

# Checklisten Heizung, Lüftung, Regelung und Warmwasserversorgung

## 1. Integrierte Planung: Checklisten für einzelne Planungsphasen

Der nachfolgende Vorschlag stellt den beispielhaften Ablauf einer integrierten Planung und Ausführung mit Qualitätssicherung "von der Idee bis zum Bezug" für einen Neubau nach EnEV 2002 vor. In der Darstellung wird auf wichtige Eckpunkte für die konventionell abgegrenzten Bereiche der "Gebäudeplanung" und der "Anlagenplanung" hingewiesen.

In bezug auf die Qualitätssicherung bietet die Zusammenführung der jeweiligen Anforderungen für Gebäude- und Anlagentechnik mit Ausweisung eines Jahresendenergiebedarfes für den Nutzer eine größere Transparenz als bisher.

### Vorplanungsphase

Geht man die einzelnen Phasen der Planung und Ausführung nacheinander durch, so kann man feststellen, dass die wichtigsten Entscheidungen bereits in der Phase der Grundlagenermittlung und Vorentwurfsplanung gefällt werden müssen. Die volle Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Energieeinsparung können nur erreicht werden, wenn sehr frühzeitig im Planungsprozess wärmeschutztechnische Fragestellungen erörtert und von den Verantwortlichen entsprechend berücksichtigt werden. Im Gegensatz zur bisherigen Handhabung müssen auch Belange der Anlagentechnik und Wechselwirkungen mit der Gebäudetechnik erörtert werden. Es kann noch sehr wirkungsvoll in den Planungsprozess eingegriffen werden, daher müssen für den weiteren Planungsablauf grundlegende Entscheidungen getroffen werden. Erfahrungen haben gezeigt, dass Versäumnisse in der Vorentwurfsplanung zu erheblichen Mehrkosten führen können.

Tabelle -1 bietet die wesentlichen Entscheidungen, die bereits in dieser Planungsphase getroffen werden müssen.

Gebäudetechnik		Anlagentechnik
Lokales Klima? Typische örtliche Architektur?	Standort	Örtliches Versorgungskonzept vorhanden?
Kompaktheitsgrad? Form? Aufbau?	Hülle	
	Energieträger	Für oder gegen Solartechnik? Für oder gegen regenerative Energie? Mit oder ohne Bevorratung von Brennstoff?
Einbindung in die Grundrissplanung und Gesamtarchitektur?	Heizraum	Heizraum nötig? Vielleicht später?
Einbindung der Solaranlage in die Gesamtarchitektur? Fensterlage und -größe?	solare Wärmenutzung	Passiv oder aktiv?
Platz für Schornstein? Einbindung in die Gesamtarchitektur?	Schornstein	Schornstein nötig? Multifunktionaler Schornstein für verschiedene Energieträger?
Vorhandensein von Keller?	Keller	Nutzung als Aufstellort für die Anlagentechnik?
Raum für Speicher?	Speicher	Speicher nötig? Vielleicht später?
Einbindung in die Gesamtarchitektur? Leitungsführung?	Heizanlage im beheizten Bereich	Anordnung der Heizanlage im Gebäude?
Grundrissplanung; Abfolge der Räume; Achtung: erhöhte Dichtheitsanforderungen!	Lüftung	Lüftungsanlage vorhanden? Art?
Leitungsführung? Rückkopplung mit Fenstern? Einbindung in die Gesamtarchitektur?	Wärmeübergabe	Art der Wärmeübergabe?

TABELLE -1 ENTSCHEIDUNGEN DER VORPLANUNGSPHASE

Folgende Fragen sind zu klären:

- Welches Ziel soll bei der Planung und Ausführung des Gebäudes erreicht werden: Geringste Investitions- oder geringste Betriebskosten?
- Wie soll die Primärenergieanforderung der Energieeinsparverordnung erreicht werden: Hochwertiges Gebäude oder hochwertige Anlagentechnik oder beides in wirtschaftlich optimierten Maßen?

Eine Abschätzung, ob die Anforderungen der Energieeinsparverordnung mit diesen Planungswünschen erreicht werden können, sollte bereits hier erfolgen. Am Ende dieser Planungsphase wissen die einzelnen Gewerke grob, wie das durch die EnEV 2002 gesteckte Ziel des maximalen Jahresprimärenergiebedarfes erreicht werden soll. Ein Jahresprimärenergienachweis liegt noch nicht vor. Der Jahresprimärenergiebedarf sollte in diesem Planungsstadium nicht zu knapp erreicht werden. Eine Sicherheit von etwa 20 bis 30 % gegenüber dem Anforderungsniveau kann erforderlich sein, damit die Grundkonzepte in den folgenden Planungsphasen nicht mehr wesentlich umgestoßen werden müssen.

### Entwurfsplanung

Die Entwurfsplanung dient der Optimierung des Wechselspiels zwischen Gebäude und Anlagentechnik. Im Anschluss an die Vorentwurfsplanungsphase arbeiten die einzelnen Gewerke an der "Verfeinerung" der gesteckten groben Ziele. Diese Ausarbeitung erfolgt nach wie vor je nach Gewerk getrennt, der kommunikative Abgleich sollte jedoch immer wieder erfolgen. Vor allem, wenn entweder Anlagentechnik oder Gebäudeplanung wesentliche Änderungen im Konzept vornehmen.

Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn seitens des Versorgungsingenieurs die Wahl des Wärmeerzeugers verändert wird oder von Seiten des Architekten keine Verlegung einer Fußbodenheizung möglich ist usw. Immer dann sollten die Konsequenzen auf das andere Gewerk untersucht werden!

Tabelle -2 führt die in der Entwurfsplanung erforderlichen Aktivitäten auf. Die angegebene Reihenfolge erscheint für den Ablauf der Planung am geeignetsten. Es ist sinnvoll im Zusammenhang mit der architektonischen Planung die Art und Lage der Anlagentechnik zu kennen! Die Rohrnetzauslegung und Erzeugerwahl erfolgt dann nach der endgültigen Planung der Hüllflächen des Gebäudes.

Gebäudetechnik		Anlagentechnik
2. Erstellung von Grundrissen, Schnitten (M1:100) und dem Lageplan; gestalterische Integration der Anlagentechnik	←	1. Spezifikation der Anlagenkomponenten (Warmwasser, Heizung, Lüftung) nach [EnEV]; Festlegung des Konzeptes für die zentrale und dezentrale Temperaturregelung und für die Lüftung
3. Festlegung des Konstruktionstyps von Bauteilen und Schichten zur Wärmedämmung, Luftdichtheit und passiver Solarnutzung		
4. Angabe der U-Werte; Planung von Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrückenwirkungen; Überprüfung der Konstruktionen zur Luft- und Winddichtheit	→	5. Heizlastberechnung und Heizkörperdimensionierung
		6. Rohrnetzberechnung Heizung und Wasser, Kanalnetzberechnung Lüftung, Schall- und Brandschutzberechnungen

TABELLE -2 AKTIVITÄTEN DER ENTWURFSPLANUNG

Am Ende dieser Planungsphase steht der erste vollständige Jahresprimärenergienachweis.

### Genehmigungs- und Ausführungsplanung

Die Genehmigungs- und Ausführungsplanung dient der Umsetzung der theoretischen Berechnungen in reale Bauteile und Anlagenkomponenten und der Prüfung der theoretisch geplanten Komponenten (Gebäude und Anlage!) auf Einsetzbarkeit und Umsetzbarkeit in der Praxis. Im wesentlichen erstellt jedes Gewerk aufgrund der Entwurfsplanung ein Angebot. Feinabstimmungen der Fachingenieure sind unerlässlich, wenn sich die Gewerke untereinander "berühren": wird z.B. ein Regelkonzept von

Seiten der Anlagentechnik geändert, so muss der Jahresheizwärmebedarf ggf. neu berechnet werden. Die in Tabelle -3 genannten Aktivitäten können parallel erfolgen.

Gebäudetechnik		Anlagentechnik
Umsetzung der Prinzipien der Entwurfsplanung in serielle Konstruktionssysteme; konstruktive, detaillierte Durcharbeitung des Wärmeschutzes, der Solarnutzung, der Vermeidung von Wärmebrücken und der Luftdichtheit	↔	Wahl der Anlagenkomponenten eines oder mehrerer Hersteller (Rohre, Kanal, Dämmung, Armaturen, Speicher, Kessel, Regler usw.)
Prüfung, wie Details auf der Baustelle umsetzbar sind		Heizkörper- und Thermostatventil-Auslegung, Pumpenauslegung, hydraulischer Abgleich, Angabe der Reglereinstellung
Detaildarstellung von Bauteilanschlüssen		Detailerstellung von Anlagenkonstruktionen

TABELLE -3 AKTIVITÄTEN DER GENEHMIGUNGS- UND AUSFÜHRUNGSPLANUNG

Begleitend zu dieser Planungsphase steht die Fortschreibung des EnEV-Nachweises mit den real für die Ausführung geplanten Gegebenheiten. Wenn die gewählten Komponenten und Regelstrategien es erfordern, muss der Nachweis überholt werden. An dieser Stelle können auch hersteller- und projektspezifische Daten in die Ermittlung des Jahresprimärenergiebedarfes einfließen. Der Jahresprimärenergiebedarf ist nun rechtlich nachgewiesen. Das Gebäude sollte an dieser Stelle die Anforderungen der EnEV 2002 erfüllen.

### Spätere Planungsphasen

In der Stufe der Bauausführung wird der Vollzug der integrierten Planung gesichert. Große Unterschiede zwischen Planung und Realität sollen durch entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen vermieden werden, siehe Tabelle -4.

