

EG2050: nzeb Hannover – Systemstandards und Qualitätsmanagement für Nearly Zero Energy Gebäude am Beispiel des Förderzentrums auf der Bult, Hannover

Abschlussbericht

21.09.2021



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekttitlel	Nearly Zero Energy School - Systemstandards und Qualitätsmanagement für Nearly Zero Energy Gebäude am Beispiel des Förderzentrums auf der Bult, Hannover
Kurztitel	EG2050: nzeb Hannover
Autoren	Martin Laatsch, M.Sc. E-Mail: martin.laatsch@stw.de Dr.-Ing. Stefan Plesser E-Mail: stefan.plesser@stw.de Dipl.-Ing. Arch. Thomas Wilken Amelie Zech, B.Sc. Jennifer Brandes, B.Sc. Gerda Rabe
Projektleitung	Herr Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Förderkennzeichen	03EGB0003A
Projektlaufzeit	01.09.2017 bis 31.12.2020 (40 Monate)

Hinweis: Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren

Antragsteller



Steinbeis Innovation gGmbH
Willi-Bleicher-Straße 19
70174 Stuttgart

Ausführende Stelle



SIZ energieplus
Dr.-Ing. Stefan Plesser
Martin Laatsch, M.Sc.
Hamburger Straße 277
38114 Braunschweig

Fördergeber



Bundesministerium für Wirtschaft
und Energie
Scharnhorststraße 34-37
10115 Berlin

Projektträger



Projektträger Jülich
Wilhelm-Johnen-Straße
52428 Jülich

Ko-Fördergeber



proKlima – der enercity Fonds
Glockseestraße 33
30169 Hannover

Projektpartner



Region Hannover
Hildesheimer Str. 20
30169 Hannover

Forschungsinitiative



EnEff.Gebäude.2050 - Innovative
Vorhaben für den nahezu klima-
neutralen Gebäudebestand 2050

I. Kurzfassung

Im Projekt „EG2050: nzeb Hannover“ hat das SIZ energieplus gemeinsam mit der Region Hannover Standards für gebäudetechnische Konzepte und Prozesse entwickelt, mit denen „Nearly Zero Energy Buildings“ (nZEB) zuverlässig und wirtschaftlich umgesetzt werden können. Die entwickelten Standards wurden projektbegleitend an der Neubaumaßnahme „Förderzentrum auf der Bult“ erprobt.

In den letzten 30 Jahren wurden bedeutende Fortschritte in der Verringerung des Energieverbrauchs in Gebäuden erreicht. Neben effizienten Baumaterialien und -komponenten für Dämmung und Verglasung wurden von der Hocheffizienzpumpe über die LED-Beleuchtung bis zur Gebäudeautomatisierung zahlreiche anlagentechnische Produkte entwickelt, die gegenüber ihren Vorgängern deutlich weniger Energie verbrauchen. Diese einzelnen Bauteile und Komponenten energieoptimierter Gebäude wurden durch den ebenfalls neuen Prozess der integralen Planung unter anderem durch Einsatz neuer Berechnungsmethoden und Simulationswerkzeuge in ganzheitlichen Gebäudekonzepten zusammengeführt. In Demonstrationsgebäuden konnte gezeigt werden, dass mit diesen neuen Lösungen hocheffiziente Gebäude umgesetzt werden können.

Durch die Entwicklung von Standard-Lösungen konnten in diesem Projekt nun Grundlagen für die erfolgreiche Skalierung hocheffizienter Gebäude entwickelt werden. Mit „Standard“ sind hier nicht die in der Branche üblichen „Energistandards“ wie „KfW-55“ oder „Passivhaus-Standard“ gemeint, die Grenzwerte für den Energiebedarf eines Gebäudes festlegen. Vielmehr werden standardisierte Lösungen für einzelne Baugruppen oder Teilaspekte eines Gebäudes definiert, die in Projekten unmittelbar und ohne individuelle konzeptionelle Planung angewendet werden können. Diese Standards wurden für die Gebäudehülle, für Raumtypen vom Büro bis zum Putzmittelraum und für technische Anlagen zur Heizung und Lüftung entwickelt.

Ergänzend wurden standardisierte Prozesse für das Qualitätsmanagement der Projekte entwickelt, die die Baustandards einsetzen. Diese sollen zum einen helfen, die Standards frühzeitig in Projekte zu integrieren. Hierzu ist ein Rollenverständnis erforderlich, in dem Bauherren - stärker als bisher üblich – klare technische Vorgaben machen, welche Lösungen in Gebäuden umzusetzen sind. Zum anderen stellen die standardisierten Lösungen in effizienter Weise die Anwendung von exakt zugeschnittenen Prüfprozessen sicher.

Für die Anwendung der Standards wurden unterschiedliche Formate mit den verschiedenen Akteuren diskutiert und geeignete Ansätze für die Praxis entwickelt. Diese wurden bereits im

Zuge des Projekts in das Aufgabenheft der Region Hannover übernommen, dass darüber hinaus umfangreiche weitere Vorgaben für öffentliche Bauprojekte definiert.

Die Standards wurden umfangreich hinsichtlich ökologischer und wirtschaftlicher Belange untersucht, um aus den entwickelten Varianten ein Optimum für die flächendeckende Anwendung zu identifizieren. Dieses ökologische und wirtschaftliche Optimum wird als nZEB-Systemstandard deklariert und beinhaltet einen Wärmeschutz nach KfW55, die Nutzung von Fernwärme bzw. eine Wärmepumpenheizung mit Erdwärme und einer vollständigen Belegung der verfügbaren Flächen mit Photovoltaik-Modulen. Ein gezieltes Qualitätsmanagement ermöglicht es schließlich, das hochwertige technische Konzept mit hoher Qualität und dementsprechend geringeren Kosten und verursachten Emissionen in den Betrieb zu überführen.

Ausgehend vom positiven Feedback sämtlicher Stakeholder und dem identifizierten potenziellen Mehrwert, sollen die nZEB-Standards nun vielfach in der Praxis zur Anwendung kommen.

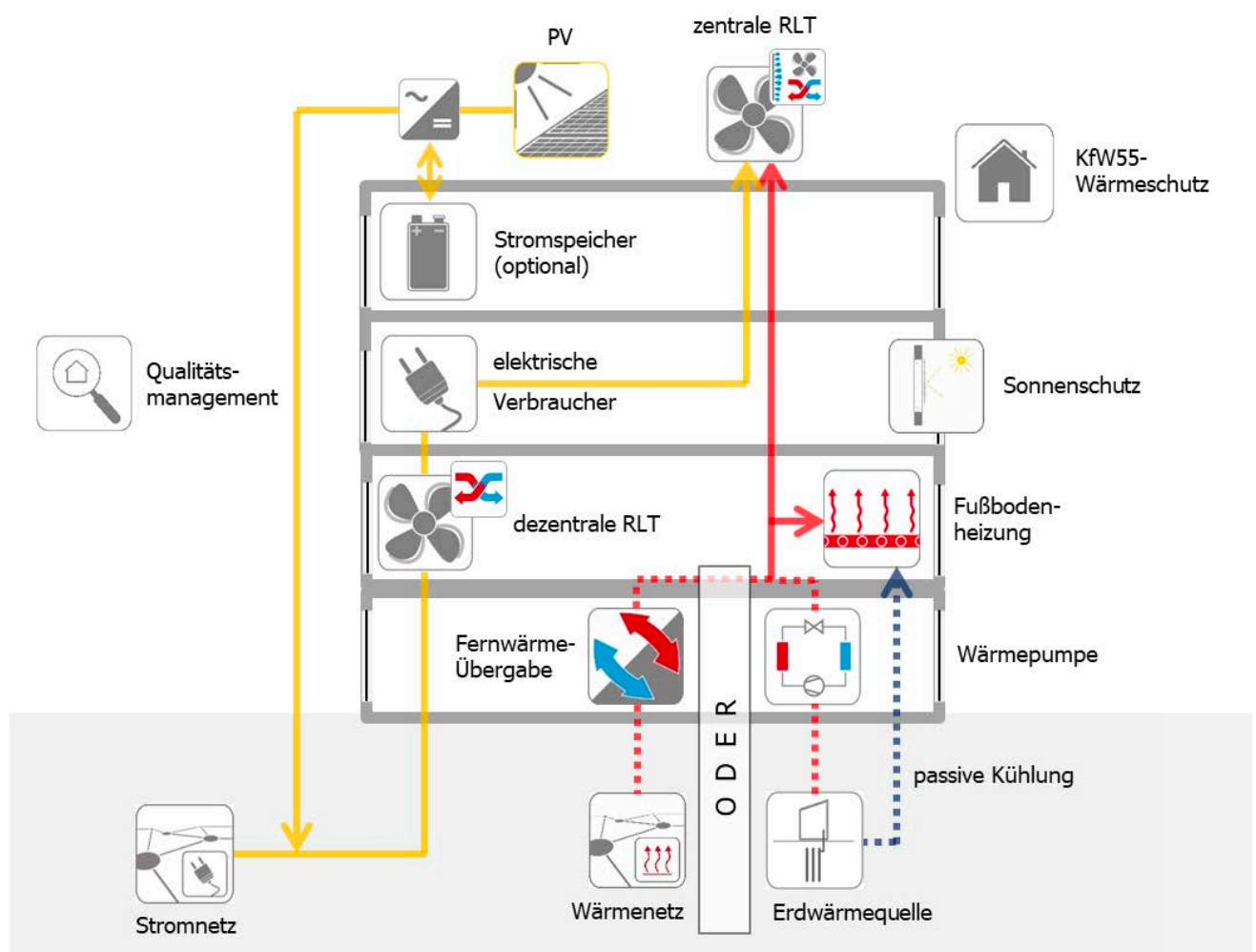


Abbildung 1: nZEB-Systemstandard

I. Inhaltsverzeichnis

I.	Kurzfassung	I
I.	Inhaltsverzeichnis.....	III
II.	Abkürzungsverzeichnis.....	VI
III.	Abbildungsverzeichnis.....	VII
IV.	Tabellenverzeichnis.....	X
1	Einleitung	1
2	Projektziele	3
3	Stand der Wissenschaft und Technik.....	4
3.1	(Energie-)Standards für Gebäudekonzepte	4
3.1.1	GEG: Gesetzliche Mindestanforderungen.....	5
3.1.2	KfW-Effizienzhaus-Standards	6
3.1.3	Nearly Zero Energy Buildings - Niedrigstenergiegebäude	7
3.1.4	Bedarfsausweis und Verbrauchsausweis	8
3.1.5	Prüfung der Energieeffizienz von Gebäuden	9
3.2	Standards für die Gebäudehülle.....	10
3.2.1	Bauteilkatalog nach DIN 4108.....	10
3.2.2	Prüfung der Gebäudehülle: Sichtprüfungen und Blower-Door-Test	11
3.3	Standards für Anlagen	12
3.3.1	Empfehlungen des AMEV.....	13
3.3.2	Lastenheft der Stadt Frankfurt am Main.....	13
3.3.3	Handbuch der Gebäudeautomation der Bundeswehr	13
3.3.4	VDI 4645 - Wärmeversorgungsanlagen mit Wärmepumpen.....	14
3.3.5	Prüfungsmethoden für Lüftungsanlagen: DIN 12599.....	17
3.4	Standards für Räume.....	18
3.4.1	Arbeitsstättenregeln.....	18

3.4.2	DIN V 18599-10	22
3.4.3	VDI 3813	25
3.4.4	DIN EN ISO 52120.....	25
3.5	Übergreifende Standards	26
3.5.1	Technikstandard der Universität Köln.....	26
3.5.2	„Aufgabenheft Hochbau und technische Gewerke“ der Region Hannover	27
3.6	Fazit.....	28
4	Standardisierungskonzept	29
5	Entwicklung von Systemstandards	34
5.1	Anforderungsprofile und Typologien.....	34
5.2	Anforderungen an die Standarddokumente.....	36
5.3	Standardblätter Bau	39
5.3.1	Gebäudeblatt.....	39
5.3.2	Raumblätter	40
5.3.3	Anlagenblätter.....	44
5.4	Prozess zur Anwendung der Standarddokumente	46
6	Evaluation der Systemstandards	48
6.1	Theoretische Evaluation.....	48
6.1.1	Wärmeschutz und Anlagenkonzepte	48
6.1.2	Photovoltaik und Stromspeicher	54
6.1.3	Fazit.....	57
6.2	nZEB als Gebäude-Systemstandard.....	58
6.3	Evaluation durch Stakeholder	60
7	Demonstrationsgebäude für Qualitätsmanagementprozesse	62
8	Weiterentwicklung der energetischen Qualitätsmanagementprozesse.....	70
8.1	Grundlage	70
8.2	Planung.....	71

8.2.1	Photovoltaik-Anlagen und Elektrotechnik	72
8.2.2	Stromspeicher	72
8.2.3	Erdsonden.....	76
8.3	Errichtung	77
8.3.1	Estrich	79
8.3.2	Fenster	80
8.4	Inbetriebnahme	82
8.4.1	Erdsonden.....	82
8.4.2	Sonnenschutz.....	84
8.4.3	Nutzerinformation.....	87
8.5	Technisches Monitoring	90
8.5.1	Energiemonitoring	92
8.5.2	Anlagenmonitoring.....	96
8.6	Handbuch für kommunale Bauherren	98
9	Zusammenfassung und Ausblick	101
10	Quellenverzeichnis.....	103
11	Anhang.....	109
11.1	Standardblätter.....	109
11.2	Qualitätsmanagement-Handbuch.....	109
11.3	Ökologische und ökonomische Parameter für die Evaluation der Standards	109
11.4	Prüfpunkte.....	111
11.4.1	Photovoltaik	111
11.4.2	Elektrotechnik	112
11.4.3	Erdsonden.....	118
11.4.4	Sonnenschutz.....	119
11.5	Publikationen	120

II. Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
Anl.	Anlagenkonzept
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Arbeitsstättenregeln
BGF	Bruttogrundfläche
BMS	Batteriemanagementsystem
FW	Fernwärme
GA	Gebäudeautomation
GK	Gaskessel
GLT	Gebäudeleittechnik
GWP	Global Warming Potential - Treibhauspotenzial
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HT	Hochtemperatur
LWP	Luft-Wasser-Wärmepumpe
MSR	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
NGF	Nettogrundfläche
NT	Niedertemperatur
nZEB	Nearly Zero Energy Building
O&M	Operation and Maintenance – Betrieb und Instandhaltung
PHPP	Passivhaus-Projektierungspaket
RLT-Anlagen	Raumluftechnische Anlagen
SWP	Sole-Wasser-Wärmepumpe
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
THG	Treibhausgas
TMon	Technisches Monitoring
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
WP	Wärmepumpe
WS	Wärmeschutz

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: nZEB-Systemstandard	II
Abbildung 2: Entwicklung von Energiestandards als gesetzliche Mindestanforderung und realer Verbrauchswerte	5
Abbildung 3: Blower-Door-Test, Quelle: energydesign braunschweig GmbH	12
Abbildung 4: Beispielkonzept aus der VDI 4645 [21]	15
Abbildung 5: Anhang E1 Ablaufplan für die Wahl der Betriebsweise zur Heizung, [21, S. 122]	16
Abbildung 6: Luftmengenmessung mit einem Flügelradanemometer und Trichteraufsatz, Quelle: energydesign braunschweig GmbH	17
Abbildung 7: Herausforderung im Status Quo (oben) und Lösungsansatz (unten)	30
Abbildung 8: Gebäudetypologien der Region Hannover	35
Abbildung 9: Gebäudeblatt	40
Abbildung 10: Raumblatt Typ „Unterrichtsraum“	42
Abbildung 11: Raumblatt Typ „Putzmittelraum“	42
Abbildung 12: Raumblatt Typ "Büro komplex"	43
Abbildung 13: Raumblatt Typ „Büro minimal“	43
Abbildung 14: Anlagenblatt Typ "Fernwärme"	45
Abbildung 15: Anhang zum Fernwärme-Standard: Regelschema nach VDI 3814	45
Abbildung 16: Anhang zum Fernwärme-Standard: Funktionsliste nach VDI 3814	46
Abbildung 17: Vergleich der simulierten Endenergiebedarfe	50
Abbildung 18: Vergleich der im Betrieb verursachten THG-Emissionen	51
Abbildung 19: Vergleich der THG-Emissionen im Lebenszyklus	52
Abbildung 20: Vergleich des gebundenen Dämmvolumens je Wärmeschutz-Standard	52
Abbildung 21: Flächenverlust durch Dämmung bei einer BGF von 8.443 m ²	52
Abbildung 22: Vergleich des Kapitalwerts; Zeitraum: 50 Jahre; Kalkulationszins: 2 %	53

Abbildung 23: Vergleich der Kapitalwerte je Wärmeschutz- und Anlagen-Variante.....	54
Abbildung 24: Vergleich der Zusammensetzung des Strombedarfs bei keiner, kleiner und maximaler PV-Belegung.....	55
Abbildung 25: Vergleich des Kapitalwerts für nZEB-Wärmeschutz mit verschiedenen PV-Anlagen je Anlagenkonzept.....	56
Abbildung 26: mittleres GWP und Kapitalwert der Varianten.....	58
Abbildung 27: nZEB-Systemstandard Fernwärme	59
Abbildung 28: nZEB-Systemstandard Wärmepumpe	60
Abbildung 29: Lageplan Neubau Förderzentrum, Ausschnitt von Google Maps	62
Abbildung 30: Darstellung der Fassade in 2017 (links) und 2019 (rechts).....	64
Abbildung 31: Grundriss Erdgeschoss.....	64
Abbildung 32: Grundriss 1. Obergeschoss.....	65
Abbildung 33: Grundriss 2. Obergeschoss.....	66
Abbildung 34: Blick in einen Innenhof in 2017 (links) und 2019 (rechts)	66
Abbildung 35: Energiekonzept-Schema.....	67
Abbildung 36: PV-Anlage.....	68
Abbildung 37: Fußbodenheizung.....	68
Abbildung 38: Auszug aus den Anforderungen an die Qualitätssicherung von proKlima.....	71
Abbildung 39: Beispiel für die Prüfdokumentation einer Baustellenbegehung, Quelle: energydesign braunschweig.....	78
Abbildung 40: Bodenestrich nach der Haftzugprüfung.....	80
Abbildung 41: Kondensation im Scheibenzwischenraum als Indiz für einen vorliegenden Defekt	81
Abbildung 42: Kombierter Schnittstellen- und Ablaufplan für Erdsondenfelder	84
Abbildung 43: Manipulation der Sensoren zur Überprüfung der Sonnenschutz-Funktionen ..	86
Abbildung 44: Unterschiedliche Stellung nach einem zentralen Stellbefehl	86
Abbildung 45: Abweichender oberer Anschlagpunkt.....	87

Abbildung 46: Konzept zur Organisation der Termine zur Nutzerinformation	89
Abbildung 47: Auszüge aus dem Nutzerhandbuch	89
Abbildung 48: Informationsveranstaltung für die zukünftigen Nutzerinnen und Nutzer.....	90
Abbildung 49: Ablaufplan für den Probetrieb	91
Abbildung 50: Sankey-Diagramm aller gemessenen oder berechneten Energiemengen für das Jahr 2020.....	92
Abbildung 51: Deckung des Stromverbrauchs	93
Abbildung 52: Verwendung der PV-Stromerzeugung.....	93
Abbildung 53: Anlagenperformance im Prüfzeitraum.....	96
Abbildung 54: Anlagenschema mit Datenpunkten RLT_Z02_Mensa.....	97
Abbildung 55: Betriebszeiten	97
Abbildung 56: Regelübersicht Betriebszustand Aus.....	98
Abbildung 57: Regelübersicht Betriebszustand Ein.....	98
Abbildung 58: Inhaltsverzeichnis des Handbuchs.....	99
Abbildung 59: Auszüge aus dem Handbuch	100

IV. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen und Förderprogramme für KfW-Effizienzhaus-Standards [9–11]....	7
Tabelle 2: Auszug aus dem Bauteilkatalog [17].....	11
Tabelle 3: Nutzungsprofile der DIN V 18599-10 [24]	22
Tabelle 4: Nutzungsprofil Nr.1 Einzelbüro, Auszug aus DIN V 18599-10 [24]	24
Tabelle 5: Wärmeschutz-Varianten.....	48
Tabelle 6: Anlagen-Varianten gemäß Standardblätter, siehe Anhang 11.1	49
Tabelle 7: Eigenschaften des Stromspeichers.....	57
Tabelle 8: bauphysikalische Kennzahlen nZEB.....	59
Tabelle 9: Liste der Projektbeteiligten	63
Tabelle 10: Planungshinweise für Stromspeicher in Gebäuden.....	73
Tabelle 11: Vergleich von Energiebedarf und Energieverbrauch im Jahr 2020, Bezugsfläche = 6.689 m ²	95
Tabelle 12: Vergleich mit den Anforderungen gemäß Passivhaus-Projektierung für das Betriebsjahr 2020, Bezugsfläche = 5.800 m ²	95
Tabelle 13: CO ₂ -Emissionsfaktoren	109
Tabelle 14: GWP-Faktoren für den Bauteil-Lebenszyklus	109
Tabelle 15: Energiebezugskosten, [46].....	110
Tabelle 16: Kostenfaktoren Anlagentechnik	110
Tabelle 17: Kostenfaktoren Wärmeschutz.....	110
Tabelle 18: weitere Parameter.....	111

1 Einleitung

Für das Erreichen der klimapolitischen Ziele in Deutschland bis 2050 ist die flächendeckende Umsetzung nahezu klimaneutraler Gebäudestandards notwendig. Die notwendigen technischen Bauprodukte und Anlagen sowie die konzeptionellen Lösungen der integralen Planung liegen weitgehend vor, ihre Leistungsfähigkeit wurde in Demonstrationsprojekten erfolgreich gezeigt. Darüber hinaus werden Energieversorgungskonzepte in Zukunft zusätzlich zu den Energieerzeugungsanlagen und -verbrauchern verschiedene Speicherkomponenten beinhalten und funktionell eng mit den Versorgungsnetzen verknüpft sein. Zur Steigerung der Energieeffizienz werden die Anlagen auf Anforderungen der Nutzung, Energiebedarfe und Speicherladezustände sowie Umweltbedingungen und -bedingungen reagieren müssen.

Als nächster Entwicklungsschritt steht nun die breite Anwendung in der Praxis an. Nur durch die Anwendung als klimaneutrale Standards können die Lösungen zu der erforderlichen Senkung der CO₂-Emissionen des Gebäudebestands beitragen.

In der praktischen Anwendung zeigt sich jedoch auch, dass die Komplexität und Sensitivität dieser energieoptimierten Gebäude zunimmt und sie anfällig für Qualitätsdefizite in Planung, Errichtung und Betrieb sind. Um die vorhandenen Lösungen erfolgreich zu skalieren, müssen nun nach den Einzelprojekten Konzepte für die „Serienproduktion“ entwickelt werden. Dabei ist sicherzustellen, dass die Potentiale in Bezug auf Energieverbrauch und Emissionen auch bei hoher Stückzahl und bei Erhaltung der funktionalen Qualitäten genutzt werden.

Mit dem Demonstrationsprojekt „Förderzentrum auf der Bult“ hat die Region Hannover im Vorgriff auf die Vorgaben aus der EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden die Pilotumsetzung des Schulkomplexes im Nearly Zero Energy Standard umgesetzt. Die Zielsetzung der Region lag dabei nicht in erster Linie in der Umsetzung eines weiteren Leuchtturmprojektes. Ziel war vielmehr die Entwicklung multiplikationsfähiger energieoptimierter Gebäude- und Prozesskonzepte, um einen nachhaltigen und wirtschaftlichen Standard in der Breite des Gebäudebestands umsetzen zu können.

Die Voraussetzungen für die Multiplikation sind bei der Region Hannover im Besonderen vorhanden, da sie seit langem Vorreiter im Bereich des energieoptimierten Bauens ist. Die Region Hannover hat seit der frühen Festlegung im Jahr 2005, dass Neubauten grundsätzlich im Passivhausstandard zu errichten sind, umfangreiche Erfahrungen im energieoptimierten Bauen gesammelt und entsprechende Strukturen aufgebaut. Die Kombination aus energieoptimiertem Bauen und skalierbaren Prozessen wurde bereits 2007 in dem Demonstrationsprojekt

„Neues Regionshaus Hannover“ mit Förderung des Bundeswirtschaftsministeriums untersucht (FKZ: BMWi 0335007X) [1]. Auch durch die Förderprogramme von *proKlima - der energycity Fonds*, einem regionalen Fond zur Förderung des energieoptimierten Bauens, hat sich bereits ein ausgeprägtes Bewusstsein und hohe Kompetenz im Bereich des energieoptimierten Bauens ausgebildet.

In diesem Projekt wurden zuverlässig und wirtschaftlich skalierbare Systemstandards und ein darauf abgestimmtes energetisches Qualitätsmanagement für die Einführung von Nearly Zero Energy Buildings als Gebäudestandard der Region Hannover entwickelt und am Beispiel des Förderzentrums auf der Bult demonstriert. Das Projekt umfasst für das Demonstrationsgebäude die Projektphasen Ausführungsplanung bis Übergabe und die erste Nutzungszeit.

Die letzten Arbeitsschritte dieses Projekts fielen zusammen mit dem Green Deal der Europäischen Union und den ersten Entwürfen für die EU-Taxonomie [2]. Die Politik setzt damit den Rahmen für den umfassenden nachhaltigen Umbau des Europäischen Gebäudebestands. Die Ergebnisse dieses Projekts können ein Baustein für die praktische Umsetzung insbesondere im öffentlichen Bauen sein. Das SIZ energieplus hat dazu mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und dem proKlima Fonds im Februar 2021 ein Folgeprojekt zur Entwicklung eines Anwendungswerkzeugs für öffentliche Bauverwaltungen gestartet (DBU-Aktenzeichen: 37104/01-25).

2 Projektziele

Ziel dieses Projekts war die Entwicklung robuster Systemstandards und ein darauf abgestimmtes energetisches Qualitätsmanagement für die Einführung von Nearly Zero Energy Buildings als Gebäudestandard der Region Hannover. Für die Standards sollten weitgehend entwickelte und erprobte Technologien in den Bereichen Gebäudehülle, Anlagentechnik und Automation in Kombination mit innovativen Technologien im Bereich Photovoltaik und Batteriespeicherung mit entsprechenden Automations- und Managementkonzepten (Speichermanagement) betrachtet werden. Diese technischen Lösungen sollten im Kontext von nicht-technologischen Innovationen im Bereich organisatorischer Konzepte und der Multiplikation durch die Entwicklung eines Qualitätsmanagements für öffentliche Bauverwaltungen ergänzt werden. Demonstriert wurde die Anwendung der Standards am Beispiel des Neubaus des Förderzentrums auf der Bult in Hannover.

Die technische Zielsetzung für den Gebäudestandard war das EnOB-Leitbild „Gebäude der Zukunft“, bei dem energieoptimierte, nachhaltige, funktionale und behagliche Gebäude mit einer ausgeglichenen Primärenergiebilanz, vertretbaren Investitionskosten und niedrigen Betriebskosten angestrebt werden. Dazu sollten in der Planungsphase technische und wirtschaftliche Varianten untersucht und bewertet werden. Durch die strukturierten Prozesse wurde eine gute Skalierbarkeit gesichert.

Die Ergebnisse sollten entsprechend ein hohes Multiplikationspotenzial ausweisen. Mit der Einbindung in die Förderaktivitäten des proKlima-Fonds Hannover wurde eine schnelle Umsetzung in die Praxis mit Signalwirkung an Planer und Betreiber über die Region Hannover hinaus angestrebt.

Die Zielsetzungen konnten im Projekt erreicht werden. Dabei entstanden in der engen Zusammenarbeit mit der Region Hannover und dem Projektteam des Bauvorhabens „Förderzentrum auf der Bult“ Standardlösungen für die Gebäudehülle, technische Anlagen und Räume. Für die praktische Anwendung wurden Formate erprobt und in einem Handbuch als Präsentationsunterlagen für die Projektleitung zusammengestellt. Umfassende technische Standards wurden im Aufgabenheft der Region Hannover und dokumentiert. Damit haben die Ergebnisse des Projekts bereits Eingang in die Baupraxis gefunden. Schon während des Projektes wurden die Ergebnisse nachgefragt, so dass diese nun mit geeigneten Werkzeugen unmittelbar in die angestrebte breite Anwendung gebracht werden sollen.

3 Stand der Wissenschaft und Technik

Die Idee der Standardisierung im Bauwesen ist nicht neu, sondern – je nach Definition – ein Grundmuster der Baukultur: Bauweisen wurden über Jahrhunderte von Generation zu Generation weitergegeben und nach und nach durch gesellschaftliche Strukturen wie Handwerks-gilden oder aufkommende Industrieverbände und das Normenwesen in vielen Aspekten vereinheitlicht. Die Ziele waren vielfältig: Der Erhalt der Fähigkeit, Konstruktionen zu errichten, ebenso wie ihre Sicherheit, ihre Kosten und nicht zuletzt ihre Ästhetik [3].

Für dieses Projekt sind zwei Definitionen von Standards zu unterscheiden: zum einen die gerade im Bauen häufig verwendeten „Energistandards“. Dazu gehören zum Beispiel der „Passivhaus-Standard“ oder die Förderstufen der KfW. Sie stellen eine Klassifizierung für die Energieeffizienz von Gebäuden auf Basis einer definierten Energiebedarfsberechnung dar.

Die andere „Standardisierung“ bezeichnet die oben bereits angesprochene Vereinheitlichung bestimmter Aspekte des Bauens mit dem Ziel einer ein- oder mehrdimensionalen Verbesserung des Bauens: Rohrleitungen haben standardisierte Nennweiten, Geräte funktionieren mit definierten Spannungen und Frequenzen der Stromversorgung, Klinker haben ebenso Standardmaße wie Waschmaschinen. Neben der Sicherheit der Gebäude wird „die Normung zur Rationalisierung des Produkts“ [3, S. 14].

Dieses Projekt nutzt beide Begriffe der Standardisierung: Zum einen die Klassifizierung der Energieeffizienz, zum anderen die Vereinheitlichung. Für beide gibt es zahlreiche Vorbilder.

3.1 (Energie-)Standards für Gebäudekonzepte

Seit der Einführung der Wärmeschutzverordnung wurden die gesetzlichen Vorgaben für die Energieeffizienz von Gebäuden sukzessive verschärft. Dazu entstanden schnell sogenannte „Energistandards“, die bestimmte Niveaus von Energieeffizienz anhand von Berechnungsmodellen und Kennwerten, z.B. den flächenbezogenen Jahresprimärenergiebedarf, oder einzelner Kennwerte für Bauteile wie Mindestanforderungen an den U-Wert von Bauteilen oder die Luftdichtheit der Gebäudehülle definierten. Die entsprechenden Modellierungen wurden nach und nach verfeinert und komplexer, um die Realität des Bauens präziser abbilden zu können und einzelne Aspekte wie Tageslichtquotienten oder spezifische Ventilatorleistungen individuell bestimmen zu können. Die DIN V 18599 [4], die heute die Modellierung für den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes GEG (siehe Kapitel 3.1.1) defi-

niert, umfasst über 1.000 Seiten in 11 Teilen. Neben den gesetzlich verordneten Mindeststandards haben sich darüber hinaus weitere Standards herausgebildet, die in der Regel über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgingen, siehe Abbildung 2.

