

SOMMERTAUGLICHKEIT IM WOHNBAU

EINE GANZHEITLICHE BETRACHTUNG ZU DEN POTENZIALEN DER SONNENSCHUTZTECHNIK IN HINBLICK AUF NACHHALTIGKEIT, ENERGIEEFFIZIENZ, VISUELLEN UND THERMISCHEN KOMFORT SOWIE GESUNDES UND LEISTUNGSFÖRDERNDES RAUMKLIMA

Ertüchtigung von Neubauten und Bestandswohnbauten für den Sommer in Zeiten des Klimawandels

SOMMERTAUGLICHKEIT IM WOHNBAU

ERTÜCHTIGUNG DES WOHNBAUS HINSICHTLICH SOMMERKOMFORT



Foto: Natalia Bratslavsky - stock.adobe.com

Effektiver außenliegender Sonnenschutz bewirkt, dass im Vergleich zu unbeschatteten Fenstern die Temperatur von Innenräumen um zirka 10 Grad kühler gehalten werden kann.



Foto: photo 5000 - stock.adobe.com

Einen Raum um 10 Grad abzukühlen, benötigt in etwa so viel Energie, wie ihn um 30 Grad zu erwärmen. Zudem bewirkt die dabei entstehende Abwärme ein Aufheizen der Außenluft – da beißt sich die Wohnungskatze in den eigenen Schwanz!

Wenn die Prognose der ETH Zürich vom Juli 2019 stimmt, dann wandert Wien bis zum Jahr 2050 in die Klimazonen von Skopje (+2 °C), Bern in jene von San Marino (+1,2 °C) und Berlin wird zu Canberra (+1,5 °C). Wien wird dann beispielsweise im heißesten Monat mit Temperaturen zu kämpfen haben, die um bis zu 7,6 °C wärmer sein werden als 1850.* Die Hauptstädte sind nicht repräsentativ für die jeweiligen Länder. Dennoch, die Sommertauglichkeit von Wohngebäuden wird von vielen Experten als die wichtigste Herausforderung gesehen. Insbesondere geht es um die Anpassung der Bestandsbauten an die wärmer werdenden Sommer, denn hier besteht die Gefahr, dass die Anschaffung von Klimageräten die Ziele der Klima- und Energiepolitik konterkariert. Hilfreich ist ein Blick in die Städte des Südens, wie man sich dort traditionell vor zu viel Sonne schützt. Man sieht vor allem geschlossene Fensterläden mit Lichtschlitzen oder steil abfallende Markisen, die auch noch den vorgelagerten Balkon abschatten. Am Tag beschatten und in der Nacht lüften – diese Grundprinzipien der „passiven Kühlung“ waren in warmen südlichen Gefilden schon immer die wesentlichsten Voraussetzungen für behagliches Wohnen. Weit ausladende Überstände gegen Süden findet man in den dicht verbauten Wohngebieten kaum, denn das kostet auch dann viel Licht, wenn die Sonneneinstrahlung unproblematisch oder sogar erwünscht ist. Wer durch die Metropolen der D-A-CH-Länder bummelt, wird feststellen, dass neue Wohngebäude meist mit außen montiertem Sonnenschutz ausgestattet sind. Im Altbestand konnte darauf oft verzichtet werden, weil die klimatischen und baulichen Rahmenbedingungen vor 20 Jahren und mehr andere waren! Unter den aktuellen und prognostizierten Klimata und Hitzeperioden, aber auch infolge der für Heizwärme minimierten Bauweisen (Passiv-

haus, Minergie, Niedrigstenergie usw.) kann die Sommertauglichkeit von bestehenden Wohnungen jedoch nicht mehr gewährleistet werden.

Analog den passiven Maßnahmen beim Heizen (v.a. dichte Gebäudehüllen und Wärmedämmung) sind temporäres Beschatten der Fensterflächen und Nachtauskühlung die notwendigen passiven Maßnahmen für den Hitzeschutz in der warmen Jahreszeit. Dass das funktioniert, zeigen uns die Städte des Südens. Energie nicht zu vergeuden und den Energieverbrauch senken, sind Ziele der Klima- und Energiepolitik. Wenn die Effizienz von Gebäuden verbessert werden soll, dann geht es auch um die Sanierung im ganzheitlichen Sinn. Die Einsparung von Heizenergie darf nicht dazu führen, dass der Kühlbedarf steigt. Und vice versa dürfen Maßnahmen gegen Überwärmung nicht den Energieverbrauch fürs Heizen (weniger solare Gewinne) oder Beleuchten (weniger Tageslicht) erhöhen! Zudem verlangt die EU-Gebäuderichtlinie, dass Energieeffizienzmaßnahmen nicht zu Lasten des Komforts gehen dürfen. Eine Verschattung sollte daher nicht dazu führen, fehlendes Tageslicht durch Kunstlicht zu ersetzen, welches keine biologische Wirkung hat (Stichwort Winterdepression, Vitamin-D-Mangel), sondern nur der visuellen Wahrnehmung dient!

Der Beitrag der solaren Gewinne fürs Heizen und die Energieeinsparung durch Tageslichtnutzung (Fenster ist ein Solarkollektor und eine Lampe) wird leider im Energieausweis nicht dargestellt, lässt sich jedoch bauphysikalisch berechnen und nachweisen.

Im Großteil der D-A-CH Länder ist es trotz steigender Temperaturen möglich, mit variabler Beschattung und Nachtlüftung Wohngebäude sommertauglich zu planen und zu bauen (siehe ÖNORM B 8110-6-1, SIA 180, DIN 4108-2).

* Quelle: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0217592>

Die Förderung der thermischen Sanierung hat zu großen Einsparungen beim Heizenergieverbrauch geführt. Eine Förderung des „passiven Kühlens“ bedarf einer ebensolchen konsequenten Förderung, um den Innenraumkomfort im Sommer trotz geänderter Rahmenbedingungen (Klima und Bauweisen) nachhaltig zu erhöhen, ohne dass die durch Sanierungsmaßnahmen im Winter eingesparte Heizenergie in der

warmen Jahreszeit durch mechanisches Kühlen wieder vergeudet wird.

Zudem steigert die bewusste Nutzung von Tageslicht die Raumqualität, die persönliche Stimmung und die Leistungsfähigkeit. Tageslichtnutzung eröffnet ein weiteres großes Energie-Einsparpotenzial beim Beleuchten.

Solare Gewinne und Tageslicht sind Ressourcen, die kostenlos zur Verfügung stehen – sie sind quasi erneuerbare Energien! Es ist wichtig, Verglasungen nicht nach dem U-Wert zu bewerten, sondern nach dem Energiebilanzverfahren (Wärmegewinne und -verluste sowie Einsparung beim Kühlen und Beleuchten).

ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN – EINE GANZHEITLICHE BETRACHTUNG IST UNERLÄSSLICH!

Die in einen Raum eingestrahelte Leistung der Sonne beträgt grob gesagt 500 bis 700 W/m². Das entspricht bei einem durchschnittlichen Fenster mit 1,5 m² einer Heizleistung von

750 bis 1.000 Watt bzw. einem Hochleistungs-Infrarotmodul. Fenster sind Heizkörper oder Solarkollektoren! Sie tragen während der Heizperiode nicht unwesentlich zur Deckung der

Raumwärme bei. Außerhalb der Heizperiode sind sie jedoch die primäre Quelle für jenen Energieeintrag, der zur Überwärmung führt.

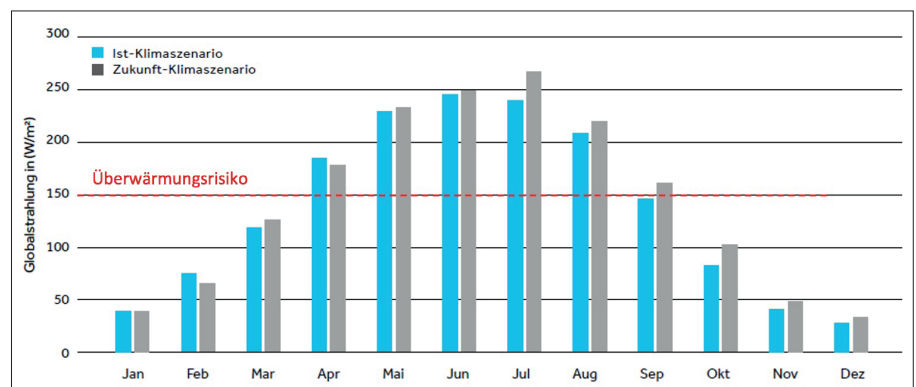
Schutz vor Überwärmung ist eine jahreszeitlich bedingte temporäre Maßnahme.

Ein Jahr hat über 4.380 Tagstunden, mindestens 50 % sind so kühl, dass keine Sonnenschutzmaßnahme erforderlich ist. Von den verbleibenden ca. 2.200 Stunden sind weniger als die Hälfte heiter oder sonnig und bergen – je nach baulichen Gegebenheiten – ein gewisses Überwärmungsrisiko in sich! Durch den Gang der Sonne resultieren daraus max. 400 Stunden pro Jahr für die nach NO bis SO sowie SW bis NW orientierten Fenster und max. 750 Stunden für Fenster auf SO- bis SW-Fassaden, an denen eine temporäre Beschattung erforderlich ist.

Eine effiziente Beschattung von besonnten Fenstern ist an ca. 10 bis 20 % der Tagstunden erforderlich, damit ein Vielfaches davon an Überwärmungstunden, die bis tief in die Nacht reichen können, vermieden werden. Durch den Klimawandel werden auch die Nächte

wärmer (inklusive Zunahme der Tropennächte), womit die Nachtlüftung an Effektivität verliert; daher wird eine temporäre Außenbeschattung während des Tages noch wichtiger sein als bisher. In Zukunft kann der Kühlenergiebedarf sogar höher sein als der Heizenergiebedarf!

MONATLICHE GLOBALE STRAHLUNG (1991-2010) FÜR DEN STANDORT WIEN HOHE WARTEN



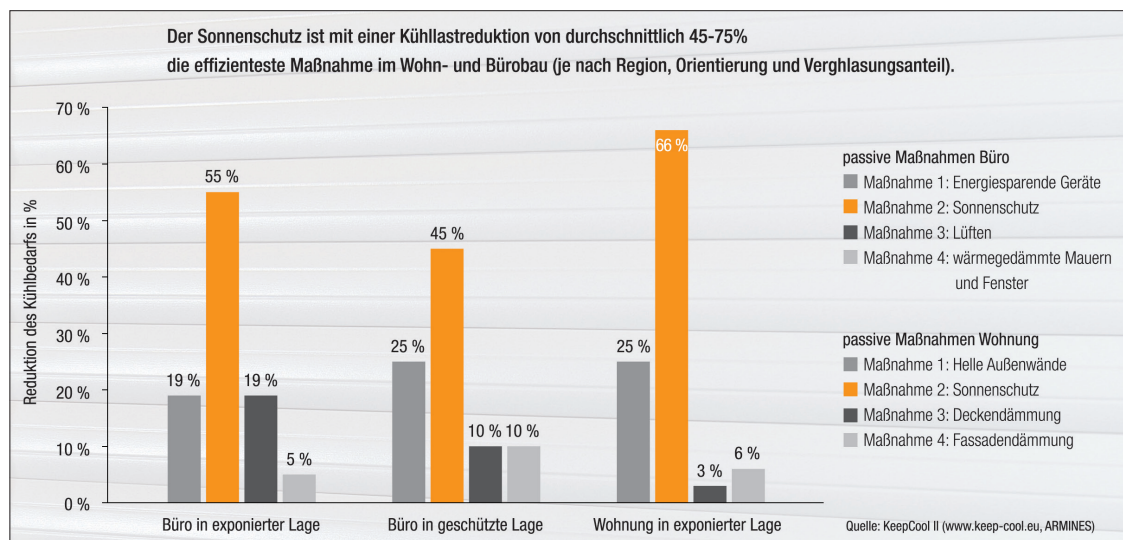
Grafik: Stadt Wien MA20, 2017: Technologieleitfaden Sommerliche Überwärmung

KÜHLPRÄVENTION MIT VARIABLER, AUSSENLIEGENDER BESCHATTUNG IST HINSICHTLICH SOMMERTAUGLICHKEIT IM WOHNBAU DIE EFFEKTIVSTE MASSNAHME ZUR ENERGIEVERMEIDUNG.

Passives Kühlen spart im Ein- und Zweifamilienhaus und bei exponierten Wohnungen im Geschosswohnungsbau ca. 20–50 kWh/m²a an Kühlleistung ein, sowie 5–10 kWh/m²a im Mehrfamilienhaus bei nicht exponierter Lage. Im Nicht-Wohnbau kann die mechanische Kühlleistung um 50–80 % reduziert werden. Der Kühlenergieverbrauch im Wohnbau ist eine

unbekannte Größe! Da der Wohnbau gemäß der gültigen Bauvorschriften so geplant werden muss, dass er ohne maschinelle Kühlung sommertauglich sein muss, gibt es auch keinen offiziellen statistischen Wert für den Kühlenergieverbrauch im Wohnbau! Die EU unterschätzt den tatsächlich vorhandenen Energieverbrauch fürs Kühlen markant;

sie schätzt den Gesamtverbrauch für die EU25 auf 30 TWh. Laut einer wissenschaftlichen Studie (siehe [9]) ist er mindestens doppelt so hoch (ca. 70 TWh, Stand 2014). Das ergibt einen durchschnittlichen Kühlenergieverbrauch für den Gebäudebestand von 30 kWh/m²a, mit dem Schwerpunkt in den EU15!



Grafik: BVST (Bundesverband Sonnenschutztechnik Österreich) www.bvst.at

Thermischer Komfort

In Hitzeperioden kann eine effektive Beschattung komfortable Raumtemperaturen gewährleisten; ausgenommen innerstädtische Hitzeinseln mit entsprechendem Mikroklima!

MONITORING HITZEPERIODE MIT TROPENNÄCHTEN VOM 1.–11. AUG 2018,

Wohngebäude 2353 Guntramsdorf, BJ 1998, mittelschwere Bauweise, Fensterflächenanteil 35%, Außenbeschattung automatisiert

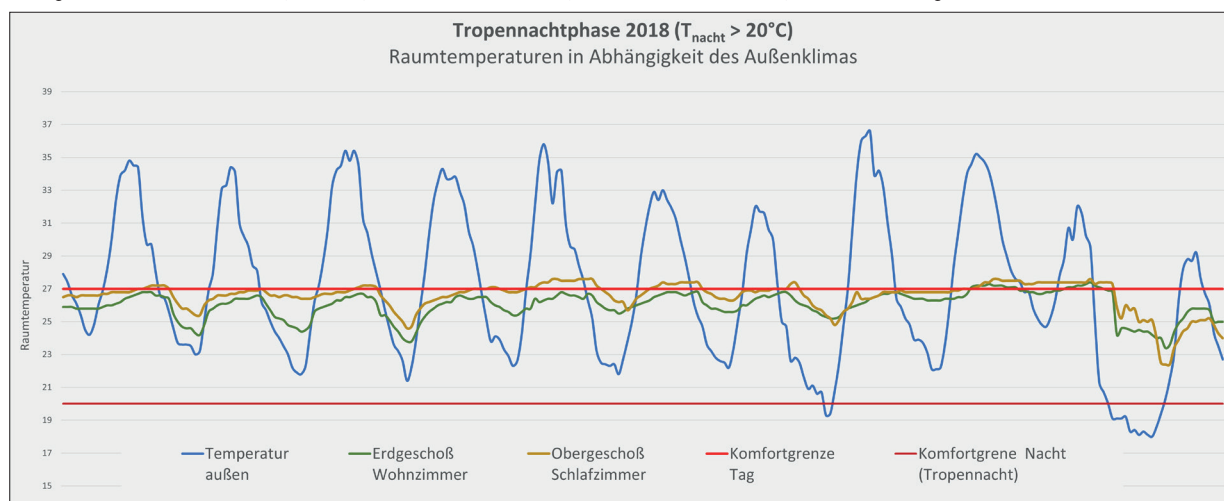


Diagramm: Ingenieurbüro Gerstmann

TAGESLICHT IST AUS BIOLOGISCHER UND ENERGIETECHNISCHER SICHT EINE UNVERZICHTBARE RESSOURCE!