Gebäudetechnik		Anlagentechnik
... der beteiligten Gewerke: Rohbauer, Trockenbauer, Fensterbauer	Qualifizierung	... der beteiligten Gewerke: Heizung- und Lüftungsbauer, Gas- und Wasserinstallateure
korrekte Baustoffwahl; Dämmqualitäten und -dicken; Ausführung der Luftdichtheit (Blower Door Test) und Minimierung von Wärmebrückenwirkungen	Überwachung	korrekte Auswahl der Komponenten; Ausführung der Leitungsführung und -dämmung; Einstellung der Regler, Thermostatventile, Pumpen
Fotografie später nicht sichtbarer Gegebenheiten	Dokumentation, Abnahmeprotokolle	hydraulischer Abgleich; Reglereinstellungen; Thermostatventilvoreinstellungen; Pumpeneinstellungen; Fotografie von später nicht mehr zugänglichen Leitungen und sonstigen wichtigen Gegebenheiten

TABELLE -4 VERGABE, OBJEKTERSTELLUNG, ABNAHME, DOKUMENTATION

Zur Sicherung der sachgerechten Nutzung sollten neben den Beschreibungen für Gebäude und Anlage auch Betriebsanleitungen, Wartungsanleitungen, Bedienungsanleitungen erstellt werden und die Nutzer über das Verhalten im Niedrigenergiehaus informiert werden. Der Energiebedarfsausweis für das Gebäude nach § 13 der EnEV wird – einmalig nach Objekterstellung ausgestellt.

## 2. Checklisten: Qualitätssicherung der Planung, Ausführung und Nutzung

Ziel einer "ehrlichen" Energieeinsparung ist – unabhängig von der EnEV - einen echter Niedrigenergiestandard im Neubau und Bestand zu erreichen. Die Umsetzung eines solchen Energiestandards erfordert allerdings eine konsequente Qualitätssicherung, für die Planung, Umsetzung und auch Nutzung des Gebäudes und der Anlagentechnik.

Hinweise zur Qualitätssicherung finden sich jedoch nicht in der Verordnung und den Normen wieder, in der Energiebedarfsbilanz wird davon ausgegangen, dass der Nutzer sich angepasst und äußerst sparsam verhält (Innentemperatur, Luftwechsel, Warmwasserverbrauch, etc.), die Anlagentechnik

optimal hydraulisch und regelungstechnisch ausgeführt ist (keine Überdimensionierung, hydraulischer Abgleich, Wärmedämmung, etc.) und auch die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes qualitativ hochwertig in die Praxis umgesetzt ist (Luftdichtheit, Wärmebrückenminimierung etc.).

Damit der theoretisch bilanzierte Energiebedarf und der reale Energieverbrauch vergleichbar werden, sollte in der Praxis versucht werden, dem oben beschriebenen Ideal der Qualitätssicherung nahe zu kommen.

Im folgenden werden wichtige Hinweise zur Qualitätssicherung im Niedrigenergiegebäude (Neubau und Bestandsmodernisierung) in drei Übersichten zusammengefasst. Dabei werden die drei Stufen: Planung, Ausführung und Nutzung einzeln behandelt. Die Zusammenstellung erhebt sicherlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit, ist aber sicher eine gute Checkliste der wichtigsten Qualitätssicherungsmaßnahmen für ein Niedrigenergiegebäude.

<b>Checkliste Qualitätssicherung Planung</b>	
<b>Allgemeines</b>	
Temperatur im Raum	Nutzeranforderungen untersuchen;
Kühlung und Klimatisierung	Nutzungsprofil untersuchen und ggf. Alternativen zur Kühlung bedenken (sommerlicher Wärmeschutz); dokumentierte und energiesparende Planung der Klima- bzw. Kühlanlage;
<b>Gebäudehülle</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient	bei absehbar hohen Raumtemperaturen erhöhte Dämmmaßnahmen planen; maximale Nutzung von solarer Wärme bei berücksichtigtem sommerlichen Wärmeschutz; Planung der erforderlichen Wärmedämmung nach den Normen
Wärmebrücken	Erstellung eines Konzeptes zur Vermeidung von Wärmebrücken
Dichtheitskonzept	Erstellung eines Luftdichtheitskonzeptes
<b>Lüftungsanlage</b>	
Systemwahl	Auswahl des Typs (Abluftanlage, Zuluft- und Abluftanlage, usw.) in Absprache mit dem Bauherrn; Wirtschaftlichkeit und hygienische Gesichtspunkte bedenken;
Komponenten	Dokumentierte Dimensionierung für alle Komponenten;
Verteilnetz	insgesamt kurze Leitungen planen; Verlegung überwiegend im beheizten Bereich planen; hohe Wärmedämmung innerhalb und außerhalb des beheizten Bereiches vorsehen; dokumentierte Dimensionierung und berechneter hydraulischer Abgleich des Verteilnetzes; im Bestand auch überschlägige Berechnungen sinnvoll; Einstellwerte für die Ventilatoren ermitteln und dokumentieren;
<b>Heizungsanlage</b>	
Regelung	Abstimmung der Regelung für Heizung und Lüftung; Dokumentation der geplanten Absenkezeiten und Vor- bzw. Rücklauftemperaturen; geplante Heizkurveneinstellung dokumentieren; Dokumentation der geplanten Maßnahmen oder Regelstrategien für die Schnellaufheizung von Räumen; besondere Maßnahmen in Räumen mit wechselnder Nutzung: 2. Heizkörper, größer ausgelegte Heizflächen, zeitweise Vorlauftemperaturenanhebung;
Temperaturniveau der Heizung	Anforderungen des Wärmeerzeugers beachten; insgesamt niedriges Temperaturniveau mit hohen Spreizungen vorsehen; Nutzerverhalten in den Übergangsjahreszeiten beachten; Auslegungsvorlauftemperaturen größer 60 °C im Geschosswohnungsbau
Heizflächen und Thermostate	Heizflächenbemessung nach Heizlastberechnung; in Zu- und Ablufträumen veränderte Luftwechsel bei der Dimensionierung beachten; Aufheizzuschläge bei der Dimensionierung vermeiden (ggf. Zusatzheizkörper); Wahl der Thermostatventile nach Rohrnetzberechnung; dokumentierte Berechnung der Voreinstellwerte der Thermostatventile; keine Überdimensionierung;
Verteilnetz	insgesamt optimierte, kurze Leitungen planen; Verlegung überwiegend im beheizten Bereich planen; hohe Wärmedämmung innerhalb und außerhalb des beheizten Bereiches vorsehen (doppelte Dämmung im unbeheizten Bereich); Zahl der Armaturen beschränken; dokumentierte Rohrnetzberechnung und hydraulischer Abgleich; im Bestand auch überschlägige Berechnungen sinnvoll; dokumentierte Dimensionierung der Umwälzpumpe;
Speicher	Wärmeverluste durch Planung von Dämmung minimieren (auch im beheizten Bereich); Aufstellung innerhalb des beheizten Bereiches bevorzugen; Speichervolumen so gering wie möglich planen;