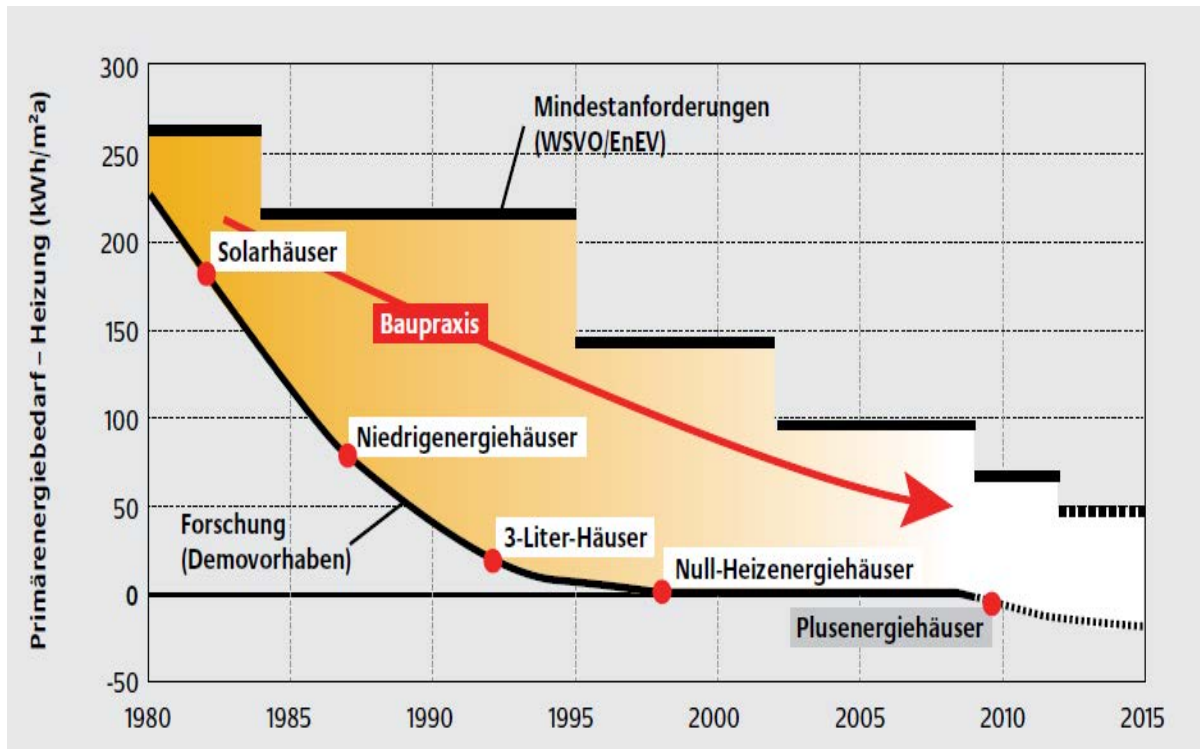


Abbildung 2: Entwicklung von Energiestandards als gesetzliche Mindestanforderung und realer Verbrauchswerte¹

Im Folgenden werden einige Beispiele für Energiestandards und ihre Anwendung vorgestellt.

3.1.1 GEG: Gesetzliche Mindestanforderungen

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) [5] definiert Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden und ersetzt seit dem 1. November 2020 die Energieeinsparverordnung (EnEV) [6], das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) [7] und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EE-WärmeG) [8]. Die Zusammenführung der Regelwerke soll ihre Anwendung und Durchführung vereinfachen, zudem wurden sie in diesem Zuge vollständig aufeinander abgestimmt. Das GEG folgt demselben Ansatz der EU-Gebäuderichtlinien, indem es Energieeffizienz sowie erneuer-

¹ Fraunhofer IBP, in 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung, 2011

bare Energien im Anforderungssystem integriert. Außerdem deckt es sich mit den Anforderungen an Niedrigstenergiegebäude der EU-Gebäuderichtlinien. Grundsätzlich ist ein niedriger Primärenergiebedarf von Gebäuden anzustreben, der durch einen hohen Wärmeschutz (entsprechende Dämmung, Fenster, Vermeidung von Wärmebrücken) und den Energiebezug aus erneuerbaren Energien erreicht werden kann. [5]

3.1.2 KfW-Effizienzhaus-Standards

Die KfW-Effizienzhaus-Standards dienen der Zuweisung von Fördermitteln für energiesparende Gebäude. Sie bestimmen den zulässigen Primärenergiebedarf und den Transmissionswärmeverlust von Gebäuden. Auf Basis der Grenzwerte in der EnEV wurden die sechs Effizienzhaus-Standards durch die KfW definiert. Das KfW-Effizienzhaus 100, das genau den Anforderungen der EnEV genügt, stellt die Referenz dar. So darf ein Gebäude, das dem KfW 70 entsprechen soll, nur einen Energiebedarf von 70% KfW-100-Standards aufweisen: Es ist 30% effizienter als die EnEV fordert. Je besser der Primärenergiebedarf und Transmissionswärmeverlust eines Gebäudes ausfällt, desto besser der Standard. Die KfW richtet daran unter anderem die Höhe der Förderung entsprechender Baumaßnahmen aus. Gefördert werden aktuell die Standards KfW 40, KfW 55 und KfW 40 Plus. Seit April 2016 wird der KfW-Standard 70 für Neubauten nicht mehr staatlich gefördert.

In der untenstehenden Tabelle 1 sind die Grenzen für Primärenergiebedarf und Transmissionswärmeverlust für die KfW-Effizienzenergiehaus-Standards 70, 55 und 40 aufgelistet sowie die möglichen Förderungen für den Bau, Kauf oder die Sanierung zum jeweiligen Standard.

Um den Standard des Effizienzhaus KfW 55 zu erhalten, wird eine sehr effektive Wärmedämmung der Gebäudehülle und Dreifachverglasungen der Fenster benötigt. Zudem ist auch das Heizen mit Holzpellet oder Biomasse und eine thermische Solaranlage (Heizungsunterstützung, Warmwassergewinnung) gefordert.

Tabelle 1: Anforderungen und Förderprogramme für KfW-Effizienzhaus-Standards [9–11]

KfW-Effizienzhaus-Standard	Anforderungen [10, 11]		Förderprogramme [9]
	Primärenergiebedarf	Transmissionswärmeverlust	
KfW 70	≤ 70%	≤ 85%	KfW 151: Energieeffizient Sanieren KfW 124: Wohneigentumsprogramm KfW 430: Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss
KfW 55	≤ 55%	≤ 70%	KfW 153: Energieeffizient Bauen (inklusive Passivhaus) KfW 151: Energieeffizient Sanieren KfW 124: Wohneigentumsprogramm
KfW 40	≤ 40%	≤ 55%	KfW 153: Energieeffizient Bauen (inklusive Passivhaus) KfW 124: Wohneigentumsprogramm

Das Effizienzhaus KfW 40 bedarf neben einer sehr guten Dämmung der opaken und transparenten Fassadenelemente auch einer vergleichsweise besseren Dach- und Bodenplattendämmung, um den niedrigen Primärenergiebedarf zu erreichen. Außerdem muss das Gebäude besonders luftdicht ausgeführt sein und seine Energie aus erneuerbaren Quellen beziehen. Die Kredite werden nur für Neubauten vergeben und sind auf 120.000 € je Wohneinheit limitiert mit einem Zuschuss von bis zu 20 % für die Tilgung. [9]

3.1.3 Nearly Zero Energy Buildings - Niedrigstenergiegebäude

Als zum damaligen Zeitpunkt finale Zielsetzung der Entwicklung immer effizienterer Gebäude hat die Europäische Kommission 2010 mit der „Richtlinie (...) über die Gesamtenergieeffizienz

von Gebäuden^{II} (EPBD) [12 - Artikel 9 (1)] beschlossen, dass ab Ende 2020 alle Neubauten und bereits ab 2018 alle öffentlichen Gebäude in der Europäischen Union „Niedrigstenergiegebäude“ („Nearly Zero Energy Buildings“) sein sollten. Der verbleibende Energieverbrauch soll überwiegend durch regenerative Energien gedeckt werden. Zentraler Kennwert sollte Primärenergieverbrauch in kWh_{PE}/(m²a) sein. Sowohl die exakte Definition von „Niedrigst“ als auch die praktische Einführung wurde als Aufgabe den Ländern der EU übertragen.

In den folgenden Jahren wurden in den verschiedenen Ländern unterschiedliche Definitionen und Zielkennwerte festgelegt, nach einem Bericht der ECOFYS in einem weiten Bereich zwischen 0 und 270 kWh_{PE}/(m²a), wobei hohe Werte für einzelne energieintensive Klassen von Nichtwohngebäuden wie Krankenhäuser gelten [13, S. 4]. Für Deutschland liegt bis heute keine verbindliche Definition eines „Niedrigstenergiegebäudes“ vor.

Neben dem Ziel der Energieeffizienz erwähnt die EPBD auch das Ziel der Wirtschaftlichkeit der bautechnischen Lösungen für Niedrigstenergiegebäude. Eines der wesentlichen Ziele dieses Projekts war es deshalb, sicherzustellen, dass mit den standardisierten Lösungen immer sowohl die Ziele der Energieeffizienz als auch der Wirtschaftlichkeit erreicht werden können. Dabei wurde auch die Zielmarke für den Primärenergieverbrauch des Niedrigstenergiestandards selbst untersucht.

3.1.4 Bedarfsausweis und Verbrauchsausweis

Gebäudeeigentümer sind bei Neuvermietung oder Verkauf zur Erstellung eines Energieausweises verpflichtet, dieser ist 10 Jahre lang gültig. Ein Verbrauchsausweis genügt, wenn das Gebäude aus mindestens fünf Wohneinheiten besteht, ein Bauantrag nach dem 1.11.1977 ausgestellt wurde und das Gebäude nach der Wärmeschutzverordnung von 1977 errichtet bzw. nachgerüstet wurde. Bis Mai 2021 galt noch eine Übergangsfrist für die gesetzliche Grundlage nach EnEV, alle Energieausweise, die später ausgestellt werden unterliegen dem GEG. [14]

Ein Verbrauchsausweis ist weniger aussagekräftig, denn er weist nur die tatsächlich verbrauchte Energiemenge durch Heizung und Warmwasser aus, die stark vom Heizverhalten der Bewohner abhängt. Handelt es sich um ein Nichtwohngebäude sind noch Bedarfe für Beleuchtung, Lüftung und Kühlung aufgeführt. [15]

^{II} RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Artikel 9 (1)

Der Bedarfsausweis enthält dagegen den berechneten, theoretischen Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes und eignet sich damit besser für den Vergleich verschiedener Gebäude. In der Berechnung wird die Gebäudeform, -dämmung, die eingebauten Fenster und Heizungsanlage berücksichtigt und kann deshalb Hinweise auf sinnvolle Sanierungsmaßnahmen geben. Die Erstellung eines Bedarfsausweis ist komplexer und dementsprechend kostenintensiver. Während ein Verbrauchsausweis für ein Wohngebäude zwischen 25 und 100 € kostet, beläuft sich der Preis eines Bedarfsausweises auf ca. 500 €. [15]

3.1.5 Prüfung der Energieeffizienz von Gebäuden

Das Technische Monitoring (TMon) ist als Qualitätsmanagement und Prüfprozess seit 2017 in Deutschland etabliert. Die wichtigsten Richtlinien sind die AMEV Empfehlung 158 „Technisches Monitoring 2020“ und VDI 6041 „Technisches Monitoring“.

Der Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) ist ein Gremium aus Fachleuten für technische Gebäudeausrüstung. Der Arbeitskreis dient dem Erfahrungsaustausch und der Erarbeitung gemeinsamer Empfehlungen für das öffentliche Bauwesen. Die Liegenschafts- und Hochbauverwaltungen des Bundes, der Länder und der kommunalen Selbstverwaltungskörperschaften sollen unter anderem auf diesem Wege bei der Planung und Durchführung ihrer Bauaufgaben sowie bei der Betriebsführung der technischen Gebäudeausrüstung unterstützt werden.

Die AMEV-Empfehlung Nr. 158 [16] definiert die Ziele und Aufgaben des Technischen Monitorings und formuliert ein konkretes, unmittelbar praktisch anwendbares Leistungsbild. Die Leistungen werden in zwei Kategorien eingeteilt:

- die Grundleistungen, die ein TMon immer enthalten soll und
- die zusätzlichen Leistungen, die das TMon in Richtung eines Inbetriebnahmemanagements erweitern.

Mit der AMEV 158 liegt ein konkretes, in der Praxis eingeführtes und angewendetes Leistungsbild für die neue Dienstleistung des Technischen Monitorings vor. Im Gegensatz dazu beschreibt die VDI-Richtlinie 6041 explizit kein Leistungsbild, sondern allgemein Grundlagen und Methoden zum Technischen Monitoring. Im Vergleich dieser beiden Richtlinien wird deutlich, wie wichtig es ist, den Anwendungskontext bei der Standardisierung zu beachten.

3.2 Standards für die Gebäudehülle

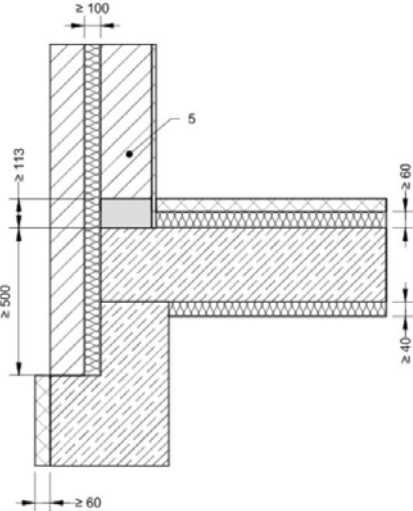
Für die energetische Ausführung der Gebäudehülle gibt es bereits etablierte Verfahren sowohl für die Planung als auch für die Qualitätssicherung: z.B. den Bauteilkatalog nach DIN 4108 und den Blower-Door-Test.

3.2.1 Bauteilkatalog nach DIN 4108

Die Gebäudehülle ist eines der wichtigsten Elemente zur Erreichung eines nZEB-Standards in Gebäuden. Im Laufe der Verschärfung der Anforderungen insbesondere an Wärmedämmstandards und Luftdichtheit wurden die Wandaufbauten komplexer, mehrschichtig und vor allem in Bezug auf die Vermeidung von Wärmebrücken anspruchsvoll.

Als Arbeitshilfe für die Planung und Ausführung sowie die entsprechende energetische Bewertung definiert DIN 4108 Beiblatt 2 [17] einen Katalog von fast 400 Konstruktionsempfehlungen für die Ausbildung von Anschlüssen an Fußpunkten, Fenstern, Traufpunkten etc. Dargestellt sind die Bauteilschichten, Materialien und Materialstärken sowie eine Kategorisierung nach energetischen Niveaus und energetische Referenzwerte für die Berücksichtigung der jeweiligen Wärmebrücke in der Energiebedarfsberechnung. Werden bei einem Bauvorhaben die Details nach Bauteilkatalog ausgeführt, kann hierzu ein reduzierter Wärmebrückenzuschlag in der Berechnung angesetzt werden. Auch für den Nachweis der Übereinstimmung mit dem Bauteilkatalog ist ein Verfahren definiert. Dieser Standardisierungsansatz zielt darauf ab, erprobte Konstruktionen schnell, robust, nachweisbar und mit reduziertem Planungsaufwand in Bauprojekte zu übertragen.

Tabelle 2: Auszug aus dem Bauteilkatalog [17]

Ausführungsart	Darstellung Maße in Millimeter	Referenzwert ψ_{ref} W/(m·K)	Kategorie	Randbedingung
Bodenplatte auf Erdreich				
<p>Bodenplatte auf Erdreich Streifenfundament</p> <p>Zweischalige Außenwand mit Verblendschale</p> <p>Bodenplatte innen- und außenge-dämmt</p>		≤ 0,33	B	Tabelle 108, Zeile 2

3.2.2 Prüfung der Gebäudehülle: Sichtprüfungen und Blower-Door-Test

Seit den 90er Jahren ist die Luftdichtheit von Gebäuden eine wichtige Größe in der Planung und Gewährleistung der energetischen Qualität von Gebäuden. Ziel ist in erster Linie die Vermeidung von unkontrolliert entweichender warmer Raumluft nach draußen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Umsetzung luftdichter Wandaufbauten und entsprechender Anschlüsse, z.B. von Folien an Fenster.

Für die Prüfung der Luftdichtheit werden mehrere Prüfmethode definiert. Zum einen kann die korrekte Ausführung der Bauteilaufbauten und ihrer Anschlüsse durch Sichtprüfungen fest-

gestellt werden. Darüber hinaus können im Zuge von sogenannten Blower-Doors-Tests, definiert in der DIN EN ISO 9972 2018-12 [18], einen Über- oder Unterdruck im Gebäude erzeugt werden. Dabei können mit Rauchversuchen Leckagen in der Gebäudehülle durch lokale Sichtprüfungen identifiziert werden. Außerdem kann dabei für das Gesamtgebäude oder geeignete Abschnitte bei Erzeugung eines definierten Drucks (n_{50} -Wert) ein Kennwert für die Luftdichtheit der gesamten Gebäudehülle bestimmt werden. Dieser muss den zulässigen Kennwert der Energiebedarfsberechnung unterschreiten. Die Prüfmethode des Blower-Door-Tests ist eine breit eingeführte Testmethode. Es gibt spezielle Produkte für die Durchführung, zahlreiche Dienstleister und Ausbildungsangebote.



Abbildung 3: Blower-Door-Test, Quelle: energydesign braunschweig GmbH

3.3 Standards für Anlagen

Die Anlagentechnik in Gebäuden ist Gegenstand einer Vielzahl von Ansätzen zur Standardisierung. Sie werden überwiegend von institutionellen Bauherren beziehungsweise entsprechenden Verbänden entwickelt und zeigen zum einen deren Bedarf nach Vorgaben für Bauprojekte, gleichzeitig aber auch deren Vielfältigkeit. Die Vorgaben sind unterschiedlich in Bezug auf ihre Detailtiefe und ihre konkreten Vorgaben für technische Lösungen. Prozesse des Qualitätsmanagements sind nur in Ausnahmen Teil der Vorgaben. Es gibt zahlreiche Unterlagen, die technische Standards definieren. Im Folgenden werden einzelne als Beispiele vorgestellt.

3.3.1 Empfehlungen des AMEV

Der AMEV entwickelt und publiziert Empfehlungen unter anderem zu Themen wie Telekommunikationsanlagen, Wartung und Instandsetzung, Sanitäreanlagen, Gasanlagen, Heizanlagenbau. Die AMEV-Empfehlungen beziehen sich auf das Planen und Bauen, die Betriebsführung und die Organisation und Verwaltung. Ihre Anlagenkonzepte und Richtlinien bringen ebenfalls die Standardisierung voran.

Da die Anforderungen an Gebäude hinsichtlich der Energieeffizienz, dem Gesundheitsschutz und der Nutzungsflexibilität ständig wachsen, aktualisiert der AMEV diese Empfehlungen regelmäßig und schafft so eine Zusammenfassung des neuesten Stands der Technik. Dadurch werden zum Beispiel für die Gebäudeautomations-Systeme standardisierte Kommunikationsschnittstellen gestaltet, die den Datenaustausch und die Integration unterschiedlicher Produkte in das System auf einfache Weise erleichtern.

3.3.2 Lastenheft der Stadt Frankfurt am Main

Auch die Stadt Frankfurt hat ein Lastenheft [19] veröffentlicht, das Ausführungsstandards für die Gebäudeautomation definiert. Dabei werden Gebäudekategorien je nach Komplexität, Service und übergeordneten Funktionen, zum Beispiel technischem Standard, gebildet. Weiterhin werden Anlagenbilder mit Automatisierungsschemata vorgegeben, wodurch mehr als nur spezielle Ziele definiert werden, sondern auch, wie sie umzusetzen sind. Diese Zeichnungen enthalten den grundlegenden Aufbau einer Anlage (z.B. eine RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung), der je nach Projekt leicht erweitert werden kann. Zusätzlich enthält das Lastenheft Zustandsgraphen, eine grafische Darstellung der Betriebszustände einer Anlage, die die Leistungen, und Steuerungsfunktionen beschreiben. Zuletzt wird auch das zugehörige Messkonzept mit den Anforderungen an den Online-Datenlogger definiert. Es lässt sich erkennen, dass auch die Stadt Frankfurt an einer geregelten und klaren Kommunikation zwischen sich als Bauherr und dem Planer arbeitet. Mit dem erstellten Lastenheft werden die Erwartungen eindeutig formuliert und bieten dem Planer und den ausführenden Parteien eine Grundlage bei der nur noch projektspezifische Anforderungen ergänzt werden müssen.

3.3.3 Handbuch der Gebäudeautomation der Bundeswehr

Das Handbuch der Gebäudeautomation [20] der Bundeswehr hat das Ziel, die Notwendigkeit der Automation und zudem die grundlegenden Informationen dieses Gewerkes zu erläutern. Damit sollen die Planung und Ausführung unterstützt werden, bis ein Standard für alle Neu-

bauten erreicht wird. Eine Erklärung der Funktionsweise der Gebäudeautomation, seiner Komponenten, Aufgaben und Ziele sorgen für ein einheitliches Verständnis mit Anhaltspunkten für die Ausführung. Auch in dieser Zusammenfassung werden die wichtigsten Punkte des Prozesses aufgeführt, ohne konkrete Ausführungsbeispiele zu zeigen.

3.3.4 VDI 4645 - Wärmeversorgungsanlagen mit Wärmepumpen

In ähnlicher Weise wie die DIN 4108 definiert VDI Richtlinie 4645 [21] einen Katalog für den Aufbau von Wärmeversorgungsanlagen mit Wärmepumpen. Sie gibt neben umfangreichem Hintergrundwissen Hinweise zur Planung und Errichtung von Wärmepumpenanlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern unter anderem zur hydraulischen Schaltung, Dimensionierung, Dokumentation und Inbetriebnahme.

In Anhang F der VDI 4645 werden zwölf erprobte hydraulische Grundsaltungen für Wärmepumpenanlagen definiert, siehe Abbildung 4. Die Richtlinie empfiehlt auf diese Anlagenkonfigurationen zurückzugreifen. Die Anlagen sind jeweils einschließlich Funktionsbeschreibung sowie Planungs- und Installationshinweisen übersichtlich auf einem A4-Blatt dargestellt. Die Darstellung ähnelt einer Vorentwurfsplanung, wobei einzelne sicherheits- und regelungstechnische Anlagenteile zur besseren Anwendbarkeit der Standards nicht dargestellt wurden.

Schaltung Nr.		Bezeichnung									
1.2		Wärmepumpe ohne Pufferspeicher, ein Heizkreis, Trinkwarmwasserspeicher mit elektrischer Zusatzheizung, Speicherladung über getrennte Ladepumpen									
Wärmequelle		Heizsystem		Kühlbetrieb		Betriebsweise		Pufferspeicher		Warmwasser	
L	X	HKU	X	O	X	M	X	O	X	O	
S	X	HKM		P		BM	X	PP		TI	X
W	X	HKU/M		A		BG		RV		TE	
		HKST				BF		RR		KS	
								KS		FW	

Funktionsbeschreibung

- Die Wärmepumpe belädt einen ungemischten Heizkreis direkt auf ein witterungsgeführtes Temperaturniveau zur Raumheizung. Als Regelgröße dient in der Regel die Rücklauftemperatur.
- Da kein Pufferspeicher zur hydraulischen Entkopplung von Wärmepumpen- und Heizkreis installiert ist, sichert ein Überströmventil den erforderlichen Mindestvolumenstrom für die Wärmepumpe. Der den Herstellerangaben zu entnehmende Mindestvolumenstrom ist in jedem Betriebszustand einzuhalten.
- In der Anwendung mit Luft-Wasser-Wärmepumpen wird dem Heizkreis die notwendige Energie für den Abtaubetrieb entzogen. Diese Schaltung eignet sich daher ausschließlich für Flächenheizsysteme mit ausreichend Speichermasse. Die Nutzung einer elektrischen Zusatzheizung kann für den Abtaubetrieb notwendig sein. Herstellerspezifische Vorgaben sind zu beachten.
- Im Vorrang zur Raumheizung erfolgt die Trinkwassererwärmung über eine separate Zirkulationspumpe, in diesem Fall auf einen Speicherbehälter mit innen liegendem Wärmeübertrager.
- Diese Schaltung eignet sich daher nur für Systeme mit ausreichender Speichermasse.
- Eventuelle Zusatzheizer können in der Wärmepumpe selbst, im Vorlauf oder im Speicher montiert sein (hier im Trinkwasserspeicher).

Planungs- und Installationshinweise

- Das Überströmventil sorgfältig dimensionieren und einstellen sowie möglichst weit entfernt von der Wärmepumpe installieren.
- Alle Komponenten unter Berücksichtigung des Mindestvolumenstroms der Wärmepumpe dimensionieren.
- Für die Einstellung der Lade-/Heizkreispumpe Nr. 14 wird auf Abschnitt 9.11.5.2 verwiesen.
- Auf ausreichend große Wärmeübertragungsfläche im Trinkwasserspeicher achten (mindestens 0,25 m²/kW).
- TAB der Energieversorger beachten.
- Sicherheitstechnische Einrichtungen sind anlagenspezifisch gemäß den technischen Richtlinien zu verwenden.
- Die Wasserqualität für Füll- und Ergänzungswasser ist gemäß VDI 2035 Blatt 1 und Blatt 2 und gemäß Herstelleranforderungen einzuhalten.
- Zusatzheizer mithilfe des Wärmepumpenregelgeräts und in Abhängigkeit von einer einstellbaren Außentemperatur für die Raumheizung und Trinkwassererwärmung in Betrieb nehmen und regeln.

Schaltbild

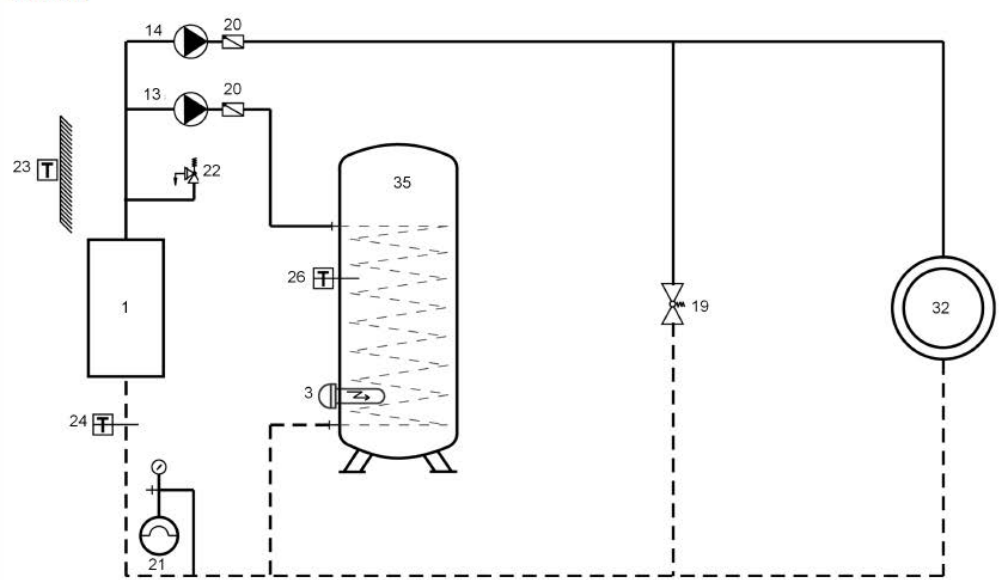


Abbildung 4: Beispielkonzept aus der VDI 4645 [21]

Neben den Standards für Schaltungen werden auch Hilfsmittel wie Checklisten und Entscheidungsbäume bzw. Ablaufpläne für die Anwendung der Standards dargestellt, siehe. Diese Ablaufpläne sollen bei der Bestimmung der Betriebsweise und der Auswahl der Funktionen und Komponenten helfen. Abbildung 5 zeigt exemplarisch den Ablaufplan zur Bestimmung der Zusammensetzung der Wärmeerzeuger. Mögliche Ergebnisse sind die Konzipierung einer Wärmepumpe, zweier Wärmepumpen, einer Wärmepumpe und eines weiteren Erzeugers im Parallel- oder im Alternativbetrieb.

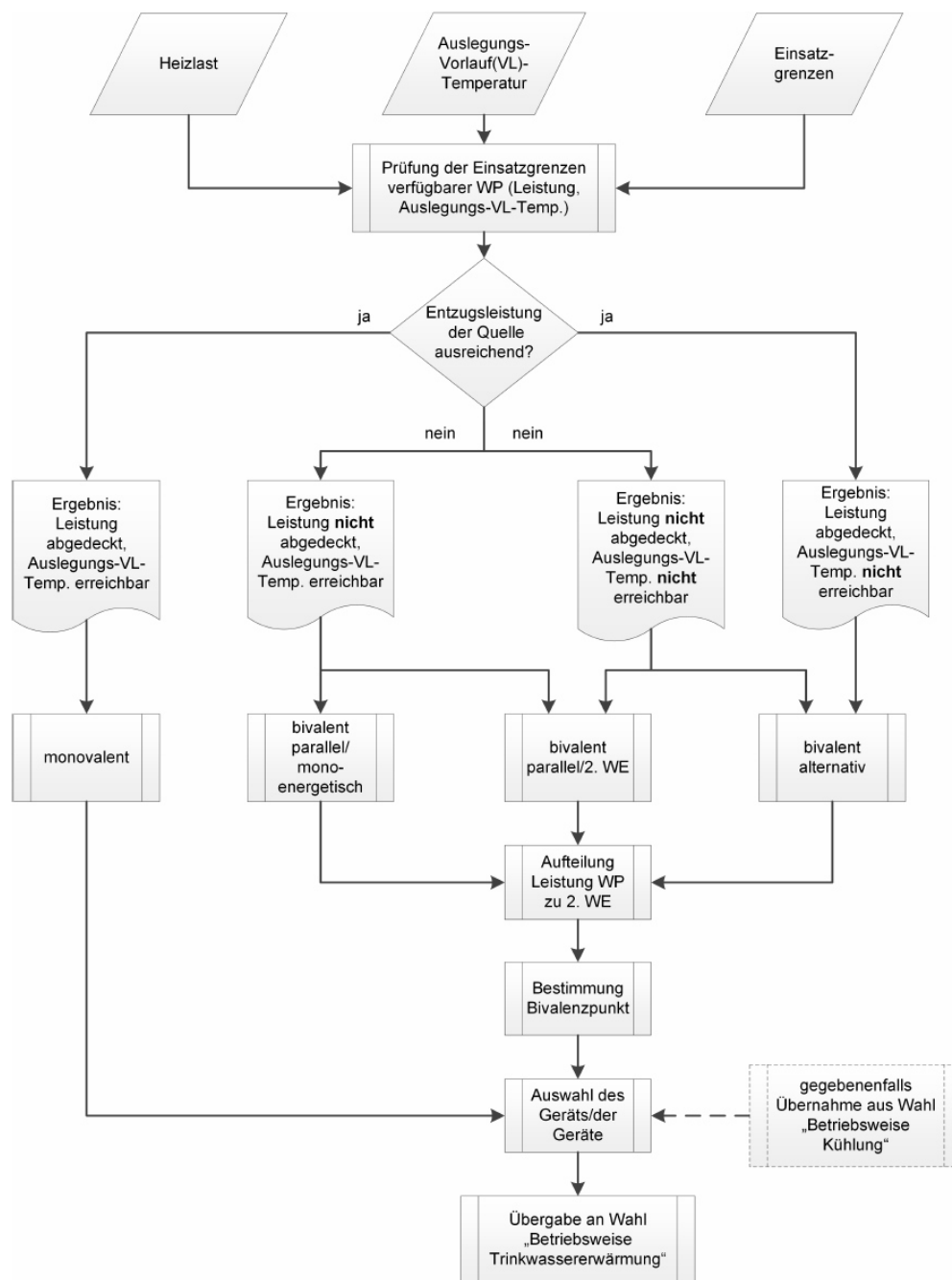


Abbildung 5: Anhang E1 Ablaufplan für die Wahl der Betriebsweise zur Heizung, [21, S. 122]

3.3.5 Prüfungsmethoden für Lüftungsanlagen: DIN 12599

DIN EN 12599 [22] beschreibt detailliert verschiedene Mess- und Prüfverfahren für Lüftungsanlagen, z.B. wie der Volumenstrom an einer Stelle einer Lüftungsanlage oder an einem Luftauslass zu messen ist. Für den Prozess werden Methoden definiert, in dem unter anderem Prüftiefenklassen definiert werden, mit denen der Umfang einer zu prüfenden Stichprobe von Luftauslässen hinsichtlich des eingestellten Volumenstroms zu prüfen ist. Die Verfahren können sowohl durch den Errichter der Anlage als auch durch Prüfsachverständige eingesetzt werden. Die Definition von standardisierten Prüfprozessen und Auswertungsvorgaben mit dazugehörigen Arbeitsmitteln entlastet die Ausführenden und führt zu einer erhöhten Qualität bei Lüftungsinstallationen. Erfahrungsgemäß ist das Potenzial zur Steigerung der Qualität nur durch eine zusätzliche Qualitätssicherungs-Leistung, durch einen unabhängigen Dritten oder den Bauherrn selbst, zuverlässig zu heben.



Abbildung 6: Luftmengenmessung mit einem Flügelradanemometer und Trichteraufsatz, Quelle: energydesign braunschweig GmbH

3.4 Standards für Räume

3.4.1 Arbeitsstättenregeln

Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) [23] stellen eine Konkretisierung der Vorschriften aus der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) dar. Diese enthalten Mindestanforderungen für die Errichtung und den Betrieb von Arbeitsstätten, die die Sicherheit und Gesundheit der Angestellten gewährleisten sollen. Sie werden durch den Ausschuss für Arbeitsstätten erarbeitet und aktualisiert und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales in dem „Gemeinsamen Ministerialblatt“ veröffentlicht.

