

Notwendige Qualifizierung für die Umsetzung eines Niedrigenergiehausstandards

Integrierte Planung und Qualitätssicherung

Die Vorteile der integrierten Planung sind:

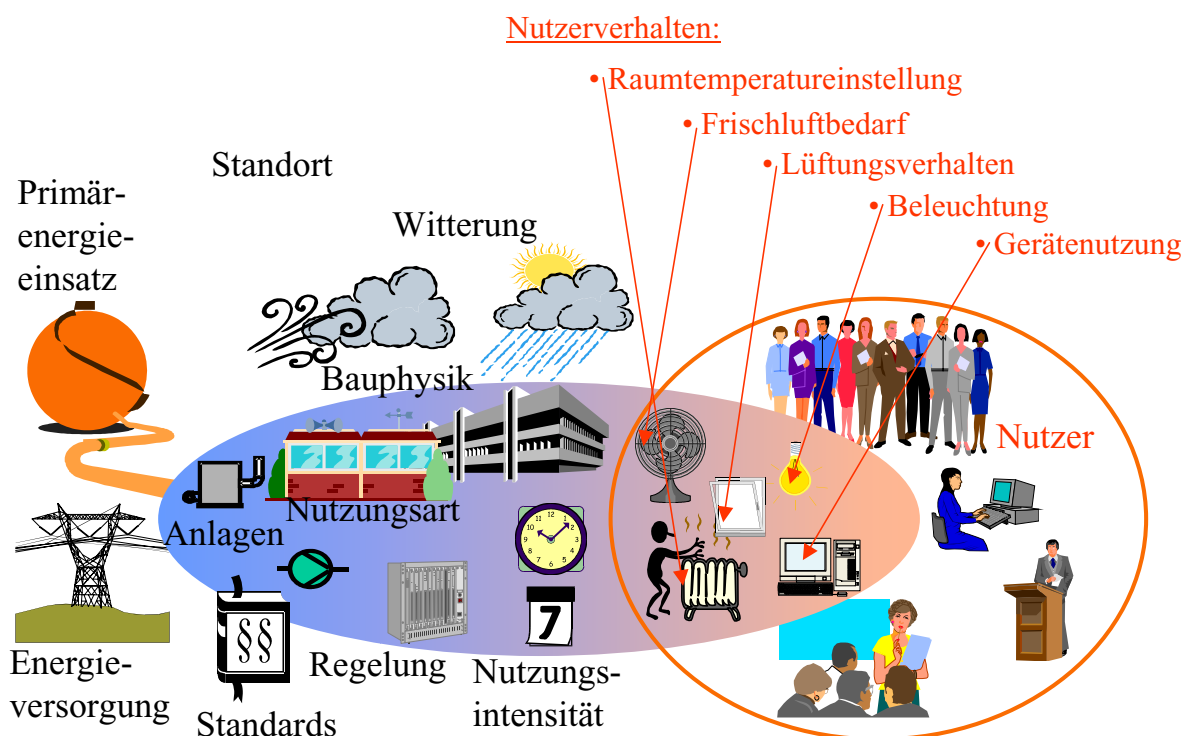
- Minimierung des Heizenergiebedarfs und der jährlichen Energiekosten
- Minimierung des Lüftungs-, Klimatisierungs- bzw. Kälteenergiebedarfs und der daraus resultierenden jährlichen Energiekosten
- Vermeidung unnötiger Leistungsreserven bei leitungsgebundenen Energien, vor allem elektrischer Energien, und damit Verminderung von Investitions- und Betriebskosten
- optimale, vor allem passive Solarenergienutzung

Die Vorteile der integrierten Planung sind:

- Vermeidung von Planungsfehlern, z. B. von zu hohen Raumtemperaturen und unangenehmer Kältestrahlung, etwa infolge zu großer Glasflächen
- Anpassung von Heizkomponenten, z. B. Heizflächen, Thermostatventilen, Pumpen, Rohrnetzen, Wärmeezeugern an neue wärmetechnische Forderungen des dynamischen Heizens und optimierten Heizbetriebes
- Ausnutzung des Tageslichts zur Verminderung des elektrischen Beleuchtungsbedarfs