Wärmeerzeuger	Einbindung regenerativer Energien planen; Aufstellung des Erzeugers bevorzugt innerhalb des beheizten Bereiches planen; Erzeuger mit geringen Standby-Verlusten und ohne Anforderungen an einen Mindestvolumenstrom wählen; Einbindung der Trinkwarmwasserbereitung wenn möglich vorsehen; dokumentierte Dimensionierung nach Gebäude- und Nutzungsanforderungen; im Bestand auch überschlägige Berechnungen sinnvoll; Überdimensionierung vermeiden; Regelungstechnische und hydraulische Einbindung vor dem Einbau planen und dokumentieren;
<b>Trinkwarmwasserbereitung</b>	
Verteilnetz	Wärmeverluste durch Planung von Dämmung minimieren (auch im beheizten Bereich); Leitungen weitgehend innerhalb des beheizten Bereiches planen; insgesamt kurze Leitungen planen; Zahl der Armaturen beschränken; dokumentierte Dimensionierung der Zirkulationspumpe und Festlegung der Regelstrategie;
Speicher	Wärmeverluste durch Planung von Dämmung minimieren (auch im beheizten Bereich); Aufstellung innerhalb des beheizten Bereiches planen; Speichervolumen so gering wie möglich planen;
Wärmeerzeuger	Einbindung regenerativer Energien planen; Solaranlagen zur Trinkwarmwasserbereitung primärenergetisch anhand des Nutzungsprofils prüfen; Aufstellung bevorzugt innerhalb des beheizten Bereiches planen; Erzeuger mit geringen Standby-Verlusten wählen; dokumentierte Dimensionierung nach Gebäude- und Nutzungsanforderungen; im Bestand auch überschlägige Berechnungen sinnvoll; Überdimensionierung vermeiden; Regelungstechnische und hydraulische Einbindung vor dem Einbau planen und dokumentieren;

TABELLE -1 CHECKLISTE QUALITÄTSSICHERUNG IN DER PLANUNG

<b>Checkliste Qualitätssicherung Ausführung</b>	
Allgemeines	
Kühlung und Klimatisierung	dokumentierte Anlagenausführung;
Gebäudehülle	
Wärmedurchgangskoeffizient	kontrollierte Umsetzung des geplanten Wärmedämmkonzeptes in die Praxis
Wärmebrücken	kontrollierte Umsetzung des geplanten Konzeptes zur Minimierung von Wärmebrücken in die Praxis
Luftdichtheit	kontrollierte Umsetzung des geplanten Dichtheitskonzeptes; Blower Door Test;
Lüftungsanlage	
Verteilnetz	dokumentierte Umsetzung des geplanten hydraulischen Abgleichs; ggf. Messungen; dokumentierter Einbau der Leitungsdämmung (auch der Armaturen und Pumpen); dokumentierter Einbau und Einstellung der Ventilatoren;
Wärmeerzeuger	gewissenhafte Umsetzung der Dämmung unabhängig vom Aufstellort;
Heizungsanlage	
Reglereinstellung	Dokumentation der eingestellten Heizgrenztemperatur, der Vor- und Rücklauf-temperaturen und von Absenkphasen;
Heizflächen und Thermostate	dokumentierter Einbau der geplanten Heizflächen und Thermostatventile; Umsetzung der geplanten Voreinstellungen für die Thermostatventile;
Verteilnetz	dokumentierte Umsetzung des geplanten hydraulischen Abgleichs; ggf. Messungen; dokumentierter Einbau der Leitungsdämmung (auch der Armaturen und Pumpen) ; dokumentierter Einbau und Einstellung der Pumpe;
Speicher	gewissenhafte Umsetzung der Dämmung (auch von Armaturen und Pumpen);
Wärmeerzeugung	gewissenhafte Umsetzung der Dämmung unabhängig vom Aufstellort; Dokumentation einer ggf. nötigen Leistungsanpassung;
Trinkwarmwasserbereitung	
Verteilnetz	dokumentierter Einbau der Leitungsdämmung (auch der Armaturen und Pumpen); dokumentierte Einstellung der Zirkulationspumpe bzw. deren Regelung
Speicher	gewissenhafte Umsetzung der Dämmung (auch von Armaturen und Pumpen);
Wärmeerzeugung	gewissenhafte Umsetzung der Dämmung;