REDUKTION DER INNENRAUM-BELICHTUNG DURCH ÜBERSTÄNDE BEI BEDECKTEM HIMMEL Raumgeometrie 6/4/2,8 m (B/T/H)

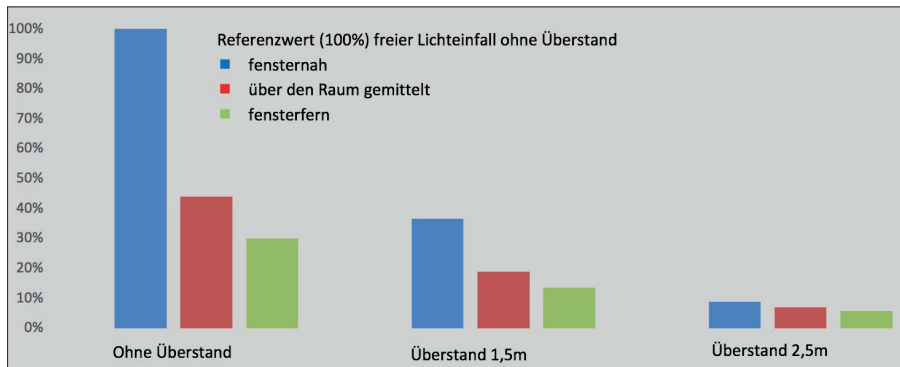


Diagramm: Ingenieurbüro Gerstmann

Die bewusste Nutzung von Tageslicht kann 30 bis 80 % an Beleuchtungsenergie einsparen. Im Nicht-Wohnbau beträgt der Beleuchtungsenergiebedarf einer effizienten Beleuchtung laut Norm ca. 32,2 kWh/m²a Endenergie – das Einsparpotenzial beträgt somit 16 bis 24 kWh/m²a und bei veralteten Anlagen noch deutlich mehr! Dieser Energiebedarf lässt sich durch optimale Tageslichtnutzung und Tageslichtplanung um bis zu 70 % reduzieren. Starre Verschattungen können die Tageslichtnutzung stark beeinträchtigen und somit die Zuschaltung von elektrischer Beleuchtung erforderlich machen; ganz besonders an Tagrandzeiten und in der dunkleren Jahreshälfte!

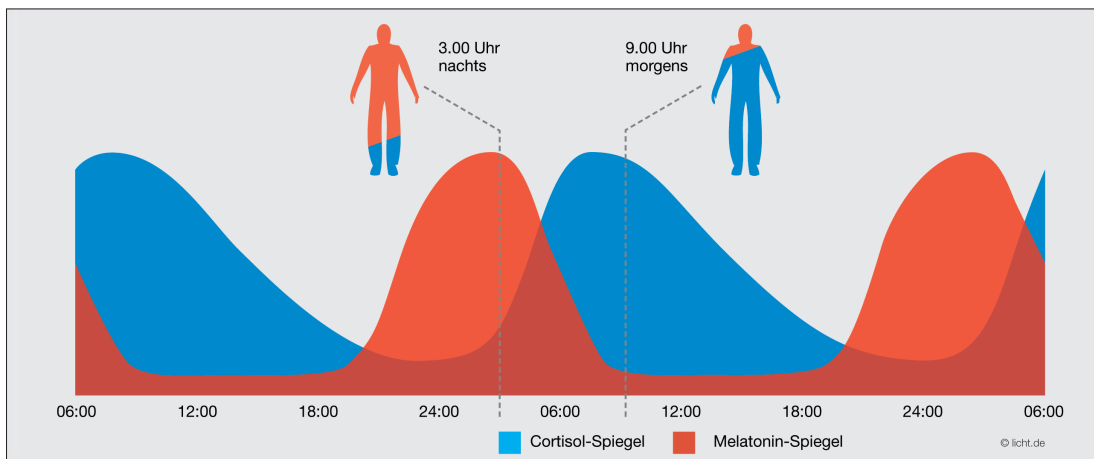
Die nicht visuelle Wirkung von Licht

Obwohl die Entdeckung des Fotorezeptors im menschlichen Auge, der die biologische Uhr steuert, beinahe 20 Jahre zurückliegt, bleibt diese bedeutende Erkenntnis im Bauwesen unbeachtet. Es werden nach wie vor nur quantitative visuelle Mindestanforderungen hinsichtlich Belichtung und Sichtverbindung gestellt und keine qualitativen Standards definiert. Die Berücksichtigung der physiologischen und psychologischen Wirkung von Tageslicht auf Menschen,

Haustiere und Pflanzen und damit einhergehend die Lichtqualität (Dynamik, Intensität, Lichtfarbe und Spektrum) bleibt außen vor. In der Gebäudeplanung wird die artgerechte Tageslichtversorgung nicht gleichwertig zu anderen Anforderungen wie thermischer Komfort, Feuchteschutz, Schallschutz oder Brandschutz behandelt. Die in Baurichtlinien geforderte Mindestbelichtungsfläche entspricht zudem bei weitem nicht dem Stand der Technik, wie er

in der Tageslichtnorm EN 17037 beschrieben ist. Im Gegensatz zu Deutschland gibt es beispielsweise in Österreich noch immer keine verbindliche Grundlage für eine Tageslichtplanung. Mit artgerechter Belichtung von Räumen, im Sinne der Bedürfnisse von Menschen, Tieren und Pflanzen, steigt der Innenraumkomfort, und es erschließen sich ein weiteres großes Energieeinsparpotenzial sowie positive Reboundeffekte im Sozial- und Gesundheitswesen!

DER EINFLUSS DES TAGESLICHTS AUF DEN MENSCHLICHEN KÖRPER



Grafik: Licht.de, www.licht.de

ENERGIEEFFIZIENTE GEBÄUDEKONZEPTE NUTZEN SOLARE ENERGIE ZUR DECKUNG DER HEIZWÄRME!

Mit der Sonne heizen

Solare Einstrahlung über Südfenster leisten einen wertvollen Beitrag für die Raumwärme. Passives Heizen hat ein erhebliches Potenzial, wenn es um Energievermeidung geht.

Eine Statistik der deutschen Glasindustrie aus 2008 (aktuelle Version nicht verfügbar) veranschaulicht die Bedeutung der „passiven Fensterheizung“, deren Wärmebeitrag fast so groß ist wie jener der Biomasse.

Passive Solarenergienutzung ist gleichwertig zu Photovoltaik und Solarthermie

Der Heizwärmebedarf im Energieausweis beziffert nur die über Energieträger aktiv zugeführte fossile oder regenerative Energie, nicht jedoch den Anteil der direkten solaren Wärme.

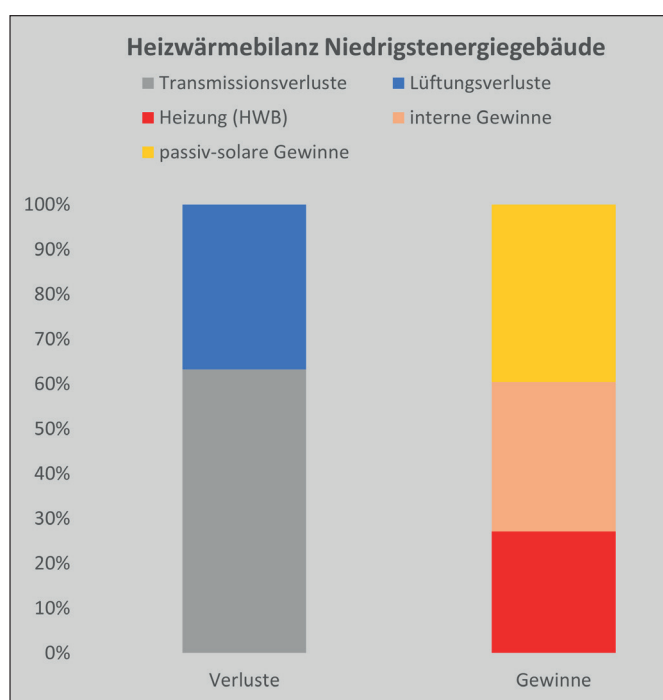
Das ist insbesondere absurd, weil zwar die durch Solarthermie, Photovoltaik und Wärmerückgewinnung generierte Energie ausgewiesen wird, nicht aber die über Fenster genutzte passive Energie fürs Heizen. Der Wirkungsgrad des Kollektors Fenster ist in etwa derselbe wie bei der Solarthermie (> 70 %) aber deutlich höher als bei PV (< 25 %).

Niedriger Heizwärmebedarf von Passivhaus, Niedrigstenergiegebäude und Co durch solare Gewinne

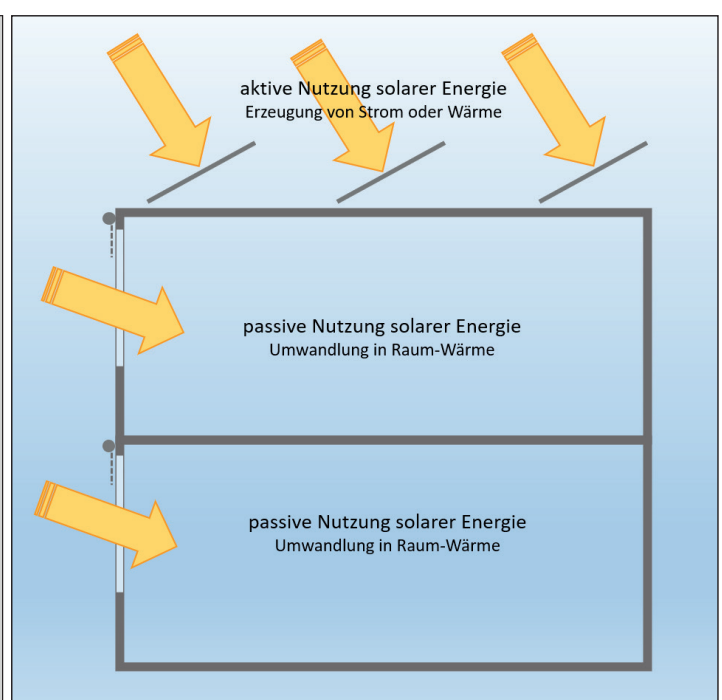
Alle Konzepte von Niedrigstenergiegebäuden basieren auf der Nutzung direkter Sonneneinstrahlung über transparente Bauteile! Entscheidend sind die architektonische Gestaltung der Hülle und die energietechnische Optimierung der Verglasungen. Die Verlust- und Gewinnrechnung der Wärmeströme offenbart, dass der

im Energieausweis ersichtliche Heizwärmebedarf nur einen geringen Teil der thermischen Verluste eines Gebäudes deckt; das Gros gleichen interne und passiv-solare Gewinne aus. Wie hoch der Wärmebeitrag über „Fensterkollektoren“ ist, wird im Energieausweis leider nicht dargestellt. Das wäre jedoch im Sinne der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden notwendig, denn aktive Solar-kollektoren wie Photovoltaik und Solarthermie werden im neuen Energieausweis berücksichtigt.

Ein Gebäude mit einem ausgewiesenen Heizwärmebedarf von beispielsweise 15 kWh/m²a (berechnete erforderliche Energiezufuhr) benötigt jedoch effektiv deutlich mehr an Energie, um die erforderlichen Raumtemperaturen gewährleisten zu können. Je niedriger der Heizwärmebedarf, umso wichtiger ist die solare Deckung!



Grafik: Ingenieurbüro Gerstmann



Grafik: Ingenieurbüro Gerstmann

VORTEILE VON VARIABLEN BESCHATTUNGEN

Mit passiver solarer Energie zu heizen, Tageslicht zu nutzen und bei Bedarf sich vor der Sonne zu schützen, ist eines der bewährtesten und zugleich modernsten Konzepte, im Einklang mit der Sonne komfortabel und nachhaltig zu wohnen.

Vorteile für die Umwelt

Gut für die Klima- und Energiepolitik

- Weniger Strom und weniger CO₂-Prävention statt aktive Gebäudekühlung und weniger Abwärme an die Umwelt
- Entlastung der Stromnetze – bei Hitze laufen alle Anlagen gleichzeitig (Spitzenlast).
- Solare Gewinne nutzen – Potenzial ca. 1/3 des Heizwärmebedarfs bei Niedrigstenergiegebäuden
- Weniger Heizwärmeverluste – Beschattungen (innen und außen) verbessern den U-Wert von Fenstern; Potenzial ca. 10%

Tageslicht als erneuerbare Ressource nutzen

- Im Nichtwohnbau Einsparung beim Beleuchten um bis zu 80% möglich
- Im Wohnbau weniger Kunstlicht in der Früh, am Abend und im Winter – bis zu 1.000 Stunden mehr Tageslicht
- Energieeinsparung und Stimulation des physischen und psychischen Wohlbefindens (Stimmung, Motivation, Leistung, Agilität und Gesundheit)

Energieeinsparpotenzial

- Kühlprävention 10–50 kWh/m²a
- passive Heizenergie 5–25 kWh/m²a
- Reduktion der Heizwärmeverluste 3–10 kWh/m²a
- Reduktion Kunstlicht 5–25 kWh/m²a

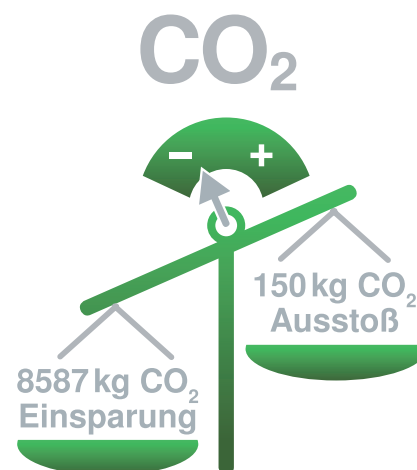
Keine Alternative

Sonnenschutzglas und Folien haben eine negative Energiebilanz (meist kein ausreichender Schutz gegen Überwärmung und somit

Kühlbedarf, geringere Heizwärmedeckung, höherer Kunstlichtbedarf) und können die Zusammensetzung des Lichtspektrums verändern, mit negativen Auswirkungen auf die visuellen und nicht visuellen Bedürfnisse!

CO₂-Fußabdruck

- Sonnenschutz hat einen Fußabdruck von durchschnittlich 150 kg und spart in 20 Jahren 8.600 kg CO₂ in Bezug auf Kühlbedarf, Heizwärmeverluste und Beleuchtungsstrom ein!



Grafik: WAREMA www.warema.de

Vorteile fürs Leben im Innenraum für Nutzerinnen und Nutzer (Menschen, Tiere, Pflanzen)

- **Weniger Überwärmungsstunden (ÜWh) und mehr Komfort** (siehe [11])
Einflussfaktoren: Bauweise (BW), FF-Anteil, Orientierung, Sonnenschutz-Aktivierung
 - o EFH schwere BW: 200–1.100 ÜWh ohne bzw. 0–90 ÜWh mit Sonnenschutz (Aktivierung träge), RT meist ≤ 28 °C
 - o EFH leichte BW: 1.000–2.000 ÜWh ohne bzw. 80–400 ÜWh mit Sonnenschutz (Aktivierung flink), RT tw. > 27 °C
 - o MFH schwere BW: 350–500 ÜWh ohne bzw. 0–25 ÜWh mit Sonnenschutz, RT meist um 25 °C

- Auch bei der zu erwartenden **Klimaerwärmung** sind Komforttemperaturen weitgehend gewährleistetbar.
- Mittels **Kühlprävention** durch passive Maßnahmen (Sonnenschutz und Nachtlüftung) kann Klimatisieren weitestgehend vermieden werden. Dort, wo maschinelles Kühlen dennoch nötig ist, sind deutlich geringere Leistungen erforderlich, was Kosteneinsparungen bei Investition, Betrieb und Wartung zur Folge hat.
- Weniger **Schallemission** durch Ventilatoren und Aggregate (insbesondere tieffrequenter Schall bei Nacht)
- Gesünderes Raumklima (**kein Sick Building Syndrome**)
- Keine **Kohlenmonoxid**-Gefahr (kein Unterdruck in Wohnungen mit Gasthermen)
- Sonnenschutz als **Blendschutz** nutzbar (Home, Office, Schulaufgaben, Fernsehen ...)
- Mehr Privatsphäre (**Sichtschutz**)
- Psychologischer **Einbruchschutz**
- **Smart-Home**-fähig (Steuerung und Überwachung standortunabhängig)

Fenster tagsüber beschatten und Räume in der Nacht lüften hat enormes Potenzial, dem unbedachten Trend zur Selbsthilfe mittels Klimageräten entgegenzuwirken. Wichtig sind die konsequente Nutzung (idealerweise benutzerunabhängig, aber mit Eingriffsmöglichkeit) und die richtige Handhabung (Einschulung der BenutzerInnen).