Durch ihren Umfang und die präzisen Vorgaben kann die ASR als Grundlage im Planungsprozess von Nichtwohngebäuden herangezogen werden. Insgesamt gibt es 21 themenspezifische Regeln, die auf der Homepage der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin kostenfrei heruntergeladen werden können. Zu Beginn jeder Regelformulierung werden die Zielstellung, der Anwendungsbereich und relevante Begriffe definiert.

Die Zielstellung nennt den Paragraphen und Absatz der Arbeitsstättenverordnung, der mit der Arbeitsstättenregel konkretisiert werden soll. In manchen Fällen wird auch das übergeordnete Ziel der Regel beschrieben, wie beispielsweise für die „V3a.2 Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten“, die das Ziel hat, die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten mit Behinderungen in den Arbeitsstätten sicherzustellen.

Der Anwendungsbereich beschreibt unter welchen Umständen die Regel gilt, wonach sich ihr Umfang richtet und wo genau sie umzusetzen ist. Es wird auch auf Sonderregelungen hingewiesen, falls die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung unverhältnismäßig oder nicht erfüllbar sind.

Im Folgenden werden zwei Regeln beispielhaft vorgestellt, um einen Überblick über den Inhalt und die Detailtiefe zu geben.

1. Beispiel: V3a.2 Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsplätzen

Diese Regel hat das Ziel, sichere Arbeitsstätten für Beschäftigte mit Behinderungen zu gewährleisten. Die V3a.2 konkretisiert die in § 3a Abs. 2 der Arbeitsstättenverordnung gestellten Forderungen. Sie ist besonders, da sie in erster Linie elf der anderen Arbeitsstättenregeln bezüglich der Anforderungen für die Barrierefreiheit ergänzt.

Die beschriebenen Anforderungen werden dann aktiv, wenn Beschäftigte mit Behinderungen vorhanden sind oder wenn es sich um öffentlich zugängliche Arbeitsstätten handelt. In letzterem Fall also auch dann, wenn keine Personen mit Behinderungen angestellt sind. Bei der

Umsetzung ist auf die individuellen Einschränkungen der Betroffenen gemäß der Gefährdungsbeurteilung für die barrierefreie Gestaltung der Arbeitsstätte einzugehen. Diese Anforderungen werden an die Bereiche der Arbeitsstätte gestellt, zu denen die betroffenen Beschäftigten Zugang haben müssen. In der Gefährdungsbeurteilung werden zwar technische Maßnahmen zur barrierefreien Gestaltung vorgeschlagen, der Arbeitgeber kann aber, falls diese unverhältnismäßig sind, andere Maßnahmen ergreifen, sofern diese die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten mit Behinderungen in gleichem Maße gewährleisten. Handelt es sich um eine Behinderung, die das Sehen oder Hören des Beschäftigten beträchtlich einschränkt, ist das Zwei-Sinne-Prinzip anzuwenden. Dieses schreibt vor Informationen für zwei der drei Sinne „Hören, Sehen und Tasten“ zugänglich zu machen, z.B. in Form einer optischen sowie akustischen Alarmierung. Ist die Motorik eines Beschäftigten eingeschränkt muss die Arbeitsstätte barrierefrei mit z.B. automatischen Türöffnern und Rampen und Aufzügen gestaltet werden.

In der ASR wird betont, dass die Berücksichtigung dieser Regel während des Planungsprozesses wahrscheinlich kostengünstiger ist als eine nachträgliche Anpassung. Die Berücksichtigung als Planungshilfsmittel ist dementsprechend naheliegend. Die Maßnahmen der ASR V3a.2 beziehen sich auf:

- ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“
- ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“
- ASR A1.6 „Fenster, Oberlichter, lichtdurchlässige Wände“
- ASR A1.7 „Türen und Tore“
- ASR A1.8 „Verkehrswege“
- ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“
- ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“.

ASR A1.2, A1.7, A1.8 und A2.3 handeln vom behindertengerechten Zugang, sowie die Beschaffenheit und Dimensionierung von Flächen und Durchgängen. Dazu werden für Rollstuhlfahrer auch konkrete Maße angegeben. In ASR A1.6 geht es um die Anordnung und Gestaltung von Fenstern, Oberlichtern und lichtdurchlässigen Wänden, sowie deren Bedienelemente. Sie sollten so angebracht sein, dass die Wahrnehmbarkeit und Erkennbarkeit der Funktion und die Erreichbarkeit für die Beschäftigten mit Behinderung gegeben sind.

2. Beispiel: A3.6 Lüftung

Die ASR A3.6 stellt eine Konkretisierung der Forderungen in § 3a Abs. 1, § 4 Abs. 3 und Punkt 3.6 des Anhangs der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) dar.

Die Forderungen dieser Regel gelten für sämtliche umschlossene Arbeitsstätten. Es wird zudem empfohlen sie auch auf Pausen-, Bereitschafts-, Erste-Hilfe-, Sanitärräume und Unterkünfte anzuwenden. Anforderungen an die Lüftung werden in Abhängigkeit der Tätigkeiten und die Anzahl an Personen gestellt. Werden Tätigkeiten mit Gefahrenstoffen ausgeführt, so gelten die Vorschriften nach der Gefahrstoffverordnung bzw. der Biostoffverordnung einschließlich der entsprechenden Technischen Regel.

Die Luftqualität wird unterteilt in Grundsätze, Stofflasten, Feuchtelast und Wärmelast. Die Grundsätze besagen, dass die Atemluft in Arbeitsräumen in Qualität und Menge in der Regel einer Außenluft entsprechen muss, die nach dem Immissionsschutzrecht zulässig ist. Ist die Außenluft von schlechterer Qualität, sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung Maßnahmen zu ergreifen. Die Innenraumluft kann durch Stofflasten, Feuchtelasten oder Wärmelasten beeinträchtigt sein. Stellen die Personen im Arbeitsraum die Ursache für die Stofflast dar, so ist die CO₂-Konzentration ein anerkanntes Maß zur Bewertung der Luftqualität. Es sind CO₂-Konzentrationen angegeben, die darüber entscheiden ob und in welchem Umfang Maßnahmen zu ergreifen sind. Des Weiteren wird beschrieben unter welchen Umständen eine CO₂-Messung durchzuführen ist und wie diese erfolgen muss. Es wird darauf hingewiesen, dass Stofflasten aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen vermieden werden können, wenn beispielsweise emissionsfreie oder -arme, überprüfte, aufeinander abgestimmte und richtig verarbeitete Produkte eingesetzt werden. In der Regel muss die Raumluft nicht befeuchtet werden. Falls Beschwerden auftreten, muss geprüft werden ob Maßnahmen erforderlich sind. Wenn betriebstechnisch oder arbeitsbedingt Feuchtelasten anfallen, sind Werte angegeben, die eingehalten werden müssen. Die Schwankungen der Raumfeuchte durch die Witterung bleiben unberücksichtigt. Raumbegrenzungsflächen sind so auszuführen, dass die Bildung von Schimmel vermieden wird. Wärmelasten sind zu minimieren, die Raumtemperatur muss die Ansprüche der ASR A3.5 „Raumtemperatur“ erfüllen.

Weiterhin ist auch das Thema der freien Lüftung abgedeckt. Es werden Lüftungsarten aufgezählt, darunter Fenster-, Schacht-, Dachaufsatz- und Kaminlüftung. Sowohl Stoßlüften als auch kontinuierliches Lüften ist gemäß ASR zulässig. Falls die Lüftung durch Fenster erfolgt, gibt es Anforderungen an die Lüftungsquerschnitte und Raumtiefen. Außerdem müssen die Fenster so angebracht sein, dass die Arbeitsräume gleichmäßig durchlüftet werden können. Es wird auf andere Anforderungen verwiesen, falls die Lüftung nicht durch Fenster erfolgt. Es werden

zwei Typen der freien Lüftung unterschieden: die einseitige Lüftung mit Zu- und Abluftöffnungen in einer Außenwand, sowie Querlüftung mit Öffnungen in gegenüberliegenden Außenwänden oder in einer Außenwand und der Dachfläche. Falls kontinuierlich gelüftet wird, muss der Lüftungsquerschnitt verstellbar sein. Des Weiteren ist angegeben auf welcher Basis die Mindestöffnungsfläche bei unbekannter oder sehr geringer Personenbelegung / Nutzung des Arbeitsraumes zu berechnen ist. Stoßlüftung wird definiert als eine kurzzeitige (3-10 Minuten), intensive Lüftung. Sie soll in regelmäßigen Abständen nach Bedarf erfolgen. Es werden Intervalle von 60 min für Büro- und 20 min für Besprechungsräume empfohlen. Die Dauer der Stoßlüftung sollte von der Temperaturdifferenz und der Windstärke abhängig gemacht werden.

Die ASR beinhaltet weiterhin Informationen zu raumlufttechnischen Anlagen. Sie sind unterteilt in die Themen Erfordernis, Anforderungen, Außenluftvolumenstrom, Luftführung, Raumluftgeschwindigkeit, Inbetriebnahmen, Wartung und Prüfung und Maßnahmen bei Störungen von Raumlufttechnischen Anlagen. RLT sind immer dann erforderlich, wenn eine freie Lüftung nicht ausreicht. Mögliche Gründe dafür sind aufgelistet. Um die Zu- bzw. Außenluft zu reinigen, müssen Luftfilter entsprechend der Nutzung der Arbeitsstätte benutzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die Anlage nicht durch Gefahrenstoffe, Bakterien, Schimmelpilze oder Lärm selbst zur Gefahrenquelle wird. Sie ist so auszulegen, dass sie Lasten und CO₂ in ausreichendem Maße abführt. Außerdem sollte sie keine unzumutbare Zugluft verursachen und die Zuluft gleichmäßig in den Arbeitsräumen verteilen. Stoff-, Feuchte- und Wärmelasten sind möglichst quellennah abzuführen. Die Abluft aus Sanitär-, Raucherräumen und Küchen darf nicht als Zuluft weitergeführt werden. Der Arbeitgeber hat die Pflicht zu überprüfen, ob z.B. die Anforderungen an die Luftqualität erfüllt werden können, bevor die Arbeitsstätte in Betrieb genommen wird. Die Wirksamkeit der Anlage ist nach § 3 der ArbStättV zu prüfen. Prüf- und Wartungsintervalle müssen nach Herstellerangaben festgelegt werden. Der Abstand zwischen der Prüfung und Wartung muss so gewählt sein, dass technische, hygienische und raumluft- und sicherheitstechnische Eigenschaften gewährleistet werden können. Zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Anlage erfolgt die Messung bestimmter Größen, von denen einige aufgelistet sind. Die Inbetriebnahme, die Wartung und regelmäßige Prüfung ist zu dokumentieren und muss dem Arbeitgeber vorliegen. Die Maßnahmen, die bei einer Störung oder dem Ausfall einer RLT erforderlich sind, ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung. In jedem Fall muss eine automatische Warneinrichtung vorhanden sein, die Ausfälle und Störungen anzeigt.

Die ASR dienen der Konkretisierung der Anforderungen an Arbeitsstätten zur Gewährleistung der Sicherheit und Gesundheit von Angestellten. Die Konkretisierung erfolgt teilweise in Form

von praktischen Planungsvorgaben, die in die einzelnen Bauprojekte übernommen werden können. Ein größerer Teil der ASR besteht allerdings aus eher abstrakten und offen formulierten Anforderungen, die im Rahmen von Planungsprozessen aufzunehmen und in eine konkrete Umsetzung zu überführen sind. Diese Anforderungen führen im Ergebnis auch zu umfangreichen Verpflichtungen zur sorgfältigen Einhaltung an die Bauverantwortlichen, Gebäudebetreiber und Nutzer. Ein weiteres Arbeitsmittel zur Unterstützung der Verantwortlichen wird nicht zur Verfügung gestellt.

3.4.2 DIN V 18599-10

In der DIN V 18599-10 sind die Randbedingungen für Gebäude mit Nichtwohnnutzungen aufgeführt, auf die sich die EnEV bzw. das GEG beziehen. Die Bedingungen hängen von der jeweiligen Raumnutzung ab, deshalb werden „Nutzungsprofile“ verwendet. Ein Überblick über die Nutzungsprofile ist in Tabelle 3 gegeben. Die jeweiligen Bedingungen sind in Anhang A der DIN aufgelistet,

Tabelle 4 zeigt dies beispielhaft für das Einzelbüro. Jedes Nutzungsprofil besteht aus einer ausführlichen Spezifikation. Dazu gehören die durchschnittlichen Nutzungs- und Betriebszeiten, die Sollwerte für sämtliche Raumkonditionen, Luftmengen und Beleuchtung sowie Angaben zur typischen Belegungsdichte und zu internen Wärmequellen. Ist keines der aufgelisteten Nutzungsprofile passend, kann ein spezifisches Nutzungsprofil erstellt werden. Die Norm liefert in Anhang D auch eine Anleitung zur Erstellung eines neuen Nutzungsprofils am Beispiel einer Fertigungshalle. [24]

Tabelle 3: Nutzungsprofile der DIN V 18599-10 [24]

Nutzungsprofile	Nr.
Einzelbüro	1
Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	2
Großraumbüro (ab sieben Arbeitsplätze)	3
Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	4
Schalterhalle	5
Einzelhandel/Kaufhaus	6
Einzelhandel/Kaufhaus (Lebensmittelabteilungen mit Kühlprodukten)	7
Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	8
Hörsaal, Auditorium	9
Bettzimmer	10

Hotelzimmer	11
Kantine	12
Restaurant	13
Küche in Nichtwohngebäuden	14
Küche – Vorbereitung, Lager	15
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	16
Sonstige Aufenthaltsräume	17
Nebenfläche ohne Aufenthaltsräume	18
Verkehrsfläche	19
Lager	20
Rechenzentrum	21
Gewerbliche und industrielle Hallen – schwere Arbeit	22.1
Gewerbliche und industrielle Hallen – mittelschwere Arbeit	22.2
Gewerbliche und industrielle Hallen – leichte Arbeit	22.3
Zuschauerbereich	23
Theater – Foyer	24
Bühne	25
Messe/ Kongress	26
Ausstellungsräume und Museum	27
Bibliothek – Lesesaal	28
Bibliothek – Freihandbereich	29
Bibliothek – Magazin und Depot	30
Turnhalle	31
Parkhaus (Büro- und Privatnutzung)	32
Parkhaus (öffentliche Nutzung)	33
Saunabereich	34
Fitnessraum	35
Labor	36
Untersuchungs- und Behandlungsräume	37
Spezialpflegebereiche	38
Flure des allgemeinen Pflegebereichs	39
Arztpraxen und Therapeutische Praxen	40
Lagerhallen, Logistikhallen	41

Tabelle 4: Nutzungsprofil Nr.1 Einzelbüro, Auszug aus DIN V 18599-10 [24]

Einzelbüro		Nr. 1			
Nutzungszeiten			von	bis	
tägliche Nutzungszeit	Uhr		7:00	18:00	
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250			
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2543			
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	207			
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr		5:00	18:00	
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250			
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr		5:00	18:00	
Raumkonditionen (sofern Konditionierung vorgesehen)					
Raum-Solltemperatur Heizung $\theta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21			
Raum-Solltemperatur Kühlung $\theta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24			
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\theta_{i,h,\text{min}}$	°C	20			
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\theta_{i,c,\text{max}}$	°C	26			
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\theta_{i,NA}$	K	4			
Feuchteanforderung	-	mit Toleranz			
Mindestaußenluftvolumenstrom \dot{V}_A					
personenbezogen	m ³ je Stunde und Person	40			
flächenbezogen	m ³ /(h · m ²)	4			
Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude $\dot{V}_{A\text{Geb}}$	m ³ /(h · m ²)	2,5			
relative Abwesenheit RLT c_{RLT}	-	0,3			
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit F_{RLT}	-	0,7			
mech. Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel (Praxis)			von	bis	
Luftwechsel (allgemein)	h ⁻¹		2	3	
Luftwechsel (volle Kühlfunktion über Zuluft)	h ⁻¹		4	8	
Beleuchtung					
Wartungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E}_m	lx	500			
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8			
Minderungsfaktor k_A	-	0,84			
relative Abwesenheit C_A	-	0,3			
Raumindex k	-	0,9			
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t	-	0,7			
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{vB}	-	1			
Personenbelegung		gering	mittel	hoch	
maximale Belegungsdichte	m ² je Person	18	14	10	
Interne Wärmequellen		Vollnutzungsstunden (h/d)	max. spezifische Leistung (W/m ²)		
			tief	mittel	hoch
Personen (70 W je Person)	6	3,9	5	7	
Arbeitshilfen ^a	6	2,8	7,1	15	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{l,p} + q_{l, \text{fac}}$)	Wh/(m ² · d)	40	73	132	
Automationsgrad		D	C	B	A
Summand Automation $\Delta\theta_{\text{EMS}}$	K	0	0	-0,5	-1
Faktor für adaptive Temperaturführung f_{adapt}	-	1	1	1,35	1,35

^a Tief/mittel/hoch entspricht 50/100/150 W je Person für Arbeitshilfen.

3.4.3 VDI 3813

Die Richtlinie VDI 3813 [25] beschreibt „Funktionen der Raumautomation für energieeffiziente Gebäude“. Ihre drei Blätter bestehen aus den „Grundlagen der Raumautomation“, den „Raumautomationsfunktionen“ und „Anwendungsbeispiele für Raumtypen“.

Die Grundlagen (Blatt 1) sollen die Kommunikation zwischen den Investoren, Bauherren, Nutzern, Betreibern, Errichtern, Planern, Produktherstellern und ausführenden Firmen unterstützen und das Fundament für ein Qualitätsmanagement bilden. Dies wird erzielt durch eine Darstellung des Nutzwertes der Raumautomation, des Bedarfs, der zu erbringenden Leistung der Beteiligten sowie die Schnittstellen zwischen ihnen. Außerdem werden allgemein gültige Bezeichnungen für Anwendungen und Raumautomationsfunktionen festgelegt.

Das Blatt 2 über die Raumautomationsfunktionen ergänzt das Blatt 1 um eine detaillierte Beschreibungsmethodik und um Vorlagen zu ihrer Dokumentation, sowie einer Raumautomationsfunktionsliste. Es wird eine Funktionsblock-Darstellung vorgestellt, die für die eindeutige Beschreibung der Raumautomationsfunktionen verwendet werden kann. Die Liste der Raumautomationsfunktionen soll dem Errichter in der Planung eine einfache Projektierung und Kalkulation der benötigten Hard- und Software ermöglichen.

Die Anwendungsbeispiele für verschiedene Raumtypen (Blatt 3) ergänzt die vorhergehenden Blätter um eine Methodik zur Entwicklung von Raumautomations-Makros und einer möglichen Darstellungsweise. Raumautomationsfunktionen können zu Raumautomations-Makros zusammengefasst werden. Das Blatt soll außerdem den Zusammenhang zwischen den GA-Effizienzklassen nach DIN EN 15232 (inzwischen DIN EN ISO 52120) und den Raumautomationsfunktionen und -makros aufzeigen.

3.4.4 DIN EN ISO 52120

Im Dezember 2019 wurde die DIN EN 15232 von der DIN EN ISO 52120 [26] abgelöst. Die DIN enthält Konventionen und Verfahren zur Abschätzung des Einflusses von Gebäudeautomationssystemen (GA-Systemen) und Maßnahmen des technischen Gebäudemanagement (TGM) auf die Energieeffizienz und -verbrauch von Gebäuden. Außerdem stellt es ein Verfahren zur Einschätzung von Energieeinsparfaktoren vor, die zur Energiebewertung von Gebäuden verwendet werden können. Die Norm ergänzt zudem bestehende Normen, die der Berechnung der Energieeffizienz technischer Gebäudeausrüstung (Heizungs-, Kühl-, Lüftungs-, Beleuchtungsanlagen) dienen. Mit Einführung der DIN EN ISO 52120 wurden inhaltlich lediglich einige neue Funktionen bezüglich des hydraulischen Abgleichs von Heiz- und Kühlsystemen ergänzt.

Es wird empfohlen die Norm sowohl auf bestehende Gebäude als auch neue, renovierte oder sanierte anzuwenden.

Im Einzelnen beinhaltet die Norm:

- eine Liste der Steuerungs-, Automations- und technischen Managementfunktionen, die die Energieeffizienz des Gebäudes beeinflussen
- eine Methode um die Mindestanforderungen an die Steuerungs-, Automations- und technischen Managementfunktionen, die in die verschiedenen Gebäudetypen implementiert sind, zu definieren
- eine vereinfachte Methode, um eine erste Einschätzung des Einflusses dieser Funktionen auf die Energieeffizienz des Gebäudes zu erhalten
- detailliertes Vorgehen zur Quantifizierung des Einflusses dieser Funktionen auf die Energieeffizienz des Gebäudes.

3.5 Übergreifende Standards

Während die oben beschriebene Energieeffizienzstandards, Standards für Prozesse und technischen Konzepte jeweils nur einzelnen Themen betrachten, ist es für Bauverantwortliche in vielerlei Hinsicht interessant und hilfreich, Einzelstandards zu bündeln, um damit ganze Gebäude in einer einheitlichen Weise zu beschreiben. Diese kombinierten Definitionen der Anforderungen an die Anwendung von Prozessen und die Qualitäten von Anlagen, der Bauphysik, dem Raumaufbau und der -ausstattung, den Außenanlagen usw. sind selten und müssen zur Vereinfachung und Übersichtlichkeit zwangsläufig abgekürzt, verallgemeinert und mit Verweisen auf oben beschriebene Einzelstandards versehen werden. Beispielsweise die Universität zu Köln und die Region Hannover haben mit ihrem Technikstandard bzw. Aufgabenheft umfangreiche, interdisziplinäre Standardwerke für ihre Bauaufgaben entwickelt.

3.5.1 Technikstandard der Universität Köln

Einen weiteren Schritt in Richtung der Standardisierung im Bauwesen geht die Universität in Köln, die den Technikstandard für die Uni vorgibt. Dabei handelt es sich um eine Zusammenfassung, die die wichtigsten Anhaltspunkte zu den technischen Standards der Anlagen der Universität enthält. Weiterhin wird ausdrücklich in dem Dokument erklärt, dass dieser Standard

von keinen Normen und Vorschriften entbindet und dass davon ausgegangen wird, dass diese und die behördlichen Vorschriften und Auflagen bekannt sind. Wie auch bei dem Aufgabenheft der Region Hannover (siehe Kapitel 3.5.1) werden allgemeine und besondere Angaben für verschiedene Bauwerkskonstruktionen und Anlagen vorgegeben. Zum Beispiel wird für den Sonnenschutz angemerkt, dass dieser außenliegend angebracht und grundsätzlich motorisch inklusive Windwächter installiert wird. Auch die Dokumentation wird mit einer Auflistung der wichtigen Dokumente und deren Inhalte pro Phase zusammengefasst. Wieder sind nur Zielsetzungen formuliert ohne Ausführungsbeispiele für die Technik zu geben. Außerdem beziehen sich die Angaben nur auf die Gebäude der Universität.

3.5.2 „Aufgabenheft Hochbau und technische Gewerke“ der Region Hannover

Parallel zu diesem Projekt entwickelte die Region Hannover ein Aufgabenheft zu dem Zweck, die Planung und Errichtung ihrer Gebäude zu unterstützen [27]. Inhalt des Aufgabenheftes sind Vorgaben für den Ablauf eines Projektes sowie spezielle Vorgaben und Zielsetzungen in verschiedenen Bereichen. Sie beziehen sich unter anderem auf verschiedene Dokumente, wie zum Beispiel Zeichnungs-Formate, Layouts aber auch auf Qualitäten und Werte, die für Anlagen vorgegeben werden. Außerdem werden Ausführungshinweise für verschiedene öffentliche Gebäude gegeben. Zudem sind für die verschiedenen Gebäudetypen Standardräume definiert, für die jeweils aufgeführt wird, welche Objekte und Anlagen in diesen Räumen enthalten sein sollten – mit Hinweisen zu erweiterten Auflagen. Diese Erwartungen sind allgemein gehalten und geben zwar den technischen Standard vor, nicht aber Beispiele für die Ausführung. Dadurch bleibt dem Planer Freiraum für die technische Ausgestaltung. Weiterhin werden Aufgaben festgelegt, die in der jeweiligen Projektphase erfüllt werden müssen. Ein Beispiel ist das zu entwickelnde Energieversorgungskonzept für Gebäude, das laut dem Aufgabenheft verschiedene Varianten zur gesamtheitlichen Energieversorgung aufzeigen und vergleichen soll. An dieser Stelle wird der Umfang in 14 Aufgaben formuliert, von der langfristigen Sicherstellung der Versorgung über Variantendarstellungen und Simulationen bis zu der von den Fachplanern empfohlenen Variante. Anschließend dazu wird auf weitere externe Dokumente und Vorgaben aufmerksam gemacht. An der Stelle des Energieversorgungskonzeptes ist es das Klimaschutzprogramm für die Verwaltung der Region Hannover, die Handlungsrichtlinien vorgibt [27]. Dieses Projekt hat die Entwicklung des Aufgabenhefts unterstützt. Die Ergebnisse sind Teil des Aufgabenhefts seit der am 20.04.2020 erschienenen Version 2.2.4.

3.6 Fazit

Die Liste der aufgeführten Standards ist nicht abschließend. Sie zeigt aber den Bedarf und das Streben nach strukturierten Vorgaben der Bauherren. Erkennbar ist auch, dass große institutionelle Bauherren mit entsprechenden Kompetenzen und Kapazitäten wie die Bauverwaltungen von Großstädten und Universitäten in der Lage sind, für ihre Bauaufgaben Vorgaben zu entwickeln. Der Aufwand ist jedoch erheblich und für kleinere Städte und Kommunen sicherlich nicht leistbar. Gerade hier liegen aber besonders große Potentiale für die Standardisierung, da hier in großer Zahl typische, einander ähnliche Bauaufgaben anstehen. Entsprechend zielt die Entwicklung von Standards in diesem Projekt nicht darauf ab, Standards für außergewöhnliche oder individuelle Bauaufgaben wie den Neubau komplexer Laborgebäude oder die Sanierung denkmalgeschützter Theater zu entwickeln, sondern präzise Standards für die Bauaufgaben in der Masse. Damit die Transformation des Gebäudebestands in Richtung Klimaneutralität gelingt, brauchen wir Standards für einfache Bürogebäude, Grundschulen, Kitas und Sporthallen.

4 Standardisierungskonzept

Die politischen Zielsetzungen zur Bekämpfung des Klimawandels erfordern eine massive Transformation des Gebäudebestandes. Dies betrifft alle Neubauten und Sanierungsmaßnahmen. Die Bauwirtschaft steht damit vor der Herausforderung, die innovativen Konzepte, mit denen Niedrigstenergiegebäude umgesetzt werden können, nun in großer Stückzahl und unter hohem Zeitdruck umzusetzen. Die Sanierungsrate soll dabei von 1 % pro Jahr auf 3 %/Jahr gesteigert werden [28]. Dies erfordert eine massive Produktivitätssteigerung in einer Branche, die ihre Produktivität in den letzten Jahrzehnten nicht steigern konnte.

Eines der wichtigsten Mittel zur Steigerung der Produktivität in der Industrie sind Standardisierung, Normierung und Vereinheitlichung. In diesem Projekt sollen deshalb Standards für Niedrigstenergiegebäude entwickelt werden, um die notwendige „Produktionssteigerungen“ zu ermöglichen. Dies soll gelingen durch die Anwendung folgender Grundprinzipien in Bauprojekten, mit denen die Einführung von Standards gelingen kann:

- **Beweislastumkehr:**

Für Lösungen ist grundsätzlich die durch den Bauherrn definierte Standard-Lösung anzuwenden. Von den Vorgaben darf nur abgewichen werden, wenn eine Umsetzung aus zwingenden Gründen nicht möglich ist, z.B. Denkmalschutz, Brandschutz, Statik etc. Hierzu hat die Fachplanung die entsprechenden Nachweise zu führen. Im Neubau ist eine Abweichung vom Standard damit nahezu ausgeschlossen.

- **Verknüpfung von Anforderung und Prüfung**

Für möglichst alle in den Standards definierten Anforderungen soll ein angemessener, aber ebenfalls standardisierter Nachweis- bzw. Prüfprozess definiert sein. Dies kann sowohl die Prüfung einer Planung als auch eine Messung vor Ort sein – entscheidend ist, dass für jede Anforderung eine Prüfung definiert ist.

- **Unabhängige Erfolgskontrolle von der Planung bis in den Regelbetrieb**

Der Erfolg eines Niedrigstenergiegebäudes zeigt sich erst im Betrieb. Entsprechend sind alle Gebäude im nZEB-Standard grundsätzlich von der Planung bis in den Regelbetrieb kontinuierlich durch ein Technisches Monitoring nach AMEV 158 zu prüfen.

Durch diese Prinzipien für die Einführung der Standardisierung wird die Rolle des Bauherrn im Projekt gestärkt. Im Projekt stellt der Bauherr nicht mehr die ergebnisoffene Frage, wie die

Lösung einer Bauaufgabe aussehen kann, sondern macht klare Vorgaben, für die die Fachplanung die entsprechende Anwendung im einzelnen Gebäude entwickelt. Abbildung 7 zeigt diese Grundgedanken der Einführung der Standardisierung.

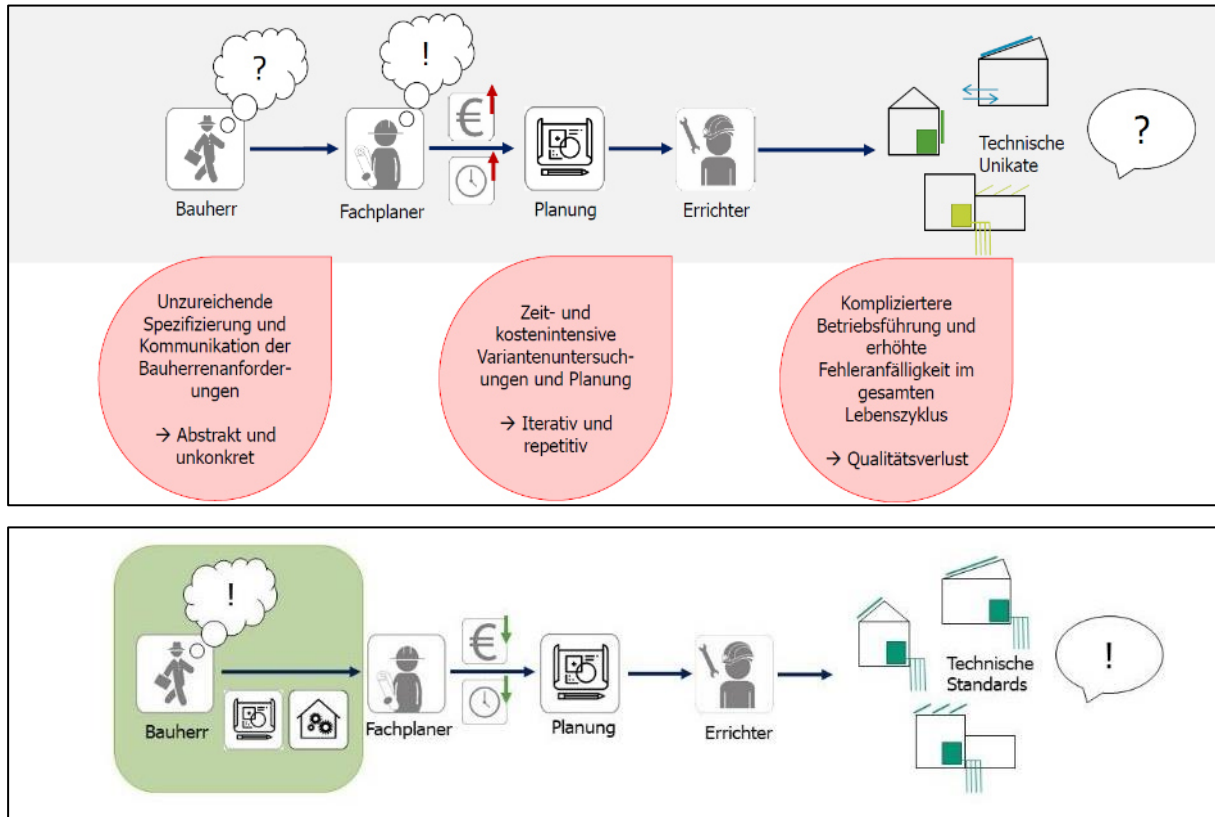


Abbildung 7: Herausforderung im Status Quo (oben) und Lösungsansatz (unten)

Durch die neu definierte Rolle des Bauherrn und die Einführung der Standardisierung eröffnen sich erhebliche Chancen für Bauverwaltungen:

- **Stärkung der Steuerungskompetenz**

Durch die strategische Festlegung auf erprobte Lösungen können Bauherrn eine hohe Kompetenz für diese Konstruktionen, Anlagen und Prozessen aufbauen. Die wiederholte Anwendung in Projekten schafft die Möglichkeit, theoretisches Wissen mit Praxiserfahrung zu koppeln. Die Überforderung durch die Vielzahl innovativer Lösungskonzepte wird reduziert, die Fähigkeit zur fachkompetenten Steuerung im Projekt erhöht.