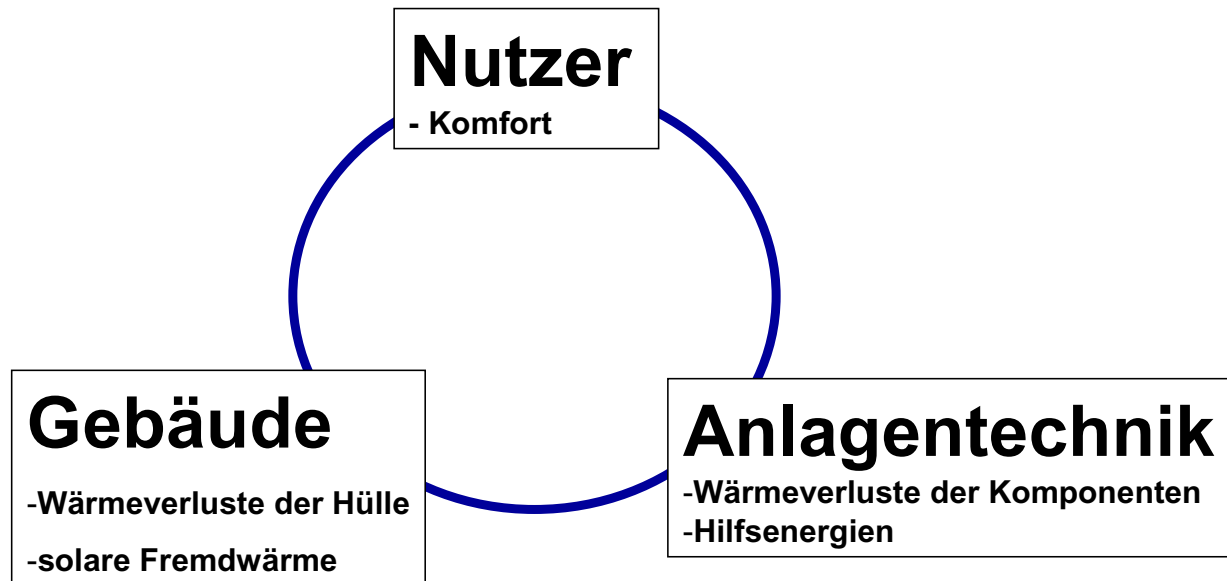
Die o. a. Forderungen gelten eingeschränkt auch für Maßnahmen zur Modernisierung und Sanierung bestehender Gebäude- und Anlagensysteme der Heiz- und Energietechnik.

Einflussfaktoren auf den Energiebedarf für Gebäude:



Integrierte Planung - Eine Anforderung der EnEV:

Einflüsse auf den Energiebedarf eines Gebäudes



Planungsphasen:

1. **Grundlagenermittlung**
2. **Vorplanung**
3. **Entwurfsplanung**
4. **Genehmigungsplanung**
5. **Ausführungsplanung**
6. **Vorbereitung der Vergabe**
7. **Mitwirkung bei der Vergabe**
8. **Bauüberwachung**
9. **Objektbetreuung und Dokumentation**

Planungs- und Bauablauf:



Versorgungsalternativen:

Erdgas	+ Brennwert + weniger Schadstoffe als Öl	- Versorgungsanschluß - fossiler Energieverbrauch - lokale Emissionen
Erdöl	+ kein Versorgungsanschluß	- Speicher - fossiler Energieverbrauch - lokale Emissionen
BHKW	+ Wärme und Strom + auch Biogasbetrieb	- Versorgungsanschluß - Speicher
Fernwärme	+ geringer Platzbedarf + keine stationären Emissionen	- Versorgungsanschluß - fossiler Energieverbrauch
Umweltwärme Wärmepumpe	+ fossiler Energieverbrauch möglicherweise geringer + kaum lokale Emissionen	- meist mit Zusatzheizung - meist Strombetrieb
Strom	+ geringer Platzbedarf + keine stationären Emissionen	- hoher fossiler Energieverbrauch
Solarthermie	+ kaum fossiler Energieverbrauch + kaum Emissionen	- meist mit Zusatzheizung
Brennstoffzelle	+ Wärme und Strom + kaum/keine Emissionen	- Versorgungsanschluß - Speicher - Technik und Kosten

Rangliste von Energieträgern:

2000 Z e i t s c h i e n e	Fossile Energieträger	gasförmig	Erdgas	F ö r d e r u n g
		flüssig	Erdöl	
		fest	Steinkohle Braunkohle	
2050	Regenerative Energien	Sonne direkt	Solarstrom Sonnenwärme	F ö r d e r u n g
		indirekt	Wind Wasser Biomasse, -gas Umweltwärme Wasserstoff	
		Geothermie		

Energieträger des Wärmeerzeugersystems:

Wasser üblich bei: wohnungszentraler Heizung
Zentralheizung
Nah- und Fernwärme

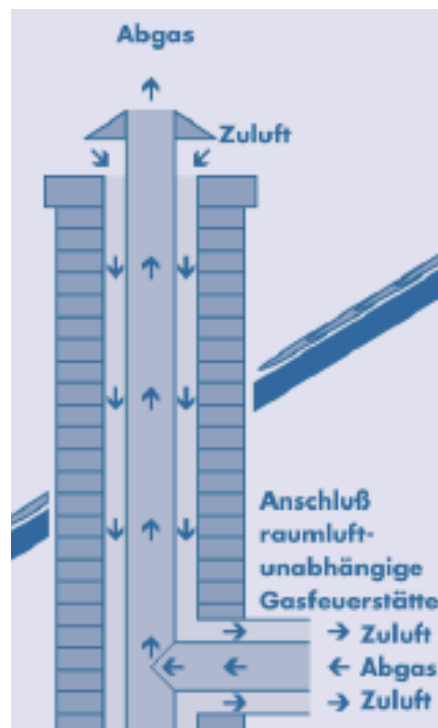
Luft energetisch sinnvoll bei: Passivhausstandard