HINWEISE ZU MODERNEN BAUWEISEN UND NEUEN TECHNOLOGIEN

- **Niedrigenergiegebäude** (dicht, gedämmt, große südorientierte Glasflächen) fokussieren v. a. auf geringen Heizwärmebedarf, neigen aber zur Überwärmung mit Risiko von April bis Oktober! Wärme, die einmal im Gebäude ist, bleibt ohne wirksames Lüften (d. h. bei niedrigen Außentemperaturen) im Raum gefangen!
- **Energieeffizientes und nachhaltiges Bauen:** Es gilt Gebäude ganzheitlich zu planen und zu bauen! Den Fokus auf den Heizenergiebedarf zu richten, reicht nicht! Som-

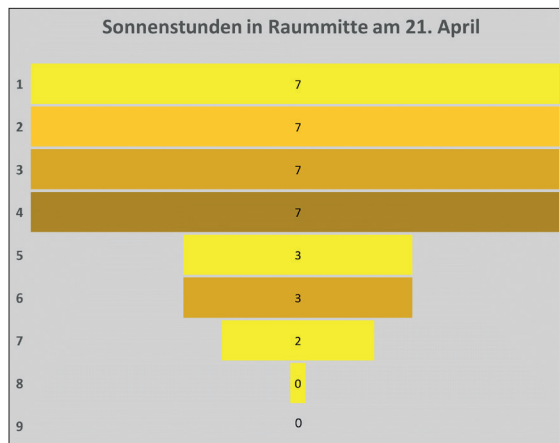
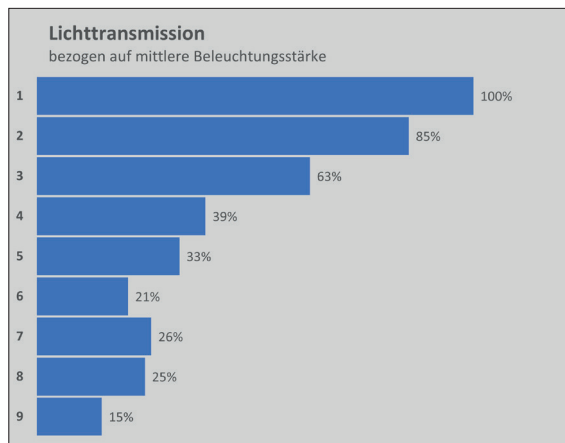
mertauglichkeit (im Wohnbau ohne Kühlbedarf) und Tageslichtnutzung ist im Hinblick auf Energie und CO₂ genauso wichtig. Vor allem aber dürfen energieeffiziente Gebäude nicht zu Lasten von Komfort und Gesundheit gehen, das ist auch eine wesentliche Forderung der EU-Gebäuderichtlinie!

- **Permanenter Sonnenschutz** wie Sonnenschutzglas, starre Lamellen oder sonstige nicht wegnehmbare Beschattungen, wozu auch die Begrünung von Fenstern zählt, führen zu einer schlechten Energiebilanz trans-

parenter Bauteile. Sie minimieren infolge einer permanenten Verschattung die solaren Gewinne (das gilt auch für nach Süden ausgerichtete Überstände in den Übergangsjahreszeiten)! Und zusätzlich reduzieren sie an 365 Tagen bzw. 4.380 Stunden den freien Lichteinfall um bis zu 85 %, was den Kunstlichtbedarf deutlich erhöht! Mittels Fixverschattung dem Problem der Überwärmung zu begegnen, ist weder ganzheitlich gedacht noch ressourceneffizient noch nachhaltig!

AUSWIRKUNG VON FIXVERSCHATTUNGEN AUF DEN FREIEN LICHTEINFALL UND DIE SONNENSTUNDEN EINES RAUMES

Standort Krems/Donau, Geometrie 6/4/2,8 m (B/T/H), Südfassade voll verglast.



Je dunkler der Gelbton, umso geringer die Intensität der Sonne und der Belichtung das ganze Jahr hindurch

Diagramme: Ingenieurbüro Gerstmann

- 1 ohne Überhang / Wärmeschutzglas g 0,65
 - 2 ohne Überhang / Wärmeschutzglas g 0,55
 - 3 ohne Überhang / Sonnenschutzglas leicht g 0,40
 - 4 ohne Überhang / Sonnenschutzglas stark g 0,25
 - 5 Überhang 1,5 m / Wärmeschutzglas g 0,55
 - 6 Überhang 1,5 m / Sonnenschutzglas g 0,35
 - 7 Loggia 1,5 m geringe Tiefe / Wärmeschutzglas g 0,55
 - 8 Überhang 2,5 m / Wärmeschutzglas g 0,55
 - 9 Loggia 2,5 m große Tiefe / Wärmeschutzglas g 0,55
- Eine weitere Maßnahme der passiven Kühlung ist die **Bauteilaktivierung**, das Durchspülen erwärmter massiver Bauteile (Speichermasse) mit kühlem Wasser. Diese Technik lässt sich im Bestandswohnbau kaum nachrüsten, zudem reicht die Kühlkapazität von 40 W/m² nicht aus, um Gebäude ohne Sonnenschutz sommertauglich zu halten. Auf einen Raum mit einer Fensterfläche von 5 m² beträgt der solare Eintrag ca. 2,5 kW; umgerechnet auf einen 20 m² großen Raum sind das 125 W/m² Bodenfläche. Ohne Beschattung kann die Bauteilaktivierung eine Überwärmung des Raumes nicht verhindern!

Bauteilaktivierung (BTA) ist eine sinnvolle Methode, um bei schwerer Bauweise die Erwärmung der Speichermassen während des Tages zu dämpfen und nach Sonnenuntergang die Speicher rascher zu entleeren. Bei unwirksamer Nachtlüftung und in Tropennächten kann die BTA zusammen mit Beschattungsmaßnahmen einer Überwärmung entgegenwirken.

- Maßnahmen, die das **Mikroklima verbessern**. Das Aufheizen der Städte zu reduzieren, ist ganz besonders hinsichtlich der steigenden Zahl an Tropennächten wichtig. Begrünung und Verdunstungsflächen bewirken Verdunstungskälte und somit eine Abkühlung der Außenluft. Begrünte Fassaden und Dächer reduzieren zusätzlich das Aufheizen von Fassaden und Dächern. Fenster vollständig zu begrünen, ist wenig sinnvoll, weil damit der Lichteintrag v. a. in Zeiten ohne direkte Sonne massiv reduziert wird.

- **Aktives Kühlen** erst dann, wenn alle passiven Maßnahmen nicht ausreichen. Klimatisieren hat gravierende Nachteile!
 - o Peak-Belastung des Stromnetzes
 - o Zusätzliche Belastung der ohnehin hohen Außentemperatur durch Abwärme
 - o Nachhaltige Kühlsysteme lassen sich in der Sanierung nur schwer nachrüsten.
 - o Kühlaggregate fördern Sick Building Syndrome.
 - o Verlust an lokaler Wertschöpfung und Arbeitsplätzen

Zuerst sollten immer bestmöglich passive Maßnahmen realisiert werden! Besteht trotzdem noch Kühlbedarf, so ist gewährleistet, dass Kühllasten und Abwärme minimiert sind!

PLANUNGSHINWEISE

Sommertauglichkeit erfordert ganzheitliche und nachhaltige Planung

- Der Sektor Kühlenergie ist der am raschesten wachsende Verbrauchermarkt – problematisch, dass bei Hitze das Stromnetz stark belastet wird (beim Heizen teilt sich dagegen die Versorgung auf verschiedene Energieträger auf).
- Die Sommertauglichkeit ganzheitlich zu planen, braucht Lösungen für transparente Bauteile, die dem **Jahresgang und Tagesgang** angepasst werden können, um vor Überwärmung zu schützen (in Kombination mit Nachtauskühlung), mit der Sonne zu heizen und mit natürlichem Licht (diffuses Himmelslicht) Räume zu belichten.
- Im **Sommer** sollte der Eintrag auf der **besonnten Seite um ca. 90% reduziert** werden; nicht besonnte Fenster zu beschatten, wäre kontraproduktiv, denn jede starre Verschattung kostet viel Tageslicht. Nördlich ausgerichtete Fenster müssen ebenfalls effektiv beschattet werden, weil die über den Tag summierte Einstrahlung im Sommer auch hier erheblich ist (der hohe Diffusanteil der Sonneneinstrahlung wird häufig unterschätzt).
- Es reicht nicht aus, einen Dachüberstand für

den 21. Juni 12:00 als Verschattung der Südfassade einzuplanen, denn diese Maßnahme wirkt nur kurz in der Mittagszeit. Der **Großteil der solaren Einstrahlung** kommt von der tief stehenden Sonne, womit vor allem die Fassadenausrichtungen **NO bis SO** sowie **SW bis NO** für die Hauptlast verantwortlich sind!

- Um klimagerecht zu planen, nutzt man **passive Solarenergie** für das **Heizen**. Leider wird dieser Beitrag nicht im Energieausweis dargestellt, obwohl es erneuerbare Energie ist, die auch zur Warmwassererzeugung (Solarkollektor) genutzt wird. Passive solare Gewinne sollten in der Bilanz berücksichtigt und auch ausgewiesen werden, weil Niedrigstenergiegebäude bzw. Nearly Zero Energy Buildings (NZEB genannt) einen hohen passiven solaren Deckungsgrad haben können.
- **Diffuses Licht (150 lm/W)** ist eine natürliche Ressource; sie nicht zu nützen, erhöht den Beleuchtungsenergiebedarf.
- **Gutes Licht** ist dynamisch (100–100.000 Lux im Gegensatz zu z. B. 500 Lux Konstantlicht), unverfälscht und biologisch wirksam – das alles kann Kunstlicht nicht, es dient nur dem Sehen aber nicht der Gesundheit von Lebewesen! Gebäude ohne ausreichende Tageslichtversorgung können einen Reboundeffekt im Gesundheitswesen auslösen.

- **Licht für Körper und Geist!** Lichtmangel macht sich sowohl psychisch als auch physisch bemerkbar. Beispielsweise durch chronische Depression, Schlafstörungen, Vitamin-D-Mangel und im Extremfall sogar Erkrankungen. Der Mangel an natürlichem Licht beeinträchtigt auch die kognitive Leistung, was sich beispielsweise auch mit schulischen Tests nachweisen lässt.
- **Direktes Sonnenlicht** ist wichtig für das Leben im Innenraum!

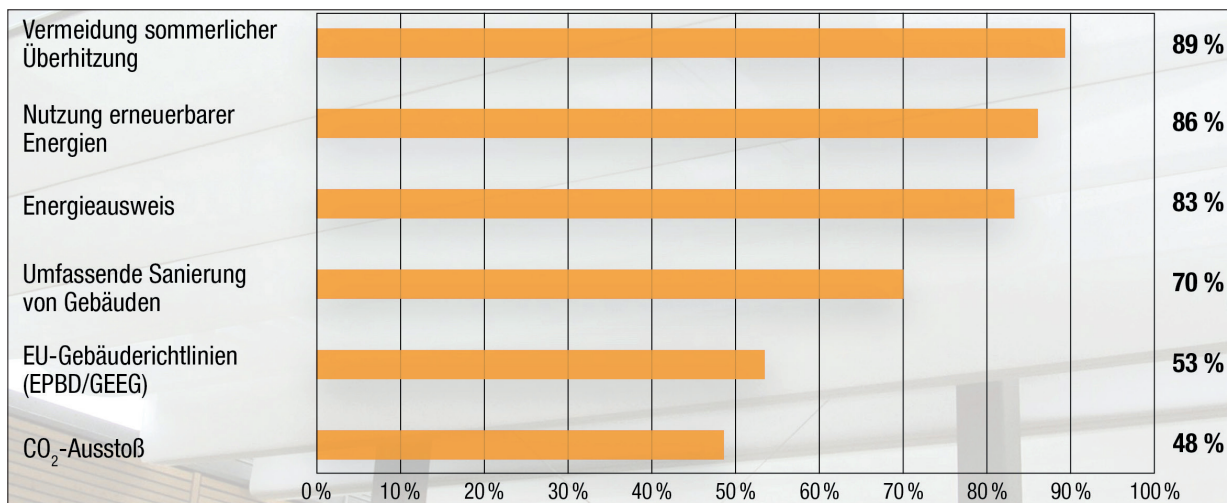
Sonnenschutztechnik wird an technischen Ausbildungsstätten kaum behandelt, obwohl sie eine wesentliche Komponente einer energieeffizienten Haustechnik und Fassade ist!

Eine optimale Energiebilanz ist wichtig, aber noch wichtiger sind die Lebewesen in Gebäuden! Sie brauchen gutes Licht nicht nur fürs Sehen, sondern vor allem für:

- **die biologische Taktung – Physis: Biorhythmus, Hormonbildung usw.**
- **die Erhaltung der Leistungsfähigkeit und Prävention gegen Ermüdung**
- **eine gute Stimmung – Psyche: Kontakt zur Außenwelt, Information, Kommunikation**

EXPERTENBEFRAGUNG ZUKUNFT BAUEN

Von den 16 Fragen, die jährlich von 200 Expert*innen hinsichtlich der Brisanz für die nächsten 5 Jahre beurteilt werden, betreffen 6 direkt oder indirekt den Sonnenschutz.



Quelle: „Expertenbefragung Zukunft Bauen“ Unternehmensberatung Mag. Siegfried Wirth, www.expertenbefragung.com
 Grafik: BVST

WIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE

Lokale Arbeitsplätze und Wertschöpfung

- Außenliegender Sonnenschutz wird immer maßgefertigt, das liegt daran, dass Fenster keine Normgrößen haben und auch der Fassadenaufbau die Anlagenmaße mit beeinflusst.
- Sonnenschutzanlagen haben eine hohe lokale Wertschöpfung; sie werden Großteils im Inland und teilweise in der EU produziert und von lokalen Betrieben beraten, gemessen, montiert und serviciert. Komponenten und Halbfabrikate wie Motore, Textilien und Bandmaterial werden zu 33 % aus dem jeweiligen Land bzw. zu 99 % aus der EU bezogen.
- Die wichtigsten Anbieter und Zulieferer der Sonnenschutzbranche beschäftigen zirka 18.000 Mitarbeiter*innen.
- Inklusive der nachgelagerten Wertschöpfungsketten (Handel, Montage, Automatisierung und Service) sichert die Branche im gewerblichen Bereich ca. 118.000 Arbeitsplätze in der D-A-CH-Region.
- Die Wertschöpfung von Innen- und Außenbeschattungen, von der Erzeugung bis zur Montage, beträgt in der D-A-CH-Region zirka 12,2 Mrd. Euro!
- Variabler oder dynamischer Sonnenschutz ist grüne Technologie. Bei effektiver Nutzung beträgt das Energieeinsparpotenzial ca. 22 %, umgerechnet auf die EU bedeutet das eine CO₂-Reduktion von 137 Mt/a!



Quelle: Wikipedia CC BY-SA 3.0

Was kostet ein effektiver Sonnenschutz?

- Der Anteil einer effizienten Beschattung (automatisierter, außenliegender Sonnenschutz) in Bezug auf die Kosten einer Wohnung im Mehrfamilienhaus betragen ca. 1 % und im Ein- und Zweifamilienhaus bis zu 2 %!
- Die Anschaffung von Splitgeräten (Energieeffizienzklasse A) und deren Installation kommt vergleichsweise teurer als eine Außenbeschattung.
- Der Aufwand für Wartung und Betrieb von Sonnenschutzanlagen ist äußerst gering. Der Energieverbrauch pro Motor und Jahr beträgt ca. 2 kWh; bei Stromkosten von 0,24 Ct/kWh sind das weniger als 50 Cent pro Motor und Jahr!
- Der Stromverbrauch eines Splitgerätes der Energieeffizienzklasse A (Stand 2012) für einen Raum mit 25 m² beträgt laut Öko-Institut Freiburg knapp 400 kWh pro Jahr (Kühlleistung 2.500 W, 500 Betriebsstunden), die Energiekosten somit ca. 4,- Euro/m² Nutzfläche pro Jahr!