TABELLE -2 CHECKLISTE QUALITÄTSSICHERUNG IN DER AUSFÜHRUNG

Allgemeines	
Temperatur im Raum	Nutzerinformation über Einfluss auf Energiekosten;
Kühlung und Klimatisierung	Einweisung der Nutzer in das Verhalten innerhalb gekühlter, klimatisierter Räume; Energieverbrauch einer Klimatisierung verdeutlichen;
Heizkostenabrechnung	Heizkostenabrechnung über Fläche kann sinnvoll sein; Nutzer müssen über Vor- und Nachteile aufgeklärt werden;
Lüftungsanlage	
Lüftungsverhalten und Fensteröffnungszeiten	Nutzerinformation über "richtiges Lüften" und Einfluss der Lüftung auf Energiekosten;
Lüftungsanlage	Nutzerinformation über Bedienung;
Heizungsanlage	
Schnellaufheizung nach Absenkenphasen	Einweisung der Nutzer in die Problematik Schnellaufheizung;
Thermostatventile	Nutzinformation über Umgang und Funktionsprinzip von Thermostatventilen;
Temperatur der Heizflächen	Nutzerinformation über das Temperaturniveau in den Übergangsjahreszeiten;
Trinkwarmwasserbereitung	
Nutzenergie	Nutzerinformation über Einfluss auf Energiekosten;
Zirkulation	Information der Nutzer über die Effekte einer Zirkulationsunterbrechung;

TABELLE -3 CHECKLISTE QUALITÄTSSICHERUNG IN DER NUTZUNG

### 3. Checkliste: Anlagentechnik im Neubau und Bestand

Die heutige Planung befasst sich primär mit der Wahl der Art der Technik, leider immer weniger mit der richtigen Dimensionierung. Die für die Umsetzung verantwortliche Ausführung scheitert an fehlenden Planvorgaben.

Eine weitere Checkliste zum Thema Heizungsanlagen, aber auch Trinkwarmwasser- und Lüftungsanlagen wird daher nachfolgend vorgestellt. Schwerpunkt ist die Optimierung von Technik zur Qualitätsverbesserung (Energie, Komfort). Es wird dabei in neue und bestehende Anlagen unterschieden, weil der Handlungsspielraum für eine Technikoptimierung im Bestand sehr viel geringer ist.

Es wird weiterhin nach Art der Qualitätsmerkmale unterschieden.

- Hinter der "materiellen" Qualität verbirgt sich in der Regel eine Neuinvestition in Technik. Die materielle Qualität zu verbessern bedeutet beispielsweise, qualitativ hochwertige Komponenten (Wärmeerzeuger, Pumpen, Wärmeübergabeinheiten, Leitungsdämmung usw.) zu wählen.
- Die "immaterielle" Qualität zielt hingegen oft auf die Verbesserung des Bestehenden oder den optimalen Betriebseinsatz der Komponenten ab. Die immaterielle Qualität einer Anlage zu verbessern kostet in der Regel nichts als ein wenig Überlegung und Planung. Hierunter wäre beispielsweise zu verstehen, die Technikkomponenten richtig zu bemessen und Leistungen in der Praxis zu begrenzen, die vorhandene Regelung und Hydraulik wirklich einzustellen, usw.

Im Neubau umfasst die Qualitätssicherung beide Arten von Merkmalen. Eine nachträgliche Qualitätssicherung im Bestand kann dagegen häufig nur die immateriellen (nicht oder gering investiven) Merkmale verbessern.

