



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



Leitfaden für Energiebedarfsausweise im Nichtwohnungsbau Ausgabe EnEV 2009

Leitfaden für Energiebedarfsausweise im Nichtwohnungsbau Ausgabe EnEV 2009

Auftraggeber

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und
Stadtentwicklung
Krausenstraße 17-20
10117 Berlin**

Verfasser

**Schmidt Reuter
Integrale Planung und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln**

Dezember 2009

Vorwort

zum Leitfaden für Energiebedarfsausweise im Nichtwohnungsbau

Rund ein Drittel des Energieverbrauchs in Deutschland hängt mit der Beheizung und der Warmwasserbereitung in Gebäuden zusammen. Fragen der Ressourceneffizienz und unsere ambitionierten Klimaschutzziele werden ganz wesentlich durch die Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich bestimmt.

Gezielte Investitionen im Neubaubereich sowie bei der Bestandssanierung können helfen, Energieeffizienz zu steigern. Sie verbessern damit auch die Werthaltigkeit und die Zukunftsfähigkeit von Gebäuden. Um Energieeffizienz bei Gebäuden besser erkennbar zu machen, wurden mit der Energieeinsparverordnung 2007 Energieausweise eingeführt. Bei Neubau, Verkauf und Neuvermietung von Immobilien muss eine ganzheitliche Beurteilung der Energieeffizienz erfolgen, Modernisierungsvorschläge unterbreitet und diese Ergebnisse in einem Energieausweis dokumentiert werden. Die

öffentliche Hand soll mit gutem Beispiel vorangehen. In Gebäuden mit öffentlichen Dienstleistungen, hohem Publikumsverkehr und einer Nutzfläche größer als 1000 m² müssen -unabhängig von Verkauf oder Vermietung- die Energieausweise an gut sichtbarer Stelle ausgehängt werden. Bei Nichtwohngebäuden im Bestandsbereich gibt die Energieeinsparverordnung die Möglichkeit, den Energieausweis auf der Grundlage des ermittelten Energieverbrauchs oder nach dem berechneten Energiebedarf auszustellen. Die Ermittlung des Energiebedarfs basiert auf einer energetischen Gesamtbeurteilung durch die Norm DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“. Diese Norm kann den Nutz-, End- und Primärenergiebedarf eines Gebäudes abbilden und kann sowohl für den Neubau als auch für den Bestandsbereich in Bezug genommen werden. Der vorliegende Leitfaden hilft bei der richtigen Anwendung dieser modernen Methode.



Die Bundesregierung hat frühzeitig Energieausweise für die Verfassungsorgane und die Obersten Bundesbehörden in Berlin und Bonn ausstellen lassen. Für die Berliner Regierungsgebäude wurden insgesamt 34 Energiebedarfsausweise vorgelegt. Die Energieausweise wurden sowohl für im Rahmen des Umzugs neu errichtete Gebäude als auch für umfassend sanierte Gebäude erarbeitet. Auch nach den Maßstäben der EnEV 2007 sind die Berliner Regierungsgebäude aus energetischer Sicht hoch effizient. Die Anforderungen der EnEV 2007 werden deutlich unterschritten, obwohl die Baumaßnahmen nach der Wärmeschutzverordnung 1995 zu planen waren. Vergleicht man die im Zusammenhang mit dem Regierungsumzug neu errichteten Gebäude mit den, zum Zeitpunkt der Errichtung noch nicht gültigen Neubauanforderungen aus der aktuellen EnEV 2007, so sind Unterschreitungen von bis zu 50% beim Primärenergiebedarf bzw. bis zu 65% beim Transmissionswärmetransferkoeffizient festzustellen. Neben einem hohen baulichen Wärmeschutz tragen die vorwiegend freie Lüftung, der weitgehende Verzicht auf Kühlung, die energiesparende Beleuchtung und die vorrangige Wärmebereitstellung aus Kraft-Wärme-Kopplung bei beispielhafter Nutzung regenerativer Energien zu diesem positiven Ergebnis bei. Ein Großteil der be-

trachteten Gebäude erfüllt sogar die höheren Anforderungen der EnEV 2009. Damit leistet die Bundesregierung einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz und senkt die Betriebskosten für die eigenen Liegenschaften.

Der vorliegende Leitfaden für die Erstellung von Energiebedarfsausweisen im Nichtwohnungsbau wird nicht nur beim Bund, sondern auch bei Ländern und Kommunen sowie privaten Bauherren und Eigentümern gern als Arbeitshilfe verwendet. Nach dem Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung 2009 wurde der vorliegende Leitfaden an den Anforderungen dieser Vorschrift ausgerichtet und erneuert. Die Anforderungen der neuen EnEV 2009 an Gebäude wurden um durchschnittlich 30 % verschärft. Darüber hinaus wurden methodische Anpassungen umgesetzt, die im vorliegenden Leitfaden bereits ihre Berücksichtigung gefunden haben.

Der vorliegende Leitfaden soll weiterhin öffentlichen wie privaten Bauherren helfen, ihren Pflichten gemäß Energieeinsparverordnung gerecht zu werden.

Günther Hoffmann

Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung
Leiter der Abteilung Bauwesen,
Bauwirtschaft und Bundesbauten

1	Einleitung	7
2	Zieldefinition und Struktur	8
3	Grundlagen	9
4	Beispielgebäude	12
5	Berechnungssystematik	33
6	Modellberechnungen	89
7	Plausibilitätskontrolle	139
8	Modernisierung	144
9	Ergebnisdokumentation	146
10	Anhang	147

Vorwort	3	5.1.5 Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung	43
1 Einleitung	7	5.1.6 Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen	49
2 Zieldefinition und Struktur	8	5.1.7 Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau	57
3 Grundlagen	9	5.1.8 Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau	57
3.1 Inhalte der EnEV	9	5.1.9 Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen	70
3.2 Wesentliche Änderungen der EnEV2009 im Vergleich zur EnEV 2007	11	5.1.10 Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen	74
3.3 Normen und Bekanntmachungen	11	5.1.11 Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten	74
4 Beispielgebäude	12	5.2 Bestandsaufnahme	75
4.1 Schule	14	5.2.1 Hilfsmittel	75
4.2 Betriebsgebäude	20	5.2.2 Erfassungsbogen	76
4.3 Verwaltung	24	5.2.3 Basischeckliste	76
4.4 Geometrie und Gebäudehülle	29	5.2.4 Fotodokumentation und Vorort-Test	77
4.5 Anlagentechnik	29	5.3 Vereinfachungen bei lückenhaften Informationen	77
4.6 Beleuchtung	31	5.3.1 Vereinfachungen entsprechend der Bekanntmachung gemäß § 9 Abs. 2 Satz 3 EnEV	77
4.7 Nutzungsprofile	31	5.3.2 Prioritätenliste	78
5 Berechnungssystematik	33	5.4 Vorgehensweise bei der Bestandsaufnahme am Beispiel der Schule	79
5.1 Schlüsselstellen der DIN V 18599	33	5.4.1 Vorbereitung	79
5.1.1 Aufteilung der DIN V 18599	33		
5.1.2 Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger	34		
5.1.3 Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen	37		
5.1.4 Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung	40		

5.4.1	Anfrage nach folgenden Plan- und Revisionsunterlagen beim Auftraggeber	79	6.1.6.1	Schule 6-Zonenmodell, Turnhalle 4-Zonenmodell	106
5.4.1.2	Versenden der Basischeckliste an den Auftraggeber	79	6.1.6.2	Schule als 1-Zonenmodell	118
5.4.1.3	Sichtung der zugesendeten Unterlagen	80	6.2	Betriebsgebäude	118
5.4.1.4	Scannen und Digitalisierung der Papierpläne durch einen entsprechenden Anbieter in ein CAD-Format	80	6.2.1	Technische Ausstattung Wärmeerzeugung	118
5.4.1.5	Grobeinteilung in Zonen anhand der vorliegenden Pläne	80	6.2.2	Gebäudehülle	119
5.4.2	Ortsbegehung	85	6.2.3	Zonierung	119
5.4.2.1	Vorbereitung	85	6.2.4	Berechnungsergebnisse	119
5.4.3	Vor Ort	85	6.3	Verwaltungsgebäude	130
5.4.4	Festlegung der Zonen	87	6.3.1	Technische Ausstattung	130
5.4.5	Flächen- und Volumenaufnahme	87	6.3.2	Gebäudehülle	131
			6.3.3	Zonierung	131
6	Modellberechnungen	89	7	Plausibilitätskontrolle	139
6.1	Schulgebäude	89	7.1	Handkontrollrechnung	139
6.1.1	Technische Ausstattung	90	7.2	Benchmarkwerte	143
6.1.2	Bauteile der Gebäudehülle	91	8	Modernisierungsempfehlungen	144
6.1.3	Zonierung	91	9	Ergebnisdokumentation	146
6.1.4	Berechnungsablauf	97	10	Anhang	147
6.1.5	Berechnungsgrundlagen und Annahmen	97	10.1	Basischeckliste	147
6.1.5.1	Wärmeerzeugung	105	10.2	Prioritätenliste, Einfluss von Eingabegrößen auf die Ergebnisse	154
6.1.5.2	Warmwasserspeicher	105	10.3	Fotodokumentation/Vorort-Test	158
6.1.6	Berechnungsergebnisse, Musterausweis, Modernisierungsempfehlungen	106			

1. Einleitung

Am 1. Oktober 2009 ist die „Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung“ in Kraft getreten (im folgenden Text EnEV 2009 genannt).

Die EnEV 2007 löst seit dem 01.10.2007 die EnEV 2002 mit ihrer Novellierung aus dem Jahre 2004 ab und ist die Umsetzung der EU-Richtlinie „Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Richtlinie 2002/91/EG)“ aus dem Jahre 2002 in nationales Recht. Seit dem Inkrafttreten der EnEV 2007 wird - in Umsetzung der Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Richtlinie 2002/91 EG) - eine umfassendere energetische Beurteilung von Gebäuden gefordert, insbesondere im Nichtwohnungsbaubereich, in der neben dem Energiebedarf für die Beheizung erhebliche Energiemengen für die Raumkonditionierung, Belüftung und Beleuchtung zu berücksichtigen sind.

Neben der Sicherstellung der energetischen Qualität im Neubaubereich steht damit auch ein wichtiges Beurteilungsinstrument zur Verfügung, um Gebäude im Bestand qualifiziert und nach einem einheitlichen Berechnungsverfahren beurteilen zu können und mögliche Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effizienz zu beurteilen.

Als begleitendes Rechenregelwerk liegt die umfangreiche DIN V 18599 vor, in der die für die Nachweiserbringung erforderlichen Berechnungen ausführlich beschrieben sind und deren Algorithmen in entsprechende Software-Berechnungstools eingeflossen sind. Die Berechnungsverfahren erfordern einen entsprechend großen Umfang detaillierter Eingabedaten, um den geforderten Genauigkeitsanspruch auch erfüllen zu können. Demzufolge konzentriert sich die ingenieurmäßige Tätigkeit zukünftig auch in hohem Maße darauf, die insbesondere im Gebäudebestand oftmals

nur lückenhaft zu beschaffende Eingabeinformation fachgerecht aufzubereiten und ggf. vorhandene Informationslücken durch vereinfachte Verfahren, wie sie die EnEV beispielsweise für die Werte der Gebäudehülle zulässt, zu schließen.

Mit dem vorliegenden Leitfaden wird eine Hilfe für die **Erstellung** von Energieausweisen auf der Grundlage des Energiebedarfs (Energiebedarfsausweis), aber auch für die **Beurteilung** der energetischen Effizienz im Nichtwohnungsbaubereich geschaffen. Der Leitfaden ersetzt nicht den Umgang mit der DIN V 18599.

Er gibt im Wesentlichen strukturelle Hinweise, die einerseits unentbehrlich für die zielgerichtete Erarbeitung des Ausweises bzw. die richtige Interpretation der Ergebnisse sind und enthält andererseits wichtige Hinweise für das Zusammenstellen der erforderlichen Unterlagen, hilft beim Schließen von Informationslücken und beinhaltet Informationen im Hinblick auf die Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse.

Anhand dreier typischer Gebäude (Schule, Betriebshof, Verwaltungsgebäude) werden die wichtigsten Bearbeitungsschritte sowohl für den Neubau als auch für Bestandsgebäude exemplarisch aufgezeigt.

Damit liegt eine wichtige Umsetzungshilfe für den insbesondere bei der Beurteilung von energetischen Verbesserungsmaßnahmen im Gebäudebestand erforderlichen Energiebedarfsausweis vor.

2. Zieldefinition und Struktur

Die Umsetzung der EnEV und die Anwendung der mit ihr verknüpften Rechenregeln stellt eine komplexe Aufgabe für Berater und Planer dar.

Die Eingabemenge, insbesondere an technischer Information, erfordert vom Ersteller neben einer bauphysikalischen Qualifikation auch eine hohe Fachkompetenz in den anlagentechnischen Disziplinen.

Die 10 Teile der knapp 800 Seiten starken DIN V 18599 beschreiben die Berechnungsverfahren der für die Ausweiserstellung erforderlichen Werte für Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen der Verbraucher:

- Heizung
- Kühlung
- Lüftung
- Trinkwarmwasser
- Beleuchtung

sowie den für die Beurteilung erforderlichen Referenzwert.

Für die Verarbeitung des Inputs stehen eine Reihe von EDV-Tools zur Verfügung, die den handwerklichen Part der Ausweiserstellung übernehmen.

Der wichtigste Teil der Ingenieurarbeit konzentriert sich auf Beschaffung, Bewertung und für die EDV-Nutzung richtige Aufbereitung der insbesondere im Bestandsgebäude oftmals nur lückenhaft vorhandenen Dateninformation und später nach Vorlage der Ergebnisse auf die richtige Interpretation und Plausibilitätskontrolle.

Entsprechend dieser Aufgabe erstreckt sich der Inhalt des Leitfadens auf strukturelle Hinweise, die zur Beschaffung der Eingabedaten

und zur Bewertung der Ergebnisse erforderlich sind.

Beispielberechnungen mit einem aktuellen EDV-Tool runden den Inhalt ab, ohne dabei den Anspruch einer Bedienungsanleitung zu erheben.

In dem Sinne enthält der Leitfaden folgende Hinweise:

- Welche Information wird gebraucht?
- Wie und von wem ist diese zu beschaffen (Basischeckliste)?
- Was sind die wichtigsten Eingaben (Prioritätenliste)?
- Wo sind Eingabelücken zulässig, welcher Input ist unabdingbar?
- Wie ist das Ergebnis zu interpretieren?
- Wie mache ich eine Plausibilitätsprüfung?

Der Leitfaden richtet sich in erster Linie an die Ausstellungsberechtigten in Behörden, Bauabteilungen, Ingenieurbüros und die Energieberater – also die Aussteller der Ausweise.

Darüber hinaus ist er eine wichtige Hilfe für Anwender und Nutzer, wenn es darum geht, die Ergebnisse richtig zu interpretieren und beim Vergleich mit den Referenzwerten die ergebnisbeeinflussenden Eingabewerte und deren Sensitivitätseinfluss zu quantifizieren.

3. Grundlagen

Die Grundlage für die Erstellung des Energiebedarfsausweises bildet im Wesentlichen die geltende Fassung der „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV)“, in der die Anwendungsbereiche, die Anforderungen an den Neubaubereich sowie den Gebäudebestand, der genaue Umfang des Energiebedarfsausweises festgelegt und die Ausstellungsberechtigten definiert werden.

Die zur Nachweiserbringung erforderlichen Berechnungsverfahren werden in der DIN V 18599 ausführlich beschrieben.

In den einzelnen Teilen der DIN V 18599 werden wiederum Bezüge zu anderen DIN-Normen und Richtlinien hergestellt, aus denen erforderliche Sekundärinformationen zu entnehmen sind.

Für die Umsetzung der sehr umfangreichen Rechenansätze stehen Softwaretools zur Verfügung, in die die Berechnungsalgorithmen eingearbeitet wurden.

3.1 Inhalte der EnEV

Die nachfolgenden Ausführungen zur EnEV beziehen sich auf die EnEV in der Fassung vom 29. April 2009¹.

Folgendes ist in der EnEV u.a. geregelt:

- Definition von energetischen Mindestanforderungen für den Neubau sowie für die Beurteilung, Modernisierung, Umbau und Erweiterung bestehender Gebäude
- Festlegung von Mindestanforderungen an die energetische Qualität für die

Heizungs-, Kühl-, Raumluftechnik sowie die Warmwasserversorgung

- Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz
- Festlegung von Referenzwerten vergleichbarer Gebäude
- Zusammenfassung der energetischen Kenngrößen in einem Energieausweis
- als Anlage zum Energieausweis Empfehlungen für Modernisierungsmaßnahmen

Neben der Ausstellungspflicht für neu zu errichtende Gebäude muss gemäß § 16 Abs. 3 EnEV in Gebäuden mit mehr als 1.000 m² Nutzfläche, in denen Behörden und sonstige Einrichtungen für eine große Anzahl von Menschen öffentliche Dienstleistungen erbringen und die deshalb von diesen Menschen häufig aufgesucht werden, der Energieausweis seit dem 01.07.09 ausgehängt sein. Die Aushangspflicht besteht unabhängig von einer Neuvermietung oder einem Verkauf des Gebäudes.

Für Nichtwohngebäude, die verkauft, verpachtet, vermietet oder geleast werden sollen, hat der Verkäufer dem potentiellen Käufer oder Mieter seit dem 01.07.09 einen Energieausweis zugänglich zu machen.

Wurde ein Energie- bzw. Wärmebedarfsausweis in einer vor dem 01.10.2007 geltenden Fassung erstellt, gelten diese als Energieausweise im Sinne der § 16 Absatz 1 Satz 3, Absatz 2 und 3. Diese Ausweise haben ebenfalls eine Gültigkeit von 10 Jahren ab dem Tag der Ausstellung. Ein Übertragen der Werte in andere Ausweisformulare (z.B. in Formulare der aktuellen Verordnung) ist nicht erlaubt. Hierfür muss eine Berechnung nach DIN V 18599 erfolgen.

¹ „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV)“ vom 24. Juli 2007 sowie die „Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung“ vom 29. April 2009.

Neu zu errichtende Nichtwohngebäude sind so auszuführen, dass der Jahresprimärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung den Wert des Jahresprimärenergiebedarfes eines Referenzgebäudes mit gleicher Geometrie, Ausrichtung und Nutzung nicht übersteigt.

Darüber hinaus sind die Umfassungsflächen so auszuführen, dass die Höchstwerte für der Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}$ entsprechend der Tabelle 2 Anhang 2 Absatz 1.3 nicht überschritten werden. Zur Berechnung der Kenngrößen sind die entsprechenden Normberechnungsverfahren nach DIN V 18599 anzuwenden. Weiterhin sind Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz einzuhalten.

Bei neu zu errichtenden Gebäuden von mehr als 50 m² Nutzfläche die unter Einsatz von Energie geheizt oder gekühlt werden ist zusätzlich die Einhaltung des Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG²) verpflichtend. Darüber hinaus werden Anforderungen an die Dichtheit, den Mindestluftwechsel sowie Wärmebrücken definiert.

Bei Maßnahmen an bestehenden Gebäuden sind Anforderungen einzuhalten. Diese gelten als erfüllt, wenn die Werte für den Primärenergieverbrauch und die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Hüllfläche die Anforderungen für Neubauten um nicht mehr als 40 % überschreiten. Andernfalls müssen die von der Maßnahme betroffenen Bauteile bestimmte energetische Anforderungen einhalten.

Zur Erleichterung der Umsetzung der Verordnung im Gebäudebestand, wo oftmals

Informationslücken hinsichtlich der baulichen und technischen Qualität des jeweiligen Gebäudes bestehen, ist die Anwendung von Erfahrungswerten zulässig bzw. es liegen Hinweise zur Vereinfachung vor (amtliche Bekanntmachungen gemäß § 9 Abs. 2 und § 18 Abs. 2 EnEV³).

Aus dem Energieausweis gehen folgende Kenngrößen hervor:

- Istwert Primärenergiebedarf
- EnEV-Anforderungswert an den Primärenergiebedarf (Angaben nur Pflicht beim öffentlich-rechtlichen Nachweis)
- Endenergiebedarf unter Angabe der Energieträger für die Bereiche Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Kühlung, Lüftung einschl. Befeuchtung
- Aufteilung des Energiebedarfes in Nutzenergie, Endenergie, Primärenergiebedarf für die unterschiedlichen Verbrauchsbereiche
- CO₂-Emissionen (freiwillige Angabe)
- Bei Neubauten kann zusätzlich der Hinweis auf eventuelle Ersatzmaßnahmen gemäß § 7 Nr. 2 des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz enthalten sein.

3.2 Wesentliche Änderungen der EnEV 2009 im Vergleich zur EnEV 2007

Am 1. Oktober 2009 ist die „Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung“ in Kraft getreten (EnEV 2009). Mit der Novellierung der EnEV wurden im Vergleich zur EnEV 2007 im Wesentlichen folgende Änderungen vorgenommen:

²Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz- EEWärmeG) vom 07. August 2008.

³Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand vom 30. Juli 2009.

- Reduzierung der Obergrenze des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs von Neubauten um durchschnittlich 30%
- Verschärfung der Anforderungen an die Gebäudehülle bei Neubauten um rund 15%
- Einführung der Nachrüstpflicht von Wärmedämmung bei obersten begehbaren Geschossdecken (Pflicht bis spätestens Ende 2011)
- Einführung der Pflicht zur Außerbetriebnahme von Nachtspeicherheizungen
- Einführung von Regelungen zur Verbesserung des Vollzugs der Verordnung (§ 26 a, § 26 b)
- Erweiterung der Gebäudetypen für das vereinfachte Berechnungsverfahren (1-Zonen-Modell)
- Die Anforderungen an die Gebäudehülle werden nicht mehr mit dem spezifischen Transmissionswärmetransferkoeffizienten aufgezeigt sondern in Form eines mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der jeweiligen Bauteile $\bar{U}$ angegeben.

Der im Oktober 2009 neu erschienene „Teil 100“ der DIN V 18599 ist bei Berechnungen nach der EnEV 2009 nicht zu berücksichtigen, weil die Verordnung in dieser Hinsicht statisch auf die Ausgabe „2007-02“ der DIN V 18599 verweist. Allerdings umfasst der „Teil 100“ auch die im Rahmen eines durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung beauftragten Forschungsprojektes⁴ ermittelten zusätzlichen Nutzungsprofile, die nach einer offiziellen Auslegung der für die EnEV zuständigen Länderbehörden als „gesicherter allgemeiner Wissensstand“ angesehen werden können.

3.3 Normen und Bekanntmachungen

Die Berechnung der für die Ausweiserstellung relevanten Kenngrößen erfolgt gemäß DIN V 18599 Teil 1-10 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfes für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung“.

⁴Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Online unter <http://www.bbsr.bund.de> (25.01.10)

4. Beispielgebäude

Die wichtigsten Arbeitsschritte bei der Erstellung des Energieausweises werden an 3 typischen Gebäuden dargestellt. Sie sind repräsentativ für eine Vielzahl von Gebäuden, ohne dabei den Anspruch erheben zu wollen, für jedes Problem in jedem Gebäudetyp die Herangehensweise an die Ausweiserstellung zu zeigen. Insofern beschränkt sich die Auswahl auf zwei Bestandsgebäude, eine Schule sowie ein Betriebsgebäude, und ein Verwaltungsgebäude als Beispiel für einen Neubau, das den Vorteil bietet, dass sämtliche Planungsdaten vorhanden sind. Im Hinblick auf eine große Repräsentativität wurden die Gebäude so gewählt, dass sie alle Elemente, die typischerweise bei der Erstellung der Ausweise zu berücksichtigen sind, enthalten:

- Unterschiedliche Arten der Nutzung (Nutzungsprofile: Büro, Unterrichtsraum...)
- Verschiedene Arten der Raumkonditionierung (Heizung, Lüftung, Beleuchtung...)
- Weitere Kriterien (Glasflächenanteil)

Aus diesen Kriterien ergibt sich die spätere Einteilung in unterschiedliche Zonen nach DIN V 18599, für die jeweils die Berechnungen durchgeführt werden. Bei der Zonendefinition ist darauf zu achten, die Einteilung nicht zu detailliert vorzunehmen, um deren Anzahl nicht zu groß und damit den Berechnungsaufwand zu hoch werden zu lassen. Jede Zone ist exakt geometrisch und technisch zu erfassen und später im Berechnungstool zu verarbeiten. In der DIN V 18599 sind 33 Nutzungsprofile vordefiniert, die für die Erstellung eines Energieausweises zugrunde zu legen sind. Für die Raumkonditionierung sind die exakten technischen Daten individuell zu definieren.

Gleiches gilt für das Kriterium Glasflächenanteil. Theoretisch lässt sich in jedem Gebäude meist eine Vielzahl von Zonen definieren, wobei mit steigender Anzahl nicht unbedingt die Aussagegenauigkeit erhöht wird. In der EnEV und der DIN V 18599 werden daher unter dem Punkt Zonierung Hinweise zur Zonierung gegeben:

- Zusammenfassung von Nutzung Einzelbüro und Gruppenbüro

Der Abschnitt 2.2 der EnEV lässt die Zusammenfassung der Nutzungen 1 (Einzelbüro) und 2 (Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)) gemäß der DIN V 18599 Teil 10 zu.

- Nutzungen, die nicht in der DIN V 18599 enthalten sind

Für den Fall, dass Nutzungen nicht in der DIN V 18599 Teil 10 Tabelle 4 enthalten sind, sieht die EnEV zwei Möglichkeiten vor: Die Verwendung der Nutzung 17 (sonstige Aufenthaltsräume) oder „eine Nutzung auf Grundlage der DIN V 18599-10:2007-02 unter Verwendung gesicherten allgemeinen Wissenstandes individuell bestimmt“ zu verwenden.

Die Auslegung der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz stellt in diesem Zusammenhang klar, dass gemäß EnEV ein neues Nutzungsprofil nur angelegt werden darf, wenn die konkrete Nutzung nicht einer der Nutzungen in Tabelle 4 der DIN V 18599-10:2007-02 zugeordnet werden kann (und damit auch muss).

Beispielsweise ist im nachfolgend dargestellten Betriebsgebäude die Alarmzentrale ein Büroraum mit einer 24 Stunden Nutzung. Diesem Raum wird die Nutzung 2 (Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)) bzw. ge-

mäß Anlage 2 Nr. 2.2 EnEV der Nutzung 1 Einzelbüro zugeordnet.

Ein Beispiel für eine individuelle Nutzung auf Grundlage der DIN V 18599-10: 2007-02 unter Anwendung gesicherten allgemeinen Wissensstandes wäre ein Schwimmbad. Hier ist keine Nutzung in den DIN V 18599-10 enthalten und damit eine Möglichkeit der Erstellung einer individuellen Nutzung gegeben. Wird diese Möglichkeit gewählt, so müssen die gewählten Angaben begründet werden und sind dem Nachweis beizufügen. Als Grundlage für diese Nutzung kann z.B. das Gutachten „Fortschreibung der Nutzungsrandbedingungen für die Berechnung von Nichtwohngebäuden“ (BBSR-Online-Publikation, Nr. 18/2009)⁵ dienen.

- 3 % Regel

3 % Regel bedeutet, dass Zonen mit einem Flächenanteil von nicht mehr als 3 % der gesamten Bezugsfläche eines Gebäudes einer anderen Zone zugeordnet werden können (DIN V 18599-01:2007-02 Kapitel 6.2).

- 1-Zonen-Modell

Unter bestimmten Voraussetzungen (siehe Punkt 3.1.3 EnEV) ist die Berechnung nach einem 1-Zonen-Modell zulässig, unter anderem wenn die Summe der Nettogrundflächen aus der Hauptnutzung und den Verkehrsflächen mehr als zwei Drittel der Nettogrundflächen beträgt. In diesen Fällen ist eine weitere detaillierte Zonierung nicht erforderlich.

- Bearbeitung von mehreren Gebäuden in einer Liegenschaft

Weder das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) noch die EnEV selbst enthalten eine gesetzliche Definition zum Gebäudebegriff. Auch die

bauordnungsrechtlichen Gebäudebegriffe helfen bei der Definition nicht weiter. Zur Abgrenzung von Gebäuden und Gebäudeteilen können bestimmte Umstände als Anhaltspunkte dienen. Eine genaue Definition liegt nicht vor. Hinweise zum Gebäudebegriff enthält die Auslegung der Fachkommission Bautechnik zu § 17 Absatz 3 Satz 1 EnEV 2009 (Ausstellung von Energieausweisen für Wohngebäude).

Häufig bestehen Liegenschaften aus mehreren Gebäuden wie z. B. die Schule mit der daneben stehenden Sporthalle oder ein Krankenhaus mit separat angeordnetem Betriebsgebäude. Vielfach werden diese Gebäude von einer Energiezentrale versorgt.

Hier sollte der Energieausweis gebäudebezogen erstellt werden, da z.B. aufgrund verschiedener Baujahre oder unterschiedlicher technischer Ausstattung eine Bewertung von Modernisierungsmaßnahmen je Gebäude effektiver bzw. gezielter möglich ist.

⁵Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Online unter <http://www.bbsr.bund.de> (25.01.10)

4.1 Schule

Bei der Schule handelt es sich um ein zwei-stöckiges teilunterkellertes Gebäude mit einer Grundfläche von rund 1.000 m² mit einer Sport- und Gymnastikhalle mit einer Grundfläche von ebenfalls 1.000 m².

Die Schule selber besteht aus dem eigentlichen Schulgebäude mit Klassenzimmern und Waschräumen, Lehrerzimmer und einer offenen Pausenhalle.

Neben dem Schulgebäude ist eine freistehende, mit dem Gebäude nicht verbundene Sporthalle angeordnet. Beide Gebäude werden als Einzelgebäude mit einer gemeinsamen Heizungs-zentrale gerechnet.

Durch die damit verbundene Ausstellung von zwei Energieausweisen wird es möglich, auch später einzelne Maßnahmen an nur einem der beiden Gebäude energetisch beurteilen zu können.



Bild 4.1-1:
Außenansicht Schule

**Tabelle 4.1-1: Allgemeine Gebäudedaten
Schule**

Gebäudetyp	Freistehendes Schulgebäude
Nutzung	Schule mit Sporthalle
Baujahr	1979
Dämmstandard	baujahrspezifisch
Anzahl Schüler	200
Standort	Siegburg, Grüner Weg 1
Innenraumtemperatur	19,5 °C
Beheizung	Brennwertkessel – freie Heizkörper
Belüftung	Lüftungsanlage mit WRG



Bild 4.1-2:
Grundriss Erdgeschoss Schule



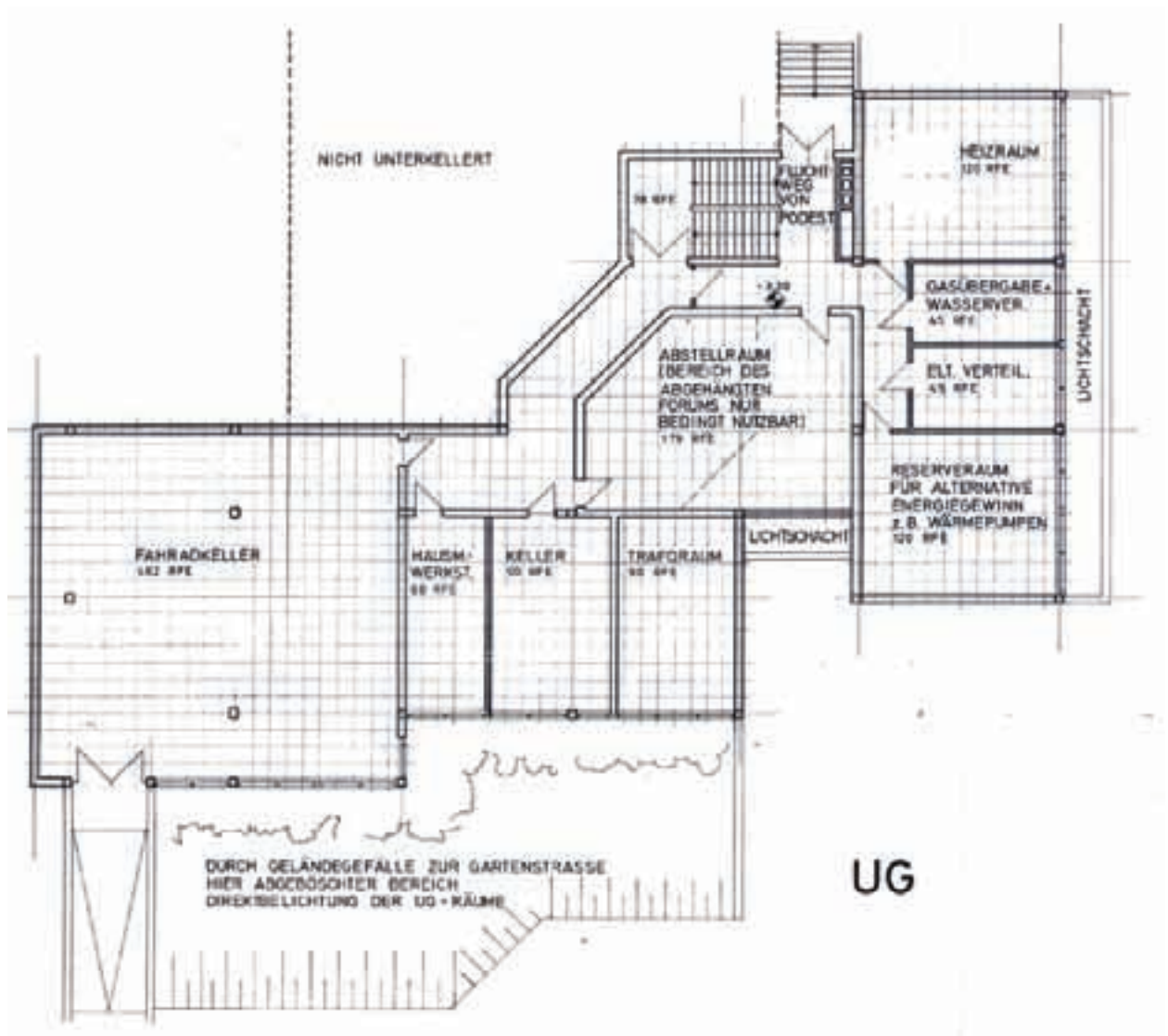


Bild 4.1-4:
Grundriss Untergeschoss Schule

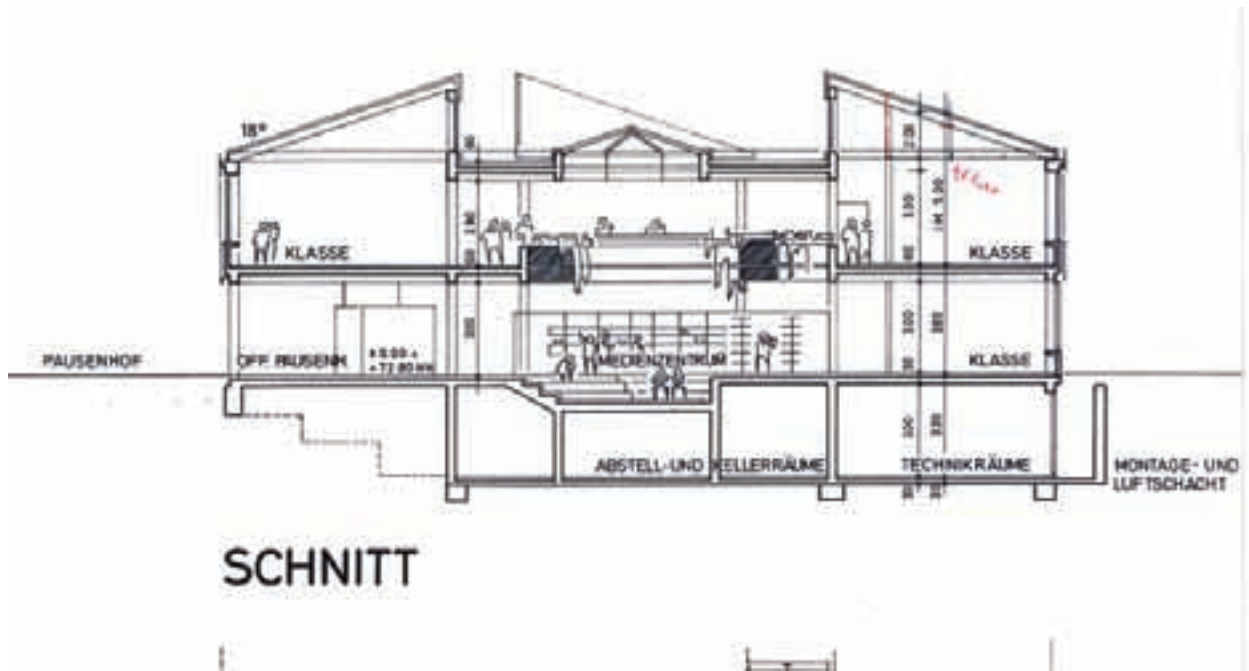


Bild 4.1-6:
Schnitt Schule

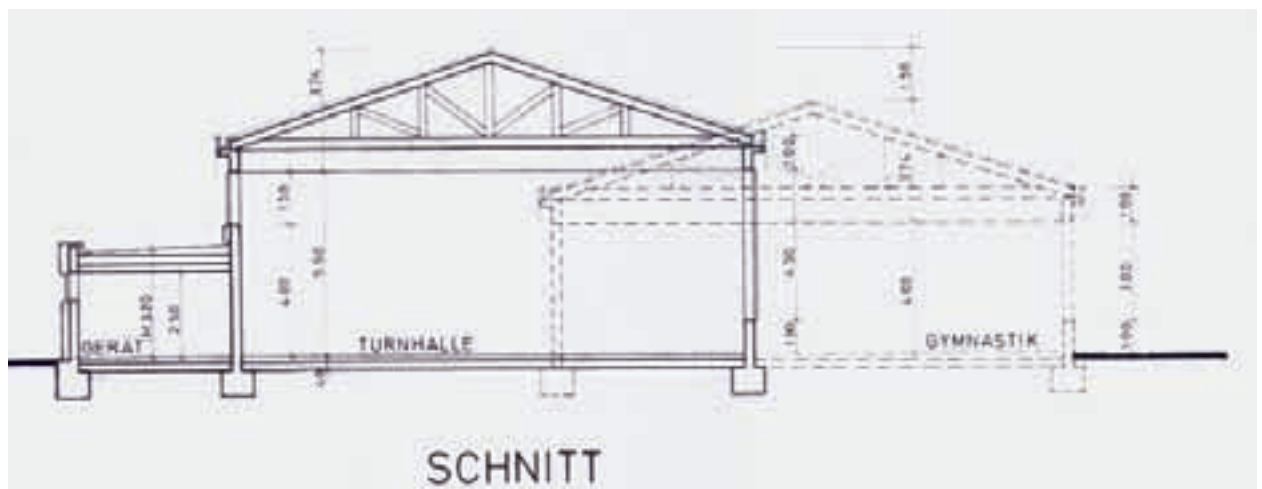


Bild 4.1-7:
Schnitt Sporthalle

4.2 Betriebsgebäude

Das Gebäude mit einer Nettogeschossfläche von ca. 3.700 m² wurde im Jahre 1980 fertiggestellt und wird seitdem als Standort für die örtliche Feuerwehr und dem Rettungsdienst genutzt. Neben Unterstellmöglichkeiten für die Fahrzeuge befinden sich dort Mannschaftsräume und Alarmzentrale.



Bild 4.2-1:
Außenansicht Betriebsgebäude

**Tabelle 4.2-1: Allgemeine Gebäudedaten
Betriebsgebäude**

Gebäudetyp	Betriebsgebäude
Nutzung	Feuerwache
Baujahr	1980
Dämmstandard	baujahrspezifisch
Standort	Siegburg
Innenraumtemperatur	19,5 °C
Beheizung	Gas-Niedertemperaturkessel, Heizkörper
Belüftung	Abluftanlage (teilweise)
Kühlung	Splitgeräte (teilweise)

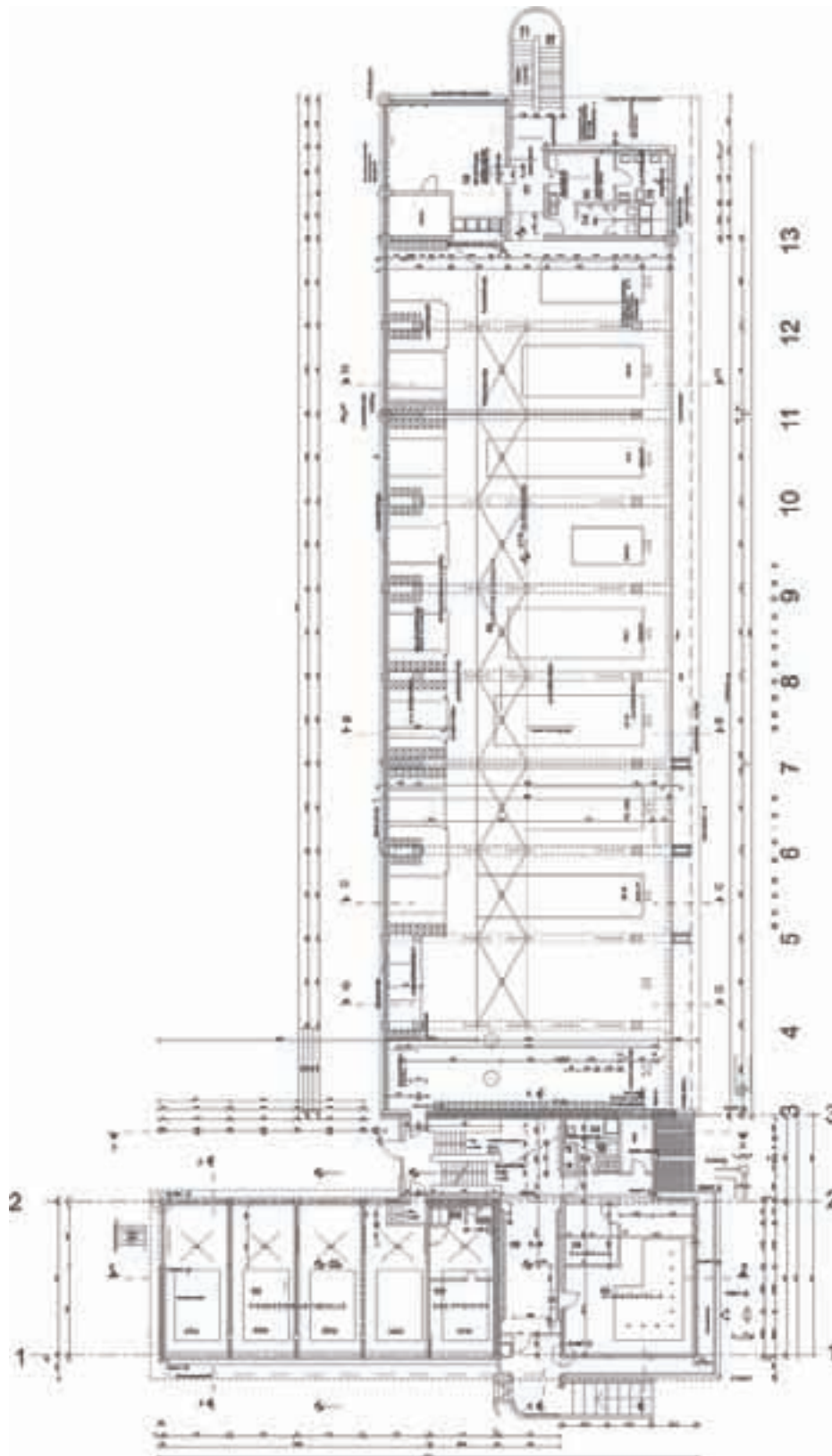


Bild 4.2-2:
Grundriss Erdgeschoss Betriebsgebäude

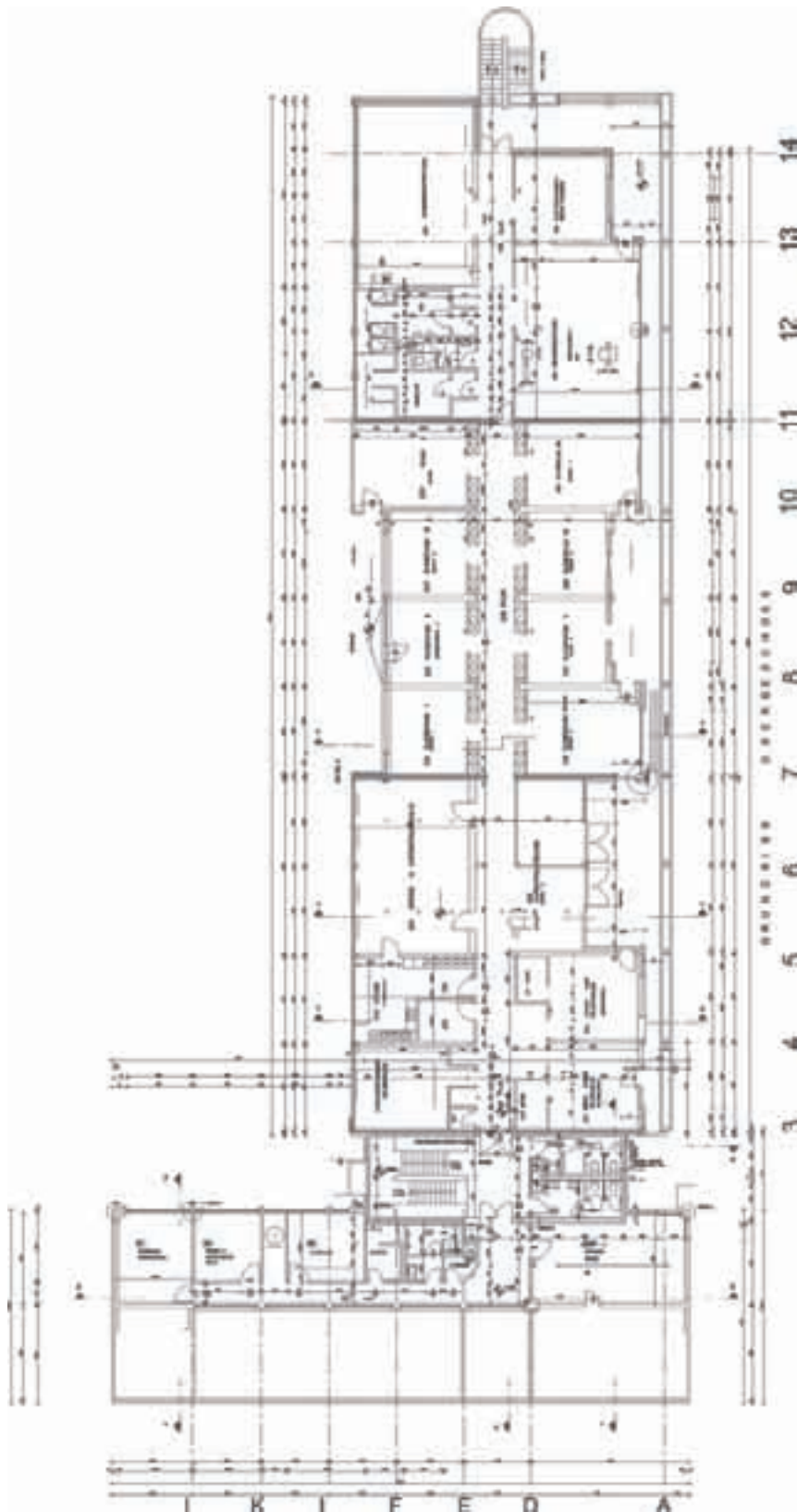


Bild 4.2-3:
Grundriss 1. Obergeschoss Betriebsgebäude

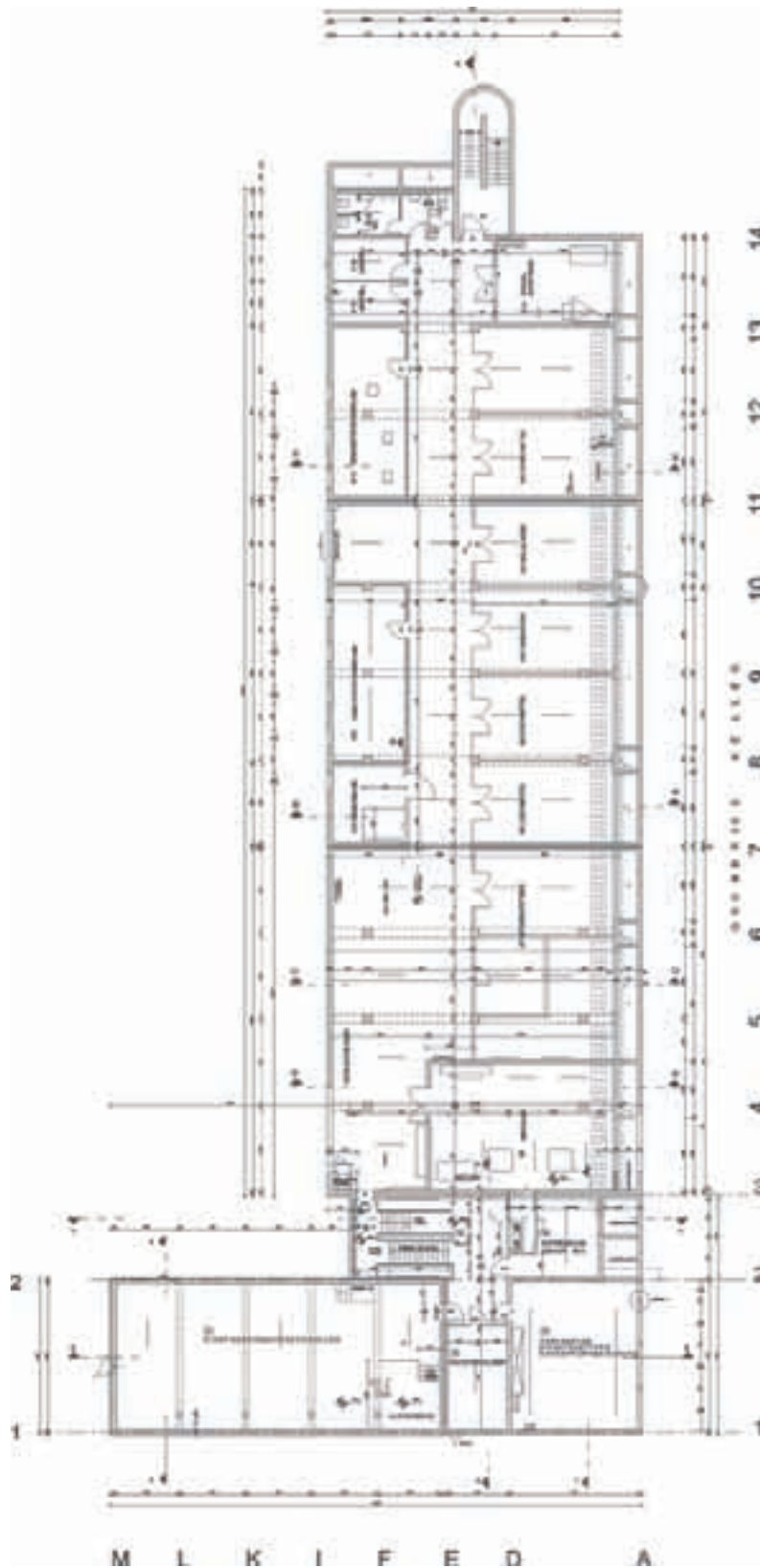


Bild 4.2-4:
Grundriss Kellergeschoss Betriebsgebäude

4.3 Verwaltung

Bei dem Verwaltungsgebäude handelt es sich um ein 4-geschossiges, in der Planung befindliches Justizgebäude mit rund 4.700 m² Grundfläche.