Fotos von links nach rechts: ROMA, GRIESSER, SCHLOTTERER, HELLA. Grafik: BVST

STAND DER TECHNIK, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG

GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Die Gebäuderichtlinie der EU (EPBD) schafft den Rahmen hinsichtlich der Gesamtenergieeffizienz, die auf nationaler Ebene in Gesetzen und den Richtlinien umgesetzt werden.

EU-GEBÄUDERICHTLINIE (EPBD) 2018

mit der Ergänzung von 2019 erstmals Berücksichtigung einer dynamischen Gebäudehülle, das betrifft v. a. die transparenten Bauteile wie Fenster und Glasfassaden!



Grundsätzliche Erwägungen

(15) Es ist wichtig, dafür zu sorgen, dass Maßnahmen zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sich nicht nur auf die Gebäudehülle konzentrieren, sondern alle relevanten Elemente und technischen Anlagen in einem Gebäude umfassen, etwa passive Elemente, die an passiven Techniken beteiligt sind, mit denen der Energiebedarf für Heizung oder Kühlung und der Energieverbrauch für Beleuchtung und Lüftung reduziert und so der thermische und visuelle Komfort verbessert werden sollen.

Optimale Gesamtenergieeffizienz der Gebäudehülle

Gemäß der Empfehlung 2019/1019 der Kommission vom 7. Juni 2019 zur Gebäudericht-

linie (Anhang I Nummer 2 Absatz 3 der EPBD) müssen die Mitgliedstaaten bei der Modernisierung von Gebäuden sicherstellen, dass bei der Anwendung jener Faktoren für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz die optimale Gesamtenergieeffizienz der Gebäudehülle angestrebt wird. Die Verringerung des Gesamtenergiebedarfs ist bei der Optimierung der Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ein wesentlicher Faktor. In diesem Zusammenhang sollte die Bedeutung der Gebäudehülle nicht unterschätzt werden. Darüber hinaus haben gebäudetechnische Systeme und Systeme für die Gebäudeautomatisierung und -steuerung in Verbindung mit hochgradig optimierten Gebäudehüllen größere Auswirkungen und sind so am leichtesten optimierbar.

SOMMERTAUGLICHKEIT – NATIONALE ANFORDERUNGEN FÜR DEN SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZ

Es ist ein energiepolitisches Ziel, den Heizwärmebedarf im Vergleich zu älteren Bauweisen signifikant zu verringern. Im Fokus der Energieeffizienz stehen vor allem die winterlichen Wärmeverluste von Gebäudehüllen; hier gilt es, sowohl beim Neubau als auch beim Gebäudebestand, den Niedrigstenergie-Standard umzusetzen.

Hoch wärmegeämmte Neubauten und sanierte Gebäude neigen jedoch zu unbehaglichem bzw. zu warmem Innenraumklima. Dieser Effekt wird durch den Trend zu mehr Glasfläche in der Fassade befeuert, und zusätzlich

verschärft die globale Erwärmung diese Problematik. Nicht zuletzt kann auch eine unzureichende Planung – in dem Sinne, dass das Potenzial passiver Maßnahmen zur Schaffung eines akzeptablen Raumklimas, wie effektive Beschattung und wirksame Nachtauskühlung, nicht genutzt wurde – für eine unzureichende Sommertauglichkeit von Gebäuden verantwortlich sein und unnötigen Kühlbedarf generieren.

Alle Faktoren tragen dazu bei, dass zum einen das Überwärmungsrisiko signifikant gestiegen ist, und zum anderen sich auch der Zeitraum, in dem Überwärmung auftreten kann, deutlich

ausgeweitet hat. Mit Überwärmung ist nun nicht mehr nur in heißen Sommermonaten zu rechnen, sondern sie kann auch in Übergangsjahreszeiten, also von April bis Oktober, auftreten.

Als sommertauglich gilt ein Wohngebäude dann, wenn es ohne Energieaufwand für aktive Kühlung (ausgenommen Hitzeinseln) vor Überwärmung schützt. Die Planungsgrundlagen werden in nationalen Normen beschrieben.



UMSETZUNG DER SOMMERTAUGLICHKEIT IN DEUTSCHLAND

GEG

Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist am 1. November 2020 in Kraft getreten und löst die EnEV ab. Das GEG legt die energetischen Anforderungen an beheizte oder klimatisierte Wohngebäude und für Nichtwohngebäude (Neubauten und Bestandsbauten bei Sanierungen) fest. Im GEG sind Berechnungsverfahren und Normen zur Einsparung von Energie definiert. Zudem sind Vorgaben zur Ausstellung und Verwendung des Energieausweises enthalten.

Die DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden (vormals Wärmeschutz im Hochbau) beschreibt die Anforderungen an den Wärmeschutz für Gebäude. Die Ermittlung zum sommerlichen Wärmeschutz erfolgt über den Sonneneintragskennwert nach DIN 4108 Teil 2; alternativ kann, oder wenn die Anwendung des vereinfachten Verfahrens ausgeschlossen ist, der Nachweis mit einer thermischen Gebäudesimulation geführt werden.



UMSETZUNG DER SOMMERTAUGLICHKEIT IN ÖSTERREICH

OiB

OiB RL6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ 2019

Gemäß EU-Gebäuderichtlinie braucht jedes Gebäude grundsätzlich einen Energieausweis bei Neubau, Sanierung, Verkauf und Vermietung. Um zu vermeiden, dass es pro Bundesland unterschiedliche Berechnungsmethoden, Mindestanforderungen und Energieausweise gibt, wird vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) die Umsetzung der Gebäuderichtlinie koordiniert. In der OIB-Richtlinie 6 wird u. a. der sommerliche Wärmeschutz geregelt. Dieser gilt für Wohngebäude (WG) als eingehalten, wenn die sommerliche Überwärmung vermieden ist, d.h. die für den jeweiligen Standort maximal zulässige operative Temperatur im Raum nicht überschritten wird, oder wenn für die kritischste Nutzungseinheit kein außeninduzierter Kühlbedarf (KB*) gegeben ist.

Mit Inkrafttreten der OIB-Richtlinie 6 2020 wird der Sonnenschutz leichter planbar. Grundlage für die OIB-RL6 ist das Normenpaket ÖNORM B8110. Im Teil 6-1 (Ausgabe 2019) „Wärmeschutz im Hochbau: Grundlagen und Nachweisverfahren Heizwärmebedarf und Kühlbedarf“ ist der Sonnenschutz neu und vereinfacht dargestellt. Im Teil 3 (Ausgabe 2020) werden Komfortfaktoren, Empfehlungen für die Steuerung und die Nutzereinweisung thematisiert.



UMSETZUNG DER SOMMERTAUGLICHKEIT IN DER SCHWEIZ

sia

Energiestrategie 2050

Für die Schweiz als Nicht-EU-Mitglied ist die EU-Gebäuderichtlinie unverbindlich! Jedoch verfolgt die Energiestrategie ähnliche Ziele in Bezug auf Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Ersatz und Neubau. Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind in der Norm SIA 180 „Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden“ geregelt. Zweck der Norm ist u. a. die Sicherstellung eines behaglichen Raumklimas. Ein behagliches Raumklima muss in erster Linie mit verschiedenen konstruktiven Maßnahmen, insbesondere Sonnenschutz, sichergestellt werden.

Die Anforderung der SIA 180 beinhaltet u. a., dass ein Gebäude soweit wie möglich auf natürliche Weise behaglich sein soll, d. h. während des Sommers ohne aktive Kühlung den Sommerkomfort erfüllt. Planer sind verpflichtet, den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes bei der Baueinreichung nachzuweisen. Der Nachweis ist ebenfalls für die MINERGIE® Zertifizierung erforderlich!

ERGEBNISSE AKTUELLER PUBLIKATIONEN UND STUDIEN

Auf den nachfolgenden Seiten wurden Ergebnisse aktueller Studien, Broschüren und Berichte hinsichtlich der Bedeutung variabler Beschattungen in Bezug auf Kühl-Prävention, passives Heizen und Belichtung mit Tageslicht zusammengefasst.



[Hier können Sie die Unterlagen gerne downloaden!](#)



THEMENBROSCHÜREN DER IEA UND DES IFT ROSENHEIM

[1] OECD/IEA, 2018 Technology Report “The Future of Cooling”

Die wachsende Nachfrage nach Klimaanlage ist einer der kritischsten blinden Flecken in der heutigen Energiedebatte. Die Festlegung höherer Standards für die Kühlung ist einer der einfachsten Schritte, die Regierungen unternehmen können, um den Bedarf an neuen Kraftwerken zu verringern, Emissionen zu reduzieren und gleichzeitig die Kosten zu senken.

Der weltweite Energieverbrauch für Raumkühlung erreicht 2050 6.200 TWh, wobei fast 70 % des Anstiegs auf den Wohnsektor entfallen (Steigerungsrate weltweit 150 %, Peak 600 %). Der Anteil der Raumkühlung am gesamten Stromverbrauch in Gebäuden steigt auf 30 %. Die Kühlung wird zum stärksten Wachstums-

motor der Elektrizitätsnachfrage in Gebäuden. Die Nutzung von Energie für die Raumkühlung wächst schneller als für jede andere Endnutzung in Gebäuden und hat sich zwischen 1990 und 2016 mehr als verdreifacht.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Gebäude kühl zu halten. Das Grundlegendste, das es seit Anbeginn der Menschheit gibt, ist die Verwendung von Verschattung, um den Innenraum kühl zu halten. Aber in vielen Teilen der Welt gibt es einen Trend weg von solchen Sonnenschutzvorrichtungen, in der Regel aus Kostengründen. Rigorose Maßnahmen der Regierungen sind dringend erforderlich, um das rasche Wachstum der Nachfrage nach Klimaanlage einzudäm-

men. Um den Energiebedarf für die Kühlung nachhaltig zu senken, müssen die Regierungen Investitionen ermöglichen und fördern!

ENERGIEVERBRAUCH 2050

Der Energieverbrauch für Raumkühlung wird 2050 weltweite 6.200 TWh betragen.

Fast 70 % des Anstiegs entfallen auf den Wohnsektor (Steigerungsrate 150 %, Peak 600 %).

Der Stromverbrauch für Kühlung in Gebäuden steigt auf 30 %.

[2] IEA, 2013 “Technology Roadmap - Energy Efficient Building Envelopes”

Pilotprojekte haben gezeigt, dass effiziente Gebäudehüllen Energieeinsparungen von bis zu 60 % bei der Beleuchtung, 20 % bei der Kühlung und 26 % bei der Spitzenstromerzeugung ermöglichen können.

Die automatische Außenbeschattung ist die beste derzeit realisierbare Technologie zur Verbesserung des Innenraumkomforts und zur Energieeinsparung (Regulierung des solaren Eintrages über Glas).

Es ist von entscheidender Bedeutung, die Einführung bewährter Technologien wie Isolierung, Abdichtung, Wärmeschutzfenster und Außenbeschattung durch Finanzierungsmechanismen zu beschleunigen.

Verbesserungen der Gebäudehülle können den Komfort der Bewohner und die Lebensqualität von Millionen von Bürgern verbessern und

gleichzeitig erhebliche nicht-energetische Vorteile bieten, wie z.B. geringere Kosten für die Gesundheitsversorgung und eine geringere Sterblichkeit von „gefährdeten“ Bevölkerungsgruppen.

Nationale und lokale Regierungsbehörden sollten dringend strenge Energievorschriften für neue Gebäude festlegen und durchsetzen. Es ist von entscheidender Bedeutung, bewährte Technologien (u. a. Außenbeschattung) durch innovative Finanzierungsmechanismen zu beschleunigen, um deren Marktdurchdringung zu fördern.

Die Maximierung des Sonnenlichts zur Verringerung des Heiz- und Beleuchtungsbedarfs ist ein Kernelement integrierter Designs. In ähnlicher Weise kann der Energiebedarf für die Kühlung durch die Minimierung der Wärmegewinne im Sommer u. a. mit Hilfe von effizienter

Beschattung und natürlicher Belüftung reduziert werden. Die automatische Außenbeschattung ist die effektivste Technologie, um den Komfort der Bewohner zu verbessern und durch die bedarfsgerechte Regelung der solaren Gewinne Energie zu sparen. Dynamischer Sonnenschutz ist aus Sicht der Energieeffizienz bei Berücksichtigung eines Systemansatzes (Anm.: Lebenszykluskosten) kostengünstig!

ENERGIEEINSPARUNGSPOTENZIALE

26 % Spitzenstromerzeugung

20 % mechanische Kühlung

60 % Beleuchtungsstrom

[3] IEA SHC, 2019 „Daylighting of Non-Residential-Buildings, Position Paper“

Tageslicht ist regenerative Energie zur Reduzierung des Energieverbrauchs der Beleuchtung. Die elektrische Beleuchtung macht etwa 15 % des gesamten Stromverbrauchs und 5 % der Treibhausgase weltweit aus.

Die Hürde für die vermehrte Nutzung von Tageslicht ist ein zu starker Fokus auf die Investitionskosten. Die langfristigen Vorteile eröffnen sich auf Grund der Lebenszykluskosten.

In Großraumbüros summiert sich der Endenergiebedarf für Beleuchtung auf 30 kWh/m²a und mehr. Tageslichtoptimierte Bürogestaltung

kann den Bedarf auf ca. 8 kWh/m²a reduzieren. 70 % der Einsparung entfallen auf die Tageslichtnutzung.

Um dieses Potenzial zu nutzen, ist es notwendig, dass Tageslicht als „erneuerbare Energiequelle“ anerkannt wird, dass Bauordnungen entsprechend überarbeitet werden, dass Tageslichtnutzung integrativer Teil von Nachhaltigkeitszertifikaten und Bauplanungsprozessen wird.

Zudem sollte die Ressource Tageslicht analog zu Photovoltaik, Solarthermie, Windstrom etc. auch in Förderprogrammen berücksichtigt werden.

RESSOURCE TAGESLICHT

15 % des Stromverbrauchs entfällt auf Beleuchtung (Kunstlicht). 30 kWh/m²a ist der Energiebedarf für Beleuchtung von Büros. 60 % weniger Kunstlicht durch bessere Tageslichtnutzung sind möglich. Tageslicht muss integrativer Bestandteil der Gebäudeplanung werden!

[4] Institut für Fenstertechnik Rosenheim Energieeffiziente Fenster, Fassaden und Verglasungen

Die verfügbare Sonnenenergie ist 3.000 Mal höher als der weltweite Energiebedarf. Es ist die Aufgabe der Bautechnik, dieses Reservoir nutzbar zu machen – Fenster, Fassaden und Glas können dabei helfen.

Um den Energiebedarf von Gebäuden zu reduzieren, hat die energetische Sanierung des Bestands den größten Effekt, bei der folgende Faktoren maßgebend sind: Wärmeverluste durch Transmissionen und Wärmebrücken, solare Gewinne und Tageslichtnutzung. Die Aufgaben für die Fenster-, Fassaden- und Glasbranche sind folgende:

- Verbesserung der wärmedämmenden Eigenschaften
- Minimierung der Lüftungswärmeverluste
- Optimierung des sommerlichen Wärmeschutzes (Sonnenschutz)
- Nutzung der Sonnenenergie (passives Heizen)
- Reduzierung von Kunstlichteinsatz mittels besserer Tageslichtnutzung
- Anbindung der Gebäudehülle an die Haustechnik (dynamische Gebäudehülle, Automatisierung)

Um die energetische Leistungsfähigkeit von Fenstern und Glas zu bewerten, ist deshalb für zukünftige Regelwerke ein Energiebilanzwert sinnvoll. Durch intelligent gesteuerte Beschattung, die Nutzung thermischer Speicher sowie Tageslichtnutzung können die solaren Gewinne optimal genutzt werden, ohne dass es zur Überhitzung der Räume kommt.

Die Energieaufwendungen für Kühlung im Sommer, die je nach Klima, Gebäudenutzung, Gebäudeausstattung und Klimatechnik um ein Vielfaches über der Heizenergie liegen können, dürfen nicht unterschätzt werden. Wichtige Faktoren zur Reduzierung der Klimabelast sind Sonnenschutz und die Lüftung. Sonnenschutzverglasungen können oft nicht allein die Wärme vom Rauminneren fernhalten, sodass eine zusätzliche Beschattung notwendig wird. Die Abschattungsleistung von Sonnenschutz außen beträgt bis zu 95 %, abhängig von Reflexionsgrad und Behang-position (zum Vergleich – Sonnenschutz innen ca. 25 %).

