

Anforderungen an Lebensmittelmärkte im Passivhausstandard

Stand 6.5.15

Vorbemerkung

Die zentralen Ansatzpunkte für die Reduzierung des Energieverbrauchs im Supermarkt sind die Warenkühlung und die Beleuchtung. Heizung, Raumkühlung etc. haben demgegenüber eine geringere Bedeutung.

Die nachfolgenden spezifischen Anforderungen an Lebensmittelmärkte im Passivhausstandard haben vorläufigen Charakter. Die Entwicklung der Energieeffizienz im Bereich der Leuchtmittel schreitet derzeit rasch voran, Ähnliches ist durch die enormen technischen Potenziale auch für die Kühlung abzusehen. Eine Anpassung der Kriterien an die aktuelle Entwicklung und die wachsende Erfahrung mit hocheffizienten Märkten ist daher für die Zukunft zu erwarten. Eine Anwendung auf ein konkretes Projekt ist jeweils mit dem Passivhaus Institut abzustimmen.

Es sind separate Anforderungen an folgende Größen zu erfüllen¹:

Heizwärme

- Heizwärmebedarf maximal 15 kWh pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr unter folgenden Randbedingungen:
 - Durch die Kunden erzeugte Luftwechsel und interne Gewinne werden nicht eingerechnet (Hintergrund: sie heben sich in etwa auf).
 - Interne Wärmegewinne werden pauschal mit 6,5 W/m² angesetzt.
- Luftdichtheitanforderung $q_{50} = 0,6 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$ (Bezug Außenoberfläche der thermischen Hülle, Achtung: nicht n_{50})

Eingangsbereiche

- Es ist ein ausreichend großer Windfang vorzusehen. Länge mindestens 5 m, Türen max. 2 m lichte Öffnungsbreite, max. 2,25 m lichte Öffnungshöhe.
- Empfehlung: Ideal sind getrennte Windfänge für Ein- und Ausgang.
- Türluftschleier sollen nicht direktelektrisch beheizt werden (PWW oder direktkondensierend)

¹ Hinweis: Flächenbezogene Größen werden nachfolgend, falls nicht anders angegeben, stets unter Verwendung der Energiebezugsfläche nach PHPP ermittelt.

Raumkühlung

- Gebäudehülle und Verbundkälteanlage sind so auszulegen, dass der Nutzenergiebedarf für die Raumkühlung $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nicht überschreitet. Alternativ ist nachzuweisen, dass sich (etwa durch einen höheren Anteil von steckerfertigen Kühlmöbeln oder eine Kühlung des Marktes auf niedrigere Temperaturen) der Gesamt-Energiebedarf beim geplanten System gegenüber einer solchen Auslegung reduziert.

Kühlmöbel und Kälteerzeugung

- Die Effizienz von Kühlmöbeln wird durch den nach EN ISO 23953 gemessenen Gesamtenergiebedarf TEC, bezogen auf die Warenpräsentationsfläche TDA, in der Klimaklasse 3 (25 °C , 60% r.F.) charakterisiert.
- Abweichend von der Norm wird keine Reduktion der TDA durch die Lichttransmission etwaiger Verglasungen in Ansatz gebracht.
- Für den seltenen Fall von (teilweise) opaken Verkaufskühlmöbeln wird als TDA die lichte Öffnungsfläche der Tür / Abdeckung angesetzt.
- Für steckerfertige Kühlmöbel wird der nach Norm bestimmte Wert von TEC angesetzt.
- Für Verbundkühlmöbel ist der nach Norm bestimmte Wert des Kältebedarfs REC an die tatsächlichen Anlagen-Eigenschaften anzupassen. REC_{Norm} wird nach EN 23953 bei 35 °C Kondensationstemperatur und einem thermodynamischen Gütegrad der Kälteerzeugung $\eta_g = \text{COP}_{\text{ist}}/\text{COP}_{\text{Carnot}}$ von 0,34 aus dem Kältebedarf und der Verdampfungstemperatur berechnet. Im Rahmen des Passivhaus-Nachweises wird REC mit dem tatsächlichen Gütegrad der Kälteerzeugung berechnet. Letzterer wird für $t_0 = -7 \text{ °C}$ (für TK-Anwendungen: $t_0 = -30 \text{ °C}$) und einem t_c , wie es sich aufgrund des eingebauten Kondensations-Wärmeübertragers bei 15 °C Außentemperatur und Volllast einstellt (typisch wäre z.B. $t_c = 25 \text{ °C}$) ermittelt. Dabei sind Hilfsstromverbräuche zu berücksichtigen. Für zweistufige Anlagen (z.B. CO_2 -Kaskaden) ist der Gütegrad der Gesamt-Kette zu ermitteln.
- Liegt die Kondensationstemperatur der Verbundkälteanlage aufgrund ihrer Bauart zeitweise unter dem oben berechneten t_c , so kann mit Hilfe der relativen Häufigkeit von niedrigeren und höheren Kondensationstemperaturen ein mittlerer COP berechnet werden, der dann als Grundlage zur Berechnung des oben angegebenen Gütegrades verwendet wird.
- Die Anforderung an die Effizienz der Kühlmöbel ergibt sich indirekt über den zulässigen Primärenergiebedarf.