- **Schnellere Projektbearbeitung und Vermeidung unnötiger Planungsiterationen**

Solange in Projekten grundsätzliche Unklarheit über zentrale technische Lösungen besteht, können Projekte nur bedingt vorangetrieben werden. Ist nicht klar, ob die Lüftung der Klassenräume zentral oder dezentral erfolgt, können Fassade, Schächte, Statik und Brandschutz nicht weiterentwickelt werden. Durch die Standards ist der Lösungsraum von Beginn an deutlich kleiner. Zu prüfen ist lediglich ihre Anwendbarkeit. Die Bearbeitung der Leistungsphasen 1-3 kann auf Grund schnellerer Entscheidungen deutlich beschleunigt werden, die folgende Phasen entsprechend präziser auf die Standards ausgerichtet werden.
- **Verbessertes Qualitätsmanagement - weniger „Nachweis-Bürokratie“**

Qualitätsmanagement beginnt immer mit der Definition von Anforderungen. Alle folgenden Prüfprozesse sind auf diese Anforderungen ausgerichtet, um ihre Erreichung zu unterstützen. Da die Anforderungen durch die Standardisierung vereinheitlicht werden, können auch die Prüfprozesse in präziser Weise auf sie ausgerichtet werden. Durch die Erfahrung bei der Anwendung von Standards und projektübergreifende Evaluationen – wie auch in diesem Projekt – kann die wiederholte Nachweisführung im Einzelprojekt reduziert werden.
- **Geringere Kosten**

Die Beschleunigung und das verbesserte Qualitätsmanagement werden zu Kostensenkungen führen. Darüber hinaus besteht dieses Potential aber genauso bei Fachplanern und Errichtern. Auch diese werden Erfahrungen mit den Standards sammeln, können ihre Prozesse entsprechend optimieren und ihre Leistungen kostengünstiger anbieten. Darüber hinaus wird die Wettbewerbssituation transparenter, da alle Fachplaner und Errichter auf die gleichen standardisierten Lösungen anbieten. Bauverwaltungen werden so innerhalb von Projekten bessere Angebote erhalten und Angebote auch projektübergreifend besser bewerten können.
- **Bessere Gebäudeperformance und zufriedenerer Nutzer**

Im Ergebnis ist von standardisierten Konzepten auch eine bessere Gebäudeperformance zu erwarten, da alle Arbeitsschritte auf Seiten des Bauherrn und bei den An-

bietern der Planungs- und Werkleistungen öfter wiederholt werden und Qualitätsdefizite an jeder Stelle eher auffallen als bei individuellen Bearbeitungen. Dies kommt auch unmittelbar dem Klimaschutz zugute und dient ebenfalls der Nutzerzufriedenheit.

Die Standardisierung bietet also eine Vielzahl von Vorteilen, die sie in anderen Branchen und auch am Bau schon vielfältig gezeigt hat. Mit den hier entwickelten Standards sollen diese auch im Bereich der für die Energieeffizienz so wichtigen der integralen Planung technischer Konzepte in der Praxis angekommen.

Bevor in den folgenden Abschnitten ein Konzept für die Standardisierung vorgestellt und erprobt wird, sollen zunächst jedoch noch zwei wichtige Fragen beleuchtet werden, die gerade bei einer Standardisierung am Bau wichtig sind.

Wo bleibt die Innovation, wenn nur noch Standards angewendet werden?

Innovation ist wie in anderen Branchen auch am Bau Voraussetzung für die Bewältigung aktueller und zukünftiger Herausforderungen. Während die Innovation auf Seiten der Hersteller seit Jahren sehr erfolgreich ist und Produkte wie Hocheffizienzpumpen und LED-Beleuchtung sowie eine Vielzahl gradueller Verbesserungen hervorgebracht hat, ist Innovation im Bereich gewerkeübergreifender technischer Konzepte kompliziert. Hierzu ist in der Regel ein reales Demonstrationsgebäude erforderlich sowie eine umfassende wissenschaftliche Begleitung. Entsprechend werden Demonstrationsgebäude seit Jahrzehnten u.a. durch das Bundeswirtschaftsministerium gefördert. Diese Möglichkeit muss weiterhin bestehen und es braucht auch in Zukunft Bauherren, die das Risiko eines innovativen Gebäudes auf sich nehmen.

Innovative Bauprojekte sollten die anspruchsvolle Ausnahme sein. Für viele Bauherren ist jedoch eine Bauaufgabe wie das neue Rathaus oder die neue 3-Feld-Sporthalle eine einmalige und herausragende Maßnahme, bei der dann möglichst alles richtig gemacht werden soll oder besonders hohe Ziele angestrebt werden. Dies sollte ohne zusätzliches Budget für die damit einhergehenden Risiken und ohne wissenschaftliche Begleitung, die dann auch die Erfahrungen mit den innovativen Konzepten aufarbeitet, nicht außerhalb der Standards erfolgen. Werden innovative Projekte kompetent begleitet, können aus ihnen neue Standards entwickelt und bestehende verbessert werden. Hierzu bietet unter anderem das BMWI entsprechende Fördermittel an.

Schadet die Standardisierung der Baukultur?

Standardisierung impliziert Gleichartigkeit und stößt damit bei Architektinnen und Architekten häufig auf Vorbehalte. Dabei müssen Standards nicht zu schlechter Architektur führen: die sehr stark standardisierten Gründerzeitviertel in Europa sind über hundert Jahre nach ihrer Errichtung beste Wohnlagen. Nach vielen gedankenlosen Typenbauten, deren Standardisierung oft im Wesentlichen auf Basis der rationalisierten Errichtung und unter Vernachlässigung gestalterischer und funktionaler Aspekte erfolgte, bestehen diese Vorbehalte jedoch nicht zu Unrecht. Die hier angestrebte Standardisierung soll deshalb nicht die Freiheit der Architektur beeinträchtigen, sondern im Gegenteil ihre Möglichkeiten erweitern.

Die genannten Vorteile konnten in diesem Projekt zunächst nur teilweise und nur für ein Gebäude angewendet werden. Mit zunehmender Anwendung wird eine Evaluation der angestrebten Ziele auch auf breiter Basis möglich sein.

5 Entwicklung von Systemstandards

Nach der Analyse vorhandener Standards in Bauprojekten mit den jeweiligen Herausforderungen und Chancen, wurden in diesem Projekt Anforderungen an ein entsprechendes ganzheitliches Standardisierungskonzept definiert. Zunächst wurden dazu die Anforderungsprofile und Typologien festgelegt (Kapitel 5.1). Weiterhin werden ausgehend von den verfügbaren Grundlagen (Kapitel 3) zunächst die Anforderungen an die Dokumente wie Format und Detailtiefe zu diskutieren (Kapitel 5.2). Die entwickelten Systemstandards sind schließlich in Kapitel 5.3 beispielhaft beschrieben. Neben den eigentlichen, zu verwendenden Unterlagen werden darüber hinaus auch Prozesse der Anwendung entwickelt (Kapitel 5.4).

5.1 Anforderungsprofile und Typologien

Die entwickelten Systemstandards mit den dazugehörigen Prozessen sollen unmittelbar in der derzeitigen Baupraxis Anwendung finden können. Zur Vorbereitung wurde im Projektverlauf deshalb die Abstimmung mit entsprechenden Vertretern relevanter Akteure in der Bauherrenrolle gesucht. Vor allem die enge Begleitung im Bauprojekt des Förderzentrums auf der Bult der Region Hannover sowie die Beratung der Deutschen Bundesbank zur Einführung von Standards für die Raumautomation lieferten wertvolle Einblicke in die praktischen Herausforderungen.

Aus der vergangenen und geplanten Bautätigkeit der genannten Bauherrenvertreter lässt sich als Grundlage für die Formulierung von Standards im ersten Schritt der Bedarf an unterschiedlichen Gebäude- und Raumnutzungen ableiten. Der Gebäudebestand der Region Hannover im Speziellen teilt sich gemäß Abbildung 8 auf. Die Neubau-, Sanierungs- und Bauunterhaltungstätigkeit fokussiert sich vor allem auf die Nutzungstypologie Bildungsbauten und Büro- und Verwaltungsgebäude. Die Beratungsstellen sind in der Regel keine eigenständigen Gebäude, sondern größtenteils einzelne Mietbereiche und kommen deshalb nicht für das angestrebte Standardisierungskonzept in Frage.

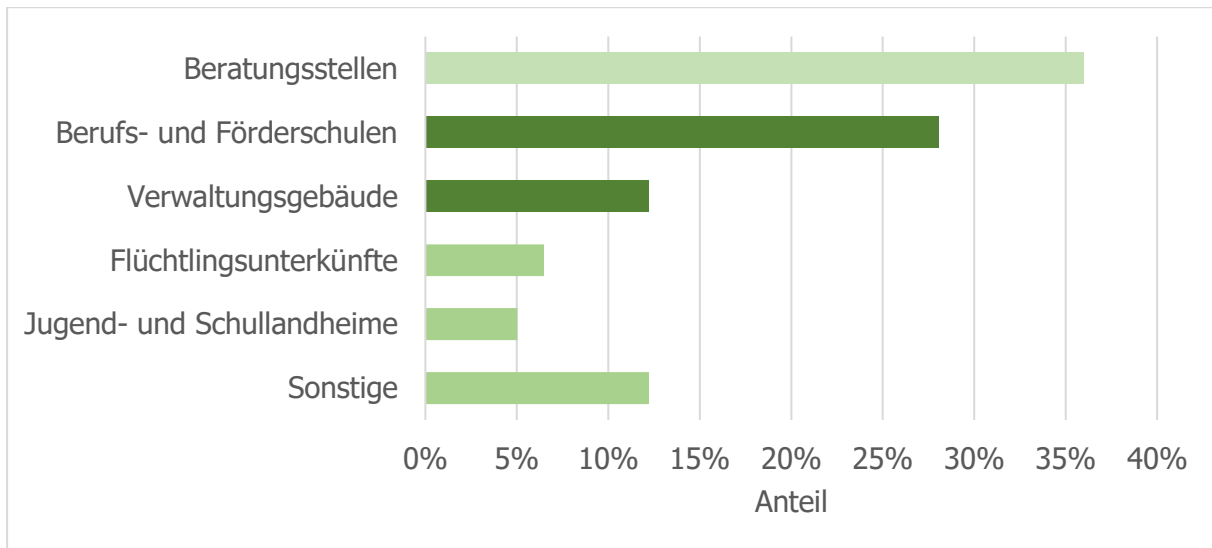


Abbildung 8: Gebäudetypologien der Region Hannover

Daraus wurde in Abstimmung mit der Region Hannover entsprechend der Bedarf für Standards für Verwaltungs- und Bildungsbauten abgeleitet. Aus den primären Gebäudenutzungen ergeben sich weiterhin die häufigsten **Raumnutzungen**, die in einem gemeinsamen Workshop mit Projektleiterinnen und Projektleitern ermittelt und spezifiziert werden konnten:

- Unterrichtsraum
- Einzelbüro
- Großraumbüro
- Flur
- Teeküche
- Besprechungsraum
- Serverraum
- Putzmittelraum
- WC
- Behinderten-WC
- Sporthalle
- Umkleide
- Duschraum
- Sanitätsraum
- Differenzierungsraum

Diese Raumtypen wurden in Abstimmung mit der Bauabteilung der Deutschen Bundesbank ergänzt. Hinzugekommen sind dabei folgende Büroräume und Spezialanwendungen:

- Büro komplex
- Büro mittel
- Büro minimal

- Funktionsraum (Konzept)
- Tresorlüftung (Konzept)
- Maschinenkühlung (Konzept)

Die Auswahl von Standardkonzepten für die technische Gebäudeausrüstung resultiert aus den am häufigsten verwendeten sowie den zukünftig wahrscheinlich relevanter werdenden Komponenten der Region Hannover. Der Bedarf besteht vorrangig für folgende **Anlagenstandards**:

- Fernwärme
- Gas-Brennwertkessel
- Wärmepumpe mit Luft-Wasser-Wärmeübertrager
- Wärmepumpe mit Erdsondenfeld
- Teilklima-Lüftungsanlage

Die Unterscheidung der Typologien auf den drei Ebenen Gebäude, Raum und Anlage erlaubt die Definition, Anwendung und Pflege der einzelnen Teile sowie die modulare Zusammenstellung zu einem, auf diesem Wege begrenzt individualisierbarem, Gesamtgebäude.

5.2 Anforderungen an die Standarddokumente

Die Bauherrenanforderungen werden aktuell sehr unterschiedlich dokumentiert und kommuniziert. Bauherren mit ausreichendem Knowhow und personellen Ressourcen haben in der Regel mindestens eine interne Zusammenstellung ihrer wichtigsten Anforderungen an neue Gebäude und den Bauprozess selbst angefertigt. Die Kommunikation im Einzelprojekt erfolgt schließlich durch die Übermittlung digitaler und oder analoger Dokumente an die Baubeteiligten sowie regelmäßig planungs- und baubegleitend in entsprechenden Besprechungen. Im öffentlichen Bereich gibt es häufig nicht die Notwendigkeit zur Unterhaltung einer zu diesem Zwecke ausreichend ausgestatten Bauabteilung und dementsprechend entfällt der Teil der Dokumentation entweder gänzlich oder er findet mit stark eingeschränkter Detailtiefe statt.

Die Entwicklung standardisierter Bauherrenanforderungen in einem geeigneten Format soll es schließlich auch ermöglichen, dass unerfahrenere Bauverantwortliche von erfahreneren lernen können. Die Region Hannover hat mit ihrem „Aufgabenheft Hochbau und technische Gewerke“ [27] eine umfassende und detaillierte Dokumentation ihrer Anforderungen vorgenommen.

Dazu gehören unter anderem Vorlagen für eine Reihe unterschiedlicher Dokumentationspflichten der Auftragnehmer. Die aktuelle Fassung des Aufgabenheftes (Version 3.0 vom 09.07.2021) besteht aus insgesamt 206 illustrierten Seiten mit Fließtexten, Schemen, Abbildungen und Tabellen. Das Dokument wird den Beteiligten zum Projektbeginn zur Verfügung gestellt und vom Projektverantwortlichen in Bauherrenfunktion fortlaufend darauf verwiesen.

Der Umfang und die Detailtiefe des Dokuments gehen deutlich über die Charakteristik einer Übersicht und eines handlichen Arbeitsmittels hinaus. Deshalb wird es begleitend zu den Bauaufgaben in erster Linie als Nachschlagewerk eingesetzt. Für die beauftragten Planungsbeteiligten ist es mit einem hohen Aufwand verbunden, alle Anforderungen des Aufgabenhefts zum richtigen Zeitpunkt zu erfassen und angemessen zu berücksichtigen. Auch Projektleiterinnen und Projektleiter des Bauherrn sind im alltäglichen Betrieb nicht ohne Weiteres in der Lage, die vorgelegten Planungsunterlagen mit den bauherreneigenen Standardanforderungen abzugleichen und somit eine Prüfung der Einhaltung durchzuführen. Dieser Umstand kann im Ergebnis wieder zu unnötig individualisierten Planungsprozessen mit entsprechend zeitaufwändigen Iterationen führen.

Der Bedarf nach einem praktikableren Arbeitsmittel zur Vereinfachung des Planungsprozesses, zur zielgerichteten Erfüllung der Bauaufgabe und zur Entlastung des Personals ist somit deutlich geworden. Um das zu erreichen und überhaupt die Anwendung durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der jeweiligen Bauverwaltung erwarten zu können, bedarf es der richtigen Dokumente, die zur richtigen Zeit sinnvoll und möglichst zeitsparend verwendet werden können. Entscheidend für die Anwendbarkeit der Dokumente sind unter anderem folgende Aspekte:

- **Medium:**

Unterlagen können digital oder analog vorliegen und mit Einschränkungen und veränderten Verwendungsmöglichkeiten dazwischen übertragen werden (drucken, scannen, fotografieren). Selbst bei voranschreitender Digitalisierung und zunehmender Ausstattung mit entsprechender Medientechnik, kann es insbesondere bei der kollaborativen Arbeit an einem Ort sinnvoll sein, weiterhin den Einsatz analoger Medien zu ermöglichen. Während ein gemeinsames Informationsmodell gemäß BIM-Konzept im Vergleich dazu viele Vorteile aufweist, ist ein Medium mit der Option zur analogen Verwendung vor allem im Zuge der Bedarfsplanung in der Erstellung, Pflege und Anwendung zugänglicher.

- Seitenformat:

Die Übersichtlichkeit und niedrighschwellige Anwendung unterscheiden sich deutlich je nach dem gewählten oder resultierenden Format. Während zum Beispiel ein Schnittstellenkatalog nach VDI 6039 in ausgedruckter Form mehrere Seiten im Format DIN A0 füllen und den sinnvollen Umgang als Arbeitsmittel analog praktisch ausschließt und digital deutlich erschwert, sind Unterlagen im Format DIN A3 und DIN A4 problemlos digital und analog verwendbar.

- Umfang:

Der Umfang des Arbeitsmittels ist teilweise verknüpft mit der Detailtiefe. Ein limitierter Umfang erlaubt auch tendenziell nur die Nennung weniger Details. Das Hauptaugenmerk liegt dann entsprechend auf einer Fokussierung und Erhöhung der Informationsdichte durch geeignete Abbildungen. Der Umfang ist noch vor dem Seitenformat entscheidend für die Übersichtlichkeit. Ein geringerer Seitenumfang ermöglicht außerdem einen niedrighschwelligen und zeiteffizienteren Zugriff. Die Auffindbarkeit bestimmter Informationen kann bei einer einseitigen Übersicht deutlich einfacher sein als bei einem 200-seitigen Dokument.

- Aktualität:

Damit Dokumente tatsächlich den maximalen Mehrwert als Arbeitsmittel entfalten, ist es wichtig, dass die darin enthaltenen Informationen möglichst dem aktuellen Stand entsprechen. Wenn zu viele veraltete, überholte und unter Umständen sogar irreführende Informationen enthalten sind, ist das Dokument als Arbeitshilfe nicht mehr vertrauenswürdig. Dementsprechend ist eine regelmäßige Unterlagenpflege unerlässlich. Neue Entwicklungen, Korrekturen und Ergänzungen sollten zeitnah berücksichtigt und eine sinnvolle Versionierung vorgenommen werden.

- Vollständigkeit und Relevanz

Die Qualität der Dokumente wird maßgeblich von der Relevanz bestimmt. Zum Zeitpunkt der Anwendung sollten möglichst alle relevanten Informationen vollständig vorhanden sein. Wenn der größte Teil der aufgeführten Informationen zum geplanten Zeitpunkt nicht benötigt wird, dann ist das gesamte Dokument nur wenig hilfreich. Weiterhin stellt sich die Frage nach der Vollständigkeit. Umso mehr Informationen im Dokument enthalten sind, desto höher ist der Wert als alleinstehende Unterlage. Sollten darüber hinaus allerdings viele weitere Dokumente für den jeweiligen Zweck notwendig sein, sinkt der Wert des Standarddokuments. Im Extremfall wird es sogar gänzlich redundant.

Das Erfordernis ergänzender Dokumente kommt sowohl durch fehlende Informationen als auch durch gezielt integrierte Verweise auf ausführlichere Beschreibungen, Normen und Richtlinien zustande.

Ein übersichtlicheres Format der Standardisierungsvorgaben erfordert die Zusammenfassung, Priorisierung, Vereinfachung von Informationen und die Erhöhung der Informationsdichte durch geeignete Abbildungen und Anhänge.

Im Ergebnis wurden die Standardblätter im Format DIN A3 entworfen, die eine Zusammenfassung der wichtigsten Bauherrenanforderungen für die jeweiligen Gebäude-, Anlagen- und Raumtypen enthalten. Das Format und der Aufbau der Informationen ermöglichen den unkomplizierten Ausdruck und damit die handliche Verwendung als Besprechungsunterlage sowie die Verwendung als Checkliste, um direkt eine Compliance-Prüfung durchzuführen. Bei bestimmten Themen bietet es sich an, einen Verweis auf das umfassendere Lastenheft zu integrieren. Vor allem wenn weitere Vorlagen, z.B. für Beschriftungen von Rohrleitungen, gegeben werden sollen. Die Aktualität, Vollständigkeit und Relevanz ist durch einen entsprechenden Prozess zur Unterlagenpflege aufrecht zu halten und möglichst stetig, mindestens regelmäßig zu optimieren.

5.3 Standardblätter Bau

Die aufgrund der oben beschriebenen Problemstellungen und Anforderungen entwickelten Standardblätter sind in den folgenden Kapiteln 5.3.1 bis 5.3.3 entsprechend der Ebene Gebäude, Raum und Anlage erläutert.

5.3.1 Gebäudeblatt

Das Standardblatt zum Gebäude, hier der Gebäudetyp Verwaltungs- und Bildungsbau, fasst die wichtigsten Bauherrenanforderungen auf der allgemeingültigsten Ebene zusammen. Im oberen linken Viertel ist ein Musterfoto abgebildet, welches den Geltungsbereich veranschaulichen soll. Zu sehen ist die Fassade des Förderzentrums auf der Bult, der heruntergefahrene außenliegende Sonnenschutz und der begrünte Außenbereich vor dem Haupteingang. Die auf dem Blatt angeordneten Daten sind thematisch und anhand der Kostengruppen gemäß DIN 276 zusammengefasst. Vor allem die branchenübliche Anordnung nach den Bau-Kostengruppen gewährt den Beteiligten die maximale Übersicht. Die unten links aufgeführten Konzepte und Sachverständigenleistungen dienen als Checkliste der Vollständigkeitsprüfung. Die Konzepte sind von den Planenden entsprechend zu erstellen und die Sachverständigenleistungen

sind zu beauftragen und in den Planungsablauf zu integrieren. Eine Besonderheit beim Gebäudeblatt sind die im Sinne des Standardisierungskonzeptes eigentlich zu vermeidenden Freiheitsgrade, die bei dem Wärmeschutz allerdings explizit gewünscht waren. Die Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten der opaken und transparenten Bauteile und an die Luftdichtheit ermöglichen zunächst die drei Effizienzstandards EnEV-Referenz, EnEV – 30 % (KfW-Effizienzhaus 55) und Passivhaus. Bei anderen Themen gibt es hingegen keine Optionen. So zum Beispiel bei dem Sonnenschutz: dieser ist als wichtige Komponente sowohl im Aufbau als auch in der Funktion sehr detailliert beschrieben.

Die Standards greifen nur wenig in das architektonische Design des Gebäudes ein. Auswirkung gibt es lediglich durch die Anforderungen bezüglich des A/V-Verhältnisses, der Dachform, des Fensterflächenanteils und des Sonnenschutzes.

Gebäudetyp „Verwaltungs- und Bildungsbauten“
Stand: 27. Februar 2020


Region Hannover



B Fenster und Türen

- transparente Bauteile:
 - EnEV: $U \leq 1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - EnEV-30%: $U \leq 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - Passivhaus: $U \leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Fenster mit einem g-Wert von $< 0,4$
- Barrierefreie Zugänglichkeit zum Gebäude (Türbreiten, Taster, taktiles Leitsystem)
- Keine 3-fach-Verglasung der Haupteingangstüren

C Innenausbau

- Farbwahl des gesamten Ausbaus und der Ausstattung unter Berücksichtigung der Barrierefreiheit (mögliche Einschränkungen in Farbwahrnehmung und Kontrastsehen beschreiben)

D Sonnenschutztechnik

- Außenliegender oder im Scheibenzwischenraum befindlicher Sonnenschutz mit variabler Lamellenstellung an allen relevanten Fassaden
- Windstabilität und Betrieb mindestens bis Windstärke 7
- Wenn möglich Verwendung von 230V AC-Antrieben
- Sonnenschutz muss bei Alarmmeldungen im Gebäude hochfahren, um die Sicht auf und den Zugang zu den Fenstern freizugeben
- Regelung gemäß Aufgabenheft Kapitel 4.14.4

E Dach

- Flachdach
- Planung einer intensiven Dachbegrünung auf Substratgrundlage gemäß „Dachbegrünungsrichtlinien 2018“ des FfL

F Grundrissdispositionsvorgaben

Büro- / Verwaltungsbauten:

- Aufteilung in eigenständige Nutzungseinheiten möglich (ein Sanitärkern und ein Treppenhäuser je Nutzungseinheit)
- Kommunikationszonen vorsehen
- Distanz zwischen lärmintensiven Räumen (Aufzüge, ...) und Aufenthaltsräumen

Bildungsbauten:

- Distanz zwischen lärmintensiven Räumen (Aufzüge, Küchen, Werkräume...) und Unterrichtsräumen

KG 400 – Technische Anlagen

G Energieversorgung

- Dachmontierte, aufgeständerte Photovoltaik-Module

H Technizentralen

- Zugänglichkeit für späteren Austausch oder Nachrüstung der Anlagen
- Platzreserven in den Technizentralen

I Schächte

- Platzreserven in den Schächten
- Revisionsöffnungen

J Gebäudeautomation

- Technisches Betriebsmonitoring durch Energiemanagement Region Hannover
- Beauftragung eines unabhängigen Dritten zur Durchführung eines technischen Monitorings nach AMEV-Empfehlung 139

K Sicherheit

- Druckknopfmelder für Feuer- und Hausalarm
- AMOK-Alarm-Schlüsselschalter
- Weitere Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

KG 500 – Außenanlagen

- Aufenthaltsbereiche im Außenraum
- Aufenthaltsfördernde Ausstattung im Außenraum
- Fahrradstellplätze (Anzahl, Verortung, Ausleuchtung, Ledestationen f. E-Bikes)
- Beleuchtung im Eingangs- / Außenbereich
- Vermeidung invasiver Pflanzenarten, standortgerechte Bepflanzung
- Artenschutz / Biodiversität
- Regenschaltdecken / Regenwassernutzung
- Helle, versickerungsfähige Oberflächen
- E-Mobilität

L Instandhaltung

- Ausschreibung eines Instandhaltungsvertrags für die Pflege der Grünflächen im Außenbereich und auf dem Dach
- Ausschreibung eines Instandhaltungsvertrags für die Photovoltaikmodule
- Ausschreibung eines Instandhaltungsvertrags für die Raffstore-Anlage

KG 610 – Ausstattung

Büro- / Verwaltungsbauten:

- Duschen
- Spinde
- Stül- und Wickelmöglichkeiten (wenn nicht in den WC-Bereichen enthalten)
- Fitnessmobiliar/-geräte

Konzepte

- Konzept Barrierefreiheit
- Konzept Umnutzungsfähigkeit
- Rückbau- und Recyclingkonzept
- Reinigungs- und Instandhaltungskonzept
- Konzept Biodiversität
- Monitoringkonzept / Qualitätssicherung
- Energiekonzept
- Sicherheitskonzept
- Farb- und Materialkonzept
- Gestaltungskonzept Innenausbau / Möblierung
- Arbeitsplatzkonzept
- Schallschutzkonzept
- Konzept Sommerlicher Wärmeschutz

Sachverständigenleistungen

- Sicherheitsanlagen
- Lüftungsanlagen
- Blitzschutzanlagen
- Brandschutz

KG 300 – Baukonstruktionen

A Fassade

- Zweiseitig oder monolithisch
- opake Bauteile:
 - EnEV: $U \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - EnEV-30%: $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - Passivhaus: $U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Wärmebrückenachweis:
 - Ohne Nachweis bzw. pauschaler Zuschlag unzulässig
 - Gleichwertigkeitsnachweis DIN 4108 Beiblatt 2: $\Delta U_{th} \text{ (pauschal)} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Detaillierter Wärmebrückenachweis
- Luftdichtheit der Gebäuhülle:
 - EnEV: $n_{50} \leq 0,8 \text{ 1/h}$
 - Passivhaus: $n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$
- Fassadenbezogener Fensterflächenanteil 45% - 55%
- Schallschutz, gegen Außenlärm DIN 4109-1:2016
- Vorgaben zu Materialen:
 - mineralische oder natürliche Dämmstoffe
 - Recyclingbeton
 - Hölzer mit FSC/PEFC Zertifikat
 - Ausschluss von Tropenholzern
 - ...
- Auswahl der Baustoffe unter ökologischen Aspekten
- Fassadeintegrierte Nesthallen
- Hochwasserschutz berücksichtigen (Abdichtungen, ...)
- Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit der Fassade

Abbildung 9: Gebäudeblatt

5.3.2 Raumblätter


Die Raumblätter sind analog zum Gebäudeblatt aufgebaut, enthalten allerdings ein einfaches Schema mit den wesentlichen Übergabesystemen und Ausstattungsmerkmalen des jeweiligen Raumtypen. Aufgeführt sind wieder die Anforderungen für die Bau-Kostengruppen 300, 400

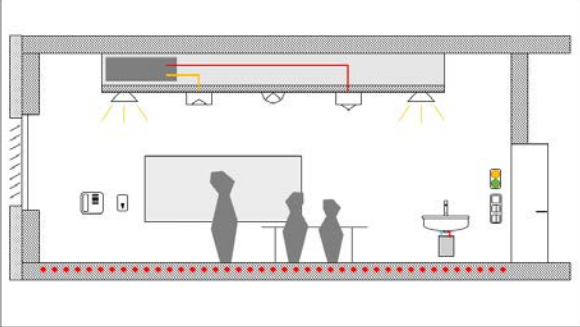
und 610. Der Raumaufbau und die Ausstattung ist anhand der Standards sehr detailliert beschrieben und reicht von Akustikanforderungen, Materialien für Boden und Decke und Sicherheitsmerkmalen bis zu Beleuchtungs-, Heiz- und Kühl- und Lüftungskonzept. Hervorzuheben ist außerdem das für die Nutzerinnen und Nutzer direkt erfahrbare und für das Wohlbefinden erhebliche Gewerk MSR. Die beschriebenen Bedienmöglichkeiten sollen die intuitive Kontrolle über die Raumfunktionen und damit die optimale Behaglichkeit für die meisten Personen gewährleisten. Über entsprechende Nachlaufzeiten und Automatikfunktionen wird den Anforderungen hinsichtlich der Energieeffizienz Rechnung getragen.

Abbildung 10 zeigt das Raumblatt für einen der wichtigsten Raumtypen im Bereich kommunaler Bauaufgaben, dem Unterrichtsraum. Gerade der Unterrichtsraum ist Gegenstand vieler Diskussionen, vor allem im Bereich der Lüftungstechnik. Diese können mithilfe der Standardisierung auf Grundlage von gesichertem Wissen deutlich abgekürzt werden. Als weiteres Beispiel für stetig wiederkehrende, zeitaufwändige Diskussionen in Einzelprojekten wurde von den beteiligten Akteuren im Projekt der Putzmittelraum genannt (siehe Abbildung 11). Hier gibt es insbesondere Standardisierungsbedarf bezüglich der Raumlüftungstechnik und der Ausstattung mit Aufbewahrungsmöbeln, Sanitäranlagen und vorzusehenden Anschlüssen und Stellflächen für das Reinigungsequipment.

Bei Büroräumen stellt sich häufig die Frage nach der richtigen Komplexität an Übergabesystemen und Automatisierung sowie der Abwägung von finanziellem Aufwand für Energieeffizienz und Nutzerkomfort. Die Standards der Deutschen Bundesbank, die in das Projekt eingebunden wurde, sollen dieses Spektrum entsprechend abdecken und in den Einzelprojekten je nach individuellen Anforderungen eingesetzt werden. Abbildung 12 zeigt die komplexeste Variante und Abbildung 13 die einfachste. Die Besonderheit bei diesen Blättern ist, dass in jedem Fall sehr hohe Ansprüche an Komfort und Energieeffizienz gestellt werden. Im Ergebnis soll mit jeder Ausstattung die Effizienzklasse A nach DIN EN ISO 52120 erreicht werden, nur in Ausnahmefällen die Klasse B. Entsprechende Anforderungen an die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ist im Schema und im Text benannt und den Raumblättern in Form einer eigens für den Standard angefertigten, detaillierten Automationsplanung beigelegt. Diese dient in den folgenden Einzelprojekten als direkte Planungsvorgabe.