Die zahnförmige Grundrisstruktur beinhaltet eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzungsstrukturen und unter anderem zwei Besonderheiten:

- Zwei unterschiedlichen Fassadenausführungen (Loch- und Ganzglasfassade)
- Belüftung eines Teils der Räume aus dem Atrium



Bild 4.3-1:
Grundriss Erdgeschoss Verwaltungsgebäude

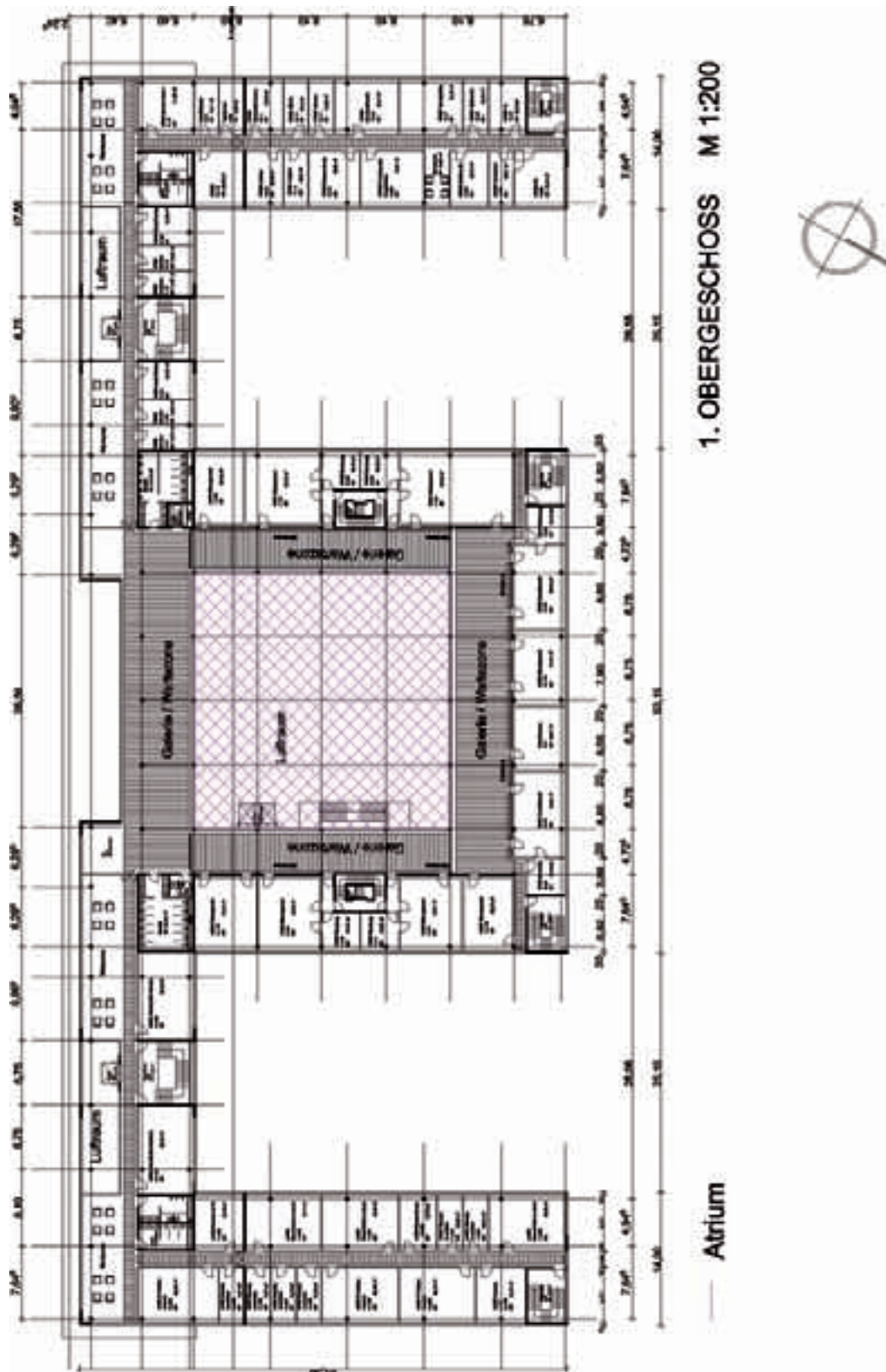


Bild 4.3-2:
Grundriss Regelgeschoss 1. bis 4. OG, Verwaltungsgebäude

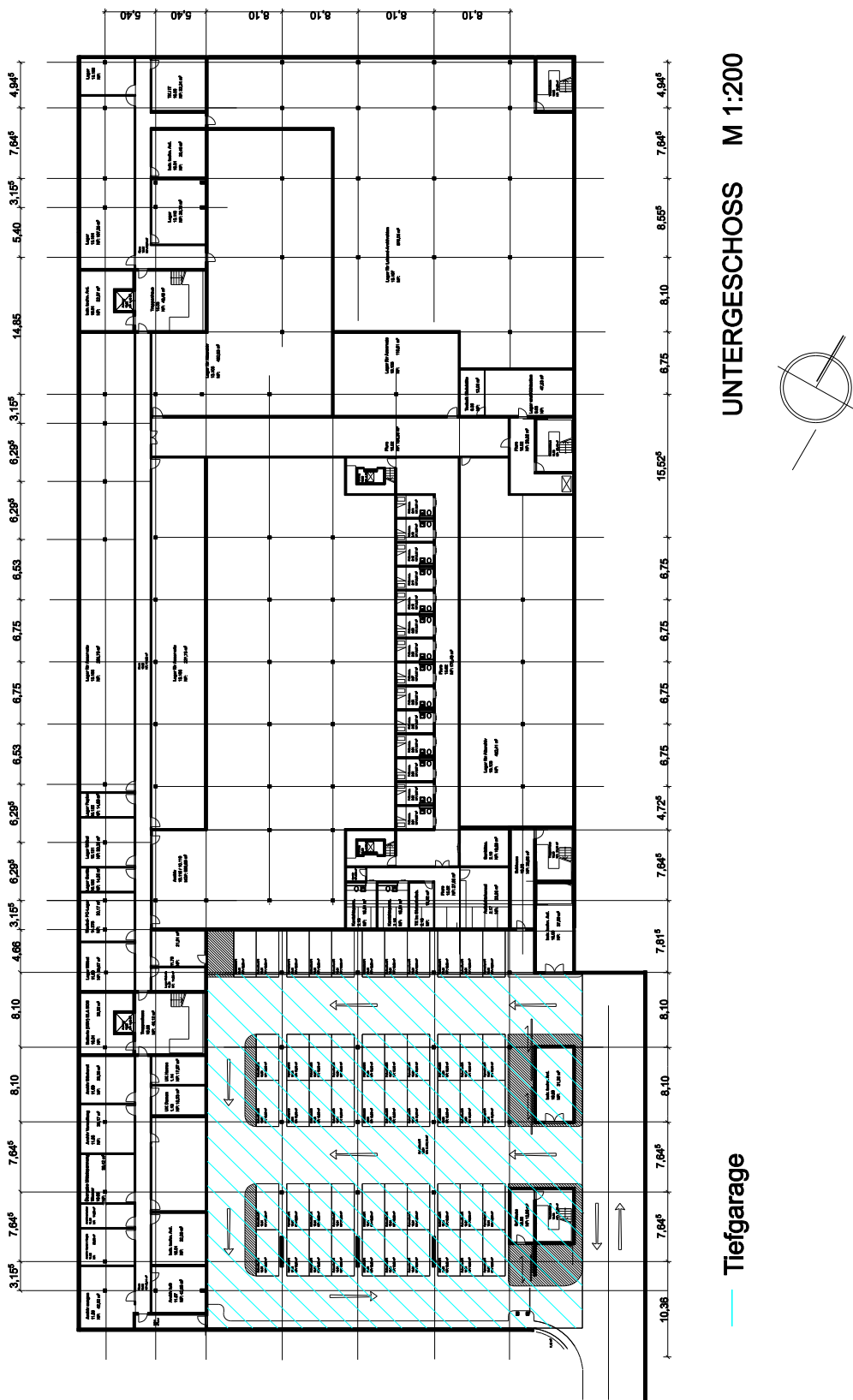


Bild 4.3-3:
Grundriss Untergeschoß Verwaltungsgebäude

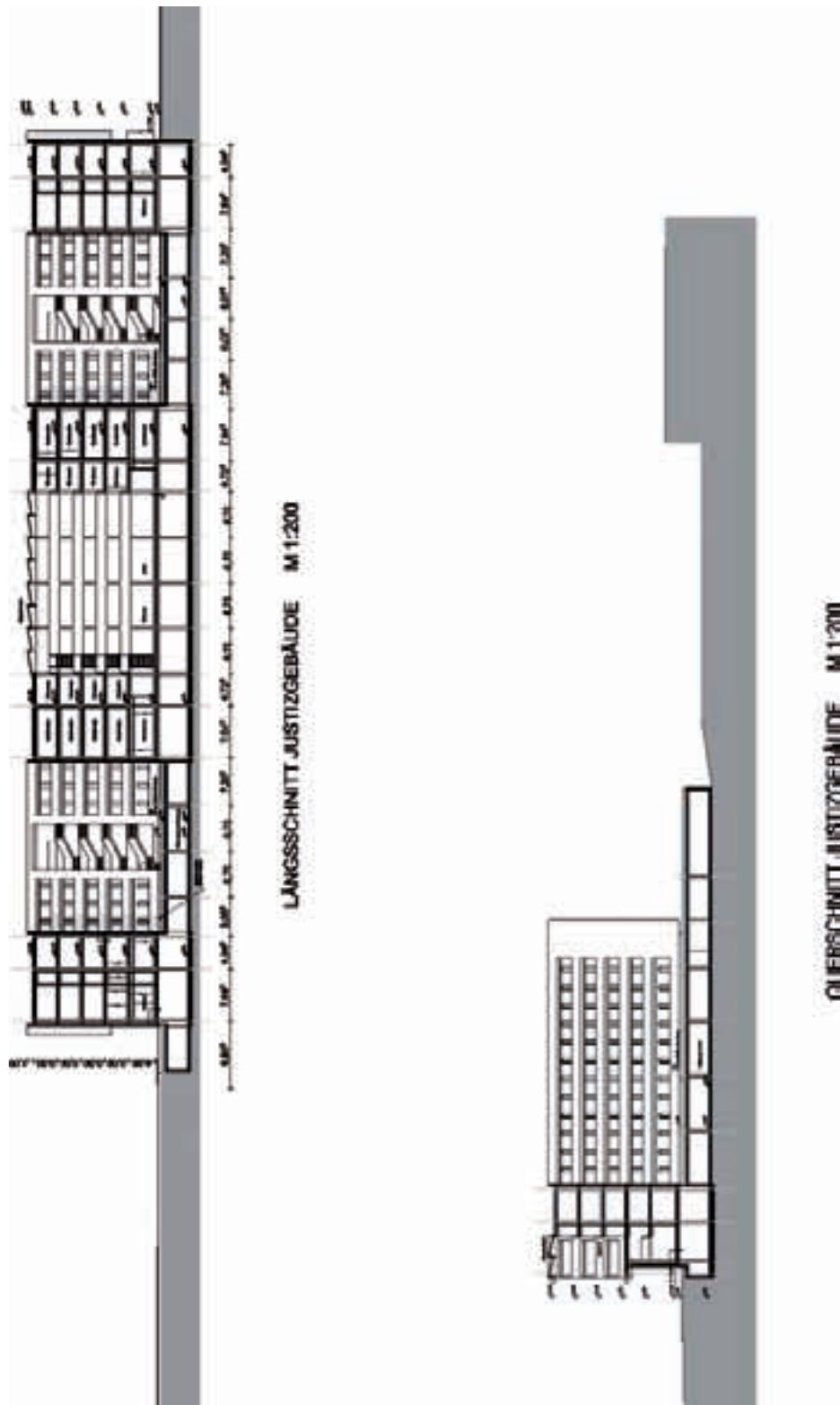


Bild 4.3-4:
Schnitte und Ansichten Verwaltungsgebäude

4.4 Geometrie und Gebäudehülle

Im Hinblick auf die spätere Bearbeitung erfolgt die Zusammenstellung der Planunterlagen/Baubeschreibungen, aus denen die erforderlichen Abmessungen, Kubaturen und die bauphysikalischen Kenngrößen hervorgehen.

Bei den Bestandsgebäuden lagen die Ausführungsunterlagen aus den Baujahren der Gebäude vor.

Wie häufig üblich, waren Änderungen und bauliche Verbesserungen und Sanierungen nicht vermerkt, Bauteilkataloge wie sie heutzutage existieren sollten, sind bei den Bestandsgebäuden nicht vorhanden.

Die Aufbauten der Bauteile und die Verglasungsarten sind den Architektenplänen zu entnehmen, durch Ortsbegehungen zu definieren oder sie können aus der Bekanntmachung gemäß § 9 Abs. 2 Satz 3 EnEV baujahrsspezifisch entnommen werden.

Besonderheiten:

- Die Schule weist einen durchgehenden Luftraum über zwei Etagen im Bereich Schulbücherei/Medien auf.
- Beim Betriebsgebäude grenzen einige Räumlichkeiten an nicht oder niedrig beheizte Bereiche.
- Der Verwaltungsneubau hat im Zentrum einen großen glasüberdeckten Bereich, der sich über alle 4 Etagen erstreckt und aus dem auch einige Räume belüftet werden. Die Fassadenausführung erfolgt teilweise als Ganzglasfassade, zum Teil als Lochfassade.

4.5 Anlagentechnik

Unter Anlagentechnik ist die gesamte technische Ausrüstung für die Raumkonditionierung und die Warmwasserbereitung der Gebäude definiert.

Sie ist unterteilt in die Bereiche:

- **Energieerzeugung**

Hierunter ist die technische Ausstattung definiert, die zum Beheizen, Kühlen, Lüften und ggf. auch Klimatisieren sowie zur Warmwassererzeugung und Beleuchtung erforderlich ist.

- **Energieverteilung**

Hierunter sind sämtliche Einrichtungen zu verstehen, die zur Verteilung der unterschiedlichen Energieformen für die vertikale und horizontale Erschließung vom Ort der Erzeugung bis zum Ort der Verwendung erforderlich sind.

- **Energieübergabe**

Unter Energieübergabe sind die Übertragungsflächen bzw. Übertragungsarten zu verstehen, mit denen die Energie den Räumen übergeben wird, also Radiatoren, Kühldecken usw.

Unter diesen Gesichtspunkten sind die vorhandenen Unterlagen zu sichten. Leider zeigt die Erfahrung, dass bei älteren Bestandsgebäuden im Allgemeinen nur unvollständige oder gar keine Revisionsunterlagen vorliegen.

So waren bei den Beispielgebäuden die Unterlagen im Fall Schule unvollständig, im Fall Betriebsgebäude vorbildlich.

Hinsichtlich Bauphysik und Technik existieren in der EnEV Vorschläge zu Vereinfachungen für den Fall, dass Informationen fehlen (vgl. Bekanntmachung zur EnEV).

Erzeugung, Verwendung und Verteilung sind bei den Gebäuden wie folgt vorhanden.

Besonderheiten:

- Die Schule und Sporthalle werden von **einer** Heizzentrale versorgt, die in der Schule angeordnet ist.
- Im Verwaltungsgebäude befindet sich zum Heizen **und** Kühlen in Teilbereichen eine Betonkerntemperierung.

Tabelle 4.5-1: Beispielgebäude Anlagentechnik

		Betriebsgebäude	Verwaltungsgebäude
Heizkessel	x	x	x
Kältemaschine		x	x
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	x		x
Abluftanlage	x	x	x
Klimaanlage			x
Heizkörper	x	x	x
Kühldecken			x
Betonkernkühlung			x
Energieverteilung im Gebäude	x	x	x
Energieverteilung außerhalb des Gebäudes (Nahwärme)	x ¹		

¹ Sporthalle wird von dem Schulgebäude versorgt

4.6 Beleuchtung

Neben den Energieverbräuchen für die Konditionierung der Räume und Erzeugung von Warmwasser stellt je nach Gebäudetyp die Beleuchtung einen bisher häufig wenig beachteten hohen Energieverbrauch insbesondere in Verwaltungsgebäuden dar. Der diesbezügliche Primärenergieverbrauch bzw. -bedarf liegt oftmals über dem, der für die Beheizung erforderlich ist.

Bei den Beispielgebäuden wurden meist stabförmige Leuchtstofflampen mit elektronischen oder verlustarmen Vorschaltgeräten eingesetzt, wobei im Schulgebäude auch noch konventionelle Vorschaltgeräte vorhanden waren. Eine tageslichtabhängige Kunstlichtsteuerung war bei den Bestandsgebäuden nicht vorhanden.

Hinsichtlich der Beleuchtung findet sich in den Gebäuden folgende Technik wieder:

4.7 Nutzungsprofile

Unter dem Begriff Nutzungsprofile werden die unterschiedlichen Arten der Nutzung in den verschiedenen Raumtypen definiert. In der DIN V 18599 Teil 10 befinden sich im Anhang A insgesamt 33 verschiedene Nutzungsprofile, die dem jeweiligen untersuchten Gebäude zugeordnet werden können. Abweichende Nutzungsprofile sind frei zu definieren.

Bei der Festlegung der Nutzungsprofile werden die maßgeblichen Randbedingungen für:

- Nutzungszeiten
- Raumkonditionierung
- Solltemperaturen
- Mindestaußenluftvolumenstrom
- Beleuchtung
- Personenbelegung
- interne Wärmequellen

definiert und festgeschrieben.

Tabelle 4.6-1: Beleuchtungstechnische Ausstattung

	Schule/Sporthalle	Betriebsgebäude	Verwaltungsgebäude
Stabförmige Leuchtstofflampe	x	x	x
Halogenglühlampe			x
Konventionelle Vorschaltgeräte (KVG)	x		
Verlustarmes Vorschaltgeräte (VVG)		x	
Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)			x
Tageslichtabhängiges Kontrollsystem			x
Präsenzkontrolle			x

Die Teilung des Gebäudes in unterschiedliche Nutzungsprofile ist unter anderem maßgeblich für die Anzahl der später zu berechnenden Zonen und dem damit verbundenen Berechnungsaufwand entscheidend.

In den Beispielgebäuden finden sich die repräsentativen gebäudetypischen Nutzungsprofile wieder, wie sie in der DIN V 18599 auch definiert sind.

Besonderheiten:

Aus Gründen der Vergleichbarkeit sind **die vorhandenen Nutzungsprofile ohne Änderungen zu übernehmen.**

Erst im Rahmen einer detaillierten Energieberatung sind die Nutzungsprofile im Detail der tatsächlichen Bedarfsstruktur exakt anzupassen.

Ausnahmen stellen nur Zonen mit Nutzungen dar, die in erheblichem Maße von den hinterlegten Randbedingungen abweichen.

- Im Verwaltungsgebäude befinden sich Zellen für die es kein passendes Nutzungsprofil gemäß DIN V 18599 Teil 10 gibt. Hier kann ein eigenes Profil frei definiert werden.

Im Einzelnen wurden die Gebäude hinsichtlich der Nutzung wie folgt eingeteilt:

Tabelle 4.7-1: Nutzungsprofile (räumlich)

Schule/ Sporthalle	Betriebsgebäude	Verwaltungsgebäude
Büro	Verkehrsflächen	Einzelbüro
Klassen-/Lehrerzimmer	Sanitärräume	Gruppenbüro
Sanitärräume	Alarmzentrale	Besprechung
Verkehrsflächen	Lager	Sitzungssaal
Lager	Büro	Cafeteria
Sporthalle		Lager
		Bibliothek
		Sanitärräume
		Verkehrsflächen
		Zellen
		Serverraum
		Atrium
		Tiefgarage

5 Berechnungssystematik

Die Berechnung der Bedarfswerte für die einzelnen Energiearten erfolgt nach den Berechnungsansätzen und Erläuterungen der DIN V 18599. Diese Berechnungsansätze sind in den entsprechenden Softwaretools umgesetzt, weisen zum Teil aber einen erheblichen Erläuterungsbedarf auf, zu dessen Deckung die Kenntnis der DIN V 18599 zwingend erforderlich ist. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die DIN V 18599 in insgesamt 10 Teile untergliedert, die in Gänze an dieser Stelle nicht aufgeführt werden. Dargestellt sind aber im Folgenden die erfahrungsgemäß wichtigsten Schlüsselstellen aus den einzelnen Kapiteln der Norm, deren Kenntnis für Eingabe und Verständnis der Ergebnisse unumgänglich ist, sowie die Erläuterung der wichtigsten Begriffe, die in der Norm enthalten sind.

Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass die EnEV als Verordnung ergänzend zur DIN V 18599 Ergänzungen und Vereinfachungen enthält, die den Umgang mit der DIN erleichtern sollen.

5.1 Schlüsselstellen der DIN V 18599

5.1.1 Aufteilung der DIN V 18599

Ausgehend von der Erklärung und Erläuterung wichtiger Begriffe und Verfahren wird in den 10 Teilen der Umgang mit der Bedarfsermittlung für die unterschiedlichen Energiearten beschrieben sowie Nutzungsrandbedingungen und Klimadaten erläutert:

- Teil 1: **Allgemeine** Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
- Teil 2: Nutzenergiebedarf für **Heizen** und **Kühlen** von Gebäudezonen
- Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische **Luftaufbereitung**
- Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für **Beleuchtung**
- Teil 5: Endenergiebedarf von **Heizsystemen**
- Teil 6: Endenergiebedarf von **Wohnungs-lüftungsanlagen** und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau
- Teil 7: Endenergiebedarf von **Raumluftechnik-** und **Klimakältesystemen** für den Nichtwohnungsbau
- Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von **Warmwasserbereitungssystemen**
- Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von **Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen**
- Teil 10: **Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten**

In den folgenden Kapiteln werden analog zur Unterteilung der DIN V 18599 die Schlüsselstellen ausgewiesen und erläutert.

5.1.2 Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger

Im Teil 1 werden zum einen wichtige Begriffe für die Bearbeitung der DIN V 18599 erläutert, und zum anderen die Vorgehensweise und Regeln zur Zoneneinteilung und Flächenermittlung aufgezeigt. Zusätzlich beinhaltet die DIN V 18599 Teil 1 die Bilanzierung der ermittelten Nutz- und Endenergieverbräuche aus den Teilen 2-9 der DIN V 18599 und gibt die Faktoren für die Ermittlung der Primärenergieverbräuche vor.

Wichtige Begriffe:

Primärenergiebedarf

„Berechnete Energiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des notwendigen Brennstoffs und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik auch die Energiemengen einbezieht, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entstehen.“

Endenergiebedarf

„Berechnete Energiemenge, die der Anlagentechnik (Heizungsanlage, raumluftechnische Anlage, Warmwasserbereitungsanlage, Beleuchtungsanlage) zur Verfügung gestellt wird, um die festgelegte Rauminnentemperatur, die Erwärmung des Warmwassers und die gewünschte Beleuchtungsqualität über das ganze Jahr sicherzustellen.“

ANMERKUNG: Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik benötigte Hilfsenergie ein. Die Endenergie wird an der „Schnittstelle“ Gebäudehülle übergeben

und stellt somit die Energiemenge dar, die der Verbraucher für eine bestimmungsgemäße Nutzung unter normativen Randbedingungen benötigt. Der Endenergiebedarf wird vor diesem Hintergrund nach verwendeten Energieträgern angegeben.“

Nutzenergiebedarf

„Oberbegriff für Nutzwärmebedarf, Nutzkältebedarf, Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser, Beleuchtung, Befeuchtung.“

Nutzwärmebedarf (Heizwärmebedarf)

„Rechnerisch ermittelter Wärmebedarf, der zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen innerhalb einer Gebäudezone während der Heizzeit benötigt wird.“

Nutzkältebedarf (Kühlbedarf)

„Rechnerisch ermittelter Kühlbedarf, der zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen innerhalb einer Gebäudezone benötigt wird.“

Nutzenergiebedarf der Beleuchtung

„Rechnerisch ermittelter Energiebedarf, der sich ergibt, wenn die Gebäudezone mit der im Nutzungsprofil festgelegten Beleuchtungsqualität beleuchtet wird.“

Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser

„Rechnerisch ermittelter Energiebedarf, der sich ergibt, wenn die Gebäudezone mit der im Nutzungsprofil festgelegten Menge an Trinkwarmwasser entsprechender Zulauftemperatur versorgt wird.“

Konditionierter Raum

„Raum oder Raumgruppe, die auf eine bestimmte Solltemperatur beheizt und/oder gekühlt und/oder be- und entlüftet und/oder befeuchtet und/oder belichtet und/oder mit Trinkwarmwasser versorgt werden.“

Zur Berechnung des Bedarfsausweises sind folgende Flächen und Volumen erforderlich:

Hüllfläche, Umfassungsfläche

Die Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche ist die Grenze zwischen konditionierten Räumen und der Außenluft, dem Erdreich oder nicht konditionierten Räumen. Über diese Fläche verliert oder gewinnt der gekühlte/beheizte Raum Wärme, daher auch „wärmeübertragende Umfassungsfläche“. Auch nicht beheizte/gekühlte, sondern anderweitig konditionierte Zonen (beleuchtet, belüftet) weisen Hüllflächen auf, bei denen jedoch keine Wärmeübertragung erfolgt. Vereinfachend werden die Benennungen „Hüllfläche“ und „wärmeübertragende Umfassungsfläche“ parallel verwendet.

Nettogrundfläche

Die Nettogrundfläche A_{NGF} bildet die Bezugsfläche (vgl. DIN 277) für die spezifischen Primär- und Endenergieverbräuche im Energieausweis. Die Ermittlung erfolgt nach DIN V 18599 Kapitel 8 Teil 1. Die Nettogrundfläche im Sinne der DIN V 18599 ist die im **konditionierten** Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Gemäß §2 Nummer 15 der EnEV ist die Nettogrundfläche die Nettogrundfläche nach anerkannten Regeln der Technik, die beheizt oder gekühlt wird.

Bruttovolumen, externes Volumen (V_e)

Das Bruttovolumen ist das anhand von Außenmaßen ermittelte Volumen eines Gebäudes oder einer Gebäudezone.

Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume des Gebäudes oder der Zone ein, die bestimmungsgemäß thermisch konditioniert werden.

Nettoraumvolumen

Das Nettoraumvolumen ist das Produkt der Nettogrundfläche und der lichten Raumhöhe. Dieses Volumen wird zur Ermittlung der Nutzenergieverbäuche herangezogen.

Hinweise:

Zonierung

Die Einteilung des Gebäudes in Zonen bildet die Grundlage der späteren Berechnung.

Die Zonenbildung erfolgt in drei Schritten:

1. Nutzung (DIN V 18599-Teil 10)

Auswahl von Bereichen gleicher Nutzung gemäß Nutzungsprofilen nach DIN V 18599 Teil 10 (z. B. Büro, Besprechungsraum...)

(Beschreibung der Kriterien siehe DIN V 18599 Teil 1, Kapitel 6.2.1)

2. Art der Konditionierung

Unterteilung der in Schritt 1 gebildeten Bereiche aufgrund der Konditionierung (z. B. Heizkörperheizung, Lüftungsanlage, stabförmige Leuchtstofflampen...)

(Beschreibung der Kriterien siehe DIN V 18599 Teil 1, Kapitel 6.2.2)

3. Zonenteilungskriterien: (DIN V 18599-Teil 1, Kapitel 6.2.2) Glasanteil

Weitere Unterteilung entsprechend der Fassadengestaltung, hierbei wird nur der Glasanteil 25 % / 75 % als Kriterium definiert. Hierbei ist folgender Hinweis (DIN V 18599 Teil 1, Kapitel 6.2) zu beachten:

„Bis zu einem Anteil von 3 % der Gesamtfläche des Gebäudes dürfen Grundflächen anderen Zonen zugeschlagen werden, sofern sich die inneren Lasten der Zonen nicht erheblich unterscheiden (3 % Regel).“

„Nicht direkt beheizte/gekühlte Räume (z. B. Keller, nicht ausgebauter Dachraum, auch Technikräume usw.) sind zu einer oder mehreren „unbeheizten Gebäudezonen“ zusammenzufassen. Die Temperatur in der „unbeheizten Zone“ wird nach einer in der DIN V 18599-2 angegebenen Festlegungen allein aufgrund der Wärmeflüsse von Nachbarräumen bzw. Wärmequellen/-senken ermittelt. Den Räumen ist ein Nutzungsprofil nach DIN V 18599-10 zuzuordnen.“

(Zitat DIN V 18599 Teil 1 Kap. 6.2)

Darüber hinaus lässt die EnEV unter bestimmten Kriterien die Bildung eines 1-Zonen-Modells zu, wodurch die Bearbeitung deutlich erleichtert wird.

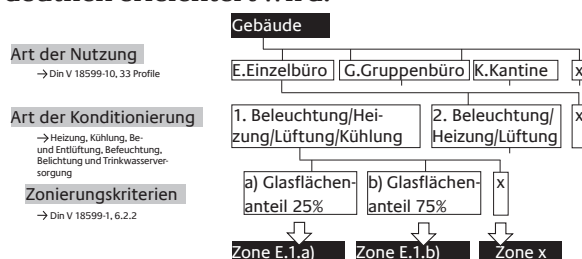


Bild 5.1.2-1:

Zonierung gemäß DIN V 18599 Teil 1

Versorgungsbereiche

Ein Versorgungsbereich umfasst jeweils die Gebäudebereiche, die von der gleichen Technik versorgt werden. Die Bildung der Versorgungsbereiche erfolgt unabhängig von der Zonierung. Ein Versorgungsbereich kann verschiedene Zonen umfassen und dient zur Ermittlung der Teilenergiekennwerte (z. B. Wärmeverluste des Wärmeerzeugers, der unterschiedliche Zonen versorgt, Wärmeverluste der Verteilung).

Hierbei sind neben den Energieerzeugern auch die Verluste über die Leitungslängen sehr entscheidend.

Diese Energiekennwerte werden anschließend den entsprechenden Zonen zugeordnet bzw. verrechnet.

Die Energiekennwerte der Versorgungsbereiche und der Zonen werden nach folgenden Verrechnungsregeln unterteilt:

Fall 1: Versorgungsbereiche und Zonen sind identisch; Es ist keine Verrechnung erforderlich

Fall 2: Mehrere Versorgungsbereiche je Zone; Verrechnung gemäß DIN V 18599 Teil 1, Kapitel 7.2.2

Fall 3: Mehrere Zonen je Versorgungsbereich; Verrechnung gemäß DIN V 18599 Teil 1, Kapitel 7.2.3

Bestimmung von Systemgrenzen, Flächen, Volumen

(DIN V 18599 Teil 1, Kapitel 8)

Für jede Zone sind folgende Größen zu bestimmen:

- Nettogrundfläche
- Charakteristische Länge und Breite (Berechnung gemäß DIN V 18599 Teil 5 Anhang B)
- Geschosshöhe und Anzahl
- Hüllfläche
- Bruttovolumen
- Nettovolumen

Für jeden Versorgungsbereich sind zu bestimmen:

- Charakteristische Länge und Breite (Berechnung gemäß DIN V 18599 Teil 5 Anhang B)
- Geschosshöhe und -anzahl

Weitere Bezugsmaße (u.a. zur Abschätzung von Leitungslängen für Verteilnetze):

- Energiebezugsfläche: Nettogrundfläche einer Zone oder eines Gebäudes oder einer Versorgungsfläche
- Geschosshöhe: für jede **Zone** ist eine charakteristische Geschosshöhe zu ermitteln (DIN V 18599 Teil 1, Kapitel 8.2.2)
- Nettoluftvolumen: Nettoluftvolumen einer Zone oder eines Gebäudes oder einer Versorgungsfläche
- Charakteristische Längen und Breiten: die charakteristischen Längen und Breiten einer **Zone**, des **Gebäudes** oder des **Versorgungsbereiches** (Berechnung gemäß DIN V 18599 Teil 5 Anhang B)

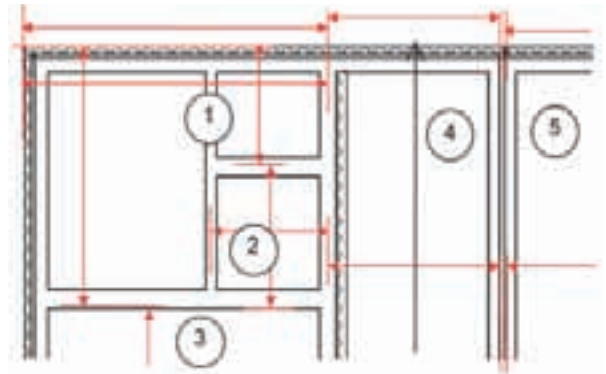


Bild 5.1.2-2:
Maßbezüge nach DIN V 18599 Teil 1

Zone 1:

Innenbegrenzungen (zu Zonen 4 und 2) sowie Außenbegrenzungen (Zone 3 und Außenluft).

Zone 2:

Innenbegrenzungen nach oben, links und rechts, nach rechts zur Zone 4 hin gilt das Achsmaß (ohne Berücksichtigung der Dämmung); zur nicht temperierten Zone 3 hin gilt das Außenmaß.

Zone 4 und 5:

es gilt zur Hinterlüftung hin die Oberkante der letzten wärmetechnisch wirksamen Schicht.

Zone 3:

ist unbeheizt/gekühlt, Zonen 1 und 2 sind beheizt/gekühlt. Es gelten die Außenmaße für die trennenden Innenwände.

5.1.3 Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

In Teil 2 wird die Nutzenergie für Heizen und Kühlen ermittelt, die zur Aufrechterhaltung

der vorgegeben Sollwerte (Raumtemperaturen und Betriebszeiten etc. der Nutzungsprofile Teil 10) der Zonen erforderlich ist.

Die Berechnung erfolgt über das Monatsbilanzverfahren. Hierbei werden innere und äußere Lasten und interne Wärmegewinnung mit berücksichtigt.

Ist im Gebäude eine raumlufttechnische Anlage vorhanden, so ist die Aufbereitung der Außenluft auf einen bestimmten Zustand (definierte Zulufttemperatur, Feuchtegehalt) nach Teil 3 zu berechnen.

Die dem Raum zugeführte, aufbereitete Luft (Grundluftwechsel) wird in die Bilanzierung als Wärmesenke oder -quelle in diesem Teil mitberücksichtigt.

Wichtige Begriffe:

Wärmesenke/Wärmequelle

Wärmesenken und -quellen sind Wärmeverluste/-gewinne oder Wärme-/Kälteeinträge, die sich auf die Energiebilanz und damit auf den Heizwärmebedarf und auf den Kühlbedarf auswirken.

Hierzu zählen unter anderem:

- Transmissionswärmesenke oder -wärmequelle über die Außenhülle der Zonen
- Lüftungswärmesenken oder Wärmequellen durch Fensterlüftung, Infiltration oder Lüftungssystem durch die Zuluft (temperiert)
- Äußere Lasten (Solarstrahlung)
- Interne Wärme- oder Kältequellen durch Personen, Beleuchtung, PC's etc.

- Wärme- oder Kältequellen durch Verteilungen und Luftkanäle

Monatsbilanzverfahren

Die Berechnungen für den Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen werden monatsweise durchgeführt. Dabei wird für jeden Monat ein durchschnittlicher Tag in Ansatz gebracht. Sollen innerhalb eines Monats unterschiedliche Randbedingungen wie z. B. Wochenende und Ferienzeiten berücksichtigt werden, so müssen diese Tage getrennt bilanziert werden. Danach werden Heizwärme- und Kühlbedarf monatsweise zusammengefasst.

Heizwärmebedarf (Nutzwärmebedarf der Gebäudezone)

„rechnerisch ermittelte Wärmeeinträge über ein Heizsystem, die zur Aufrechterhaltung einer bestimmten mittleren Raumtemperatur innerhalb einer Gebäudezone benötigt werden.“

ANMERKUNG: Bei Gebäudezonen mit mechanischer Lüftung ist der Wärmebedarf zur Vorwärmung der Zuluft nicht enthalten. Der Kälte- oder Wärmeeintrag der mechanischen Lüftung ist für die Grundluftmenge in der Bilanzierung mit Zulufttemperatur berücksichtigt.

Kühlbedarf (Nutzkältebedarf der Gebäudezone)

„rechnerisch ermittelte Kälteeinträge über ein Kühlsystem, die zur Aufrechterhaltung einer bestimmten mittleren Raumtemperatur innerhalb einer Gebäudezone benötigt werden.“

ANMERKUNG: Bei Gebäudezonen mit mechanischer Lüftung ist der Kältebedarf zur Vor Kühlung der Zuluft nicht enthalten. Der Kälteeintrag der mechanischen Lüftung ist für die Grundluftmenge in der Bilanzierung mit Zulufttemperatur berücksichtigt.

Hinweise:**Angrenzende unbeheizte Bereiche**

(DIN V 18599 Teil 2, Kapitel 6.1.3)

Grenzt eine beheizte Zone an einen unbeheizten Bereich (Keller, Atrium, Wintergarten...), sind im Heizfall zwei Fälle zu unterscheiden:

- a) Die Temperaturdifferenz zwischen zwei Bereichen ist kleiner 4 K.
In dem Fall braucht zwischen den Bereichen **nicht** unterschieden werden.
- b) Die Temperaturdifferenz zwischen zwei Bereichen ist größer 4 K.
Dann sind entweder beide Bereiche separat zu rechnen oder der Wärmestrom kann mit Hilfe eines **Temperaturkoeffizienten F_x** nachgebildet werden.

(Tabelle 3 DIN V 18599 Teil 2). Das bedeutet, dass die unbeheizte Zone außerhalb der Systemgrenze liegt und **nicht** abgebildet werden muss.

Angrenzende ungekühlte Bereiche

(DIN V 18599 Teil 2, Kapitel 6.1.3)

Beträgt im Kühlfall die Temperaturdifferenz zwischen zwei Bereichen weniger als 4 K, braucht **nicht** zwischen den Bereichen unterschieden werden.

Ist die Temperaturdifferenz größer 4 K, ist eine differenzierte Berechnung (DIN V 18599 Teil 2, Kapitel 6.1.3.3) erforderlich.

Der Ansatz mit dem Temperaturkorrekturfaktor ist **nicht** anwendbar.

Ermittlung der Fensterluftwechselrate

Für den Heiz- und Kühlergiebedarf in den Zonen muss der Fensterluftwechsel gemäß DIN V 18599 Teil 2, Kapitel 6.3.2.1 ermittelt werden.

Verschattungsfaktoren von Fassaden und Sonnenschutzvorrichtungen

Im Anhang DIN V 18599 Teil 2, Anhang A sind Faktoren für die permanente Verschattung durch Umgebungsbebauung und Bauteilüberhänge und seitliche Überstände für Sommer und Winter definiert.

Bewertung von beweglichen Sonnenschutzvorrichtungen

Parameter zur Bewertung der Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung auf unterschiedliche Fassaden für Sommer und Winter (DIN V 18599 Teil 2, Anhang A).

Luftwechsel zwischen Zonen

Ist eine mechanische Lüftungsanlage vorhanden, so müssen die Luftvolumenströme so bestimmt werden, dass sich eine ausgeglichene Bilanz ergibt. Das bedeutet, wenn z. B. ein Luftvolumenstrom von 10.000 m³/h vom Bereich A nach Bereich B strömt, so muss der Bereich A einen Zuluftvolumenstrom und einen Abluftvolumenstrom von 10.000 m³ besitzen und der Bereich B ebenfalls. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Ablufttemperatur aus Bereich A der Zulufttemperatur von Bereich B entspricht. Dieser Vorgang wird als Wärmequellen oder -senken berücksichtigt.

Ist keine mechanische Lüftungsanlage vorhanden, so ist der Luftaustausch zwischen

Zonen nur zu berücksichtigen, wenn der Unterschied zwischen der Solltemperatur der Räume mehr als 4 K beträgt.

5.1.4 Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Der Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung beinhaltet die Berechnung des Energiebedarfs für die Vorbehandlung der Außenluft in einen vorgegebenen Zuluftzustand wie z. B. Kühlen, Heizen oder Befeuchten der Außenluft.

Bei der Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die Außenluftaufbereitung sind die Komponenten der Lüftungsanlage, die grundsätzliche Betriebsführung und die Wärmerückgewinnung mit zu berücksichtigen.

Für die Berechnung stehen zusätzlich normierte Tabellen und Kennwerte für die häufigsten raumlufttechnischen Anlagen in Form einer Variantenmatrix zur Verfügung.

Der Energiebedarf für die Luftförderung ist ein Teil der Endenergie und gehört nicht zur Nutzenergie.

Wichtige Begriffe:

Betriebsarten der Anlagen

Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit konstantem Volumenstrom

Anlagen mit konstantem Volumenstrom werden in der Regel zur Deckung des hygienischen erforderlichen Luftwechsels bezogen auf die Anzahl der Personen oder zu versorgenden Fläche betrieben. Die Anlage läuft ganzjährig oder auch jahreszeitlich begrenzt

(Sommer und Winter, Fensterlüftung in der Übergangszeit). Innerhalb der Betriebszeit wird unabhängig vom Raumklima ein konstanter Volumenstrom gefahren. Diese Betriebsweise findet häufige Anwendung in Büros als unterstützende Lüftung im Sommer und im Winter, ganzjährig in Kaufhäusern oder von Gebäuden, bei denen keine Fensterlüftung durchgeführt werden kann (Hochhäuser).

Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit zeit- oder nutzungsabhängiger Steuerung des Volumenstroms

Bei diesen Anlagen wird der Zuluftvolumenstrom in der Regel nach nutzungsabhängigem Bedarf geregelt. Er kann z. B. in Versammlungsräumen der Volumenstrom über einen Luftqualitätssensor gesteuert werden. Anwendungsbereiche dieser Steuerung sind unter anderem: große Hallen, Flughäfen, Laborbereiche, Räume mit stark unterschiedlichen Personenbelegungen.

Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit kühl-lastabhängiger Regelung des Volumenstroms

Die Anlage wird nach den Kühllasten des Raumes bzw. des Gebäudes und witterungsabhängig geregelt. Dieses Variabel-Volumenstrom-System (VVS) gewährleistet zudem immer einen Mindestvolumenstrom für den hygienischen Luftwechsel. Die Anlage läuft ganzjährig oder auch zeitlich begrenzt (Sommer und Winter, Fensterlüftung in der Übergangszeit). Zur Anwendung kommt diese Regelung in Bürobereichen mit einer hochwertigen Ausstattung. Die Regelung kann raumweise oder für Gebäudeabschnitte gesteuert sein. Zusätzliche Kühlmaßnahmen sind in der Regel nicht vorhanden.

Gesamtdruckverluste der RLT-Anlage

Entscheidend für den Druckverlust im Kanalnetz und damit auch für die erforderliche elektrische Leistung der Ventilatoren sind unter anderem die Kanalform, die Länge des Kanalnetzes, die Luftgeschwindigkeiten im Kanal und auch die unterschiedlichen Komponenten im Lüftungsgerät. Bei Neubauten wird der Druckverlust im Kanal durch den Fachplaner durch Rohrnetzberechnungen ermittelt, so dass hier die genauen Werte vorliegen.

Bei Altbauten liegen diese Berechnungen zum Teil nicht mehr vor und sind nur schwer zu ermitteln. **In der Regel befindet sich auf dem Typenschild der Anlage eine Angabe zum Gesamtdruckverlust.**

Die nachfolgende Tabelle zeigt grobe Anhaltswerte des Gesamtdruckverlustes von Anlagen für **neue** Bürogebäude bei unterschiedlichen Lüftungsanlagen.

Dies sind nur Anhaltswerte, für die Berechnung sind die Angaben aus der DIN V 18599 zu verwenden.

Bei alten Anlagen können die Druckverluste um den Faktor 1,2 bis 1,5 höher liegen, da die Kanaldimensionierung für höhere Luftgeschwindigkeiten erfolgt.

Wirkungsgrad Ventilator

Der Wirkungsgrad eines Ventilators hängt von der Motorenleistung ab. Je höher die Leistung des Motors, desto höher auch der Wirkungsgrad des Ventilators.