BEWÄHRTE TECHNOLOGIEN

Die Reduzierung des baulichen Energieverbrauchs um 2/3 ist mit heute verfügbarer Technik wirtschaftlich möglich. Fenster, Fassaden und Verglasungen werden sich zu intelligenten Bauteilen entwickeln und eine automatische Anpassung an die äußeren Klimaeinflüsse, die Nutzeranforderungen sowie an die Haustechnik zulassen.

Wie Haut und Kleidung beim Menschen wird die Gebäudehülle von morgen das Wohlbefinden der Bewohner mit einem Minimum an Energie ermöglichen.

Neben Fragen der Wirtschaftlichkeit, die sich ja mit ständig steigenden Energiekosten jährlich ändert, ist die Frage der Nachhaltigkeit zu betrachten, denn die Natur kennt keine Finanzwerte, sondern nur Energiebilanzen.

WISSENSCHAFTLICHE STUDIEN

[5] Bundesamt für Energie (CH), 2017 „ClimaBau – Planen angesichts des Klimawandels“

Die Studie zeigt, dass der Einfluss des Klimawandels bedeutende Auswirkungen auf den Energiebedarf und die Behaglichkeit von Wohnbauten in der Schweiz bis ins Jahr 2100 hat. Reduziert sich der Heizwärmebedarf um 20–30 %, steigt der Klimakältebedarf hingegen exponentiell an. Dieser wird im Schweizer Mittelland rund die Hälfte des Heizwärmebedarfs betragen. Behagliche Temperaturen in den Innenräumen werden nur durch optimale

Nutzung des Sonnenschutzes und eine genügende Nachtauskühlung der Gebäude gewährleistet werden können. Die Automatisierung dieser Systeme und der Gebäudeentwurf, insbesondere die Befensterung (Qualität, Ausrichtung, Fläche, Öffnungsmöglichkeit, Beschattung usw.) werden eine zentrale Rolle hinsichtlich der Behaglichkeit und der Robustheit gegenüber dem Klimawandel spielen.

RAUMKOMFORT TROTZ KLIMAWANDEL

Wird die nach heutigem Stand der Technik erstellte Infrastruktur optimal bedient, insbesondere hinsichtlich der Nachtkühlung und des Sonnenschutzes, können nicht nur gegenwärtig, sondern auch im Hinblick auf den fortschreitenden Klimawandel mit einer Erwärmung von ca. 2,1 °C bis in die Periode „2060“ komfortable Bedingungen in Wohngebäuden gewährleistet werden.

FALLSTUDIE „ALTBAU STANDARD“:

Im Vergleich Referenzperiode „1995“ zu Periode „2060“ reduziert sich der Heizwärmebedarf um 20 %.

Beim Klimakältebedarf beträgt der mediane Wert unbedeutende 0,03 kWh/m²a, der maximale liegt im Jahr 2003 bei 0,9 kWh/m²a. Die mediane Klimakälteleistung beträgt 2,4 W/m², der Wert steigt jedoch im Jahr 2003 auf 11,7 W/m², um eine maximale Raumtemperatur von 26 °C zu gewährleisten. Der mediane Klimakältebedarf für die Periode „2060“ beträgt 0,7 kWh/m²a, was im Vergleich zur Referenzperiode einem mehr als 20-fach höheren Wert entspricht. Der mediane Maximalwert der zehn untersuchten Modellketten liegt bei 5,4 kWh/m²a, was eine Steigerung von mehr als 500 % bedeutet. Die mediane Klimakälteleistung beträgt 13,8 W/m², was ebenfalls einer Steigerung von ca. 500 % entspricht. Der Wert wird bis zum Jahr 2068 auf 35,3 W/m² ansteigen.

Hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit konnten für das Medianjahr 1995 keine Überhitzungsprobleme wahrgenommen werden. Im zukünftigen Medianjahr 2063 werden 34 Überhitzungsstunden registriert. In sehr warmen

Jahren beträgt die Anzahl an Überhitzungsstunden in Standard-Altbau 94 (2003) und steigt auf 229 im Jahr 2068 an. Werden die einzelnen Zonen betrachtet, kann notiert werden, dass die Überhitzungsstundenanzahl im Jahr 2063 zwischen 9 und 103 schwankt. Im Extremjahr 2068 wird ein Höchstwert von 378 Stunden erzielt.

FALLSTUDIE „NEUBAU MASSIV“

Im Vergleich Referenzperiode „1995“ zu Periode „2060“ reduziert sich der Heizwärmebedarf um 30 %.

Der Klimakältebedarf erhöht sich um 600 % von 0,4 auf 3,0 kWh/m²a. Der Klimakältebedarf beträgt demnach etwa ein Drittel des Heizwärmebedarfs. Der Median der Klimakältebedarf-Maximalwerte beträgt jedoch in durchschnittlich warmen Jahren bereits 11,9 kWh/m²a und in sehr warmen Jahren gar 14, kWh/m²a. In solchen Jahren ist der Klimakältebedarf höher als der Heizwärmebedarf.

Die Komfortanalyse zeigt im Medianjahr 2063 eine deutliche Erhöhung der mittleren empfundenen Temperatur um 3,3 °C gegenüber dem Referenzmedianjahr 2004. Der Mittelwert der

Überhitzungsstunden erhöht sich von 47 auf mehr als 250 Stunden. In extremen Szenarien und Jahren, wie z.B. dem Jahr 2068, steigt die mittlere Temperatur in einer durchschnittlichen Zone um 6,9 °C, und die Anzahl der Überhitzungsstunden erhöht sich auf 1054.

FALLSTUDIE „NEUBAU HYBRID“

Im Vergleich Referenzperiode „1995“ zu Periode „2060“ reduziert sich der Heizwärmebedarf um 30 %.

Der Klimakältebedarf erhöht sich um 350 % von 0,9 auf 3,9 kWh/m²a. Der Klimakältebedarf beträgt demnach fast die Hälfte des Heizwärmebedarfs. Der Maximalwert beträgt 11,8 kWh/m²a.

Die Komfortanalyse zeigt im Medianjahr 2063 eine deutliche Erhöhung der mittleren empfundenen Temperatur um 4,8 °C gegenüber dem Referenzmedianjahr 2004. Der Mittelwert der Anzahl der Überhitzungsstunden erhöht sich von 82 auf 340 Stunden. In extremen Szenarien und Jahren, wie z.B. dem Jahr 2068, steigt die mittlere Temperatur in einer durchschnittlichen Zone um 7,0 °C, und die Anzahl der Überhitzungsstunden erhöht sich auf 1.018.

SONNENSCHUTZ

Im Referenzmodell wurde das Prinzip eines automatisierten Systems simuliert: Die Verschattungssysteme werden aktiviert, sobald die Sonnenstrahlung auf die entsprechende Fassade mehr als 150 W/m^2 beträgt.

Wird jedoch die Aktivierung des Sonnenschutzes reduziert, hat dies einen bedeutenden Einfluss auf die Raumtemperatur. Summiert man den Einfluss des schlechteren Sonnenschutzes mit demjenigen des Klimawandels, können im Jahr 2068 bereits über 1.000 Überhitzungsstunden resultieren.

Wird der Sonnenschutz nicht betätigt, führt dies erwartungsgemäß zu einem deutlichen Anstieg der Innentemperaturen und Überhitzungsstunden in den jeweiligen Jahren. Die Auswirkungen sind ausgeprägter als in der Option 1. Die Anzahl der Überhitzungsstunden multipliziert sich im Jahr 2004 um mehr als das Vierfache (Anstieg von 27 auf 119 Stunden), 2063 resultieren über 400 Überhitzungsstunden. Im Extremjahr 2068 würden im Mittel aller Zonen über 1.100 Überhitzungsstunden resultieren (ein Viertel der Sommerperiode). Dass die Ergebnisse nicht noch schlechter ausfielen, liegt daran, dass beim Referenzgebäude ein bedeutender Anteil der Fenster durch die Loggien im Sommer fix verschattet wird.

NUTZERVERHALTEN

Der „energiebewusste Nutzer“ lüftet und bedient den Sonnenschutz in idealer Weise. Eine ausreichende Behaglichkeit wird dadurch im Gebäude nahezu immer gewährleistet. Die Innentemperaturen können gegenüber der Referenzoption deutlich gesenkt werden. Im außerordentlich warmen Jahr 2068 resultieren in der Sommerperiode lediglich tolerierbare 64 Überhitzungsstunden. Dies zeigte auf, dass in heutigen Wohngebäuden, die der Referenztypologie entsprechen, bei idealer Nutzung auch angesichts des Klimawandels komfortable Innenraumtemperaturen gewährleistet werden können.

Beim „energieunbedachten Nutzer“ verschlechtert sich die Behaglichkeit im Vergleich zur Referenzoption erwartungsgemäß massiv. Die maximale empfundene Temperatur (Mittelwert aller Zonen) steigt aufgrund der Fehlbedienung von Lüftung und Sonnenschutz in den jeweiligen Jahren um ca. 5 bis 7°C an. Durch die erhöhten Außentemperaturen als Folge des Klimawandels addieren sich weitere etwa 5°C dazu. Dies hätte im Medianjahr 2063 über 1.800, im Extremjahr 2068 nahezu 2.000 Überhitzungsstunden zur Folge, was nahezu der Hälfte der Sommerperiode gleichkommt.

FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNG

Die analysierten Parameter Lüftung, Sonnenschutz und Nutzerverhalten haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Innenraumtemperaturen und somit auf die Behaglichkeit im Gebäude!

Die optimale Bedienung des Gebäudes ist jedoch, vor allem im urbanen Stadtgebiet, nicht immer einfach sicherzustellen. Einen großen Einfluss auf die Gebäudebedienung haben die Bewohner selbst. Inwiefern eine Erhöhung des Automatisierungsgrads im Gebäude oder eine Sensibilisierung der Bewohner zur Optimierung der Behaglichkeit führen würde, muss in der Realität noch nachgewiesen werden.

Die Auswirkungen des Klimawandels werden durch den städtischen Klimainseleffekt merklich verstärkt.

Die Behaglichkeit innerhalb von Gebäuden wird wesentlich durch das Verhalten der Bewohner respektive der Nutzung der Gebäudeinfrastruktur geprägt. Die Anwesenheit der Bewohner dürfte tagsüber mit der fortschreitenden Digitalisierung der Arbeitstätigkeiten (z. B. Home-Office) zunehmen. Es stellt sich die Frage, ob bei den Bewohnern das Wissen und die Bereitschaft zum optimalen Lüftungsverhalten oder der Sonnenschutzaktivierung vorhanden sind.

BEHAGLICHKEIT IM WOHNBAU

Die Simulationsergebnisse der Studie zeigen, dass die Behaglichkeit in Wohnbauten durch optimales Lüftungsverhalten und optimale Nutzung des Sonnenschutzes auch in warmen Jahren der Periode „2060“ genügend sichergestellt werden kann.

Gebäude müssen heute unbedingt so konzipiert werden, dass durch deren Nutzung den Folgen des Klimawandels standgehalten werden kann.

Eine einwandfreie Bedienung des Sonnenschutzsystems und die Möglichkeit einer ausreichenden natürlichen Lüftung zur Nachtkühlung müssen sichergestellt sein. Die Auswirkungen einer intelligenten Automatisierung, welche die Sonneneinstrahlung berücksichtigt oder gar prädiktiv aufgrund der Wetterprognosen agiert, dürften in einer Gesamtbilanz durchaus positiv sein.

[6] Urban Science, 2018 „Maintaining Comfortable Summertime Indoor Temperatures by Means of Passive Design Measures to Mitigate the Urban Heat Island Effect—A Sensitivity Analysis for Residential Buildings in the City of Vienna

Die Abwärme, die bei der Nutzung von Klimaanlage in Städten entsteht, trägt während der Sommermonate erheblich zum städtischen WÄRMEINSELEFFEKT (UHI) bei. Eine der wichtigsten Maßnahmen zur Minderung dieses Effekts ist daher die Begrenzung der Verwendung aktiver Kühlsysteme. In der Stadt Wien wurden Klimaanlage in Wohngebäuden bisher nur in geringem Umfang installiert. In den letzten zehn Jahren wurde jedoch in Wien ein Anstieg der sommerlichen Temperaturen und der so genannten „tropischen Nächte“ verzeichnet, und in der Folge hat die Installation von Klimaanlage in Wohngebäuden nach dem Bau erheblich zugenommen. In einer für die Stadt Wien durchgeführten Studie wurde eine Reihe von passiven Gestaltungsmaßnahmen mit aktuellen und zukünftigen Klimaszenarien simuliert, um die effektivste Kombination von architektonisch getriebenen Maßnahmen zur Vermeidung von Klimaanlage in Wohngebäuden bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung angenehmer Innentemperaturen zu ermitteln.

Aktive Kühlsysteme können unter bestimmten Bedingungen in Wohngebäuden innerhalb des aktuellen Klimas der Stadt Wien vermieden werden. Durch eine gute Vorausplanung und den Einsatz passiver Maßnahmen können der Kühlenergiebedarf begrenzt und die Temperaturen im Komfortbereich gehalten werden. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass der äußere Sonnenschutz und die Nachtlüftung die wirksamsten Maßnahmen sind.

Die Vermeidung direkter Sonneneinstrahlung im Sommer durch effizienten Sonnenschutz und die Reduzierung der internen Gewinne sowie die Möglichkeit, die Wärme effizient aus dem Gebäude abzuleiten, sind Schlüsselfaktoren, um die sommerliche Überhitzung in Gebäuden zu reduzieren oder ganz zu vermeiden. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Umsetzung einer effektiven

Beschattung während des Tages in Kombination mit einer verstärkten Nachtlüftung als praktikable Strategie zur Vermeidung von sommerlicher Überhitzung erweist. Darüber hinaus gibt es einige Studien, die sich mit zukünftigen Klimaszenarien und deren Einfluss auf die Sommerzeitleistung von Gebäuden befassen. So hat sich gezeigt, dass Netto-Nullenergiehäuser ein prognostiziertes Überhitzungsrisiko für die Klimaszenarien 2050 aufweisen. Insbesondere bei hochgedämmten Gebäuden, wie z. B. Passivhäusern, müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um die negativen Überhitzungseffekte des Klimawandels zu mindern. Die thermische Qualität einer Wohnung hat einen weitaus größeren Einfluss auf die Innentemperaturen als der Wärmeinseleffekt. Diese Aspekte sollten sowohl bei Sanierungen als auch bei Neubauten berücksichtigt werden.

Der städtische Wärmeinseleffekt bewirkt, dass die Temperaturen in städtischen Gebieten höher sind als in ländlichen Gebieten; Ursachen hierfür sind: geringere Verdunstungskühlung durch versiegelte Flächen, reduzierte Luftzirkulation und geringere Windgeschwindigkeiten, größere wärmeabsorbierende Flächen, unzureichende Verschattung von Gebäuden durch fehlende Vegetation, diffuse Sonneneinstrahlung durch Reflexion an anderen Gebäuden sowie Abwärme von Klimaanlagen, Industrieprozessen und Verkehr.

Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der externen Wärmegewinnung (Verschattung) und zur Abführung der im Gebäude entstehenden Wärme (Nachtlüftung) sind von großer Bedeutung. In der Praxis werden diese zusätzlichen Maßnahmen nicht selten aus Kostengründen unterlassen. Dies kann jedoch nachteilige Auswirkungen haben, wenn sich der Benutzer für die Installation einer einfachen Klimaanlage als kosteneffiziente Maßnahme entscheidet, um das Fehlen wirksamerer architektonischer Maßnahmen auszugleichen. Der Nutzer hat einen großen Einfluss auf das Raumklima. Daher ist es entscheidend, dem

Nutzer bewusst zu machen, dass sein Verhalten ein entscheidender Faktor für gutes Raumklima ist.

SENSITIVITÄTSANALYSE

Für die Sensitivitätsanalyse wurden mehrere architektonisch relevante Maßnahmen ausgewählt, die einen hohen Einfluss auf das sommerliche Verhalten von Gebäuden haben.

