

Optimierte Technik im Niedrigenergiehaus

1. Wärmeerzeuger - Dimensionierung - Nutzungsgrad

- Nach der neuen EnEV werden unterschieden: Standardkessel - Niedertemperaturkessel - Brennwertkessel.
- Die bisherige Begrenzung auf maximal 75 °C bei NT-Kesseln entfällt zukünftig.
- Für die Zuordnung in die einzelnen Kategorien zählt nur noch der Kesselwirkungsgrad bzw. -Nutzungsgrad nach der Europäischen Wirkungsgradrichtlinie.
- Für NT-Kessel und Brennwertkessel besteht kein Zwang zur Dimensionierung nach dem Wärmebedarf bzw. nach der Heizlast (DIN 4701).
- Für den Gesamtjahresnutzungsgrad ist der Nutzungsgradverlauf im Teillastbereich entscheidend.
- Kesselkonstruktion, eingesetzte Werkstoffe, Platzierung des Kesseltemperaturfühlers, in starkem Maße der Wasserinhalt haben Einfluss auf den Nutzungsgradverlauf im Teillastbereich.
- Strahlungs- und Bereitschaftsverluste neuer Kessel, unabhängig von ihrer Größe und ihrem Wasserinhalt, sind vernachlässigbar.
- Das Brennerprinzip (atmosphärische Brenner, Gebläsebrenner) bestimmt wesentlich mit die Kesselkonstruktion.
- Die inneren Auskühlverluste bzw. ihre Verhinderung durch Brennerabschlussklappen bzw. Abgasklappen (kombinierte Nebenluftvorrichtungen) bestimmen wesentlich über die inneren Auskühlverluste eines Wärmeerzeugers und damit über den Nutzungsgrad im Teillastbereich.
- Der dynamische Abgastemperaturverlauf (Abgastemperaturanstieg während der Brennereinschaltperiode) entscheidet wesentlich über den Teillastnutzungsgrad.
- Das dynamische Verhalten des Kessels wird wesentlich durch die Speicherkapazität bestimmt.
- Die Speicherkapazität entscheidet über die Schalthäufigkeit ein- und zweistufiger und modulierender Brenner mit Grundlaststufe.
- Je höher die Schalthäufigkeit desto höher sind Anfahr- und Abfahremissionen (Ruß ,CO, unverbrannte Kohlenwasserstoffe).
- Kessel sollten besser nach den Prinzipien: Zwangsdurchlauf bzw. Naturumlauf unterschieden werden.
- Aufgrund des günstigen Teillastverhaltens gut gedämmter Kessel ohne Anforderungen an einen Mindestvolumenstrom ist eine Überdimensionierung gegenüber dem Wärmebedarf bzw. der Heizlast bei den meisten Kesseln unkritisch.
- Bei zu großer Überdimensionierung und bei Wärmeerzeugern nach dem Prinzip des Zwangsdurchlaufs - Auslegung nach maximaler Leistung für die Warmwasserbereitung - besteht die Gefahr, dass der Kessel im extrem niedrigen Teillastbereich mit abfallenden Nutzungsgraden arbeitet.
- Der Betrieb bei kleinsten Teillasten (< 10%) ist insbesondere für Kessel mit größerem Bereitschafts- bzw. inneren Auskühlverlusten von Bedeutung.

- Technisch erreichbare Jahresschaltheufigkeiten einstufiger Brenner liegen zwischen 300 bis 60.000 Schaltungen pro Jahr.
- Durch regelungstechnische Maßnahmen am Kesselregler kann die Schaltheufigkeit reduziert werden.
- Die Einbindung der Warmwasserbereitung wird im zukünftigen Niedrigenergiehaus eine wachsende Bedeutung erreichen.
- Bei der Warmwasserbereitung sind das Durchlauf- und das Speicherprinzip zu unterscheiden.
- Bisherige Dimensionierungsrichtlinien für die Auslegung von Durchlaufwarmwasserbereitern und von Warmwasserspeichern werden z. Z. von verschiedenen Seiten untersucht.
- Eine endgültige Lösung für die richtige Kombination von Kesselleistung und Speicherkapazität des Warmwasserspeichers kann z. Z. noch nicht gegeben werden.
- Weitere Randbedingungen, wie Leistungsbegrenzung bei Einsatz leitungsgebundener Energie und das in den letzten Jahren veränderte Gleichzeitigkeitsverhalten bei der Inanspruchnahme von Warmwasserleistungen bestimmen zukünftig die Auslegung der Kesselleistung und der Warmwasserspeichergröße.