Komponente	Qualität	Neubau	Bestand
Erzeuger	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Einbindung regenerativer Energien prüfen</li> <li>▫ Brennwerttechnik ist Stand der Technik</li> <li>▫ Einbindung der zentralen Trinkwarmwasserbereitung vorsehen</li> <li>▫ Erzeuger mit geringen Bereitschaftsverlusten und hoher Effizienz der Umwandlung wählen</li> <li>▫ Kessel ohne Mindestumlauf mit großem Wasserinhalt und mit geringem hydraulischen Widerstand bevorzugen</li> <li>▫ Wärmeerzeuger mit integrierten (nicht einstellbaren) Pumpen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ ggf. Nachrüstung einer zentralen Trinkwarmwasserbereitung</li> <li>▫ ggf. nachträgliche Dämmung von Kesseln zur Verminderung der Bereitschaftsverluste</li> </ul>
	immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ einfache Konzepte (vor allem bei mehr als einem Wärmeerzeuger) wählen</li> <li>▫ Dimensionierung nach Gebäude- und Nutzungsanforderungen</li> <li>▫ Überdimensionierung vermeiden</li> <li>▫ Begrenzung der berechneten Leistung</li> <li>▫ Aufstellort innerhalb des beheizten Bereiches bevorzugen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ überschlägige Dimensionierung nach Gebäude- und Nutzungsanforderungen</li> <li>▫ Begrenzung der berechneten Leistung</li> </ul>
Verteilnetz und Speicher	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ zugängliche zentrale (und dezentrale) Armaturen sind zu dämmen – vor allem im unbeheizten Bereich</li> <li>▫ auf den Einbau von Einrohrheizungen ist zu verzichten</li> <li>▫ Leitungen sind zu dämmen, auch innerhalb des beheizten Bereiches mit möglichst voller Dämmstärke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ ggf. nachträgliche Dämmung des Speichers bzw. der Anschlüsse und Durchdringungen sowie vorhandener, zugänglicher Leitungen</li> <li>▫ bei großen Durchmessern doppelte Dämmung vorsehen</li> <li>▫ nachträgliche Dämmung der Verteilleitungen in Einrohrheizsystemen</li> <li>▫ ist dies unmöglich, sollte über eine Umstellung auf Zweirohrheizung nachgedacht werden</li> </ul>
	immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ dokumentierte Berechnung und Umsetzung des hydraulischen Abgleichs</li> <li>▫ zentrale Einrichtungen zur Differenzdruckregelung sollen die zentralen Festwiderstände (Erzeuger, Filter, etc.) nicht mit regeln</li> <li>▫ Speicher so klein wie möglich und gut gedämmt wählen</li> <li>▫ Aufstellort des Speichers möglichst im beheizten Bereich</li> <li>▫ im Fußbodenaufbau verlegte Rohrleitungen sollten oberhalb der Dämmebene angeordnet werden</li> <li>▫ Wärmeverluste von Anbindeleitungen sollten möglichst vollständig in dem Raum anfallen, in dem der betreffende Heizkörper angeordnet ist</li> <li>▫ Verlegung im beheizten Bereich und mit kurzen Verlegewegen ist anzustreben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ vorhandene Netze sollten (zumindest überschlägig) berechnet und hydraulisch abgeglichen werden.</li> </ul>
Pumpe	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ keine geregelten Pumpen in Anlagen mit Überströmeinrichtungen vorsehen</li> <li>▫ Netze mit konstanten Volumenströmen erfordern keine geregelten Pumpen</li> <li>▫ ggf. Pumpen mit externen Messaufnehmern zur Differenzdruckregelung vorsehen</li> <li>▫ Hocheffizienzpumpen (EC-Pumpen) bevorzugen</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ die Pumpenwahl erfordert eine Rohrnetzberechnung</li> <li>▫ Verzicht auf den Einsatz geregelter Pumpen, wenn deren Leistungsaufnahme im Jahresmittel höher ist als die einer ungeregelten Pumpe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Pumpenwahl nach (überschlägiger) Rohrnetzberechnung</li> <li>▫ Ersetzen vorhandener (ungeregelte) Pumpen durch neue (geregelt), wenn deren Leistungsaufnahme im Jahresmittel geringer ist</li> </ul>
	immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ die benötigte Druckförderhöhe der Pumpe sowie die vorgesehene Regelungsart muss eingestellt werden</li> <li>▫ Überdimensionierung vermeiden (auch bei Regelpumpen)</li> </ul>	
zentrale Regelung	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ in Mehrfamilienwohngebäuden sollten Auslegungsvorlauftemperaturen von etwa 65 ... 75 °C angestrebt werden, um Nutzerbeschwerden entgegenzuwirken. Damit werden auch nahe der Heizgrenze (10 ... 15 °C) noch Vorlauftemperaturen am Heizkörper nahe der Körperoberflächentemperatur (33 ... 35 °C) erreicht.</li> <li>▫ Brennwertkessel in Anlagen mit Anforderungen an einen Mindestvolumenstrom (Überströmeinrichtungen vorhanden) sollten Auslegungsvorlauftemperaturen ≤ 70 °C eingestellt werden, damit an etwa 95 % aller Heiztage eine Vorlauf-temperatur ≤ 55 °C erreicht wird (Brennwertnutzung).</li> <li>▫ die zentrale Vorregelung erfolgt witterungsgeführt anhand der Außentemperatur, eine lastabhängig geregelte Vorlauf-temperatur sollte wegen des möglichen Verschwendungspotentials nicht (oder nur kurzzeitig) höher als der nach Außentemperatur erforderlich sein</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Regler mit exponentieller Berechnung der Heizkurve sollten bevorzugt werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ nach einer baulichen Modernisierung muss die Vorlauf-temperatur (und/oder die Netz-volumenströme) angepasst werden</li> </ul>
	immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ am Regler sollte eine Heizgrenze von beispielsweise 15 °C (ggf. unter Berücksichtigung einer Dämpfung) einstellbar sein und eingestellt werden.</li> <li>▫ eine Nachtabschaltung, oder -senkung sollte wegen der damit verbundenen Wiederaufheizung nicht bei extrem niedrigen Außentemperaturen erfolgen</li> <li>▫ die geplante Vorlauf-temperatur muss am Regler eingestellt und dokumentiert werden</li> <li>▫ Wiederaufheizung mit kurzzeitig erhöhten Vorlauf-temperaturen oder in größeren, gemischt genutzten Räumen (Wohn- und Schlafräumen) durch zeitgesteuerte Zusatzheizkörper vorsehen</li> </ul>	
Heizflä- chen	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Aufheizzuschläge bei der Dimensionierung vermeiden (ggf. Zusatzheizkörper oder eine temporäre Vorlauf-temperaturerhöhung vorsehen)</li> <li>▫ in Anlagen mit Mindestvolumenstrom sollten Heizkörper auf einen hohen Volumenstrom (geringere Spreizung) ausgelegt werden, um das Überströmen zu mindern</li> <li>▫ der Einsatz von Ventilheizkörpern mit stark überdimensionierten THKV sollte vermieden werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ stark von der mittleren Dimensionierung abweichende vorhandene Heizkörper sind ggf. auszutauschen, damit das Temperaturniveau insgesamt angepasst werden kann</li> <li>▫ sehr große Heizkörper von auf Zweirohrbeheizung umgestellten Einrohrsystemen sind i.d.R. auszutauschen</li> </ul>
		immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ die Heizflächenbemessung erfordert eine Heizlastberechnung</li> <li>▫ bei Einsatz von Lüftungsanlagen sind in Zu- und Ablufträumen veränderte Luftwechsel bei der Dimensionierung zu beachten</li> <li>▫ die Wahl des optimalen Temperaturniveaus erfordert einen Kompromiss, damit Regelbarkeit, Behaglichkeit und Wärmeverluste der Verteilung sowie Anforderungen des Erzeugers und der Heizkostenerfassung erfüllt werden</li> </ul>