Für das aktuelle Klimaszenario wird zusätzlich auch der Kühlenergiebedarf für einen Musterraum bewertet. Es wird eine unbegrenzte Kühlleistung mit einer festen nominalen Raumlufttemperatur von 26 °C angenommen; wenn dieser Grenzwert überschritten wird, wird das Kühlsystem unabhängig von der Tageszeit aktiviert. Es handelt sich also um einen theoretischen Kühlenergiebedarf, der einen Vergleich der verschiedenen Varianten ermöglicht. Der Kühlenergiebedarf ist bei einigen Varianten höher als der Heizenergiebedarf während des Winters. Die Varianten mit außenliegendem Sonnenschutz haben einen deutlich geringeren Energiebedarf, weil die solaren Gewinne durch die Fenster geringer sind. Der Einsatz von Klimaanlage in Wohngebäuden kann durch die Kombination eines äußeren Sonnenschutzes mit einer Nachtlüftung und hoher thermischer Masse vermieden werden.

Auch für das zukünftige Klimaszenario wird der theoretische Kühlbedarf für einen Musterraum bewertet. Für jede der untersuchten Varianten ergibt sich ein Kühlenergiebedarf, hauptsächlich deshalb, weil die Temperatur während der Nacht höher und daher die Nachtlüftung nicht so effektiv ist. Die wichtigsten Ergebnisse sind: Die Nachtlüftung ist immer noch entscheidend für die Reduzierung des Kühlenergiebedarfs, da sie die effektivste Möglichkeit zur Senkung der Innentemperatur darstellt. Gebäude profitieren von der massiven Bauweise und der Fähigkeit, Perioden mit hohen Temperaturen auszugleichen. Externer Sonnenschutz kann den Kühlenergiebedarf um 40 % bis über 80 % reduzieren. Aufgrund der hohen Innentemperaturen wird in

Zukunft eine aktive Kühlung der Gebäude erforderlich sein, und der Kühlenergiebedarf wird bei einigen Varianten höher sein als der Heizenergiebedarf im Winter.

Aktive Kühlsysteme können – unter bestimmten architektonischen Rahmenbedingungen – in Wohngebäuden innerhalb des aktuellen Klimas der Stadt Wien vermieden werden. Durch eine gute Vorausplanung und den Einsatz passiver Maßnahmen können der Kühlenergiebedarf begrenzt und die Temperaturen im Komfortbereich gehalten werden. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass der äußere Sonnenschutz und die Nachtlüftung die

wirksamsten Maßnahmen sind. Ein niedriger g-Wert der Verglasung (Sonnenschutzglas) kann die Wirkung des äußeren Sonnenschutzes nicht ersetzen. Daher wird die Nachrüstung von Gebäuden mit externem Sonnenschutz zum wichtigsten Faktor bei der Vermeidung sommerlicher Überhitzung in bestehenden Gebäuden. Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der externen Wärmeabfuhr (z. B. durch Verschattung) und zur Abfuhr der im Gebäude entstehenden Wärme (z. B. durch Nachtlüftung) sind von großer Bedeutung. In der Praxis werden diese zusätzlichen Maßnahmen nicht selten aus Kostengründen unterlassen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse zeigen, dass durch eine angemessene Planung, die vor allem passive Gestaltungsmaßnahmen beinhalten, auch für zukünftige Klimaszenarien ein ausreichender thermischer Komfort in Wohngebäuden in den Sommermonaten ohne energieintensive Klimaanlage erreicht werden kann.

So kann der derzeitige Planungsansatz, Klimaanlage in Wohngebäuden zu vermeiden, auch bei potenziell höheren Sommertemperaturen noch ausreichend den Bedarf an komfortablen Innentemperaturen abdecken.

Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass nur eine Kombination von Maßnahmen, zu denen auch eine Außenbeschattung gehören muss, ausreichende Innentemperaturen für zukünftige Klimaszenarien gewährleisten kann.

[7] TU-Graz, 2016 „Sommerlicher Wärmeschutz im Klimawandel. Einfluss der Bauweise u. weiterer Faktoren“

Richtig bauen im Klimawandel stellt eine zentrale Herausforderung unserer Zeit dar. Die wesentlichen Risikofaktoren der Überwärmung in Räumen und deren Vermeidung zu untersuchen, war das Ziel der Forschungsarbeit „RIOPT – Risiko-optimiertes Bauen im Klimawandel“.

Insbesondere im Bereich der städtischen Wärmeinseln könnte der Kühlbedarf besonders groß werden. Folglich wurden etwa die Beschattung und Kühlung von Gebäuden sowie präventive Maßnahmen vorgeschlagen – auch weil eine Bauteilaktivierung nur bei Gebäuden, die über ausreichende Beschattungsmaßnahmen und Nachtlüftungsmöglichkeiten verfügen, einen positiven Effekt erzielen werde.

Noch bedeutender ist, dass die anwesenden Personen auch Einfluss auf die Beschattung und die Fensteröffnung nehmen, also die

maßgeblichen Wärmeeintrags- und Wärmeabfuhrmechanismen. Im Fall der Beschattung wurde aus diesem Grund zur besseren Objektivierung eine automatisch gesteuerte Variante gewählt.

Die Ergebnisse werden maßgeblich von unterschiedlichsten Einflussfaktoren bestimmt.

Diese sind neben der Bauweise etwa das Nutzerverhalten, die Beschattungssituation, die effektiven Strömungsverhältnisse im Gebäude sowie das Mikroklima und damit auch städte- und raumplanerische Aspekte.

Aus der Vielzahl der Ergebnisse der parametrisierten Gebäudesimulationen kristallisiert sich heraus, dass dem Sonnenschutz hier entscheidende Bedeutung zukommt, weil dieser unabhängig von Bauweise, Nutzung und Standort dafür sorgen kann, dass die Wärmebelastung des Gebäudes minimiert wird.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass insgesamt der Unterschied durch die Wirkung von Beschattung und Belüftung deutlich stärker ausgeprägt ist als der Unterschied durch die Bauweisen. Bei funktionierendem Beschattungskonzept und effektiver Nachtlüftung gelingt es bei allen Bauweisen, die Raumtemperaturen dauerhaft unter 27 °C zu halten.

Beim untersuchten Fall des klimatisierten Geschosses mit Büronutzung zeigt sich, dass der Kühlenergiebedarf von der Bauweise praktisch unabhängig ist. Der Energiebedarf der Klimaanlage kann jedoch durch günstige Beschattung und Luftwechsel maßgeblich beeinflusst werden. Im Sinne einer energetischen Optimierung ist es wichtig, auf effektiven Sonnenschutz sowie eine effiziente und behagliche mechanische Kühlung zu setzen.

BEDEUTUNG DER BESCHATTUNG

Der solare Eintrag leistet bei üblicher Gebäudeauslegung und -nutzung im Sommer den maßgeblichsten Beitrag zur Erwärmung. Dieser Tatsache wird vielfach zu wenig Beachtung geschenkt.

Die Beschattungseinrichtungen sollten vom Planungsbeginn an als integraler Bestandteil des Gebäudekonzepts verstanden werden, der eine komplexe Dreifachanforderung zu bewältigen hat: Energielenkung (jahreszeitenbezogen), Tageslichtlenkung, Blendschutz.

Aus Sicht der Gesamtenergieeffizienz sollte die Beschattungsthematik als eine der zentralen Energielenkungs- bzw. Energieeinsparungsmaßnahmen verstanden werden. Es gilt, für alle Standorte eine wirksame Verschattung transparenter Bauteile einzuplanen und umzusetzen sowie dafür Sorge zu tragen, dass diese auch konsequent eingesetzt werden. Nördlich ausgerichtete Fenster müssen ebenfalls effektiv beschattet werden, weil die über den Tag summierte Einstrahlung im Sommer auch hier erheblich ist – der hohe Diffusanteil der

Sonneneinstrahlung wird häufig unterschätzt. Durch die heute häufig gegebene Abwesenheit von Nutzer*Innen ist der Einsatz von automatisch gesteuerten Anlagen unumgänglich.

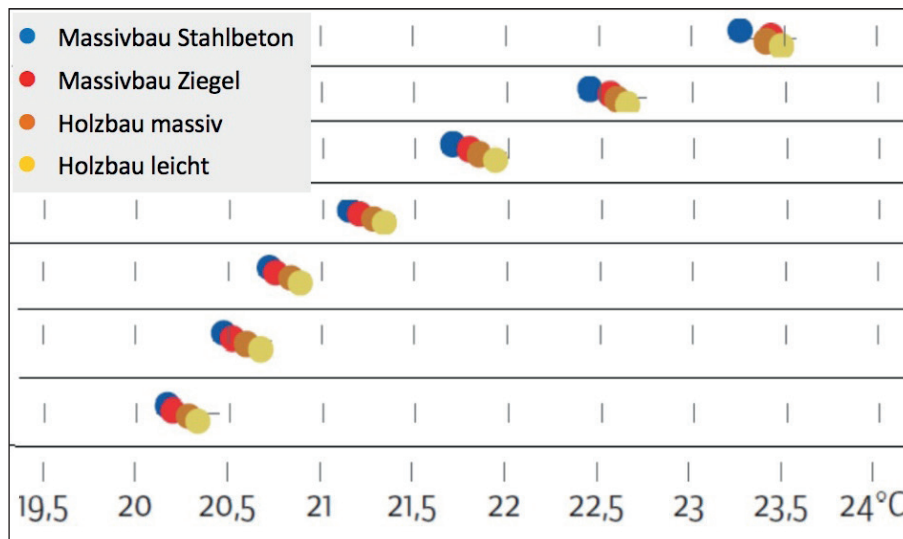
Das aus der Klimaprognose abgeleitete Wetterspektrum lässt erwarten, dass Hitzeperioden zukünftig länger andauern, die Anzahl der Tropennächte steigt und es durch die höhere Lufttemperatur auch nachts, insbesondere in den Ballungsräumen, zu einer Minderung der Wirksamkeit nächtlicher, kühlungswirksamer Lüftung kommen wird. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass wir unsere Gebäude wirksam darauf ausrichten müssen. Die speicherwirksame Masse ist dabei nicht, wie häufig angenommen, der Schlüsselfaktor. Vielmehr ist es entscheidend, einen kühlungswirksamen Luftwechsel und insbesondere eine wirksame Beschattung zu schaffen. Eine wirksame Beschattung stellt in jedem Fall die wichtigste Maßnahme dar, besonders dann, wenn kühlungswirksame Lüftung nicht oder kaum möglich ist. Dies gilt vor allem für Ballungsräume, welche ohnehin eine höhere Temperatur als das ländliche Umland aufweisen und zukünftig einen noch stärkeren Temperaturanstieg zu erwarten haben. Die Beschattung soll einerseits einen zu hohen Wärmeeintrag durch Sonnenstrahlung so weit

wie möglich verhindern, andererseits aber Belichtung und visuellen Kontakt mit der Umwelt gewährleisten. Nicht Verdunkelung, sondern Raumklimamanagement ist gefragt. Auch hier ist es sinnvoll, möglichst einfache, öffnungs- und raumnutzungsabhängige Automatisierungen voranzubringen, damit die Beschattung raumnutzungsgerecht wirksam werden kann.

Klimaschutz bedeutet für das Bauen und Sanieren der Zukunft auch effektives Klimamanagement für den sommerlichen Wärmeschutz. Wirksame Beschattung und Nutzung kühlungswirksamer Lüftungspotenziale sind die Schlüssel hierfür.

Hinsichtlich Energieeffizienz sollte Beschattung als eine der zentralen Maßnahmen für Energieeinsparung verstanden werden. Generell sollte für alle Standorte eine wirksame Beschattung geplant und umgesetzt werden. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass diese auch konsequent eingesetzt werden.

GEMITTELTE OPERATIVE TEMPERATUR DER SIMULATIONSFÄLLE – WOHNUNGTUNG



Quelle: OR, Dipl. Ing Heinz Ferk und DI Daniel Rüdissler, TU-Graz, LKI Konstruktiver Ingenieurbau Labor für Bauphysik

[8] Aalborg University, 2012 „The Comfort Houses“

Integrierter Sonnenschutz wird in Zukunft für Niedrigenergiebauweisen notwendig sein. Die verschiedenen Formen des Sonnenschutzes unterscheiden sich in Art und Technik erheblich, aber für alle Arten ist es notwendig, dass der Schutz außen vor dem Fenster erfolgen muss, da dies den effizientesten Schutz bietet. Die Außenlösung lässt die direkte Sonne nicht wie bei Innenbeschattungen ins Gebäudeinnere, und ein effizienter außenliegender Sonnenschutz kann daher die Sonneneinstrahlung um über 80% reduzieren und gleichzeitig eine teilweise Aussicht ermöglichen.

Die verschiedenen Formen des Sonnenschutzes haben unterschiedliche funktionale Schwerpunkte, weshalb die gewählte Lösung von Projekt zu Projekt unterschiedlich sein kann. Der Vorteil einer automatischen Lösung besteht darin, dass der Sonnenschutz aktiviert wird, obwohl die Bewohner nicht zu Hause sind. Damit wird vermieden, dass die Bewohner in ein bereits überhitztes Haus kommen.

Bei der Auslegung des permanenten Sonnenschutzes (Auskragungen, Überstände usw.) wird der Sonnenstand zur Berechnung der Überhangstiefe herangezogen. Der Überhang ermöglicht es, dass Sonne im Winter in das Gebäude eindringen kann, im Sommer idealerweise jedoch nicht. Wenn die Berechnung nur für den 21. Juni durchgeführt wird, wird die Sonne dennoch an allen anderen Tagen in das Gebäude eindringen, und der Überhang wird als Beschattung nicht funktionieren.

Abgesehen von der Einbeziehung der natürlichen Belüftung und des Sonnenschutzes wurde diskutiert, inwieweit schwere Konstruktionen (thermische Masse) in einem heißen Sommer die Innentemperatur in positiver oder negativer Richtung beeinflussen können. Die Wirkung der thermischen Masse ist positiv, solange es möglich ist, die Konstruktion während der Nacht zu kühlen. Das setzt voraus, dass ein ausreichend wirksamer Luftwechsel während der Nacht gewährleistet ist.

ERKENNTNISSE

Eine der wichtigsten Schlüsse in Hinblick auf die Überhitzungsproblematik ist, dass in Zukunft eine aktive Nutzung der natürlichen Belüftung und des externen Sonnenschutzes in Gebäude zu integrieren ist. Die Wirkung der thermischen Masse ist nur so lange positiv, wie es möglich ist, die Konstruktion während der Nacht zu kühlen. Wenn dies nicht erreicht wird, wird die thermische Masse stattdessen die Überhitzungsprobleme verstärken.

Der Einfluss der Nutzer auf den Energieverbrauch und das Raumklima ist ein wichtiger Faktor bei der Bewertung dieser Parameter. Das Nutzerverhalten kann eine Variation des Energieverbrauchs des Hauses um den Faktor 3-4 bedeuten, und es ist daher wichtig zu überlegen, wie Nutzer motiviert werden können, das Raumklima selbst zu verbessern und gleichzeitig den Energieverbrauch zu reduzieren.

Zukünftige Niedrigenergiehäuser müssen dahingehend weiterentwickelt werden, dass ein optimales Gleichgewicht zwischen einem guten Raumklima und einem niedrigen Energieverbrauch erreicht wird. Auf Grundlage der Erfahrungen aus dem Projekt müssen folgende Bereiche besonders berücksichtigt werden, um einen Erfolg zu erzielen:

- Möglichkeit des äußeren Sonnenschutzes
- Möglichkeit der Nutzung der natürlichen Belüftung im Sommer (sowohl tagsüber als auch nachts)
- Optimierung der Tageslichtbedingungen, sowohl zur Gewährleistung guter Tageslichtbedingungen in ALLEN Räumen als auch zur Vermeidung überhörter Temperaturen

- Kontrolle des Raumklimas in kritischen Räumen, einschließlich der folgenden Schwerpunkte:
 - o Thermisches Raumklima in Räumen mit erheblicher Sonneneinstrahlung zur Vermeidung von Überhitzung
 - o Atmosphärisches Raumklima in Schlaf- und Kinderzimmern zur Gewährleistung eines ausreichenden Luftwechsels und zur Vermeidung hoher relativer Luftfeuchtigkeit oder CO₂
- Kühle Schlafzimmer im Sommer: Wenn dies ein Wunsch der Bewohner ist, sollten sie über die Auswirkungen auf den Energieverbrauch der Kühlung eines Raumes im Haus informiert werden.