2. Heizkörper - Fußbodenheizung - Wandheizung

Heizkörper

- Konventionelle Heizflächen (meist heute Plattenheizkörper) in Gebäuden mit niedriger Heizlast sollen neuen Empfehlungen zufolge mit den Auslegungstemperaturen 55/45 °C zur Abdeckung von Behaglichkeitsanforderungen ausgelegt werden.
- Diese neuen Auslegungstemperaturen sind zwar optimal für den Einsatz von Brennwerttechnik, erhöhen aber deutlich den Investitionsaufwand für Heizkörper in größeren Gebäuden, wobei ein Wirtschaftlichkeitsnachweis über die Lebensdauer in vielen Fällen nur schwer zu führen ist.
- Die konventionelle, heute übliche Auslegung von 70 °C Vorlauftemperatur und 50 - 55 °C Rücklauftemperatur eröffnet in fast gleichem Ausmaße die Chancen der Brennwertnutzung bei kleineren Heizkörperdimensionen, gleicher Behaglichkeit und damit niedrigeren Investitionen.

Fußbodenheizung

- Fußbodenheizsysteme müssen den neuen Anforderungen des Niedrigenergiehauses angepasst werden.
- Fußbodenheizungen gehören zu den integrierten Heizflächen, die je nach Temperaturniveau und Randbedingungen zu 50 bis 90 % ihrer Heizleistung als Strahlung abgeben. Durch Strahlung werden aber auch die gegenüber und seitlich von den Heizflächen der Fußbodenheizung liegenden Flächen mit erwärmt.
- Da die Oberflächentemperatur der Raumumschließungsflächen höher als bei überwiegend konvektiver Heizung liegt, kann die Raumlufttemperatur bei gleicher Behaglichkeitstemperatur niedriger gewählt werden.
- Für den Transmissionswärmebedarf von Außenflächen ist jedoch die Oberflächentemperatur der Außenwände maßgebend. Diese wird je nach Orientierung

der einzelnen Flächen ansteigen, so dass sich die Transmissionsverluste ggf. auch erhöhen können.

- Hinzu kommen zusätzliche Verluste bei unbeheizten Kellerräumen bzw. bei tieferliegenden Wohnungen.
- Vorteile der Fußbodenheizung sind:
 - unsichtbare Heizflächen,
 - geringere Staubumwälzung gegenüber der konvektiven Heizung,
 - Niedertemperaturbetrieb für neue Wärmeerzeuger,
 - gleichmäßige Temperaturverteilung.
- Die Nachteile der Fußbodenheizung müssen jedoch auch erwähnt werden:
 - höhere Investitionskosten in vielen Fällen,
 - z. T. unzureichende Kälteabschirmung im Fensterbereich,
 - träges Regelverhalten bei Laständerungen durch Fremdwärmeeinfall
 - Nachtabschaltung mit Schnellaufheizung.
- Gerade die Trägheit der Fußbodenheizung muss im Niedrigenergiehaus mit hohen Fremdwärmeanteilen berücksichtigt werden.
- Am Markt werden bereits seit längerer Zeit jedoch flinke Fußbodenheizungssysteme (Klima-Boden) angeboten.
- Wichtig ist gerade im Niedrigenergiehausbereich ein extrem niedriges Temperaturniveau, das durch entsprechende Vorlauftemperaturregelungen genauestens einzuhalten ist.

Wandheizsysteme

- Nur eine Marktnische decken Wandheizsysteme, z. T. als vorgefertigte Sandwichelemente mit wasserführendem Unterputzsystem, ab.
- Ähnlich wie Fußbodenheizungen mit nur noch geringen, erforderlichen Vorlauftemperaturen werden sie als Heizsystem für den Einsatz mit Wärmepumpen, Solaranlagen und Brennwerttechnik argumentiert.
- Von einigen kooperierenden Unternehmen aus den Bereichen Heizung, Sanitär und Trockenbau- und Fliesenarbeiten werden integrierte Wandheizsysteme angeboten, die entweder mit Wasser oder mit Warmluft betrieben werden.

3. Kontrollierte Wohnungslüftung

- Die Wohnungslüftung (natürliche oder kontrollierte Lüftung) ist in verstärktem Maße in zukünftigen dichten Niedrigenergiehaus aus hygienischen und bauphysikalischen Gründen zwingend erforderlich.
- Unter kontrollierter Wohnungslüftung versteht man Einrichtungen, die auf mechanischem Wege für eine Mindestlüftung im Gebäude sorgen.
- Eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme, gerade auch aus dem skandinavischen Bereich, werden heute auf dem Markt angeboten.
- Das Ziel aller mechanischen Lüftungseinrichtungen ist, zwei gegensätzliche Grundforderungen an die Wohnungslüftung in Einklang zu bringen: zum einem die bauphysikalische und hygienische Forderung nach Maximierung des