Auch dies sind Anhaltswerte, für die Berech-

nung sind die Vorgaben aus der DIN V 18599 zu verwenden.

Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung dient zur Reduzierung des Energieverbrauchs für die Außenlufterwärmung und ist in neueren Anlagen in der Regel vorhanden. Hierbei wird der Energieinhalt der Abluft für die Erwärmung der Zuluft eingesetzt. Der Wirkungsgrad (Rückwärmzahl) der Wärmerückgewinnung gibt den Anteil der wiederverwendbaren

Energiemenge an, d. h. bei einem Wirkungsgrad von 60 % werden lediglich noch 40 % der erforderlichen Außenluftmenge erwärmt, die restlichen 60 % können mit dem Energieinhalt der Abluft erwärmt werden. (Prinzipiell kann die Wärmerückgewinnung im Kühlfall auch zur Vorkühlung genutzt werden).

Bei der Wärmerückgewinnung unterscheidet man nach folgenden Prinzipien:

Tabelle 5.1.4-1: Anhaltswerte für den Gesamtdruckverlust der Lüftungsanlage und dem Kanalnetz (Erfahrungswerte Schmidt Reuter)

Lüftungsanlage	Gesamtdruckverlust [Pa]	Zuluft [Pa]	Abluft [Pa]
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	500-600	250-300	250-300
Teilklimaanlage (Heizen und Kühlen)	600-900	360-540	240-360
Klimaanlage mit Wärmerückgewinnung und Befeuchtung	1200-1400	840-980	360-420
Reine Abluftanlage			350
Reine Zuluftanlage		350	

Tabelle 5.1.4-2 : Anhaltswerte für den Wirkungsgrad von Ventilatoren

Motorenleistung [kW]	Einsatz bei Luftmengen [m³/h]	Wirkungsgrad [%]
0-1	<5.000	50-60
1-5	5.000-20.000	60-70
>5	>20.000	>70

Rekuperative Wärmerückgewinnung

Hierbei werden die beiden Luftströme in getrennten Kammern aneinander vorbei geführt. Der Energieaustausch findet über die trennenden Flächen statt. Eine Vermischung ist damit konstruktiv ausgeschlossen.

Regenerative Wärmerückgewinnung

In einem Speichermedium (im Allgemeinen ein rotierendes Wärmeaustauscherrad) wird die Energie der warmen Abluft gespeichert und dann an die kalte Außenluft wieder abgegeben. Im Vergleich zur rekuperativen Wärmerückgewinnung findet auch ein Feuchtigkeitsaustausch statt.

5.1.5 Teil 4:**Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung**

Im Teil 4 wird der Energiebedarf für die künstliche Beleuchtung des Gebäudes ermittelt. Die Berechnung berücksichtigt neben der Lampenart und Art der Vorschaltgeräte auch die Steuerung des Kunstlichtes. Zur Beurteilung der Tageslichtnutzung werden sowohl die baulichen Details wie Sturz- und Brüstungshöhe, Fensterbreite als auch vorhandene Lichtlenkmaßnahmen und die Steuerung des Sonnenschutzes mit in die Rechnung einbezogen.

Tabelle 5.1.4-3: Prinzipien der Wärmerückgewinnung

Prinzip	Bezeichnung	Wirkungsgrad* (Rückwärmzahl) [%]	Bemerkung
Rekuperative Wärmerückgewinnung	Platten-Wärmetauscher (Kreuzstrom, Gegenstrom)	45 - 60	In den meisten Lüftungsanlagen eingesetzt
	Wärmerohr Wärmetauscher	35 - 70	Wird selten genutzt
	Kreislaufverbundsystem (KVS)	40-70	Einsatz bei getrennter Zu- und Abluft, Handführung, Energieaustausch über zwischengeschaltete Wärmetauscher
Regenerative Wärmerückgewinnung	Rotationswärmetauscher	65 – 80	Zusätzlicher Feuchtaustausch

* Richtwerte

Wichtige Begriffe:

Lampenarten

Leuchtstofflampe stabförmig

Die Leuchtstofflampe ist die am meisten eingesetzte Lampenart im Nichtwohnungsbaubereich, hat eine lange Lebensdauer und eine sehr gute Lichtausbeute (50-100 lm/W). Sie wird hauptsächlich im Innenbereich z. B. in Büros, Schulen, Ausstellung etc. eingesetzt. Die Leuchtstofflampe gehört zur Gruppe der Niederdruckentladungslampen und benötigt zum Betrieb ein Vorschaltgerät (elektronisch oder induktiv).



Glühlampen

Glühlampen zeichnen sich durch eine schlechte Lichtausbeute aus (max. 15 lm/W) und sind überwiegend im Wohnungsbereich zu finden. In einigen Ländern gibt es bereits schon ein Verbot für den Verkauf der Glühlampen. Sie werden in naher Zukunft durch die Kompaktleuchtstofflampe ersetzt. Glühlampen benötigen keine Vorschaltgeräte.



Halogenglühlampen

Die Halogenglühlampe hat eine höhere Lichtausbeute als die Glühlampe und wird überwiegend im Innenbereich eingesetzt. Halogenglühlampen benötigen kein Vorschaltgerät, je nach Bauart jedoch einen Transformator, der die Netzspannung 230 V auf die Betriebsspannung 6, 12 oder 24 V herabsetzt (Niedervolt-Halogenglühlampe). Hochvolt-Halogenglühlampen werden ohne Transformator direkt mit Netzspannung betrieben. Der Anwendungsbereich ist überwiegend für repräsentative, dekorative Akzentbeleuchtung.



Leuchtstofflampe Kompakt

Die Kompakt-Leuchtstofflampe (im Sprachgebrauch auch Energiesparlampe genannt) wird überwiegend im Innenbereich (Wohnung/Büro) eingesetzt. Es gibt sie in zwei Bauarten:

- Mit integriertem Vorschaltgerät (elektronisch)
- Mit externem Vorschaltgerät (elektronisch oder induktiv)



Quecksilberdampf-Hochdrucklampe

Diese Lampenart arbeitet mit hohem Betriebsdruck und wird überwiegend in der Verkehrs- und Hallenbeleuchtung als Lichtquelle eingesetzt. Sie benötigt ein magnetisches Vorschaltgerät und ist durch eine neutralweiße Lichtfarbe gekennzeichnet. Die volle Helligkeit wird erst nach einer ca. 3-5 min. dauernden Aufheizphase erreicht.



Natriumdampf-Hochdrucklampe

Die Natriumdampf-Hochdrucklampen schaffen die höchste Lichtausbeute unter den Hochdruck-Entladungslampen und werden nur im Außenbereich (Brücken, Eisenbahnlinien, stark frequentierten Straßen und Tunnel) eingesetzt. Sie weisen eine schlechte Farbwiedergabe auf und erzeugen ein gelbliches Licht. Nach dem Zündvorgang benötigt diese Leuchte rund 5 min. bis sie ihre volle Helligkeit erreicht. Die Lampe benötigt ein Vorschaltgerät.

Metallhalogendampf-Hochdrucklampe

Die Lampe zeichnet sich durch eine hohe Lichtausbeute, sehr gute Farbwiedergabe und lange Lebensdauer aus. Der Betrieb ist nur mit einem Vorschaltgerät möglich. Eingesetzt werden diese Leuchtmittel, wo besonders die lange Betriebszeit und der möglichst geringe erwünschte Wärmeeintrag bei möglichst hoher Lichtausbeute den Einsatz von Halogen-Glühlampen verbieten. Weiterhin findet die Halogen-Metall dampflampe bei Architekturbeleuchtung, Hallenbeleuchtung, Stadionbeleuchtung und auch in der Straßen- und Platzbeleuchtung Anwendung. Die volle Helligkeit wird erst nach einer ca. 3-5 min. dauernden Aufheizphase erreicht.

**Vorschaltgeräte****Konventionelles Vorschaltgerät KVG**

Das konventionelle Vorschaltgerät besteht aus einer Drossel und einem Starter und gehört zur Bauart der induktiven bzw. magnetischen Vorschaltgeräte. Konventionelle Vorschaltgeräte sind sehr zuverlässig und haben eine lange Lebensdauer, allerdings auch einen schlechten Wirkungsgrad mit entsprechend hohen Verlusten (KVG's sind häufig in alten Gebäuden zu finden). Der Verkauf von konventionellen Vorschaltgeräten mit der Energieeffizienzklasse D ist daher in der EU seit dem 21. Mai 2002 verboten, der von Geräten der Klasse C seit dem 21. November 2005.

Verlustarmes Vorschaltgerät VVG

Die verlustarmen Vorschaltgeräte sind die Weiterentwicklung der konventionellen

Vorschaltgeräte. Die verlustarmen Vorschaltgeräte haben eine geringere Verlustleistung. Gemäß DIN V 18599 Teil 4 Kapitel 5.4.4 können in bestehenden Gebäuden vereinfacht verlustarme Vorschaltgeräte und konventionelle Vorschaltgeräte als gleichwertig angesehen werden.

Elektronische Vorschaltgeräte EVG

Elektronische Vorschaltgeräte betreiben die Leuchtstofflampen mit Hochfrequenz. Die Zündung der Lampen erfolgt ohne Starter über eine intern erzeugte Zündspannung. Leuchten, in denen elektronische Vorschaltgeräte eingesetzt sind, arbeiten energiesparend, da sie wesentlich geringere System-Leistungen haben.

Einige der Vorteile eines elektronischen Vor-schaltgerätes sind:

- geringer Energieverbrauch
- lange Lebensdauer
- kein Flackern der Lampe beim Start

Beleuchtungsart

Es wird grundsätzlich nach 3 verschiedenen Beleuchtungsarten unterschieden:

Direkt

Decken- oder Tischleuchten für die allgemeine Beleuchtung, das Licht ist ausschließlich nach unten direkt auf die zu beleuchtende Fläche gerichtet. Guter Wirkungsgrad, da die zu beleuchtende Fläche (z. B. Schreibtisch) direkt beleuchtet wird.

Direkt/Indirekt

Pendel- oder Stehleuchten mit direktem Anteil zur Arbeitsflächenbeleuchtung, zusätzlich aber noch ein Indirekt-Anteil zur Aufhellung der Decke und zur Erzeugung einer diffusen Raumaufhellung.

Indirekt

Leuchte mit ausschließlich nach oben gerichtetem Lichtaustritt. Wesentliche Merkmale sind eine diffuse, schattenarme Lichtatmosphäre und im Vergleich zur Direktbeleuchtung ein schlechter Wirkungsgrad.

Tageslichtabhängige Kontrollsysteme

Ist ein tageslichtabhängiges Kontrollsystem vorhanden, so wird nach folgenden Systemen unterschieden:

tageslichtabhängig ein-/ausschaltende Systeme („Ein/Aus“)

Bei Erreichen des Sollwertes der Beleuchtungsstärke am Nachweisort durch das Tageslicht wird Kunstlicht ausgeschaltet. Ein Wiedereinschalten erfolgt automatisch bei Unterschreiten des Sollwertes;

tageslichtabhängig stufenweise ein-/ausschaltende Systeme („Stufenweise Ein/Aus“)

Bis zum Erreichen des Sollwertes der Beleuchtungsstärke am Nachweisort durch das Tageslicht wird Kunstlicht stufenweise ausgeschaltet. Ein Wiedereinschalten erfolgt stufenweise automatisch bei Unterschreiten des Sollwertes der Beleuchtungsstärke;

tageslichtabhängig ausschaltende Systeme („Tageslichtabhängig Aus“)

Bei Erreichen des Sollwertes der Beleuchtungsstärke am Nachweisort durch Tageslicht wird das Kunstlicht ausgeschaltet. Das Wiedereinschalten erfolgt manuell;

tageslichtabhängig gedimmte Systeme, nicht abschaltend, wiedereinschaltend oder nicht wiedereinschaltend

Systeme, die während der Zeiten mit ausreichend Tageslicht, die Kunstlichtanlage bis auf die niedrigste Dimmstufe herunterdimmen, die Anlage jedoch nicht ausschalten und somit eine elektrische Leistungsaufnahme haben („Stand-By-Verluste“). Die Wiedereinschaltung erfolgt entweder automatisch (wiedereinschaltend) oder manuell (nicht wiedereinschaltend);

tageslichtabhängig gedimmte Systeme, abschaltend, wiedereinschaltend oder nicht wiedereinschaltend

Systeme, die während der Zeiten mit ausreichend Tageslicht die Kunstlichtanlage bis auf die niedrigste Stufe herunterdimmen und abschalten (keine Standbyverluste).

Die Wiedereinschaltung erfolgt automatisch (wiedereinschaltend) oder manuell (nicht wieder einschaltend);

Präsenzmelder

Präsenzmelder schalten die Beleuchtung bei Anwesenheit einer Person ein und bei Abwesenheit wieder aus. In der Regel werden die Melder mit Lichtsensoren kombiniert, so dass die Zuschaltung des Kunstlichtes erst bei unzureichendem Tageslicht erfolgt.

Hinweise:

Ablauf der Berechnung

Das nachfolgende Bild zeigt das Ablaufschema der Berechnung des Energieverbrauches für die Beleuchtung.

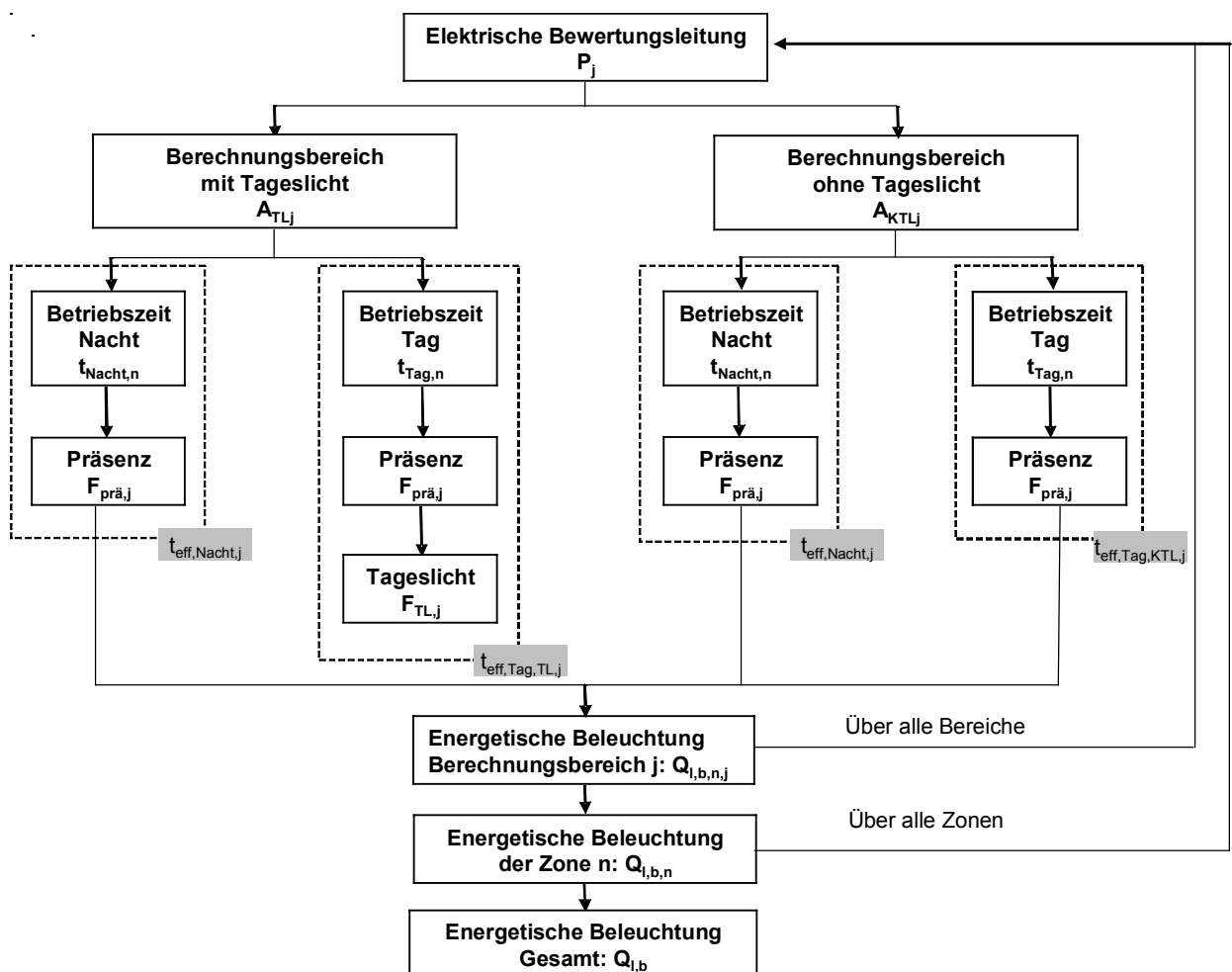


Bild 5.1.5-1:

Ablaufdiagramm zur Ermittlung des Energiebedarfs für Beleuchtung gemäß DIN V 18599 Teil 3

Die Berechnungen erfolgen getrennt nach einem mit Tageslicht versorgten Bereich ($A_{TL,j}$) und nach einem nicht mit Tageslicht versorgten Bereich ($A_{KTL,j}$).

Für diese Bereiche werden effektive Betriebszeiten für das Tageslicht (t_{eff}) für Tag und Nacht berechnet. Die effektive Betriebszeit berücksichtigt u. a. die bauliche Gegebenheit (z. B. Lichttransmission der Verglasung, Größe und Lage des Fensters), das tageslichtabhängige Kontrollsystem sowie den Sonnenschutz inklusive Steuerung. Mittels der effektiven Betriebszeiten kann dann der Energieverbrauch für die Beleuchtung ermittelt werden.

Der Energiebedarf für die Beleuchtung der Zonen wird gemäß Gleichung 2 DIN V 18599-4 Kapitel 5.1 berechnet.

Kunstlicht

Die Ermittlung der elektrischen Bewertungsleistung P_j für die künstliche Beleuchtung kann vereinfacht nach dem Wirkungsgradverfahren (DIN V 18599-4 Kapitel 5.4.2) oder nach dem Tabellenverfahren (DIN V 18599-4 Kapitel 5.4.1) erfolgen. Liegt eine Fachplanung eines Lichtplaners vor, so können diese Werte angesetzt werden.

Bei Bestandsgebäuden kann die tatsächlich installierte Systemleistung angesetzt werden. Die Lampenleistung ist in der Regel per Aufdruck auf der Lampe angegeben.

Beispiel:

Bei der Bestandsaufnahme eines Bürogebäudes wurde in einem repräsentativen Einzelbüro (Grundfläche 20 m²) folgende Beleuchtung vorgefunden:

3 Spiegelrasterleuchten, bestückt mit stabförmigen Leuchtstofflampen mit dem Aufdruck TL-D 55W/840.

Nach dem Einschalten der Beleuchtung erreicht die Leuchte erst nach ein paar Sekunden und mit flackerndem Licht ihre volle Helligkeit. Dieser Einschaltvorgang tritt nur bei konventionellen und verlustarmen Vorschaltgeräten auf.

Es ergibt sich daraus folgende Bewertungsleistung:

- Berücksichtigung des Vorschaltgerätes (vgl. DIN V 18599-4 Kapitel 5.4.1 Tabelle 2)
- Faktor verlustarmes Vorschaltgerät = 1,14
- 3 Lampen x 55 x 1,14 / 20 m² = 9,4 W/m²

Raumindex

Die Raumproportionen haben einen wesentlichen Einfluss auf den Beleuchtungswirkungsgrad. Zur Berücksichtigung der Proportionen wird der Raumindex ermittelt. Gemäß DIN V 18599 Teil 4 wird dieser wie folgt berechnet:

$$k = \frac{a_R \cdot b_R}{h'_R \cdot (b_R + a_R)}$$

Dabei ist

- a_R die Raumtiefe,
- b_R die Raumbreite,
- h'_R die Differenz aus den Höhen der Leuchten-ebene und Nutzebene (z. B. Schreibtischhöhe).

Anhaltswerte für den Raumindex für unterschiedliche Nutzungsprofile sind in der DIN V 18599 Teil 10 zu finden.

Tageslicht

Für die Ermittlung des jährlichen Strombedarfs der künstlichen Beleuchtung ist auch der zur Verfügung stehende Anteil von Tageslicht entscheidend. Dieser Anteil wird über die Gleichung (4) DIN V 18599-4 berechnet.

Der hierfür erforderliche Wert für die Tageslichtversorgung $F_{TL,j}$ (Kapitel 5.5) kann durch vereinfachte Annahmen aus den Tabellen 9 und 12 (Kapitel 5.5) ermittelt werden. Zusätzlich muss der Wert für die Präsenzkontrolle $F_{Prä,j}$ (Kapitel 5.5) ermittelt werden. Die erforderlichen Faktoren hierfür sind dem entsprechenden Nutzungsprofil in DIN V 18599-10 und der Tabelle 22 in DIN V 18599-4 Kapitel 5.6 zu entnehmen.

5.1.6 Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

In Teil 5 wird der Endenergiebedarf für die Heizung ermittelt. Hierbei gehen alle erforderlichen Komponenten des Heizsystems von der Erzeugung/Speicherung über die Verteilung bis hin zur Übergabe ein. Es werden die Verluste der einzelnen Prozessbereiche und die benötigten Hilfsenergien wie z. B. die Energie (Strom) für den Pumpenantrieb und für die Regelung ermittelt. Ist eine RLT-Anlage mit Heizfunktion vorhanden, so wird dieser Prozess ebenfalls in Teil 5 berücksichtigt.

Wichtige Begriffe Wärmeerzeuger:

Brennwertkessel

Brennwertkessel sind Heizkessel, in denen im Abgas enthaltene latente Wärme in Form von Wasserdampf durch Kondensation nutzbar gemacht wird und so hohe Wirkungsgrade realisiert werden können.

Diese Kessel entsprechen dem heutigen Stand der Technik und werden überwiegend im Neubaubereich oder bei Sanierungen eingesetzt.

Niedertemperaturkessel

Niedertemperaturkessel sind Heizkessel, in denen die Temperatur des Wärmeträgers durch selbsttätig wirkende Einrichtungen gleitend bis auf 40° C abgesenkt werden. Der Wirkungsgrad ist schlechter als bei Brennwertkesseln.

Konstanttemperaturheizkessel/Standardkessel

sind Kessel, deren Betriebstemperatur konstant bleibt. Sie werden in Deutschland nicht mehr angeboten (nur bis 1995).

Feststoffkessel

sind Heizkessel, die mit fossilen (z. B. Steinkohle, Braunkohle, etc.) Brennstoffen beschickt werden.

Biomassekessel

sind Heizkessel, die mit Hackschnitzel oder Holzpellets betrieben werden.

Umstellbrandkessel

Umstellbrandkessel sind Heizkessel, die für die Verfeuerung von festen sowie flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen eingerichtet sind. Das Umstellen von festen Brennstoffen auf flüssige oder gasförmige und umgekehrt ist stets mit dem Abbau und Wiederaufbau von Kessel- und Feuerungsteilen verbunden.

Wechselbrandkessel

sind Heizkessel, die für die Verfeuerung von festen sowie flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen eingerichtet sind, und bei denen bei angebautem Gebläsebrenner der Wechsel von festen auf flüssige oder gasförmige Brennstoffe und umgekehrt vom Betreiber ohne Kessel- und Feuerungsumbau vorgenommen wird.

Fernwärme

Als Wärmeüberträger für die Fernwärme eignet sich Warmwasser, Heißwasser und Dampf. Fernwärmeversorgungsanlagen mit Dampf werden heute nur noch selten gebaut. Die Wärmeübergabe findet an der Hausstation statt. Diese besteht aus der Übergabestation und der Hauszentrale.

An der Übergabestation wird entweder über einen Wärmetauscher der Heizwasserkreislauf des Fernwärmenetzes (Primärseite) vom Heizwasserkreislauf der Hausanlage (Sekundärseite) getrennt (Indirekter Anschluss) oder

aber die Hausanlage wird mit dem Heizwarmwasser aus dem Fernwärmenetz direkt durchflossen (direkter Anschluss). Der indirekte Anschluss findet Verwendung, wenn Druck und Temperatur für die Hausanlage zu hoch sind.

Gemäß DIN V 18599 werden die Arten der Fernwärme-Hausstation nach folgenden Kriterien unterschieden:

Die in der Tabelle 5.1.6-1 aufgeführten Temperaturen sind für den Auslegungsfall. Die Vorlauftemperaturen im Primärnetz werden durch das Versorgungsunternehmen nach der Außentemperatur geregelt. Die Art der Fernwärme und die Primärtemperatur im Auslegungsfall müssen bei dem entsprechenden Versorgungsunternehmen abgefragt werden. In der DIN V 18599 Teil 1 sind zur Fernwärme folgende Faktoren angegeben: Liegen von einem unabhängigen Sachverständigen Angaben zu Primärenergiefaktoren vor, können diese abweichend zur Tabelle 5.1.6-2 eingesetzt werden.

Tabelle 5.1.6-1: Primärtemperatur und Art der Fernwärme-Hausstation gemäß DIN V 18599 Teil 5

Art der Fernwärme-Hausstation	Primärtemperatur (Auslegung) [° C]
Warmwasser, niedrige Temperatur	105
Warmwasser, hohe Temperatur	150
Niederdruckdampf	110
Hochdruckdampf	180

Tabelle 5.1.6-2: Primärenergiefaktoren gemäß DIN V 18599 Teil 1

Energieträger	Primärenergiefaktor Nach DIN V 18599 Teil 1
Nah-/Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (Anteil 70 %)	0,7
Nah-/Fernwärme	1,3

Wärmepumpen

Die Wärmepumpe (im Wesentlichen Kompressions-Wärmepumpe und Absorptions-Wärmepumpe) wandelt Wärme niedriger Temperatur (Umweltwärme von Luft, Grundwasser und Erdbreich) in Wärme hoher Temperatur um. Die Kompressions-Wärmepumpe ist mechanisch betrieben (elektrisch oder Gas-/Dieselmotor), die Absorptions-Wärmepumpe ist thermisch betrieben. Die Arten der Wärmepumpe werden nach dem Medium, dem die Energie entzogen wird, und dem Medium, auf das die Wärme übertragen wird, unterschieden:

Wärmepumpen können als alleiniger Wärmeerzeuger (monovalenter Betrieb) oder in Kombination mit anderen Erzeugern eingesetzt werden (bivalenter Betrieb). Bei der bivalenten Betriebsweise unterscheidet man noch nach „bivalent parallel monoenergetisch“ und nach „bivalent alternativ“.

Der monovalente Betrieb erfolgt üblicherweise mit Sole/Wasser- oder Wasser/Wasser- Wärmepumpen.

Bei der bivalent parallel monoenergetischen Betriebsweise deckt die Wärmepumpe ca. 90 % der Jahresheizarbeit. Der Restwärmebedarf wird über Elektroheizstäbe abgedeckt.

Diese Betriebsweise wird üblicherweise bei Wärmepumpen mit der Wärmequelle Luft eingesetzt. Bei der bivalenten alternativen Betriebsweise wird die Wärmepumpe als zweiter Wärmeerzeuger eingesetzt. In der Regel ist als Hauptwärmeerzeuger ein Heizkessel vorhanden.



Bild 5.1.6-1:
Beispiel einer Großwärmepumpe für Bürogebäude, Hotels etc.

Raumtemperaturregelung

Für die Regelung der Raumtemperatur stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

Handventile

Bei alten Gebäuden (bis 1979) gibt es zum Teil noch manuell zu bedienende Drosselventile an den Heizkörpern. Diese Ventile besitzen keine interne Regelung und sind als ungeregelt anzusehen.

Tabelle 5.1.6-3: Einteilung der Wärmepumpe

Wärmepumpenart	Wärmequelle
Sole-Wasser-Wärmepumpe	Erdwärme
Luft-Wasser-Wärmepumpe	Außenluft, Abwärme
Wasser-Wasser-Wärmepumpe	Grundwasser
Luft-Luft-Wärmepumpe	Außenluft, Abwärme, Abluft

Thermostatventile

Die am meisten zum Einsatz kommenden Regler sind Heizkörperthermostatventile. Sie benötigen keine zusätzliche Hilfsenergie. Bei alten Gebäuden sind in der Regel Heizkörperthermostate mit einer Regeldifferenz von 2 K zu finden, bei neueren Gebäuden liegt die Regeldifferenz bei 1 K. Eine genaue Angabe, wie groß die Regeldifferenz eines bestimmten Heizkörperthermostats ist, kann man nur über den Hersteller und die Artikel- oder Typennummer herausfinden, da die Regeldifferenz werkseitig eingestellt ist.



Bild 5.1.6-2:
Heizkörperthermostat

Raumregler

Je nach Ausstattungswunsch können für die Regelung der Raumtemperatur Raumthermostate eingesetzt werden.



Bild 5.1.6-3:
Elektronisches Raumthermostat

Hinweise:

Kesselnennleistung DIN V 18599 – 5 Kapitel 5.3

„Bei bestehenden Gebäuden wird die Nennleistung der vorhandenen Wärmeerzeugeranlage eingesetzt. Wenn diese nicht ermittelt werden kann, so wird für Wärmeerzeuger, die vor 1994 installiert wurden, die erforderliche Heizleistung nach Gleichung (17) berechnet“

Systemtemperaturen DIN V 18599 – 5 Kapitel 5.2

Die Systemtemperaturen sind die Temperaturen für die ein Heizsystem ausgelegt ist bzw. betrieben wird.

„Sind im Gebäudebestand Renovierungen durchgeführt worden, so können die Auslegungstemperaturen angepasst werden. Wird keine neue detaillierte Planung durchgeführt, so können bei Beibehaltung der Heizflächen in Abhängigkeit von alter und neuer Heizlast nach DIN V 18599-2, Anhang B, die Auslegungstemperaturen nach Tabelle 5 überschlägig angepasst werden.“

Bei Zwischenwerten ist die nächst höhere Temperaturpaarung zu wählen.“

Tabelle 5.1.6-4: Einsparpotenziale bei neuen Auslegungstemperaturen

Alte Auslegungstemperaturen	$\dot{Q}_{N,neu} / \dot{Q}_{N,alt} [\%]$		
	70/55° C	55/45° C	35/28° C
90/70 °C	63,8 %	40,6 %	11,3 %
70/55 °C	-	63,7 %	17,8 %
55/45 °C	-	-	27,9 %

Verteilung

Die Leitungslängen haben einen wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch und müssen auf Plausibilität geprüft werden. Bei neueren Gebäuden kann die Leitungslänge in der Regel den Ausschreibungsunterlagen oder Revisionsunterlagen entnommen werden. Liegen keine Revisionspläne vor, sind Aufmaße zu nehmen. Die Berechnung von Leitungslängen sollte nur in Ausnahmefällen erfolgen, erfahrungsgemäß können dabei große Fehler auftreten (vgl. Modellberechnung Schule).

Beispiel Neubau:

Nachfolgend sind beispielhaft die ausgeführten Leitungslängen für die statische Heizung für 2 Bürogebäude mit Heizkörpern angegeben. In beiden Fällen ergibt sich ein konstanter Zusammenhang zwischen BGF und Rohrlänge.

Bürogebäude 1: Baujahr 2005, 2.500 m² BGF mit insgesamt 2.250 m Heizungsrohrleitungen ausgestattet. Es ergeben sich somit $0,9 \text{ m}_{\text{Rohrleitung}}/\text{m}^2_{\text{BGF}}$

Bürogebäude 2: Baujahr 2003, 72.150 m² BGF mit insgesamt 65.000 m Heizungsrohrleitungen ausgestattet. Es ergeben sich somit $0,9 \text{ m}_{\text{Rohrleitung}}/\text{m}^2_{\text{BGF}}$

Liegt keine detaillierte Rohrnetzberechnung vor, so können die Leitungslängen zur Ermittlung der Wärmeverluste gemäß DIN V 18599 – 5 Kapitel 6.2 Tabelle 15 bestimmt werden.

Leitungslänge für Warmwasserheizungs-Rohrnetze gemäß DIN V 18599 Teil 5:

L_V Leitungslänge zwischen Wärmeerzeuger und vertikalen Steigleitungen. Diese (horizontalen) Leitungen können im unbeheizten Bereich (Keller, Dachgeschoss) oder im beheizten Bereich (im Estrich) liegen;

L_S Strangleitungen (vertikal und gegebenenfalls auch horizontal). Diese Leitungen liegen im beheizten Bereich, entweder an den Außenwänden (**Außenverteilung**) oder überwiegend im Innern des Gebäudes (**Innenverteilung**). Durchgängige Zirkulation des Heizmediums;

L_A Anbindeleitungen, absperrbare Leitungen im beheizten Bereich. Verbindung zwischen den zirkulierenden Leitungsabschnitten und den Heizkörpern.“

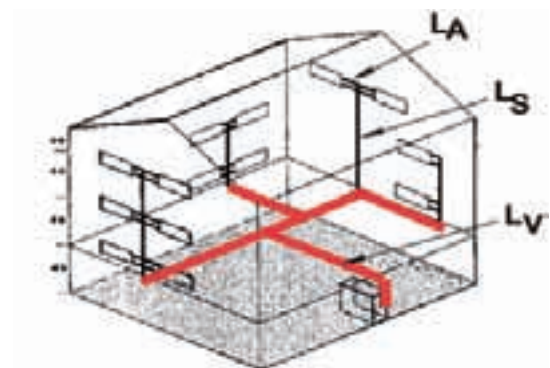


Bild 5.1.6-4:
Bezeichnung der Leitungen für Warmwasserheizungs-Rohrnetze gemäß DIN V 18599 Teil 5

Tabelle 5.1.6-5: Standardwerte gemäß DIN V 18599 Teil 5

Kenngröße	Zeichen	Einheit	Bereich V	Bereich S	Bereich A
Umgebungstemperatur außerhalb der Heizperiode (wenn keine Werte aus DIN V 18599-2 errechnet)	ϑ_i	°C	22°C		
Umgebungstemperatur in der Heizperiode (wenn keine Werte aus DIN V 18599-2 errechnet)	ϑ_i	°C	13°C im unbeheizten bzw. 20°C im beheizten Bereich	20°C im beheizten Bereich	
Zweirohrheizung					
Leitungslänge bei außenliegenden Strängen	L	m	$2 \cdot L_G + 0,01625 \cdot L_G \cdot B_G^2$	$0,025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G$	$0,55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
Leitungslänge bei innenliegenden Strängen	L	m	$2 \cdot L_G + 0,0325 \cdot L_G \cdot B_G + 6$	$0,025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G$	$0,55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
Einrohrheizung					
Leitungslänge bei innenliegenden Strängen	L	m	$2 \cdot L_G + 0,0325 \cdot L_G \cdot B_G + 6$	$0,025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G + 2 \cdot (L_G + B_G) \cdot n_G$	$0,1 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$

Dabei ist:

L_G die größte gestreckte Länge des Gebäudes, in m,
 B_G die größte gestreckte Breite des Gebäudes, in m,

n_G die Anzahl der beheizten Geschosse,
 h_G die Höhe der Geschosse, in m.

„Weicht die Geometrie eines Gebäudes von einem Quader ab, so ist das Gebäude zur Ermittlung der anzusetzenden Leitungslängen in Quader zu zerlegen, wobei die Längen der einzelnen Quader zu addieren und die Breiten zu mitteln sind. Die so errechneten Werte sind in die Formeln in Tabelle 15 einzusetzen.“ (DIN V 18599 -5 Kapitel 6.2)“

Grundsätzlicher Hinweis: wenn eben möglich, Messwerte verwenden.

Beispiel Altbau:

Am Beispiel der in Kapitel 4.1.1 vorgestellten Schule mit Turnhalle werden nachfolgend die charakteristischen Längen und Breiten für die Turnhalle nach DIN V 18599 Teil 5 Anhang B1 ermittelt.

Nachfolgend wurden drei unterschiedliche Möglichkeiten der Einteilung des Grundrisses der Turnhalle ($BGF=1.060\text{m}^2$) in Quader aufgezeigt:

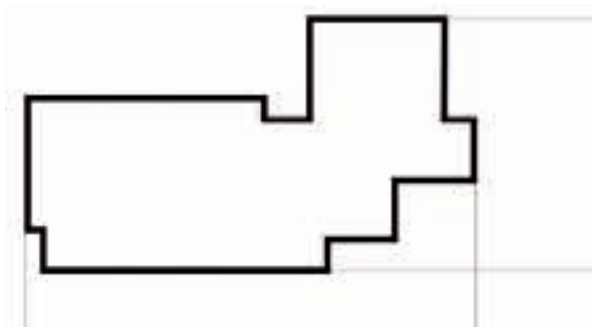


Bild 5.1.6-5:
Grundriss Turnhalle



Bild 5.1.6-6:

Möglichkeit 1: Einteilung des Gebäudes in 6 Quader mit Nachbildung der exakten Fläche

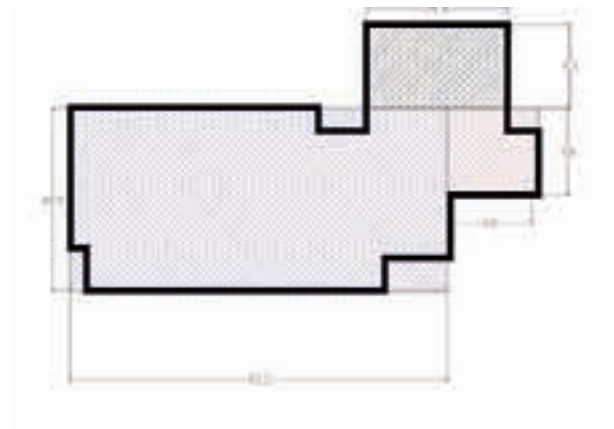


Bild 5.1.6-7::

Möglichkeit 2: Einteilung des Gebäudes in 3 Quader mit leichter Übermessung der Grundrissfläche

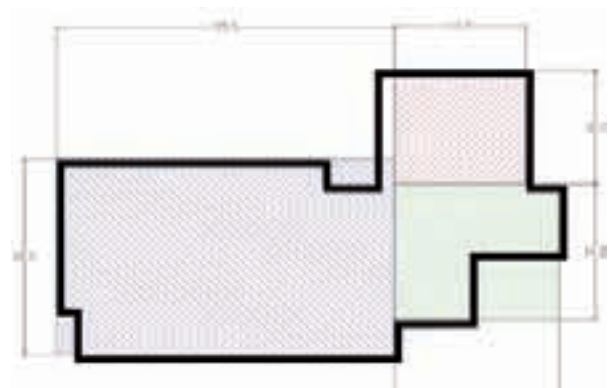


Bild 5.1.6-8:

Möglichkeit 3: Einteilung des Gebäudes in 3 Quader mit leichter Über- und Untermessung der Grundrissfläche

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Längen und Breiten der unterschiedlichen Quader.

Tabelle 5.1.6-6: Längen und Breiten der unterschiedlichen Quader

Quader	Möglichkeit					
	1		2		3	
	Länge [m]	Breite [m]	Länge [m]	Breite [m]	Länge [m]	Breite [m]
1	27,8	15,6	42,3	20,5	35,3	20,5
2	33,4	4,8	15,9	9,2	13,7	12,0
3	12,9	7,5	9,8	9,5	17,2	14,2
4	15,8	12,0				
5	14,2	7,9				
6	9,4	7,2				

Gemäß DIN V 18599 Teil 5 Anhang B ergeben sich für das Gebäude folgende charakteristische Längen und Breiten:

Tabelle 5.1.6-7: Charakteristische Längen und Breiten

Möglichkeit	L_c [m]	B_c [m]
1	113,5	9,3
2	68,0	16,3
3	66,2	17,1
4*	52,6	29,8

* Möglichkeit 4 ist die größte gestreckte Länge und Breite des Gebäudes siehe Bild 5.1.6-5

Tabelle 5.1.6-8: Leitungslängen

Möglichkeit	L_v [m]	L_s [m]	L_A [m]	Gesamt [m]	Abweichung
1	388	93	583	1064	100 %
2	429	97	609	1135	107 %
3	447	99	623	1169	110 %
4*	861	136	857	1854	174 %

* Möglichkeit 4 ist die größte gestreckte Länge und Breite des Gebäudes siehe Bild 5.1.6.3-2

Wie das Beispiel der Turnhalle zeigt, weichen die Leitungslängen bei der Aufteilung in Quader nur bis zu 10 % bei unterschiedlicher Einteilung ab. Die Abweichung bei dem Einsatz der größten gestreckten Länge und Breite des Gebäudes liegt bei 174 %. Bezogen auf die Bruttogeschossfläche (BGF) ergeben sich Werte zwischen $1,0 \text{ lfm}_{\text{Leitung}}/\text{m}^2_{\text{BGF}}$ bei der Möglichkeit 1 und $1,75 \text{ lfm}_{\text{Leitung}}/\text{m}^2_{\text{BGF}}$ bei Einsatz der größten gestreckten Länge und Breite (Möglichkeit 4). Für die Ermittlung der Leitungslängen bei einem Gebäude, dessen Grundrissform von einer Rechteckform abweicht, sollte auf jeden Fall eine Einteilung der Flächen in Quader zur Begrenzung der Längen erfolgen und diese mit den Grundrissplänen abgeglichen werden (siehe auch hierzu das Beispiel Schule Kapitel 7.1.7).

Die Aufbereitung der Außenluft erfolgt nach DIN V 18599 Teil 3 (Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung). Reine Luftheizungen mit Umluft und Nacherhitzer von Zuluft aus RLT-Anlagen werden in der DIN V 18599 Teil 5 erfasst. Für die Ermittlung des Endenergiebedarfs für raumluftechnische Anlagen werden zum einen der nach Teil 2 berechnete Nutzenergiebedarf für die Raumkühlung und zum anderen der in Teil 3 ermittelte Nutzenergiebedarf für die Luftaufbereitung (Heizen, Kühlen, Befeuchten) mit herangezogen. Das nachfolgende Bild zeigt die Systematik von RLT-Anlagen in Nichtwohngebäuden.

5.1.7 Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau

Dieser Teil der DIN V 18599 ist nicht Gegenstand des Leitfadens.

5.1.8 Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau

In Teil 7 wird der Endenergiebedarf für die Raumluftechnik- und Klimakältesysteme ermittelt.

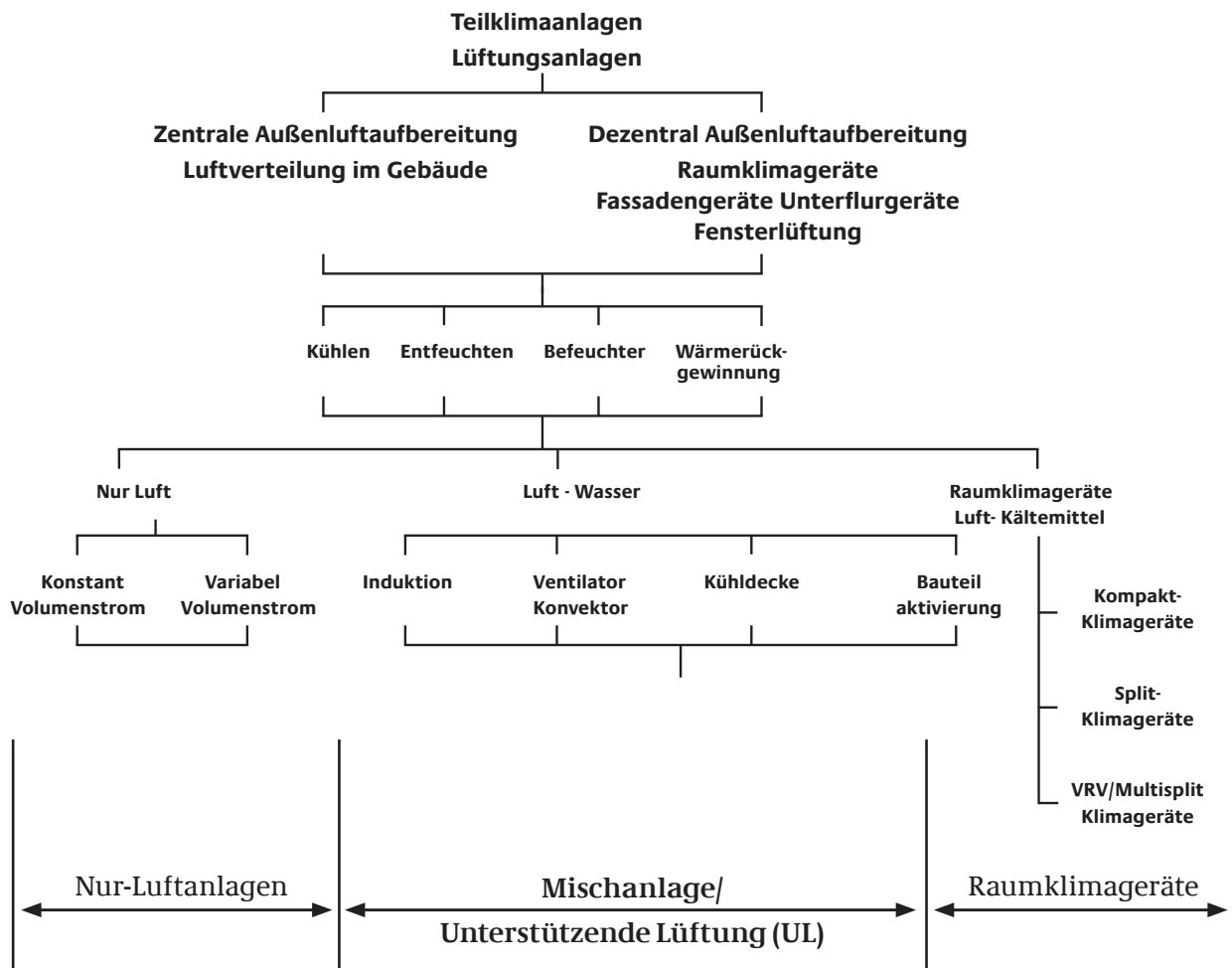


Bild 5.1.8-1:
Systematik einer RLT-Anlage im Nichtwohnungsbau in Anlehnung an die DIN V 18599 Teil 7

Zentrale Systeme:

Zentrale Außenluftaufbereitung (gebäude-, abschnitts- oder geschossweise) und Verteilung der Zuluft über Luftkanalsysteme, unabhängig von der Art der zusätzlichen Raumkühlung.

Dezentrale Systeme:

Raumweise Außenluftaufbereitung oder natürliche Lüftung über Fenster. Zusätzliche Raumkühlsysteme mit Wasser oder Kältemittel als Wärmeträger.

Wichtige Begriffe:**Anlagentyp****Raumlufthtechnische Anlagen (RLT-Anlagen)**

Raumlufthtechnische Anlagen sind Einrichtungen zum Heizen, Lüften und Klimatisieren von Räumen unter Zuhilfenahme von mechanisch geförderter Luft.