Einzelfeuerung nur sinnvoll bei: Verbrennungsluft vorhanden
örtlich separierten Räumen
wenig genutzten Räumen
Erweiterungsbau

Strom nur sinnvoll bei: örtlich separierten Räumen
wenig genutzten Räumen
Erweiterungsbau

Schornstein:

Einsatz	Ist ein Schornstein vorgesehen? Soll eine Option bestehen?
Eignung	Ist die Art (das Material, die Anordnung) des Schornsteins auf das Heizsystem und das Gebäude abgestimmt? Raumluftunabhängiger Betrieb ↔ Dichtheitsprüfung
Dimension	Sind der Querschnitt und die Länge an die Heizung angepaßt?
Funktionalität	Kann der Schornsteinzug gleichzeitig oder/und später für andere Verwendungen genutzt werden?
Dauerhaftigkeit	Kann die Lebensdauer der Konstruktion und Materialien ausgedehnt werden?



Heizraum:

Einsatz	Ist ein Heizraum vorgesehen? - Verluste außerhalb der gedämmten Hülle Soll eine Option bestehen?
Eignung und Dimensionierung	Ist die Art (die Lage, die Größe) des Heizraums auf das Heizsystem abgestimmt?
Funktionalität	Kann der Heizraum gleichzeitig oder/und später für andere Verwendungen genutzt werden?

Zentraler Speicher:

Notwendigkeit	Ist ein zentraler Speicher notwendig? Soll eine Option bestehen?
Eignung	Ist die Art (das Material, die Anordnung) des zentralen Speichers auf das Heizsystem und das Gebäude abgestimmt?
Dimensionierung	Sind die Größe und Anzahl an den Wärmebedarf und die Nutzergewohnheiten angepaßt?
Funktionalität	Kann das Speichersystem ohne großen Aufwand erweitert bzw. verändert werden?
Dauerhaftigkeit	Kann die Lebensdauer der Konstruktion und Materialien ausgedehnt werden?

Aufstellungsort Wärmeerzeuger/Schornstein:

	Medium/Brennstoff	Schornstein
Einzelraum	Erdöl, Gas, Holz, Festbrennstoffe (Kaminofen, ...)	im Raum
	Strom	nein
Zentralheizung	Wasser	im Haus
	Luft	im Haus
Nah-/Fernwärme	Wasser	nein

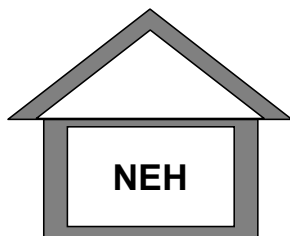
System der Trinkwassererwärmung:

- | | |
|---|---|
| Trinkwarmwasserbedarf | <ul style="list-style-type: none">• Besteht ein Bedarf? (Wohn-/Nichtwohngebäude)• Wie groß ist der Bedarf?• Anforderungsprofil |
| Gebäude | <ul style="list-style-type: none">• Sanierung• Neubau• Grundriß/Aufteilung |
| Dezentrale oder zentrale Systeme | <ul style="list-style-type: none">• Abhängigkeit von der Nutzungsart• Auswirkungen des Anforderungsprofils• Einfluß konstruktiver und baulicher Besonderheiten• Abstimmung mit dem Abrechnungssystem |
| Heizsystem / Energieversorgung | <ul style="list-style-type: none">• Kombination der Systeme |

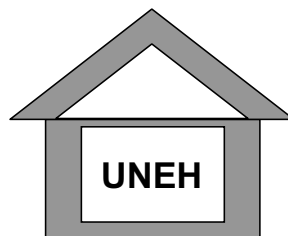
Lüftungssysteme (1):

mit / ohne Abluftanlage.