Raumtyp „Unterrichtsraum B“
Stand: 27. Februar 2020


Region Hannover



KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Installation im angrenzenden Differenzierungsraum, sofern vorhanden
- Zeitprogramm- und präsensgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Lüftungsampel empfiehlt Fensterlüftung
- Schallsämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsensgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregeltem Durchlauferhitzer
- Auslufttemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept
- Raumnummern müssen von außen an einem Fenster pro Raum ersichtlich sein

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein und Aus)

Datenpunkte technisches Monitoring

Datenpunkte	technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C	
Präsenzmessung	0/1	
Raumsohltemperatur	°C	
Außenlufttemperatur	°C	
Betriebsmessung Ventilatoren dRLT	0/1	
Bypassklappenstellung	%	
Zuluft-Temperatur	°C	
Fortluft-Temperatur	°C	
Abluft-Temperatur	°C	
Stellung Motorstellventil FBH	%	

J Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Interaktives Whiteboard und Beamer
- Telefon in Lehrernähe
- Tische mit unterseitigen Schienen zum Einhängen der Stühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen

KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau


- stabiler Lineum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Magnetische Farbe oder sonstige Anbringmöglichkeit für Wandbezüge durch die Nutzer an einer Innenwand mit geeigneter Fläche
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp A4 – „Unterricht inklusiv“ oder Raumtyp A3 – „Unterricht“ einhalten
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

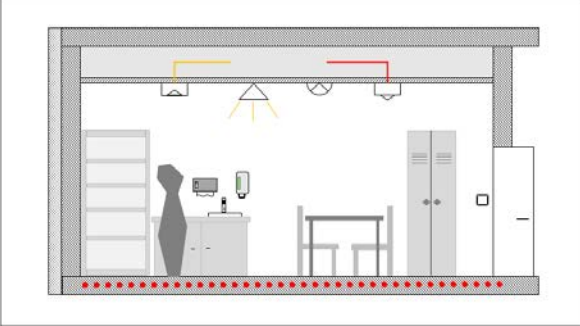
B Fenster und Türen

- Tritt- und schalterunabhängige Türschlösser, Öffnung von außen nur mit Schlüssel
- Manuell öffnbare Fenster

Abbildung 10: Raublatt Typ „Unterrichtsraum“

Raumtyp „Putzmittelraum“
Stand: 27. Februar 2020


Region Hannover



KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- Zu- und Abluft
- Zeitprogramm- und präsensgesteuerter Betrieb
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels und unter Beachtung der Stofflasten (Gerüche, Feuchte, ...)
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Schallsämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsensgesteuert
- Manuell schaltbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Schuko-Steckdosen 230 V / 16 A im Bereich des Tisches

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregeltem Durchlauferhitzer
- Auslufttemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)

Datenpunkte technisches Monitoring

Datenpunkte	technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C	
Außenlufttemperatur	°C	
Betriebsmessung Ventilatoren RLT	0/1	
Zuluft-Temperatur	°C	
Abluft-Temperatur	°C	

KG 610 – Ausstattung

- Offener Regalschrank mit 5 Fachböden mit den Abmessungen 2,0 m x 0,8 m
- Stellfläche für Reinigungswagen, ca. 1,4 m x 0,6 m
- Garderobenspind bestehend aus 2 Abteilen mit je einem Hubboden und Kleiderstange. Die Türen sind je mit Lüftungsschlitzen, eingestanztem Etikettenträger und einem verschleißbaren Drehnriegelschloss vorzusehen
- 1 Tisch (0,6 m x 0,6 m) und 2 Stühle
- Ausgussbecken mit Klapprost und Trinkwasseranschluss (PWC) als Auslaufarmatur mit Standardgriff
- Seifenspender
- Papierhandtuchspender

Zusätzlich bei Unterbringung eines elektrisch betriebenen Reinigungsautomaten:

- Stellfläche für Reinigungsautomaten mit den Abmessungen ca. 1,40 x 0,80 m
- Vergrößerte Raumbreite
- Schuko-Steckdosen 230 V / 16 A
- Trinkwasseranschluss (PWC) als Auslaufarmatur mit Standardgriff in Höhe 0,5m OKFFB mit Schlauch und Schlauchhalter zum Befüllen des Reinigungsautomaten
- Bodenablauf mit abnehmbaren Roste im Bereich des Reinigungsautomaten

KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

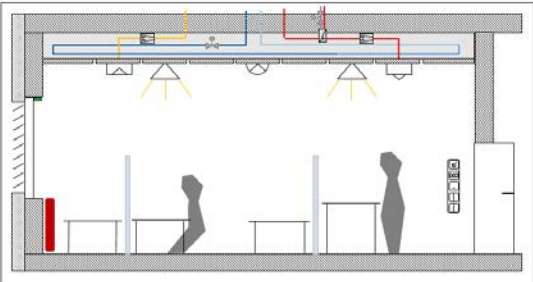
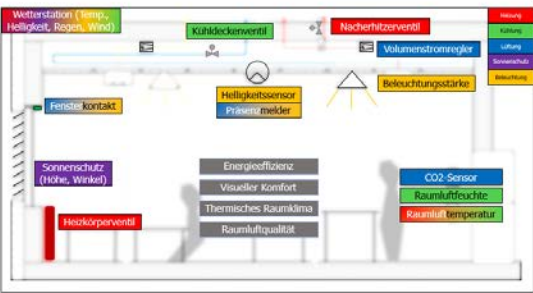
- stabiler Lineum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

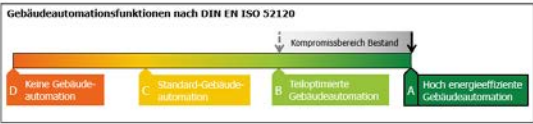
- Öffnung von außen nur mit Schlüssel

Abbildung 11: Raublatt Typ „Putzmittelraum“

Raumtyp „Büro komplex“
Stand: 19. Februar 2021

Gebäudeautomationsfunktionen nach DIN EN ISO 52120



☐ Checkbox / Pflicht ○ Option

KG 300 – Baukonstruktionen

A Sonnenschutz

- ☐ Sonnen- und Blendschutz mit variabler Lamellenstellung an allen relevanten Fassaden:
 - außenliegende Rollläden
 - außenliegende Jalousien
- ☐ Windstabilität und Betrieb mindestens bis Windstärke 7
- ☐ Vereisungs- und Windschutzsteuerung
- ☐ Sommer: Lamellennachführung gemäß Sonnenstandsrechnung, um jeweils das Optimum an Durchsichtbarkeit und Blendschutz bzw. Kühlleistung zu erreichen
- ☐ Winter: Solare Gewinne haben Vorrang vor Blendschutz
- ☐ Sonnenschutz muss bei Alarmmeldungen im Gebäude hochfahren, um die Sicht auf und den Zugang zu den Fenstern freizugeben

KG 400 – Technische Anlagen

B Heizung und Kühlung

- ☐ Deckung der Heizlast mit Plattenradiatoren und per Zuluft
- ☐ Deckung der Kühllast per Sonnenschutz, passiver Kühldecke und per Zuluft

C Raumlufttechnik

- ☐ Versorgung durch zentrale Lüftungsanlage
- ☐ Raumweise Regelung des Luftvolumenstroms über VVR in Abhängigkeit von der Raumluftqualität (CO₂-Sensor), Möglichkeit zur zeitweisen manuellen Übersteuerung
- ☐ Schaltpuffer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren
- ☐ CO₂-Sensor im Abluftkanal
- ☐ Spül- und Freikühlbetrieb

D Beleuchtung

- ☐ Beleuchtung mit LED-Leuchten:
 - präsenzgesteuert
 - tageslichtabhängig gedimmt in Abhängigkeit vom Sonnenschutz
- ☐ Mindest-Beleuchtungsstärke von 500 lx gemäß ASR 3.4
- ☐ Komplexe Beleuchtungssteuerung mit Lichtfarbe (HCL-Regelung)

E Elektro- und Informationstechnik

- ☐ Kabel- und Anschlussverteilung:
 - Hohlraumboden mit Bodenbanks in regelmäßigen Abständen mit Strom- und Netzwerkanlässen
 - Kabelführung, Strom- und Netzwerkanlüsse in umlaufenden Brüstungskämlen
 - Integration in Möbel

F Gebäudeautomation

- ☐ DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung, ansonsten BACnet
- ☐ Ansteuerung Sonnenschutz:
 - einfach: Zweipunktsteuerung (hoch, runter)
 - komplex: SMI-Protokoll
- ☐ Sollwertvorgabe entsprechend der vier Energielevels: Komfort (Nutzung), Bereitschaft (vor Nutzung), Absenken (Nachts und

Benötigte Datenpunkte

Datenpunkt	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Raumluftfeuchte	%
Raumluftqualität / CO ₂ -Konzentration	ppm
Präsenzmeldung	0/1
Helligkeit	lx
Raumtemperatur berechnet	°C
Betriebsmeldung RLT	0/1
Betriebsmeldung Nachheizerpumpe	0/1
Stellung Ventil Nachheizter	%
Stellung VVR Abluft	m ³ /h
Stellung VVR Zuluft	m ³ /h
Stellung Ventil Kühldecke	%
Stellung Ventil Heizkörper	%
Position Sonnenschutz	%
Lamellenwinkel Sonnenschutz	°
Meldung Fensteröffnung	0/1
Zuluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

Wetterstation:

- ☐ Außenlufttemperatur °C
- ☐ Windgeschwindigkeit m/s
- ☐ Regenmesser 0/1
- ☐ Helligkeit lx

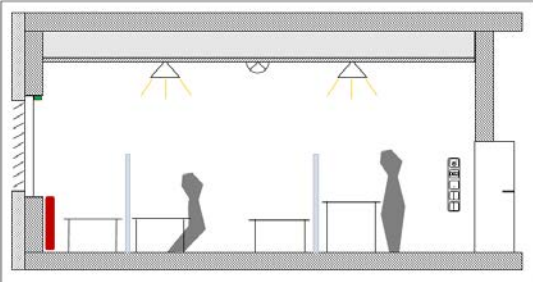
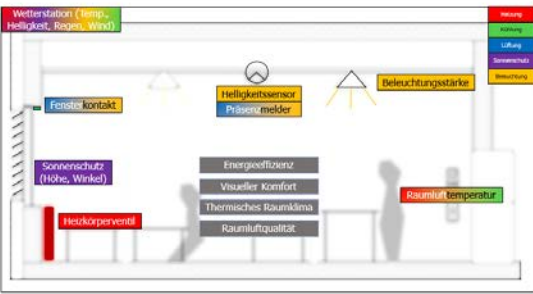
Weitere Details:
GA-Regelschema in Anhang A
Funktionsbeschreibung in Anhang B

KG 610 – Ausstattung

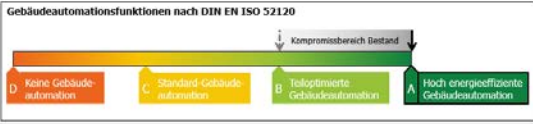
- ☐ Höhenverstellbare Schreibtische und ergonomische Bürostühle
- ☐ Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen
- ☐ individuell regelbarer Blendschutz, sofern erforderlich

Abbildung 12: Raumblatt Typ "Büro komplex"

Raumtyp „Büro minimal“
Stand: 19. Februar 2021

Gebäudeautomationsfunktionen nach DIN EN ISO 52120



☐ Checkbox / Pflicht ○ Option

KG 300 – Baukonstruktionen

A Sonnenschutz

- ☐ Sonnen- und Blendschutz mit variabler Lamellenstellung an allen relevanten Fassaden:
 - außenliegende Rollläden
 - außenliegende Jalousien
- ☐ Windstabilität und Betrieb mindestens bis Windstärke 7
- ☐ Vereisungs- und Windschutzsteuerung
- ☐ Sommer: Lamellennachführung gemäß Sonnenstandsrechnung, um jeweils das Optimum an Durchsichtbarkeit und Blendschutz bzw. Kühlleistung zu erreichen
- ☐ Winter: Solare Gewinne haben Vorrang vor Blendschutz
- ☐ Sonnenschutz muss bei Alarmmeldungen im Gebäude hochfahren, um die Sicht auf und den Zugang zu den Fenstern freizugeben

KG 400 – Technische Anlagen

B Heizung

- ☐ Verringerung der Heizlast mit Plattenradiatoren
- ☐ Verringerung der Kühllast per Sonnenschutz, keine aktive oder passive Kühlmöglichkeit
- ☐ Verriegelung bei Fensteröffnung

C Raumlufttechnik

- ☐ Fensterlüftung, keine mechanische Lüftung
- ☐ Fensterkontakt zur Unterstützung des regelmäßigen Raumluftwechsels

D Beleuchtung

- ☐ Beleuchtung mit LED-Leuchten:
 - präsenzgesteuert
 - tageslichtabhängig gedimmt in Abhängigkeit vom Sonnenschutz
- ☐ Mindest-Beleuchtungsstärke von 500 lx gemäß ASR 3.4

E Elektro- und Informationstechnik

- ☐ Kabel- und Anschlussverteilung:
 - Hohlraumboden mit Bodenbanks in regelmäßigen Abständen mit Strom- und Netzwerkanlässen
 - Kabelführung, Strom- und Netzwerkanlüsse in umlaufenden Brüstungskämlen
 - Integration in Möbel

F Gebäudeautomation

- ☐ DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung, ansonsten BACnet
- ☐ Ansteuerung Sonnenschutz:
 - einfach: Zweipunktsteuerung (hoch, runter)
 - komplex: SMI-Protokoll
- ☐ Sollwertvorgabe entsprechend der vier Energielevels: Komfort (Nutzung), Bereitschaft (vor Nutzung), Absenken (Nachts und Unbeaufsichtigt) und Gebäudeschutz
- ☐ Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb der Raumklimatisierung
- ☐ Präsenzerfassung per Präsenzmelder und Präsenztafter
- ☐ Sollwertverschiebung zur Sommerkompensation ab 27 °C

Benötigte Datenpunkte

Datenpunkt	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Raumluftfeuchte	%
Raumluftqualität / CO ₂ -Konzentration	ppm
Präsenzmeldung	0/1
Helligkeit	lx
Raumtemperatur berechnet	°C
Stellung Ventil Heizkörper	%
Position Sonnenschutz	%
Lamellenwinkel Sonnenschutz	°

Wetterstation:

- ☐ Außenlufttemperatur °C
- ☐ Windgeschwindigkeit m/s
- ☐ Regenmesser 0/1
- ☐ Helligkeit lx

Weitere Details:
GA-Regelschema in Anhang A
Funktionsbeschreibung in Anhang B

KG 610 – Ausstattung

- ☐ Höhenverstellbare Schreibtische und ergonomische Bürostühle
- ☐ Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen
- ☐ individuell regelbarer Blendschutz, sofern erforderlich


Abbildung 13: Raumblatt Typ „Büro minimal“

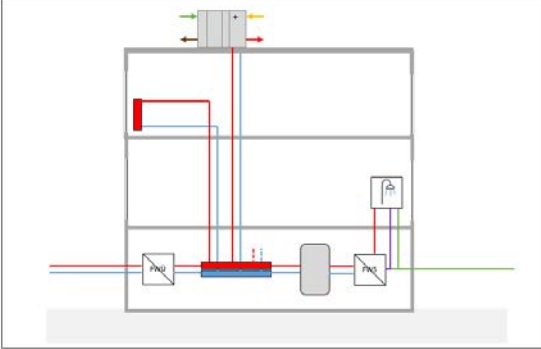
5.3.3 Anlagenblätter

Die entwickelten Anlagenblätter decken die am häufigsten angewendeten Anlagenkonzepte im kommunalen Bereich ab. Jedes Anlagenblatt enthält ein vereinfachtes Schema mit den wesentlichen Komponenten und hydraulischen Verknüpfungen. (siehe Abbildung 14) Außerdem ist neben der textuellen Beschreibung der Anforderungen auf der rechten Hälfte, unten links eine Tabelle mit den zu implementierenden Regelungsfunktionen nach DIN EN ISO 52120 abgebildet. Aus dieser Auswahl an Regelungsfunktionen wurde eine gesamte Effizienzklasse für diesen Anlagentypen berechnet und dargestellt, um einen groben Indikator für die Ausschöpfung an effizienzsteigernden Automationsfunktionen zu liefern. Im Textbereich sind die einzelnen Vorgaben unterteilt in die Themen „Erzeuger“ mit der Beschreibung des Anlagentyps und den Systemtemperaturen, „Hydraulik und Verteilung“ mit Ausführungs-Informationen zu den meisten Hydraulikkomponenten, „Trinkwasseranlagen“, „Automation“ mit vorzusehenden Datenpunkten, Netzwerkschnittstellen und -protokollen und „Raum“ mit Vorgaben für den Aufstellort, so wie zu hinterlegende Dokumentation, Beschriftungskonventionen der Rohrleitungen und Besonderheiten für die Reinigung und Entleerung.

Die Anlagenblätter sind außerdem ergänzt um die dazu passende Planungsunterlage nach VDI 3814, dem Regelschema (Abbildung 15) und der Funktionsliste (Abbildung 16). Das Regelschema enthält alle aus Sicht der MSR-Technik relevanten Aktoren und Sensoren und deren Lokalisierung im Anlagenaufbau. Die zugehörige Funktionsliste stellt die Erklärung sämtlicher Datenpunkte in Form von genauer spezifizierten Automationsfunktionen dar. Daraus geht entsprechend hervor, ob ein Datenpunkt netzwerktechnisch als binäre oder analoge, Eingabe- oder Ausgabefunktion umzusetzen ist. Außerdem ist definiert welche Verarbeitungsfunktionen zu implementieren sind. Mit dieser sehr konkreten Ergänzung auf Anlagenebene gibt es deutlich weniger Optionen zur Ausführung der Versorgungstechnik und somit weniger Fehlerquellen sowie effizientere, schnellere Planungsschritte in diesem Bereich.

Anlagentyp „Fernwärme“
Stand: 27. Februar 2020

Region Hannover 



Gebäudeautomationsfunktion nach DIN EN 15232-1 (2017)	Regelungsart	Effizienzklasse
1 Regelung des Heizbetriebs		
1.1 Regelung der Übergabe	3	A
1.2 Regelung der Übergabe für TABS (Heizbetrieb)	2	B
1.3 Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
1.4 Regelung der Umlazpumpen im Netz	3	A
1.5 Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
1.6 Regelung des Wärmeerzeugers (Verbrennungs- und Fernheizung)	2	A
1.7 Regelung des Wärmeerzeugers (Wärmepumpe)	2	A
1.9 Betriebsabfolge der verschiedenen Wärmeerzeuger	1	C
1.10 Regelung des Betriebs mit ladender Wärmespeicherung	1	C
2 Regelung der Trinkwassererwärmung		
2.4 Regelung der Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe	1	A

Keine Gebäudeautomaton (D) Standard Gebäudeautomaton (C) Teilgünstigste Gebäudeautomaton (B) Hoch effizienteste Gebäudeautomaton (A)

A Erzeuger

- Fernwärme-Kompaktstation
- Berücksichtigung der Technischen Anschlussrichtlinie für die Versorgung mit Fernwärme (TAR) von energy
- Max. sekundäre Vorlauftemperatur von 70 °C
- Max. Temperatur in den Heizressen von 55 °C
- Max. Rücklauftemperatur zur FWU von 50 °C, gemäß TAR
- Bei Turnhallen und Sportanlagen die Einkopplung solarer Brauchwassererwärmung prüfen

B Hydraulik und Verteilung

- Sinnvolle Aufteilung der Heizkreise im Gebäude (z.B. N-O, S-W)
- Mindestens 30 kW Wärmelast pro Heizkreis
- Umlazpumpen mit einem Energieeffizienzwert von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf; bei Fußbodenheizkreisen zusätzlich mit konstanter Vormischung
- Differenzdruckunabhängige Regelventile
- Dämmung jeglicher hydraulischer Komponenten gemäß EN16, Materialien und Dimensionierung gemäß Aufgabenhft Kapitel 6.2.4.2.3
- Schlämm- und Magnetzabscheider vorsehen
- Schmutzfänger in Topfform vorsehen, Y-Form lediglich an Sammler/Verteiler und Regelstrecken mit kleinen kv-Werten
- Sämtliche Regel- und Armaturengruppen aus schwarzem, geschweißtem Stahlrohr
- Zur Entlüftung Lufttöpfe vorsehen
- Verzinkte Entleerungsmehrinnne mit Geruchsverschluss vorsehen und Entleerungs- und Entleerungsmöglichkeiten entsprechend heranzuführen
- Wasseraufbereitung und -nachspeisung gemäß dem Konzept für Full- und Ergänzungswasser und konform mit DIN EN 1717
- Heizungspufferspeicher zur Versorgung der Trinkwassererwärmung

C Trinkwasseranlagen

- Kaltwasserhauptanspeisung und -verteilung außerhalb wärmehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen)
- Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation
- Probenahmeventile in der PWC-, PWH- und in der PWH-C-Leitung vor der Zirkulationspumpe
- Weitere Anforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551

D Automation

- Sensork- und Aktork gemäß Regelschema im Anhang
- BACnet als verbindliches Kommunikationsprotokoll; sämtliche aktive Komponenten mit BACnet-Schnittstelle
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß individuellem Mess- und Zählkonzept der Region Hannover
- Zähler sind mit M-BUS-Schnittstelle und externer Spannungsversorgung auszuführen und direkt per M-BUS an den Datenlogger der Region Hannover anzubinden; Genauigkeit und Einheiten gemäß Aufgabenhft Kapitel 6.1.4.1
- Auf GLT aufzuschaltende Datenpunkte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenhft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellenlogger der Region Hannover vom Typ RmCU V 4.0 DIN Rail
- durchgängige Anwendung des Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte gemäß Aufgabenhft Kapitel 12.2
- Beschriftungsschilder aller Netzverteilnehmer selbstklebend und aus einem gravierten, zweifarbigen Resopalplattenwerkstoff (Schichtstoffplatte gelb/schwarz); Beschriftungen gemäß Aufgabenhft Kapitel 12.6.4.1 und 12.6.4.2

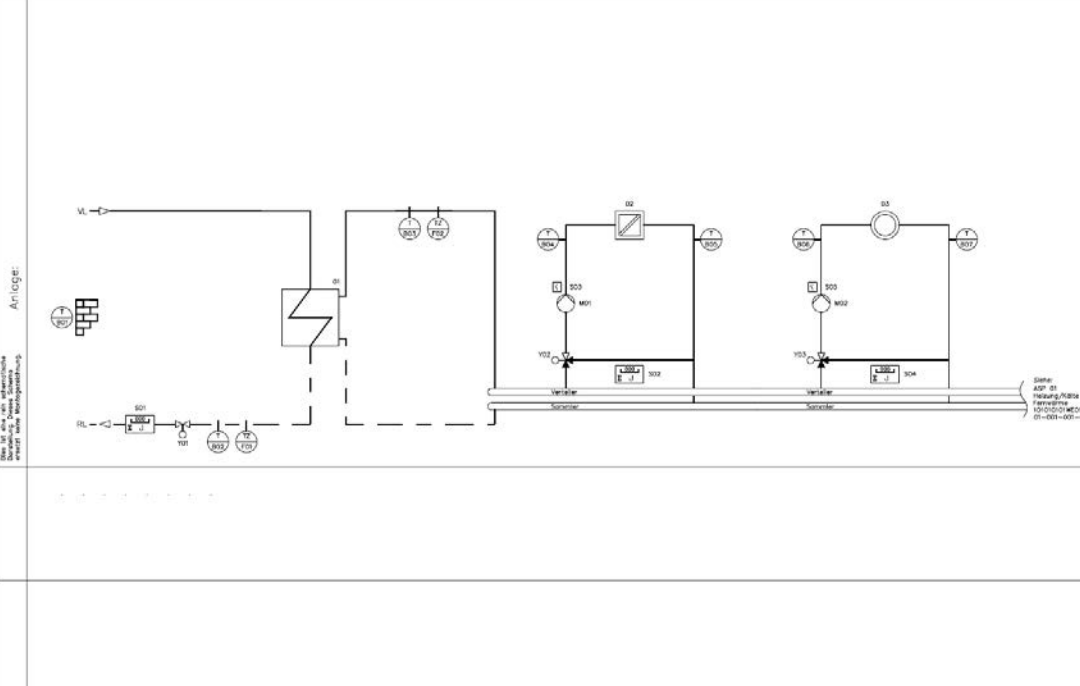
E Raum

- Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschirt im Heizungsraum aufzuhängen
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnet- und Schlämmscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerungsrinne angeschlossen ist
- Keine PWC-Versorgung zur Reinigung
- Falls realistische Be- und Entlüftung nicht möglich ist, mechanische Be- und Entlüftung abhängig von den Lasten vorsehen

F Sonstiges

- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und entsprechender Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe versehen (Aufgabenhft Kapitel 6.1.10)
- Konzept für Full- und Ergänzungswasser gemäß VDI 2035 (Kapitel 6.2.4.1)
- Konzept zum Verbrauchs- und Anlagencontrolling in Abstimmung mit dem Energiemanagement der Region Hannover (Kapitel 6.1.4)
- Hygienekonzept für Wasseranlagen (Kapitel 6.1.5)

Abbildung 14: Anlagenblatt Typ "Fernwärme"



Anlage:

Region Hannover
Hildesheimer Straße 20
30169 Hannover

Projekt:
Region Hannover
Hildesheimer Straße 20
30169 Hannover

Gewerk:
Heizung/Kälte

Schaltstrich:
= 10101010E01

Zeichnungsnummer:
01-001-001-01-01

Seite:
1 / 5

Zähler:
1

Änderungen: Datum Name Norm: VDI 3814-1-Ersatz für: Datenname: 01073221ASP ASP 01

Abbildung 15: Anhang zum Fernwärme-Standard: Regelschema nach VDI 3814

1) Dauerbefehl: z.B. 0,0=2 BA
 2) aktiv oder passiv
 3) Nur gemeinsame, kommunikative Datenpunkte von Fremdsystemen für interoperative Funktionen
 4) Pro Engpass-Benutzeradresse zum a) Zusammenfassen, b) Verzögern und c) Unterdrücken von Meldungen
 5) Pro Engpass-Benutzeradresse
 6) Stellungsgröße: z.B. 3-Punkt = 2 x 2-Punkt
 7) Pro Engpass-Benutzeradresse
 8) z.B. Gerätestatus, Zeitschalttafel, Sicherheitsakt., Regler, Datei (DIN EN ISO 16484-3)
 9) Falls erforderlich, sind bei gemeinsamen (shared) Datenpunkten die Funktionen im Client mit "M" und die im Server mit "S" zu kennzeichnen (siehe B6B5)

Gebäudeautomation
 VDI 3814-1: 2009-11
 GA-Funktionsliste

Liegenschaft/Gebäude:
 Verwaltungsgebäude

ASP:
 ASP_01

Gewerk:
 Heizung/Kälte

Anlage:
 Fernwärme

Ein- / Ausgabefunktionen	Verarbeitungsfunktionen																		Managementfunktionen	Bedienfunktionen	ANMERKUNG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Physikalisch			Gemeinsam 3)9)			Überwachen			Steuern			Regeln			Rechnen / Optimieren																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432</

entsprechend in die Standard-Unterlagen einzupflegen, um bauherrenseitig aktiv Kompetenz aufzubauen und das Wissen personalunabhängig verfügbar zu machen.

Mit dem Beginn der Planung erlauben die Dokumente die Verwendung als Checkliste und damit eine Vollständigkeitsprüfung sowie einer Qualitätsprüfung der vorgelegten Planungsunterlagen.

Wie in Kapitel 5.2 bereits ausgeführt, bedarf es eines definierten Prozesses zur Pflege der Standarddokumente, damit die Vollständigkeit, Relevanz und Aktualität erhalten wird. Dafür sind neue Entwicklungen, Korrekturen und Ergänzungen zeitnah zu berücksichtigen und eine sinnvolle Versionierung vorzunehmen. Bei Überarbeitungsiterationen ist es neben internen Erfahrungszuwächsen zudem sinnvoll externe Quellen miteinzubeziehen. Dazu gehören sämtliche beratende Personen, Gesetzestexte, Normen und Richtlinien und auch andere Bauverantwortliche.

6 Evaluation der Systemstandards

Das Standardkonzept soll im Wesentlichen die Bauherrenrolle stärken und über die Verbesserung des Prozesses Zeit und Kosten sparen und die Qualität erhöhen. Dennoch sollte sichergestellt sein, dass die definierten Konzepte mindestens dem aktuellen Stand der Technik entsprechen sowie bestenfalls im Sinne der Nachhaltigkeit und sozialen Gerechtigkeit zukunftsweisend sind. Außerdem muss sichergestellt sein, dass der Prozess sowie die geforderten Standards von Planern, Errichtern und Herstellern auf dem Markt bedient werden können.

6.1 Theoretische Evaluation

Die formulierten Systemstandards lassen die Planung und Errichtung verschiedener Varianten zu. Mit Hilfe von Simulationen und vergleichenden Berechnungen wurden die Unterschiede bezüglich Energie, Wirtschaftlichkeit und Ökologie untersucht und bewertet.

6.1.1 Wärmeschutz und Anlagenkonzepte

Aus den jeweils drei Optionen für den Wärmeschutz, wie sie auf dem Gebäudeblatt genannt sind (siehe Abbildung 9), sowie aus den vier verschiedenen Anlagenkonzepten, ergeben sich als Kombination insgesamt 12 Varianten für die Simulation. Die wesentlichen Randbedingungen dieser Varianten sind in Tabelle 5 und Tabelle 6 aufgeführt und wurden in der Software Solar-Computer angelegt. Grundlage und Ausgangspunkt für die Simulation ist das zur Verfügung gestellte Modell des Förderzentrums auf der Bult, welches für den EnEV-Nachweis und Energieausweis erstellt wurde.

Tabelle 5: Wärmeschutz-Varianten

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizient (W/m ² K)		
	A GEG/EnEV Referenz	B Passivhaus Projekt Bult	C nZEB "KfW55" = 0,7 * Referenz
Außenwand	0,28	0,125	0,20
Dach	0,20	0,12	0,14
Außenfenster	1,3 (g=0,6)	0,799 (g=0,38)	0,90 (g=0,4)
Fußboden	0,35	0,123	0,25

Tabelle 6: Anlagen-Varianten gemäß Standardblätter, siehe Anhang 11.1

Anlagenstandard			
A	B	C	D
Fernwärme + mech. Lüftung	Gas-Brennwertkessel + mech. Lüftung	Wärmepumpe (Luft) + mech. Lüftung	Wärmepumpe (Sole) + mech. Lüftung

6.1.1.1 Energiebedarf

Der simulierte Endenergiebedarf für die 12 Varianten ist in Abbildung 17 dargestellt. Die Darstellung ist entsprechend des Wärmeschutzes gruppiert und die einzelnen Bestandteile des Energiebedarfs je Anlagenkonzept gestapelt. Die Bestandteile für die Beleuchtung und Lüftung sind jeweils gleich, Unterschiede treten gemäß der Logik der Varianten in den Bereichen Warmwasser und Heizung auf. Der größte Bedarf ist erwartungsgemäß beim GEG-Referenzgebäude mit Gas-Brennwertkessel zu verzeichnen, der geringste beim Passivhaus mit Sole-Wärmepumpen. Der mittlere Endenergiebedarf des GEG-Referenzgebäudes wird durch den Passivhaus-Wärmeschutz um etwa 15 % unterschritten, durch den nZEB-Wärmeschutz (KfW55) um 9 %. Auffällig ist außerdem, dass der im Vergleich zum Passivhaus reduzierte nZEB-Wärmeschutz insbesondere bei dem Sole-Wärmepumpenkonzept nur zu einer geringen Erhöhung des Endenergiebedarf von 5,9 % führt.^{III}

Die Variante B mit SWP, die dem Demonstrationsgebäude entspricht, ergibt ohne Nutzerstrom und PV-Stromerzeugung einen gesamten Endenergiebedarf von etwa 214 MWh. Die realen Verbrauchsdaten für das Jahr 2020 mit herausgerechneter PV-Stromerzeugung liefern mit 143 MWh einen deutlich niedrigeren Wert. Die Abweichungen sind plausibel, da die Schulnutzung pandemiebedingt eingeschränkt war und einige Randbedingungen bei der Simulation deutlich konservativer eingegeben werden mussten. Zum Beispiel können die Rückwärmezahlen der Wärmerückgewinnung aller Lüftungsanlagen nach den Vorgaben des GEG bzw. der DIN EN 18599 maximal 75 % sein. Die Datenblätter der Anlagen des Demonstrationsgebäudes, welche als Vorlage dienten, listen hingegen Effizienzwerte von über 90 % auf. Die hinterlegten

^{III} Vergleich Endenergiebedarf von Passivhaus zu nZEB: Fernwärme +8,8 %, Gaskessel +9,4 %, Luft-WP +7,7 %, Sole-WP +5,9 %

Nutzungszeiten und -intensitäten wirken sich vor allem auf die Verbräuche für Lüftung, Beleuchtung und Warmwasser aus und wurden im realen Gebäude deutlich unterschritten. Insgesamt können die Simulationsergebnisse durch die Messdaten also validiert werden.