Tageslichtfaktoren sollten bei der künftigen Gestaltung von Niedrigenergiehäusern berücksichtigt werden. Das Argument dafür ist, dass es durch eine stärkere Konzentration auf das Tageslicht in den Häusern möglich sein könnte, den Energieverbrauch für die elektrische Beleuchtung und damit die Kosten dafür zu senken. Der geschätzte Standard für gutes Tageslicht in diesem Projekt ist ein Tageslichtfaktor von 2% an der Rückwand eines gegebenen Raumes – um so die Tiefe des Raumes in die Bewertung einzubeziehen.

TAGESLICHT

Für die Planung von energieeffizienten Gebäuden sollte ein Tageslichtfaktor gefordert werden, da eine verstärkte Tageslichtnutzung gleichzeitig einen geringeren Energieverbrauch für die elektrische Beleuchtung und damit eine Kostenreduzierung gewährleisten kann.

[9] EURAC, Institute for Renewable Energy, 2014 “Analysis of Space Heating and Cooling Market in Europe”

Es gibt große Wissenslücken in Bezug auf den europäischen Kühlungsmarkt, die vorhandenen Daten sind immer noch unzureichend. Für die Gruppe der EU-15 sind deutlich mehr Daten verfügbar als für die nach 1996 hinzugekommenen EU-13-Länder. Darüber hinaus werden nicht alle Daten als zuverlässig angesehen, besonders fragwürdig sind die Daten des Raumkühlungsmarktes in den EU-13-Ländern.

Es wurden Daten zur Beschreibung der Kühlung gesammelt, statistisch ausgewertet und mit Hilfe der Bottom-up-Methode kombiniert. Außerdem wurden Informationen auch mit einem Top-Down-Ansatz eingeholt und die Ergebnisse der beiden Methoden verglichen. Nach beiden Methoden beträgt die Gesamtnutzung der Raumkühlungsenergie etwa 70 TWh/Jahr. Die Europäische Kommission meldet einen deutlich niedrigeren Wert von etwa 30 TWh/Jahr. Fast 90 % (etwa 63 von 70 TWh/Jahr) des Raumkühlungsverbrauchs entfallen auf die EU-15-Staaten.

Es gibt ein hohes Wachstumspotenzial auf dem europäischen Markt für Raumkühlung, insbesondere bei Wohnhäusern. Die Raumkühlung ist für einen erheblichen Teil des Stromverbrauchs in den Haushalten der Europäischen Union, insbesondere im Dienstleistungssektor, verantwortlich. Der spezifische und gesamte Energieverbrauch für die Raumkühlung in Europa ist in den letzten Jahrzehnten stetig gestiegen. Sowohl die gekühlte Bodenfläche als auch das Verkaufsvolumen von Raumkühlgeräten haben seit 1990 dramatisch zugenommen. Die EU-15-Länder verbrauchen im Schnitt etwa 30 kWh/m²a für die Raumkühlung, die EU-13-Länder etwa 10 kWh/m²a (Wohn- und Dienstleistungsgebäude).

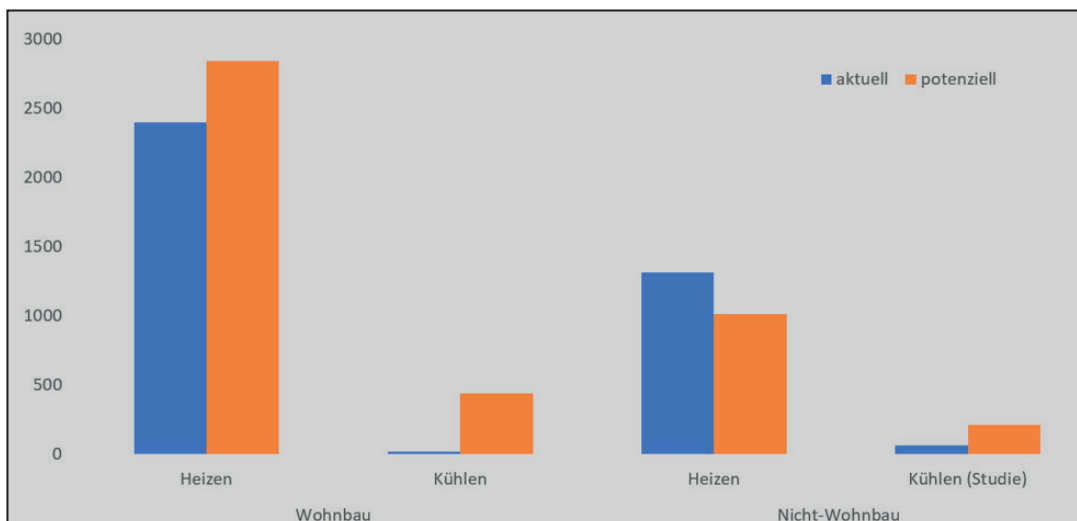
Vergleiche zwischen dem Gesamtenergieverbrauch für Raumheizung, Kühlung und Warmwasserbereitung in der Europäischen Union zeigen, dass die Raumheizung den größten, die Warmwasserbereitung den zweitgrößten und die Raumkühlung den geringsten Energie-

verbrauch hat. Die Raumheizung verbraucht etwa 3.169 TWh/Jahr, die Warmwasserbereitung etwa 501 TWh/Jahr und die Raumkühlung etwa 68 TWh/Jahr.

Die Prognosen für den Raumkühlungsmarkt, die von mehreren Analysen geliefert wurden, zeigen sowohl eine hohe Abhängigkeit von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten als auch einen moderaten Anstieg des europäischen Klimatisierungsmarktes.

Die Nutzenergie für Raumkühlung in der EU beträgt in etwa 70 TWh/Jahr. Die EU-Kommission geht jedoch nur von in etwa 30 TWh/Jahr aus! Die EU-15-Länder (Länder vor 1996) verbrauchen im Schnitt etwa 30 kWh/m²a für die Raumkühlung.

AKTUELLER UND POTENZIELLER ENERGIEBEDARF HEIZEN UND KÜHLEN IN TWH/A (EU-27).
Für Wohngebäude und Dienstleistungsgebäude



Grafik: IB-Gerstmann

STUDIEN IM AUFTRAG DER INDUSTRIE

[10] Fraunhofer ISE, 2010 „Energiebedarfsberechnung für ein Büro und ein Wohngebäude“

Im Rahmen dieser Studie wurde der Einfluss zweier unterschiedlicher Sonnenschutzsysteme (80 mm Raffstore RAL 9006 und Sonnenschutzglas g 0,3 U 1,1 W/m²K) für ein Büro und ein Wohngebäude untersucht. Dabei werden folgende Kriterien zur Bewertung herangezogen:

1. Heiz- und Kühlenergiebedarf
2. Raumtemperaturen für die nicht gekühlten Simulationsvarianten
3. Tageslichtautonomie und Energie für die künstliche Beleuchtung für den Büroarbeitsplatz

Der Sonnenschutz wurde mit zwei verschiedenen Regelstrategien parametrisiert; Cut-off-Stellung (Sonnenstandsnachführung) und Lamellenstellung fix bei 35°. Aktiviert wird der Sonnenschutz, wenn die Einstrahlung auf die Fassade >150 W/m² beträgt.

Beim Sonnenschutzglas ergibt sich für die Bürobeleuchtung ein um 41 % höherer Energiebedarf gegenüber der variablen Beschattung (die Regelstrategie ist nur von geringer Bedeu-

tung). Berechnet wurde auch die Tageslichtautonomie, d.h. der Anteil der Arbeitszeit, bei dem das Tageslicht allein ausreicht, den Arbeitsplatz mit 300 Lux zu beleuchten. Obwohl die Beschattung temporär den Lichteintrag stärker absenkt als das Sonnenschutzglas, ist die Tageslichtautonomie bei der Variante der Außenbeschattung etwas höher.

Die thermische Simulation ergibt, dass der Heizenergiebedarf infolge des permanent niedrigen g-Wertes um ca. 30 % steigt; ebenfalls unabhängig von der Regelstrategie der Raffstore.

Beim Kühlenergiebedarf liegt die Variante Sonnenschutzglas um das 2,5- bis 3,0-Fache über den Werten des außenliegenden Sonnenschutzes, wobei die Regelstrategie „Cut-off“ zu 20 % weniger Kühlbedarf führt.

Der Primärenergiebedarf von Sonnenschutzglas ist im Vergleich zur Außenbeschattung um 60 % höher!

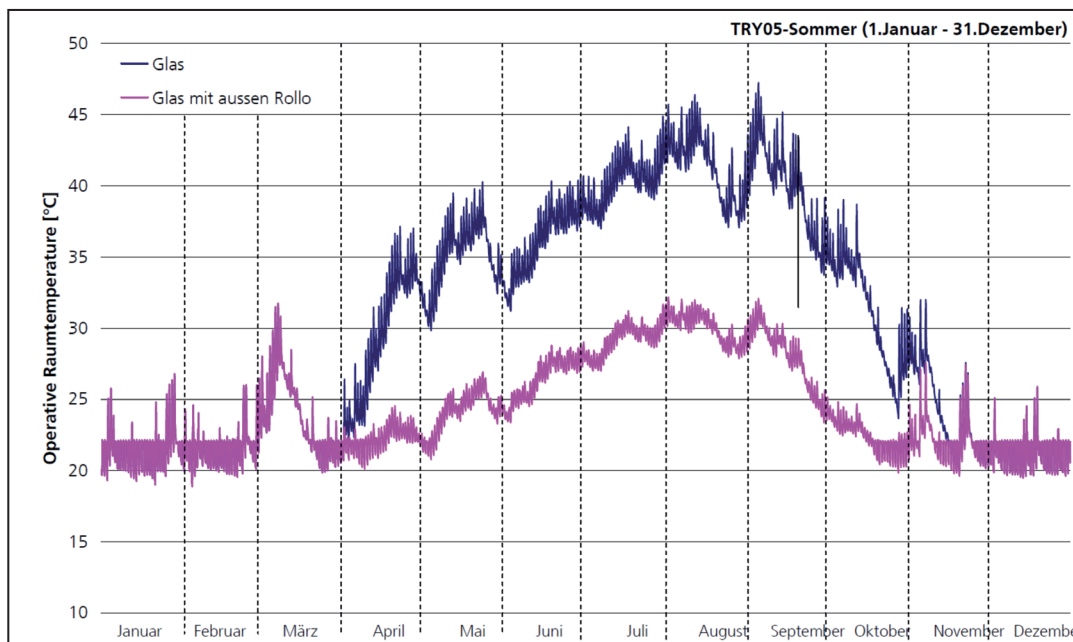
Um den Einfluss auf die Raumtemperaturen im Wohnbau zu untersuchen, wurden alle Varianten auch ohne Kühlung gerechnet. Die Variante mit Sonnenschutzglas weist deutlich höhere Raumtemperaturen auf als die beiden anderen Raffstore-Varianten. Operative Raumtemperaturen bei 30°C Außentemperatur: Sonnenschutzverglasung bis zu 47°C und mit Standardverglasung mit Sonnenschutz maximal 32°C!

SONNENSCHUTZGLAS VERSUS AUSSEN BESCHATTUNG:

Heizenergiebedarf	+30 %
Kühlenergiebedarf bis zu	+300 %
Geringere Tageslichtautonomie	
Strombedarf Kunstlicht	+41 %
Primärenergiebedarf	+60 %

ZEITLICHER ABLAUF DER OPERATIVEN RAUMTEMPERATUR DES WOHNGEBÄUDES OHNE KÜHLUNG

Darstellungszeitraum: gesamtes Jahr



Quelle: ITRS, Energiebedarfsberechnung für ein Büro und ein Wohngebäude, Fraunhofer ISE März 2010

[11] IVRSA, 2019 „Leitfaden Fenster mit Abschlüssen im Bestand“

In einer umfassenden Studie von 2018, durchgeführt vom Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH, Kassel, werden bewegliche bzw. bedienbare Sonnenschutzvorrichtungen einerseits in ihrer Wirkung auf das sommerliche Temperaturverhalten von Gebäuden aber auch hinsichtlich möglicher Heizenergieeinsparungen im Winter bewertet. Allgemeine Überlegungen und die Beschreibung der Wirkung derartiger Systeme in Kombination mit dem Bauteil „Fenster“ führen zu Empfehlungen hinsichtlich der Bedienung/Steuerung jeweils im Sommer, Winter und in der Übergangsjahreszeit. Auf die expliziten Vorteile einer automatisierten Steuerung/Regelung der Sonnenschutzvorrichtung wird dabei hingewiesen.

Die Temperaturabsenkung infolge der Beschattung gegenüber dem Fall ohne variablen Sonnenschutz liegt für typische Räume an Hochsommertagen je nach System bis über 10 °C. Der fiktive Nutzkältebedarf von Einfamilienhäusern ohne Sonnenschutz beträgt für Potsdam 11 bis 17 kWh/m²a.

ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE.

Die für die vorliegende Studie exemplarisch betrachteten Gebäude (Bauperioden bis 1978, bis 1994 und ab 1995 mit einem Fensterflächenanteil von 3 % für den Standort Potsdam, Berlin) sind ein Einfamilienhaus und ein Mehrfamilienhaus. Weiterhin werden Einzelberechnungen für den Büro-/Verwaltungsbau anhand eines Raummodells durchgeführt.

ERGEBNISSE EINFAMILIENHAUS KLEIN, SCHWERE BAUWEISE

Die Auswertungen verdeutlichen das durch eine hochwertige Sonnenschutzvorrichtung vorhandene, enorme Einsparpotenzial für Nutzkälte. Die Raumtemperatur bleibt gegenüber einem unbeschatteten Raum um 8 bis 10 K niedriger. Der fiktive Nutzkältebedarf für die mechanische

Kühlung liegt (je nach Baujahr) 11 bis 17 kWh/m²a, das entspricht praktisch 100 % Einsparung an Kühlenergie durch Kühlprävention mit Sonnenschutz und Nachtlüftung. Es wird darauf hingewiesen, dass das alleinige Vorhandensein eines Systems noch nicht den gewünschten Einspareffekt mit sich bringt. Garantierte Einsparungen können nur erreicht werden, wenn ein System automatisiert betrieben wird.

Bezogen auf 26 °C Komforttemperatur im Sommer zeigt sich, dass bei einer effektiven Beschattung im Erdgeschoss (Wohnzimmer) keine Überwärmung eintritt und im Obergeschoss (Schlafzimmer) mit insgesamt 60 Stunden > 26 °C zu rechnen ist. Wird nicht beschattet, überwärmt das Wohnzimmer an 203 Stunden und das Schlafzimmer an 1094 Stunden; also bis zu 25 % des Sommerhalbjahres!

ERGEBNISSE EINFAMILIENHAUS KLEIN, LEICHTE BAUWEISE

Im Vergleich zum Einfamilienhaus in schwerer Bauweise regiert die Leichtbauweise hinsichtlich Übertemperatur sensibler. Ohne Beschattung klettern die Überwärmungsstunden des Wohnzimmers auf über 1.000 Stunden und im Schlafzimmer auf über 2.000 Stunden, das bedeutet Überwärmung an 25 % bzw. 50 % der Gesamtstunden des Sommerhalbjahres. Würde die Beschattung erst bei 300 W/m² aktiviert werden (sehr hell aber noch keine direkte Sonne), könnte eine Komforttemperatur von 26 °C nicht gewährleistet werden. Das Wohnzimmer würde dabei an knapp 80 Stunden (max. operative Temperatur knapp 30 °C) und das Schlafzimmer an knapp 400 Stunden (max. 34,5 °C) überwärmen. Deshalb sollte bei Leichtbauweise der Sonnenschutz immer sehr früh, also bei ca. 150 W/m² auf der Fassade (klarer oder bedeckter Himmel) aktiviert werden. Das bedeutet nicht, dass der Sonnenschutz zur Gänze geschlossen sein muss, es ist jedoch wichtig, dass nicht die gesamte Fensterfläche mit diffuser Strahlung beaufschlagt wird.

