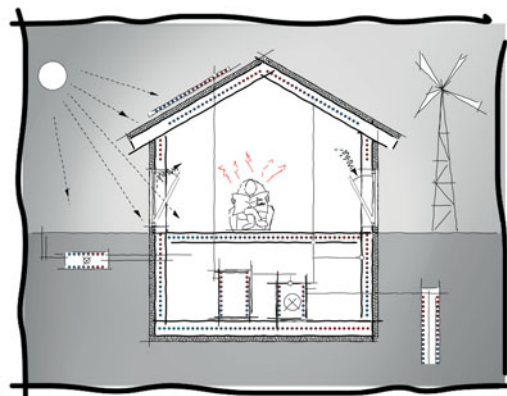
Ergänzend erfolgt eine weitere Stufe der Kühlung über das geöffnete Maul. Die hechelnde, feuchte Zunge ermöglicht einen zusätzlichen Wärmeaustausch

Leistungssteigerung: Vorsorge für alle Fälle

Werden die Tiere beispielsweise durch einen schnellen Sprint zu höheren Leistungen gezwungen, muss die durch die Anstrengung entstehende Wärme auch abgeführt werden. Denn über die hochisolierende Hülle ist der Wärmeaustausch nicht möglich. Um auch diese Anstrengung zu bewältigen wird die Atemfrequenz massiv von 7 auf circa 250 Atemzüge pro Minute erhöht. Die Feuchtigkeit der vorbei geleiteten Luft wird verdunstet und kühlt damit das Blut in der Nase, was erst dann im Kreislauf weitergeleitet wird. Als nächste Maßnahme hecheln die Rentiere und kühlen den Blutkreislauf über das geöffnete Maul. Analog zur Nase findet der Wärmeaustausch über die fein verteilten Blutgefäße statt. Gebäude ohne aufwendige Haustechnik erlauben auch die Stoßlüftung über die Fenster. Bei anhaltend höchster Leistung droht beim Rentier die Gefahr des Hitzschlags. Für diesen Fall reagiert die Nase vergleichbar mit einem Thermostat, indem das gekühlte Blut nicht mehr länger über das Herz gepumpt wird, sondern direkt zum Hirn geleitet wird. Dort erfolgt die Abkühlung erneut über einen Wärmetauscher, indem das von der Nase herkommende abgekühlte Blut die Arterien mit dem von der zentralen



Steigt die Anstrengung weiter, und droht der Körper zu überhitzen, wird der arterielle Blutkreislauf nicht mehr direkt gekühlt, sondern die Blutzufuhr zum Gehirn wird direkt über einen separaten Wärmetauscher heruntergekühlt



Analogien beim energieeffizienten Bauen: Einsatz von verschiedenen Wärmetauschern, um die Wärmeenergie in und aus dem Gebäude zu transportieren.

Umwälzstation, dem Herzen herkommenden heißen Blut, umfließt. So werden die Blutstränge innerhalb der zentralen Schaltstation, dem Gehirn, abgekühlt und ein kühler Kopf des Rentiers wird sichergestellt.

Analogien zu unserem heutigen energieeffizienten Bauen

Was können wir von dieser natürlichen Verhaltensweise beziehungsweise von der Natur direkt lernen und zukünftig noch mehr umsetzen. Energieeffizientes Bauen bedeutet:

- eine ausreichende Isolierung, aber keine mit absoluten Spitzenwerten;
- Wärmetauscher, um das Angebot an Energie optimale zu nutzen
- Die vorhandene Energie aus Umwelt und eigener Erzeugung lässt sich optimal über Wärmetauscher in und aus unserem Gebäude transportieren;
- Mehrere Stufen von Wärmetauschern, um die Spitzenleistung kurzfristig abzudecken;
- ein maßvoller Umgang mit der (Gebäude) Technik und diese so einfach wie nötig;
- Weitere geometrische Formen von Rohrleitungen inklusive deren Anordnung um den Wärmeaustausch auch in extremen Fällen zu ermöglichen;
- Die Menschen können selbst die Energie erzeugen oder aus der Umwelt beziehen, um sie dann nachhaltig und verantwortlich zu nutzen;
- eine intelligente Gebäudehülle als Wärmetauscher, die gleichzeitig Wärmeenergie auffängt und speichern kann;
- ergänzende Bauteile innerhalb der Gebäudehülle, um die Energie auszutauschen und zu speichern und bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen;