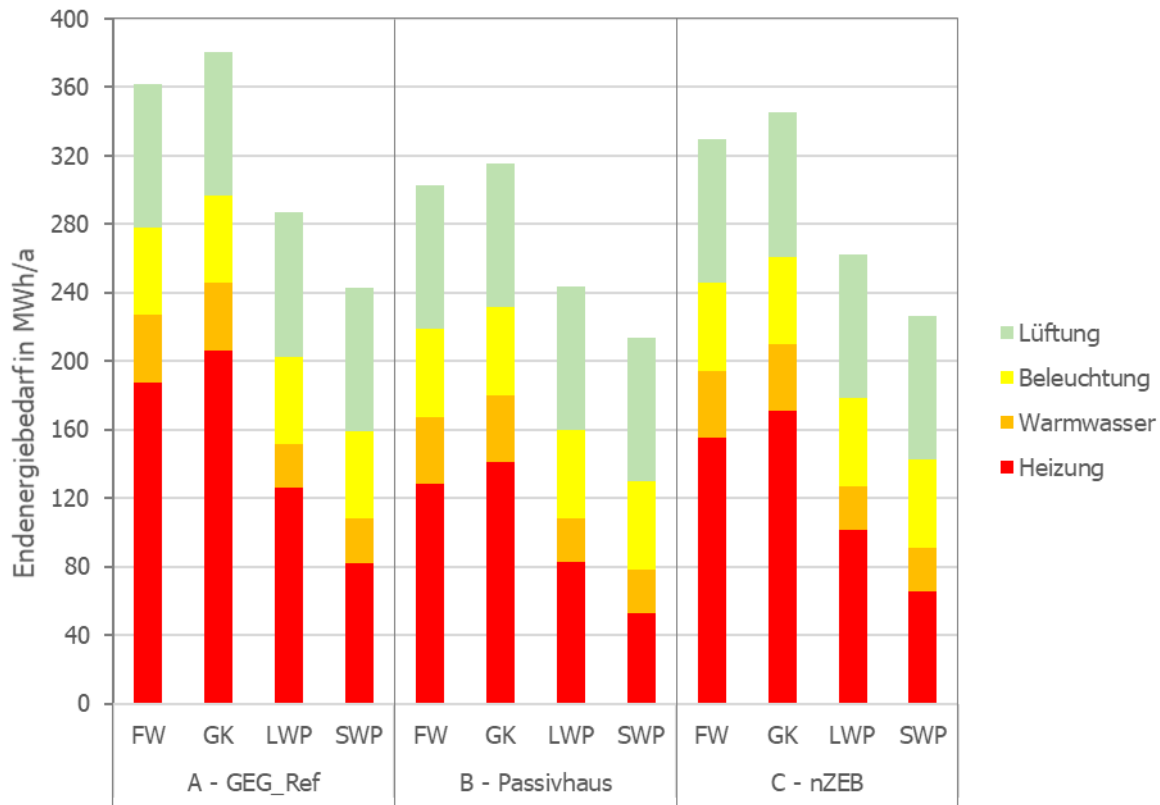


Abbildung 17: Vergleich der simulierten Endenergiebedarfe

6.1.1.2 Ökologie

Zur Bewertung der Ökologie werden sowohl das Global Warming Potential (GWP) im Betrieb, als auch der durch die Dämmung verursachte Energie- und Ressourcenaufwand im gesamten Lebenszyklus herangezogen.

Für die Bewertung des Betriebs wurden zunächst die Simulationsergebnisse mit dem Emissionsfaktor des jeweiligen Energieträgers multipliziert. Die Faktoren für das deutsche Stromnetz und Fernwärme berücksichtigen angenommene Entwicklungen bis zum Jahr 2050 und sind entsprechend gemittelt. Die Verhältnisse zwischen den verschiedenen Wärmeschutz-Varianten bleiben beim isolierten Vergleich der Betriebsemissionen (Abbildung 18), analog zum Endenergiebedarf, unverändert. Hervorzuheben ist zum einen, dass die Fernwärme-Variante sich trotz höherem Endenergiebedarf (durchschnittlich +25%) aus ökologischer Sicht nur noch unwesentlich von der Variante mit der Luft-Wärmepumpe unterscheidet (durchschnittlich +3%). Zum anderen sind die verursachten Emissionen des fossilen Energieträgers Erdgas naturgemäß am höchsten und die der Sole-Wärmepumpen deutlich am niedrigsten. Aufgrund der besseren

Wärmequelle und meistens niedrigeren Temperaturhub ist das Sole-Konzept dem der Luft-Wärmepumpen hinsichtlich der verursachten Treibhausgas (THG)-Emissionen vorzuziehen. Die grauen Emissionen der Anlagentechnik liegen im Bereich von 0,003 (Fernwärmestation) bis 12 t/a (Sole-Wärmepumpe) [29] und wurden vernachlässigt.

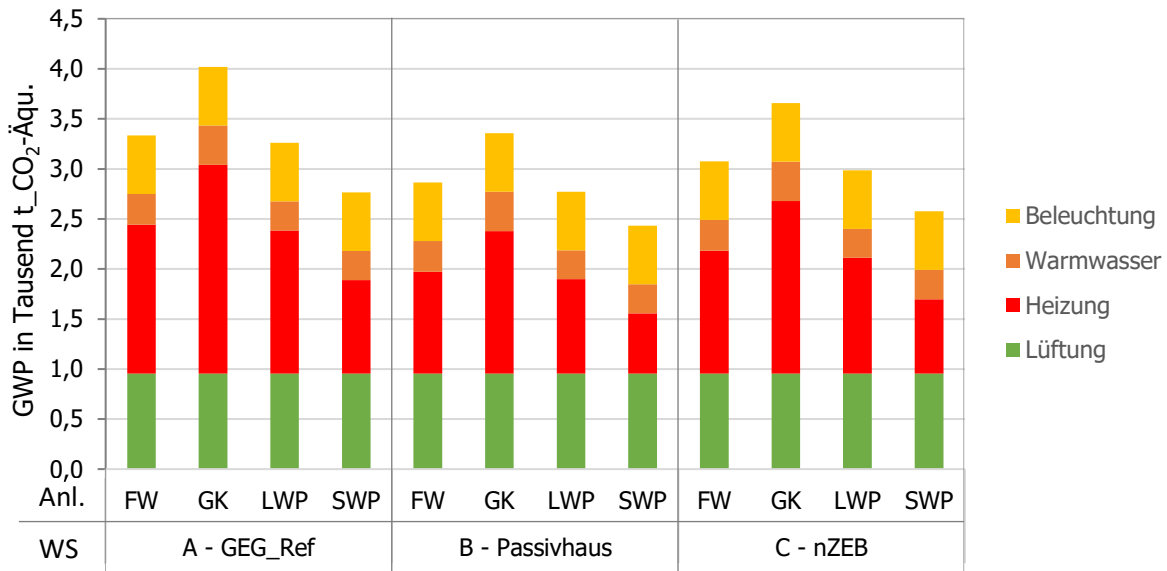


Abbildung 18: Vergleich der im Betrieb verursachten THG-Emissionen

Sobald nun die grauen Emissionen des Wärmeschutzes hinzugezogen werden (Abbildung 19), relativieren sich die Vorteile der Energieeinsparung deutlich. Berechnungsgrundlage für das GWP der Dämmung sind die Volumenberechnung für das Dach, die Bodenplatte und die Außenwand mit der jeweiligen Dämmschichtdicke sowie die Fensterfläche mit der jeweiligen Verglasungsart. Die restliche Baukonstruktion ist mit einem abgeschätzten, konstanten Offset von $800 \text{ kg}_{\text{CO}_2\text{-Äqu.}/\text{m}^2}$ für alle Varianten berücksichtigt, um die Aussagekraft der Relationen zu erhöhen. Das GWP für alle Varianten befindet sich für einen Zeitraum von 50 Jahren im Bereich von 9T bis 10T $\text{t}_{\text{CO}_2\text{-Äqu.}}$. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Wärmeschutz-Standards sind mit einer mittleren Abweichung vom Durchschnitt von 60 t bzw. 0,6 % marginal. Vor allem im Hinblick auf die langfristige Bindung des Dämmmaterials im Gebäude, sollte dementsprechend bevorzugt eher ein rationeller Einsatz erfolgen, sodass insgesamt mehr Gebäude ausreichend viel Dämmung erhalten können. Eine überschlägige Berechnung der Materialmengen führt zu dem Ergebnis, dass mit dem gleichen Dämmmaterial ohne GWP-Einbußen statt zwei Passivhäusern auch drei nZEB oder vier Gebäude nach GEG gebaut werden können (siehe Abbildung 20). Weiterhin führt eine erhöhte Dämmschichtdicke bei einer gleichen Bruttogrundfläche (BGF) des Gebäudes zu einer verringerten Nettogrundfläche (NGF). Die Reduzierung der nutzbaren Gebäudefläche beträgt beim GEG-Standard 64 m^2 , bei nZEB 89 m^2 und bei Passivhaus-Dämmung 143 m^2 (siehe Abbildung 21). Relativ gehen also bei den Varianten

GEG/nZEB/Passivhaus 0,75/1,06/1,69 % der gleichen BGF verloren. Der Flächenunterschied zwischen nZEB und Passivhaus entspricht somit in etwa zwei Unterrichtsräumen.

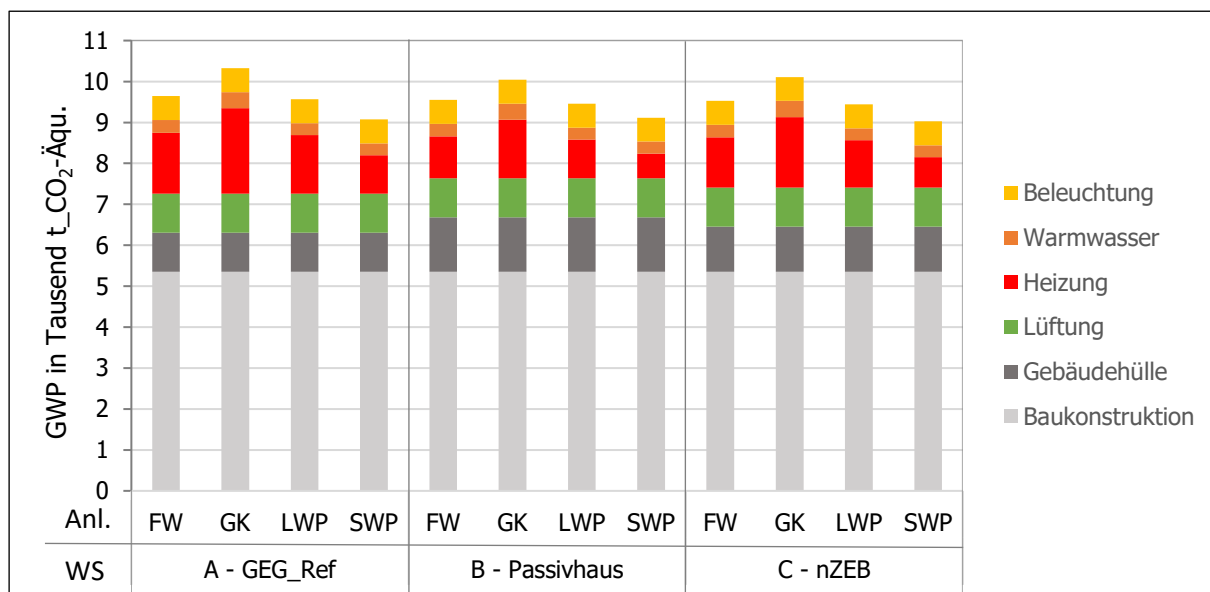


Abbildung 19: Vergleich der THG-Emissionen im Lebenszyklus

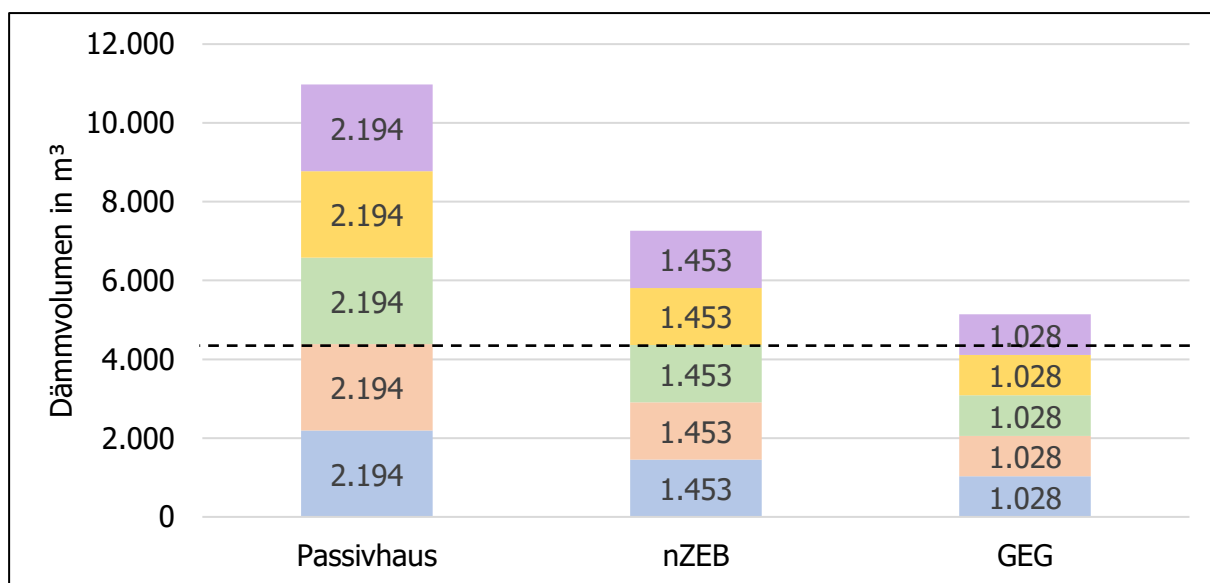


Abbildung 20: Vergleich des gebundenen Dämmvolumens je Wärmeschutz-Standard

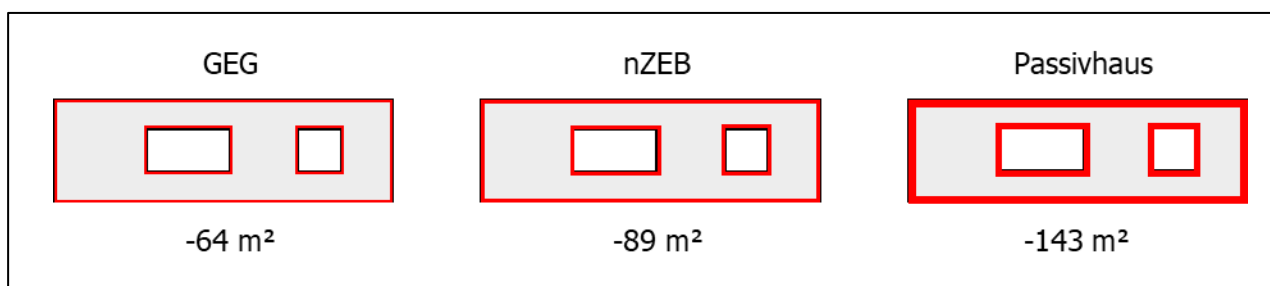


Abbildung 21: Flächenverlust durch Dämmung bei einer BGF von 8.443 m²

6.1.1.3 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Varianten wurde mit der Kapitalwertmethode ermittelt. Die berücksichtigten Kosten sind die Investitionskosten am Anfang und nach der erwarteten Lebensdauer des Bauteils oder der Komponente, die regelmäßigen Betriebs- und Wartungskosten für die Anlagentechnik, die Energiebezugskosten sowie die CO₂-Kosten. Der Betrachtungszeitraum beträgt 50 Jahre und der für den Bereich öffentlicher Bauherren angenommene, konservative Investitionszinssatz beträgt 2 %. Die Betriebs- und Wartungskosten wurden konstant angenommen, den Emissionsfaktoren und Energiebezugskosten liegen entsprechende Entwicklungsszenarien zugrunde. Die Kostenabschätzung ist eine isolierte Betrachtung, die eventuell verfügbare Möglichkeiten zur Inanspruchnahme von Fördermitteln und sonstigen finanziellen Vorteilen außer Acht lässt. Die tatsächliche Wirtschaftlichkeit für den Bauverantwortlichen, den Betreiber und Nutzer des Gebäudes lässt sich daraus grob abschätzen aber nicht ohne Weiteres ermitteln. Sämtliche angenommene und berechnete Kostenparameter und entsprechende Quellen sind Anhang 11.3 zu entnehmen.

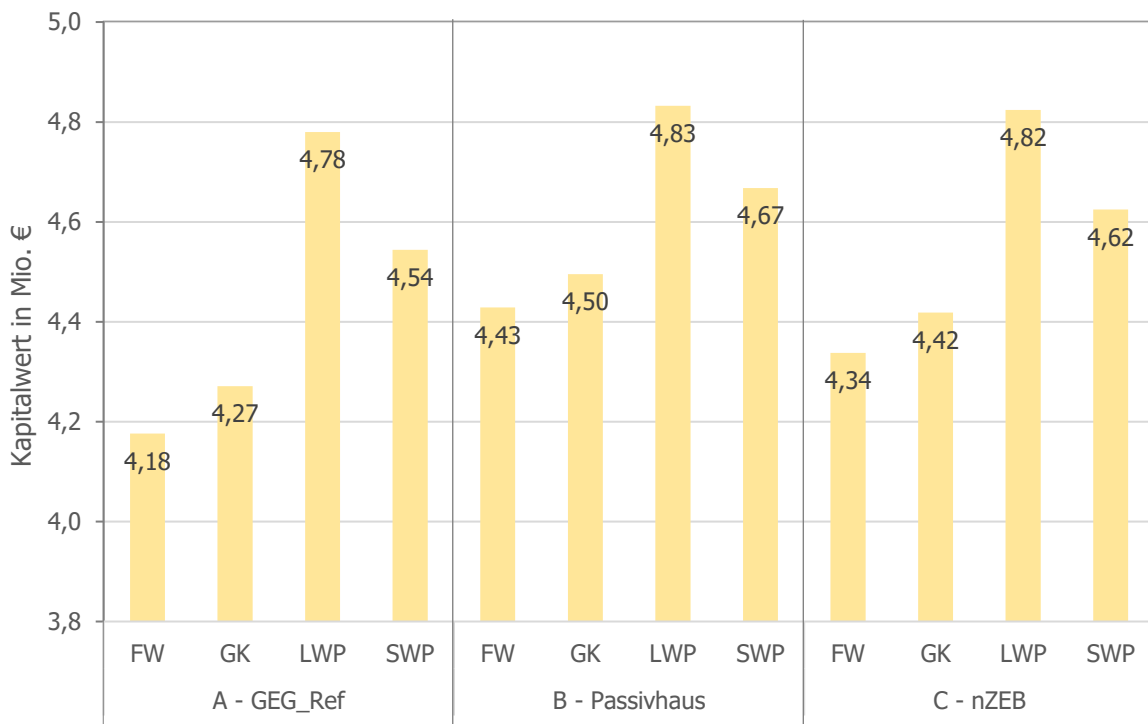


Abbildung 22: Vergleich des Kapitalwerts; Zeitraum: 50 Jahre; Kalkulationszins: 2 %

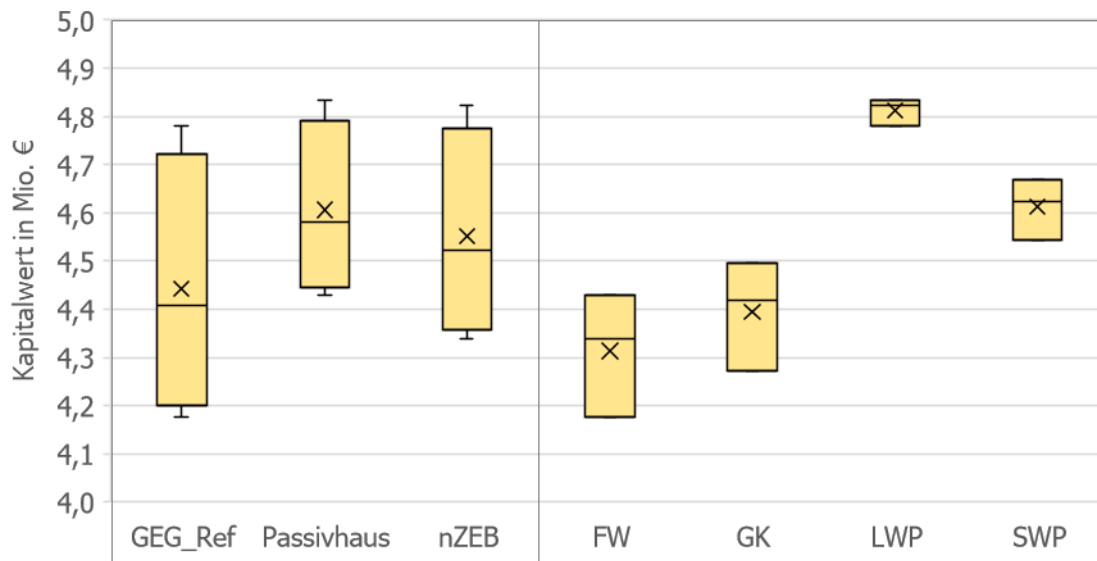


Abbildung 23: Vergleich der Kapitalwerte je Wärmeschutz- und Anlagen-Variante

Die Kapitalwerte aus Abbildung 22 sind in Abbildung 23 zunächst noch einmal für jede Gruppe dargestellt, um einen übergeordneten Vergleich zu ermöglichen. Die Boxen je Gruppe zeigen die Streuung der Werte innerhalb einer Gruppe an, indem der höchste und der niedrigste Wert als „Antenne“ bzw. als oberer und unterer Rand dargestellt ist. Der untere Teil der Box enthält jeweils die kleinsten 25 bis 50 % der Werte und der obere Teil die kleinsten 50 bis 75 %. Der Strich innerhalb der Box zeigt den Median an und das Kreuz den Mittelwert. Es ist ablesbar, dass die Gebäude mit dem Mindestwärmeschutz nach GEG im Mittel etwas kostengünstiger sind als die mit Passivhaus und nZEB-Wärmeschutz. Der nZEB-Wärmeschutz kann in Abhängigkeit von der gewählten Anlagentechnik eine günstigere Alternative zum Passivhaus-Standard darstellen. Der Kapitalwert der Anlagentechnik-Varianten fällt zu Gunsten des Fernwärme- und Gaskessel-Konzeptes aus. Die insgesamt wirtschaftlichste Variante, die aus den entwickelten Standards hervorgehen kann, ist somit die Kombination aus GEG-Mindestwärmeschutz und Fernwärmeversorgung. Die deutlich teuersten Varianten sind die mit Luft-Wasser-Wärmepumpen.

6.1.2 Photovoltaik und Stromspeicher

Die Ergänzung der Anlagenkonzepte um eine Photovoltaik-Anlage ermöglicht insbesondere für die Wärmepumpen-Varianten eine ökologische und wirtschaftliche Verbesserung. Die Auswirkungen einer halben und vollständigen Dachbelegung wurden anhand der nZEB-Varianten mit dem Programm PVSOL simuliert. Die geringere Belegung entspricht mit 85,2 kWp der tatsächlichen Umsetzung beim Demonstrationsgebäude, die vollständige Dachbelegung entspricht

beim gleichen Gebäude einer Peakleistung von 140 kWp. Der Endenergiebedarf wurde herangezogen, um das Standardlastprofil G1 (u.a. für allgemeinbildende Schulen) des BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) zu skalieren und dieses wiederum als Eingangsparameter für die Simulation zu nutzen. [30] Das viertelstündliche Lastprofil ermöglicht eine dynamische Simulation der wesentlichen Kennzahlen in PVSOL.

Der Mehrwert von PV-Anlagen liegt neben dem Verkauf der überschüssigen Stromerzeugung vor allem in dem wirtschaftlichen und ökologischen Vorteil des Eigenverbrauchs. In Abbildung 24 ist der Strombedarf, aufgeteilt nach Eigenverbrauch des PV-Stroms und Netzbezug, der verschiedenen Anlagentypen für jeweils keine, die kleine (PV_S) und die große (PV_L) PV-Leistung dargestellt. Zunächst ist offensichtlich, dass der gesamte Strombedarf der Nur-Strom-Anlagenkonzepte deutlich größer ist als der der anderen Varianten. Der Eigenstromverbrauch ist bei der kleinen PV-Anlage durch die höhere Stromlast 6 bis 9 MWh/a bzw. 13 bis 20 % entsprechend höher. Die ca. 64 % größere PV-Leistung erhöht den Eigenverbrauch bei den Varianten FW und GK um etwa 30 %, bei den Varianten LWP und SWP um 42 und 46 %. Der Grenznutzen einer größeren PV-Anlage ist bei Wärmepumpen-Konzepten damit erwartungsgemäß etwas größer.

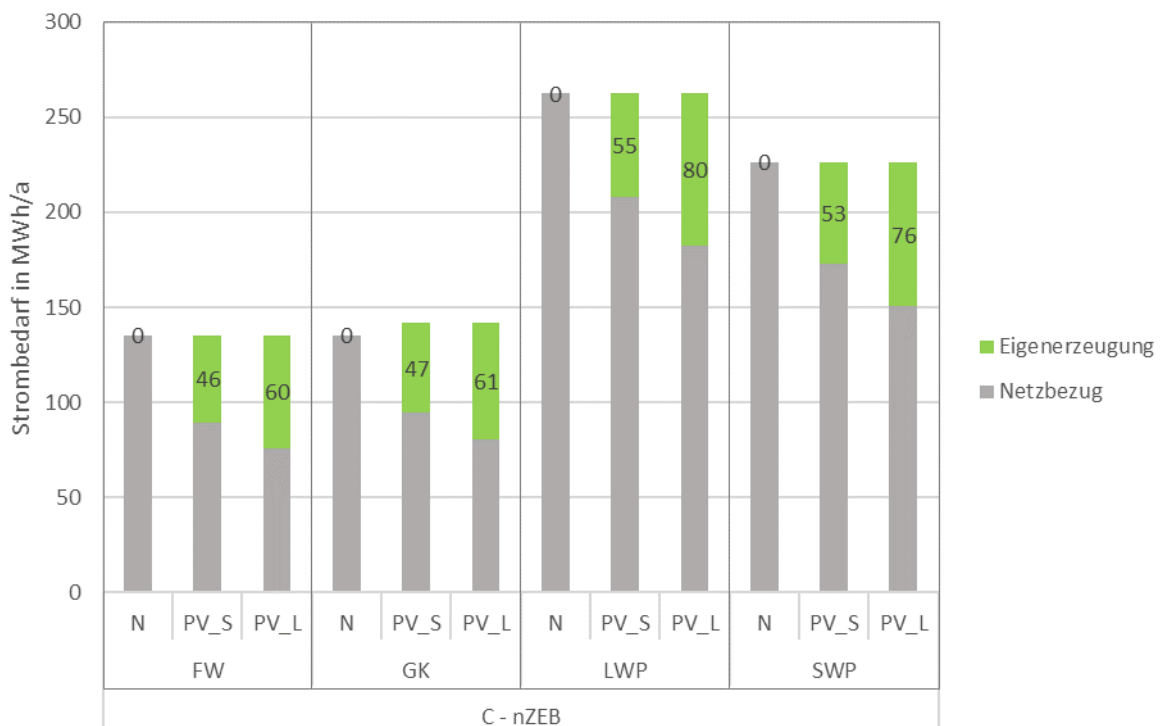


Abbildung 24: Vergleich der Zusammensetzung des Strombedarfs bei keiner, kleiner und maximaler PV-Belegung

Entscheidend bei der Abwägung der verschiedenen PV-Leistungen ist der Vergleich der Wirtschaftlichkeit. Die Ergänzung der Kapitalwertberechnung aus 6.1.1 um die PV-Varianten führt

zu Veränderungen des Kapitalwerts gemäß Abbildung 25. Berücksichtigt wurden die geringeren Energiebezugskosten durch die erhöhte Eigenstromnutzung, die Investitionskosten und Re-Investitionskosten nach 30 Jahren, Wartungskosten, Erlöse durch Netzeinspeisung und die verringerten CO₂-Kosten. Die jeweils angesetzten Parameter sind in Anhang 11.3 aufgeführt. Es wird deutlich, dass die Investition in eine PV-Anlage in jedem dieser Fälle wirtschaftlich ist. Der Grenznutzen der größeren Anlage nimmt zwar ab, führt aber immer noch zu einer Verringerung des Kapitalwerts und damit zu einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit. Das SWP-Konzept profitiert anscheinend im Besonderen von der erhöhten Eigenstromnutzung durch die große PV-Anlage. Die zuvor identifizierten Mehrkosten im Vergleich zu den übrigen Konzepten sind nun etwas ausgeglichener.

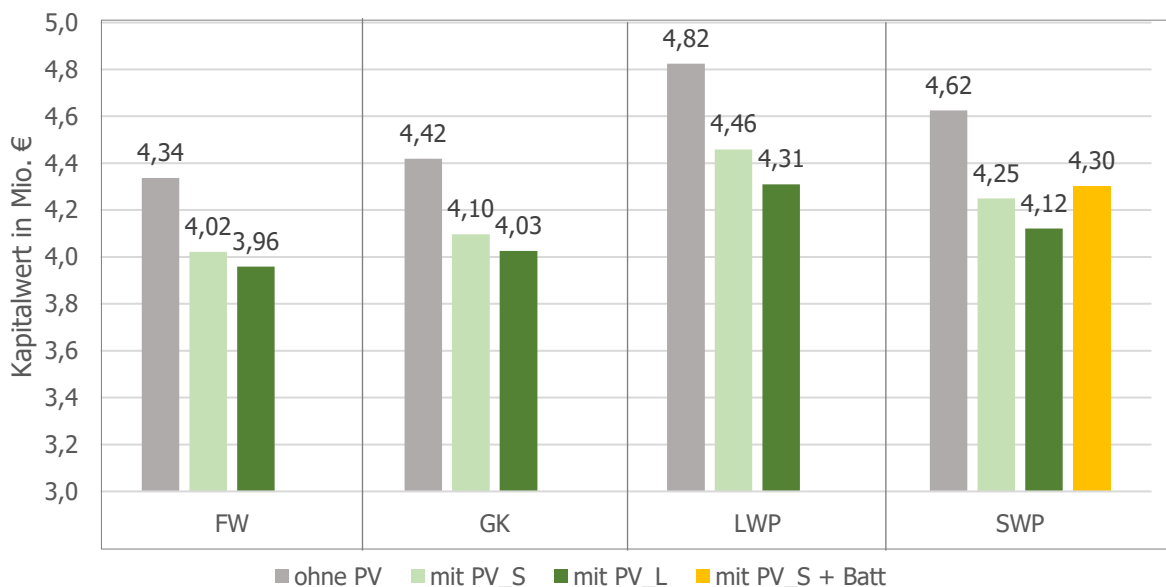


Abbildung 25: Vergleich des Kapitalwerts für nZEB-Wärmeschutz mit verschiedenen PV-Anlagen je Anlagenkonzept

Da der Vorteil der Strom-Eigennutzung mit zunehmender PV-Leistung abnimmt und immer mehr Strom eingespeist werden muss, besteht die Möglichkeit, durch die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch mit einem Batteriespeicher den Eigennutzungsgrad weiter zu erhöhen. Im Folgenden wurde der Nutzen eines Batteriespeichers für den Systemstandard nZEB mit Sole-Wärmepumpe und der Variante PV_S untersucht. Die angesetzten Eigenschaften für den Batteriespeicher sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Mit der Batterie ist eine Erhöhung des Eigennutzungsgrads von bereits hohen 78 % auf 85 % möglich. Die Einsparungen durch den vermiedenen Netzbezug und die niedrigeren CO₂-Kosten führen vor allem aufgrund der höheren Kosten für die zusätzliche Investition nicht zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit (siehe Variante „mit PV_S + Batt“ in Abbildung 25). Der Kapitalwert erhöht sich durch die Batterie um etwa 50 T€. Aufgrund der aktuellen Technologieeigenschaften, Marktbedingungen

und des ohnehin schon hohen Eigennutzungsgrads beim Nutzungsprofil Schule, ist die zusätzliche Implementierung eines Stromspeichers nicht wirtschaftlich. Die ökologische Betrachtung des Stromspeichers ergibt, dass im Lebenszyklus der Batterie etwa 11,3 t CO₂-Äquivalente anfallen. [31] Die Einsparung im Betrieb beträgt durch den vermiedenen Netzbezug etwa 1 t CO₂-Äquivalent / Jahr. Dementsprechend hat sich der Stromspeicher hinsichtlich der THG-Emissionen ab dem 11. Betriebsjahr amortisiert. Im gesamten Betrachtungszeitraum von 50 Jahren sind theoretisch drei Batterien notwendig, die somit zu einer Einsparung von etwa 21,8 t CO₂-Äquivalenten führen können. Da die Batterien am Ende der Lebensdauer per Definition eine nutzbare Kapazität von 80 % haben sollen und dementsprechend weiterverwendet werden können, ist der reale Nutzen noch größer.