Zur Einhaltung des thermischen Umgebungsklimas in einem Raum kann entweder die Lüftungsanlage alleine dienen oder eine Kombination mit anderen technischen Einrichtungen wie z. B. Radiatoren, Kühl-/Heizdecken. Gemäß DIN EN 13779 unterscheidet man nach folgenden Grundanlagen:

Tabelle 5.1.8-1: Anlagenarten gemäß DIN EN 13779

Anlagenart	Beschreibung
Nur-Luftanlagen	Regelung des thermischen Umgebungsklimas ausschließlich durch die RLT-Anlage
Mischanlagen	Regelung des thermischen Umgebungsklimas durch die RLT-Anlage in Kombination mit anderen technischen Einrichtungen (z. B. Kühldecken, Radiatoren, Bauteilkühlung, Unterflurkonvektoren)

Gemäß DIN EN 13779 werden die Grundarten von Anlagen entsprechend ihrer Fähigkeit zur

Regelung des thermischen Umgebungsklimas wie folgt definiert:

Tabelle 5.1.8-2: Grundarten von Anlagen gemäß DIN EN 13779

Anlagenbezeichnung	Anlagengeregelte Funktion				
	Lüftung	Heizung	Kühlung	Befeuchtung	Entfeuchtung
Lüftungsanlage	x	-	-	-	-
Lüftungsanlage mit der Funktion Heizen	x	x	-	-	-
Lüftungsanlage mit den Funktionen Heizen und Befeuchten	x	x	-	x	-
Teilklimaanlage mit der Funktion Kühlen	x	x	x	-	-
Teilklimaanlage mit den Funktionen Kühlen und Befeuchten	x	x	x	x	-
Klimaanlage Vollklimaanlage mit den Funktionen Kühlen, Be- und Entfeuchten	x	x	x	x	x

- von der Anlage nicht beeinflusst
 × durch die Anlage geregelt und im Raum sichergestellt

Tabelle 5.1.8-3: Anlagenarten und ihre Einsatzorte

Anlagenarten	Bemerkungen	Mögliche Einsatzorte
Zuluftanlage	Zuluftanlagen haben keine zusätzliche Funktion zur Luftaufbereitung.	Technische Räume, Garagen usw.
Abluftanlage	Abluftanlagen haben in der Regel keine zusätzliche Funktion und dienen nur dem Luft- bzw. Dunstabzug.	WC-Räume, Garagen, Kleinküchen
Be- und Entlüftungsanlage	Diese Art der Anlage wird heutzutage am meisten eingesetzt und ist im Allgemeinen mit einer Wärmerückgewinnung und Luftvorwärmer ausgestattet.	Büroräume, Lager, Werkstätten, Produktionsräume
Unterstützende Lüftung	Die unterstützende Lüftung (UL) ist eine Lüftungsanlage, bei der der Luftwechsel personenbezogen (konstant) ist und nicht zur Deckung der Kühllast herangezogen wird. Die Laufzeiten der UL können ganzjährig sein (z.B. bei Hochhäusern) oder werden saisonal (Winter und Sommer) eingesetzt, wenn die Möglichkeit der Fensterlüftung in der Übergangszeit gegeben ist.	Büroräume
Teilklimaanlage	Zu- und Fortluftanlage mit Lufterwärmung und Luftkühlung und/ oder Befeuchtung.	Laborräume, Produktionsräume, Flughafen, Bürogebäude
Umluftanlage	Die Raumabluft wird nach der Aufbereitung wieder dem Raum zugeführt.	
Vollklimaanlage	Zu- und Fortluftanlage mit Lufterwärmung, Luftkühlung, Befeuchtung und Entfeuchtung; Einbau zentral oder dezentral. Beim Einsatz einer Vollklimaanlage sind in der Regel keine weiteren technischen Einrichtungen zum Kühlen erforderlich. Die Funktion Heizen wird aus wirtschaftlichen Gründen in der Regel von zusätzlichen Heizflächen übernommen und erfolgt nicht ausschließlich über die Luft.	Laborräume, Produktionsräume, Großraumbüros, Rechenzentren, Bestandsgebäude (Hochhäuser)
Dezentrales Lüftungsgerät	Lüftungsgeräte, die in der Regel in der Fassade (oder auch im Doppelboden) eingebaut werden und einen eigenen Anschluss zur Außenluft haben. Dezentrale Lüftungsgeräte können unterschiedliche Funktionen wie Heizen, Kühlen, Lüftung (Umluftbetrieb) beinhalten.	

Anlagenarten	Bemerkungen	Mögliche Einsatzorte
Induktionsgerät von 1975	Induktionsklimageräte werden raumweise vorgesehen. Der erforderliche Außenluftanteil wird in der Lüftungszentrale aufbereitet und dann den Räumen zugeführt. Das Induktionsgerät übernimmt die Funktion der Raumkühlung, -heizung und Frischluftzufuhr. In den Geräten wird dann Umluft und die vorkonditionierte Außenluft zusammengebracht und auf die erforderlichen Raumkonditionen geheizt oder gekühlt. Je nach Anschlussart (2-Leiter- oder 4-Leiter-Gerät) können die angeschlossenen Geräte nur heizen oder kühlen (2-Leiter-Gerät) oder gleichzeitig in unterschiedlichen Räumen heizen und kühlen (4-Leiter).	Die Induktionsklimageräte wurden früher viel in hohen Verwaltungsgebäuden eingesetzt, wo keine Fensterlüftung vorgesehen war.   Induktionsgerät von 1975

Wichtige Begriffe in der Kältetechnik:

Kälteerzeugungssysteme

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der konventionellen Kälteerzeugungssysteme.

Tabelle 5.1.8-4: Übersicht der konventionellen Kälteerzeugungssysteme in Anlehnung an die DIN V 18599 Teil 7

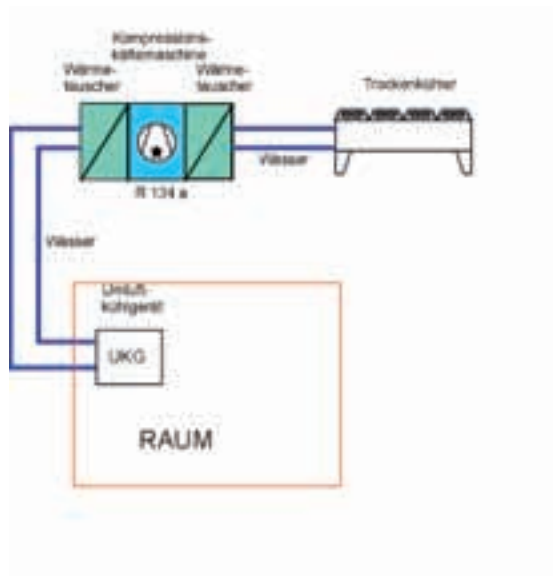
Kompressionskältemaschinen								Absorptionskältemaschinen	
wassergekühlt				luftgekühlt				wassergekühlt	
Indirekte Systeme (Wasserkühlmaschinen)		Direkte Systeme (Direktverdampfer-Anlagen)		Indirekte Systeme (Wasserkühlmaschinen)		Direkte Systeme (Direktverdampfer-Anlagen, Raumklimasysteme)		Indirekte Systeme (Wasserkühlmaschinen)	
Nasskühler	Trockenkühler	Nasskühler	Trockenkühler	Kompaktbauweise	Splitbauweise	Einzel-System	Multi-System	Nasskühler	Trockenkühler
Kolben- und Scrollverdichteranlagen		Kolben- und Scrollverdichteranlagen		Kolben- und Scrollverdichteranlagen		Splitgerät	Multi-splitgerät	H ₂ O/LiBr-Absorptionskälteanlagen	
Schrauben-/Turboverdichteranlagen		Schrauben-/Turboverdichteranlagen		Schrauben-/Turboverdichteranlagen		Kompaktklimagerät	VRF-System		

Die grau angelegten Systeme sind die am meisten zum Einsatz kommenden Anlagen.

Die nachfolgenden Bilder zeigen den schematischen Aufbau der verschiedenen Anlagentypen.

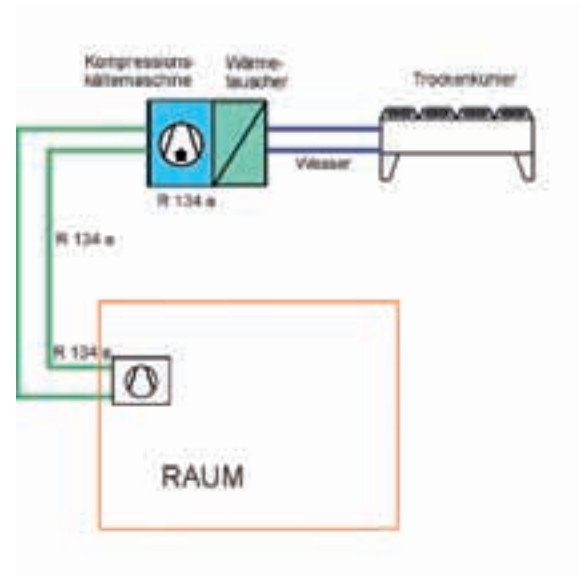
Wassergekühlte Kompressionskältemaschine Indirekte Systeme (Wasserkühlmaschinen)

Trockenkühler

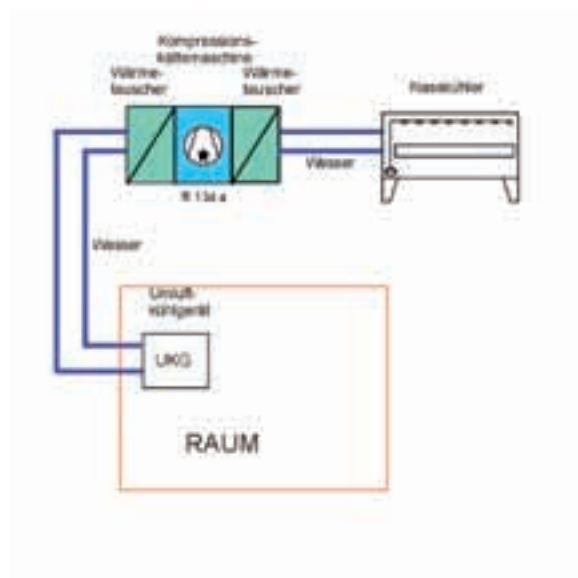


Wassergekühlte Kompressionskältemaschine Direkte Systeme (Direktverdampferanlagen)

Trockenkühler



Nasskühler



Nasskühler

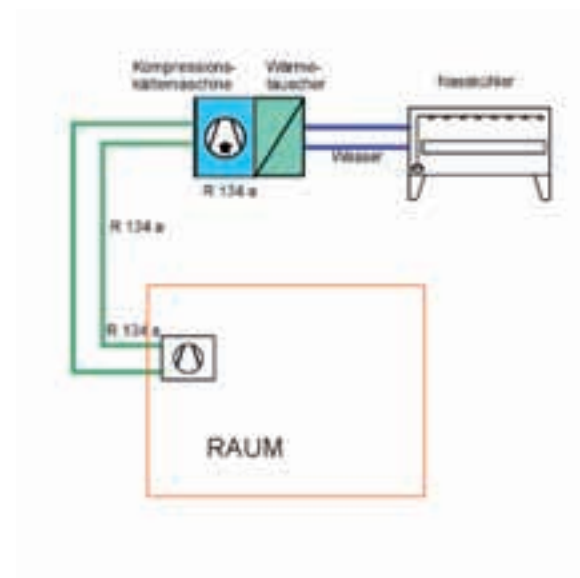
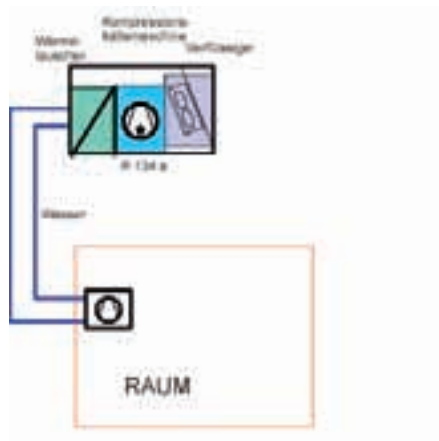


Bild 5.1.8-2:
Wassergekühlte Kompressionskältemaschine;
Indirekte Systeme

Bild 5.1.8-3:
Wassergekühlte Kompressionskältemaschine;
Direkte Systeme

Luftgekühlte Kompressionskältemaschine Indirekte Systeme (Wasserkühlmaschinen)

Kompaktbauweise



Splitbauweise

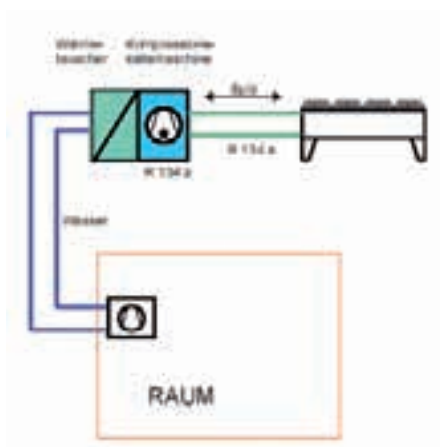
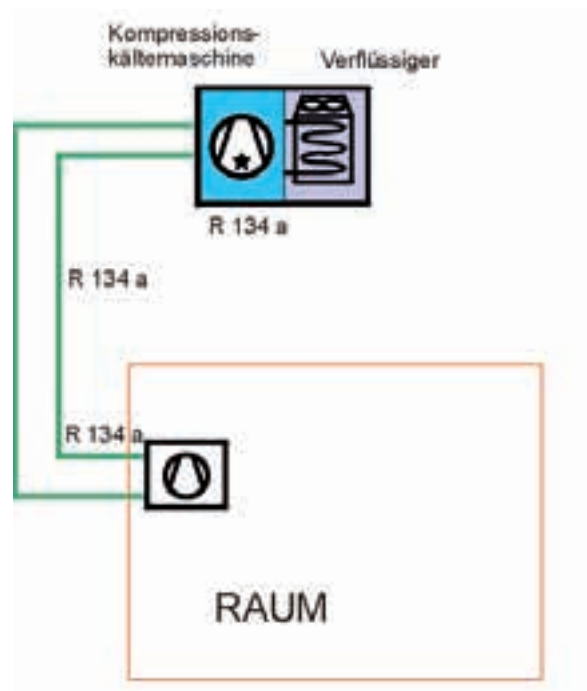


Bild 5.1.8-4:
Luftgekühlte Kompressionskältemaschine; Indirekte
Systeme



Luftgekühlte Kompressionskältemaschine Direkte Systeme (Direktverdampferanlagen)

Einzelsysteme



Multisysteme

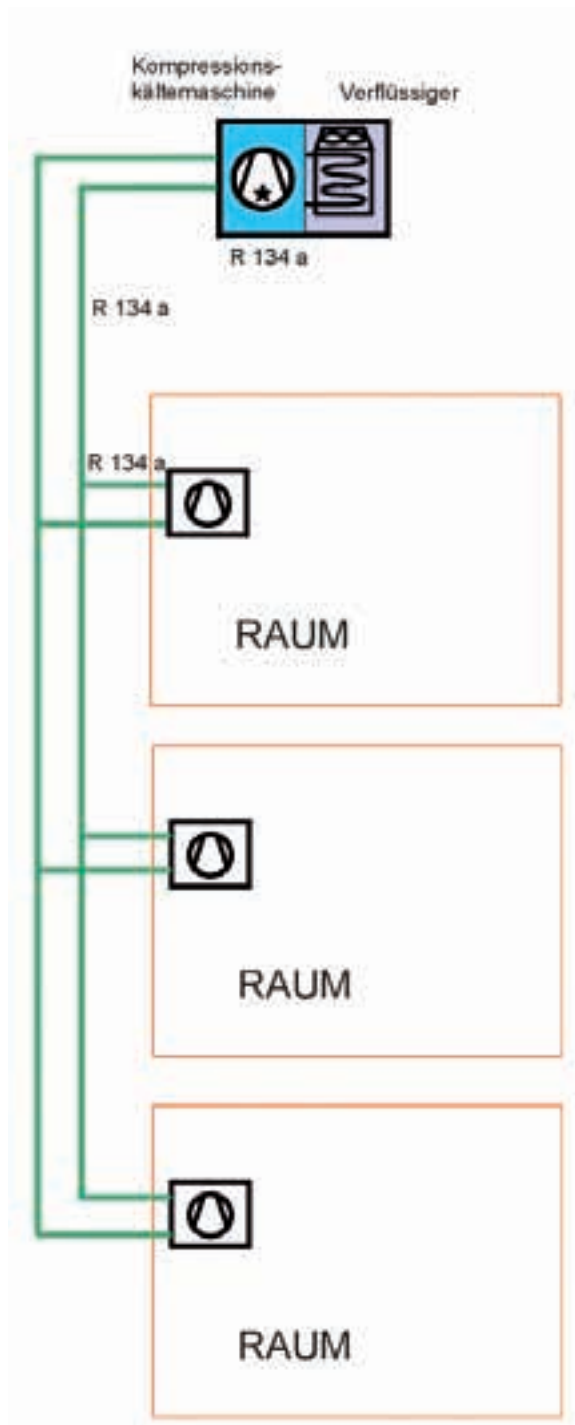


Bild 5.1.8-5:
Luftgekühlte Kompressionskältemaschine;
Direkte Systeme

Kompressionskältemaschine KKM

Die Kompressionskältemaschine nutzt den physikalischen Effekt der Verdampfungswärme beim Wechsel des Aggregatzustandes eines Kältemittels von flüssig in gasförmig. Im Verdampfer verdampft ein Kältemittel unter Wärmeaufnahme bei niedriger Temperatur (Kühlleistung). Anschließend wird das gasförmige Kältemittel verdichtet und im Kondensator verflüssigt.

Die an der **Verflüssigerseite** entstandene Wärme wird im Wesentlichen durch folgende Verfahren gekühlt:

Wassergekühlte Verflüssiger

Ein Kühlwasserstrom auf der Gegenseite des Wärmetauschers nimmt die Wärme auf. Zur Abkühlung des Kühlwassers ist ein Rückkühlwerk erforderlich (z. B. Kühlturm, Trockenkühler).

Luftgekühlte Verflüssiger

Zur Kühlung der entstandenen Wärme werden auf der Wärmetauscherseite Lüfter angeordnet, die die Wärme an die Umgebung abgeben.

Für die **Verdampferseite** unterscheidet man im Wesentlichen folgende Möglichkeiten:

Indirekte Systeme (Wasserkühlmaschinen):

Der Verdampfer wird über einen Wärmetauscher abgekühlt. Das Kältemittel bleibt im Gerät und in das Gebäude wird Wasser als Kälte-träger geführt.

Direkte Systeme (Direktverdampferanlagen):

Der Verdampfer ist direkt im abzukühlenden Stoffstrom, z.B. im Luftstrom der Lüftungsan-

lage oder im zu kühlenden Raum angeordnet. Das Kältemittel wird direkt in das Gebäude zum Direktverdampfer geführt.

Absorptionskältemaschine AKM

Im Unterschied zur Kompressionskältemaschine erfolgt keine mechanische Verdichtung eines Kältemittels, sondern es findet ein chemischer Prozess mit Hilfe eines Stoffpaares, bestehend aus Kältemittel und Lösungsmittel, statt. Die Absorptionskältemaschine benötigt für diesen Prozess Wärme (Fernwärme, Gas oder Abwärme). Elektrische Energie wird bei der Absorptionskältemaschine nur für den Betrieb der Lösungsmittelpumpe benötigt. In der Regel wird als Kältemittel Wasser eingesetzt und als Lösungsmittel Lithiumbromid (LiBr). Damit lassen sich Wassertemperaturen bis 3 °C erreichen. Bei niedrigeren Temperaturen wird Ammoniak (NH_3) als Kältemittel und Wasser als Lösungsmittel eingesetzt (z. B. Eislaufhalle). Aufgrund der für den Betrieb erforderlichen Prozesswärme muss bei Absorptionskältemaschinen im Vergleich zu Kompressionskältemaschinen rund die doppelte Menge an Wärme abgeführt werden. Absorptionskältemaschinen sind daher in der Regel wassergekühlt und benötigen ein Rückkühlwerk (z.B. Kühlturm, Trockenkühler).

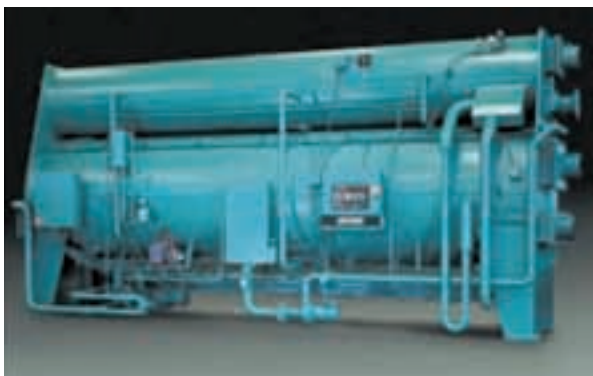


Bild 5.1.8-6:
Absorptionskältemaschine

Rückkühlwerke

Die Rückkühlwerke werden in zwei Bereiche unterschieden:

1. Nasskühler

Bei den Nasskühlern wird das zu kühlende Wasser in der Luft versprüht und über Füllkörper verrieselt. Dadurch wird dem Wasser Verdunstungswärme entzogen und die Luft befeuchtet. Zusätzlich wird das Wasser durch Konvektion an die kältere Luft weiter abgekühlt. Aufgrund des Kontaktes des Kühlwassers mit der Atmosphäre werden die Nasskühler auch offene Systeme genannt.



Bild 5.1.8-7:
Nasskühlturm

2. Hybridkühler

Zu den Trockenkühlern gehören auch die Hybridkühler. Auch hier kommt das Kühlwasser nicht mit der Umgebungsluft in Kontakt. Zur Befeuchtung besitzen sie einen eigenen vom Kühlwasser unabhängigen Wasserkreislauf.

3. Trockenkühler

Die Rückkühlung erfolgt hierbei über die Luft. Da das Kühlmittel im Trockenkühler keinen Kontakt zur Atmosphäre hat, spricht man auch von einem geschlossenen System. Als Trockenkühler werden unter anderem Tischkühler oder Trockenkühltürme eingesetzt.



Bild 5.1.8-8:
Trockenkühler

Raumklimasysteme

Raumklimasysteme sind kompakte Umluftkühlgeräte (Splitgeräte, Fan-Coil, Kompaktklimagerät oder VRF-System, Variable Refrigerant Flow = regelbare Kältemittelmenge), die zur Kühlung eines Raumes oder mehrerer Räume vorgesehen sind. Während bei Klimaanlage die konditionierte Luft dem Raum zugeführt wird, sind bei diesen Systemen Kühler (direkt oder indirekt gekühlt) und Ventilator im Raum angeordnet.

Die Kälteerzeugung kann zentral erfolgen, in dem Fall wird Kaltwasser oder Kältemittel (VRF-Systeme) zum dezentral angeordneten Kühlen geführt.

Oftmals werden aber auch dezentral angeordnete Splitgeräte eingesetzt.

Von diesen Geräten wird ein Kühler versorgt, bei Multisplitgeräten bis zu 4 Inneneinheiten, bei VRF-Systemen können bis zu 48 Inneneinheiten angeschlossen werden.



Bild 5.1.8-9:
Splitgerät Außeneinheit (Verflüssiger und Verdichter)



Bild 5.1.8-10:
Bild Inneneinheit Multisplitgerät (Verdampfer)

Kältemittel

Gemäß DIN EN 378-1 wird das Kältemittel wie folgt beschrieben: „Fluid, das zur Wärmeübertragung in einer Kälteanlage eingesetzt wird, das bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme aufnimmt und bei höherer

Temperatur und höherem Druck Wärme abgibt, wobei üblicherweise Zustandsänderungen des Fluids erfolgen“.

Das eingesetzte Kältemittel ist auf dem Typenschild der Anlage vermerkt!

In der Klimatechnik werden üblicherweise folgende Kältemittel verwendet:

Tabelle 5.1.8-5: Übersicht Kältemittel

Kältemittel	Zusammensetzung/Stoff	Beschreibung/Einsatzgebiet
R134a	Tetrafluorethan	klassisches Kältemittel für Kälteanlagen für die Raumkonditionierung
R407C	R32, R125 und R134a	Gewerbeklimaanlagen
R410A	R32 und R125	Kältemittel für den Einsatz in Wohnraumklimaanlagen, Klein- und Mittelgewerbeklimaanlagen wie z. B. Splitgeräte
R717	Ammoniak	klassisches Kältemittel, vorwiegend in Großanlagen wie Tiefkühlhäuser, zentrale Kälteerzeugung in der Chemie
R22	Difluorchlormethan	Der Einsatz dieses Kältemittels in neuen Anlagen ist seit dem 01.01.2000 in Deutschland verboten. In alten Anlagen ist das Kältemittel noch vorhanden. Es wurde vor allem in Gewerbe und Industrie eingesetzt, zum Beispiel als Kältemittel in den Frischhalte- und Kühltruhen von Supermärkten oder in Anlagen zur Raumklimatisierung.
R718	Wasser	wird aufgrund seines Gefrierpunktes nur oberhalb von 0°C als Kältemittel verwendet

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Arbeitsstoffpaare für Absorptionskälteanlagen.

Tabelle 5.1.8-6: Arbeitsstoffpaare für Absorptionskälteanlagen

Stoffpaar	Kältemittel	Beschreibung/Einsatzgebiet
Ammoniak (NH ₃) / Wasser	Ammoniak	Großkälte in Gewerbe und Industrie > 300 kW, Wassertemperaturen < 3° C
Wasser/ Lithiumbromid (LiBr)	Wasser	Raumklimatisierung über indirekte Systeme mittels Kaltwasser ggf. unter Ausnutzung von Abwärme oder Solarwärme, BHKW- Wärmenutzung im Sommer; Wassertemperaturen > 3° C

Verdichter (Kompressor)

Für die Komprimierung des Kältemittels gibt es unterschiedliche Verfahren des Verdichters. Man unterscheidet zwischen:

Hubkolbenverdichtern (offen, halbhermetisch und vollhermetisch)

Die Unterteilung nach offen und hermetisch bezieht sich dabei auf die Bauart von Antrieb und Kolben. Offen bedeutet dabei, dass der Antrieb außerhalb vom Gehäuse des Kolbens liegt, hermetisch bedeutet, Antrieb und Kolben befinden sich im gleichen Gehäuse.



Bild 5.1.8-11:
Kolbenverdichter

Rotationsverdichtern (Schrauben-, Scroll-, Rollkolben- und Turboverdichter)

Der Schraubenverdichter besteht in der Regel aus zwei Wellen, die mittels schraubenförmiger Verzahnung das Kältemittel verdichten. Beim Scrollverdichter wird die Kompression des Kältemittels über zwei Spiralen (eine feste und

eine rotierende) erzeugt. Der Scrollverdichter wird überwiegend im Kleinleistungsbereich (bis 50 kW) eingesetzt. Beim Turboverdichter wird die Verdichtung durch die Beschleunigung des Gasstroms in einem Laufrad und der anschließenden Umsetzung der kinetischen Strömungsenergie in Druckerhöhung erzeugt. Turboverdichter finden bei sehr großen Kälteleistungen Anwendung.

Am häufigsten wird der Hubkolbenverdichter in der Klimatechnik angewendet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Leistungsbereiche der Verdichter:

Tabelle 5.1.8-7: Leistungsbereiche Verdichter

Verdichter	Leistungsbereich	
Turboverdichter	0,35-30	MW
Schraubenverdichter	0,2-5	MW
Offene Hubkolbenverdichter	0-1	MW
Scrollverdichter	0-50	kW
Rollkolbenverdichter	0-50	kW

Freie Kühlung

Bei entsprechenden niedrigen Außentemperaturen kann ein Rückkühlwerk ohne zusätzliche Kältemaschine betrieben werden. Die Kälteleistung der Verbraucher kann dann vom Rückkühlwerk abgedeckt werden.

Kaltwassernetz

Das Kaltwassernetz besteht aus Rohrleitungen von Vor- und Rücklaufleitung von der Kältemaschine zum Verbraucher.

Kühlwassernetz

Das Kühlwassernetz ist zur Entwärmung der Kältemaschine vorhanden. Der Vor- und Rücklauf liegt zwischen Kältemaschine und Rückkühler.

5.1.9 Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen

Im Teil 8 wird der Nutz- und Endenergiebedarf für die Warmwassererzeugung ermittelt. Bei der Ermittlung der Nutzenergie kann vereinfachend auf die Tabelle 6 in der DIN V 18599 Teil 10 zurückgegriffen werden. Hier sind Angaben zum Nutzenergiebedarf für unterschiedliche Nutzungsbereiche in Nichtwohngebäuden angegeben. Zusätzlich werden im Teil 8 die Hilfsenergien für Pumpen etc. sowie die Verluste bei der Erzeugung und der Verteilung ermittelt.

Wichtige Begriffe:

Zentrale Trinkwarmwassererzeugung

Das erforderliche Warmwasser wird für das gesamte Gebäude zentral an einer Stelle mittels Wärmeerzeuger und Speicher bereitgestellt und von dort aus an den Verbraucher über das Warmwasserleitungssystem gepumpt. Die Systeme können mit oder ohne Zirkulationspumpe/-leitung und stellenweise mit elektrischer Begleitheizung der Leitungen ausgestattet sein. Elektrische Begleitheizungen werden in der Regel in Bereichen eingesetzt, wo die Trinkwasserleitung durch unbeheizte Gebäudebereiche geführt wird und die Gefahr des Einfrierens der Leitungen besteht (z. B. in Tiefgarage).

Dezentrale Trinkwarmwassererzeugung

Bei der dezentralen Trinkwarmwassererzeugung werden der Wärmeerzeuger und gegebenenfalls der Speicher direkt im Raum des Verbrauches installiert. Hierdurch entfallen die zentralen Verteil- und Zirkulationsleitungen, die Leitungswege sind max. 3 - 4 m. Typische Geräte sind z. B. die Über- oder Untertischgeräte oder Durchlauferhitzer. Der Durchlauferhitzer benötigt keinen Speicher (Durchflusssysteme), sondern nimmt seine Tätigkeit auf, wenn das heiße Wasser benötigt wird. Durchlauferhitzer sind im Regelfall elektrisch betrieben, können aber auch gasbetrieben sein. Diese Form kommt in der Regel im Wohnungsbau vor. Untertischgeräte sind elektrische Kleinspeicher (Speichersysteme), die in der Regel über einen 5-Liter-Speicher verfügen und direkt am Ort des Verbrauchers installiert werden. Zusätzlich gibt es noch Klein-Warmwasserspeicher, die für eine oder mehrere Zapfstellen anschließbar sind. Hier wird in der Regel der Klein-Warmwasserspeicher (bis ca. 100 l) in einem Raum in der Wohnung aufgestellt und die Räume werden von hier aus über kurze Leitungen versorgt (wohnungszentrale Warmwassererzeugung).



Bild 5.1.9-1:
Durchlauferhitzer

Wärmeerzeuger

Die Wärmeerzeugung für das Trinkwarmwasser kann über mehrere Erzeuger erfolgen:

- Heizkessel
- Solaranlagen
- Wärmepumpe
- Elektrische Zusatzheizung

Wird Solarenergie für die Wärmeerzeugung verwendet, so gibt es zur Deckung des Warmwasserbedarfs auch zusätzlich einen weiteren Wärmeerzeuger. Die für die Trinkwassererwärmung eingesetzten Heizkessel sind bereits in Kapitel 5.1.6 beschrieben.

Wärmepumpe für die Trinkwassererwärmung

Die Beschreibung der Funktion und Betriebsweise der Wärmepumpe ist in Kapitel 5.1.6 zu finden.

Bei Einsatz einer Wärmepumpe zur Trinkwassererwärmung wird in der Regel das Warmwasser aus der Luft/Abluft oder über Erdwärme erzeugt.



Bild 5.1.9-2:
Wärmepumpe für die Trinkwarmwassererzeugung für externen Speicher

Speicherung

Indirekt beheizter Trinkwarmwasserspeicher

Indirekt beheizte Warmwasserspeicher werden entweder über kombinierte Kesselanlagen

(Kesselanlage für die Heizung und Trinkwassererwärmung), über einen eigenen Kessel oder über eine Kombination von Kessel und Sonnenenergienutzung (bivalente Solarspeicher) versorgt. Die Kesselanlage (siehe hierzu auch Kapitel 5.1.6) und der Speicher stehen in der Regel zusammen in der Heizungszentrale. Die Besonderheit beim bivalenten Solarspeicher besteht darin, dass im unteren Speicherbereich die Speicherung der Solarwärme und im oberen Speicherbereich die Nacherhitzung über einen weiteren Wärmeerzeuger (in der Regel über den Kessel) erfolgt.

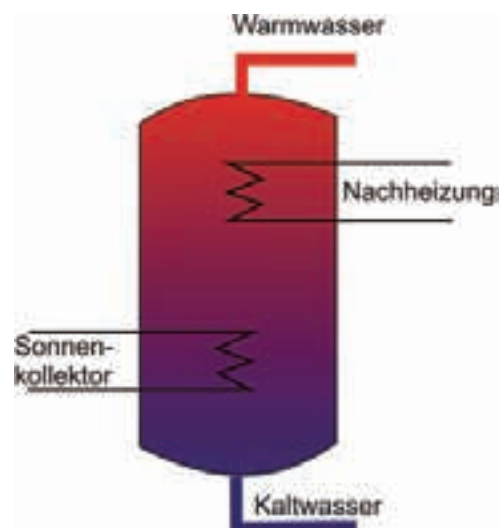


Bild 5.1.9-3:
Aufbau bivalenter Solarspeicher

Direkt beheizter Trinkwarmwasserspeicher

Direkt beheizte Warmwasserspeicher verfügen über einen eigenen Wärmeerzeuger und können deshalb unabhängig von der Heizung eingesetzt werden. Direkt beheizte Warmwasserspeicher können gasbetrieben oder elektrisch betrieben sein. Die gasbetriebenen direkten Trinkwarmwasserspeicher verfügen über einen eigenen integrierten Brenner. Stellenweise werden die direkt beheizten Warmwasserspeicher zusätzlich für den Sommerbetrieb eingesetzt, so dass die kombinierten Kessel abgeschaltet werden können.



Bild 5.1.9-4:
Gasbetriebener direkt beheizter Trinkwarmwasserspeicher



Bild 5.1.9-5:
5-Liter Klein-Warmwasserspeicher Zirkulation

Zirkulation

Um einen schnelleren Zugriff an der Zapfstelle auf das im Speicher zur Verfügung stehende Warmwasser zu haben, werden Zirkulationsleitungen und -pumpen eingesetzt. Hierbei wird durch die elektrisch angetriebene Pumpe das Wasser durch die Trinkwasserleitung umgewälzt. Wird Warmwasser benötigt, muss nur noch die Stichleitung zwischen Ringleitung und Zapfstelle gespült werden. Das Warmwasser ist praktisch sofort an der Zapfstelle verfügbar. In neueren Anlagen werden auch aus hygienischen Gründen (Legionellengefahr) in der Regel Zirkulationsleitungen und -pumpen eingesetzt.

Bei alten Gebäuden ist die Zirkulationspumpe (wenn sie nicht ausgetauscht wurde) ungeregelt, d. h. hier wird permanent das Wasser umgewälzt.

Bei neuen Anlagen ist die Zirkulationspumpe geregelt, z. B. über einen Temperatursensor. Ist keine Zirkulationsleitung/-pumpe vorhanden, ist in der Regel eine elektrische Begleitheizung eingebaut, um das Wasser auf einer Mindesttemperatur von 60° C zu halten.

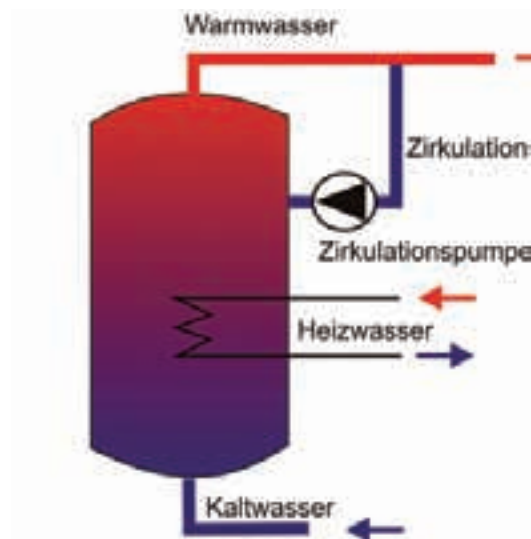


Bild 5.1.9-6:
Speicher mit Zirkulationsleitung und -pumpe

Hinweise:

Leitungslängen bei gebäudezentraler Trinkwarmwasserversorgung

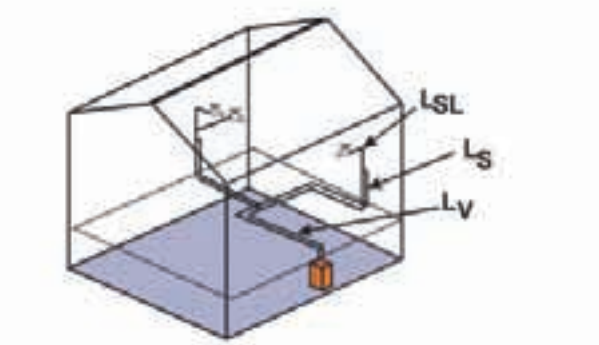


Bild 5.1.9-7:
Bezeichnung der Leitungen gemäß DIN V 18599 Teil 8

„Wenn keine detaillierte Rohrnetzplanung vorliegt, können die Wärmeverluste des Trinkwarmwasser-Rohrnetzes vereinfachend nach Tabelle 6 bestimmt werden.“ Leitungslänge für Trinkwarmwasser-Rohrnetze (siehe Bild 5.1.9-7)

 L_S

Strangleitungen (vertikal und gegebenenfalls auch horizontal). Diese Leitungen liegen in der beheizten Zone,

 L_V

„Leitungslänge zwischen Wärmeerzeuger und vertikalen Steigleitungen. Diese (horizontalen) Leitungen können im unbeheizten Bereich (Keller, Dachgeschoss) oder innerhalb der beheizten Zone (z.B. im Estrich) liegen,

 L_{SL}

Stichleitungen (Anbindeleitungen). Verbindung zwischen Strangleitung und Zapfstelle. Keine Zirkulation.“

Tabelle 5.1.9-1: Ermittlung der Leitungslängen gemäß DIN V 18599 Teil 8

Kenngröße	Zeichen	Einheit	Bereich V	Bereich S	Bereich A
Umgebungstemperatur außerhalb der Heizperiode (wenn keine Werte aus DIN V 18599-2 errechnet)	ϑ_i	°C	22°C		
Umgebungstemperatur (wenn keine Werte aus DIN V 18599-2 errechnet)	ϑ_i	°C	13°C im unbeheizten bzw. 20°C im beheizten Bereich	20°C im beheizten Bereich	
Leitungslänge mit Zirkulation	L	m	$2 L_G + 0,0125 * L_G * B_G$	$0,075 * L_G * B_G * n_G * h_G$	–
Leitungslänge ohne Zirkulation	L	m	$L_G + 0,0625 * L_G * B_G$	$0,038 * L_G * B_G * n_G * h_G$	–
Stichleitungslänge nur bei Übergabe in angrenzenden Räumen mit gemeinsamer Installationswand	L	m	–	–	$0,05 * L_G * B_G * n_G$
Stichleitungslänge im Standardfall	L	m	–	–	$0,075 * L_G * B_G * n_G$

L_G die größte gestreckte Länge des Gebäudes, in m,
 B_G die größte gestreckte Breite des Gebäudes, in m,

n_G die Anzahl der beheizten Geschosse
 h_G die Höhe der Geschosse, in m.

5.1.10 Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

In der DIN V 18599 Teil 9 wird der Endenergieaufwand für Kraft-Wärme-gekoppelte Systeme (z. B. BHKW), die als Wärmeerzeuger eingesetzt werden, berechnet. Es werden im Wesentlichen die Verluste und die Hilfsenergieaufwendung für die Wärmeerzeugung ermittelt. Kraft-Wärme-gekoppelte Systeme können zum einen die Wärmeerzeugung ersetzen, zum anderen aber auch ergänzen.

Wichtige Begriffe:

Kraft-Wärme-Kopplung KWK

Der Begriff der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) steht für die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Nutzwärme. Gemäß DIN V 18599 ist die Definition wie folgt: „gleichzeitige Erzeugung thermischer Energie und elektrischer und/oder elektrochemischer und/oder mechanischer Energie in einem thermodynamischen oder elektrochemischen Prozess“.

Für den Betrieb von KWK-Anlagen kommen im Wesentlichen folgende Brennstoffe zum Einsatz: fossile Brennstoffe wie Steinkohle, Braunkohle, Erdgas und Heizöl oder erneuerbare Energien wie Biogas, Klärgas, Deponiegas, Pflanzenöl, Holz, Pellets, Bioethanol.

Als Antriebsmaschinen kommen dabei Dampfturbinen, Gasturbinen, Verbrennungsmotoren und Brennstoffzellen zum Einsatz.

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Das Blockheizkraftwerk ist eine modular aufgebaute Anlage, die das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung nutzt. Diese Anlagen werden

in der Regel am Ort des Wärmeverbrauchs betrieben und decken den Strom- und Wärmebedarf von einem oder mehreren Gebäuden. In der Regel wird eine Unterdeckung des Strombedarfs durch das Stromnetz vom Energieversorgerunternehmen überbrückt und eine Überproduktion ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

Man unterscheidet zwei Arten von BHKW:

- Wärmegeführtes BHKW
- Stromgeführtes BHKW

Beim wärmegeführten BHKW richtet sich die Leistungsabgabe nach dem lokalen Wärmebedarf, der erzeugte Strom wird entweder verbraucht oder ins öffentliche Netz eingespeist. Beim stromgeführten BHKW richtet sich die Leistungsabgabe nach dem aktuellen Strombedarf. Die nicht nutzbare Wärme kann in einem Wärmespeicher für die spätere Nutzung zwischengespeichert werden.

Die erforderlichen Angaben bezüglich Stromkennzahl und Leistungsabgabe thermisch und elektrisch sind dem Typenschild zu entnehmen bzw. beim Hersteller zu erfragen.

5.1.11 Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

Die DIN V 18599 Teil 10 liefert die Randbedingungen u. a. für Betriebszeiten, Beleuchtung, Raumklima, Wärmequellen und Trinkwasser für unterschiedliche Nutzungsbereiche (z. B. Einzelbüro, Hotelzimmer, Turnhalle, Klassenzimmer) in Gebäuden. Zusätzlich werden Klimadaten für das Referenzklima Deutschland angegeben.

Hinweise:

In der DIN V 18599 Teil 10 befinden sich **Richtwerte** und Formulare für folgende Angaben für unterschiedliche Nutzungsbereiche:

- Nutzungs- und Betriebszeiten
- Beleuchtung
- Raumklima
- innere Lasten
- Auslegungstemperaturen
- Trinkwarmwasser
- ausführliche Nutzungsprofile
- Formblatt für die Dokumentation eigener Profile (DIN V 18599 Teil 10, Anhang C)

5.2 Bestandsaufnahme

Das Zusammenstellen der für die Bearbeitung des Ausweises erforderlichen Informationen stellt die wichtigste Grundlage für die Aussagekraft und Richtigkeit des Energiebedarfsausweises dar.

Die systematische Erfassung aller für die Bearbeitung erforderlichen Eingabedaten stellt bei neu zu errichtenden Gebäuden oder bei Gebäuden jüngeren Datums im Allgemeinen kein Problem dar. Die entsprechende Information kann dort in der Regel mit geringem Aufwand und großer Vollständigkeit zusammengestellt werden.

Bei alten Gebäuden dagegen sind die erforderlichen Unterlagen leider im Regelfall unvollständig oder schwer zu beschaffen.

Ein oder mehrere Ortsbegehungen und Gespräche mit Bauherren und Gebäudenutzer

sind meist unumgänglich. Dementsprechend wichtig ist die Vorbereitung eines solchen Termins. Im Idealfall werden die vorhandenen Unterlagen vom Auftraggeber im Vorfeld dem Ausweisersteller zugeschickt, der auf diese Weise mögliche Informationslücken identifizieren und entsprechende Fragen formulieren kann. Im Rahmen der Ortsbegehung können dann die noch offenen Punkte effektiv besprochen und Annahmen validiert bzw. verifiziert werden.

Ebenfalls empfiehlt es sich, auf Basis der vorhandenen Planunterlagen vor dem Ortstermin einen Zonierungsvorschlag zu erarbeiten und diesen mit dem Nutzer abzustimmen bzw. zu bestätigen.

Daneben ist es notwendig, den oder die Betreiber mit zum Ortstermin zu nehmen, um sicherzustellen, dass die für die Berechnung erforderlichen Räumlichkeiten im Gebäude zugänglich sind und entsprechende Informationen beschafft werden können.

5.2.1 Hilfsmittel

Für die Vorbereitung und erfolgreiche Durchführung der Ortstermine sind Hilfsmittel, Checklisten und Erfassungsbögen erforderlich, um eine rationelle, zeitsparende und vollständige Bearbeitung zu ermöglichen.

Darüber hinaus empfiehlt sich das Mitführen folgender für die Bestandsaufnahme erforderlichen Hilfsmittel:

- Kopie der bereits vorhandenen Unterlagen
- Fotoapparat
- Zollstock/Maßband

- Kompass
- Feuerzeug (zur Prüfung der Beschichtungsebene bei der Fensterkonstruktion)
- Taschenlampe
- Pyrometer
- Diktiergerät (zur schnelleren Datenerfassung)

Da sich die einzelnen Gebäudetypen hinsichtlich Aufbaugestaltung und technischer Ausstattung erheblich unterscheiden, lässt sich das Vorgehen bei der Ortsbegehung nur schwer systematisieren.

Grundsätzlich sollte die Begehung sich auf 3 Teilbereiche konzentrieren:

1. Bestätigung der allgemeinen Daten
2. Überprüfen der architektonischen und bauphysikalischen Gegebenheiten
3. Zusammenstellung der technischen Randbedingungen

5.2.2 Erfassungsbogen

Für die systematische Erfassung aller für die Berechnung relevanten Eingabedaten wird empfohlen, auf die von den Softwareherstellern zur Verfügung gestellten Erfassungsbögen zurückzugreifen. Dort werden sämtliche Eingabedaten ohne Gewichtung abgefragt, man erhält also einen sehr umfangreichen Datensatz. Allerdings birgt die ungewichtete Abfrage jedes Details die Gefahr, viel Zeit auf nicht berechnungsrelevante oder nur das Ergebnis geringfügig beeinflussende Größen zu verwenden, und so das üblicherweise kontingentierte Bearbeitungszeitvolumen mit unwichtigen Arbeiten zu verkürzen.

Zwingend erforderlich ist es, vor Zusammenstellen der Unterlagen einen Zonierungsvorschlag zu erarbeiten, um vor Ort zielgerichtet entsprechend dieser Strukturierung zonenbezogen die Bestandsdaten abzustimmen und zusammenzustellen. Vor Ort kann dann immer noch nach Rücksprache mit Hausmeister, Gebäudemanagement oder Eigentümer die Zonierung verfeinert oder grober gewählt werden.

Eine weitere Möglichkeit die Bestandserfassung zu systematisieren, stellt die elektronische Gebäude- und Anlagencheckliste dar, die später auch die Möglichkeit bieten wird, die erfassten Eingabedaten über die Schnittstelle in die Softwaretools einzulesen. Alternativ kann anhand einer Hardcopy, basierend auf diesem Eingabemuster, die Bestandsunterlagen zusammengeführt werden.

5.2.3 Basischeckliste

Erfahrungsgemäß liegt insbesondere bei älteren Gebäuden häufig ein großes Informationsdefizit hinsichtlich der Zusammenstellung der für die Berechnung erforderlichen Unterlagen vor. Dieses erstreckt sich nicht nur auf fehlende bauphysikalische Angaben, sondern auch auf Informationsdefizite im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung bzw. auf die fehlende Möglichkeit der exakten Zonenzuordnung bestimmter technischer Ausstattung.

Vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen wurde eine Basischeckliste erarbeitet, in der die für die Bearbeitung zwingend erforderliche Mindestinformation zusammengestellt wird.

Diese stellt eine Teilmenge der wünschenswerten umfangreichen Bestandserfassungsliste dar.

Sie erhält Informationen, die im Allgemeinen vom Gebäudemanagement zur Verfügung gestellt werden können, muss dann im Rahmen der Ortsbegehung ggf. vervollständigt und erweitert werden und im Anschluss daran vom Ausweisersteller um die dann noch fehlende Information ergänzt werden, z. B. durch die Anwendungen der Vereinfachungen aus den Bekanntmachungen zur EnEV im Hinblick auf baujahrspezifische, bauphysikalische und technische Eingaben.