Diese Aufgaben können wir nur lösen, wenn wir interdisziplinär und im Team vernetzt arbeiten. Wir müssen die Synergien [4] der am Bau beteiligten Prozesse und Beteiligten nutzen. Dazu gehört auch der Blick über den Tellerrand, um sich Anregungen bei den Kollegen aber auch bei der Natur zu holen. Nur dann sind wir gemeinsam in der Lage einen funktionalen und architektonischen Mehrwert zu schaffen. Es gilt, wie immer verschiedene Dinge zu beachten und Kompromisse zu finden. Um Entscheidungen zu treffen, braucht es Unterstützung und Anleitung. Dazu gehören auch die 10 Prinzipien, die P.W. Abeles [5] insbesondere als „Designguide“ für den vorgespannten Beton aber auch für das tägliche, technische Leben formuliert hat. Eines dieser Prinzipien lautet: „It is never too late (e.g. to adjust or even change principles previously employed in the light of increased knowledge and experience“ “. Was für die Technik des vorgespannten Betons passt, lässt sich auch auf andere technische Systeme anwenden.

Thomas Friedrich,
Innigation GmbH

LITERATUR

- [1] Hansjürg Leibundgut: LowEx Building Design für eine ZeroEmmission Architecture vdf Hochschulverlag AG, Zürich, 2011
- [2] be 2226 – Die Temperatur der Architektur – Portrait eines energieoptimiertes Hauses, Hrsg.: Dietmar Eberle und Florian Aicher, Birkhäuser 2016
- [3] Zeitschrift detail: Haus ohne Heizung: Bürogebäude von Baumschlager Eberle in Lustenau 03.02.2014
- [4] Adrian Altenburger: Beton und Gebäudetechnik – Systemtrennung oder – Integration? Vortrag Beton-suisse 10. Schweizer Betonforum, September 2016
- [5] P.W. Abeles, B.K. Bardhan-Roy: Prestressed Concrete Designer's Handbook, 3rd edition (1998)

Innogrations GmbH
Cusanusstraße 23
54470 Bernkastel-Kues
T +49 6531 968260
F +49 6531 968261
office@innogrations.de
www.innogrations.de

OPUS C-SERIE

NUTZEN DES SPEICHERVERMÖGENS VON BETONBAUTEILEN FÜR DIE WIRTSCHAFTLICHE KLIMATISIERUNG VON GEBÄUDEN

- Teil-1a+b: Vorteile und Möglichkeiten der bisherigen Energiespeicherung
- Teil-2: Möglichkeiten mit einer klassischen Bauteilaktivierung
- Teil-3: Modifikationen der klassischen Bauteilaktivierung zur thermischen Leistungssteigerung

Winterspecial: **Energieeffizienz:** was können wir von der Natur lernen?

- Teil-4: Ergänzungen zur Bauteilaktivierung zur Steigerung der Behaglichkeit
- Teil-5: Optimierung des Deckenquerschnitts mit Mehrfachfunktion
- Teil-6: Betonwände mit schaltbarer Dämmung
- Teil-7: Umsetzung anhand ausgeführter Baubjekte

CEILTEC®

Bauteilaktivierung



ALLES IN DER DECKE:

- leistungsfähige Kühldecke
- angenehme Strahlungswärme
- Energiespeicher-Beton
- Gestaltungsflexibilität
- Energieeffizienz
- schnelle Reaktionszeit
- Einzelraumregelung
- Benutzerfreundlichkeit
- Vorfabrikation
- wirkungsvolle Akustiklösung
- Nachhaltigkeit
- kostenoptimiertes System