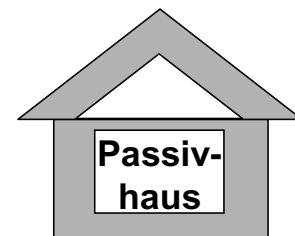
Lüftung mit Wärmerückgewinnung



MFH
EFH



EFH mit erhöhten Anforderungen

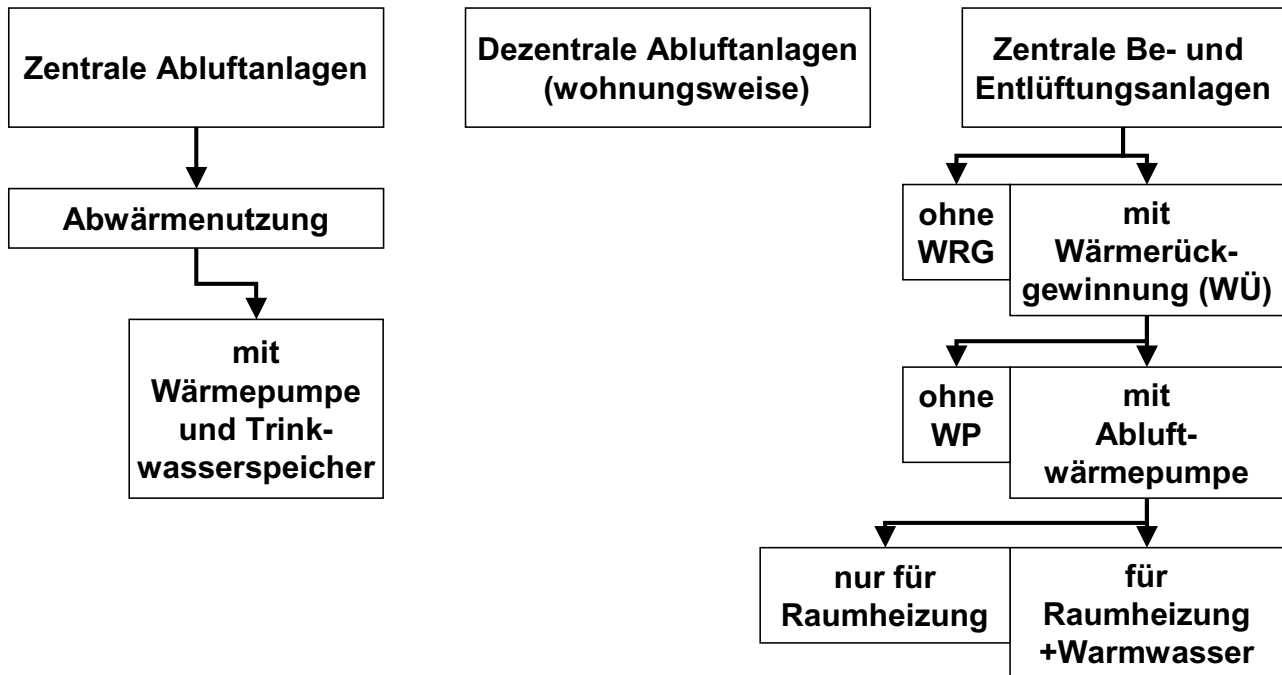


EFH

- | | |
|-------------|----------------------------|
| EFH | = Einfamilienhaus |
| MFH | = Mehrfamilienhaus |
| NEH | = Niedrigenergiehaus |
| UNEH | = Ultra-Niedrigenergiehaus |

Lüftungssysteme (2):

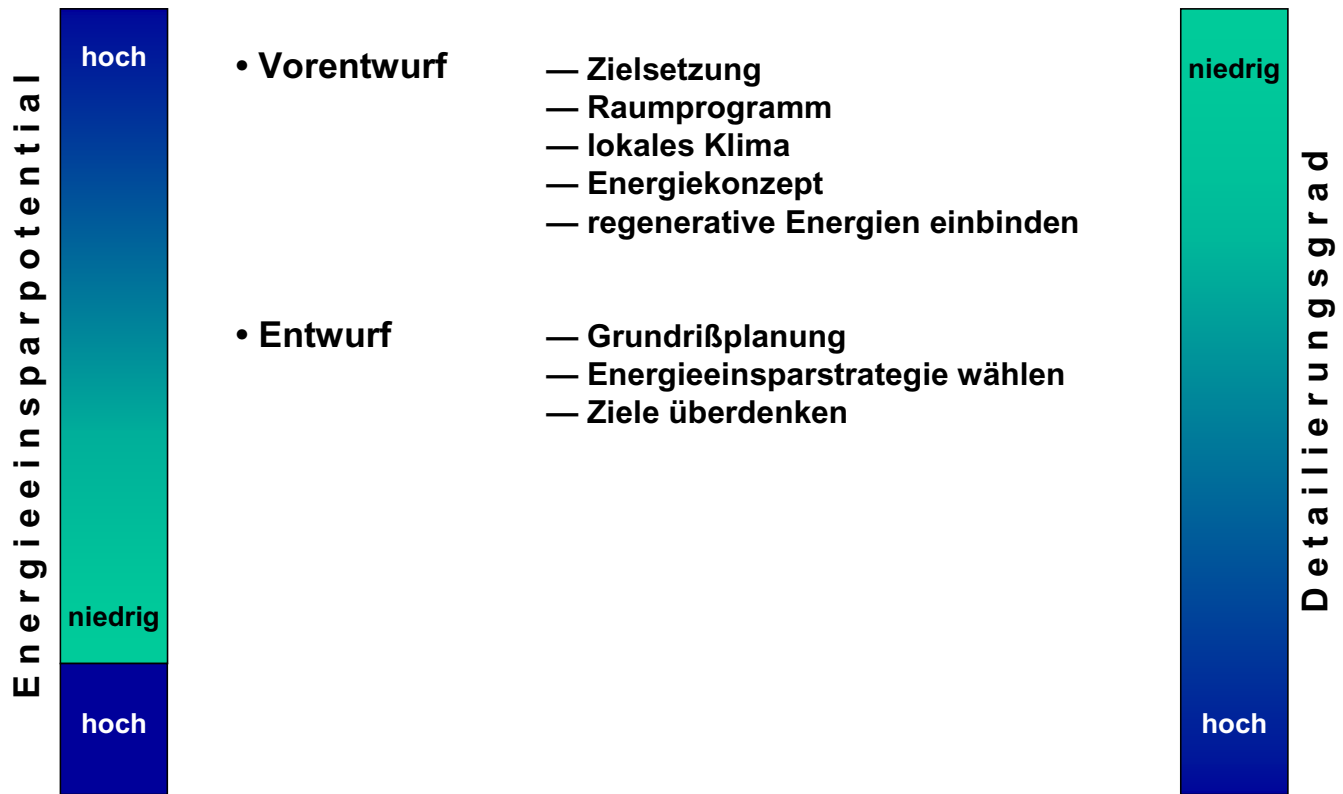
Systemübersicht



Lüftungssysteme (3):