- Luftwechsels, um eine gute Luftqualität und eine ausreichende Feuchtabfuhr sicherzustellen, auf der anderen Seite die einspartechnische und umweltpolitische Forderung einer Minimierung des Luftwechsels und damit des Lüftungswärmebedarfs, um den Heizenergiebedarf und CO₂-Emissionen zu reduzieren.
- Mechanische Lüftung erlaubt, einen gewünschten Luftwechsel gezielt einzustellen; dies ist bei der sonst üblichen Fenster-, Fugen- oder Schachtlüftung nicht möglich.
- Zusätzliche Einsparungen im Heizenergiebedarf lassen sich durch den Einsatz von Wärmerückgewinnungseinrichtungen mit Wärmeübertragern und zusätzlich mit Wärmepumpen erzielen.
- Demgegenüber steht der Aufwand für die Förderung der entsprechenden Luftvolumenströme mit Ventilatoren.
- Eine Wirtschaftlichkeit zentraler Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ist heute in ausgeführten Anlagen nur in seltenen Fällen gegeben.
- Auch die Primärenergiebilanz zwischen rückgewonnener Wärme und elektrischer Zusatzenergie ist in vielen Fällen leider fast nur ausgeglichen. Die nachfolgenden Zahlen sollen dies verdeutlichen:
 - die Lüftungswärmeverluste liegen bei ca.: 3000 - 8000 kWh/(a Wohnung)
 - maximal sind davon durch Wärmerückgewinnung einzusparen: 1500 - 5000 kWh/(a Wohnung)
 - dem entsteht ein elektrischer Energieaufwand von: 400 - 1500 kWh gegenüber
 - die Investitionen liegen für ein Einfamilienhaus in folgender Größenordnung: für reine Abluftanlagen ca. 1500.-- - 2500.-- €, für zentrale Anlagen mit Wärmerückgewinnung ca. 4000.-- - 7000.-- €
- Die heute noch nicht gegebenen, zukünftig aber zu fordernden Voraussetzungen für zentrale Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind:
 - Verminderung der Anlagenkosten,
 - sorgfältige Planung, Einbau und Inbetriebnahme,
 - geringster Stromverbrauch,
 - eine dichte Ausführung der Gebäudehülle.
- Reine Luftheizanlagen werden sich in der Bundesrepublik mit größter Wahrscheinlichkeit nur in Einzelfällen durchsetzen, da der Energieaufwand für den Lufttransport noch zu hohe Werte aufweist.

4. Solartechnik

- Beim Einsatz von Sonnenkollektoren ist die früher verbreitete euphorische Beurteilung einer wieder nüchternen Betrachtungsweise gewichen.
- Verbesserte System- und Anlagentechnik, insbesondere auch die Einbeziehung von Solarenergie für die kombinierte Heizung und Warmwasserbereitung, kostengünstigere Großserienanfertigung und der zu erwartende Öl- und Gaspreisanstieg werden zukünftig dazu beitragen, dass die Zahl der installierten Solaranlagen stetig steigen wird.

- Niedertemperaturheizsysteme, wie groß ausgelegte statische Heizflächen bieten die besten Voraussetzung für die Nutzung der Solarenergie.
- Eine verstärkte Bedeutung wird die passive Solarenergienutzung im Niedrigenergiehaus gewinnen.
- Das Entwurfskonzept, gemeinsam erstellt von Architekt und Versorgungsingenieur, ist optimal, wenn die in unseren Breitengraden nicht allzu starke Sonneneinstrahlung in der Heizperiode so weit wie möglich genutzt werden kann, ohne dass im Sommer zu große Überhitzungserscheinungen auftreten.
- Für die Trinkwassererwärmung mit Speichersystemen sind externe Wärmeübertrager für das Laden von Speichern beim Einsatz von Solarkollektoren sinnvoll.
- Die Forderung nach Temperaturen über 60 °C zur Vermeidung von Legionellenbildung ist ein Hindernis für die Solarenergienutzung. Praktische Erfahrungen an bestehenden Solaranlagen zeigen, dass durch das Aufheizen auf 60 °C ein Zusatzenergiebedarf erforderlich ist.