Die Basischeckliste, die im Anhang beigelegt ist, ist aufgrund der Erfahrung bei der Erstellung unterschiedlicher Energiebedarfsausweise entstanden und schränkt das Informationsvolumen auf das ohne die Genauigkeit nennenswert zu beeinflussende minimale Input-Volumen ein.

5.2.4 Fotodokumentation und Vorort-Test

Die systematische fotografische Dokumentation der wichtigsten bauphysikalischen Gegebenheiten sowie der Anlagenkomponenten **stellt das wichtigste Hilfsmittel dar**, um auch nach einem längeren Zeitraum die Bearbeitung zielgerichtet fortführen zu können und möglicherweise auf den ersten Blick unwichtig erscheinende Informationen im Nachhinein ohne Zeitaufwand beschaffbar zu machen.

Im Rahmen der späteren Dokumentation leistet sie wichtige Hilfe, die Grundlage für den Bearbeitungsstand zu fixieren und kann darüber hinaus auch helfen, bei älteren Anlagen vom Anlagenhersteller noch Informationen zu bekommen. Zusätzlich können vor Ort auch einige Tests durchgeführt werden, so z. B. der Feuer-

zeugtest für die Zuordnung der Verglasung. (Die Zusammenfassung der Tests und der Fotodokumentation sind in der Anlage enthalten.)

5.3 Vereinfachungen bei lückenhaften Informationen

Während bei neuen Bauvorhaben meist die für die Erstellung der Bedarfsausweise erforderlichen umfangreichen Informationen hinsichtlich Architektur, Bauphysik und technischer Ausstattung vorliegen, wird die Informationsdichte mit zunehmendem Gebäudealter im Allgemeinen deutlich niedriger.

Damit fehlt gerade für die Gebäudetypen, für die der Bedarfsausweis im Hinblick auf eine energetische Sanierung ein wichtiges Instrument darstellt, die Information, die zur qualifizierten Bearbeitung erforderlich ist.

Um auch bei fehlenden Informationen für den Gebäudebestand die Erstellung eines Energiebedarfsausweises zu ermöglichen, wurden Hilfsmittel mit dem Ziel erarbeitet, baujahres- und anlagenspezifische Kennwerte ableiten zu können, die dann als Input für die EDV-Tools genutzt werden können. Die im Anhang beigelegte Prioritätenliste hilft zudem bei der Beurteilung des Einflusses fehlender Informationen auf die Genauigkeit der Berechnung. So wird verdeutlicht, welche Information wirklich wichtig ist.

5.3.1 Vereinfachungen entsprechend der Bekanntmachung gemäß § 9 Abs. 2 Satz 3 EnEV

In der Energieeinsparverordnung wird in § 9 Absatz 2 Satz 3 auf Bekanntmachungen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und

Stadtentwicklung im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie Bezug genommen, in denen Vereinfachungen im Zusammenhang mit der Erstellung von Energieausweisen vorgesehen sind. Diese Bekanntmachungen werden im Bundesanzeiger veröffentlicht.

Die bisherigen Bekanntmachungen „der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ aus dem Jahre 2007 wurden durch die Bekanntmachungen vom 30.07.09 (Bundesanzeiger Ausgabe Nr. 133 vom 8. September 2009 S. 3136 - S. 3163) ersetzt.

Die Bekanntmachung vom 30.07.2009 enthält Vorschläge für Vereinfachungen für folgende Bereiche:

- zulässige Vereinfachungen beim geometrischen Aufmass
- Vereinfachungen hinsichtlich der Genauigkeit bei der Aufteilungen des Gebäudes in Zonen
- Pauschalwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten für opake Bauteile und Fassade im Urzustand (nach Baualtersklassen)
- Regelungen zur vereinfachten Ermittlung der energetischen Qualität der Anlagentechnik

Eine wesentliche Weiterentwicklung dieser Bekanntmachung besteht aus der Überarbeitung der zulässigen Vereinfachungen im Bereich der Anlagentechnik.

Es werden Hilfestellungen und Informationen für die Gewerke Heizung, Lüftung, Klimati-

sierung und Kühlung geliefert. Die hierin enthaltenen Vorschläge sind darauf ausgerichtet, dass sie die wesentlichen Eingabegrößen für eine softwarebasierte Berechnung nach DIN V 18599 bieten. Nutzungs- und baujahrspezifisch werden typische Anlagenkomponenten im Hinblick auf die Berechnungen nach DIN V 18599 definiert.

Anhand von Gebäudetypen sowie teilweise auch Baualtersklassen der Gebäude werden Hinweise gegeben, welche Art der Technik aller Voraussicht nach in den verschiedenen genutzten Gebäuden vorzufinden ist.

5.3.2 Prioritätenliste

Einfluss von Eingabegrößen auf die Genauigkeit

Die Prioritätenliste stellt ein Hilfsmittel dar, um die Erstellung von Bedarfsausweisen zu erleichtern. Sie wurde auf Basis der Erkenntnis erarbeitet, dass der Einfluss der für die Erstellung der Bedarfsausweise benötigten Informationen hinsichtlich der Genauigkeit der Ergebnisse einer großen Schwankungsbreite unterliegt. Während fundamental wichtige Informationen wie Projektalter und Gebäudenutzung eine unabdingbare Arbeitsgrundlage darstellen, haben andere Parameter einen deutlich geringeren Einfluss auf die Genauigkeit.

Gleichwohl ist darauf hinzuweisen, dass sich gesicherte Grundlagen für Vereinfachungen zur Datenaufnahme und Datenverwendung ausschließlich aus der zum Zeitpunkt der jeweiligen Energieausweis-Erstellung gültigen einschlägigen Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ergeben.

Die Prioritätenliste wurde als Ergebnis einer

Sensitivitätsuntersuchung zusammengestellt. Zunächst werden die Informationen 3 Ebenen zugeordnet. Die Ebenen stellen eine unterschiedliche Tiefe der Angaben dar, so sind z. B. in Ebene 1 die Hauptrubriken wie Heizung und Trinkwarmwasser abgebildet und in Ebene 2 wird unter der Rubrik Heizung die Einteilung nach der Erzeugung, Verteilung und Übergabe unterschieden. Innerhalb dieser Ebenen gibt es 5 Prioritätenstufen. Die höchste Prioritätenstufe 1 stellt unabdingbar erforderliche Informationen dar. Die Rangfolge der sich daran anschließenden Prioritätsstufen 2 bis 5 richtet sich nach dem potentiellen Fehler, der sich bei falscher oder lückenhafter Angabe maximal ergeben kann (z. B. ist der maximale Fehler, der bei Eingabe eines KVG's anstelle eines VVG's auftritt, maximal 3 %, ist also hinsichtlich der Priorität ein relativ unwichtiger Faktor).

In diesem Sinne wurden die einzelnen Einflussfaktoren bei den in der DIN V 18599 zu untersuchenden Energieträgern quantifiziert. Die Prioritätenliste befindet sich im Anhang.

5.4 Vorgehensweise bei der Bestandsaufnahme am Beispiel der Schule

5.4.1 Vorbereitung

5.4.1.1 Anfrage nach folgenden Plan- und Revisionsunterlagen beim Auftraggeber

- Grundrisse mit Angabe der Orientierung
- Schnitte
- Ansichten
- Anlagenschema

- Raumbuch inkl. Flächenangaben nach DIN 276
- Energieverbrauchswerte der letzten Jahre

Hilfreich ist zudem ein engagierter Mitarbeiter vor Ort, der vom Auftraggeber im Vorfeld bestimmt werden sollte.

Bei städtischen Gebäuden wie im vorliegenden Fall sind die Planungsunterlagen sowie die Energieverbrauchswerte der letzten Jahre in der Regel bei der zuständigen Behörde abzufragen.

5.4.1.2 Versenden der Basischeckliste an den Auftraggeber

Durch das Ausfüllen der Basischeckliste durch den Auftraggeber können schon im Vorfeld einige Punkte geklärt werden. Es werden in der Regel Baujahr, Kesselart und Nennleistung sowie stellenweise Angaben zur Beleuchtung und zur Bauphysik gemacht.

Im vorliegenden Fall der Schule wurden durch den Auftraggeber keine Angaben gemacht.

Alle Angaben bezüglich Betriebszeiten, Regelung der Anlage, Kennwerte der technischen Gebäudeausstattung und der Bauphysik sind vor Ort zu erfragen bzw. zu ermitteln.

5.4.1.3 Sichtung der zugesendeten Unterlagen

Grundrisse, Schnitte und Ansichten wurden in lesbarer und maßstabsgetreuer Papierform per Post zugesendet. Anlagenschema, Raumbuch inkl. Flächenangaben nach DIN 276 und Energieverbrauchswerte der letzten Jahre sind nicht vorhanden.

5.4.1.4 Scannen und Digitalisierung der Papierpläne durch einen ent- sprechenden Anbieter in ein CAD-Format

Zur schnelleren und besseren Bearbeitung und zur späteren Dokumentation wurden die Grundrisse eingescannt und an ein Fachunternehmen zum Digitalisieren (CAD-Format) versendet. Hierdurch lassen sich unter anderem auch unmaßstäbliche Papiervorlagen nachträglich auf die erforderliche Größe bzw. Maßstab skalieren und somit bei der Flächenermittlung deutlich Bearbeitungszeit einsparen.

5.4.1.5 Grobeinteilung in Zonen anhand der vorliegenden Pläne

- a) Aufgrund der Raumbezeichnungen in den Plänen werden unterschiedliche Bereiche festgelegt. In den nachfolgenden Tabellen sind die Räume gemäß Raumbezeichnung aus den Plänen angegeben und entsprechend der DIN V 18599 Teil 10 unterschiedlichen Nutzungsprofilen gemäß Anhang A zugeordnet.
- b) zusätzlich wird die Konditionierung (falls bekannt bzw. auf Basis von Annahmen) der unterschiedlichen Räume festgelegt.

Tabelle 5.4.1.5-1: Vorhandene Räume im Erdgeschoss

EG	Zuordnung zu den Nutzungsprofilen DIN V 18599 Teil 10	Konditionierung
Lehrerzimmer	8	Heizen + FL
Leitung	1	Heizen + FL
Büro	1	Heizen + FL
Stellvertretung	1	Heizen + FL
Putzraum	20	Heizen + FL
Klasse 1	8	Heizen + FL
Klasse 2	8	Heizen + FL
Arzt- bzw. Gruppenraum	8	Heizen + FL
Gruppenraum 1	8	Heizen + FL
Naturwissenschaften	8	Heizen + ML
Vorbereitung Naturwissenschaften	8	Heizen + FL
Werken 1 + 2	8	Heizen + FL
Werken Material	20	Heizen + FL
Waschraum	16	Heizen + Abluft
Textil-Gestaltung	8	Heizen + FL
H.S.M	1	Heizen + FL
Toiletten Jungen	16	Heizen + Abluft
Toiletten Mädchen	16	Heizen + Abluft
Garderobe	16	Heizen + Abluft
Teeküche	20	Heizen + FL
ELT	20	Heizen + FL
Schulbücherei + Lehrmittel = Medienzentrum	8	Heizen + FL
Flur	19	Heizen + FL

FL: Fensterlüftung

ML: mechanische Lüftung

Abluft: nur Abluftanlage

Tabelle 5.4.1.5-2: Vorhandene Räume im Obergeschoss

OG	Zuordnung zu den Nutzungsprofilen DIN V 18599 Teil 10	Konditionierung
Aula	8	Heizen + FL
3 x Gruppenraum	8	Heizen + FL
7 x Klassenraum	8	Heizen + FL
Putzraum	20	Heizen + FL
2 x Therapie- bzw. Gruppenraum	8	Heizen + FL
Toiletten Jungen	16	Heizen + Abluft
Toiletten Mädchen	16	Heizen + Abluft
Flur	19	Heizen + FL

Tabelle 5.4.1.5-3: Vorhandene Räume im Untergeschoss

UG	Zuordnung zu den Nutzungsprofilen DIN V 18599 Teil 10	Konditionierung
5 x Technikräume		unbeheizt
1 x Keller		unbeheizt
Hausmeisterwerkstatt	20	Heizen + FL
Fahrradkeller		unbeheizt
Abstellraum	20	Heizen + FL
Flur	19	Heizen + FL

FL: Fensterlüftung

Abluft: nur Abluftanlage

ML: mechanische Lüftung

Tabelle 5.4.1.5-4: Vorhandene Räume in der Turnhalle

Turnhalle	Zuordnung zu den Nutzungsprofilen DIN V 18599 Teil 10	Konditionierung
Turnhalle	31	Heizen + FL
Gymnastik	31	Heizen + FL
4 x Geräteraum	20	Heizen + FL
2 x Lehrer	16	Heizen + FL
3 x Umkleide	16	Heizen + FL
3 x Wasch- und Duschaum	16	Heizen + Abluft
2 x Technikräume	20	Heizen + FL
Flur	19	Heizen + FL
Außengeräte		unbeheizt

FL: Fensterlüftung

Abluft: nur Abluftanlage

ML: mechanische Lüftung

c) Zusammenfassung der Räume und der Konditionierung für die Grobeinteilung in Zonen

Tabelle 5.4.1.5-5: Schule

Räume	Lage	Nutzungs- profile DIN V 18599 Teil 10	Konditionierung	Grobeinteilung in unterschiedliche Zonenbereiche
Leitung	EG	1	Heizen + FL	S1
Büro	EG	1	Heizen + FL	
Stellvertretung	EG	1	Heizen + FL	
H.S.M	EG	1	Heizen + FL	
Lehrerzimmer	EG	8	Heizen + FL	S2
Klasse 1	EG	8	Heizen + FL	
Klasse 2	EG	8	Heizen + FL	
Arzt- bzw. Gruppenraum	EG	8	Heizen + FL	
Gruppenraum 1	EG	8	Heizen + FL	
Vorbereitung Naturwissen- schaften	EG	8	Heizen + FL	
Werken 1 + 2	EG	8	Heizen + FL	
Textil-Gestaltung	EG	8	Heizen + FL	
Schulbücherei + Lehrmittel = Medienzentrum	EG	8	Heizen + FL	
7 x Klassenraum	1.OG	8	Heizen + FL	
2 x Therapie- bzw. Gruppenraum	1.OG	8	Heizen + FL	
Aula	1.OG	8	Heizen + FL	
Naturwissenschaften	EG	8	Heizen + ML	S3
Toiletten Jungen	EG	16	Heizen + Abluft	S4
Toiletten Mädchen	EG	16	Heizen + Abluft	
Toiletten Jungen	1.OG	16	Heizen + Abluft	
Toiletten Mädchen	1.OG	16	Heizen + Abluft	
Waschraum	EG	16	Heizen + Abluft	
Flur	EG	19	Heizen + FL	S5
Garderobe	EG	19	Heizen + FL	
Flur	1.OG	19	Heizen + FL	
Flur	UG	19	Heizen + FL	
Putzraum	EG	20	Heizen + FL	S6
Werken Material	EG	20	Heizen + FL	
ELT	EG	20	Heizen + FL	
Teeküche	EG	20	Heizen + FL	
Putzraum	1.OG	20	Heizen + FL	
Hausmeisterwerkstatt	UG	20	Heizen + FL	
Abstellraum	UG	20	Heizen + FL	

Räume	Lage	Nutzungs- profile DIN V 18599 Teil 10	Konditionierung	Grobeinteilung in unterschiedliche Zonenbereiche
5 x Technikräume	UG		unbeheizt	Keller
1 x Keller	UG		unbeheizt	
Fahrradkeller	UG		unbeheizt	

FL: Fensterlüftung
 ML: mechanische Lüftung
 Abluft: nur Abluftanlage

Tabelle 5.4.1.5-6: Turnhalle

Turnhalle	Lage	Nutzungs- profile DIN V 18599 Teil 10	Konditionierung	Grobeinteilung in unterschiedliche Zonenbereiche
3 x Wasch- und Duschaum	EG	16	Heizen + Abluft	S7
2 x Lehrer	EG	16	Heizen + FL	
3 x Umkleide	EG	16	Heizen + FL	
Flur	EG	19	Heizen + FL	S8
4 x Geräteraum	EG	20	Heizen + FL	S9
2 x Technikräume	EG	20	Heizen + FL	
Turnhalle	EG	31	Heizen + FL	S10
Gymnastik	EG	31	Heizen + FL	
Außengeräte	EG	-	unbeheizt	

FL: Fensterlüftung
 ML: mechanische Lüftung
 Abluft: nur Abluftanlage

5.4.2 Ortsbegehung

5.4.2.1 Vorbereitung

1. erforderliche Unterlagen zur Vorbereitung der Ortsbegehung
 - Pläne (Grundrisse, Ansichten, Schnitte) im verkleinerten Maßstab (DIN A3)
 - Basischeckliste
 - Fotodokumentation/Vorort-Test
 - Grobeinteilung der Zonen
2. Hilfsmittel
 - Fotoapparat
 - Zollstock/Maßband
 - Feuerzeug
 - Pyrometer
 - Kompass
 - Diktiergerät
3. sonstige Dinge
 - Für die Ortsbegehung sollten die zuständigen Fachleute (Hausmeister, Haustechniker, Hausingenieur, Facility Manager) ansprechbereit sein.

5.4.3 Vor Ort

1. Vorgespräch mit dem verantwortlichen Techniker

Hierbei wurden grundsätzliche Dinge geklärt, wie zum Beispiel:

- Wurden in den letzten Jahren abweichend von den vorliegenden Grundrissen Änderungen durchgeführt?

- Welche Sanierungen wurden in den letzten Jahren im Bereich Bauphysik und Technik durchgeführt (Kesselaustausch, Fenster austausch)?
- Besprechung der technischen Gebäudeausstattung und Nutzung

2. Begehung der unterschiedlichen Räume

Die Begehung der Räume erfolgt nach der entsprechenden Einteilung der Zonen. Hier werden Fotos und Vor-Ort-Test durchgeführt (siehe Anhang Fotodokumentation und Vor-Ort Test Spalte Raum/Gebäude)

3. Fotodokumentation der Technikzentrale

(Siehe Anhang Fotodokumentation/Vorort-Test Spalte Technikzentrale). **Hierbei sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die Typenschilder der Pumpen und Kesselanlagen, Lüftungsschemen und Regelungen so fotografiert werden, dass die fotografierten Texte und Bereiche später auf den Bildern lesbar sind.**



Bild 5.4.3-1:
Kesselanlage

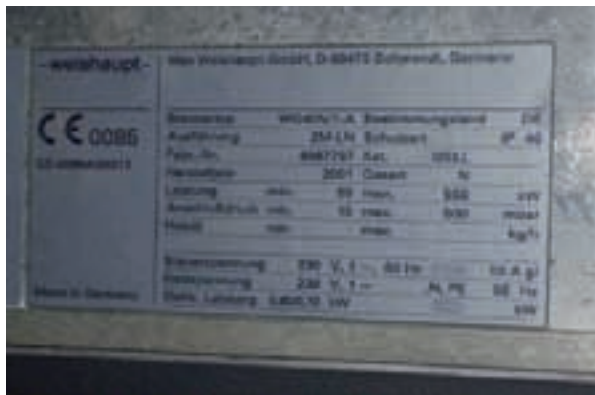


Bild 5.4.3-2:
Typenschild der Kesselanlage

4. Fotodokumentation der Gebäudefassade

Für die Gesamtübersicht wurden alle Fassadenteile fotografiert. Hierdurch lassen sich später auch gegebenenfalls Fensterflächen und Wandaufbauten bzw. Materialien und Rahmengrößen leichter zuordnen.



Bild 5.4.3-3:
Westfassade



Bilder 5.4.3-4:
Unterschiedliche Fassadenansichten

5.4.4 Festlegung der Zonen

Nachdem alle unterschiedlichen Nutzungsbereiche, Raumkonditionierungen und Glasanteile bekannt sind, wird die vorher festgelegte Grobeinteilung der Zonen nochmals geprüft und angepasst.

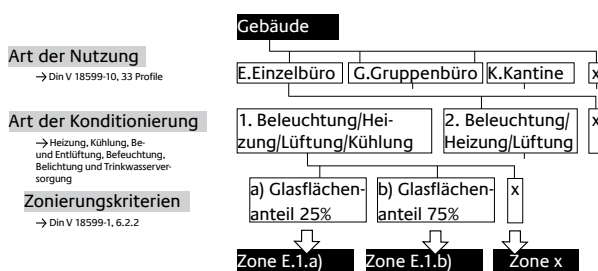


Bild 5.4.4-1:
Beispielablauf einer Zonierung gemäß DIN V 18599 Teil 1

Eine spätere Änderung der Zonen ist nur mit größerem Aufwand möglich. Die Zonierung sollte mit dem Auftraggeber besprochen werden.

5.4.5 Flächen- und Volumenaufnahme

Die Flächen- und Volumenaufnahme kann raum- oder bereichsweise erfolgen. Hierbei ist auf eine gute Dokumentation zu achten, damit bei einer späteren Änderung oder Kontrolle der Daten die entsprechenden Flächen leicht wieder zu finden sind. Im vorliegenden Fall wurden alle Räume (entsprechend der Bezeichnung im Grundrissplan) einzeln ausgewiesen. Die Ermittlung der erforderlichen Netto- und Bruttoflächen sowie des Nettvolumens sind in der DIN V 18599 Teil 1 beschrieben.

(Für das untersuchte Schulgebäude lag der Aufwand für die Flächen- bzw. Volumenaufnahme bei ca. 2,5 Tagen.)

Die Außenwände und Fensterflächen müssen nach unterschiedlichen Orientierungen ermittelt werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt beispielhaft die Flächen- und Volumenermittlung für die verschiedenen Räume der Zone „Klassenzimmer“.

6 Modellberechnungen

Grundsätzlich zeigte sich bei den Berechnungen, **dass der Bearbeitungsaufwand weniger durch die Berechnung selber als vielmehr durch die Zusammenstellung und Aufbereitung der Eingangsdaten bestimmt wurde.** Insbesondere darf der Zeitaufwand, der durch das manuelle Herausmessen von Längenangaben aus den Planunterlagen hervorgerufen wird und der maßgeblich von der Anzahl der gewählten Zonen abhängt, nicht unterschätzt werden.

Auch das Ergänzen fehlender Informationen im Bereich Bauphysik und Technik nimmt einen Großteil der Bearbeitungszeit in Anspruch. Nach ersten Erfahrungen beträgt der zeitliche Aufwand bei der Datenbeschaffung des manuellen Herausmessens von Längen- und Flächenangaben und die Ergänzung fehlender Information rund 2/3 des Zeitbedarfs bei der Erstellung des Ausweises bei Bestandsgebäuden. **Vom Grundsatz her ist daher dringend anzuraten, die Anzahl der Zonen möglichst niedrig zu lassen, selbstverständlich unter Berücksichtigung der Anforderungen der DIN V18599, die ja verbindlich vorschreibt, wann eine separate Zone gebildet werden muss.** Insbesondere empfiehlt es sich im Einzelfall zu prüfen, ob die Vereinfachungen der EnEV angewendet werden können.

Danach können unter bestimmten Kriterien in dem so genannten vereinfachten Verfahren der Jahresprimärenergiebedarf unter Verwendung eines Einzonenmodells ermittelt werden, z. B. wenn die Summe der Nettogrundflächen aus der Hauptnutzung und den Verkehrsflächen mehr als 2/3 der gesamten Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt und das Gebäude nicht gekühlt wird.

Am Beispiel der Schule werden die Berechnungen für ein Mehrzonen- sowie ein Einzonenmodell durchgeführt. Die Vorteile beim Einzonenmodell liegen in der Verringerung des Aufwands, die Rechenergebnisse sind bezüglich der Werte höher.

Eine weitere wichtige Vereinfachung stellt die sog. 3 %-Regelung dar. Dabei dürfen Zonen mit einem Flächenanteil von nicht mehr als 3 % der gesamten Bezugsfläche des Gebäudes einer anderen Zone zugeschlagen werden. Auf diese Weise lassen sich „Kleinstzonen“ vermeiden. Beispielhaft für das Schulgebäude wurde eine vergleichende Ausstellung des Energieausweises mit einem Mehrzonenmodell sowie dem vereinfachten Verfahren und einem 1-Zonen-Modell durchgeführt.

6.1 Schulgebäude

Für das Schulgebäude lagen die ursprünglichen Ausführungsplanunterlagen in Papierform vor. Aussagen über den exakten Aufbau der Umschließungsflächen oder der Art der Verglasung gab es genauso wenig wie Revisionsunterlagen zum Heizsystem. Die angegliederte Sporthalle liegt ca. 15 m vom Schulgebäude entfernt. Wie eingangs erwähnt, sollte die Energieausweiserstellung gebäudebezogen erfolgen, um bei möglichen energetischen Verbesserungen den Einfluss der durchgeführten Maßnahmen auf den jeweiligen Gebäudebereich direkt beurteilen zu können. Die Wärmeversorgung der Sporthalle erfolgte durch den Heizkessel der Schule. Aufgrund der fehlenden Informationen wurde zur Vervollständigung der Daten eine Ortsbegehung mit folgendem Ergebnis durchgeführt:

- Die in den Planunterlagen dargestellte Einscheibenverglasung war zwischenzeitlich durch eine Zweischeibenisolierverglasung ersetzt worden. Bauphysikalische Angaben dazu lagen keine vor. Dementsprechend wurde gemäß den Vereinfachungen zu § 9 Abs. 2 Satz 3 EnEV der baujahrspezifische U-Wert der Verglasung mit 2,9 W/m²K angenommen.
- Der Wandaufbau war ebenfalls augenscheinlich nicht feststellbar. Auch hier wurde die Vereinfachung gemäß § 9 EnEV zum Ansatz gebracht und der U-Wert für eine massive Wand mit 0,8 W/m²K festgelegt.
- Die Wärmeerzeugung erfolgte mittels eines Brennwertheizkessels, der eindeutig anhand der Typenschildangabe identifiziert werden konnte.

6.1.1 Technische Ausstattung

Warmwassererzeugung

Die Warmwasserbereitung erfolgt zentral über die Heizwärmeerzeugung. Im Schulgebäude gibt es nur kleine Abnehmer, d. h. es besteht quasi kein Warmwasserbedarf. Für die Sporthalle wurde ein Warmwasserbedarf von 1,5 kWh/(Person d) und eine durchschnittliche Belegung von ca. 70 Personen pro Tag angesetzt.

Wärmeerzeugung

Tabelle 6.1.1-1: Erzeugung Schule und Sporthalle

Technik	Brennwertkessel (2 Stück)
Baujahr	1997 bzw. 98
Brennstoff	Erdgas
Nachtabstaltung	ja: 8 Stunden

Tabelle 6.1.1-2: Übergabe Schule und Sporthalle

Technik	Freie Heizflächen, Anordnung im Außenwandbereich
Regelung	Thermostatventile (2K)
Heizkreistemperatur	90/70°C

Kühlung und Belüftung

Bei dem Gebäude werden keine Bereiche gekühlt. Die Belüftung erfolgt bis auf einen kleinen Bereich über die Fenster. In den Unterrichtsräumen „Naturwissenschaften“ ist eine mechanische Lüftung (Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung) vorhanden.

Beleuchtung

Für die Beleuchtung sind stabförmige Leuchtstofflampen vorhanden, die manuell betätigt werden. Sie sind mit konventionellen Vorschaltgeräten ausgestattet. Eine Tageslichtnutzung findet nicht statt. Die Arbeitsräume haben einen außenliegenden Sonnenschutz.

Tabelle 6.1.1-3: Beleuchtungsausstattung

Art des Kontrollsystems	Manuell
Beleuchtungsart	Direkt
Vorschaltgerät	Konventionell
Lampenart	Stabförmige Leuchtstofflampe
Art des Sonnen-/Blendschutzes	Arbeitsräume: außenliegender Sonnenschutz ohne Tageslichtlenkung

6.1.2 Bauteile der Gebäudehülle

Bis auf die baujahrspezifischen U-Wert-Angaben für Fenster und Außenwand konnten die Wandaufbauten für die übrigen Bauteile festgestellt werden. Für die Berechnung wurden (siehe Tabelle 6.1.2-1) folgende Angaben zugrunde gelegt:

eindeutig entnommen werden. Sie wurden mit dem Nutzungsprofil nach DIN V 18599 Teil 10 hinterlegt. Die Zonierung entsprechend DIN V 18599 führt danach zu 6 Zonen⁶ im Schulgebäude und 4 Zonen im Bereich der Sporthalle. Hinsichtlich der Wärmeverteilung wurde im Schulgebäude und in der Sporthalle der Ansatz der DIN V 18599 herangezogen bzw. anhand der Pläne die Leitungslängen bestimmt.

6.1.3 Zonierung

Die nachfolgende Tabelle und die Bilder zeigen die Zonen der Schule und der Turnhalle.

Aus den Planunterlagen konnten die Nutzungsbereiche für die Schule und die Sporthalle

Tabelle 6.1.2-1: Aufbau und bauphysikalische Daten der Hüllfläche (nach der Bekanntmachung gemäß § 9 Abs. 2 Satz 3 EnEV)

Bauteil	Aufbau	Wärmedurchgangskoeffizient [W/(m²K)]
Schrägdach	Sparrendach mit 80 mm Zwischensparrendämmung und Gipskartonbeplankung	0,40
Flachdach	Ortbetondecke mit 80 mm Wärmedämmung, Abdichtung	0,40
Außenwand	30 cm Mauerwerkswand ($\lambda = 0,28 \text{ W/(mK)}$)	0,80
Fenster	Zweischeiben-Isolierverglasung; Gesamtenergiedurchlassgrad $g = 0,75$	2,90
Boden gegen unbeheizten Keller	Ortbetondecke mit schwimmendem Estrich auf 50 mm Wärmedämmung	0,60
Boden gegen Erdreich	Ortbetondecke mit schwimmendem Estrich auf 50 mm Wärmedämmung	0,60

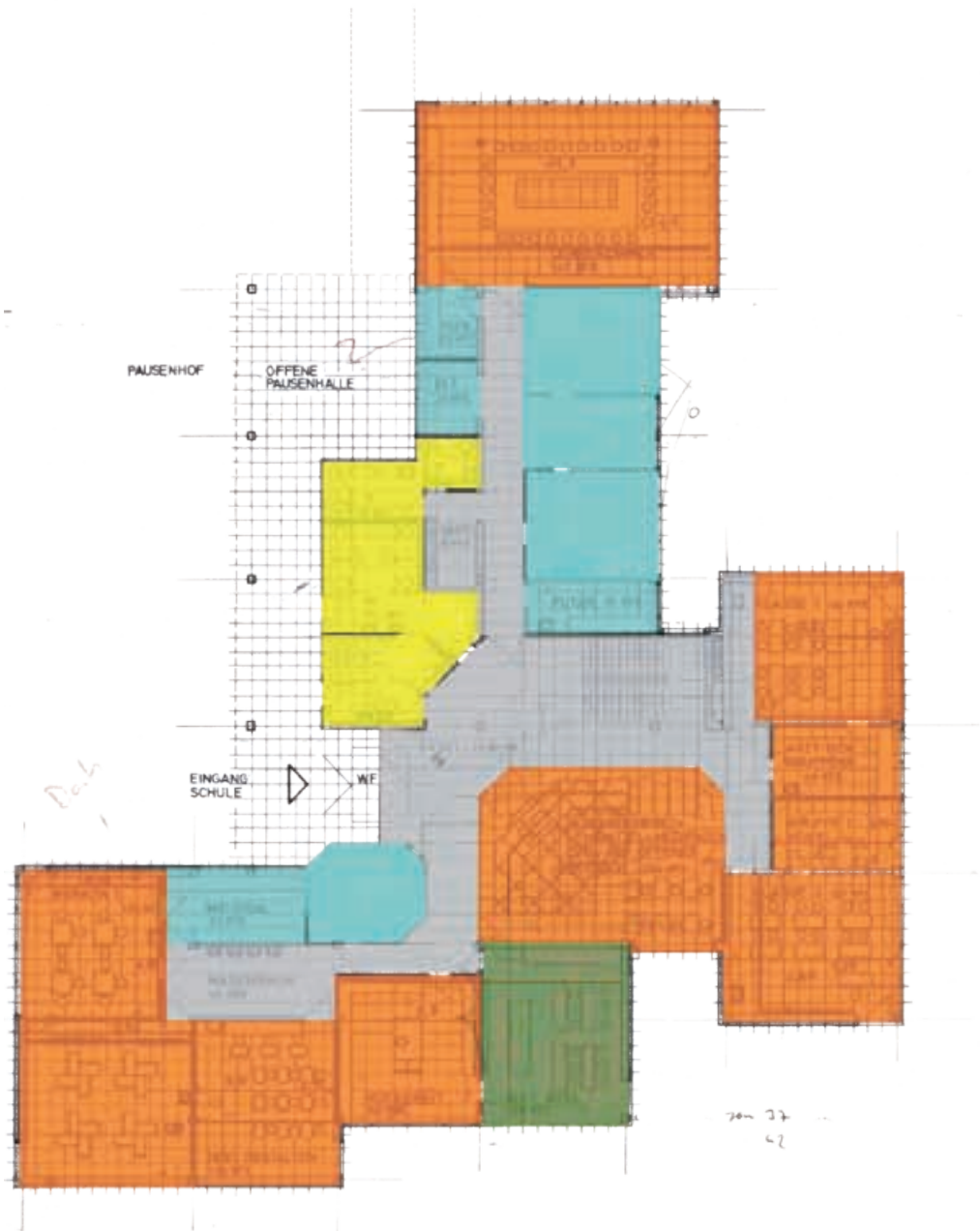
⁶Anmerkung: Durch die Anpassung der Energiebezugsfläche an die mit der EnEV 2009 klargestellte Definition in § 2 (Begrenzung des Anwendungsbereichs auf die thermisch konditionierten Gebäudeteile) weichen die nachfolgend dargestellten Ergebniswerte von den Berechnungsergebnissen der vorherigen Auflage des Leitfadens ab.

Tabelle 6.1.3-1: Zonierung Schule, Sporthalle

Nr.	Fassade	Nutzungsbereich	Nutzungs- profil nach DIN V 18599	Art der Lüftung	Heizung	Funktion	Kühlung	Befeuchtung	Beleuchtung
Schule									
S1	Lochfassade	Büro	1	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG
S2	Lochfassade	Klassen-/ Lehrerzimmer	8	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG
S3	Lochfassade	Naturwissenschaften	8	Zu- und Abluft mit WRG	HK	nur Luft	-	-	stabf. LL, KVG
S4	Lochfassade	Sanitärräume	16	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG
S5	Lochfassade	Verkehrsflächen	19	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG
S6	Lochfassade	Lager	20	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG
Sporthalle									
S7	Lochfassade	WC/ Sanitärräume	16	Abluft	HK		-	-	stabf. LL, KVG
S8	Lochfassade	Verkehrsflächen	19	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG
S9	Vollverglasung	Lager - Technik	20	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG
S10	Lochfassade	Sport- und Gymnastikhalle	31	manuell	HK		-	-	stabf. LL, KVG

HK: Heizkörper
 Manuell: Fensterlüftung
 Bef: Befeuchtung
 stabf.LL: stabförmige Leuchtstofflampe
 PK: Präsenzkontrolle
 Tagesl.: Tageslichtabhängiges Kontrollsystem (automatisch gedimmt)

RLT: Raumlufttechnische Anlage
 WRG: Wärmerückgewinnung
 BKT: Betonkerntemperierung
 EVG: elektronisches Vorschaltgerät
 KVG: konventionelles Vorschaltgerät
 VVG: verlustarmes Vorschaltgerät



EG

- S1 Einzelbüro
- S2 Klassenzimmer/Lehrerzimmer
- S3 Naturwissenschaften
- S4 WC/ Sanitärräume in Nichtwohngeb.
- S5 Verkehrsflächen
- S6 Lager /Technik
- Keller unbeheizt

Bild 6.1.3-1:Zonierung Erdgeschoss Schule

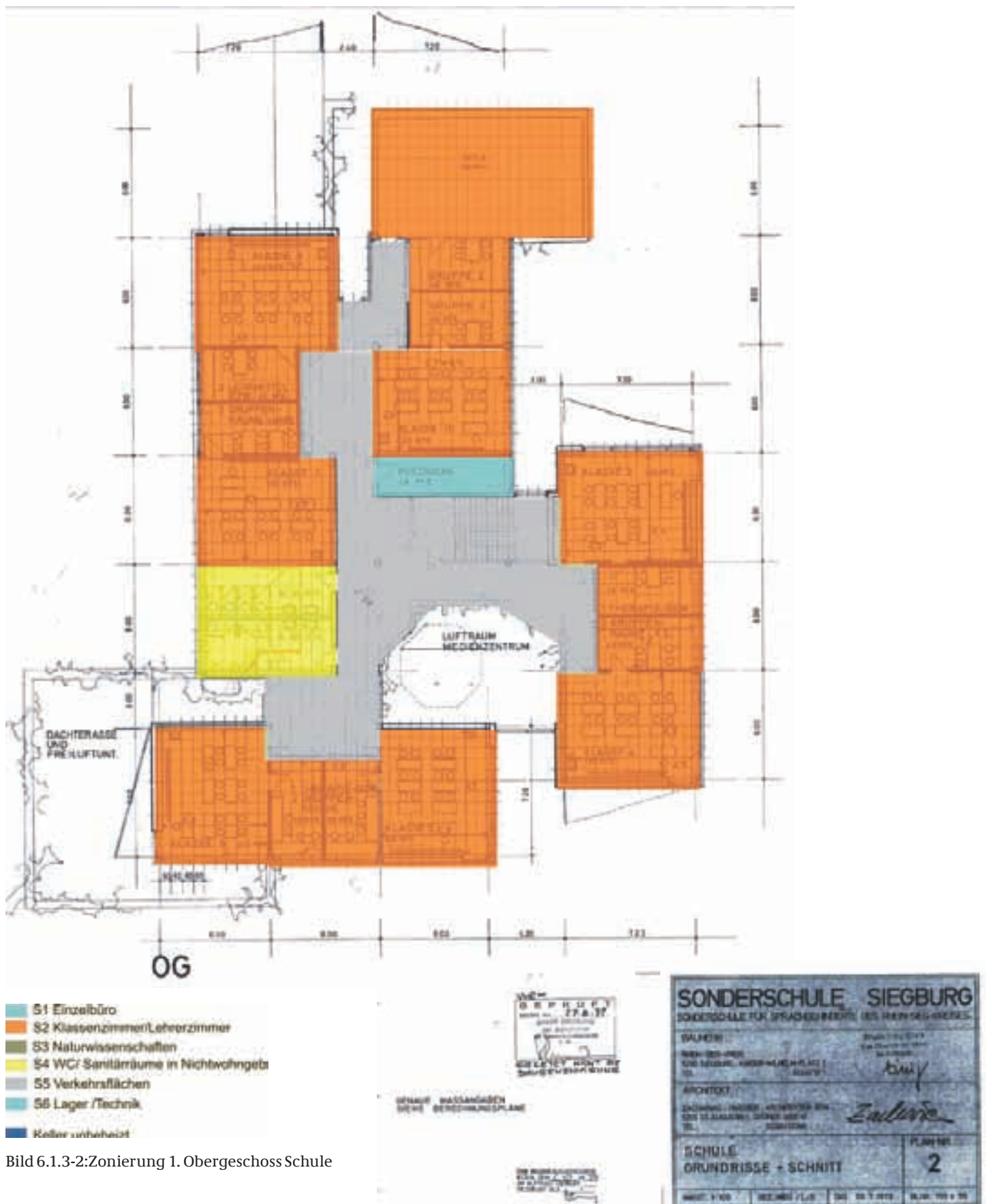
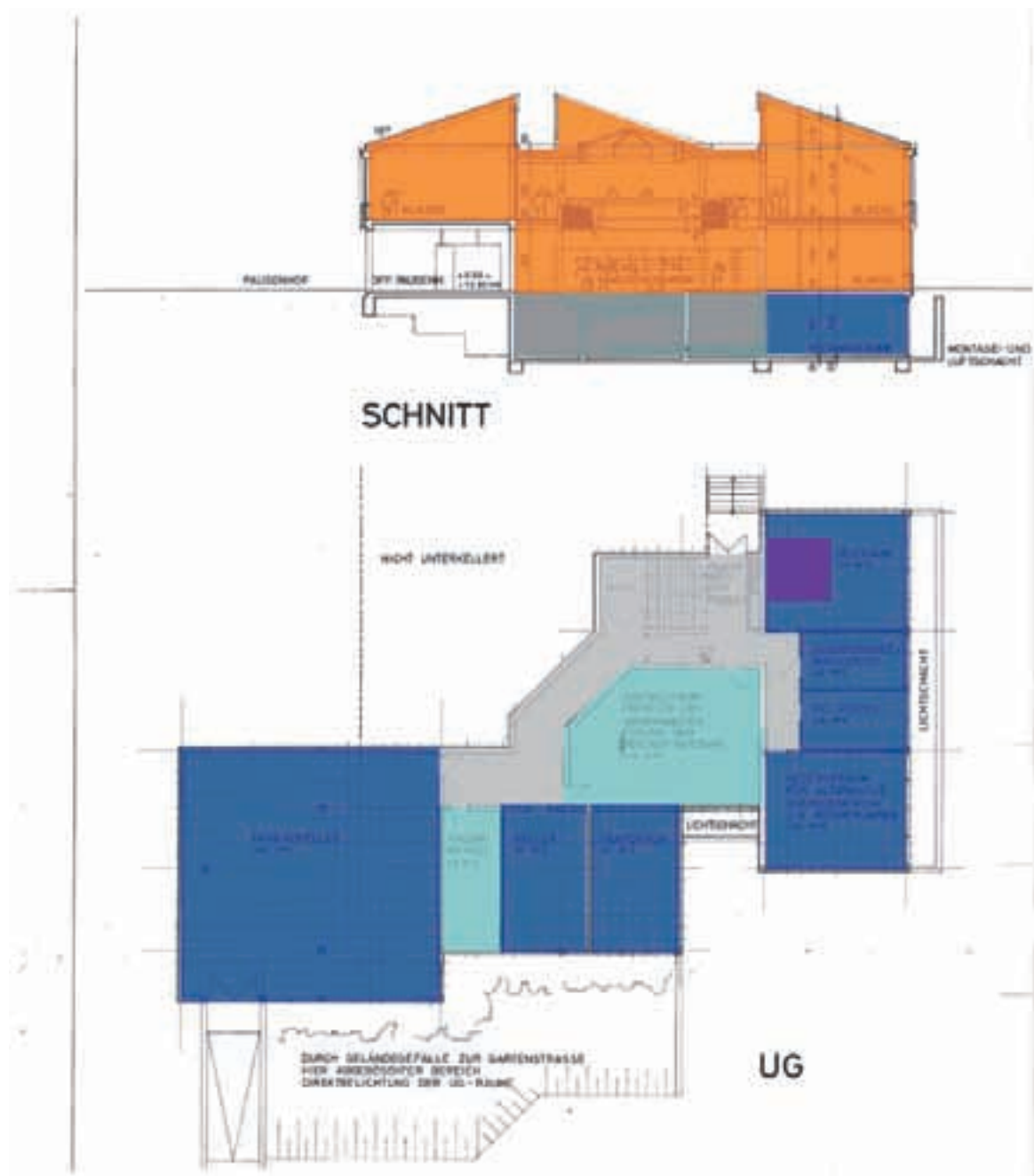
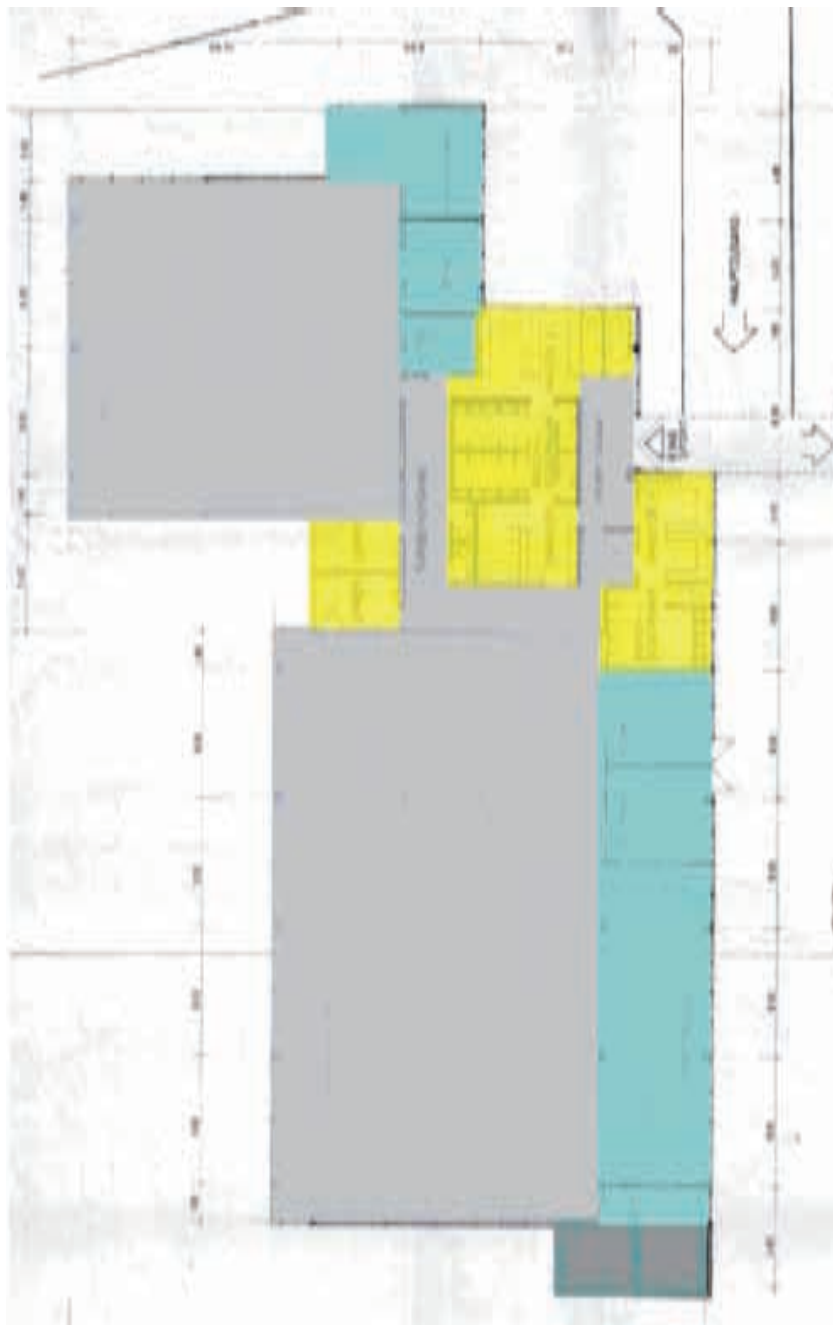


Bild 6.1.3-2:Zonierung 1. Obergeschoss Schule



- 51 Einzelbüro
- 52 Klassenzimmer/Lehrerzimmer
- 53 Naturwissenschaften
- 54 WC/ Sanitärräume in Nichtwohngeb.
- 55 Verkehrsflächen
- 56 Lager / Technik
- Keller einheits

Bild 6.1.3-3: Zonierung Kellergeschoss Schule



- S7 WC/ Sanitärräume in Nichtwohng
- S8 Verkehrsflächen
- S9 Geräte, Lager, Technik (beheizt)
- S10 Sporthalle
- Geräte, Technik (unbeheizt)

Bild 6.1.3-4: Zonierung Sporthalle

6.1.4 Berechnungsablauf

Die gesamte Vorbereitung des Projektes inkl. der Ortsbegehung bis zur Einteilung der Zonen und Flächenaufnahme ist im Kapitel 5.4 am Beispiel der Schule aufgeführt.