Einsatz	Ist eine Lüftungsanlage vorgesehen? Soll eine Option bestehen?
Eignung	Ist die Art (das Material, die Anordnung) der Lüftungsanlage auf das Heizsystem und das Gebäude abgestimmt?
Dimensionierung	Sind die Leistung der Anlage sowie die Querschnitte und Längen der Luftkanäle optimiert?
Funktionalität	Kann die Lüftungsanlage gleichzeitig oder/und später für andere Verwendungen (Klimaanlage; WRG) genutzt werden?
Dauerhaftigkeit	Kann die Lebensdauer der Konstruktion und Materialien ausgedehnt werden?

Planungs- und Bauablauf:



Regelungssystem:

	Regelkonzept
Dezentral	Thermostatventil P-Bereich: 1K, 2K Einzelraumregelung, elektronisch
Zentral	Raumtemperaturregelung nach Referenzraum Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung Selbstlernende Regelung, FUZZY-Control

Hinweise zum Verteilsystem:

- Verteilnetz so kurz wie möglich
- Verteilnetz weitgehend gedämmt in der gedämmten Gebäudehülle
- Rohrnetzauslegung mit geringen R-Werten: $R < 50 \text{ Pa/m}$
- Schwerkrafteinfluß berücksichtigen
- Differenzdruckregler und Regelpumpen gezielt einsetzen.
- Differenzdruckregelung auf kleinste Werte

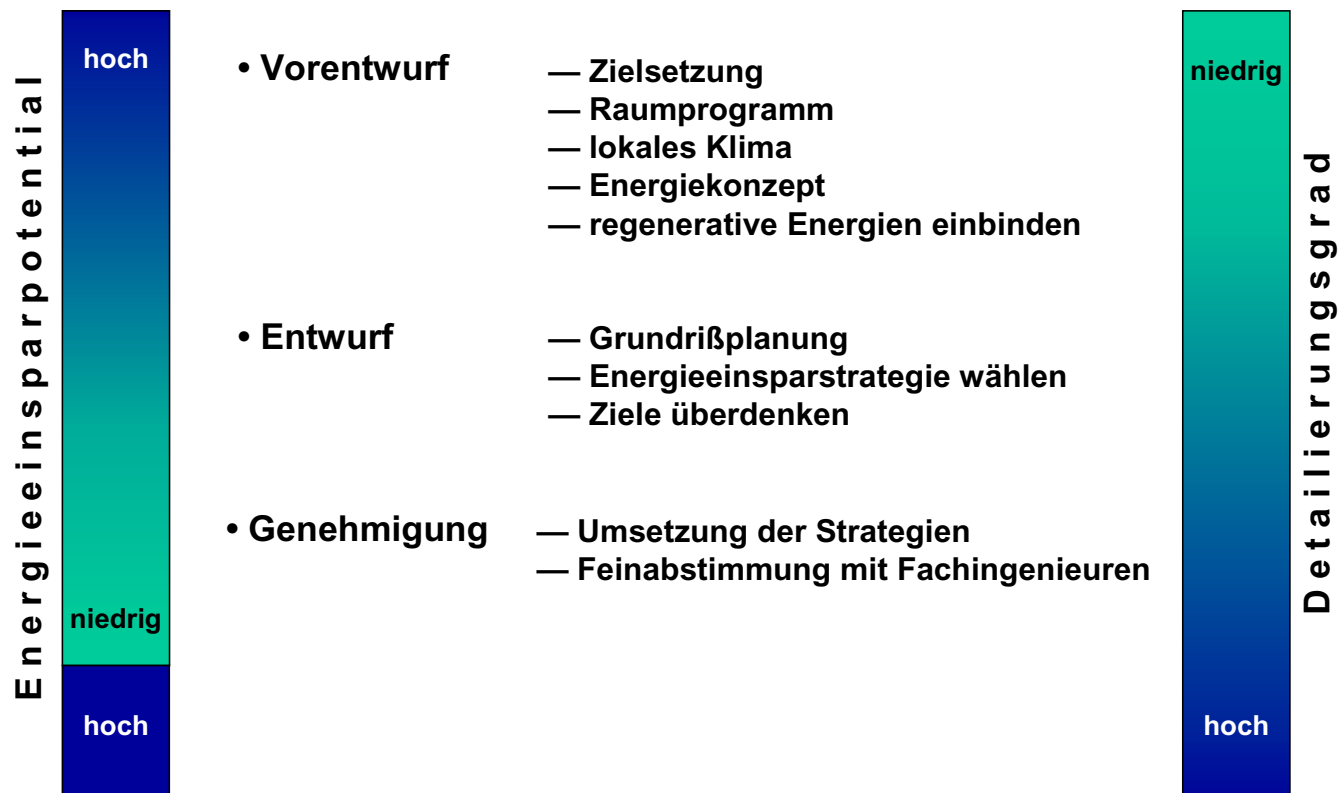
$$\Delta p = 5(\dots 10 \text{ kPa})$$

- Spülung des Rohrsystems vor dem hydraulischen Abgleich ist unerlässlich.