ERGEBNISSE MEHRFAMILIENHAUS KLEIN, SCHWERE BAUWEISE

Die kompakte Bauweise reduziert gegenüber dem Einfamilienhaus den fiktiven Nutzkältebedarf je nach Baujahr auf 3,0 bis 4,5 kWh/m²a. Bei einer Aktivierung des Sonnenschutzes bei 150 W/m² lässt sich Überwärmung nahezu zur Gänze vermeiden (Simulationsergebnis: ca. 13–22 Stunden mit max. 26,3 °C).

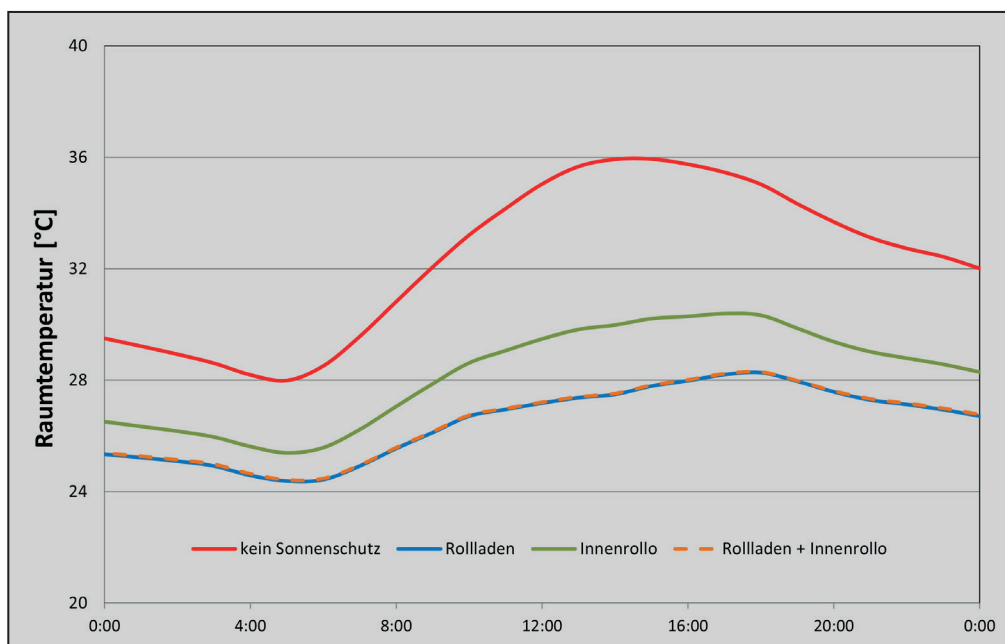
FAZIT

Als Kernaussagen und wesentliche Ergebnisse der durchgeführten Studie und Berechnungen können die nachfolgend aufgeführten, zusammenfassenden Aussagen herangezogen werden:

- Ohne geeignete Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz kommt es auch in mitteleuropäischen Klimaregionen sehr schnell zu unkomfortablen Raumtemperaturen und einem Aufheizen des Gebäudeinneren. Verstärkt gilt dies bei großen Fensterflächen und/oder Gebäuden in leichter Bauweise. Auch Räumlichkeiten im Dachgeschoss sind aufgrund der hohen Solareinstrahlung auf die Dachflächen und der oft leichten Dachkonstruktion häufig kritisch, insbesondere bei Vorhandensein von Dachflächenfenstern.
- Demgegenüber sind vor dem Hintergrund der Heizenergieeinsparung im Winter hohe Solarenergieeinträge wünschenswert. Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen sollten daher gegenüber sonstigen baulichen Verschattungsmaßnahmen (Sonnenschutzverglasungen, Überhänge etc.) immer das Mittel der ersten Wahl sein.
- Außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen weisen bekanntlich hinsichtlich der Sonnenschutzwirkung in der Regel die höchste Effektivität auf. Eine zielgerichtete Planung ist nicht nur im Neubaubereich, sondern auch bei Maßnahmen im Gebäudebestand erforderlich.
- Die Temperaturabsenkung infolge der Sonnenschutzvorrichtung gegenüber dem Fall ohne Sonnenschutz liegt für typische Räume an Hochsommertagen je nach System bis über 10 °C.

- Wird das Gebäude mechanisch gekühlt (z.B. Dienstleistungsgebäude), lassen sich hinsichtlich der aufzubringenden Kühlenergie ohne Weiteres Einsparungen von 50–80 % erzielen, in vielen Fällen kann auf eine mechanische Kühlung sogar komplett verzichtet werden.
- In der Heizperiode führt eine zweckmäßige Betätigung der Sonnenschutzvorrichtung (Solarenergieeintrag tagsüber und nachts nach Möglichkeit geschlossen) zu einer nicht unerheblichen Einsparung an Heizenergie und damit Heizkosten. Die Nutzung solarer Gewinne für Heizzwecke deckt vor allem bei Niedrigstenergiegebäuden einen beträchtlichen Teil der Heizwärme (bis zu 25 kWh/m²a, jedoch sehr abhängig von Bauweise, Umgebungsverschattung, Verglasung u. a. Faktoren). Mit nachts geschlossenen Systemen (verbesserter U-Wert) werden – je nach Fenstergröße und Fensterqualität – ohne Weiteres zusätzliche Einsparungen in der Größenordnung bis zu 10 % erzielt.
- In thermisch/energetischer Hinsicht ist die Kombination aus einem außen- und einem innenliegenden System optimal. Mit einer solchen Ausführung kann zielgerichtet auf die jeweilige Anforderung – sei es nun die weitgehende Begrenzung solarer Einträge im Sommer oder die möglichst effektive Nutzung der Solarenergie im Winter (passive Solarenergienutzung!) – bei gleichzeitig jederzeit gewährleisteter Sicht- und Blendschutz reagiert werden. Die Reduktion der Heizwärmeverluste durch zwei „Widerstände“ am Fenster fallen entsprechend höher aus.
- Die Wirkung einer beweglichen Sonnenschutzvorrichtung steht und fällt mit ihrer Bedienung. Mit einer in Hinblick auf das thermisch/energetische Verhalten optimalen Bedienung ist aus Gründen der Komplexität (insbesondere in der Übergangsjahreszeit) und der Praktikabilität selbst der für die Thematik sensibilisierte Endkunde in aller Regel oft überfordert. Eine optimale Bedienung – und damit auch das vollständige Erreichen der in dieser Studie aufgezeigten Einsparpotenziale – kann eigentlich nur durch eine automatische Steuerung/Regelung der Sonnenschutzanlagen mit entsprechenden Eingangsparametern gewährleistet werden. Hier sind bereits heute vielversprechende Lösungen – u. a. auch für Maßnahmen im Gebäudebestand – am Markt verfügbar.
- Die planerische Auseinandersetzung mit Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz und deren baupraktische Umsetzung sollten – auch vor dem Hintergrund des Klimawandels – ein „Muss“ sein. Gesetzliche und normative Anforderungen sollten auch auf die verpflichtende Anwendung bei baulichen Maßnahmen im Gebäudebestand erweitert werden.

TAGESTEMPERATURVERLÄUFE FÜR DEN 19. AUGUST FÜR DAS SCHLAFZIMMER EINES EINFAMILIENHAUS BJ 1978 D



Quelle: IVRSA, Leitfaden Fenster mit Abschlüssen im Bestand, Dr.-Ing. Stephan Schlitzberger, Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser

[12] EUROPEAN SOLAR SHADING ORGANIZATION, 2006 "Energieeinsparungs- und CO₂-Reduktions-Potenziale von variablen Beschattungen in der EU-26 (ESCORP-Studie)"

Diese Studie ist bereits 14 Jahre alt, und damals waren zwei wesentliche Themen noch nicht Teil der Studie. Zum einen die Klimaerwärmung und zum anderen die Bedeutung solarer Gewinne für Niedrig- und Niedrigstenergiegebäude.

Die Studie fokussiert auf folgende zwei Schwerpunkte in Bezug auf Energie und CO₂:

- Reduktion solarer Gewinne in der warmen Jahreszeit bzw. das Einsparpotenzial beim Kühlenergiebedarf
- Reduktion der Heizwärmeverluste in der kalten Jahreszeit bzw. das Einsparpotenzial beim Heizenergiebedarf

Die Simulation basiert auf einem Wohnraum im Einfamilienhaus und Wohngebäude sowie einem Büroraum im Dienstleistungsgebäude, wobei die Geometrien jeweils 5 x 5 x 3 m betragen und eine mittelschwere Bauweise gewählt wurde. Der Fensterausschnitt in den Außenfassaden ist jeweils 4,5 m² groß (18 % der Bodenfläche). Die Gewichtung der Gebäudearten und Qualitätsstandards erfolgte entsprechend dem seinerzeitigen Gebäudebestand in den jeweiligen Ländern.

ERGEBNISSE FÜR DEN GEBÄUDEBESTAND DER REGION MITTEL- UND OSTEUROPA (INKL. WIEN)

- Die Außenbeschattung von Fenstern senkt den Kühlenergiebedarf durchschnittlich um 30 kWh/m²a bzw. 6,7 Mtoe/a. Der CO₂-Ausstoß reduziert sich dadurch um 18 Mt/a.
- Die Beschattung (innen oder außen) senkt den Heizwärmebedarf durchschnittlich um 10 kWh/m²a bzw. 2,0 Mtoe/a. Der CO₂-Ausstoß reduziert sich dadurch um 5 Mt/a.
- Kühlprävention kann den Einsatz mechanischer Kühlung um 85 bis 100 % substituieren!

ERGEBNISSE FÜR DIE EU-25

- Sonnenschutz kann durch Reduktion des Heizenergiebedarfs den CO₂-Ausstoß um 31 Mt/a verringern.
- Variabler und effektiver Sonnenschutz erzielt auf Grund der Kühlprävention eine CO₂-Reduktion von 80 Mt/a.
- Diese Ergebnisse berücksichtigen nicht, dass bei einer beachtlichen Anzahl von Gebäuden durch die Ausrüstung mit Sonnenschutz die Investition für ein aktives Kühlsystem mit entsprechenden Energie- und Wartungskosten wegfällt.

- Durch den Einsatz von intelligenten Sonnenschutzsystemen an allen Gebäuden der EU-25 könnte der Energiebedarf von 410 Mtoe (2005) um 41 Mt bzw. 10 % gesenkt werden.
- Dabei entfallen in etwa 2/3 auf die Kühllastreduktion und 1/3 auf die Heizwärme (Schwerpunkt Osteuropa mit vergleichsweise schlechten Verglasungen).
- Der Einsatz von „Sonnenschutztechnik“ ist zu allen Jahreszeiten und in allen Klimaregionen Europas nützlich und sinnvoll.
 - o In den nördlichen Regionen mit ihren langen Sommertagen mit der tief stehenden Sonne helfen „Sonnenschutzsysteme“, das Optimum an verfügbarer Sonne, die durch die Fenster dringt, zu nutzen.
 - o In den südlichen Ländern helfen Sonnenschutzanlagen, die extreme Sonneneinstrahlung abzublocken und so wesentlich den Gebrauch von Klimaanlage zu reduzieren.
 - o In den mittleren Regionen von Europa (siehe Brüssel und Budapest) ist die Sonneneinstrahlung auch im Frühjahr und im Herbst sehr hoch, und hier verlangt jedes effiziente Gebäude nach intelligentem Sonnenschutz.

BEIM HEIZEN ALS AUCH BEIM KÜHLEN REALISIERBARE ENERGIEBEDARFSREDUKTION IN KWH/M² A

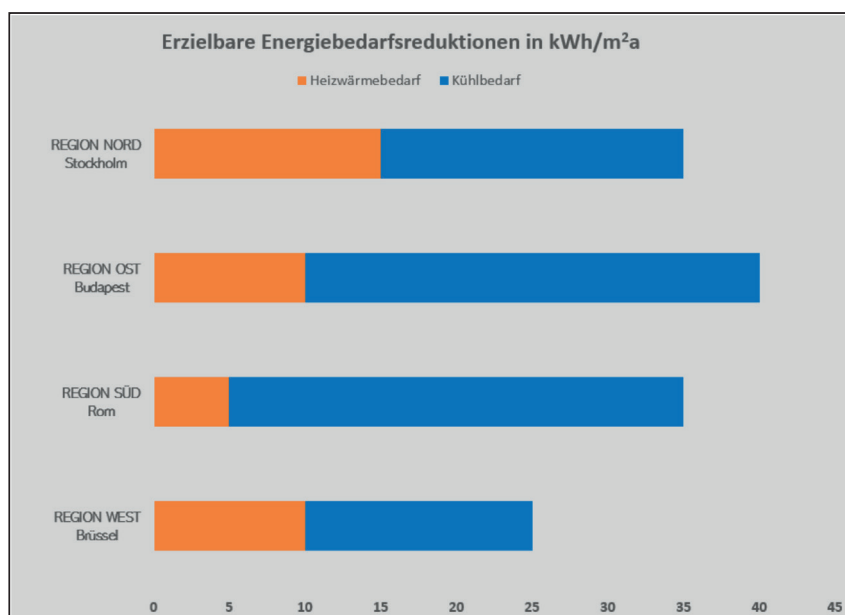


Diagramm: ES-SO (European Solar Shading Organization) www.es-so.com

Variable Beschattungen ermöglichen auf Grund der erzielbaren Reduktion an Heiz- und Kühlenergie eine signifikante Minderung des CO₂-Ausstoßes im Gebäudesektor. 31 Mt/a durch Reduktion von Wärmeverlusten in der Heizperiode und 80 Mt/a durch Vermeidung von aktiver Kühlung. Nicht eingerechnet sind solare Gewinne fürs Heizen und die Energieeinsparung beim Beleuchten. Die Zahlen beziehen sich auf den Gebäudebestand der EU-25 im Jahr 2006.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] OECD/IEA, 2018 Technology Report "The Future of Cooling"
- [2] IEA, 2013 "Technology Roadmap - Energy Efficient Building Envelopes"
- [3] IEA SHC, 2019 „Daylighting of Non-Residential-Buildings, Position Paper“
- [4] Institut für Fenstertechnik Rosenheim Energieeffiziente Fenster, Fassaden und Verglasungen
- [5] Bundesamt für Energie (CH), 2017 „ClimaBau – Planen angesichts des Klimawandels“
- [6] Urban Science, 2018 „Maintaining Comfortable Summertime Indoor Temperatures by Means of Passive Design Measures to Mitigate the Urban Heat Island Effect—A Sensitivity Analysis for Residential Buildings in the City of Vienna“
- [7] TU-Graz, 2016 „Sommerlicher Wärmeschutz im Klimawandel. Einfluss der Bauweise und weiterer Faktoren“
- [8] AALBERG University, 2012 „The Comfort Houses“
- [9] EURAC research, Institute for Renewable Energy, 2014 "Analysis of the Space Heating and Cooling Market in Europe"
- [10] Fraunhofer ISE, 2010 „Energiebedarfsberechnung für ein Büro und ein Wohngebäude“
- [11] IVRSA, 2019 „Leitfaden Fenster mit Abschlüssen im Bestand“
- [12] EUROPEAN SOLAR SHADING ORGANIZATION, 2006 "Energieeinsparungs- und CO₂-Reduktions-Potenziale von variablen Beschattungen in der EU-26 (ESCORP-Studie)"



[Hier können Sie die Unterlagen gerne downloaden!](#)

BILDER UND GRAFIKEN

Coverbild: VALETTA

Für alle Bilder und Grafiken dieses Dokumentes wurde von den betroffenen Personen und Unternehmen die schriftliche Einwilligung zur Nutzung eingeholt, wofür wir uns sehr herzlichst bedanken! Sollte dennoch Nutzungs- oder Urheberrechte verletzt worden sein, so geschah das ohne Absicht und Vorsatz, und wir entschuldigen uns vorauseilend dafür; wir werden gegebenenfalls die Nutzungsfreigabe nachholen oder das Sujet ersetzen.

IMPRESSUM

Redaktion GENIOLUX Ingenieurbüro Johann Gerstmann
Falkengasse 65c, A-2353 Guntramsdorf

Autor Johann Gerstmann
© 2020

Verbände BVST Bundesverband Sonnenschutztechnik Österreich, www.bvst.at
VSR Verband der Schweizer Anbieter von Sonnen- und Wetterschutz-Systemen, www.storen-vsr.ch
IVRSA Industrievereinigung Rollladen-Sonnenschutz-Automation e.V., www.ivrsa.de

www.ivrsa.de

www.storen-vsr.ch

www.bvst.at

Stand: Dezember 2020