6.1.5 Berechnungsgrundlagen und Annahmen

Leitungslängen

Für die beiden Gebäude werden folgende Leitungslängen benötigt:

- Heizungsverteilung für die statische Heizung mit Anbindeleitung, Strangleitung und Verteilleitung im Keller für Schule und Turnhalle
- Heizungsverteilung für die RLT-Anlage der Schule
- Trinkwarmwasserleitung für Schule und Turnhalle

Da für die Schule und auch für die Turnhalle keine Unterlagen bezüglich der Leitungslängen der Wärmeverteilung vorlagen, wurden hinsichtlich der Leitungslängen Werte im Rahmen einer Ortsbegehung abgeschätzt. Die Ermittlung der Leitungslängen für die Trinkwarmwasserversorgung und für die Heizung nach den Angaben der DIN V 18599 Teil 5 und 8 hätte zu unrealistischen Werten geführt.

Nachfolgend wird für den Bereich statische und dynamische Heizung sowie für das Trinkwarmwasser die Ermittlung der Leitungslängen detailliert aufgeführt. **Bei der Ortsbegehung konnte festgestellt werden, an welcher Stelle im Gebäude die Anbindung für die**

Heizung und das Trinkwarmwasser aus der Heizungszentrale an die Turnhalle erfolgt und an welcher Stelle die Leitungen in die Turnhalle übergeben werden. Hierdurch konnten Lage und Längen für die Anbindung der Heizungs- und Trinkwarmwasserleitung der Turnhalle abgeschätzt werden.

Der Klassenraum „Naturwissenschaften“ verfügt aufgrund der hier stattfindenden Versuche über eine Lüftungsanlage mit Zu- und Abluft. Das Lüftungsgerät steht im Untergeschoss unmittelbar unter dem zu versorgenden Raum. Die Anlage verfügt über eine Wärmerückgewinnung.

Die Anbindung der dynamischen Heizleitung vom Heizungskessel zur Lüftungsanlage verläuft unter der Kellerdecke in den Raum mit dem Lüftungsgerät.

Leitungslängen für die statische und dynamische Heizung und der Trinkwarmwassererzeugung

Schule

Leitungslänge zwischen Heizkessel und vertikalen Steigleitungen (L_v)

Das nachfolgende Bild zeigt den Verlauf der Heizleitungen für die Schule im Bereich des Untergeschosses.

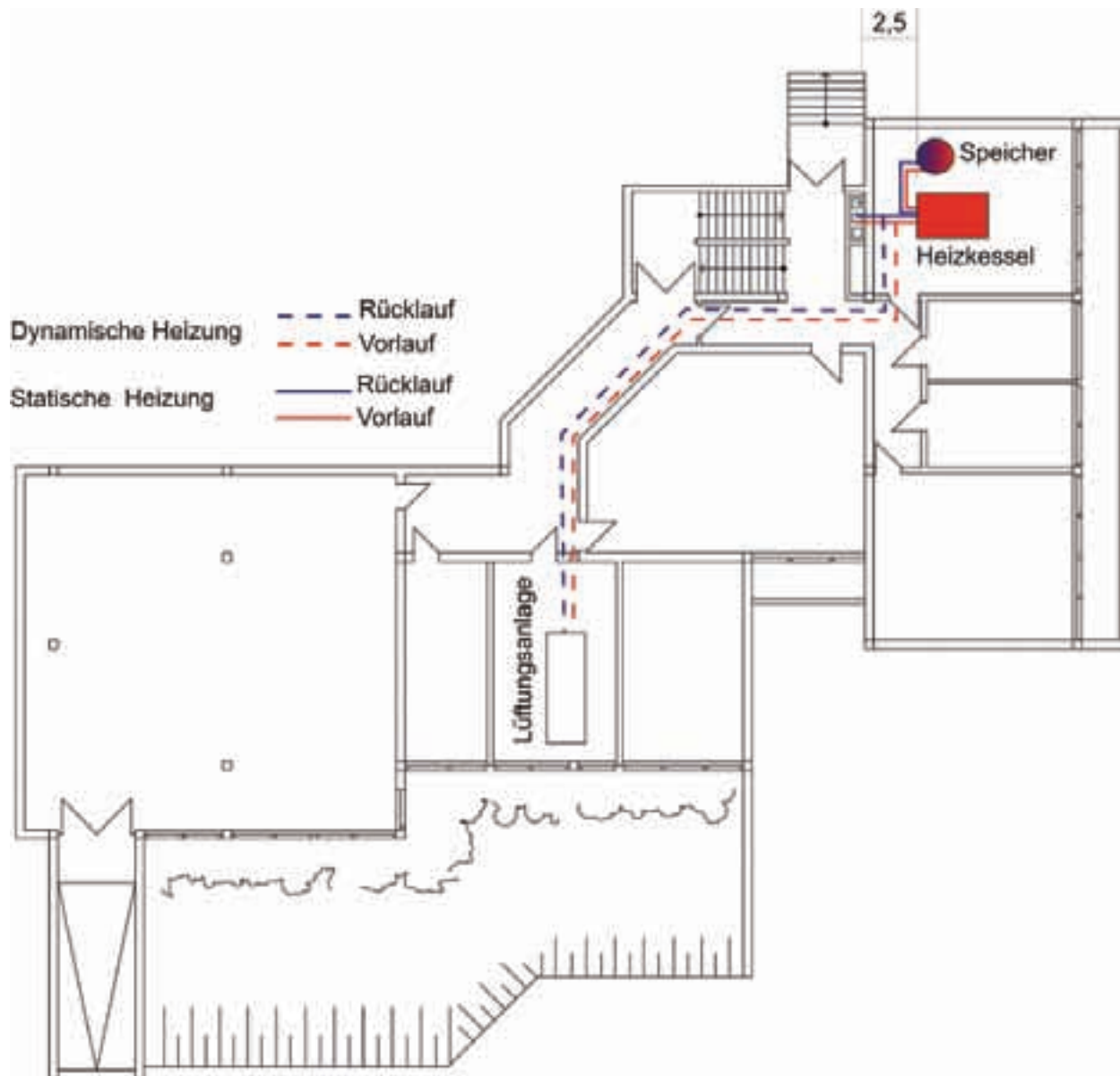


Bild 6.1.5-1:
Lage des Kessels und die Verteilung im Keller

Der Heizkessel liegt im Untergeschoss in unmittelbarer Nähe zum einzigen Schacht im Gebäude. Die Länge der Leitung beträgt rund 2,5 m. Daraus ergibt sich eine Leitungslänge zwischen dem Wärmeerzeuger und dem Schacht von rund $2,5 \cdot 2$ (Vor- und Rücklauf) = 5 m.

Der Warmwasserspeicher steht neben dem Heizkessel, die Leitungslängen für das Heizwarmwasser betragen $3,0 \cdot 2 = 6$ m

Die Leitungslängen für die dynamische Heizung zwischen Heizkessel und Lüftungsanlage betragen $25,0 \cdot 2 = 50$ m

Daraus ergibt sich eine Gesamtlänge von $L_v = 61$ m.

Strangleitung (L_s)

Die Steigleitung befindet sich im einzigen Schacht des Gebäudes und geht vom Keller bis ins 1. Obergeschoss. Die Länge beträgt $7 \cdot 2$ (Vor- und Rücklauf) = 14 m.

Anbindeleitungen (L_A)

Zur Ermittlung der Leitungslängen für die Anbindeleitung wurde der Grundriss der Schule entsprechend den Vorgaben der DIN V 18599 Teil 5 Anhang B1 zur Ermittlung der charakteristischen Längen und Breiten in Rechtecke unterteilt.

Das nachfolgende Bild zeigt die Einteilung der Schule in einzelne Rechtecke.

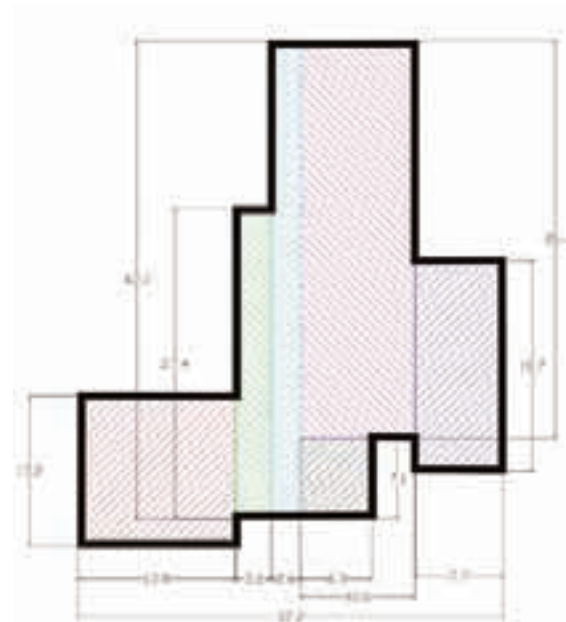


Bild 6.1.5-2:
Einteilung im Erdgeschoss zur Ermittlung der charakteristischen Längen und Breiten gemäß DIN V 18599 Teil 5 Anhang B1

Tabelle 6.1.5-1: Längen und Breiten der Gebäudeteile

Teil	Länge	Breite	Länge x Breite
1	13,8	13,2	182,16
2	27,4	3,2	87,68
3	42,2	2,6	109,72
4	7,1	6,3	44,73
5	35,1	10,0	351,0
6	18,7	7,7	143,99
Summe	144,3	43,0	919,28

Gemäß DIN V 18599 Teil 5 Anhang B ergeben sich folgende charakteristische Längen und Breiten:

$$L_G = 144,3 \text{ m}$$

$$B_G = 919,3 / 144,3 = 6,4 \text{ m}$$

Die Ermittlung der Anbindeleitung erfolgt gemäß Tabelle DIN V 18599 Teil 5 Tabelle 15:

$$0,55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$$

n_G = Anzahl der Geschosse, die mit Heizleitungen versehen sind

$$0,55 \cdot 144,3 \cdot 6,4 \cdot 2 = 1.015,9 \text{ m}$$

Die Summe der Länge der Anbindeleitung L_A beträgt 1.016 m.

Gesamtleitungslängen Heizleitung Schule

In der nachfolgenden Tabelle sind die Leitungslängen für die Schule angegeben.

Tabelle 6.1.5-2: Leitungslängen Wärmeversorgung Schule

Leitung	Länge [m]	Bemerkung
Verteilleitung L_V	61	Lage im unbeheizten Keller, gedämmt
Steigleitung L_S	14	Lage im beheizten Bereich, gedämmt
Anbindeleitung L_A	1016	Lage in den Zonen, gedämmt

Turnhalle

Die Wärmeversorgung der Turnhalle erfolgt über den Heizkessel im Untergeschoss der Schule. Aufgrund der Ortsbegehung konnte im Heizungsraum der Anschluss der Sporthalle an die Wärmeversorgung geortet werden. Die Verteilung erfolgt im Heizungsraum vor dem Kessel. Von hier aus wird die Verteilung durch die Außenwand ins Erdreich geführt und dann zur Sporthalle in den Technikraum. Wegen der Frostfreiheit ist davon auszugehen, dass die Leitung mindestens in 80 cm Tiefe im Erdreich verlegt ist.

Auch von einer Dämmung kann ausgegangen werden, da auch bereits früher schon außenliegende Leitungen in der Regel gedämmt wurden. Das nachfolgende Bild zeigt den Anschluss der Heizleitung für die Turnhalle an die Heizungszentrale.

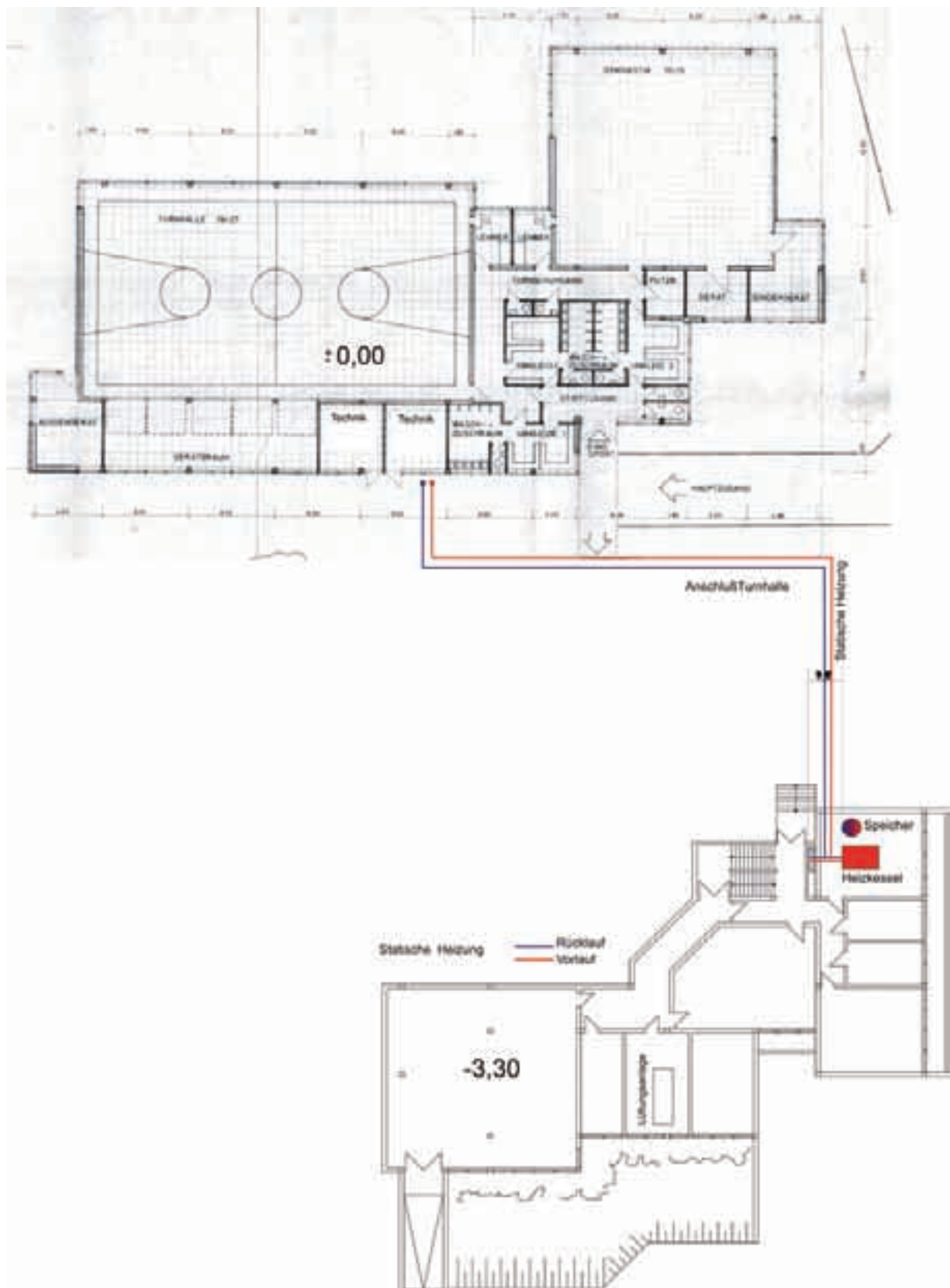


Bild 6.1.5-3:
Verteilung Heizung im Keller zur Turnhalle

Aus den Plänen wurde folgende Länge ermittelt:
 Leitungslänge vom Kessel durch das Erdreich
 zur Turnhalle: Verteilleitung ca. $65 \cdot 2$
 (Vor- und Rücklauf) = 130 m

Strangleitung vom Niveau Keller (-3,3 m) zum
 Erdgeschoss Turnhalle: $= 3 \cdot 2$ (Vor- und Rück-
 lauf) = 6 m

Die Anbindeleitungslängen wurden ge-
 gemäß DIN V 18599 Teil 5 Anhang B1 ermittelt.
 Hierfür wurden für das Gebäude die charak-
 teristische Länge und Breite ermittelt. Das
 nachfolgende Bild zeigt die Einteilung des
 Gebäudes in Quader gemäß DIN V 18599 Teil 5
 Anhang B zur Berechnung dieser Größen.



Bild 6.1.5-4:
 Einteilung der Turnhalle in Quader

Tabelle 6.1.5-3: Längen und Breiten der Quader

Teil	Länge	Breite	Länge x Breite
1	27,8	15,6	433,68
2	33,4	4,8	160,32
3	12,9	7,5	96,75
4	15,8	12,0	189,60
5	14,2	7,9	112,18
6	9,4	7,2	67,68
Summe	113,5	55,0	1.060,21

$$L_G = 113,5 \text{ m}$$

$$B_G = 1060,2/113,5 = 9,3 \text{ m}$$

Die Ermittlung der Anbindeleitung erfolgt
 gemäß Tabelle DIN V 18599 Teil 5 Tabelle 15

$$0,55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$$

n_G = Anzahl der Geschosse, die mit Heizlei-
 tungen versehen sind

$$0,55 \cdot 113,5 \cdot 9,3 \cdot 1 = 580,6 \text{ m}$$

Die Länge der Anbindeleitung L_A beträgt 581 m

Gesamtleitungslängen Heizleitung Turnhalle

In der nachfolgenden Tabelle sind die
 Leitungslängen für die Sporthalle angegeben.

**Tabelle 6.1.5-4: Leitungslängen Wärme-
 versorgung Turnhalle**

Leitung	Länge [m]	Bemerkung
Verteillei- tung L_V	130	Lage im Erdreich, gedämmt
Stranglei- tung L_S	6	Lage im Erdreich, gedämmt
Anbinde- leitung L_A	581	Lage in den Zonen, gedämmt

Trinkwarmwasserleitung für Schule und Turnhalle

Das nachfolgende Bild zeigt die Leitungen für
 die Trinkwarmwasserversorgung der Schule
 und der Turnhalle. Der Warmwasserspeicher
 steht in der Heizungszentrale und von dort aus
 gehen die Trinkwarmwasserleitungen und die
 Zirkulationsleitungen in den Schacht zur Ver-
 sorgung der Schule und durch die Außenwand
 und das Erdreich zur Versorgung der Turnhalle.
 Die Berechnung der Leitungslängen erfolgt bis
 auf die Leitungslänge vom Warmwasserspeicher
 bis zum Schacht für alle Bereiche gemäß DIN V
 18599 Teil 8 und zusätzlich wird die Anbindelei-
 tung von der Schule zur Turnhalle berücksichtigt.

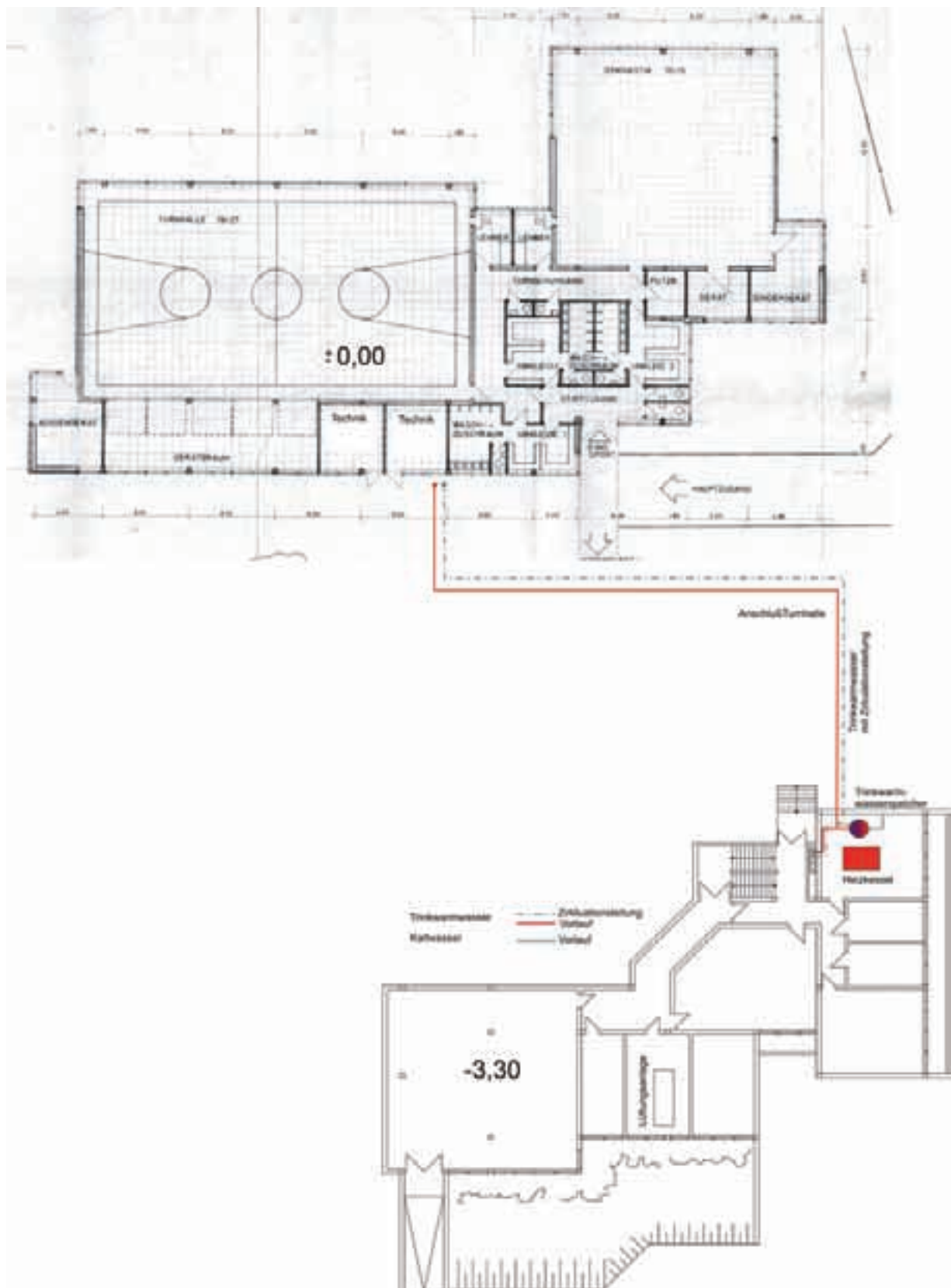


Bild 6.1.5-5:
Verteilungen Trinkwarmwasser Schule und Turnhalle im Keller

Schule**Leitungslänge zwischen Warmwasserspeicher und vertikalen Steigleitung L_v**

$L_s = 5,0 \text{ m} \cdot 2$ (Trinkwarmwasserleitung und Zirkulationsleitung) $= 10 \text{ m}$

Strangleitungen vertikal und horizontal L_s

Die Ermittlung der Strangleitungen erfolgt gemäß Tabelle DIN V 18599 Teil 8 Tabelle 6.

$$L_s = 0,075 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$$

$$L_G = 144,3$$

$$B_G = 919,3/144,3 = 6,4 \text{ m}$$

$$0,075 \cdot 144,3 \cdot 6,4 \cdot 2 \cdot 3,2 = 443,3 \text{ m}$$

n_G = Anzahl der Geschosse, die mit Heizleitungen versehen sind

h_G = Höhe des Geschosses

Stichleitungen L_{SL}

Die Ermittlung der Stichleitungen erfolgt gemäß Tabelle DIN V 18599 Teil 8 Tabelle 6.

$$0,05 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$$

$$0,05 \cdot 144,3 \cdot 6,4 \cdot 2 = 92,3 \text{ m}$$

Tabelle 6.1.5-5: Leitungslängen Trinkwarmwasserversorgung Schule

Leitung	Länge [m]	Bemerkung
Leitungslänge zwischen Speicher und Schacht L_v	10	Lage im unbeheizten Keller, gedämmt
Strangleitung L_s	444	Lage in den Zonen, gedämmt
Stichleitung (Anbindeleitung) L_{SL}	92	Lage in den Zonen, gedämmt

Turnhalle**Leitungslänge zwischen Warmwasserspeicher und Turnhalle L_v**

$65 \text{ m} \cdot 2$ (Trinkwarmwasserleitung und Zirkulationsleitung) $= 130 \text{ m}$

Strangleitungen (vertikal und horizontal) L_s

Die Ermittlung der Strangleitungen erfolgt gemäß Tabelle DIN V 18599 Teil 8 Tabelle 6.

$$L_s = 0,075 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$$

$$L_G = 113,5 \text{ m}$$

$$B_G = 9,3 \text{ m}$$

$$0,075 \cdot 113,5 \cdot 9,3 \cdot 1 \cdot 3,2 = 253,3 \text{ m}$$

n_G = Anzahl der Geschosse, die mit Heizleitungen versehen sind

h_G = Höhe des Geschosses

Stichleitungen L_{SL}

Die Ermittlung der Stichleitungen erfolgt gemäß Tabelle DIN V 18599 Teil 8 Tabelle 6.

$$0,05 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$$

$$0,05 \cdot 113,5 \cdot 9,3 \cdot 1 = 52,8 \text{ m}$$

Tabelle 6.1.5-6: Leitungslängen Trinkwarmwasserversorgung Turnhalle

Leitung	Länge [m]	Bemerkung
Leitungslänge zwischen Speicher und Schacht L_v	130	Lage Erdreich, gedämmt
Strangleitung L_s	254	Lage in den Zonen, gedämmt
Stichleitung (Anbindeleitung) L_{SL}	53	Lage in den Zonen, gedämmt

6.1.5.1 Wärmeerzeugung

Da für die Schule und die Sporthalle ein gebäudebezogener Energieausweis erstellt werden soll, müssen die beiden Gebäude getrennt voneinander berechnet werden. Hier tritt folgendes Problem auf:

Beide Gebäude werden für die Bereiche Heizung und Trinkwarmwasser vom gleichen Heizkessel versorgt. In der DIN V 18599 findet sich kein Hinweis, wie in dem Fall verfahren wird. Daher wurde folgender Ansatz getroffen: Die Berechnung der anteiligen Kesselleistung erfolgte proportional entsprechend dem Bedarf der Gebäude.

Die Schule hat einen Nutzenergiebedarf für Heizen und Trinkwarmwasser von insgesamt $177 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 1590 \text{ m}^2 = 281.430 \text{ kWh/a}$, die Turnhalle von rund $200 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 1088 \text{ m}^2 = 217.600 \text{ kWh/a}$. Der Kessel hat eine Nennleistung von insgesamt 630 kW. Bei der Berechnung wurde bei den Gebäuden jeweils ein Kessel berücksichtigt, die eine entsprechende Nennleistung des Kessels in Abhängigkeit der prozentualen Anteile der Nutzenergie haben: Anteil Nutzenergie Heizung und Trinkwarmwasser:

Schule: $100 / (281.430 + 217.600) \cdot 281.430 = 56\%$
 Turnhalle: $100 / (281.430 + 217.600) \cdot 217.600 = 44\%$
 In Berechnung eingesetzte Kessel-Nennleistung:

Schule: $630 \cdot 0,56 = 353 \text{ kW}$
 Turnhalle: $630 \cdot 0,44 = 277 \text{ kW}$

Wichtig ist hierbei, dass die tatsächlichen Leitungslängen von der Heizungszentrale zur Turnhalle im Erdreich bei der Berechnung der Verluste über die Verteilung berücksichtigt werden.

6.1.5.2 Warmwasserspeicher

Genau wie beim Heizkessel, verfügen beide Gebäude nur über einen Warmwasserspeicher. Dieser steht im Untergeschoss der Schule. Für die getrennte Berechnung der beiden Gebäude wurde für den Warmwasserspeicher folgende Annahme getroffen:

In beiden Berechnungen wurde ein Warmwasserspeicher berücksichtigt. Hierfür wurde der Wassernenninhalt (Speichergröße) entsprechend dem Warmwasserbedarf der beiden Gebäude aufgeteilt:

Der Inhalt vom Warmwasserspeicher beträgt 750 Liter.

Der Warmwasserbedarf für die Schule beträgt 0,2 kWh je Person und Tag (das entspricht 5 Liter je Person und Tag) und für die Turnhalle 1,5 kWh je Person und Tag.

Schule: $200 \text{ Schüler} \cdot 0,2 \text{ kWh je Person und Tag} = 40 \text{ kWh/d}$
 Turnhalle: $70 \text{ Schüler} \cdot 1,5 \text{ kWh je Person und Tag} = 105 \text{ kWh/d}$

In der Berechnung werden jeweils entsprechend des Warmwasserbedarfs die Speichergrößen ermittelt:

Schule $40 / (105 + 40) \cdot 750 = 207 \text{ Liter}$
 Turnhalle $105 / (105 + 40) \cdot 750 = 543 \text{ Liter}$

In der Berechnung der Schule wird ein Warmwasserspeicher von 207 Liter Größe berücksichtigt und in der Berechnung der Turnhalle ein Speicher von 543 Liter.

6.1.6 Berechnungsergebnisse, Musterausweis, Modernisierungsempfehlungen

6.1.6.1 Schule 6-Zonenmodell, Turnhalle 4-Zonenmodell

Nach Eingabe der Daten in das Berechnungstool stellten sich die Ergebnisse wie folgt dar:

Tabelle 6.1.6.1-1: Ergebnisse Schule und Turnhalle Mehrzonenmodell

Aufteilung Energiebedarf	Schule [kWh/m²a]	Turnhalle [kWh/m²a]
Nutzenergie	188,5	231,1
Endenergie	249,6	316,6
Primärenergie	267,9	379,1
Primärenergie Referenzgebäude	203,0	289

Wichtig ist im Hinblick auf die Dokumentation, aber insbesondere für die Verlängerung des Ausweises nach Ablauf der Gültigkeitsfrist von 10 Jahren, die vollständige Zusammenstellung der Eingabedaten, Randbedingungen und sämtlicher Formblätter des Ausweises (vgl. auch Kapitel 9 Ergebnisdokumentation).

Für die Ermittlung der CO₂-Emission stehen unterschiedliche Quellen zur Verfügung, beispielsweise das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit oder das Öko-Institut für angewandte Ökologie e.V. .

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 19.10.2019

1

Gebäude

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Schule	
Adresse	Grüner Weg 1, 53721 Siegburg	
Gebäudeteil	Schule	
Baujahr Gebäude	1979	
Baujahr Wärmeerzeuger ¹⁾	1997	
Baujahr Klimaanlage ¹⁾	2007	
Nettogrundfläche ²⁾	1.590 m²	
Erneuerbare Energien		
Lüftung	Fensterlüftung	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	☐ Neubau ☐ Modernisierung ☐ Vermietung/Verkauf ☐ (Änderung)/Erweiterung ☒ Aushang bei öffentlichen Gebäuden ☐ Sonstiges (freiwillig)	

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.

☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen der EnEV zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (Bilddarstellungen – siehe Seite 4).

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch: ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Schmidt Reuter Integrale Planung
und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln

20.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

¹⁾ Wenn für Angaben möglich ²⁾ Nettogrundfläche ist im Sinne der EnEV, ausgedrückt der belastete, getragene Teil der Nettogrundfläche

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

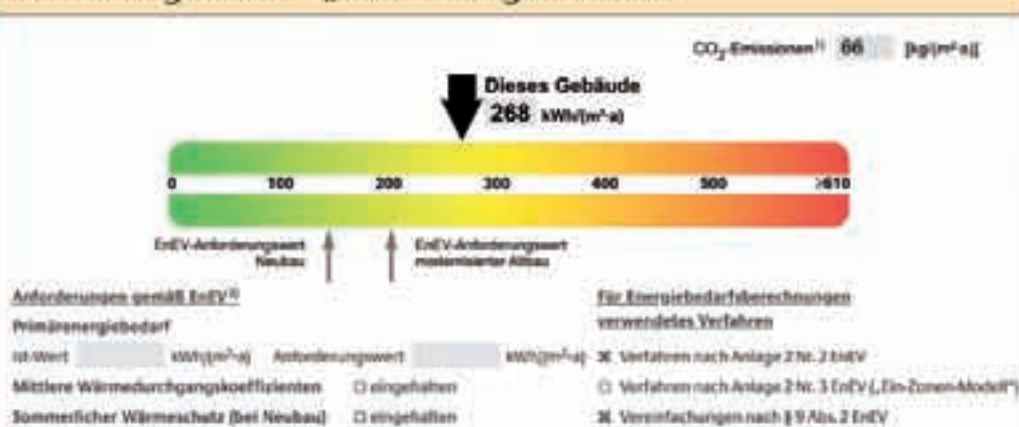
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Grüner Weg 1
Schule

2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Endenergiebedarf

Energieträger	jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Beleuchtung	
Erdgas H	223,2	13,5	0,0	0,0	0,0	236,7
Strom-Mix	1,0	0,2	11,3	0,4	0,0	12,9

Aufteilung Energiebedarf

[kWh/(m ² a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenergie	157,3	19,9	11,3	0,0	0,0	188,5
Endenergie	224,2	13,7	11,3	0,4	0,0	249,6
Primärenergie	223,8	13,8	29,4	0,9	0,0	267,9

Ersatzmaßnahmen⁴⁾

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWR⁵⁾

☐ Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWR⁵⁾

Die Anforderungswerte der EnEV sind um 15% verschärft.

Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert [kWh/(m²a)]

Wärmeschutzanforderungen

☐ Die verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1	Zone S1-Büro	72	5
2	Zone S2-Klassen-Lehrerzim	899	57
3	Zone S3-Naturwissenschaft	39	3
4	Zone S4-Sanitär	108	7
5	Zone S5-Verkehrsfläche	333	21

8 Weitere Zonen in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nutzgrundfläche.

¹⁾ Jeweilige Angaben. ²⁾ bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV

³⁾ nur bei Neubausen; Tabelle der Anweisung von § 7 Nr. 2 Energieeinsparverordnung (EnEV) ⁴⁾ nur bei Modernisierung

⁵⁾ nur bei Neubausen; Tabelle der Anweisung von § 7 Nr. 2 Energieeinsparverordnung (EnEV)

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

5

Heizenergieverbrauchs-kennwert (einschließlich Warmwasser)

Stromverbrauchs-kennwert



Der Wert enthält den Stromverbrauch für:

☐ Zwischendeckung ☐ Warmwasser ☐ Lüftung ☐ eingebaute Beleuchtung ☐ Kühlung ☐ Sonstiger:

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

[illegible]

Verbrauchserfassung – Strom

Zeitraum		AS-Betrag [kW/h]	Kennwert [kW/h(m ² ·a)]
von	bis		

Gebäudenutzung

Gebäudekategorie oder Nutzung, ggf. mit Prozentanteil		%
		%
		%
Summenwert		

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchsmerkmalen ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifischer Wert pro Quadratmeter beheizter/gekühlter Nutzfläche. Der tatsächliche Verbrauch eines Gebäudes weist insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzereinflüssen von den angegebenen Kennwerten ab.

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erläuterungen

4

Energiebedarf – Seite 2

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf für die Anteile Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf – Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erfassung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung.

Die angegebenen Vergleichswerte geben für das Gebäude die Anforderungen der Energieeinsparverordnung an, die zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises galt. Sie sind im Falle eines Neubaus oder der Modernisierung des Gebäudes nach § 9 Abs. 1 Satz 2 EnEV einzuhalten. Bei Bestandsgebäuden dienen sie der Orientierung hinsichtlich der energetischen Qualität des Gebäudes. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO₂-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

Der Skalenendwert des Bandtachometers beträgt, auf die Zehnerstelle gerundet, das Dreifache des Vergleichswerts „EnEV Anforderungswert modernisierter Altbau“ (140% des „EnEV Anforderungswerts Neubau“).

Wärmeschutz – Seite 2

Die Energieeinsparverordnung stellt bei Neubauten und bestimmten baulichen Änderungen auch Anforderungen an die energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) sowie bei Neubauten an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf – Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung an. Er wird unter Standardklima und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf, die notwendige Lüftung und eingebaute Beleuchtung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Heizenergie- und Stromverbrauchskennwert (Energieverbrauchskennwerte) – Seite 3

Der Heizenergieverbrauchskennwert (einschließlich Warmwasser) wird für das Gebäude auf der Basis der Erfassung des Verbrauchs ermittelt. Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Nettogrundfläche nach der Energieeinsparverordnung. Über Klimafaktoren wird der erfasste Energieverbrauch hinsichtlich der örtlichen Wetterdaten auf ein standardisiertes Klima für Deutschland umgerechnet. Der ausgewiesene Stromverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Erfassung des Verbrauchs oder der entsprechenden Abrechnung ermittelt. Die Energieverbrauchskennwerte geben Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes. Kleine Werte signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich. Der tatsächliche Verbrauch einer Nutzungseinheit oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens oder sich ändernder Nutzungen vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

Die Vergleichswerte ergeben sich durch die Beurteilung gleichartiger Gebäude. Kleinere Verbrauchswerte als der Vergleichswert signalisieren eine gute energetische Qualität im Vergleich zum Gebäudebestand dieses Gebäudetyps. Die Vergleichswerte werden durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie bekannt gegeben.

Die Skalenendwerte der Bandtachometer betragen, auf die Zehnerstelle gerundet, das Doppelte des jeweiligen Vergleichswerts.

Modernisierungsempfehlungen zum Energieausweis

gemäß § 20 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gebäude

Adresse/
Gebäudebezeichnung: **Grüner Weg 1, 53721 Siegburg
Schule**

Hauptnutzung/
Gebäudekategorie: **Schule**

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen
Verbesserung der Energieeffizienz

☒ sind möglich
☐ sind nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung
1	Außenwände	Zusätzliche Wärmedämmung der Außenwände: 12 cm Dämmung der WLG 035, Ausführung als WDVS. Verbesserung U-Wert der Wände auf 0,24 W/(m ² K)
2	Fenster	Austausch der vorhandenen Fenster mit Isolierverglasung gegen eine Wärmeschutzverglasung. Verbesserung U-Wert der Fenster auf 1,50 kWh/(m ² a)

☐ Vorläufige Empfehlungen auf gesondertem Blatt

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Beispielhafter Variantenvergleich (Angaben freiwillig)

	Ist-Zustand	Modernisierungsvariante 1	Modernisierungsvariante 2
Modernisierung gemäß Nummern:		1	2
Primärenergiebedarf [kWh/(m ² a)]	268	246	222
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]		8	17
Endenergiebedarf [kWh/(m ² a)]	250	227	204
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]		9	18
CO ₂ -Emissionen [kg/(m ² a)]	66	61	55
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]		9	17

Aussteller

Schmidt Reuter Integrale Planung
und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln

20.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

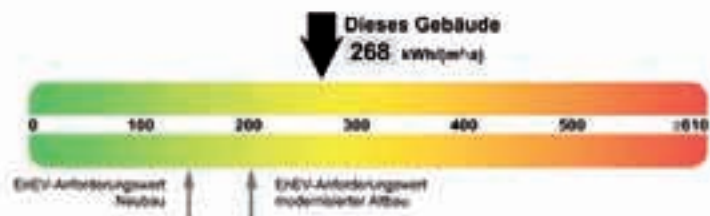
Gültig bis: **19.10.2019****Aushang**

Gebäude

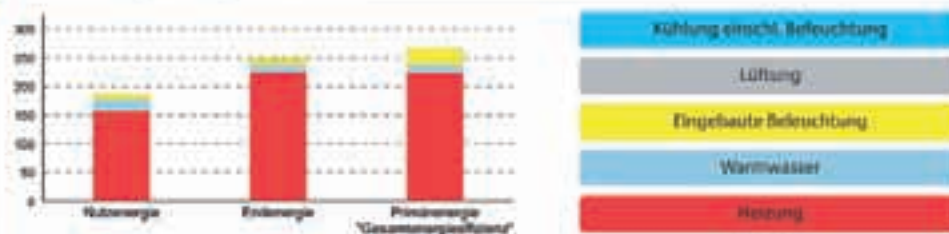
Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Schule
Sonderzone(n)	
Adresse	Grüner Weg 1, 53721 Siegburg
Gebäudeteil	Schule
Baujahr Gebäude	1979
Baujahr Wärmeerzeuger	1997
Baujahr Klimaanlage	2007
Nettogrundfläche	1.590 m ²



Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Aufteilung Energiebedarf



Aussteller

Schmidt Reuter Integrale Planung
und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln

20.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: **23.10.2019**

1

Gebäude

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Turnhalle	Gebäudefoto (freiwillig)
Adresse	Grüner Weg 1, 53721 Siegburg	
Gebäudeteil	Turnhalle	
Baujahr Gebäude	1979	
Baujahr Wärmeerzeuger ¹⁾	1997	
Baujahr Klimaanlage ¹⁾		
Nettogrundfläche ²⁾	1.088 m²	
Erneuerbare Energien		
Lüftung	Fensterlüftung	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	☐ Neubau ☐ Modernisierung (Änderung/Erweiterung) ☒ Aushang bei öffentlichen Gebäuden ☐ Vermietung/Verkauf ☐ Sonstiges (freiwillig)	

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.

☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen der EnEV zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (Erläuterungen – siehe Seite 4).

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung (Bedarf/Verbrauch durch): ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den allein bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Schmidt Reuter integrale Planung
und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln

23.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

¹⁾ Vervielfachungsfaktor möglich. ²⁾ Nettogrundfläche ist im Sinne der EnEV, ausgedrückt der belagten, getragene Teil der Nettogrundfläche.

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

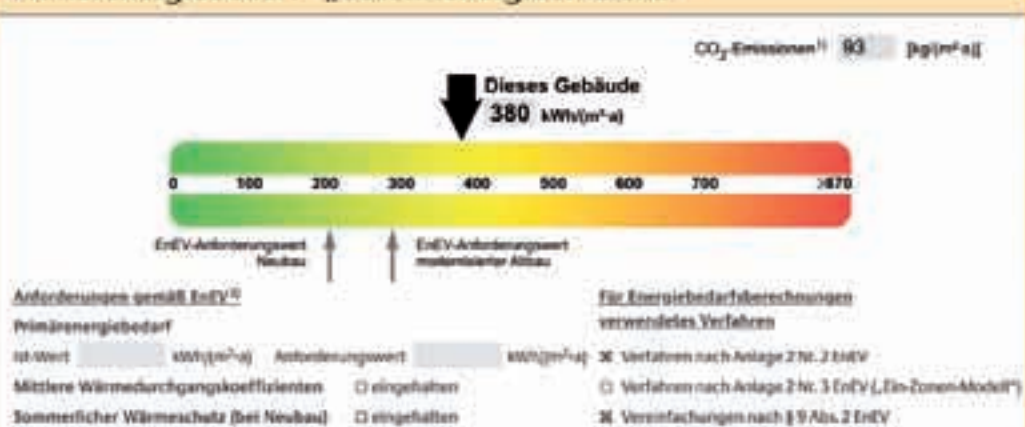
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Grüner Weg 1
Turnhalle

2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Beleuchtung	
Erdgas H	246,3	29,1	0,0	0,0	0,0	275,4
Strom-Mix	1,3	0,3	30,4	9,2	0,0	41,2

Aufteilung Energiebedarf

[kWh/(m ² a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenenergie	183,5	17,2	30,4	0,0	0,0	231,1
Endenergie	247,6	29,3	30,4	9,2	0,0	316,5
Primärenergie	247,4	29,5	78,9	23,8	0,0	379,6

Ersatzmaßnahmen⁴⁾

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EE-WärmeG

☐ Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 6 EE-WärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um % verschärft.

Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert kWh/(m²a)

Wärmeschutzanforderungen

☐ Die verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1	S7-WC	227	21
2	S8-Verkehrsflächen	64	6
3	S9-Lager, Technik	168	15
4	S10-Sporthalle	630	58

☐ Weitere Zonen in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter beheizte/ gekühlte Nettogrundfläche.

¹⁾ Einzelwerte Angaben ²⁾ bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV

³⁾ nur bei Gebäuden, die der Anweisung von § 7 Nr. 2 Energieeinsparverordnung entsprechen ⁴⁾ nur Altbauenergiebedarf

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 21.10.2019

1

Gebäude

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Schule (1-Zoner)	
Adresse	Grüner Weg 1, 53721 Siegburg	
Gebäudeteil	Schule	
Baujahr Gebäude	1979	
Baujahr Wärmeerzeuger ¹⁾	1997	
Baujahr Klimaanlage ¹⁾	2007	
Nettogrundfläche ²⁾	1.590 m ²	
Erneuerbare Energien		
Lüftung	Fensterlüftung	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	☐ Neubau ☐ Modernisierung ☒ Aushang bei öffentlichen Gebäuden ☐ Vermietung/Verkauf ☐ Änderung/Erweiterung ☐ Sonstiges (freiwillig)	

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.

☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen der EnEV zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (Erläuterungen – siehe Seite 4).

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch: ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Schmidt Reuter Integrale Planung
und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln

21.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

¹⁾ Mehrfachangaben möglich. ²⁾ Nettogrundfläche ist die Summe der LWF ausbleiblich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche.

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

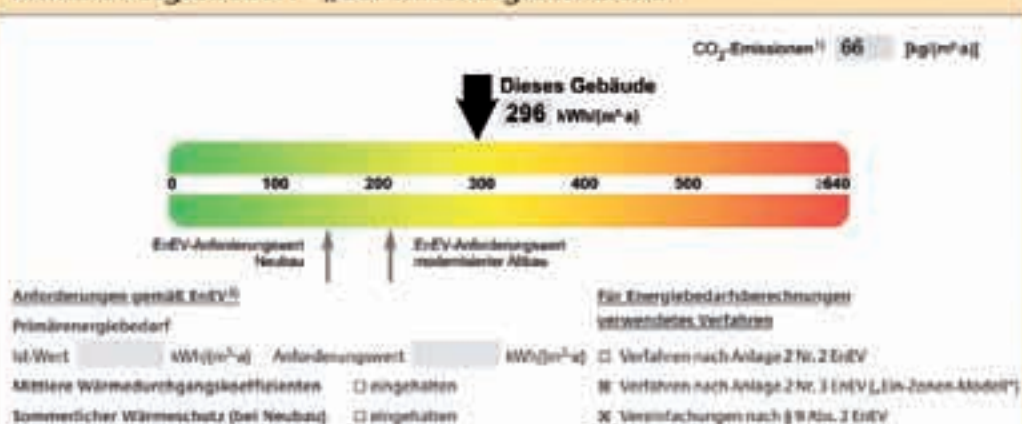
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Grüner Weg 1
Schule

2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Endenergiebedarf

Energieträger	jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Beleuchtung	
Erdgas H	215,8	23,0	0,0	0,0	0,0	238,8
Strom-Mix	0,9	0,1	11,4	0,0	0,0	12,4

Aufteilung Energiebedarf

[kWh/(m ² ·a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Beleuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenergie	155,2	17,0	11,4	0,0	0,0	183,6
Endenergie	216,7	23,2	11,4	0,0	0,0	251,3
Primärenergie	218,3	23,2	29,8	0,0	0,0	269,1 + 10%

Ersatzmaßnahmen⁴⁾

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWRWärmeG

☐ Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWRWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um 15% verschärft.

Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert kWh/(m²·a)

Wärmeschutzanforderungen

☐ Die verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1	Zone1-Schule	1.590	100

☐ Weitere Zonen in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

¹⁾ theoretische Angabe ²⁾ bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 9 Abs. 1 Satz 2 EnEV

³⁾ nur bei Neubau im Falle der Anwendung von § 7 Nr. 2 Einsparbare-Energieeinsparungsgesetz ⁴⁾ nur Wärmeeinsparung

6.1.6.2 Schule als 1-Zonenmodell

Als Vergleichsberechnung wurde nachfolgend für die Schule ohne Turnhalle ein 1-Zonenmodell aufgebaut und die Berechnung durchgeführt. Die Anlagentechnik blieb hierbei unverändert. Die nachfolgende Tabelle zeigt das Berechnungsergebnis für die Schule mit einem 1-Zonenmodell.

Tabelle 6.1.6.2-1: Ergebnisse Schule als 1-Zonenmodell

Aufteilung Energiebedarf	Schule 1 Zonen-Modell [kWh/m²a]
Nutzenergie	183,6
Endenergie	251,2
Primärenergie	269,1+10%*=296,0
Primärenergie Referenzgebäude	212,0

*Gemäß Anlage 2 Nr. 3.2.4 EnEV ist der Jahres-Primärenergiebedarf bei Anwendung des vereinfachten Berechnungsverfahrens (1-Zonen-Modell) sowohl für das Referenzgebäude als auch für den Höchstwert des Gebäudes um 10 von Hundert zu erhöhen.