Verbrauchserfassung:

- Einsatz von Wärmemengenzählern sorgfältig prüfen. Untere Meßgrenzen beachten.
- Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip oft nicht einsetzbar (Temperaturniveau !)
- Elektronische Heizkostenverteiler nach dem Zweiführungsprinzip oder Sondergeräte, z. B. kombiniert mit einem Einzelraumregelsystem, können eingesetzt werden.
- Ausnahmemöglichkeit von der Pflicht zur verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (Kronsberg)
- Anfängliche Verbrauchserfassung zur Qualitätskontrolle des NEH-Standards kann selbstverständlich werden

Planungs- und Bauablauf:



Hinweise zur Heizflächenauslegung:

- Auch im NEH sollte der bevorzugte Aufstellungsort von Heizkörpern unterhalb von Fensterflächen sein.
- Anschluß der Heizkörper bevorzugt mit wechselseitigem Anschluß: Vorlauf oben, Rücklauf unten

Hinweise zur Thermostatventilauslegung (1):

- Die heute am Markt verfügbaren Thermostatventile stoßen im NEH auf ihre technischen Grenzen.
- Zwei Auslegungsphilosophien konkurrieren
 - Angepaßte Ventilkegel mit interner oder externer Drosselstelle
 - Voreinstellbare Ventile
- Die berechtigten Anforderungen der Nahwärmeversorger nach AGFW-Merkblatt Nr. 5/7 sind für die Randbedingungen am Kronsberg nur durch besondere Planungs-, Ausführungs- und Kontrollmaßnahmen einhaltbar.

Hinweise zur Thermostatventilauslegung (2):

- Die Dokumentation des hydraulischen Abgleichs und der Thermostatventilauslegung sollte als pflichtgemäße Forderung gestellt werden.
- Ein Zweipunkteverhalten der Thermostatventile, die eigentlich als stetige Regler funktionieren sollen, ist im NEH nicht auszuschließen.
- Hierbei besteht die Gefahr, daß der Nutzer mit Sollwertanhebung bei erhöhten Verbräuchen reagiert.

Hinweise zur Thermostatventilauslegung (3):

Auslegungsempfehlungen (für den Fachmann):

- Auslegungs-P-Bereich: 1-1,5 K
- Ventilautorität: $a_v = 0,5$ Zielwert
 $a_v = 0,3 \dots 0,7$ Grenzwerte
- Minimaler Auslegungsdifferenzdruck am Thermostatventil:

$$\Delta p_{v100} \leq 2,5 \text{ kPa}$$

- Auslegungsspreizung: 65/40 °C
- Geringere Spreizungen und niedrigere Vorlauftemperaturen erhöhen die Heizflächenkosten!
- Annähernd proportionales Regelverhalten durch kleinstmögliche k_{VS} -Werte -Forderungen an die Hersteller.
- Auslegungsvolumenstrom begrenzen.

Hinweise zur Heizlastberechnung (1):

- Erwiesenermaßen ergeben sich nach dem Verfahren der "alten" Wärmebedarfsrechnung: DIN 4701 Probleme bei der Auslegung von Raumheizflächen.
- Problematisch ist die Schnellaufheizung nach Absenkphasen (insbesondere in gleichzeitig genutzten Wohn-/Schlafräumen) und nach einer längeren Lüftungsphase (auch bei "nur" gekippten Fenstern). Die Problematik wächst mit sinkendem Außentemperaturen.
- In nahwärmeversorgten Gebäuden ist diese Problematik sehr viel größer als bei konventionell mit Öl-/Gaskesseln versorgten Anlagen!
- Zusätzlich ist die Leistungsbereitstellung für die Trinkwassererwärmung zu berücksichtigen.

Hinweise zur Heizlastberechnung (2):

- Die Problematik, eine Schnellaufheizung über die Anlagentechnik zu ermöglichen ("Verschwendungspotential" s. o.!), kann durch eine angepaßte Nutzung umgangen werden.
- Bereits im Mietvertrag müssen diesbezüglich Hinweise gegeben oder Regelungen getroffen werden. Vergl. auch Urteil des Amtsgerichts Hamburg vom 08. März 1996.
- Die noch nicht verabschiedete EN 12831 ermöglicht die Berechnung von Aufheizzuschlägen.

Hinweise zur Heizlastberechnung (3):

Zielsetzung der folgenden Maßnahmen und Vorschläge ist es, eine ausreichende energiesparende Beheizung unter üblichen, an das NEH angepaßten Betriebsbedingungen zu gewährleisten:

Im Mietvertrag wird ausdrücklich festgehalten, daß eine zentral geregelte Nachtabsenkung nur bis zu einer bestimmten Außentemperatur vorgenommen wird.