Tabelle 7: Eigenschaften des Stromspeichers

Eigenschaft	Wert	Quelle
Technologie	Lithium-Eisenphosphat	Beispielmodell
Kapazität	49,5 kWh	Beispielmodell
Lade-/Entladeleistung	13,8 kW	Beispielmodell
Lebensdauer	20 Jahre, 10.000 Voll-Ladezyklen	[32]
Preis	41.495,85 € bei 838,30 € / kWh	[33]

6.1.3 Fazit

Die energetische, ökologische und ökonomische Betrachtung der Kernkomponenten der definierten Systemstandards lassen sich anhand Abbildung 26 wie folgt zusammenfassen.

Die Unterschiede zwischen den Effizienzstandards sind insgesamt gering. Trotzdem lässt sich eine Tendenz ableiten. Ausgehend von der GEG-Referenz führt eine weitere Erhöhung des Wärmeschutzes bis zum nZEB-Niveau (KfW55) zu etwas höheren Kosten und einer Verringerung des GWP. Eine weitere Erhöhung des Wärmeschutzes bis zum Passivhausstandard führt allerdings lediglich zu höheren Kosten und zu keiner weiteren Verbesserung des GWP, sondern eher zu einer Verschlechterung. Einen deutlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und das GWP hat hingegen die Installation einer PV-Anlage mit maximaler Peakleistung. Das ausgewogene Optimum aus Ökologie und Ökonomie ist im Sinne dieser Evaluation also der nZEB-Wärmeschutz mit entsprechend ökologischer Fernwärmeversorgung. Sollte keine oder keine geeignete Fernwärme verfügbar sein, so ist das Sole-Wärmepumpen-Konzept das nächstvor-

teilhafte. In Abhängigkeit vom Nutzungsprofil, der Kostenentwicklung und verfügbaren Fördermaßnahmen kann in Zukunft auch die Implementierung einer Batterie oder anderer, zusätzlicher Speicherkonzepte sinnvoll sein. Der Einsatz fossiler Energieträger ist aufgrund des hohen GWP nicht sinnvoll und somit nicht Teil des nZEB-Standards.

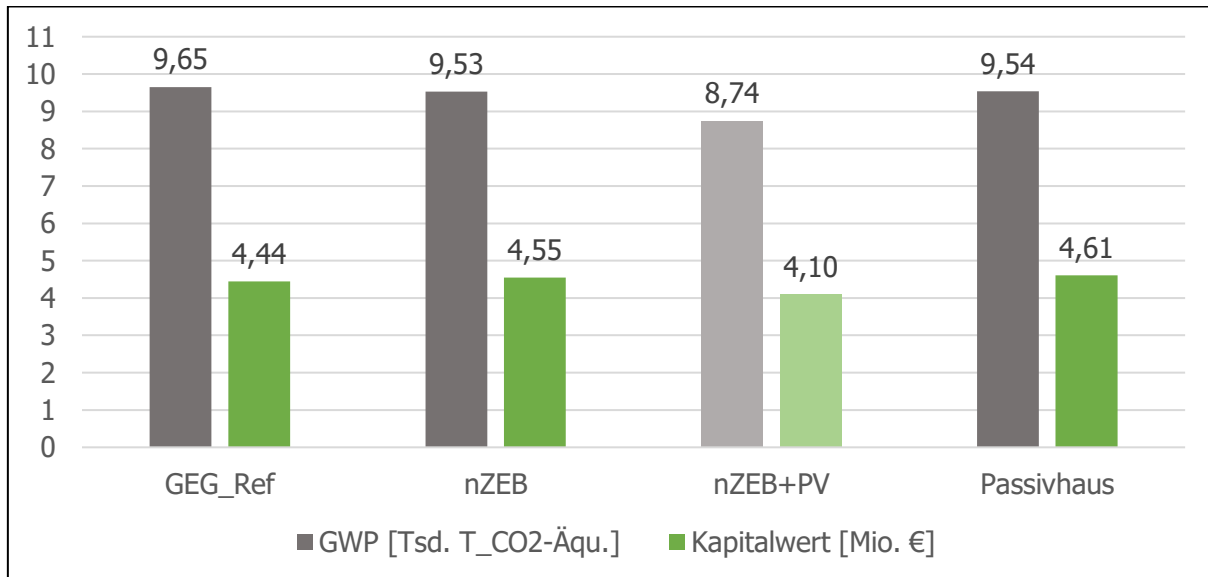


Abbildung 26: mittleres GWP und Kapitalwert der Varianten

6.2 nZEB als Gebäude-Systemstandard

Als Ergebnis der Analysen wird der nZEB-Standard definiert. Der KfW55-Wärmeschutz und ein Energieversorgungskonzept auf Grundlage der zunehmend dekarbonisierten Energieträger Fernwärme und Strom stellen aus ökologischer und ökonomischer Sicht einen sinnvollen Systemstandard für die Breite des Nichtwohnungsbaus dar. Dabei sollte immer eine maximale Solarisierung (PV) der verfügbaren Flächen vorgenommen werden. Der Aufbau der empfohlenen nZEB-Systemstandards ist in Abbildung 27 und Abbildung 28 schematisch dargestellt. Die entsprechenden Kennzahlen für den Wärmeschutz sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8: bauphysikalische Kennzahlen nZEB

Kennzahl	Wert
Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert (W/m ² K)	
Außenwand	0,20
Dach	0,14
Außenfenster	0,90
Fußboden	0,25
g-Wert Außenfenster	0,4
Fassadenbezogener Fensterflächenanteil	45 – 55 %
Luftdichtheit der Gebäudehülle	
n50-Wert (Innenvolumen ≤ 1500 m ³) (1/h)	≤ 1,5
q50-Wert (Innenvolumen > 1500 m ³) (m ³ /m ² h)	≤ 2,5

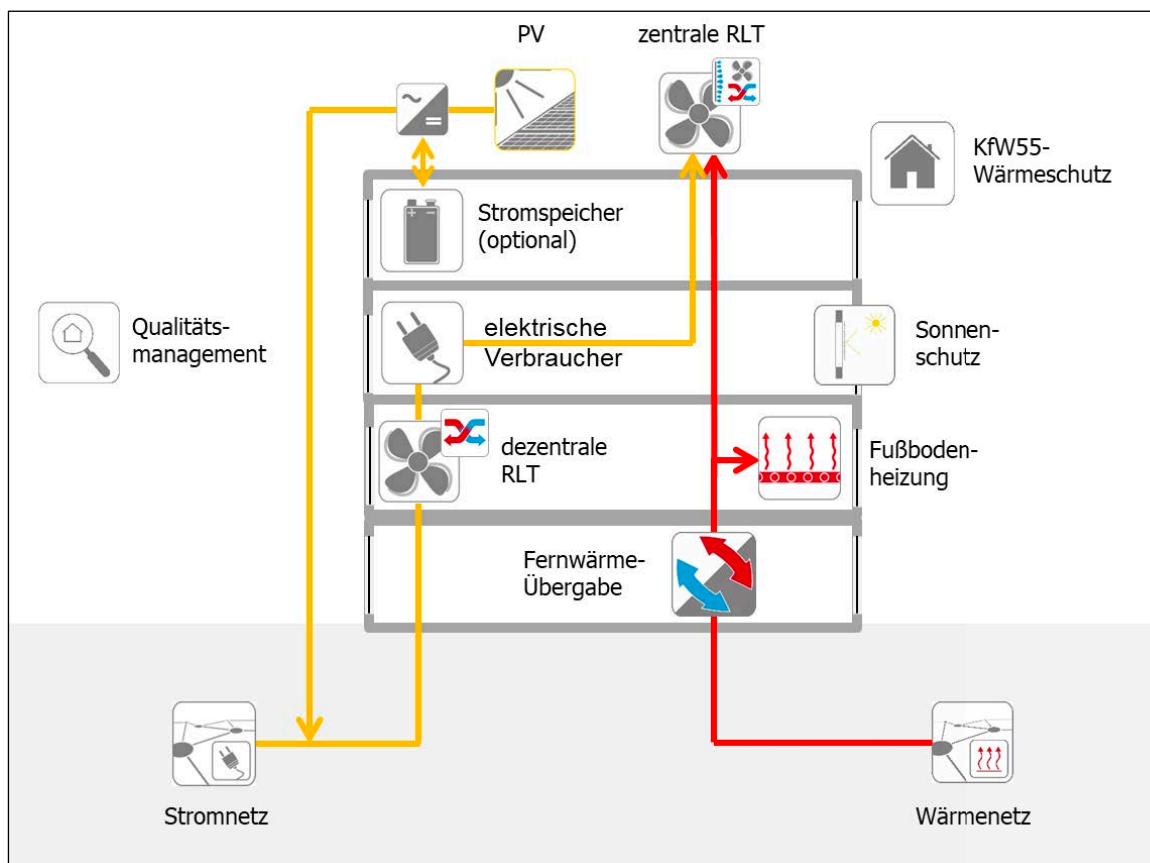


Abbildung 27: nZEB-Systemstandard Fernwärme

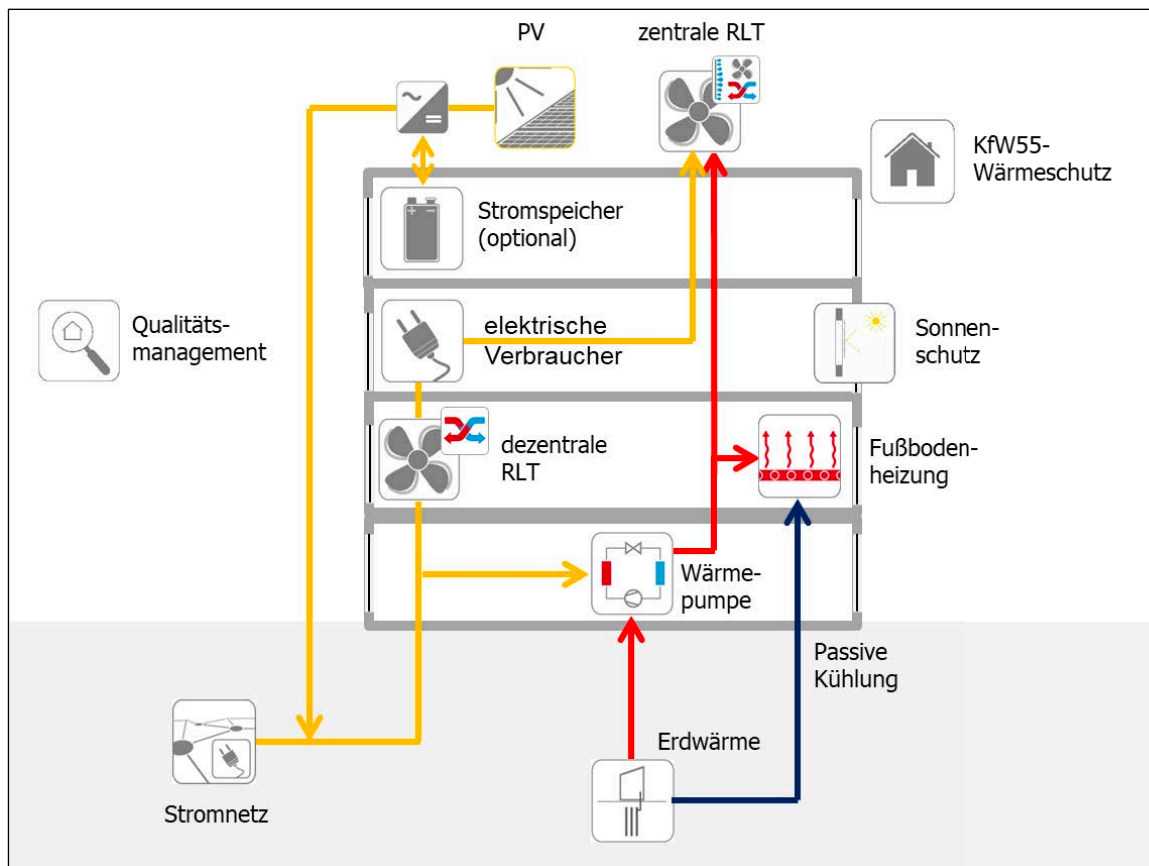


Abbildung 28: nZEB-Systemstandard Wärmepumpe

6.3 Evaluation durch Stakeholder

Damit die definierten Systemstandards auch vom Markt bedient werden können, wurden einige Vertreter von Anlagenherstellern dazu zunächst befragt und um Feedback gebeten. Im Anschluss wurden Videokonferenzen durchgeführt, um einen ausführlichen Austausch zu ermöglichen. Allgemein ist die Standardisierung von Anlagenkonzepten auch aus Vertriebsicht interessant. Die Hersteller haben damit die Möglichkeit eine Vielzahl von Bauprojekten mit ihren auf den Standard passenden Produkten zu bedienen. Im größeren Maßstab ist sogar ein ökonomischer Skaleneffekt denkbar, der bis in die Bereiche der Produktion und Materialbeschaffung wirksam werden kann. Die Formulierung und Veröffentlichung der VDI 4645 zur Standardisierung verschiedener Wärmepumpen-Konzepte (siehe Kapitel 3.3.4) wurde dementsprechend ebenfalls begrüßt und als Positivbeispiel genannt.

Die Notwendigkeit von Standardkonzepten wurde bekräftigt, da die Montage und Inbetriebnahme von Einzellösungen häufig problematisch und fehleranfällig seien. Gewerkeübergreifende Vorgaben durch die Bauherren seien diesbezüglich eine sinnvolle Lösung.

Ein vielversprechender Ansatz, um vor allem in kleineren, weniger komplexen Gebäuden ein datenbasiertes Qualitätsmanagement vor der Übergabe sowie im laufenden Betrieb zu ermöglichen, ist die Datenerfassung und -bereitstellung über die jeweiligen Anlagen. Die Weitergabe der Betriebs- und Verbrauchsdaten an den Betreiber oder einen Dritten kann in der Folge über herstellereigene Portale oder entsprechende Software-Schnittstellen erfolgen. Die dafür notwendigen Lösungen seien in Entwicklung und in vereinzelter Anwendung, in der Breite aktuell allerdings noch nicht vorhanden (Stand: November 2020). Lediglich proprietäre Lösungen mit dem Ziel der herstellerinternen Verwendung seien bereits vorhanden.

Das Feedback zur Ergänzung der entwickelten Standards zielte besonders auf die Möglichkeiten der zentralen Warmwasserbereitung ab. Je nach geplanter Nutzung seien unterschiedliche technische Konzepte zur Trinkwassererwärmung sinnvoll und könnten anhand des flächenspezifischen Bedarfs unterschieden werden. Beispielsweise würde ein ausschließlich dezentrales Konzept zum deutlich vereinfachten Anlagenstandard mit nur einer Wärmepumpe führen. Dieses und weiteres Feedback ist Gegenstand zukünftiger Überarbeitungen der Systemstandards.

Bedenken bestanden lediglich bezüglich der praktischen Anwendbarkeit und Einführung der Systemstandards, da die Bauherren mit der gewählten Detailtiefe überfordert sein könnten. Außerdem wurde vermutet, dass es Widerstand auf Seiten der Planenden geben könnte, weil ein gewisses Maß an Innovationsbereitschaft beim Planungsprozess selbst erforderlich sei. Die Empfehlung war dementsprechend, dass die Einführung der Standards und des Prozesses unbedingt mithilfe von Workshops unterstützt werden solle.

7 Demonstrationsgebäude für Qualitätsmanagementprozesse

Für die praxisnahe Erarbeitung und Erprobung der Projektergebnisse, wurde der Schulneubau des Förderzentrums auf der Bult in Hannover aktiv begleitet. Im Folgenden wird das Gebäude umfassend mit seiner Architektur und seinem technischen Konzept beschrieben.

Die regionseigene Förderschule „Schule auf der Bult“ im Südosten Hannovers, im Stadtbezirk Südstadt-Bult in der Janusz-Korczak-Allee 7, ist die größte staatliche Förderschule mit dem Schwerpunkt emotionale und soziale Entwicklung in Niedersachsen. Mit einer Fläche von rund 23.000 m², seinen drei Geschossen und einer Nettogeschossfläche (NGF) von rund 6.700 m² bietet der Gebäudekomplex eine innovative Lernumgebung, bei gleichzeitiger Verbindung einer anspruchsvollen Architektur und hohen Umweltstandards. Derzeit besuchen rund 200 Schüler in etwa 20 Klassen die Stufen 1 bis 9. [34] Die Abbildung 29 zeigt die Schule im Lageplan.



Abbildung 29: Lageplan Neubau Förderzentrum, Ausschnitt von Google Maps

Der Neubau der Schule kann nun die pädagogischen, funktionalen und energetischen Anforderungen vollends erfüllen, indem sie die Bereitschaft zum Lernen sowie Lehren fördert. Mit seiner modernen Architektur, dessen Atmosphäre zur Konzentration anregt, können sich die Schüler frei entfalten.

Der Neubau hat zum Schuljahr 2019/2020 als Ersatz des bisherigen Gebäudes den Betrieb aufgenommen. Beginn der Vorarbeiten war Mitte 2016.

Tabelle 9: Liste der Projektbeteiligten

Projektbeteiligte	
Bauherr	Region Hannover
Architektur	ahrens & grabenhorst architekten stadtplaner BDA
Fachplanung Heizung / Lüftung / Sanitär	GMW-Ingenieurbüro GmbH
Fachplanung Elektrotechnik	TAUBE + GOERZ GmbH
Ausführung	Heizung + Sanitär: Kauscher GmbH Lufttechnische Anlagen: KEES-Klima- u. Kältetechnik GmbH Elektrotechnik: Lothar Joh Elektrotechnik GmbH Gebäudeautomation: Johnson Controls GmbH
Qualitätssicherung	energydesign braunschweig GmbH

Das Grundstück ist über einen kleinen Waldweg ausgehend vom Bischofsholer Damm erreichbar. Zudem wurde an der angrenzenden Straße eine sichere Überquerung durch eine Ampel gewährleistet. Eine eigene Zufahrt und getrennte Aufstellmöglichkeiten ermöglichen den Bussen einen fließenden Verkehr beim Bringen und Abholen der Kinder. Das Außengelände ist 18.400 m² groß und bietet diverse Sport- und Spielmöglichkeiten: Kletterskulptur, Schaukeln, Tischtennisplatten und einen Sportplatz. Außerdem ist ein Werkhof vorhanden, der für Lehrzwecke verwendbar ist. Der Schulhof ist umzäunt und über den Haupteingang im westlichen Teil vom Parkplatz im Osten und vom Bischofsholer Damm im Nordosten begehbar. Auf dem Gelände befinden sich PKW- und Fahrradstellplätze und zusätzlich ein überdachter Fahrradunterstand. Weiterhin wurde der Weg zwischen Schulgebäude und Sporthalle barrierefrei gestaltet, indem das Bodenniveau des Gebäudes auf das der Sporthalle angehoben wurde.

Der in einem Architektur-Wettbewerb entwickelte Entwurf des Architekturbüros „ahrens grabenhorst architekten“ sah einen 106 m langen und 18 m breiten Riegelbau vor, der alle Anforderungen rund um die pädagogischen und technischen Vorstellungen erfüllte. Das Gebäude ist in Massivbauweise aus Stahlbeton und Kalksandstein-Mauerwerk konzipiert. Die Gebäudehülle wurde in Passivhausbauweise errichtet und die Fassaden bestehen aus vorgehängten, hell-weißen Betonfertigteilelementen (siehe Abbildung 30). Die großformatigen Fensterflächen bestehen aus einer Pfosten-Riegelkonstruktion aus Brettschichtholz mit einer Leichtmetall-Aufsatzkonstruktion, in die hochdämmendes Sonnenschutzglas eingespannt ist. Aufgrund der Ausrichtung und dem vorhandenen Baumbestand ist an der Nordwest-Fassade kein zusätzlicher sommerlicher Wärmeschutz erforderlich, während die anderen Seiten außenliegende, verdeckt

montierte Raffstoren erhalten haben. Außerdem wurden in der Fassade Nistkästen für Mauersegler integriert, um einen Beitrag zum Artenschutz zu leisten. [35]

Die Dachfläche wurde als Warmdach mit Gefälledämmung ausgebildet, auf der eine Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 85,2 kWp installiert wurde.



Abbildung 30: Darstellung der Fassade in 2017 (links) und 2019 (rechts)

Es entstand ein Gebäude mit 55 Fachunterrichts-, Förder- und Lehrmittelräumen sowie 18 allgemeinen Unterrichtsräumen inklusive diversen Differenzierungsräumen. Das Erdgeschoss wird über zwei helle überdachte lichtdurchflutete Hallen erschlossen. Hier befinden sich gesellschaftliche Nutzungsbereiche sowie Musik- und Werkräume (siehe Abbildung 31).

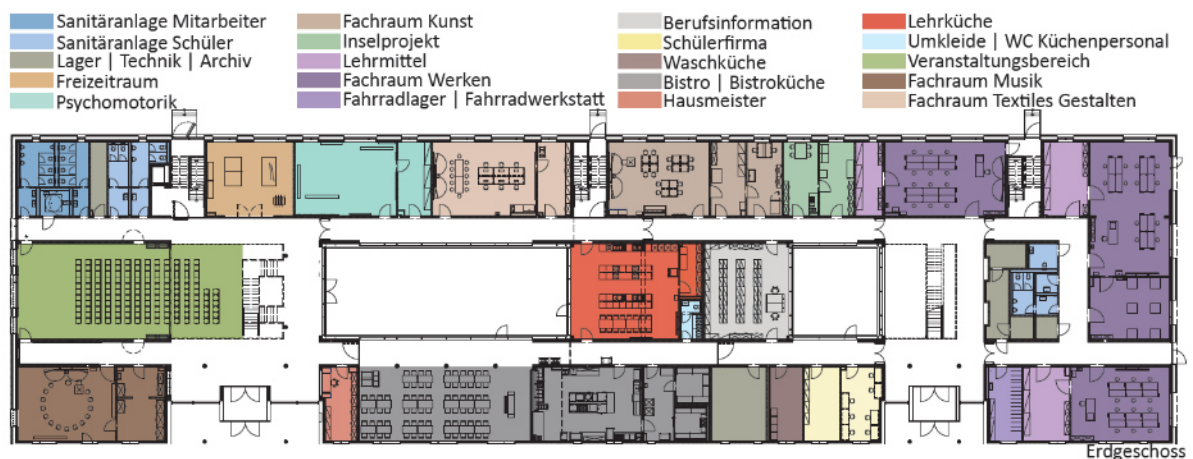


Abbildung 31: Grundriss Erdgeschoss

Die oberen Geschosse sind mit Verwaltungsräumen und Unterrichtsräumen ausgestattet, die eine Einheit mit den Differenzierungsräumen bilden, wie in Abbildung 32 dargestellt. Diese sind mit großen durchsichtigen Glaselementen und Türen verbunden.

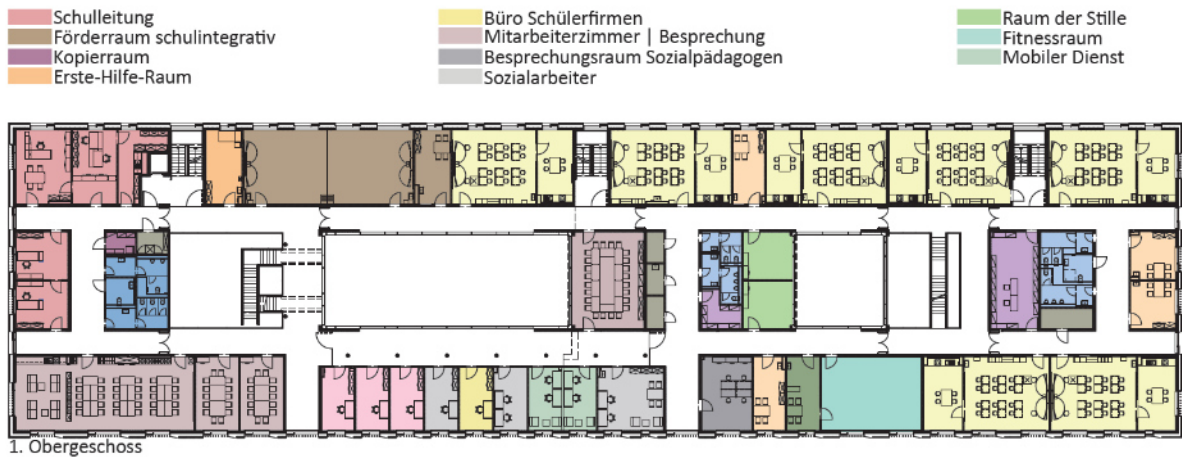


Abbildung 32: Grundriss 1. Obergeschoss

Das zweite Obergeschoss wird von Unterrichts- und Differenzierungsräumen dominiert, wie im Grundriss in Abbildung 33 zu erkennen ist. In jedem Differenzierungsraum befindet sich ein Tisch mit Stühlen und eine Küche. Um den Reinigungskräften die Arbeit zu erleichtern, werden sämtliche Stühle nach der letzten Schulstunde in die Schienen unter den Tischen geschoben. Die dezentrale Lüftungsanlage, die sich beim Betreten des Raumes automatisch aktiviert, ist in der abgehängten Decke in den Differenzierungsräumen platziert und versorgt diesen und den angrenzenden Klassenraum durch Auslässe in der Decke mit frischer Außenluft. Eine weiße Leuchte am Lüftungstaster zeigt den Betrieb an. Zusätzlich kann es energetisch nützlich sein, stattdessen mit Fenstern zu lüften. Diese Aktion zeigt die Lüftungsampel an: die gelbe Farbe signalisiert, dass die Lüftungsanlage läuft und die Fenster geschlossen gehalten werden sollten. Wenn die grüne Lampe leuchtet, ist die Lüftungsanlage ausgeschaltet und die Nutzer sind zur Fensterlüftung angehalten. Trotzdem kann die Lüftungsanlage, wie auch die Raffstores, die sich an drei der vier Fassaden befinden, manuell aktiviert werden. Um den Sonnenschutz vor Schäden durch Wind und Vereisung zu bewahren, ist er ab einer entsprechend hohen Windgeschwindigkeiten und bei Außenlufttemperaturen unter 1 °C nicht verfügbar. Das Gebäude ist komplett mit LED-Beleuchtung ausgestattet. Diese wird automatisch per Präsenzmelder ein- und mit entsprechender Nachlaufzeit ausgeschaltet sowie in Abhängigkeit von der Tageslichtmenge im Raum gedimmt. Die Lichtschaltung und -dimmung kann jederzeit auch manuell vorgenommen werden.

- | | | |
|---|--|--|
|  Unterrichts- Differenzierungsraum |  Freihandbibliothek |  Fachräume (Physik, Chemie, Biologie) |
|  Einzel- Gruppenförderraum |  Computerraum |  Lehrmittel |
|  Sanitäranlagen Schüler |  Clubraum |  Time-Out-Raum |
|  Sanitäranlagen Mitarbeiter |  Schülersvertretung |  Lager Technik Archiv |



Abbildung 33: Grundriss 2. Obergeschoss

Der Entwurf der Architekten Prof. Gesche Grabenhorst und Roger Ahrens sieht außerdem zwei innenliegenden Atrien und unterschiedlich große Innenhöfe vor. Dadurch gelangt viel Tageslicht in die umliegenden Räume, sodass die Natur und Landschaft in das Gebäude integriert wird (siehe Abbildung 34).

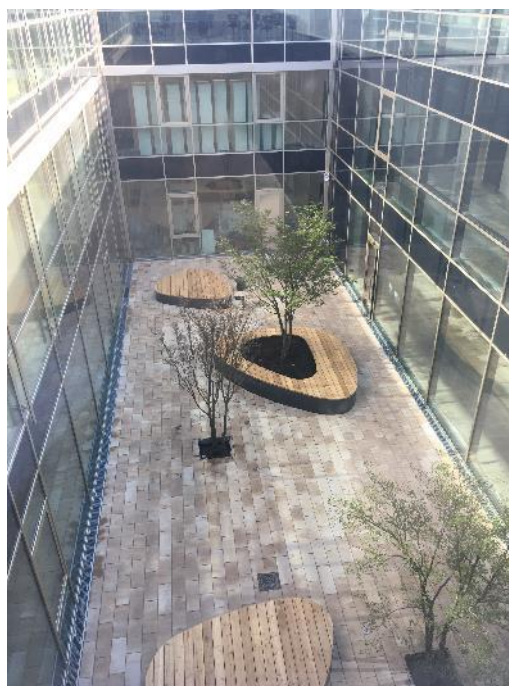


Abbildung 34: Blick in einen Innenhof in 2017 (links) und 2019 (rechts)

Das entwickelte Energieversorgungskonzept (siehe Abbildung 35) sieht folgende Anlagen und Übergabesysteme vor:

- Erdsonden als Wärmequelle und -senke
- Niedertemperatur-Sole-Wasser-Wärmepumpe für die statische und dynamische Gebäudeheizung
- Hochtemperatur-Sole-Wasser-Wärmepumpe für Trinkwassererwärmung und Spitzenlast-Gebäudeheizung
- Fußbodenheizung/-temperierung
- Zwei zentrale, dachmontierte Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, Lufterhitzer und adiabatischer Verdunstungskühlung
- 27 dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung
- PV-Anlage mit Südost- und Nordwest-Ausrichtung und 10° Neigungswinkel (siehe Abbildung 36)

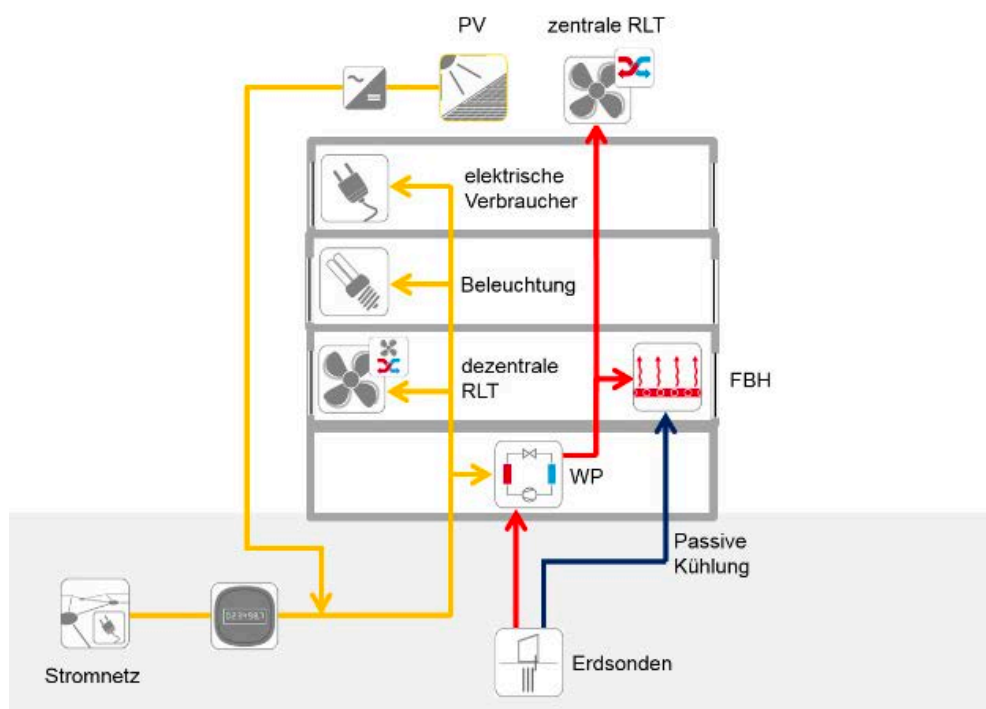


Abbildung 35: Energiekonzept-Schema



Abbildung 36: PV-Anlage

Eine erdreichgekoppelte elektrische Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage erzeugt Wärme zum Heizen, wobei 18 Erdsonden, die 150m tief reichen, die Wärmequelle bilden. Alle zu beheizen- den Räume, mit Ausnahme der Bistroküche, werden über eine Fußbodenheizung (siehe Abbil- dung 37) versorgt. Ein Pufferspeicher trennt den Erzeuger- und Verbraucherkreis hydraulisch voneinander. Die Kühllast wird durch außenliegende Raffstores effektiv verringert und über eine passive Temperierung mithilfe der Fußbodenheizung und Erdsonden teilweise gedeckt.



Abbildung 37: Fußbodenheizung

Grundsätzlich wurden hocheffiziente Komponenten für die Heizung, Lüftung und Beleuchtung eingesetzt, um den Anforderungen eines Nearly Zero Energy Gebäudes gerecht zu werden. Die energetischen Berechnungen erfolgten nach DIN V 18599 und dem Passivhaus-Projektierungspaket. Diese Berechnung wurde im laufenden Bauprozess stetig auf Grundlage der ausgeführten Qualitäten fortgeschrieben.