dezentrale Regelung	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Wahl der dezentralen Regler (i.d.R. THKV) anhand der Rohrnetzberechnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ vorhandene, nicht einstellbare THKV sind durch einstellbare (bzw. elektronische oder selbsttätig abgleichende mit integrierter Differenzdruckregelung) zu ersetzen</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ THKV sollen einstellbar sein, Voreinstellungen sind Rücklaufverschraubungen vorzuziehen (Nachvollziehbarkeit der Einstellung)</li> <li>▫ alternativ Einsatz elektronischer Regler oder selbsttätig abgleichender Ventile mit integrierter Differenzdruckregelung</li> </ul>	
	immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ eine Durchflussbegrenzung durch angepasste Dimensionierung (begrenzt durch das Angebot am Markt), Hubbegrenzung (begrenzt durch das Angebot am Markt) oder Voreinstellung ist vorzusehen</li> <li>▫ die Einstellung der THKV (bzw. des gesamten hydraulischen Abgleichs) erfordert eine Dokumentation</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Ventile sollen so klein gewählt werden, dass möglichst wenig Voreinstellung nötig wird</li> </ul>			
Trinkwarmwasserbereitung	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ es gelten die Aussagen zur Dämmung und Verlegung sowie zu installierten Leitungslängen und Speichern analog den Empfehlungen für Heizungsverteilstetze Solaranlagen zur Trinkwarmwasserbereitung sind primärenergetisch anhand des Nutzungsprofils zu prüfen</li> </ul>	
	immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ in Netzen mit Zirkulation ist die tägliche Zirkulationsdauer unter Beachtung der hygienischen Belange durch eine entsprechende Regelung zu begrenzen</li> <li>▫ der hydraulische Abgleich der Zirkulation ist durchzuführen</li> </ul>	
Lüftungsanlage	materiell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ hydraulischer Abgleich der Lüftungsanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ nachträglicher hydraulischer Abgleich der Lüftungsanlage</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Abstimmung der Regelung von Heizungs- und Lüftungsanlage aufeinander</li> <li>▫ verringerte Lüftungsstufe (Schwachlüftung) mit automatischer Rückstellung in den Nennbetrieb in der Aufheizzeit nach einer Heizungsabsenkung</li> </ul>	
	immateriell	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ dokumentierte Dimensionierung aller Komponenten, v.a. der Ventilatoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ nachträgliche Anpassung der Ventilatorleistung</li> </ul>
weitere Merkmale		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Verminderung des nicht regenerativen Fremdwärmeeintrags in den beheizten Bereich durch Wahl hochwertiger elektrischer Antriebe</li> </ul>	

TABELLE -4 CHECKLISTE NEUBAU UND BESTAND

#### 4. Checklisten: Nutzerverhalten

Checklisten zum Nutzerverhalten sind von verschiedenen Quellen (Verbraucherzentralen, Hersteller usw.) erhältlich. In diesem Abschnitt sollen Regeln für das Nutzerverhalten aufgestellt werden, die speziell auf Gebäude mit einerseits nicht optimierter und andererseits optimierter Anlagentechnik zugeschnitten sind.

Unter einer Optimierung ist zu verstehen: der hydraulische Abgleich einer Heizungsanlage (Voreinstellung der Thermostatventile, Rücklaufverschraubungen o.ä.), Einstellung von Pumpe und Regelung (Vorlauftemperatur, Absenkphasen). Diese Optimierung ist in der Mehrzahl der Gebäude heute leider nicht vorhanden, wird aber zunehmend zu einem Marktsegment.

Der Nutzer muss in jedem Fall in den Prozess der Optimierung eingeschaltet werden. Letztendlich passiert bei dieser Art der (nachträglichen) Qualitätssicherung Folgendes: die mögliche Leistungsabgabe der Heizkörper wird eingeschränkt, um eine Energieverschwendung zu verhindern und am besten wirklich zu vermindern.