Unterhalb dieser Außentemperatur kann der Mieter durch Drosselung der Heizkörperthermostatventile eine eigenverantwortliche Absenkung der Raumtemperatur vornehmen.

Im allgemeinen regeln die Mietverträge eine Mindesttemperatur in den Wohnungen, die durch den Mieter sicherzustellen ist, so daß eine Heraufsetzung dieser Grenztemperatur zu überlegen wäre.

Der Nutzer muß in die Problematik eingewiesen werden. Es muß ihm bewußt sein, daß nach einer bei herkömmlicher Bauart üblichen Temperaturabsenkung eine Schnellaufheizung nicht gewährleistet ist.

Hinweise zur Heizlastberechnung (4):

- Bei maschineller Lüftung, insbesondere bei Abluftanlagen, kann der zur Heizlastberechnung benutzte Volumenstrom des einzelnen Raumes reduziert werden, wenn die Anlage eine derartige Anpassung durch den Nutzer oder automatisch ermöglicht.
- Die Möglichkeit einer verringerten Schwachlüftungsstufe mit automatischer Rückstellung in den (gewählten) Nennbetrieb sollte vorgesehen werden.

Hinweise zur Heizlastberechnung (5):

- Die Heizlastberechnung kann nur eingeschränkt mit der heute verfügbaren PC-Haustechnik-Software durchgeführt werden.
- Die gebäudebezogene Heizlast sollte nicht mit entsprechenden Zuschlägen errechnet werden.

Wärmeverteilsystem und Hilfsenergien:

- kurze Leitungen
- gute Wärmedämmung
- lückenlose Dämmung auch von Pumpen und Armaturen
- Verlegung weitgehend innerhalb der gedämmten Gebäudehülle
- niedrige Rücklauftemperaturen (Brennwerttechnik, Nah- und Fernwärme)
- richtig dimensionierte Querschnitte
- hydraulischer Abgleich
- Zahl der Armaturen so weit wie möglich beschränken

Hydraulischer Abgleich (3):

Ziele:

- Jeder Heizkörper soll im Maximum genau den Durchfluss bekommen der für die jeweils benötigte Heizleistung erforderlich ist.
- Das System und insbesondere die Thermostatventile zusammen mit den Heizflächen sollen möglichst genau und flink regeln.
- Die benötigte Pumpenleistung soll möglichst gering sein:
1 promille-Regel: 100 W Pumpleistung bei 100 kW Kessel

Abgleich:

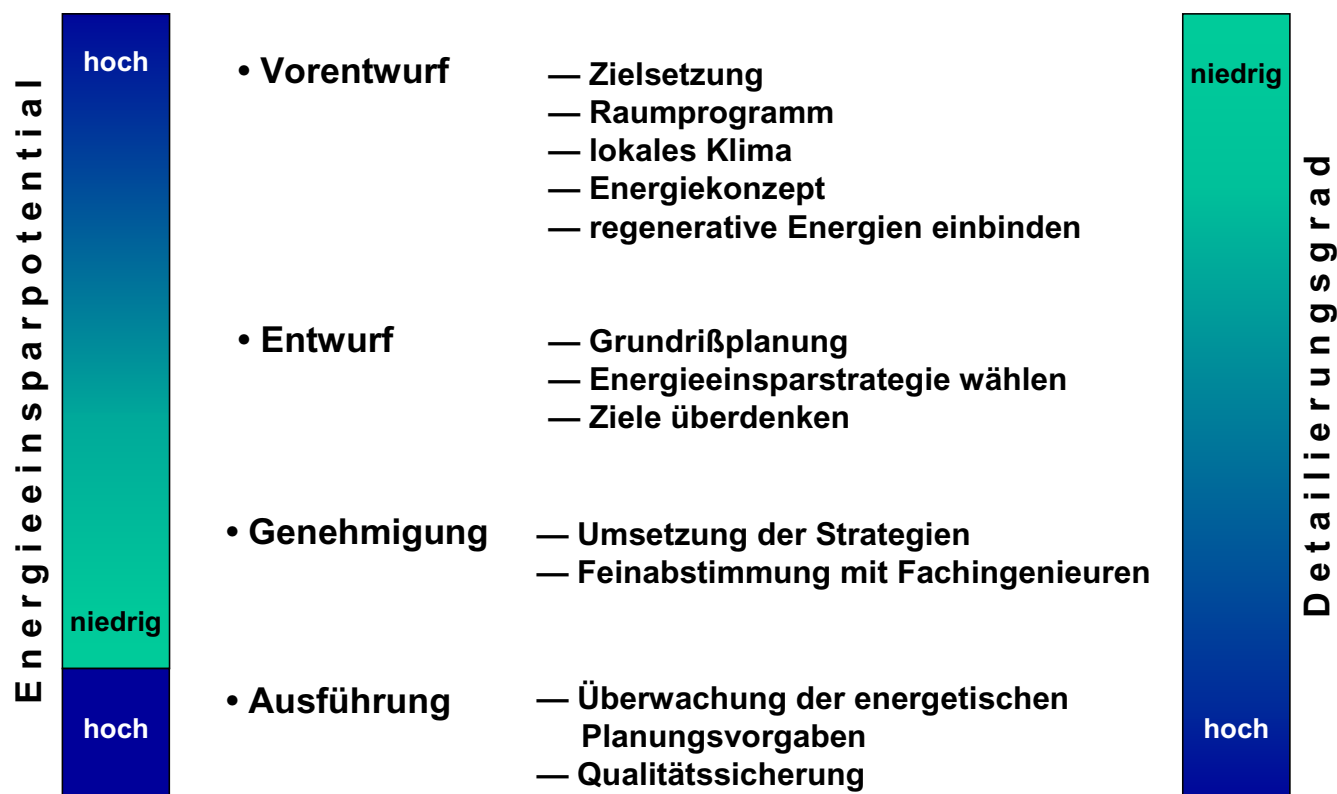
Stufe 1:

- Voreinstellung der Bauteile nach Berechnung
- Voreinstellung der Pumpenförderhöhe

Stufe 2:

- Messtechnische Überprüfung, Dokumentation
- Evtl. Nachjustierung der Voreinstellungen

Planungs- und Bauablauf:



Qualitätssicherung (1):

Qualifizierung und Qualitätssicherung sollten sich zukünftig nicht nur auf den baulichen Bereich beschränken, sondern müssen auf die Heizungs-, Lüftungs- und Regelungstechnik ausgedehnt werden.

1. Der hydraulische Abgleich der heiz- und lüftungstechnischen Anlagen,
1. die Dokumentation der wichtigsten Plandaten und
3. eine dokumentierte Einstellung von:
 - Thermostatventilen,
 - Reglern,
 - Pumpen- und
 - Ventilatoreinstellungen

sind hierfür eine unabdingbare Leistung der ausführenden Firmen.

Qualitätssicherung (2):

Voraussetzungen:

Planungsunterlagen und -daten

- Wärmebedarfsberechnung
- Heizkörperauslegung
- Reglereinstellung
- Rohrnetzberechnung
- Pumpenauslegung
- ggf. Kanalnetzberechnung
- Plandaten für hydraulischen Abgleich

Maßnahmen:

- Blower-Door-Test
- Hydraulischer Abgleich Rohrnetz
- ggf. Hydraulischer Abgleich Kanalnetz
- Dokumentierte Reglereinstellungen
- Dokumentierte Pumpeneinstellungen

Abnahmeprotokolle und ggf. Revision der Unterlagen

Ausblick QS (1):

Die zentralen Forderungen an die künftige Entwicklung der Heizungstechnik wie auch an andere Gewerke der Technischen Gebäudeausrüstung sind:

- Integrierte Planung bei frühzeitiger Kooperation aller am Planungs- und Erstellungsprozeß von Anlagen Beteiligten. Auch die spezifischen Nutzungsanforderungen sind von Beginn an einzubeziehen.
- Auslegung der Heizungsanlagenkomponenten nicht mehr allein nach statischen Berechnungsverfahren (DIN 4701) sondern nach Gesichtspunkten eines dynamischen Heizbetriebes. Im Wohnbau wird sich die Dimensionierung der Wärmeerzeuger künftig nach dem Leistungsbedarf der Warmwasserbereitung richten.

Ausblick QS (2):

- Bei jeglicher Komponentenauswahl sollten Maßstäbe der Wirtschaftlichkeit, der Einsparung und der Emissionsminderung angelegt werden, auch wenn Werbeaussagen von Komponentenherstellern bereits (scheinbar) festgeschriebene Lösungen vorgeben (Beispiel: Heizkörperauslegung 55/45 °C).
- Das umfangreiche Fachwissen des Versorgungs- und Heizungsingenieurs kann auch zukünftig durch nichts ersetzt werden. Verständnis für die anlagentechnischen Zusammenhänge ist notwendiger denn je, um Planungsfehler der Vergangenheit in Zukunft zu vermeiden, zu korrigieren bzw: wiedergutzumachen.
- Drastische Vereinfachung und Rückführung der Funktionsvielfalt von Anlagen und ihrer Komponenten auf einfache und überschaubare Systeme. Dies gilt vor allem für Geräte der Regelungstechnik und für Gebäudeautomationssysteme.

Zusammenfassung integrierte Planung:

Eine größere Zahl von Felduntersuchungen von Neubauten und sanierten Bestandgebäuden in Richtung auf Niedrigenergie-Hausniveau zeigt deutlich auf, dass projektierte Energieeinsparpotentiale nur realisiert werden, wenn

Qualifizierung sowie Qualitätssicherung in Planung und Ausführung sowie eine sachgerechte Nutzerinformation mit der Einführung des Niedrig- bzw. Passivhausstandards im Neubau, gerade aber auch mit Gebäude- sowie Anlagen- und Regelungstechnischen Sanierungsmaßnahmen im Bestand einhergehen.

Quelle: P. Teuber, W. Hohlstein
K. Jagnow, D. Wolff
FH Wolfenbüttel und TWW