Primärenergiebedarf

- Der Primärenergiebedarf wird mit einem Primärenergiefaktor für Strom von 2,6 ermittelt.
- Der zulässige jährliche Primärenergiebedarf ergibt sich als Summe aus den nachfolgend genannten Beiträgen. Dabei muss lediglich der gesamte berechnete Primärenergiebedarf kleiner als der zulässige Primärenergiebedarf bleiben, die einzelnen Beiträge dürfen höher ausfallen als hier aufgelistet:
 - Primärenergiebedarf für **Heizwärme**: $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.
 - Primärenergiebedarf für **Beleuchtung**: $65 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, multipliziert mit einem Nutzungszeitfaktor. Der Nutzungszeitfaktor ist darin die gesamte jährliche Öffnungszeit dividiert durch 3000 h/a .
 - Energiebedarf für **Lebensmittelkühlung** von $3800 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{TDAa}})$.

- Strombedarf für **Lüftung** von 2,5 kWh/(m²a), multipliziert mit dem Nutzungszeitfaktor wie oben.
- Im berechneten Primärenergiebedarf des Gebäudes wird eine eventuell nötig werdende **Raumkühlung** berücksichtigt; hierdurch erhöht sich der zulässige Primärenergiebedarf jedoch nicht.
- Weitere Energieverbraucher (Kühlzellen, Überdruckanlage für Bedientheken, Warmwasser, Bäckereigeräte, Kassenanlage, ...) werden vorläufig bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs nicht einbezogen.

Weitere Energieverbraucher

- Auch für die nicht explizit im Primärenergie-Kriterium berücksichtigten Verbraucher sind energieeffiziente Geräte auf dem Stand der Technik einzusetzen. Zweifelsfälle sind mit der Qualitätssicherung zu klären.

Sonstige Hinweise

- Die Heizwärme sollte nach Möglichkeit durch Nutzung der Abwärme aus der Gewerbekälteerzeugung bereitgestellt werden. In der Regel ist dies eine hocheffiziente Art der Heizwärmeversorgung, auch wenn die Kondensationstemperatur der Kälteerzeugung hierfür zeitweise angehoben werden muss.
- Für reine Verkaufsstätten kann die Lüftungsanlage, vorbehaltlich der Genehmigungsfähigkeit, auf ca. $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ ausgelegt werden. In der Energiebilanzierung darf eine Betriebsdauer der Lüftungsanlage von 25% der Öffnungszeit mit diesem Luftwechsel angesetzt werden, wenn die Anlage über eine geeignete, luftqualitätsgeführte Regelung verfügt. Werden tatsächlich höhere Luftwechsel benötigt, so sind diese tatsächlichen Luftmengen anzusetzen. Lediglich aus rechtlichen Gründen zusätzlich installierte Luftleistungen werden nicht angerechnet.
- An die Art der Baukonstruktion (Leichtbau/Massivbau) werden keine Anforderungen gestellt. Die Wärmekapazität der Bauteile ist in der Regel nicht von Belang.
- Um eine effiziente Lebensmittelkühlung zu gewährleisten, können folgende Komponenten zum Einsatz kommen:
 - Hocheffiziente Kälteerzeugung mit groß dimensionierten Verflüssigern, Abwärmerückgewinnung für Raumheizung auf niedrigem Temperaturniveau (max. $35 \text{ }^\circ\text{C}$), dementsprechende Auslegung der Wärmeübergabe.
 - Mietverträge sind so anzupassen, dass Raumwärmeversorgung und Warmwasserbereitung durch den Mieter bereitgestellt werden. Das ist Voraussetzung für den Einsatz effizienter integrierter Systeme mit Nutzung der Abwärme aus den Kühlmöbeln.
 - Es sind effiziente Kühlmöbel einzubauen. Mindestanforderungen: Türen mit Dichtungen, bei NK-Regalen mit Zweifach-, bei TK-Regalen mit Dreifachverglasung, bei Truhen Schiebedeckel o.ä. Wärmeschutz der opaken Außenbauteile auf dem Niveau von Haushaltskühlgeräten, insbesondere gute Dämmung von Rückwand, Boden und Oberseite. Vergrößerte Verdampfer. Keine Rahmen- oder Scheibenheizung. Elektronische Expansionsventile. Beleuchtung außerhalb des Kühlraums oder über LEDs mit außerhalb des Kühlraums platzierten Vorschaltgeräten. Abtauung bedarfsgesteuert. Optimierter Ventilator mit EC-Motor.
 - Zentrale Regelung der Verbundkälteanlage und der haustechnischen Einrichtungen, Produktbeispiel: Frigotakt.
- Empfehlenswert ist eine kontinuierliche Erfassung und Speicherung von zentralen Zustands- und Verbrauchsdaten wie z.B. Raumtemperatur und -feuchte, Heizleistung/Kühlleistung für Raumwärme, Zuluftmenge, Nutzleistung für Verbundkältemöbel getrennt nach TK/NK, Stromverbrauch für Kälteerzeugung, Stromverbrauch für Beleuchtung, Stromverbrauch für Backofen und Gärschrank.