War es den Mietern vorher sowieso zu warm oder haben sie die Verschwendung nicht gemerkt, dann wird es dabei auch keine Beschwerden geben. Fühlen sie sich aber nun in ihrem Handeln eingeschränkt (weil es auf einmal nicht mehr 25 °C! warm wird), herrscht Pflicht zur Aufklärung. Die resultierenden Mieterbeschwerden führen sonst im schlimmsten Fall dazu, dass der Hausmeister die durchgeführte Optimierung wieder rückgängig macht.

Bei Nutzern, die auch vor der Optimierung schon sparsam mit Energie umgegangen sind, wird durch die Aufklärung der Nutzer der Effekt der Anlagenoptimierung entscheidend unterstützt. Ohne Mitwirken der Nutzer beschränkt sich der Einspareffekt in diesen Gebäuden sonst vielfach nur auf die Effizienzverbesserung der Wärmebereitstellung. Im Klartext: wenn die Nutzer vorher schon keine Energieverschwender waren, dann kann man durch den hydraulischen Abgleich auch keine großen Energiemengen einsparen.

Es sollte für alle Nutzer eine Aufklärung über folgende Grundsätze und Zusammenhänge erfolgen:

- Werte für typische Raumtemperaturen und Einfluss der Raumtemperatur auf die Heizkosten,
- Information über richtiges Lüftungsverhalten und Einfluss der Lüftung auf die Heizkosten,
- Verhalten während des eingeschränkten Heizbetriebs (starke Raumauskühlung durch Dauerlüftung vermeiden) und während der Schnellaufheizung danach (möglichst keine Lüftung),
- Information über die richtige Bedienung der Heizungsregelung (sofern notwendig), der Lüftungsanlage (sofern vorhanden) und der dezentralen Regelung (Thermostatventile etc.),
- Aufklärung über die Vor- und Rücklauftemperaturen im Winter (geringe Rücklauftemperaturen sind ggf. geplant) und in der Übergangsjahreszeit (Vorlauftemperaturen am Heizkörper unter Hautoberflächentemperatur),
- Information über Zirkulation und Zirkulationsunterbrechung der Trinkwarmwasserverteilung,
- Vor- und Nachteile der flächen- und der verbrauchsbezogenen Heizkostenabrechnung.

Eine mögliche Handlungsanweisung für Nutzer von Gebäuden vor und nach einer Qualitätssicherung ist in Tabelle 5 wiedergegeben. In jedem Fall ist durch ausreichende Kommunikation Beschwerden vorzubeugen. Ein akzeptierter, objektiver Ansprechpartner sollte benannt werden.

Gebäude ohne Qualitätssicherung	Gebäude mit teilweiser oder vollständiger Qualitätssicherung
<p>Wenn eine Qualitätssicherung der Anlage nicht möglich ist, weil finanzielle Mittel zur Nachrüstung von einstellbaren Thermostatventilen fehlen, eine Temperaturanpassung im System erst nach Austausch einiger Heizkörper möglich ist, die Heizzeit nicht verkürzt werden kann, solange das System nicht abgeglichen ist, können folgende Nutzerinformationen zu einer Verbrauchsminderung führen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufklärung über richtiges Lüftungsverhalten, um zu vermeiden, dass das angebotene Verschwendungspotential genutzt wird.</li> <li>▪ Hinweise, die Thermostatventile in der Nacht manuell herunterzulegen, weil die zentrale Temperaturabsenkung ohne den hydraulischen Abgleich und die korrekte Heizkurveneinstellung energetisch unwirksam ist.</li> <li>▪ Manuelles Abstellen aller Heizkörper auf Frostschutzbetrieb, bei Außentemperaturen oberhalb von 15 °C, um ein ungewolltes Durchströmen des Netzes sowie Ablüften zu vermeiden.</li> </ul>	<p>Wenn die Qualitätssicherung der Anlagentechnik gewährleistet ist, bedeutet dies eine Begrenzung des Verschwendungspotentials der Anlage. Ein Mehrverbrauch ist trotzdem wegen der vorhandenen Fremdwärme denkbar. Die Nutzerinformation sieht in diesem Fall wie folgt aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufklärung über richtiges Lüftungsverhalten. Gleichzeitige Information, dass bei Dauerlüftung die Raumtemperatur absinkt und dies kein Fehlverhalten der Anlage ist.</li> <li>▪ Hinweis, dass überhöhte Raumtemperaturen ggf. nicht mehr erreicht werden können.</li> <li>▪ Hinweis, dass die THKV nachts nicht per Hand heruntergestellt werden müssen, weil es eine zentrale Temperaturabsenkung gibt, die auch dafür sorgt, dass das Gebäude morgens auch ohne Nutzereingriff wieder warm wird.</li> <li>▪ Erläuterung der Tatsache, dass die Heizung ab einer Außentemperatur von ca. 15 °C die Anlage selbsttätig abgestellt wird.</li> </ul>

TABELLE -5 REGELN FÜR DIE NUTZUNG

Quelle: K. Jagnow und D. Wolff  
 Manuskript für "Der Energieberater"  
 Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2003-2009