6.2 Betriebsgebäude

6.2.1 Technische Ausstattung Wärmeherzeugung

Tabelle 6.2.1-1: Erzeugung Betriebsgebäude

Technik	Gas-Niedertemperaturkessel
Baujahr	2005
Brennstoff	Erdgas
Nachtabstaltung	Nein, da 24 Stundenbetrieb

Tabelle 6.2.1-2: Übergabe Betriebsgebäude-Kühlung und Belüftung

Technik	Freie Heizflächen, Anordnung im Außenwandbereich
Regelung	Thermostatventile (2K)
Heizkreistemperatur	90/70 °C

Bei dem Gebäude wird die Alarmzentrale über ein Splitgerät gekühlt. Die Belüftung der Räume erfolgt ausschließlich über die Fenster. Lediglich im Sanitärbereich ist eine Abluftanlage vorhanden.

Beleuchtung

Für die Beleuchtung sind stabförmige Leuchtstofflampen vorgesehen, die manuell betätigt werden. Sie sind mit verlustarmen Vorschaltgeräten ausgestattet. Eine Tageslichtlenkung findet nicht statt. Die Arbeitsräume auf der Südseite und die Alarmzentrale haben einen außenliegenden Sonnenschutz.

Tabelle 6.2.1-3: Beleuchtungsausstattung

Art des Kontrollsystems	Manuell
Beleuchtungsart	Direkt
Vorschaltgerät	verlustarmes Vorschaltgerät (VVG)
Lampenart	Stabförmige Leuchtstofflampe
Art des Sonnen-/Blendschutzes	Arbeitsräume Südfassade und Alarmzentrale: außenliegender Sonnenschutz ohne Tageslichtlenkung

6.2.2 Gebäudehülle

Bezüglich der bauphysikalischen Daten der Gebäudehülle gibt es keine Angaben. Bei der Ortsbegehung konnte lediglich die Dämmung im Dachbereich gesichtet werden. Die Fenster sind gemäß Angaben des Nutzers nicht ausgetauscht worden. Bei der Verglasung handelt es sich um eine 2-Scheiben-Isolierverglasung. Für die Berechnung wurden daher die U-Werte der Bauteile baujahrspezifisch gemäß der „Bekanntmachung gemäß § 9 Abs. 2 Satz 3 EnEV“ angenommen.

6.2.3 Zonierung (siehe Seite 120)

6.2.4 Berechnungsergebnisse

Nach Eingabe der Daten in das Berechnungstool stellten sich die Ergebnisse wie folgt dar:

Tabelle 6.2.4-1: Ergebnisse Betriebsgebäude

Aufteilung Energiebedarf	Betriebsgebäude [kWh/m²a]
Nutzenergie	160,0
Endenergie	233,2
Primärenergie	242,3
Primärenergie Referenzgebäude	150,0

Tabelle 6.2.2-1: Aufbau und bauphysikalische Daten der Hüllfläche

Bauteil	Aufbau	Wärmedurchgangskoeffizient [W/(m²K)]
Dach	Holzkonstruktion	0,50
Außenwand	Massive Konstruktion	0,80
Fenster	Zweischeiben-Isolierverglasung; Gesamtenergiedurchlassgrad g = 0,75	2,90
Boden gegen unbeheizten Keller		0,80
Boden gegen Erdreich		0,80

6.2.3 Zonierung

Das Gebäude wurde wie folgt zониert⁷:

Tabelle 6.2.3-1: Zonierung Betriebsgebäude

Nr.	Fassade	Nutzungsbereich	Nutzungs- profil nach DIN V 18599	Art der Lüftung	Heizung	Funktion	Kühlung	Befeuchtung	Beleuchtung
B1	Lochfassade	Verkehrsflächen	19	manuell	HK		-	-	stabf. LL, WG
B2	Lochfassade	Sanitär	16	Abluft	HK		-	-	stabf. LL, WG
B3	Lochfassade	Lager/Technik	20	manuell	HK		-	-	stabf. LL, WG
B4	Lochfassade	Alarmzentrale	1	manuell	HK		Splitgerät	-	stabf. LL, WG
B5	Lochfassade	Büro	1	manuell	HK		-	-	stabf. LL, WG
-	-	Keller unbeheizt		-	-		-	-	-

⁷Anmerkung: Durch die Anpassung der Energiebezugsfläche an die mit der EnEV 2009 klargestellte Definition in § 2 (Begrenzung des Anwendungsbereichs auf die thermisch konditionierten Gebäudeteile) weichen die nachfolgend dargestellten Ergebniswerte von den Berechnungsergebnissen der vorherigen Auflage des Leitfadens ab.

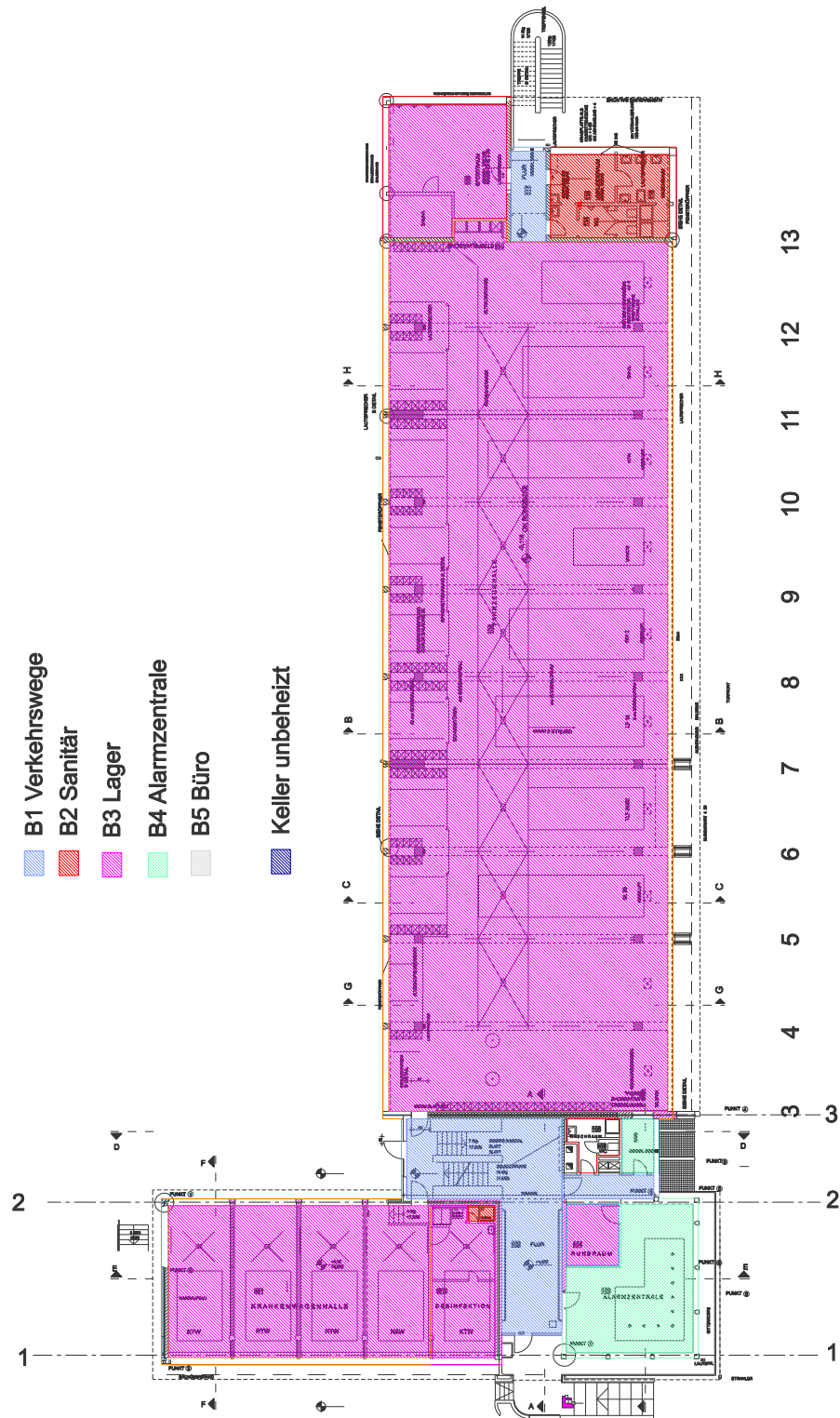


Bild 6.2.3-1:
Zonierung Erdgeschoss Betriebsgebäude

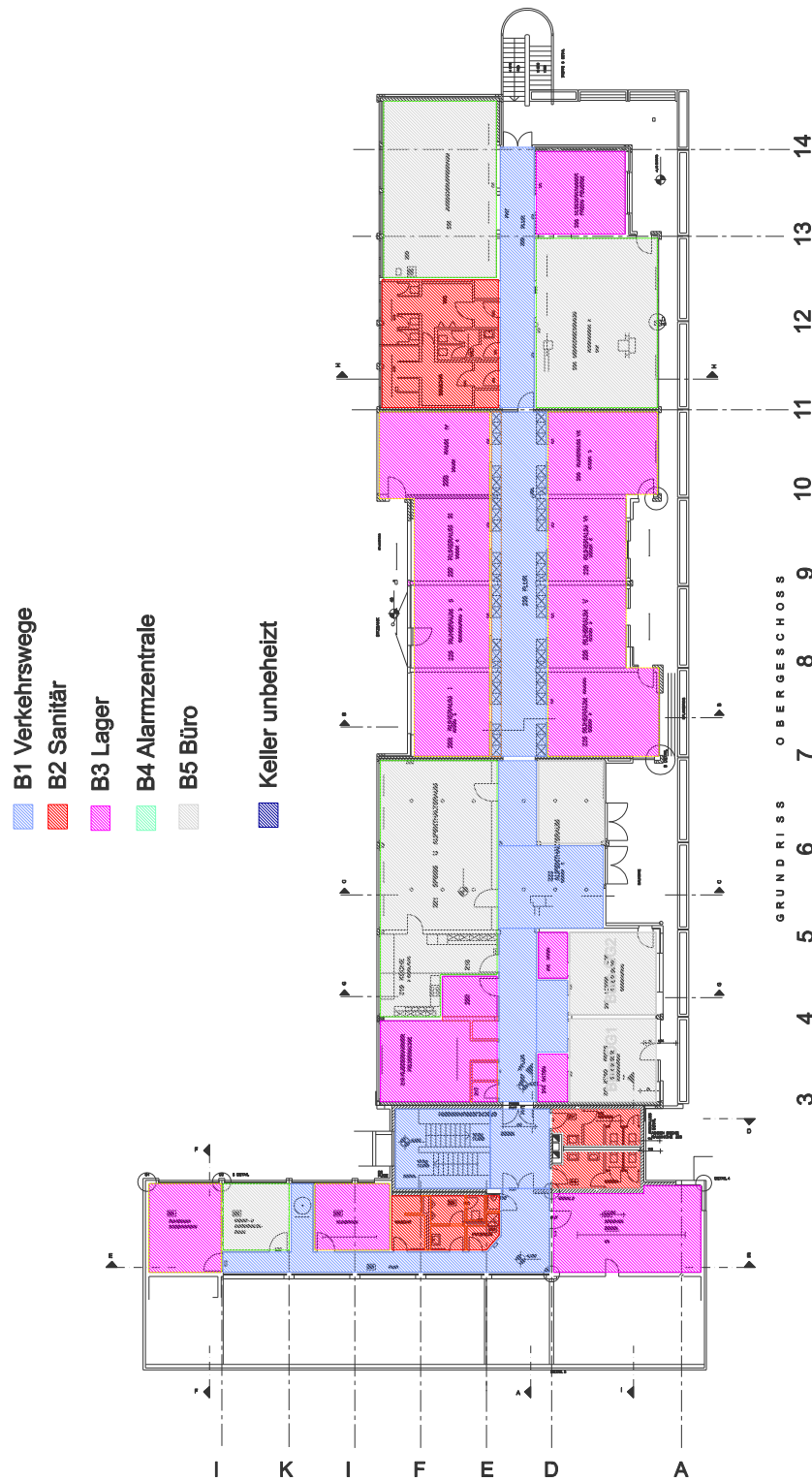
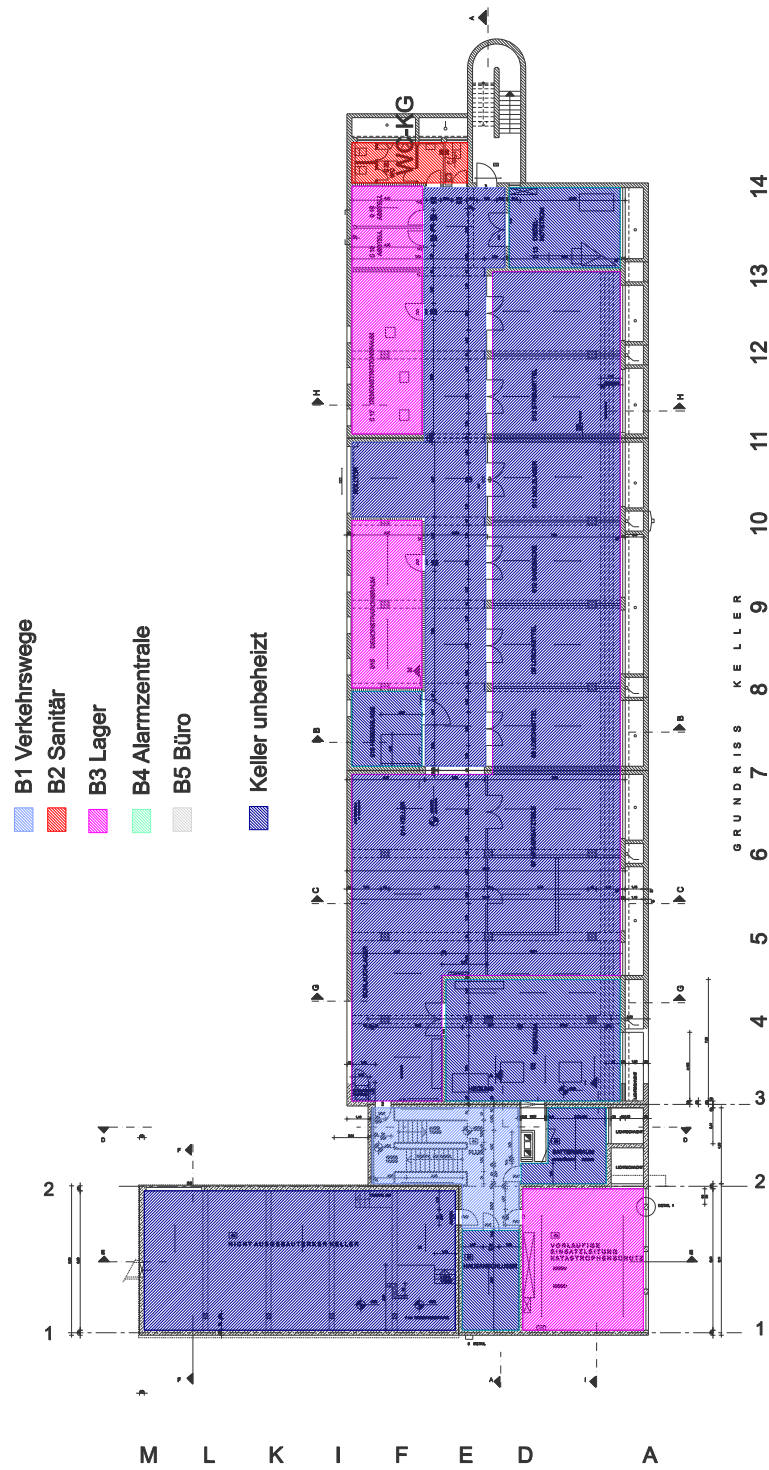


Bild 6.2.3-2:
Zonierung 1. Obergeschoss Betriebsgebäude



6.2.3-3:
Zonierung Kellergeschoss Betriebsgebäude

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: **26.10.2019**

1

Gebäude

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Feuerwehr	
Adresse	Neuenhoferstr. 1b, 53721 Siegburg	
Gebäudeteil	Feuer- und Rettungswache	
Baujahr Gebäude	1980	
Baujahr Wärmeerzeuger ¹⁾	2005	
Baujahr Klimaanlage ¹⁾	2005	
Nettogrundfläche ²⁾	2.386 m²	
Erneuerbare Energien		
Lüftung	Fensterlüftung	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	☐ Neubau ☐ Modernisierung ☐ Vermietung/Verkauf ☐ (Änderung)/Erweiterung ☒ Aushang bei öffentlichen Gebäuden ☐ Sonstiges (freiwillig)	

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.

☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen der EnEV zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (Erläuterungen – siehe Seite 4).

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch: ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den allen bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

**Schmidt Reuter Integrale Planung
und Beratung GmbH**
Graeffstraße 5
50823 Köln

26.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

¹⁾ Wenn möglich angegeben. ²⁾ Nettogrundfläche vor der Linse der EnEV, ausgedrückt der zulässige, gekürzte Teil der Nettogrundfläche

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

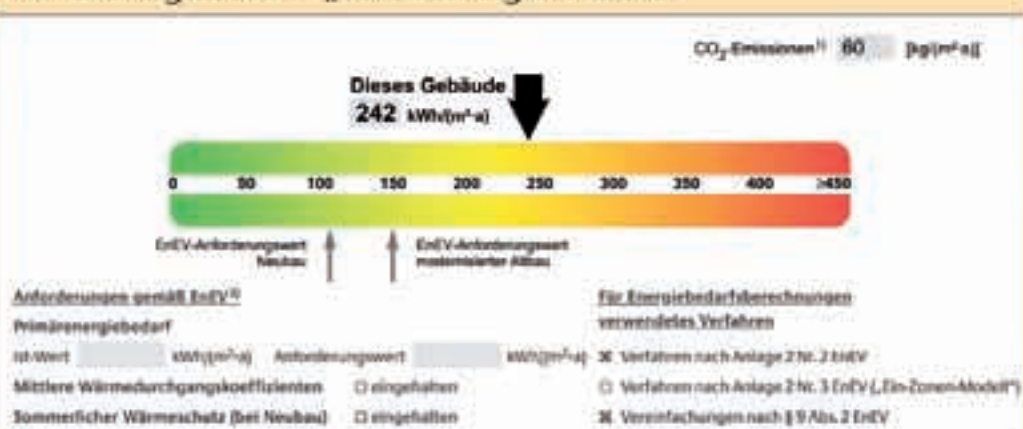
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Neuanforderst: 1a
Fazit und Refolgswerte

2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Erdgas H	226,2	0,0	0,0	0,0	0,0	226,2
Strom-Mix	0,5	0,0	5,0	1,3	0,2	7,0

Aufteilung Energiebedarf

[kWh/(m ² a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³⁾	Kühlung einschl. Befeuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenergie	154,8	0,0	5,0	0,0	0,6	160,4
Endenergie	226,7	0,0	5,0	1,3	0,2	233,2
Primärenergie	225,5	0,0	12,9	3,4	0,5	242,3

Ersatzmaßnahmen⁴⁾

- Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWRMeG
- ☐ Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.
- Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 6 EEWRMeG
- Die Anforderungswerte der EnEV sind um % verschärft.
- Primärenergiebedarf
- Verschärfter Anforderungswert kWh/(m²a)
- Wärmeschutzanforderungen
- ☐ Die verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1	B1-Verkehrsflächen	373	16
2	B2-Sanitär	131	6
3	B4-Alarmzentrale	56	2
4	B3-Lager/Technik	1.521	64
5	B5-Büro	305	13

☐ Weitere Zonen in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

¹⁾ einschlägige Angaben ²⁾ bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV

³⁾ nur bei Gebäuden mit der Anwendung von § 7 Nr. 2 Energieeinsparverordnung ⁴⁾ nur Lüftungsbedarf

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erläuterungen

4

Energiebedarf – Seite 2

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf für die Anteile Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf – Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erfassung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung.

Die angegebenen Vergleichswerte geben für das Gebäude die Anforderungen der Energieeinsparverordnung an, die zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises galt. Sie sind im Falle eines Neubaus oder der Modernisierung des Gebäudes nach § 9 Abs. 1 Satz 2 EnEV einzuhalten. Bei Bestandsgebäuden dienen sie der Orientierung hinsichtlich der energetischen Qualität des Gebäudes. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO₂-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

Der Skalierungswert des Bandtachometers beträgt, auf die Zehnerstelle gerundet, das Dreifache des Vergleichswerts „EnEV Anforderungswert modernisierter Altbau“ (140% des „EnEV Anforderungswerts Neubau“).

Wärmeschutz – Seite 2

Die Energieeinsparverordnung stellt bei Neubauten und bestimmten baulichen Änderungen auch Anforderungen an die energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) sowie bei Neubauten an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf – Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung an. Er wird unter Standardklima und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf, die notwendige Lüftung und eingebaute Beleuchtung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Heizenergie- und Stromverbrauchskennwert (Energieverbrauchskennwerte) – Seite 3

Der Heizenergieverbrauchskennwert (einschließlich Warmwasser) wird für das Gebäude auf der Basis der Erfassung des Verbrauchs ermittelt. Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Nettogrundfläche nach der Energieeinsparverordnung. Über Klimafaktoren wird der erfasste Energieverbrauch hinsichtlich der örtlichen Wetterdaten auf ein standardisiertes Klima für Deutschland umgerechnet. Der ausgewiesene Stromverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Erfassung des Verbrauchs oder der entsprechenden Abrechnung ermittelt. Die Energieverbrauchskennwerte geben Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes. Kleine Werte signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich. Der tatsächliche Verbrauch einer Nutzungseinheit oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens oder sich ändernder Nutzungen vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

Die Vergleichswerte ergeben sich durch die Beurteilung gleichartiger Gebäude. Kleinere Verbrauchswerte als der Vergleichswert signalisieren eine gute energetische Qualität im Vergleich zum Gebäudebestand dieses Gebäudetyps. Die Vergleichswerte werden durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie bekannt gegeben.

Die Skalierungswerte der Bandtachometer betragen, auf die Zehnerstelle gerundet, das Doppelte des jeweiligen Vergleichswerts.

Modernisierungsempfehlungen zum Energieausweis

gemäß § 20 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gebäude

Adresse/ Gebäude: **Neuenhoferstr. 1b, 53721 Siegburg**
 Gebäude: **Feuer- und Rettungswache**

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie: **Feuerwehr**

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen
Verbesserung der Energieeffizienz

☐ sind möglich
☐ sind nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung
1	Wände	Wärmedämmung 12 cm WLG 035: Ausführung als Wärmedämmverbundsystem; Verbesserung U-Wert der Außenwände auf 0,24 W/m ² K
2	Fenster	Austausch der Fenster gegen eine neue Wärmeschutzisolierverglasung; Verbesserung U-Wert der Fenster auf 1,5 W/m ² K

☐ Weitere Empfehlungen auf gesondertem Blatt
 Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Beispielhafter Variantenvergleich (Angaben freiwillig)

	Ist-Zustand	Modernisierungsvariante 1	Modernisierungsvariante 2
Modernisierung gemäß Nummer:			
Primärenergiebedarf [kWh/(m ² ·a)]	242		
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]			
Endenergiebedarf [kWh/(m ² ·a)]	233		
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]			
CO ₂ -Emissionen [kg/(m ² ·a)]	60		
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]			

Aussteller

Schmidt Reuter Integrale Planung
und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln

26.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 26.10.2019

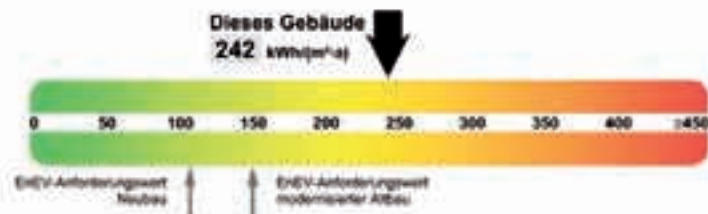
Aushang

Gebäude

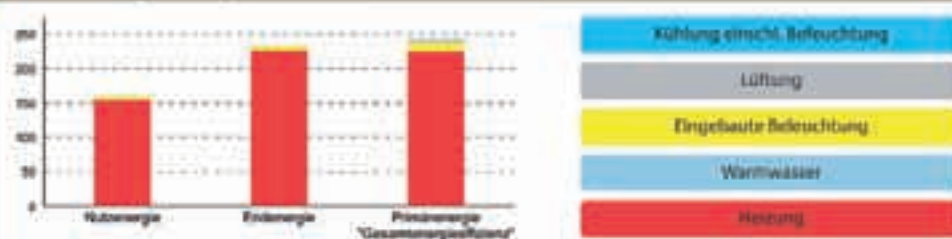
Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Feuerwehr
Sonderzone(n)	
Adresse	Neuenhoferstr. 1b, 53721 Siegburg
Gebäudeart	Feuer- und Rettungswache
Baujahr Gebäude	1980
Baujahr Wärmeerzeuger	2005
Baujahr Klimaanlage	2005
Nettogrundfläche	2.386 m²



Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Auftellung Energiebedarf



Aussteller

Schmidt Reuter Integrale Planung
und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50823 Köln

26.10.2009

Datum

Unterschrift des Ausstellers

6.3 Verwaltungsgebäude

Bei dem Verwaltungsgebäude handelt es sich um ein neu zu errichtendes Gebäude, das sich in der Planung befindet. Insofern liegen ideale Voraussetzungen in Bezug auf das Zusammenstellen der erforderlichen Informationen vor. Bei dem Gebäude handelt es sich um ein geplantes Justizzentrum, in dem sich eine Vielzahl von Nutzungsbereichen befindet. Neben den üblichen Bürobereichen befinden sich dort Sitzungssäle, Ausbildungsräume, Wartezonen sowie Zellen für die Häftlinge. Vielseitig ist die technische Ausstattung. Die Einzelbüroräume sind im Allgemeinen über Heizkörper beheizt und fensterbelüftet, während Gruppenbüros und Besprechungsräume im Allgemeinen mit einer mechanischen Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet sind und für die Kühlung eine Betonkerntemperierung besitzen.

Die technische Ausstattung der Sitzungssäle ist noch hochwertiger, hier sind Vollklimaanlage mit allen Luftbehandlungsstufen inkl. einer Befeuchtung vorgesehen.

Hinsichtlich der Fassadenausführung werden bei dem Gebäude mit der kammförmigen Grundrisstruktur die Längsseiten mit einer raumhohen Verglasung (Ganzglasfassade) ausgestattet, während der rückwärtige Teil des Gebäudes mit einer Lochfassade versehen ist.

Aufgrund der vielseitigen Technikausstattung, für deren Versorgung mehrere Zentralen vorgesehen sind, der vielseitigen Nutzungsbereiche sowie der unterschiedlichen Fassadenkonstruktion ergeben sich bei dem Gebäude relativ viele Nutzungszonen gemäß DIN V 18599. Dazu trägt auch die unterschiedliche Art der Beleuchtung bei, in Teilbereichen ist eine Tageslichtnutzung mit Präsenzkontrolle

möglich, in anderen Bereichen wurde aufgrund der Geometrie auf diese Ausstattung verzichtet.

Das Beispiel dient dem Aufzeigen der Zonierungseinteilung, die Ausweiserstellung erfolgt beispielhaft für Schule und Betriebsgebäude.

6.3.1 Technische Ausstattung

Die technische Ausstattung lässt sich wie folgt beschreiben:

Erzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt über Fernwärme durch eine im Keller angeordnete Fernwärmeübergabestation. Von dort werden die unterschiedlichen Heizkreise versorgt.

Die Kälteerzeugung erfolgt mittels elektronisch betriebenen Kompressions-Kältemaschinen. Die luftgekühlten Rückkühlwerke sind auf dem Dach angeordnet.

Für die mechanischen be- und entlüfteten Räume, die keine Klimatisierung besitzen, stehen zwei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung mit einer Gesamtluftmenge von 100.000 m³ zur Verfügung.

Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung erfolgt innerhalb des Gebäudes unterhalb der Decke des Kellergeschosses und wird von dort an drei Stellen vertikal in die Nutzungszonen geführt.

Energieübergabe

Die Energieübergabe erfolgt in Bezug auf Wärme überwiegend durch Heizkörper, die in den fensterbelüfteten Bereichen sowohl den Heizenergie- als auch den Lüftungswärmebedarf decken. Die vollklimatisierten Sitzungssäle werden ausschließlich mit Luft konditioniert. Die Besprechungsräume sowie die Gruppenbüros besitzen zur Kühlung darüber hinaus eine Betonkerntemperierung, die ein Entgleiten der maximalen Raumlufttemperaturen während des Sommers auf 27 °C beschränkt.

6.3.2 Gebäudehülle

Die wichtigsten bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäudehülle lassen sich wie folgt zusammenfassen:

6.3.3 Zonierung

Unter Anwendung der Erfordernisse der DIN V 18599 ergibt sich unter Zugrundelegung der Kriterien Nutzungsbereiche, technische Ausstattung und Glasanteil an der Fassade eine Einteilung in insgesamt 17 Zonen.

Als Besonderheit bildet dabei das Atrium das Zentrum des Gebäudes, das sich über insgesamt 4 Etagen erstreckt und durch das die angrenzenden Bereiche belüftet werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Zonierungen mit den entsprechenden Merkmalen.

Tabelle 6.3.2-1: Bauphysikalische Kenngrößen

Bauteil	Aufbau	Wärmedurchgangskoeffizient [W/(m²K)]
Dach	Flachdach Stahlbetondecke 30 cm mit 160 mm Wärmedämmung und Abdichtung	0,26
Außenwand	Hinterlüftete Fassade Stahlbetonwand 30 cm mit 120 mm Mineralwolle, 2 cm Luftspalt und Verkleidung	0,27
Außenwand gegen Erdreich	Stahlbetonwand 30 cm mit 100 mm Mineralwolle, Abdichtung	0,36
Fenster	Wärmeschutzverglasung Gesamte- nergiedurchlassgrad g = 0,59	1,40
Boden gegen Tiefgarage	Stahlbetondecke 30 cm mit 100 mm Wärmedämmung	0,32
Boden gegen Erdreich	Stahlbetondecke 40 cm mit 100 mm Wärmedämmung	0,31

Tabelle 6.3.3-1: Gebäudezonierung

Nr.	Fassade	Nutzungsbereich	Nutzungs- profil nach DIN V 18599	Art der Lüftung	Heizung	Funktion	Kühlung	Befeuchtung	Beleuchtung
V1	Vollverglasung	Einzelbüro	1	manuell	HK		Kühdecke/BKT		stabf. LL, EVG, PK
V2	Vollverglasung	Gruppenbüro	2	Zu-und Abluft mit WRG	HK	Heizen, Kühlen	Kühdecke/BKT		stabf. LL, EVG, Tagesl, PK
V3	Vollverglasung	Sitzungssaal	4	RLT	RLT	Heizen, Kühlen, Bef.	RLT		stabf. LL, EVG, PK
V4	Vollverglasung	Treppenhaus	19	manuell	HK				stabf. LL, EVG
V5	Lochfassade	Verkehrsfläche	19	manuell	HK				stabf. LL, EVG
V6	Lochfassade	Lager	20	manuell	HK				stabf. LL, EVG
V7	Lochfassade	Bibliothek	28	RLT	RLT			Wasser	stabf. LL, EVG
V8	Lochfassade	Einzelbüro	1	manuell	HK	Heizen, Kühlen, Bef.	RLT		stabf. LL, EVG, PK
V9	Lochfassade	Gruppenbüro	2	Zu-und Abluft mit WRG	HK	Heizen, Kühlen	Kühdecke/BKT		stabf. LL, EVG, Tagesl, PK
V10	Lochfassade	Besprechung	4	Zu-und Abluft mit WRG	HK	Heizen, Kühlen	Kühdecke/BKT		stabf. LL, EVG, Tagesl, PK
V11	Lochfassade	Sitzungssaal	4	RLT	RLT	Heizen, Kühlen, Bef.	RLT	Wasser	stabf. LL, EVG, Tagesl, PK
V12	Lochfassade	Serverraum	21	Zu-und Abluft mit WRG	HK	Heizen, Kühlen	Kühdecke/BKT		stabf. LL, EVG
V13	Lochfassade	Cafeteria	13	Zu-und Abluft mit WRG	HK	Heizen, Kühlen	Kühdecke/BKT		stabf. LL, EVG
V14	innenlegend	Technik	20	Zu-und Abluft mit WRG	HK	Heizen			stabf. LL, EVG
V15	innenlegend	Sanitär	16	Abluft	HK				Halogenleuchte
V16	innenlegend	Zellen	neu	Zu-und Abluft mit WRG	HK	Heizen			stabf. LL, EVG, Tagesl
V17	Glasdach	Atrium	17	manuell	FB				Metalhalogendampf-Lampe
		Tiefgarage			-				

HK: Heizkörper

RLT: Raumlufttechnische Anlage

WRG: Wärmerückgewinnung

BKT: Betonkerntemperierung

EVG: elektronisches Vorschaltgerät

Tagesl.: Tageslichtabhängiges Kontrollsystem (automatisch gedimmt)

FB: Fußbodenheizung

Manuell: Fensterlüftung

Bef: Befeuchtung

stabf.LL: stabförmige Leuchtstofflampe

PK: Präsenzkontrolle

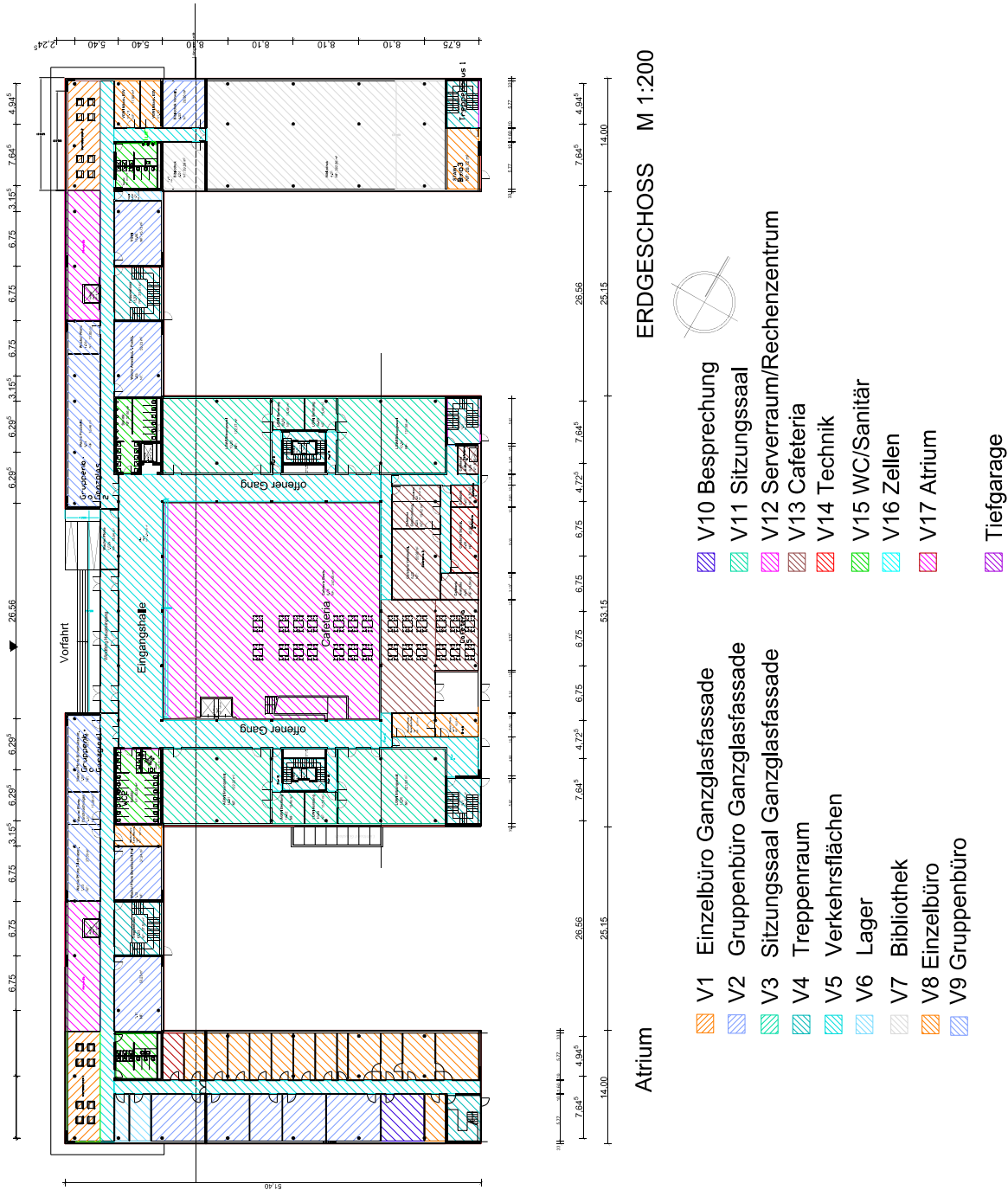
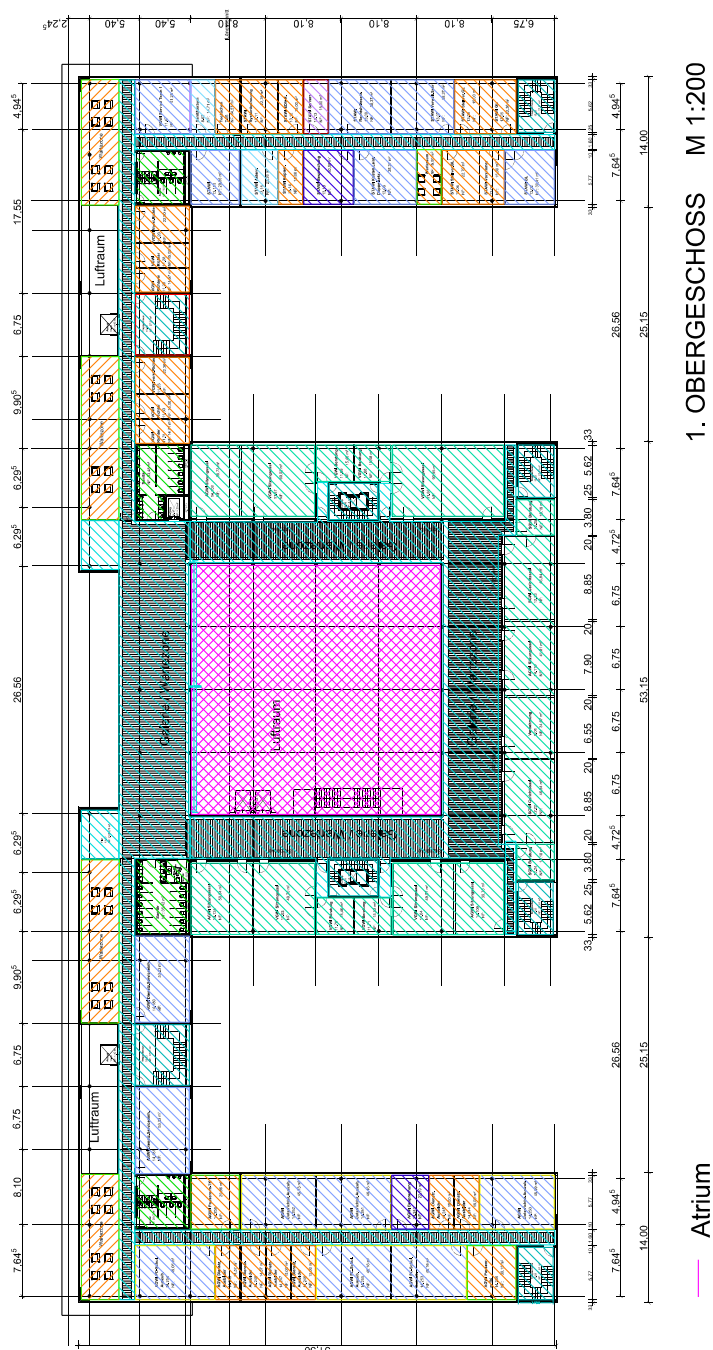


Bild 6.3.3-1:
Zonierung Erdgeschoss Verwaltungsgebäude



- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| V1 Einzelbüro Ganzglasfassade | V10 Besprechung |
| V2 Gruppenbüro Ganzglasfassade | V11 Sitzungssaal |
| V3 Sitzungssaal Ganzglasfassade | V12 Serverraum/Rechenzentrum |
| V4 Treppenraum | V13 Cafeteria |
| V5 Verkehrsflächen | V14 Technik |
| V6 Lager | V15 WC/Sanitär |
| V7 Bibliothek | V16 Zellen |
| V8 Einzelbüro | V17 Atrium |
| V9 Gruppenbüro | Tiefgarage |

Bild 6.3.3-2:

Zonierung 1. Obergeschoss Verwaltungsgebäude

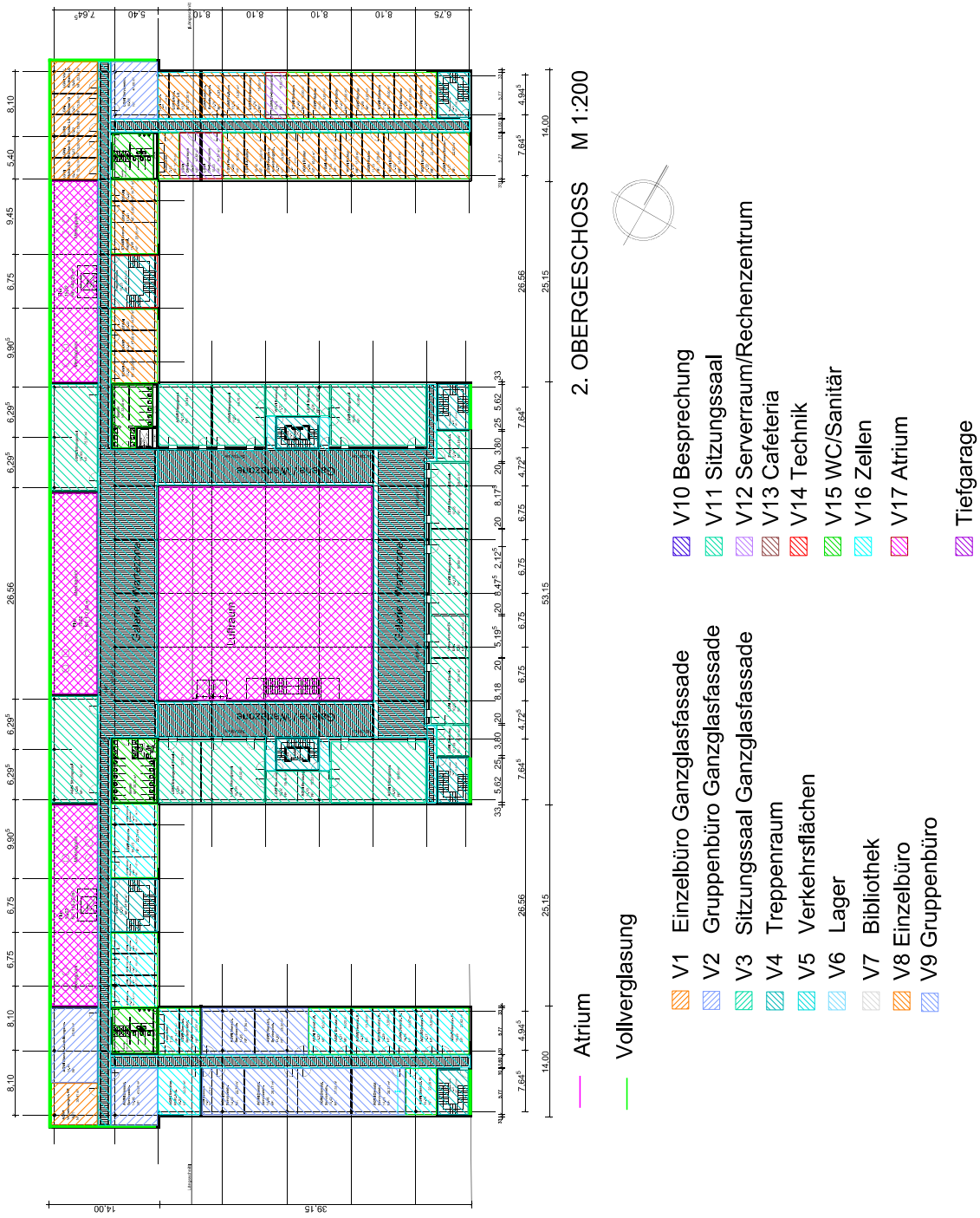


Bild 6.3.3-3:
Zonierung 2. Obergeschoss Verwaltungsgebäude

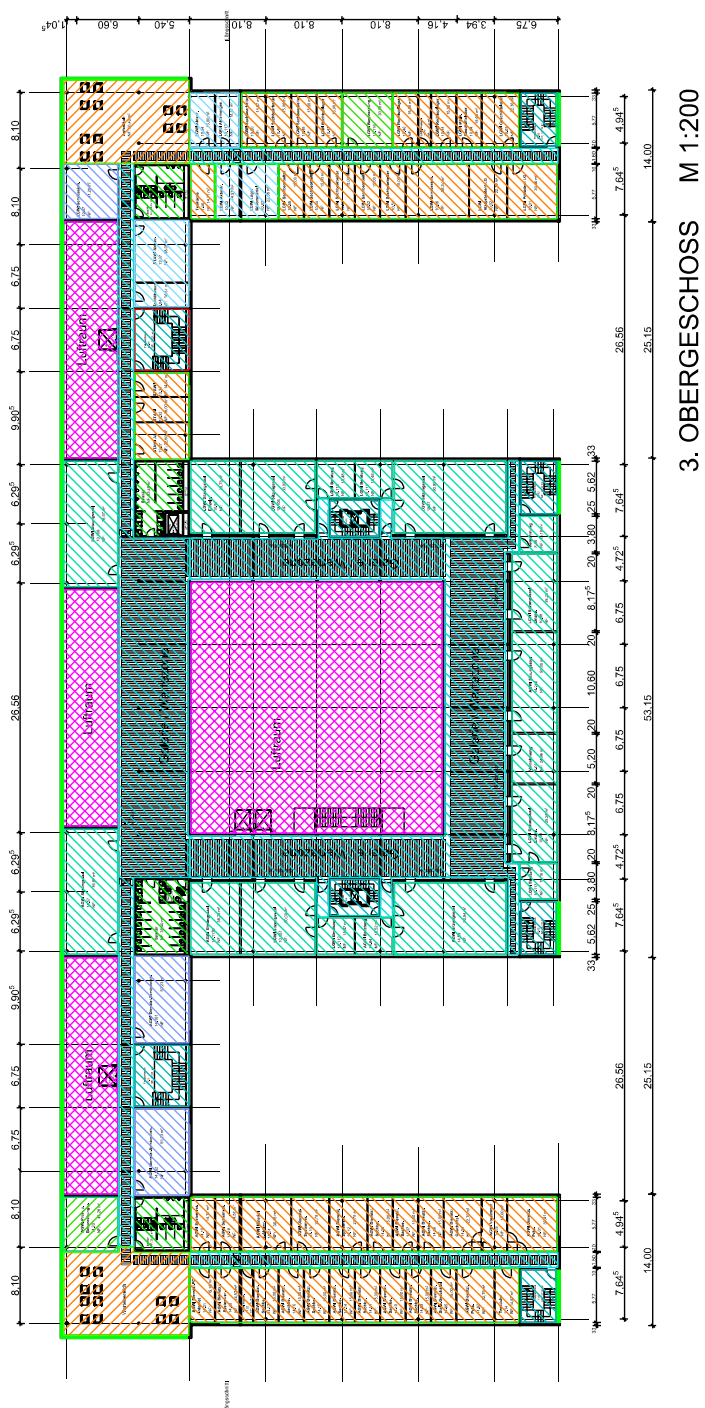


Bild 6.3.3-4:

Zonierung 3. Obergeschoss Verwaltungsgebäude

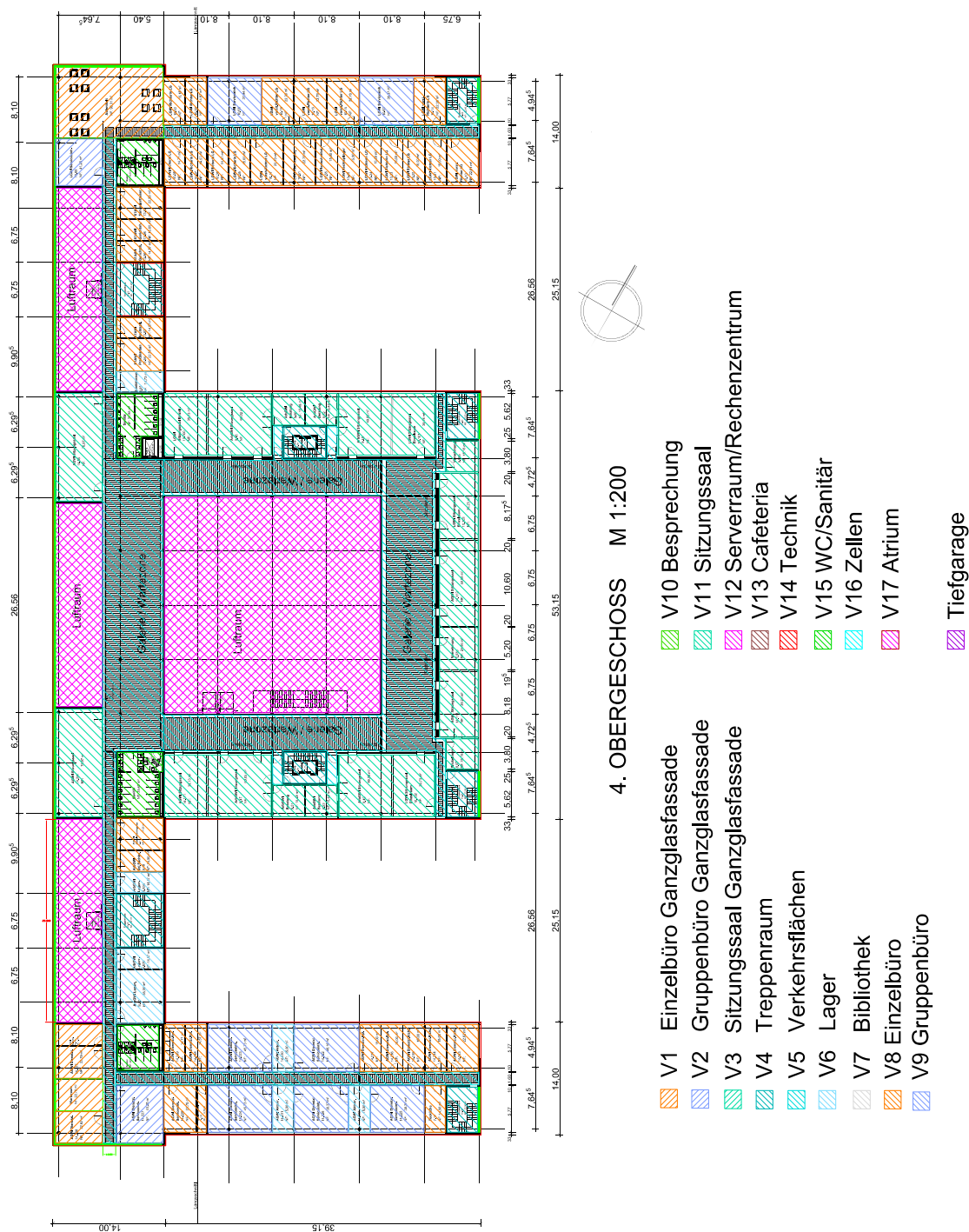
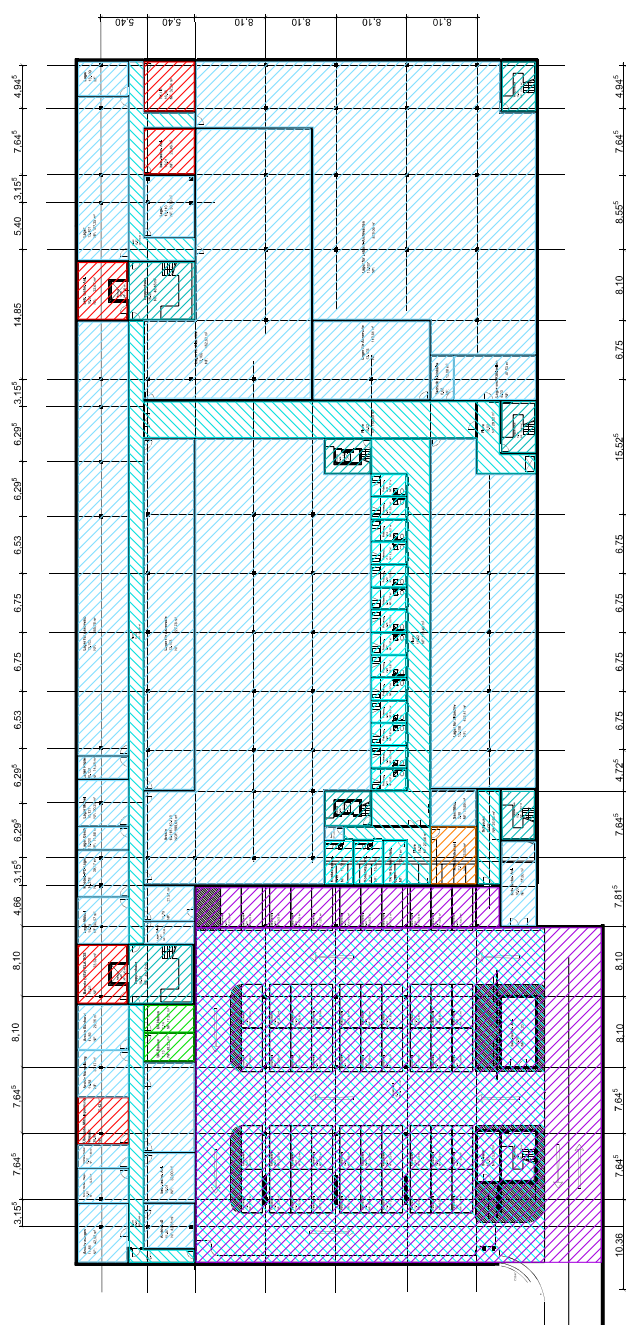


Bild 6.3.3-5:
Zonierung 4. Obergeschoss Verwaltungsgebäude



UNTERGESCHOSS M 1:200



- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| V1 Einzelbüro Ganzglasfassade | V10 Besprechung |
| V2 Gruppenbüro Ganzglasfassade | V11 Sitzungssaal |
| V3 Sitzungssaal Ganzglasfassade | V12 Serverraum/Rechenzentrum |
| V4 Treppenraum | V13 Cafeteria |
| V5 Verkehrsflächen | V14 Technik |
| V6 Lager | V15 WC/Sanitär |
| V7 Bibliothek | V16 Zellen |
| V8 Einzelbüro | V17 Atrium |
| V9 Gruppenbüro | Tiefgarage |

Bild 6.3.3-6:

Zonierung Kellergeschoss Verwaltungsgebäude

7 Plausibilitätskontrolle

Zur Überprüfung der Ergebnisse der Berechnungen ist in jedem Fall eine Plausibilitätskontrolle erforderlich, um die Größenordnung der Werte zu überprüfen. Auch wenn dem routinierten Energieausweisersteller meist Erfahrungswerte aus vergleichbaren Projekten vorliegen, wird empfohlen, diese durchzuführen. Neben den Benchmarkwerten kann dann eine Handkontrollrechnung wertvolle Hilfe leisten.

7.1 Handkontrollrechnung

Mit einfachen Mitteln können durch eine Handrechnung die Angaben zum Energiebedarf auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Ausdrücklich wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den so ermittelten Werten um Anhaltswerte handelt, mit dem Zweck, die Größenordnung der Ergebnisse zu prüfen. Die Kontrolle kann auf Basis der Auslegungsleistungen für die Energieverbraucher Wärme, Kälte, Beleuchtung und Luftförderung mit dem Vollbenutzungsstunden-Rechnungsverfahren einfach ermittelt werden. Dabei werden die Vergleichswerte **durch Multiplikation der Anschlussleistungen mit einer Vollbenutzungsstundenzahl** und einem Festwert für die Verteilverluste wie folgt ermittelt:

Wärme

Zur Ermittlung des Heizenergieverbrauches wird das Gebäude als eine Einheit gerechnet. Dazu werden zunächst die mittleren U-Werte der Gebäudeumschließungsflächen Wand, Dach, Boden ermittelt. Als Grundlage dienen die ohnehin im Nachweisverfahren zusammengestellten U-Werte, aus denen für die einzelnen Gebäudeumschließungsflächen bei Bedarf Mittelwerte gebildet werden.

Beispiel Wände:

$$U_{\text{Wand}} = \frac{U_{\text{opake Flächen}} \times A_{\text{opake Flächen}} + U_{\text{Window}} \times A_{\text{Fenster}}}{A_{\text{Wand}}}$$

Mittelwertrelevant sind dabei nur Flächenanteile, die mehr als 15 % der Gesamtfläche ausmachen. U-Werte kleinerer Flächenanteile werden in der Form berücksichtigt, dass die entsprechenden Flächenanteile gemäß den U-Werten des nächst schlechteren Bauteils gewählt werden.

Die Berechnung erfolgt analog für Boden und Decke.

Daraus resultiert der mittlere U-Wert des Gebäudes:

$$U_{\text{mittel}} = \frac{U_{\text{Wand}} \times A_{\text{Wand}} + U_{\text{Window}} \times U_{\text{Boden}} \times A_{\text{Boden}} + \dots}{A_{\text{gesamt}}}$$

Der **Vergleichswärmebedarf** berechnet sich auf Basis dieser Grundlage nach folgender Gleichung:

$$Q_{\text{H Vergleich}} = U_{\text{Mittel}} \times A_{\text{gesamt}} (T_{\text{Raum}} - T_{\text{Außen}}) [\text{W}]$$

mit:

U_{Mittel}	Mittlerer U-Wert der Gebäudeumschließungsflächen [W/m²K]
A_{gesamt}	Summe der Gebäudeerschließungsflächen [m²]
T_{Raum}	Mittlere Raumsolltemperatur [°C]
$T_{\text{Außen}}$	Bezugsaußentemperatur [°C]

Die Raumtemperatur hängt von der Nutzungsstruktur ab und beträgt im Heizfall im Allgemeinen 21° C, die Normaußentemperatur für die Heizlastberechnung richtet sich nach den unterschiedlichen Klimazonen in Deutschland und schwankt zwischen -10° C und - 16° C.

Die genauen Angaben befinden sich dazu in der DIN EN 12831. Es wird empfohlen für die überschlägige Berechnung von einem Wert von -10°C auszugehen.

Kälte

Der Kühlenergiebedarf schwankt gebäudetypenabhängig sehr stark und ist nur durch umfangreiche Berechnungen zu ermitteln. Für Büro- und Bildungsgebäude lässt er sich recht gut definieren.

Wird das Gebäude über Kühlflächen oder eine Klimaanlage gekühlt, so lässt er sich bezogen auf die „gekühlte Nettogeschossfläche“ mit folgenden **spezifischen Richtwerten** annehmen:

- Bürogebäude 50 W/m^2
- Schulgebäude und Bildungsgebäude 25 W/m^2
- Sonstige Gebäude $40\text{ bis }100\text{ W/m}^2$

Den **Vergleichswert** zur Ermittlung des **Kühlenergieverbrauches** erhält man gemäß folgender Gleichung:

$$Q_{\text{KVergleich}} = \text{NGF}_1 \times \text{spezifischem Verbrauchswert [W]}$$

mit:

$$\text{NGF} = (\text{hier: gekühlte}) \text{ Nettogeschossfläche}$$

Beleuchtung

Der Energiebedarf für die Beleuchtung ist wie folgt anzunehmen:

Büroflächen

$8\text{ bis }12\text{ W/m}^2$, Mittelwert 10 W/m^2

Verkehrsflächen in Bürogebäuden und Bildungseinrichtungen

6 W/m^2

Schulen, Bildungseinrichtungen

10 W/m^2

Sonstige Gebäude

$15\text{ bis }100\text{ W/m}^2$

Der Vergleichswert zur Berechnung des Energieverbrauchs für die Beleuchtung ergibt sich wie folgt:

$$E_{\text{BVergleich}} = \text{NGF} \times \text{spezifischem Verbrauchswert [W]}$$

Energiebedarf für die Luftförderung

Der Energieverbrauch für die Luftförderung richtet sich nach der Anzahl und Intensität der Luftbehandlung. Er ist bei Zu- und Abluftanlagen niedriger als bei Vollklimaanlagen. Er ergibt sich aus dem Produkt des spezifischen Stromverbrauches pro stündlich geförderter Luftmenge.

Als Richtwerte für den spezifischen Verbrauch können folgende Werte angenommen werden:

Tabelle 7.1-1: Richtwerte spezifischer Energiebedarf Lufttransport

Zuluftanlagen	0,4 W/(m³/h)
Abluftanlagen	0,3 W/(m³/h)
Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung	0,6 W/(m³/h)
Teilklima- und Klimaanlagen	1,0 W/(m³/h)

Demnach errechnet sich der Vergleichswert für die Luftförderung wie folgt:

$$E_{LF} = \text{Luftvolumenstrom} \times \text{spezifischem Verbrauchswert Lufttransport [W]}$$

Warmwasserverbrauch

Im Nichtwohnungsbaubereich ist abgesehen von Sonderbauten wie Schwimmbädern, der Energieverbrauch für die Warmwassererzeugung im Vergleich zum Wohnungsbaubereich marginal und kann bei der Plausibilitätskontrolle vernachlässigt werden.

Gesamtenergieverbrauch

Mit den so ermittelten Nennleistungen lassen sich die Energieverbräuche für die einzelnen Energiearten auf Basis von Vollbenutzungsstunden errechnen.

Ausdrücklich wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den so ermittelten Werten um **Anhaltswerte** handelt, mit dem Zweck, die **Größenordnung der Ergebnisse** zu prüfen.

Bei Sondergebäude wie Kaufhäuser, Flughäfen etc. sind die Vollbenutzungsstunden und die spezifischen Werte individuell zu ermitteln.

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft Vollbenutzungsstunden für die Verbrauchsarten Heizung, Kälte, Beleuchtung und Luftförderung.

Tabelle 7.1-2: Anhaltswerte Vollbenutzungsstunden [h/a]

	Vollbenutzungsstunden Heizung	Vollbenutzungsstunden Kühlung	Vollbenutzungsstunden Beleuchtung
Bürogebäude	2000	500	2000
Bildungsgebäude	2000	350	1800
Sonstige	Keine Angaben	Keine Angaben	Keine Angaben

Die Verteilverluste in % für die einzelnen Verbrauchsarten können pauschal wie folgt angenommen werden:

Tabelle 7.1-3: Anhaltswerte Verteilverluste [%]

	Gebäude älter als 10 Jahre	Gebäude jünger als 10 Jahre
Verteilverluste Wärme	25 %	15 %
Verteilverluste Kälte	25 %	10 %

Primärenergieverbräuche

Gemäß den Primärenergiefaktoren ergeben sich durch Multiplikation der Endenergieverbräuche die Primärenergieverbräuche für die einzelnen Verbrauchsarten. Diese werden den bekannten Tabellen entnommen und liegen im Allgemeinen bei der Wärmeversorgung in der Größenordnung von 1,1 und für Strom bei 2,6.

Die Kälteerzeugung erfolgt im Allgemeinen durch elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen mit einer Leistungsziffer von 3.

Gesamtvergleich

Damit liegen Vergleichswerte vor, die im Allgemeinen nicht mehr als +/- 25 % von den Werten im Energieausweis abweichen sollten. Ist dies der Fall, muss geprüft werden, ob die Vereinfachungen bei den Plausibilitätsberechnungen wegen einer sehr komplexen Gebäudedekubatur unzulässig oder ungenau waren, oder ob sich ungewöhnliche Energieerzeugungsarten bzw. Nutzungsstrukturen im jeweiligen Gebäude befinden, oder ein Berechnungsfehler im EDV-Verfahren vorliegt.

7.2 **Benchmarkwerte**

Eine weitere Möglichkeit der Plausibilität besteht durch die Kontrolle anhand von Benchmarkwerten. Hierzu können die Anhaltswerte aus der Bekanntmachung zur EnEV Vergleichswerte aus der VDI 3807, oder die Empfehlungen der SIA des „Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein“ herangezogen werden.

Hierbei handelt es sich allerdings um **Verbrauchswerte**, die im Allgemeinen von den **Bedarfswerten abweichen**.

Dies ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen.

8 Modernisierungsempfehlungen

Gemäß §20 EnEV sind im Rahmen der Energieausweiserstellung begleitende Empfehlungen hinsichtlich kostengünstiger Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Eigenschaft des Gebäudes in Form von kurz gefassten fachlichen Hinweisen erforderlich. Hierzu sind energetisch sinnvolle Maßnahmen, wie z.B. bauliche Maßnahmen und/oder auch Verbesserungsvorschläge im Bereich der Anlagentechnik, aufzuzeigen (siehe auch Modellrechnung Seite 111ff.).

Der Begriff „kostengünstig“ ist gemäß der amtlichen Begründung zur Energieeinsparverordnung „... im Wesentlichen im Sinne des Begriffes „wirtschaftlich vertretbar“ zu verstehen...“ und „...soll... den Gedanken der Rentabilität der Maßnahme hervorheben, die zur Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudes empfohlen werden.“

Die Angaben zu den Modernisierungsmaßnahmen dienen in erster Linie dem Zweck, den Eigentümer auf mögliche Verbesserungsmaßnahmen bzw. Defizite aufmerksam zu machen. Zusätzlich ist es für den potentiellen Käufer der Immobilie eine hilfreiche Möglichkeit, den Zustand des Gebäudes besser ein- bzw. das vorhandene Potential hinsichtlich Energieeinsparung abschätzen zu können.

Im Rahmen der Ausweiserstellung werden diese Hinweise jedoch nicht weiter in Bezug auf Energieeinsparung bzw. Wirtschaftlichkeitsberechnungen quantifiziert.

Der Energiebedarfsausweis bietet allerdings eine gute Ausgangsbasis, das vorhandene Einsparpotential von energetischen Maßnahmen in Form von vertiefenden Energieberatungen zu untersuchen. Für viele Kommunen und Gemeinden ergibt sich hierdurch die Chance, unterschiedliche Maßnahmen für ihre Gebäu-

de unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten miteinander zu vergleichen und eine entsprechende Priorisierung von Maßnahmen zu erstellen. Hierdurch können Umsetzungsschwerpunkte für unterschiedliche Gebäudetypen in einer Kommune aufgezeigt werden und die vorhandenen Investitionen entsprechend der größten Einsparungen verteilt werden.

Das nachfolgende Bild zeigt ein Beispiel für den vertiefenden Einsatz des Energiebedarfsausweises in Form einer Energieberatung: Die Energiesparmaßnahmen unterschiedlicher Gebäude einer Kommune wurden anhand des Energiebedarfsausweises ermittelt und entsprechend ihrer Investitionskosten und CO₂-Einsparung bewertet. Das Diagramm zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchung.

Die Maßnahmen im Bereich bis etwa 30% CO₂-Einsparung weisen in diesem Beispiel relativ geringe Investitionskosten für vergleichsweise hohe Einsparungen im Bereich Energie und CO₂ auf (flacher Kurvenverlauf), während die Maßnahmen im Bereich darüber eher durch hohe Investitionskosten im Verhältnis zur erzielbaren Einsparung charakterisiert sind (steiler Kurvenverlauf).

Fazit:

Der Energiebedarfsausweis ist ein wichtiges Instrument zur Beurteilung des energie-

tischen Potentials eines Gebäudes und bildet damit einen wichtigen Grundstein für mögliche Sanierungsmaßnahmen

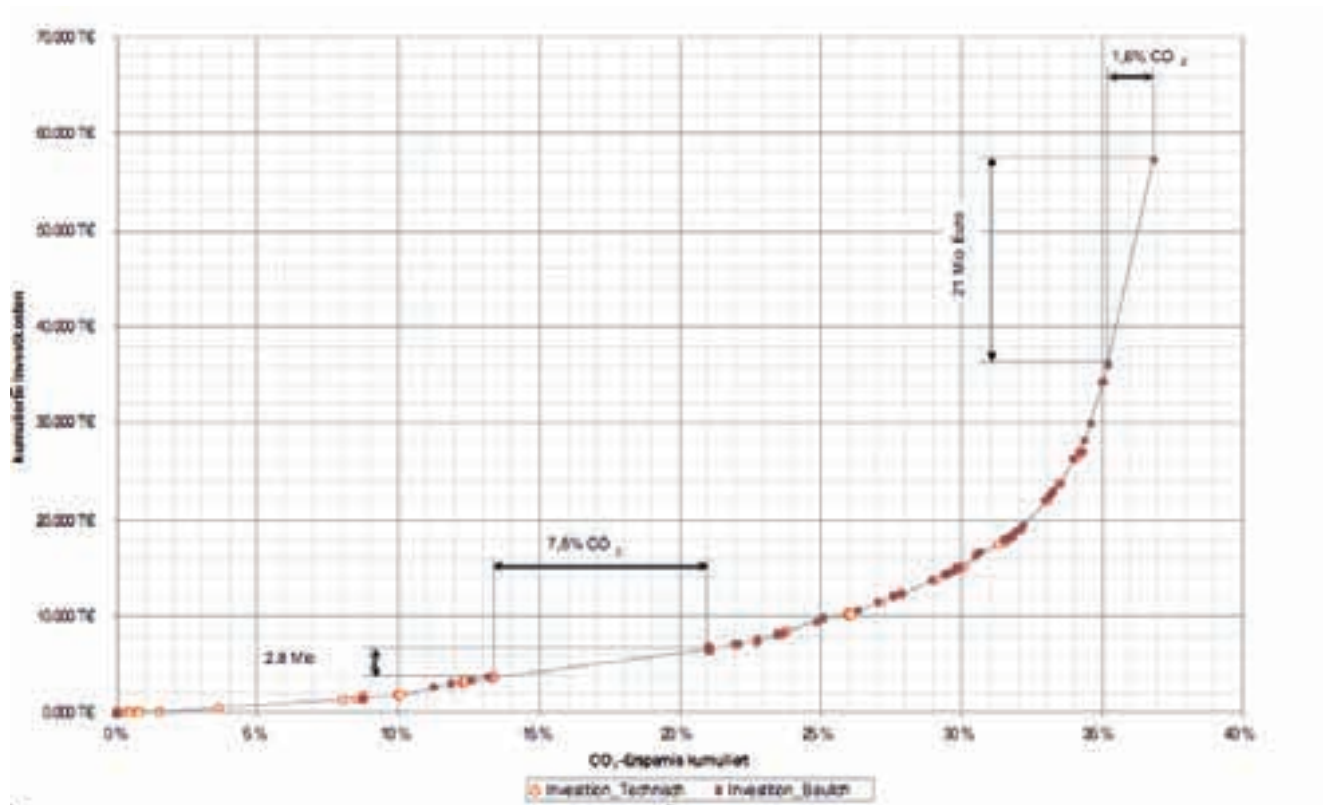


Bild 8-1: Investitionskosten und CO₂-Einsparungen unterschiedlicher Maßnahmen

9 Ergebnisdokumentation

Im Energieausweis selber finden sich lediglich die wichtigsten Ergebnisse und Grundlagen für die Berechnung, die softwarebasiert automatisch übertragen werden. Im Hinblick auf eine spätere Überprüfung der Ergebnisse oder insbesondere, wenn der Energieausweis als Instrument für die Energieberatung genutzt wird, ist eine umfangreiche Dokumentation von Eingabedaten und Randbedingungen erforderlich.

Für die reibungslose Verlängerung des Ausweises nach 10 Jahren, ist eine lückenlose Dokumentation unumgänglich. Hier sollte im Wesentlichen auf die detaillierten Eingabeprotokolle der Software zurückgegriffen werden. Diese Protokolle ermöglichen eine Eingabe der gesamten Daten in eine andere Software ohne Reibungsverluste. So ist z.B. die Verlängerung eines Ausweises bei geeigneter Dokumentation in 10 Jahren mit relativ geringem Aufwand (z.B. erneute Berechnung der Flächen) möglich.

Die Dokumentation muss folgende Informationen enthalten:

Aufzeichnungen über

- mündliche Vereinbarungen und Absprachen mit dem Auftraggeber
- das Eingabeprotokoll des EDV-Tools
- Fotodokumentationen
- die Aufschlüsselung der Bezugsflächen
- Herleitungen von Eingabedaten (z.B. Ermittlung der charakteristischen Längen und Breiten bei komplexen Gebäuden)
- veränderte Nutzungsprofile

- den Energieausweis
- Angaben über die Zonierung

Um auch eine Software unabhängige Dokumentation zu ermöglichen, sollten alle Dokumente auch in Papierform abgelegt werden.

10 Anhang

10.1 Basischeckliste Energiebedarfsausweis

Zielsetzung der Basischeckliste

Die Basischeckliste zur Erstellung eines Energiebedarfsausweises dient der Vorbereitung eines Ortstermins. Sie ist für das Begehungsteam eine wichtige Hilfestellung, um vor der Begehung eine grobe Vorstellung über das zu untersuchenden Gebäude oder die Liegenschaft zu erhalten.

Des Weiteren liegen die unter Abschnitt 10.1.2 genannten Pläne- und Bestandsunterlagen nur in Ausnahmefällen komplett vor. Hier helfen auch Teilinformationen weiter. Wichtig sind vor allem die Grundrisse sowie die Ansichten der Gebäude. Liegen diese nicht vor, so muss der Grundriss und die Ge-

bäudehülle per Aufmaß ermittelt werden. Diese Arbeiten haben einen großen Einfluss auf die Durchführung des Ortstermins und natürlich auch auf den Zeitaufwand für die Erstellung des Energiebedarfsausweises. Sind alle die Architektur betreffenden Planungsunterlagen vorhanden (Grundrisse mit Angaben der Raumbezeichnungen und Nutzung, Schnitte und Ansichten), so kann sich das Begehungsteam auf die Aufnahme der Bauphysik und der Anlagentechnik konzentrieren.

Um die Ortsbegehung effektiv gestalten zu können sind die Grundrisse für alle Etagen digital oder in Papierform, sowie die ausgefüllte Checkliste erforderlich.

Allgemeines:

10.1.1 Gebäudeanschrift und Baujahr, Allgemeine Information

Objekt:	
Gebäudenutzung:	
Straße:	
PLZ/Ort:	
Denkmalgeschützt?	☐ ja ☐ nein
Baujahr:	
Bruttogrundfläche [m²]:	
Nettogrundfläche [m²]:	

10.1.2 Plan- und Revisionsunterlagen

Bitte die vorhandenen Plan- und Revisionsunterlagen ankreuzen und nach Möglichkeit in digitaler Form an das Bearbeitungsteam senden. Vor der Begehung sind vor allem die Grundrisse aller Ebenen, sowie Ansichten bzw. Schnitte notwendig.

- | | |
|---|---|
| ☐ Grundrisse mit Angabe der Orientierung | ☐ Schnitte |
| ☐ Repräsentatives Foto des Gebäudes / der Liegenschaft für den Ausweis | ☐ Ansichten |
| | ☐ Anlagenschemata (Heizungs-, Kälte-, Lüftungstechnik) |
| | ☐ Wärmeschutznachweis |
| | ☐ Raumbuch inkl. Flächenangaben nach DIN 276 |

10.1.3 Verbrauch

	Heizung [kWh]	Strom [kWh]
Jahr 1		
Jahr 2		
Jahr 3		

Sind für diesen Zeitraum Leerstände zu berücksichtigen? ☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja, für welchen Zeitraum?

Von: _____ Bis: _____ Flächenanteil: _____ %

Brennstoffart:	☐ Gas
	☐ Öl
	☐ Holz
	☐ Fernwärme (Kraft/Wärmekopplung)
	☐ Fernwärme (Heizwerk)
	☐ Sonstiges
Stromerzeugung:	☐ EVU Mix
	☐ Eigenerzeugung
	☐ Fotovoltaik
	☐ Strom aus regenerativer Energie

10.1.4 Raum-Nutzungsstruktur

Um den Energiebedarf eines Gebäudes zu ermitteln, wird es grob in unterschiedliche Zonen abhängig der Nutzung unterteilt.

Hauptnutzung des Gebäudes:	
Sonderzonen:	

10.1.5 Sanierungen des Gebäudes

Wurden in der Vergangenheit wärmeschutztechnische oder energiesparende Sanierungen an dem Gebäude oder der Gebäudetechnik durchgeführt?

		Beschreibung der Maßnahme	Jahr der Maßnahme
Dach	☐ Ja ☐ Nein		
Fenster	☐ Ja ☐ Nein		
Außenwand	☐ Ja ☐ Nein		
Keller	☐ Ja ☐ Nein		
Heizungsanlage	☐ Ja ☐ Nein		
Lüftungsanlage	☐ Ja ☐ Nein		
Warmwassererzeugung	☐ Ja ☐ Nein		
Kälteanlage	☐ Ja ☐ Nein		
Beleuchtung	☐ Ja ☐ Nein		
Sonstiges	☐ Ja ☐ Nein		

10.1.6 Mängel am Gebäude

Sind offenkundige bauliche oder anlagentechnische Mängel vorhanden? ☐ Ja ☐ Nein

Betroffenes Bauteil	Beschreibung des Mangels

10.1.7 Gebäudehülle und Fassade

Sind die Aufbauten der wärmeumfassenden Bauteile bekannt? ☐ Ja ☐ Nein

Bauteil	
Außenwand - ungedämmt - gedämmt - Sonstiges	☐ ☐
Boden gegen Außenluft - ungedämmt - gedämmt	☐ ☐
Boden gegen Erdreich - ungedämmt - gedämmt	☐ ☐
Fenster - Einfachverglasung - Zwei Scheiben Isolierverglasung (bis 1995) - Wärmeschutzverglasung (ab 1995) - Sonnenschutzverglasung	☐ ☐ ☐ ☐

10.1.8 Angaben zur Ausstattung - Technische Gebäudeausrüstung

10.1.8.1 Heizung

	Gebäude
Wärmeerzeugung • Konstanttemperatur Kessel • Niedertemperaturkessel • Brennwertkessel • Fernwärme • Wärmepumpe • Sonstiges	 kW Baujahr kW Baujahr kW Baujahr kW Baujahr kW Baujahr kW Baujahr
Thermische Kollektoren • Fläche thermische Kollektoren	 m ²
Wärmeverteilung • Leitungen gedämmt • Leitungen ungedämmt	☐ ☐
Nachtabsenkung	☐ Ja ☐ Nein

Wie wird die Wärme an die Räume übergeben?

- ☐ Heizkörper
☐ Fußbodenheizung
☐ Konvektoren
☐ _____

10.1.8.2 Warmwasser

Werden die Zapfstellen des Gebäudes mit Warmwasser versorgt? ☐ Ja ☐ Nein

	Gebäude
Erzeugung • zentral • dezentral elektrisch • dezentral Gas • über Solarthermie	 kW Baujahr kW Baujahr kW Baujahr kW Baujahr
Thermische Kollektoren • Fläche thermische Kollektoren	 m ²
Warmwasserspeicher • Baujahr • Größe	Baujahr: _____
Zirkulation	☐ Ja ☐ Nein

10.1.8.3 Beleuchtung

Ist die Art der Beleuchtung für die einzelnen Nutzungsbereiche bekannt? ☐ Ja ☐ Nein

	Beleuchtungs- bereich 1	Beleuchtungs- bereich 2	Beleuchtungs- bereich 3
Bereich (z.B. Büro, Klassenraum)			
Leuchtart			
• stabförmige Leuchtstofflampe	☐	☐	☐
• Leuchtstofflampe kompakt	☐	☐	☐
• Glühlampe	☐	☐	☐
• Halogenleuchtstofflampe	☐	☐	☐
Vorschaltgerät			
• Konventionell	☐	☐	☐
• Elektronisch	☐	☐	☐
Regelung/ Lichtsteuerung			
• Manuell	☐	☐	☐
• Automatisch	☐	☐	☐
Präsenzkontrolle			
• Präsenzkontrolle	☐ ja ☐ nein	☐ ja ☐ nein	☐ ja ☐ nein
Beleuchtungsart			
• Direkt	☐	☐	☐
• Indirekt	☐	☐	☐
• Direkt/ Indirekt	☐	☐	☐

10.1.8.4 Kälte

Ist das Gebäude mit einer Kälteanlage ausgestattet? ☐ Ja ☐ Nein

	Gebäude	
Kälteerzeugung		
• Kompressionskältemaschine	 kW	 Baujahr
• Absorptionskältemaschine	 kW	 Baujahr
• Nutzung Umweltkälte	 kW	 Baujahr
(Grundwasser, Erdreich)	 kW	 Baujahr
• Sonstiges	 kW	 Baujahr

Wie wird die Kälte an die Räume übergeben?

☐ Kühlflächen

☐ über Luft

☐ _____

10.1.8.5 Lüftungs- und Klimaanlage

Verfügt das Gebäude über eine Lüftungs- und Klimaanlage? ☐ Ja ☐ Nein

	Lüftungs- & Klima- anlage Bereich 1	Lüftungs- & Klima- anlage Bereich 2	Lüftungs- & Klima- anlage Bereich 3
Bereich (z.B. Büro, Klassenraum)			
Baujahr			
Lüftungs- und Klimaanlage			
• nur Zuluft	☐	☐	☐
• nur Abluft	☐	☐	☐
• Zu- und Abluft	☐	☐	☐
Wärmerückgewinnung			
• Wärmerückgewinnung	☐ ja ☐ nein	☐ ja ☐ nein	☐ ja ☐ nein
Luftkonditionierung			
• keine	☐	☐	☐
• Heizen	☐	☐	☐
• Kühlen	☐	☐	☐
• Befeuchten	☐	☐	☐
• Entfeuchten	☐	☐	☐
Luftvolumenstrom			
• Zuluft	... m ³ /h	... m ³ /h	... m ³ /h
• Abluft	... m ³ /h	... m ³ /h	... m ³ /h
Regelung			
• Volumenstrom regelbar	☐ ja ☐ nein	☐ ja ☐ nein	☐ ja ☐ nein
• Zentral	☐	☐	☐
• Zonen- und Einzelraum	☐	☐	☐

10.2 Prioritätenliste, Einfluss von Eingabegrößen auf die Ergebnisse

Die nachfolgende Prioritätenliste soll eine Hilfestellung geben, bei der Ortsbegehung und bei der Zusammenstellung der Unterlagen sein Hauptaugenmerk auf die wichtigen Dinge zu legen und sich nicht mit vermeintlich „unwichtigen“ Informationen zu beschäftigen. Die Ebenen stellen eine unterschiedliche Tiefe der Angaben dar, so sind z. B. in Ebene 1 die Hauptrubriken wie Heizung und Trinkwarmwasser abgebildet und in Ebene 2 wird unter der Rubrik Heizung die Einteilung nach der Erzeugung, Verteilung und Übergabe unterschieden. Innerhalb dieser Ebenen gibt es 5 Prioritätsstufen. Die höchste Prioritätsstufe 1 stellt

unabdingbar erforderliche Informationen dar. Die Rangfolge der sich daran anschließenden Prioritätsstufen 2 bis 5 richtet sich nach dem potentiellen Fehler, der sich bei falscher oder lückenhafter Angabe maximal ergeben kann (z. B. ist der maximale Fehler, der bei Eingabe eines KVG's anstelle eines VVG's auftritt, maximal 3 %, ist also hinsichtlich der Priorität ein relativ unwichtiger Faktor und wurde hier mit der Priorität 3 bewertet. Als Allgemeine Daten ist z.B. das Baujahr des Gebäudes sehr wichtig, da viele Vereinfachungen (u.A. die U-Werte der Bauteile) auf diese Angabe zurückgreifen).

Bereich Ebene 1	Priorität 1. Ebene*	Bereich Ebene 2	Priorität 2. Ebene*	Bereich Ebene 3	Priorität 3. Ebene*	Vereinfachung
Allgemein	2	Baujahr	1			-
		Nutzerprofil	1			-
		Betriebszeiten	3			-
		Betriebszeiten TGA	3			-
		Einteilung der Zonierung	2			-
Gebäudehülle und Fassade	2	U-Werte	1	Außenwand	1	Baujahrabhängig Tabelle 2 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
				Dach	2	Baujahrabhängig Tabelle 2 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
				Boden	2	Baujahrabhängig Tabelle 2 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
				Fenster/Fassade	1	Baujahrabhängig Tabelle 3 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV

10.2 Prioritätenliste, Einfluss von Eingabegrößen auf die Ergebnisse

Bereich Ebene 1	Priorität 1. Ebene*	Bereich Ebene 2	Priorität 2. Ebene*	Bereich Ebene 3	Priorität 3. Ebene*	Vereinfachung
Gebäudehülle und Fassade	2	U-Werte	1	Rahmen	2	Baujahrabhängig Tabelle 3 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
Heizungssystem	1	Erzeugung	1	Kesselart	2	Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
				Aufstellung Kessel	5	-
		Verteilung	1	Lage	3	-
				Rohrlängen	1	-
				Dämmung	2	-
				Rohrnetztyp	3	Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 EnEV 2009 §9 Abs.2
Heizungssystem	1	Verteilung	1	Vorlauf/ Rücklauf-temperatur	2	Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 EnEV 2009 §9 Abs.2
		Übergabe	3	Art der Übergabe	3	-
				Temperaturregelung	3	Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 EnEV 2009 §9 Abs.2
Warmwasser	5	Erzeugung	1	Heizkessel/ elektrisch		-
				Zirkulation		-
				Speicheraufstellung		-
Kältesystem	3	Art der Kältemaschine	1			Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
		Verdampfung direkt/indirekt	2			Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV

Bereich Ebene 1	Priorität 1. Ebene*	Bereich Ebene 2	Priorität 2. Ebene*	Bereich Ebene 3	Priorität 3. Ebene*	Vereinfachung
Kältesystem	3	Art des Rückkühlers	1			-
		Lage der Verteilung	4			-
		Temperaturspreizung	2			-
		Kälteübergabe	3			-
		Regelung	2			-
Raumluftechnische Anlage	1	Art der Ablage	1			
		Wärmerückgewinnung	1			Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
		Art der Konditionierung	1			
		Luftvolumenstrom	1			
		Regelung	1			Tabelle 6 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
		Art der Befeuchtung	3			
		Zulufttemperatur	2			
Beleuchtung	3	Lampenart	1			-
		direkt/indirekt	1			-
		Vorschaltgerät	2	EVG	2	-
				VVG/KVG	3	-
		Steuerung	1			-
Planunterlagen	1	Grundrisse	1			-
		Schnitte	2			-
		Baubeschreibung	5			-
		Raumbuch	2			-
		Schaltschema	1			-
		Revisionspläne	1			-

Bereich Ebene 1	Priorität 1. Ebene*	Bereich Ebene 2	Priorität 2. Ebene*	Bereich Ebene 3	Priorität 3. Ebene*	Vereinfachung
Flächen	3	Außenwand	1			-
		Dach	1			-
		Boden	1			-
		Nettogrundfläche	2			Tabelle 1 gemäß Bekanntmachung vom 30.07.09 §9 Abs.2 EnEV
		Nettovolumen	2			
		Bruttovolumen	3			-

* Erläuterung:

Ebene 1 – 3: Informationsebenen

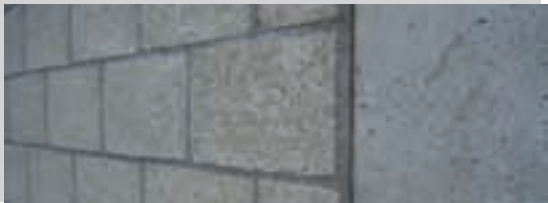
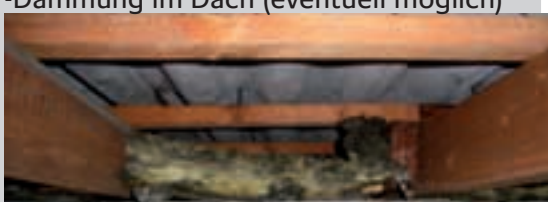
Prioritätenebene 1-5: Gibt an wie wichtig eine Information für die weitere Bearbeitung ist

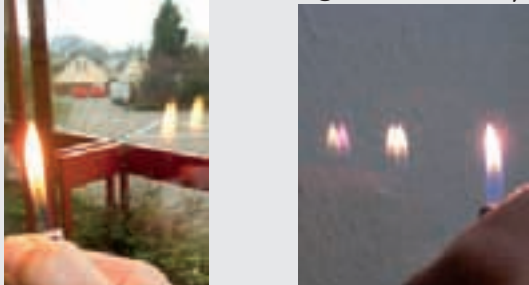
(1 = sehr wichtig, 5 = weniger wichtig)

10.3 Fotodokumentation/Vorort-Test

Die nachfolgende Tabelle zeigt welche Fotos und Tests bei der Ortsbegehung erforderlich bzw. hilfreich sind. In der ersten Spalte der Tabelle ist angegeben, für welchen Bereich die Angaben gelten (z.B. Bereich Heizung oder Beleuchtung). Die beiden anderen Spalten

zeigen, in welchem Raum (Technikzentrale oder Raum/Gebäude) welche Fotos bzw. Tests empfohlen werden. Beispielsweise ist bei der Heizung in der Technikzentrale auf das Typenschild und auf Heizungsschemen zu achten und im Raum auf die Art der Übergabe.

Bereich	Technikzentrale	Raum/Gebäude
Allgemein	–	–
Gebäudehülle und Fassade		Fotodokumentation der -Fassade (innen und außen)  -Außenwand  -Sonnen- und Blendschutz -Rollladenkasten / Einbausituation  -Dämmung im Dach (eventuell möglich)  -Verglasung: Gravierung im Alu-Randverbund 

Bereich	Technikzentrale	Raum/Gebäude
		Test: Alurahmen Oberflächentemperatur testen (z.B. Pyrometer, Handprobe), ob Rahmen thermisch getrennt ist Verglasung: Feuerzeugtest: An der Verglasung entstehen 4 Spiegelungen der Flamme (Materialübergang Glas/Luft). Sind alle Flammen gleichfarbig, so ist keine Beschichtung vorhanden, es handelt sich um eine Isolierverglasung. Ist eine der gespiegelten Flammen andersfarbig oder lichtschwächer, dann liegt eine Beschichtung vor. Über die Lage der Beschichtung kann auf ein Wärmeschutz- oder Sonnenschutzglas geschlossen werden: Liegt die Beschichtung auf Position 3 (Position 1 ist die Außenseite der äußeren Verglasung, Position 2 ist die Innenseite der äußeren Verglasung, Position 3 ist die Außenseite der inneren Verglasung und Position 4 ist die Innenseite der inneren Verglasung), dann handelt es sich um eine Wärmeschutzverglasung. Liegt die Beschichtung auf Position 2, dann handelt es sich um ein Sonnenschutzglas (auch in Kombination mit einer Beschichtung auf Position 3).  Vergleich (links: 2 Scheiben ohne Beschichtung, rechts: 2 Scheiben mit einer Beschichtung) Dichtigkeit: Blatt in den Rahmen einklemmen und herausziehen > Blatt unversehrt und locker = hohe Undichtigkeiten

Bereich	Technikzentrale	Raum/Gebäude		
		Glastyp	U-Wert [W/(m²K)]	Innenoberflächen- temperatur der Scheibe bei -10° C außen und +20° C innen
		Einschei- benglas	5,6	-1,0° C
		2-Scheiben- Isolierglas	2,9 - 3,1	+8,4° C
		3-Scheiben- Isolierglas	2,1	+12,1° C
		2-Scheiben- Wärme- schutz-ver- glasung	1,1 - 1,6	+13,8 - +15,5° C
		3-Scheiben- Wärme- schutz-ver- glasung	0,4 - 0,8	+16,8 - +17,3° C
		Quelle: Hessische Energiesparaktion: 01 Fenster und Türen		

Heizungssystem

-Dämmung der Rohrleitungen



-Typenschild Kessel

Brennwertkessel mit
Kondensatablauf

-Dämmung der Rohrleitungen



-Wärmeübergabe



Regelung



Heizungssystem	Woran erkennt man den Unterschied Brennwert-/ Niedertemperaturkessel? Beim Einsatz eines Brennwertkessels hat der Kamin einen Kondensatablauf und das Kondensat wird in der Regel neutralisiert (s.o. schwarze Box vor dem Kessel). -Typenschild Pumpe -Regelung/Temperatur  -Rohrleitungslängen In der Regel sind die Leitungen zwischen Wärmeerzeuger und Steigleitungen sichtbar im Kellergeschoss unter der Decke verlegt. Hier sollte eine Abmessung (Abschreiten) der Leitungslänge erfolgen. Wichtig sind die Leitungslängen von Vor- und Rücklauf.	Wie groß ist die Regelabweichung bei Thermostatventilen (1 oder 2 K)? Die Angabe bekommt man nur über den Hersteller, da die Regelung werkseitig eingestellt ist. Die Regeldifferenz von 1 K wird meistens bei neueren Gebäuden eingesetzt, 2 K Regelabweichung findet man eher bei alten Heizkörperthermostaten.
Warmwasser	-Warmwasserspeicher/ Typenschild -Zirkulationsleitung -Regelung -Aufstellort	Durchlauferhitzer

Bereich	Technikzentrale	Raum/Gebäude
Kältesystem	-Anlage/Bauweise  -Typenschild mit Angaben des Kältemittels  -Aufstellort  -Typenschild der einzelnen Komponenten -Art der Rückkühlung  -Rohrleitungen vom Rückkühler/ Kältemaschine Test: Wasserrohrleitungen haben i.d.R einen Durchmesser von > 80 mm, Wärmedämmung in einem Blechmantel; Rohrleitungen mit Kältemittel haben einen Durchmesser von 15-25 mm, die Dämmung besteht aus einem weichen Material (z.B. Armaflex)	Kälteübergabe

Bereich	Technikzentrale	Raum/Gebäude
Raumluftech- nische Anlage	-Ungedämmte Kaltwasserleitung (Wasser/Glykol Gemisch)  -Typenschilder der Lüftungsanlage (Hier sind in der Regel Angaben zur Wärmerückgewinnung, Luftmenge und Druckverlust vermerkt) -Übersicht- Lüftungsschemata (Luftmengen, Temperaturen, Regelung) -Typenschild Pumpen	-Lage und Art des Auslasses -Regelung
Beleuchtung		-Lampe/Leuchte  Vorschaltgerät Test für Unterscheidung EVG / VVG(KVG): Geht Licht sofort an => EVG, Einschalten erst nach kurzer Zeit und Licht flackert => VVG/KVG

Herausgeber:
Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung
11030 Berlin

Bezugsquelle:
Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung
Referat Bürgerservice und Besucherdienst
11030 Berlin
E-Mail: buergerinfo@bmvs.bund.de
<http://www.bmvbs.de>
Telefon +49 30 2008 3060
Fax +49 30 2008 1942

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Andrea Vilz
Bundesamt für Bauwesen und
Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31 - 37
53179 Bonn

Verfasser:
Dr.-Ing. Dieter Thiel
Dipl.-Ing. Julia Blume
Schmidt Reuter
Integrale Planung und Beratung GmbH
Graeffstraße 5
50828 Köln

Gestaltung:
lots and more
lottis communication
Kirchstraße 17 a
53840 Troisdorf

Druck:
Rautenberg Media & Print Verlag KG
Kasinostraße 28-30
53840 Troisdorf

Stand:
Dezember 2009