5. Passivhaus - Nullheizenergiehaus - Technische und wirtschaftliche Perspektiven

- Nach Dr. Wolfgang Feist, Vorreiter der Passivhaus-Philosophie, ist ein Passivhaus ein Gebäude (zu Wohnzwecken), das einen Gesamtenergiekennwert $< 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ aufweist.
- Ein Gesamtenergiekennwert von $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ bedeutet, dass alle haushaltstypischen Energiedienstleistungen: Heizen - Warmwasser - Licht - Kochen - Fernsehen etc. mit einem geringeren Energieeinsatz erbracht werden, als heute durchschnittlich in Haushalten allein an Strom für Haushaltsgeräte und Beleuchtung verbraucht wird!
- Ein Gesamtenergieverbrauch von $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ entspricht etwa einem Zehntel des heutigen Durchschnittsverbrauchs.
- Ein Passivhaus verlangt kein spezielles Heizsystem, aber auch keine Klimaanlage zur Erzielung einer hohen Behaglichkeit.
- "Passive" Techniken, die im Passivhaus eingesetzt werden, sind:
 - Hoher Wärmeschutz (z. B. Außenwand - k-Werte von $0,1 - 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)
 - Einsatz von Superverglasungen mit k_v -Werten bis herunter zu $0,7 - 0,9$ oder sogar $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Herkömmliche Isolierverglasungen besitzen k_v -Werte von $2,5 - 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, Wärmeschutzverglasungen erreichen heute $1,1 - 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 - Kontrollierte Wohnungslüftung, zwangsweise mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft und Vorwärmung der Frischluft
- Das Passivhaus "lebt" von den solaren und inneren Fremdwärmegewinnen sowie von der kontrollierten Wohnungslüftung mit zwangsweise erforderlicher Wärmerückgewinnung bei optimierten Kanalnetzen und Ventilatoren mit minimalem elektrischen Energieverbrauch.

- Der spezifische Heizwärmeverbrauch eines Passivhauses darf $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ nicht überschreiten.
- Ein vertretbarer sommerlicher Komfort ohne Klimaanlage muss durch entsprechende Maßnahmen (Verschattung, Nachtkühlung) verhindert werden. Dies wird von einigen Gegnern des Passivhaus-Konzeptes angezweifelt.
- Zusätzliche zwangsweise Forderungen an das Passivhaus sind demnach: eine sorgfältige Reduktion von Wärmebrücken und eine überprüfte Abdichtung des Gebäudes
- Der Passivhaus-Gedanke ist nach Feist nicht von einer hohen Speichermasse (Schwere) des Gebäudes abhängig.
- Simulationsergebnisse und praktische Erfahrungen mit gebauten Passivhäusern (z. B. Passivhaus-Projekt Kranichstein bei Darmstadt) ergeben an kältesten Tagen einen maximalen Heizleistungsbedarf von $10 \text{ W}/\text{m}^2$ sowie einen Jahresheizwärmebedarf bzw. einen tatsächlich gemessenen Verbrauch von $10 - 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$
- In einem Passivhaus ist eine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung unverzichtbar. Geht man in einem Gebäude mit 120 m^2 Wohnfläche (1200 W -Heizleistungsbedarf) von $120 \text{ m}^3/\text{h}$ im Normalbetrieb aus, lässt sich die notwendige Heizleistung durch eine Zulufttemperaturerhöhung um 20 K einbringen. Dies kann durch ein Nachheizregister hinter der Wärmerückgewinnung erfolgen.
- Die noch erforderliche Wärme kann z. B. aus dem Warmwasserbereitungssystem oder mittels einer kleinen Wärmepumpe (Wärmequelle: Abluft oder über Erdreichwärmeübertrager geleitete Luft) erbracht werden.
- Die Wirtschaftlichkeit des Passivhauses wird damit argumentiert, dass die Mehrkosten des erhöhten Wärmeschutzes, der Superverglasung und der kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung (Luftheizung) durch die Einsparung eines konventionellen Heizsystems mehr als kompensiert werden.
- Ein Gesichtspunkt der Passivhaus-Philosophie sollte in Zukunft näher untersucht werden: Die Aufheizenergie eines im Winter ausgekühlten Passivhauses liegt in der gleichen Größenordnung wie der gesamte Jahresheizenergiebedarf. Auch in Abwesenheit der Nutzer muss die Anlagentechnik (kontrollierte Wohnungslüftung) weiterbetrieben werden. Für die Wiederaufheizung sind höhere Heizleistungen als die mit den Lüftungsanlagen zuführbaren Leistungen einzubringen.
- Das Null-Heizenergiehaus weist einen ebenfalls hohen Wärmedämmwert wie das Passivhaus auf. Grundgedanke der Null-Heizenergiehaus-Philosophie ist das autarke Abdecken aller noch erforderlichen Energieaufwendungen durch Einsatz regenerativer Energietechniken: Photovoltaik, Solarenergienutzung mit z. B. im Gebäude integrierten Saisonspeichern. Eine Wirtschaftlichkeit ist bei dieser Systemtechnik auch mittelfristig noch nicht gegeben.

Quelle: Datenpool, IfHK,
FH Wolfenbüttel