Für alle Unterrichtsräume mit angegliedertem Differenzierungsraum wurden dezentrale Lüftungsanlagen mit Kreuzstromwärmetauscher und elektrische Durchlauferhitzer für die Trinkwarmwasserbereitung vorgesehen. Dadurch kann eine Wärmerückgewinnung von über 85% sowie eine gute Raumluftqualität erreicht werden. Die Wärmerückgewinnung ist höher als der Mindestwert, der in den Qualitätsanforderungen an Passivhäuser definiert wurde.

Auf Grundlage der energetischen Kennzahlen ergibt sich für das Gebäude mit einer Bezugsfläche von 6.689 m² gemäß Energieausweis ein absoluter Endenergiebedarf (Strom) nach DIN V 18599 von 100.335 kWh/a (15 kWh/(m²a)), der über die Stromerzeugung einer PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes größtmöglich bilanziell gedeckt wird.

Dem Förderzentrum auf der Bult wurde der Passivhausstandard nachgewiesen. Mit einem Heizwärmebedarf von 15 kWh/(m²a), der dem Grenzwert eines Passivhauses entspricht, und einem Primärenergiebedarf von 116 kWh/(m²a) von maximalen 120 kWh/(m²a) wurden die Anforderungen erfüllt. Auch die für ein Passivhaus erforderliche Luftdichtigkeit im Drucktest von 0,6 1/h wurde mit 0,5 1/h eingehalten. Die Bauteilqualität wurde mit der Unterschreitung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Wärmedämmung und Passivhaus-Fenster erreicht. Der mittlere U-Wert der Außendämmung zur Außenluft beträgt 0,13 W/(m²K) und zum Erdreich 0,15 W/(m²K). Der mittlere U-Wert der Fenster beläuft sich auf 0,75 W/(m²K) und befindet sich somit 0,05 W/(m²K) unter dem geforderten Grenzwert.

8 Weiterentwicklung der energetischen Qualitätsmanagementprozesse

Einer der großen Mehrwerte des in Kapitel 4 beschriebenen Standardisierungskonzeptes ist die Möglichkeit sämtliche Prozesse auf die schon früh im Projekt feststehenden technischen Konzepte anzupassen. Dazu gehören auch die Prozesse, die begleitend zur Planung, Errichtung und Inbetriebnahme eingesetzt werden, um die Erfüllung der Anforderungen an das Gebäude maximal zu unterstützen und einzufordern. Damit soll von der Übergabe an ein energieeffizienter, komfortabler und wirtschaftlicher Gebäudebetrieb ermöglicht werden. Um das Qualitätsmanagement über den Einsatz des Standardisierungskonzeptes hinaus zu unterstützen, wurden eine Reihe nZEB-relevanter Komponenten und Themen untersucht und mit der Weiterentwicklung und Neuentwicklung qualitätssichernder Maßnahmen versorgt. Diese wurden teilweise beim Demonstrationsgebäude angewendet und evaluiert und teilweise begleitend entwickelt. Ausgehend von dem Qualitätssicherungskonzept von proKlima werden im Folgenden die entwickelten Prozesse und die gewonnenen Erfahrungen erläutert.

8.1 Grundlage

Die Förderkonzepte von proKlima - dem enercity Fonds setzen unter anderem die Durchführung eines mehr oder weniger konkret formulierten Leistungsbilds zur Qualitätssicherung voraus. Der Gedanke eines unabhängigen Qualitätsmanagements mit definierten Leistungen, ausgeführt durch einen unabhängigen Dritten, konnte über die Fördertätigkeit von proKlima im Großraum Hannover bereits erfolgreich in die Baupraxis getragen werden. Der Prüfumfang wurde in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt und umfasst inzwischen diverse Gebäude- und Gewerke- bzw. themenspezifische Dokumente, die über die Webseite [36] zur Verfügung gestellt werden.

Das Qualitätsmanagement-Konzept nach proKlima macht Vorgaben für die Prüfung der Gebäudehülle und die Gebäudetechnik von der Planung bis in den Betrieb. Der in Abbildung 38 dargestellte Auszug zeigt die Anforderungen an die Planungsprüfung für die Heizungstechnik. Die erste Spalte enthält die einzureichenden Unterlagen, die zweite den Prüfumfang und die dritte die Inhalte der Dokumentation bzw. des Prüfberichts. Das Qualitätssicherungskonzept macht sehr konkrete Vorgaben was zu prüfen ist, die Art und Weise und der Umfang bleiben allerdings größtenteils offen. Da häufig auf Nachvollziehbarkeit, Plausibilität und Vollständigkeit geprüft werden soll, erfordert die Prüfung außerdem umfangreiches Expertenwissen.

Im Rahmen dieses Projektes konnten für die Phasen Planung, Errichtung, Inbetriebnahme und Betrieb eine Vielzahl von qualitätsrelevanten Themen und Prozessen untersucht und weiterentwickelt bzw. konkretisiert werden. Einige davon konnten bereits im laufenden Bauprojekt des Förderzentrums auf der Bult erprobt oder begleitend zur durchgeführten Qualitätssicherung von energydesign braunschweig theoretisch entwickelt werden. Der Fokus liegt vor allem auf Komponenten und Themen, die im Kontext moderner nZEB an Bedeutung gewinnen.



 		
proKlima-Nichtwohngebäude Förderprogramm Qualitätssicherung „Nichtwohngebäude Passivhaus-Neubau / plusSolar oder Komplettmodernisierung“ - Einzureichende Unterlagen und Prüfumfang -		
<u>Planungskonzept Heizungsanlage</u> - Auslegungs- und Planunterlagen für Wärmeerzeuger, Wärmespeicher, Wärmeverteilungen (Heizung und Trinkwarmwasser), Kaltwasserleitungen, Abwasserleitung, Heizregister, Heizflächen, Pumpen - Systemauslegung: Heizlastberechnung + Projektierung Trinkwarmwassermenge sowie angesetztes Nutzungsprofil, ggf. Nutzung von im wöchentlichen oder monatlichen Zeitintervall vorliegenden Verbrauchsdaten zur Auslegung (EAV-Analyse) - Bei Wärmepumpen: Auslegung und Nachweis der projektierten Jahresarbeitszahlen (JAZ) sowie Auslegung der Wärmequelle / -senke mit dynamischer Berechnung bzw. Bilanzierung. Mit Einschränkung ist auch die Abschätzung der JAZ nach VDI 4650 zulässig. - Dokumentation Hydraulischer Abgleich - Regelungskonzept - Wärmedämmung der Wärmeverteil- sowie Zirkulationsleitungen einschließlich Einbauten und Armaturen	<u>Heizungstechnik</u> Liegt ein nachvollziehbares und bedarfsgerechtes Planungs- und Auslegungskonzept für den Wärmeerzeuger (Heizung und Trinkwarmwasser) vor? <u>Die Plausibilität der geplanten Leistung des Wärmeerzeugers ist zu prüfen und auf das Konzept Passivhaus abzustimmen. Überdimensionierung ist zu vermeiden.</u> Liegen die geforderten Unterlagen zur Planung aller Bestandteile der Heizungsanlage vor? Sind alle Planungsdaten plausibel? Werden die geforderten Kennwerte oder Maßnahmen erfüllt? Sind die Eingaben im PHPP-Nachweis plausibel und stimmen mit dem Planungskonzept überein? Bei Wärmepumpen: Ist die Annahme der Jahresarbeitszahlen plausibel und im PHPP richtig abgebildet?	- Anforderungen erfüllt? - Was muss noch bis zu welchem Zeitpunkt im Bauablauf geliefert werden? - Unterlagen Auslegung Wärmeerzeuger: Heizlastberechnung, projektierte Trinkwarmwassermenge und Nutzungsprofil, ggf. EAV-Analyse - Bei Fernwärmeanschluss: Anforderungen an die Rücklauftemperatur nach techn. Bedingungen energycity max. 40°C erfüllt?

Abbildung 38: Auszug aus den Anforderungen an die Qualitätssicherung von proKlima

8.2 Planung

In der Planungsphase eines Projektes wird der Grundstein für die zukünftige Qualität und die Kosten des Bauwerks gelegt. Mängel sollten nach Möglichkeit schon in der Planungsphase erkannt werden, da sie sich ansonsten in der Errichtungsphase fortpflanzen und sehr zeit- und kostenintensiv werden können. Eine späte Umplanung kann sogar einen Rückbau erfordern und hohe Nachbeauftragungskosten verursachen. Eine unvollständige Planung führt zu Freiheitsgraden bei der Errichtung und kann zu Schnittstellenproblemen und erhöhtem Nachplanungs- und Abstimmungsbedarf zu terminkritischen Zeitpunkten im Bauablauf führen. [37, 38]

In Kapitel 6.1.2 wurde gezeigt, dass Photovoltaik-Anlagen ein fester Bestandteil im nZEB-Standard sind und es Stromspeicher unter bestimmten Voraussetzungen sein können. Für diese und weitere Komponenten wurden dementsprechend Planungshinweise und Prüfpunkte zur Qualitätssicherung formuliert. Die Prüfpunkte für Photovoltaikanlagen, Elektroinstallationen, Erdsonden und den Sonnenschutz sind zudem in Anhang 11.4 beigefügt.

8.2.1 Photovoltaik-Anlagen und Elektrotechnik

Häufig handelt es sich bei energieoptimierten, nachhaltigen Gebäuden um sogenannte „Nur-Strom-Gebäude“, da der Endenergiebedarf lediglich durch Strom gedeckt wird und Wärme und Kälte über Wärmepumpen und oder Kältemaschinen bereitgestellt werden. Sinnvollerweise sind diese Konzepte ergänzt um eine Photovoltaik-Anlage. Da die proKlima-Qualitätssicherung bisher noch keine Anforderungen zur Prüfung von Photovoltaik-Anlagen und Elektroinstallationen beinhaltet, wurde eine umfassende Prüf-Checkliste für diesen Bereich definiert (siehe Anhang 11.4.1 und 0).

Die Prüfpunkte für Photovoltaik-Anlagen reichen von allgemeinen Hinweisen wie die Anmeldung beim Versorgungsnetzbetreiber bis zu spezielleren Expertenprüfungen zum Schutzpotenzialausgleich und den Leitungsdimensionen. Weiterhin ist bei der Auswahl und Ausstattung des Montageortes der Wechselrichter auf einen ausreichenden Abstand und eine Überdachung zu achten.

Der Bereich der Elektrotechnik umfasst u.a. die Themen Potenzialausgleich, Dimensionierung von Leitungsführungskanälen, Beleuchtungsinstallationen und Sicherheitsbeleuchtung.

8.2.2 Stromspeicher

Thermische und elektrische Speicher sind zunehmend wichtig für die Entkopplung von Verbrauch und fluktuierender, regenerativer Strom- und Wärmezeugung in Gebäuden. Sinnvoll sind sie vor allem durch den potenziellen wirtschaftlichen Vorteil, der mit der Erhöhung des Eigennutzungsgrads einhergeht. Des Weiteren kann die Reduktion von Lastspitzen das Stromnetz entlasten. Die Zusammenhänge mit dem Eigennutzungsgrad und dem ökologischen und ökonomischen Mehrwert sind in Kapitel 6.1.2 näher beschrieben.

Die Lernkurve der Investitionskosten für Stromspeicher im Gebäudebereich führen dazu, dass die Beteiligten bisher in der Regel noch wenig Erfahrung sammeln konnten. So stellen sich viele Fragen, die die Planung und den Betrieb von Stromspeichern betreffen.

Die ersten Planungsschritte für einen Stromspeicher wurden beim Demonstrationsgebäude begleitet und es konnten wichtige Erfahrungen gesammelt werden. Bei dem Schulneubau

wurde der Plan eines Batteriespeichers verworfen, da die Investition in einen Stromspeicher bei dem Nutzungsprofil „Schule“ unter den zu dieser Zeit vorherrschenden Marktbedingungen nicht wirtschaftlich war. (siehe auch Kapitel 6.1.2) Die Wirtschaftlichkeit wurde mithilfe einer dynamischen Lastsimulation untersucht. Die Erkenntnisse der Planung und Recherche sind in Tabelle 10 zusammengefasst und können für Bauverantwortliche in zukünftigen Projekten hilfreich sein.

Tabelle 10: Planungshinweise für Stromspeicher in Gebäuden

Thema	Hinweis
Brandschutz	Interne Sicherheitsschaltungen verhindern den Brandfall ohne externe Ursache; die Batterie wird spannungslos geschaltet, sobald der sichere Betriebsbereich verlassen wird.
	Die zuständige Feuerwehr ist über die geplante Batterie und den Installationsort zu informieren, um im Brandfall die richtige Löschmethode einsetzen zu können; die Löschung von Lithium-Ionen-Batterien erfolgt mit Wasser (kontrolliertes Abbrennen). (Quelle: Feuerwehr Hannover)
Integration	Die direkte DC-Integration in das PV-Gleichstromnetz vermeidet zusätzliche Komponenten und verringert dadurch Umwandlungsverluste und Kosten; die Spannung der in Reihe geschalteten PV-Module ist darauf abzustimmen.
	Internetanschluss für Aufschaltung der Batterie auf Portal des Herstellers, darüber ist ein Monitoring des gesamten Gebäude-Stromverbrauchs, der PV-Erzeugung und der Stromspeicherung möglich.
	Potenzialfreier Kontakt für die Brandmeldeanlage
	Per CAN-Bus angeschlossene Leistungsmessung der Batterie erkennt Lastflüsse im Gebäude, keine extra Netzwerkverbindung zum Wechselrichter nötig.
	Einzelne Datenpunkte können aus dem Batteriemanagementsystem (BMS) i.d.R. per Modbus abgerufen werden.

Thema	Hinweis
	Steuerung des ansonsten autarken Batteriebetriebs ist über RSCP (Remote-Storage-Control-Protokoll) möglich; für aktives Lastmanagement im Gebäude.
Technologie	<p>Lithium-Eisenphosphat (LiFePO₄):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Art der Lithium-Ionen-Batterie - Sehr hohe Lebensdauer (10.000 Ladezyklen, 20 Jahre) - Gesamtwirkungsgrad von 93 – 98 % - BMS ersetzt Wartung, passive Fernwartung über Internet <p>Blei-Säure-Batterie (Pb-Säure):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deutlich geringere Lebensdauer (1.500 Ladezyklen, 10 Jahre) - Gesamtwirkungsgrad von 70 – 85 % - Höhere Anforderungen an den Aufstellort (Belüftung nötig) - Regelmäßige Wartung erforderlich
Hersteller	<p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - E3/DC GmbH, Osnabrück - Sonnen GmbH, Wildpoldsried - VARTA Storage GmbH, Nördlingen - TESVOLT GmbH, Lutherstadt Wittenberg <p>Marktübersichten:</p> <p>https://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/ (Stand: 18. Juni 2021)</p> <p>https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/ (Stand: 18. Juni 2021)</p>
Schwarmschaltung	<p>Abrechnungsmodell, bei dem örtlich verteilte Stromspeicher digital verbunden sind; ggf. wirtschaftlicher, da das ausgelagerte BMS einen vergüteten netzdienlichen Betrieb gewährleistet (Verkauf von Primärregelleistung an den Netzbetreiber)</p> <p>Angebote u.a. von sonnen (sonnenCommunity) und SENEK (SENEC.Cloud)</p>

Thema	Hinweis
Auslegung	<p>Ziel definieren: Erhöhung des Eigennutzungsgrads, Autarkie, Deckung der nächtlichen Grundlast, Deckung des abgesenkten Wochenendbetriebs, saisonale Speicherung (Stromspeicher ungeeignet), ...</p> <p>Bestenfalls Durchführung einer Lastganganalyse bzw. dynamische Simulation mit Einstrahlungs- und Verbrauchsdaten</p> <p>Überschlägige Beispielrechnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Deckung der nächtlichen Grundlast - Addition der auftretenden nächtlichen Lasten in der Leistungsbilanz des Elektroplaners: 15,6 kW - Anwendung eines Gleichzeitigkeitsfaktors: $0,3 \times 15,6 \text{ kW} = 4,5 \text{ kW}$ - benötigte nutzbare Kapazität des Speichers zur Überbrückung von 10 Nachtstunden: $4,5 \text{ kW} \times 10 \text{ h} = 45 \text{ kWh}$ - Nennkapazität = nutzbare Kapazität / Gesamtwirkungsgrad $45 \text{ kWh} / 0,93 \approx \mathbf{48 \text{ kWh}}$ - Ladeleistung der Batterie, sodass im Tagesverlauf meistens vollständig geladen werden kann: Mittlere Tageslänge am Standort = 12,24 h Anteil der Sonnenstunden = 27,4 % $48 \text{ kWh} / (0,274 \times 12,24 \text{ h}) \approx \mathbf{14,3 \text{ kW}}$
Aufstellraum	<p>Für Lithium-Eisenphosphat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - keine aktive Kühlung oder Lüftung notwendig (keine Stofflasten) - wenn möglich außenliegenden Raum auf Nordseite wählen - ggf. geringe Abluft mit passiver Nachströmung einplanen, um Wärme konvektiv abzutransportieren - Überhitzung (> 30 °C) und Unterkühlung (< 5 °C) des Raumes führt lediglich zu automatischer Leistungsreduzierung, bei weiterer Überhitzung (> 45 °C) oder Unterkühlung

Thema	Hinweis
	(< -5 °C) Abschaltung; Einfluss auf Lebensdauer noch unbekannt
Sicherheit	Störmeldungen von Batterie und Peripherie (z.B. Wechselrichter) laufen beim Hersteller auf und werden regelmäßig innerhalb von 24 h an den Kunden gemeldet. Das Verlassen des sicheren Betriebsbereichs führt automatisch zur spannungslos-Schaltung der Batterie.
Wartung	Keine Wartung (bei Lithium-Eisenphosphat)

8.2.3 Erdsonden

Erdsonden sind wasserdurchflossene Kunststoffschläuche, die ca. 100 m tief ins Erdreich verlegt und mit wärmeleitender Betonmasse umschlossen werden. Je nach Tiefe und geologischen Voraussetzungen sind sie aufgrund der ganzjährig relativ konstanten und im Vergleich zur winterlichen Außenluft hohen Temperaturen eine sehr gute Wärmequelle für Wärmepumpen. Das Erdreich hat in Mitteleuropa ab einer Tiefe von ca. 12 m eine Temperatur von 10 °C und nimmt um etwa 3 K je 100 m weiter zu. [39]

Gerade bei größeren Erdsondenfeldern ist es wichtig, dass bei der Auslegung und Leistungsbestimmung auf der Grundlage eines Thermal Response Tests^{IV} eine Prüfung der langfristigen Temperaturentwicklung vorgenommen wird. Wenn die Berechnung über 25 oder 50 Jahre einen quasistationären, eingeschwungenen Zustand mit konstanten Temperaturen im Jahresvergleich ergibt, dann ist die Auslegung erfolgreich. Die Wärmeleistung des Erdreichs kann langfristig aufrechterhalten werden, wenn neben der Nutzung als Wärmequelle auch eine aktive Regeneration im Sommer in den Gebäudebetrieb integriert und darüber eine ausgeglichene Jahres-Energiebilanz erreicht wird. Das bietet zudem die Chance die Überhitzung des Gebäudes über eine aktive Kühlung oder passive Temperierung zu verringern und den Raumkomfort zu erhöhen. Weitere Hinweise zur konkreten Prüfung der Erdsondenplanung sind Anhang 11.4.3 zu entnehmen. [39]

^{IV} Der Thermal Response Test bzw. geothermische Reaktionsversuch dient der Bestimmung der Wärmeleit- und Wärmespeichereigenschaften des Erdreichs. Der genaue Ablauf ist in der DIN EN ISO 17628 beschrieben. [40].

8.3 Errichtung

Im Laufe der Errichtungsphase können je nach Zeitpunkt, Fortschritt und Gewerk unterschiedliche Prüfverfahren notwendig und sinnvoll sein. Die Methoden lassen sich grob in Sichtprüfungen, Beprobungen und Messungen unterteilen. Vor allem für Sichtprüfungen in Form von Baustellenbegehungen sind Checklisten sinnvoll, um einen einigermaßen koordinierten Prüfprozess zu erhalten, bei dem wichtige Themen definitiv erfasst werden. Vordefinierte Checklisten ermöglichen außerdem Transparenz über den Prüfumfang und eine bessere Koordination der Prüfzeitpunkte. Beprobungen und Messungen dienen insbesondere der Feststellung von Materialqualitäten und zur Sicherstellung hygienischer Anforderungen an Gebäude und technische Anlagen.

Die Qualitätssicherung nach proKlima sieht eine projektabhängig feste Anzahl an Ortsterminen während der Errichtung vor. Die Prüfungen umfassen in der Regel eine Sichtprüfung zu definierten Schlüsselzeitpunkten und einen generellen Abgleich der Bauausführung mit der Ausführungsplanung. Die Baustellentermine sollen durch geeignete Protokolle mit stichwortartig beschriebenen und ggf. mit Fotos oder Skizzen ergänzten Ergebnissen dokumentiert werden. Ein mit diesen Anforderungen konformes Beispiel für einen Protokolleintrag der Qualitätssicherung beim Demonstrationsgebäude ist in Abbildung 39 zu sehen. Als Zeichen der fortschreitenden Digitalisierung haben sich genau für diesen Anwendungsfall in den letzten Jahren zahlreiche Software-Produkte etabliert, mit denen über Smartphone-Apps Fotos auf der Baustelle gemacht, Planunterlagen zugeordnet und als Teil von Protokollen oder Tickets kommuniziert werden können. Diese digitalen Hilfsmittel vermeiden Medienbrüche, Vor- und Nachbereitungsarbeiten und machen den Prüfprozess, die Kommunikation der Mängel und der Mängelbehebung somit deutlich effizienter.

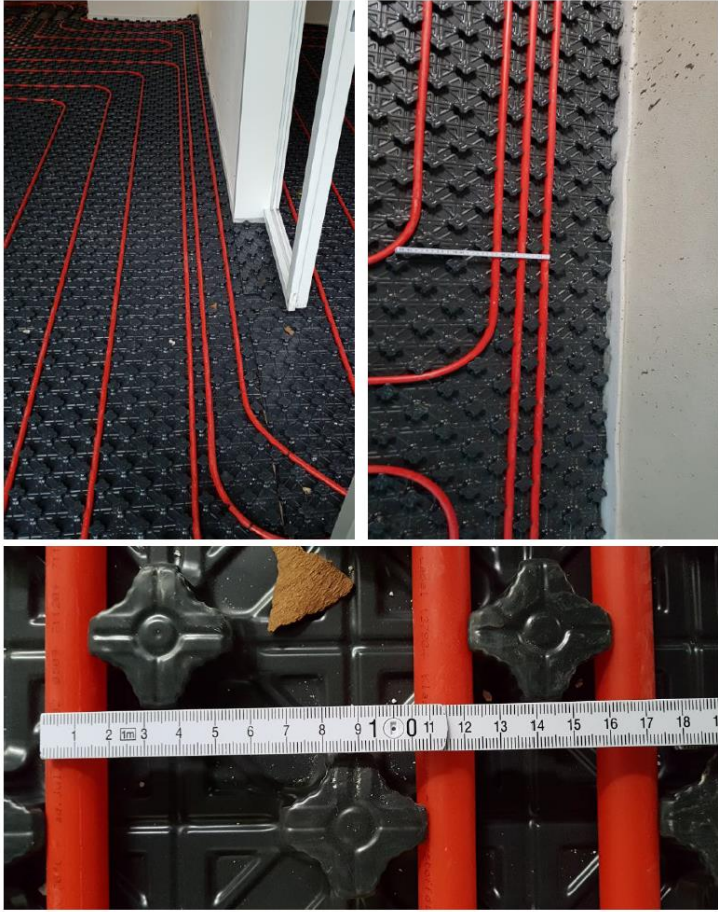

Protokoll Punkt	Beschreibung	Aufnahme	zuständig	bis	Stat.
TGA 04 . 08	<p>Heizungsinstallation</p> <p>Verlegeswerpunkte sollten bei der weiteren Montage möglichst vermieden werden. Es gilt zu prüfen in wie weit eine Neuordnung möglich ist.</p> <p>Foto: Raum 01.03.018 – AUR</p> 	11.10.2017		03.11.2017	OFFEN

Abbildung 39: Beispiel für die Prüfdokumentation einer Baustellenbegehung, Quelle: energydesign braunschweig

Die Baustellenbegehungen werden sinnvollerweise mit vordefinierten Checklisten unterstützt, sodass die notwendigen Zeitpunkte und der Umfang der Prüfungen rechtzeitig kommuniziert und eingeplant werden können. Zum Beispiel sind die Lüftungskanäle noch nicht mit den Abluft- oder Zuluft-Ventilen zu verschließen, wenn definiert wurde, dass eine stichprobenartige Prüfung der Wickelfalzinstallationen in Öffnungsnähe stattfinden soll. Die Firma energydesign, die beim Demonstrationsgebäude die Qualitätssicherung durchgeführt hat, verfügt bereits über umfangreiche Checklisten, die alle Anforderungen nach proKlima erfüllen. Einige Komponenten und Themen sind bisher allerdings noch nicht durch Prüfprozesse unterstützt, die beim Förderzentrum auf der Bult relevant wurden und bei ähnlichen Gebäuden in Zukunft als Teil

der Qualitätssicherung einen Mehrwert generieren können. Dazu gehören analog zu den Prüfpunkten für die Planungsphase, auch welche für die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen und Elektroinstallationen (siehe Anhang 11.4.1 und 0). Außerdem werden im Folgenden einzelne Prüfprozesse für den Bodenestrich und Fenster erläutert.

8.3.1 Estrich

Als wichtige, strukturelle Komponente eines Gebäudes kann der Bodenestrich genauer betrachtet werden. Die Prüfung der richtigen Zusammensetzung von vor Ort gemischten Produkten wie Beton oder Estrich erfolgt durch einen Prüfprozess der Beprobung. Beispielsweise kann mithilfe einer Haftzugprüfung nach DIN EN ISO 4624 [41] die Oberflächenbeschaffenheit des Bodenestrichs überprüft werden. Diese ist relevant für die Aufbringbarkeit und Langlebigkeit von Gussböden. Bei der Haftzugprüfung wird unter definierten Bedingungen (Messfläche, Temperatur, Abzugsgeschwindigkeit) ein auf der Beschichtung des Prüfkörpers aufgeklebter Prüfstempel senkrecht zur Prüfkörperoberfläche gleichmäßig langsam bis zum Abriss abgezogen. Dafür kommt eine Zugprüfmaschine zur Anwendung. Beim Abriss trennt sich die Beschichtung inklusive des aufgeklebten Stempels von der Oberfläche des Prüfkörpers. Die Klebung auf der Beschichtung muss selbstverständlich stärker haften als die Beschichtung auf dem Prüfkörper, siehe Abbildung 40. Eine unzureichende Beschaffenheit hat Auswirkungen auf die Möglichkeiten zur Aufbringung und die Lebensdauer weiterer Bodenschichten. Die Beschaffenheit des gemischten Betons oder Estrichs sollte so früh wie möglich überprüft werden, da eine späte Mängelfeststellung zu zeit- und kostenintensiven Maßnahmen führen kann.

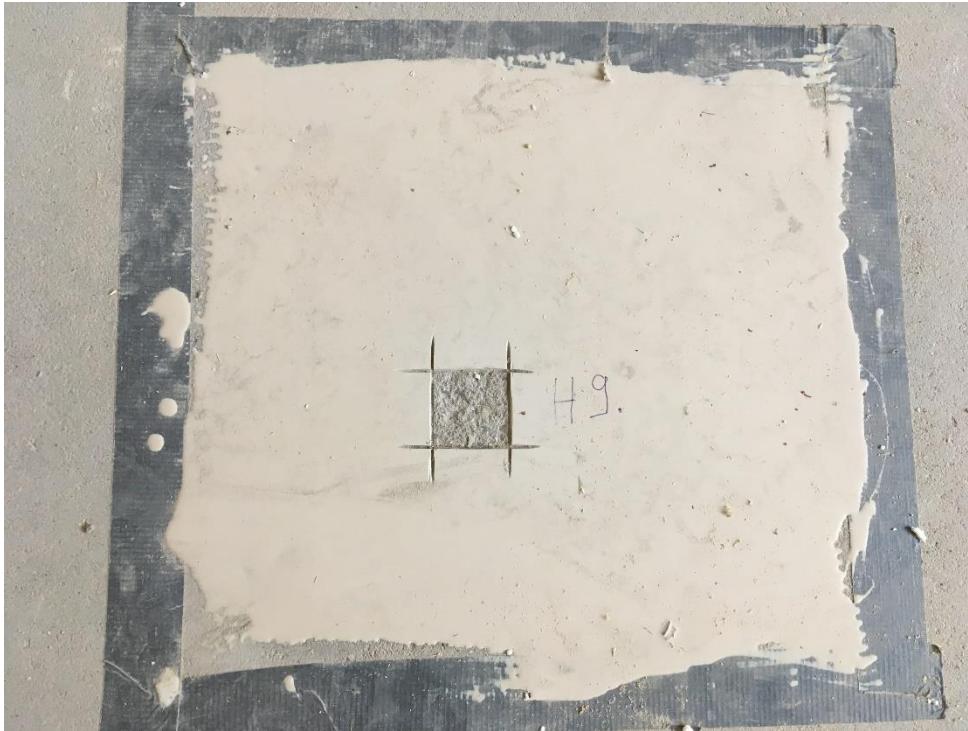


Abbildung 40: Bodenestrich nach der Haftzugprüfung

8.3.2 Fenster

Der Wärmeschutz ist ein wichtiger Bestandteil energieoptimierter Gebäude. Dazu gehören neben den Bauteilen des Dachs, der Bodenplatte und den opaken Fassadenelementen auch die transparenten Komponenten Fenster und Türen. Letztere werden aufgrund der hohen Anforderungen an den Wärmeschutz in der Regel als zwei- oder dreischichtige Wärmeschutzverglasung ausgeführt. Die einzelnen Scheiben eines Fensters sind unterschiedlich beschichtet, so dass Solareinstrahlung in das Gebäude eindringen, die Wärme des Innenraums aber nicht nach außen entweichen kann. Damit diese Beschichtungen langfristig erhalten bleiben und es keine konvektive Wärmeübertragung gibt, sind die Zwischenräume mit einem Edelgas befüllt und gut abgedichtet. Undichte Fenster führen zu einem allmählichen Austausch des Edelgases mit feuchter Luft. Diese führt unter entsprechenden Temperaturbedingungen zu einer Kondensatbildung und damit zu einer Verringerung der Durchsehbarkeit. Die mit der Undichtigkeit einhergehende deutliche Erhöhung des U-Wertes bedeutet ein Defekt der Wärmeschutzverglasung. Die Energieeffizienz und Langlebigkeit der Fenster hängen also von der Unversehrtheit

dieses Aufbaus ab, weshalb die Abdichtungen^v vor und nach der Montage überprüft werden sollten. Die doppelte Prüfung ist notwendig, weil die Beschädigung auch erst bei der Montage zustande kommen kann. Sobald sich auf einer Glasinnenseite Kondensat bildet, ist von einem Defekt auszugehen. Das Kondensat wird bei einer ausreichenden Abkühlung des Glases sichtbar und kann dementsprechend bei geringeren Außentemperaturen entdeckt werden (siehe Abbildung 41). Alternativ kann im Zuge einer systematischen Qualitätssicherung mithilfe eines Kältesprays eine Abkühlung erwirkt werden. Nicht identifizierte Mängel verringern den Komfort und erhöhen die Heiz- und Kühllast im betroffenen Raum. Erst nach dem Einbau identifizierte Mängel führen ggf. zu zusätzlichen zeitaufwändigen Arbeiten, vor allem wenn bereits weitere Fassadenelemente, Lüftungsauslässe oder Sonnenschutz-Installationen hinzugefügt wurden.



Abbildung 41: Kondensation im Scheibenzwischenraum als Indiz für einen vorliegenden Defekt

^v Die Abdichtung der Glasscheiben innerhalb eines Fensters ist zu unterscheiden von der Abdichtung, die beim Einbau des Fensters zwischen Rahmen und Fassade vorgenommen werden muss. Die beschriebene Qualitätssicherung bezieht sich auf die Beschaffenheit des Fensters, nicht auf die Einbausituation.

8.4 Inbetriebnahme

Vor allem für das Ende der Bauausführung und die Inbetriebnahmephase spielt das Thema der Schnittstellenplanung und -koordination eine wichtige und entscheidende Rolle für die Einhaltung von Terminen, Kostenrahmen und Qualitäten. Außerdem erfolgen in Bezug auf die Qualität des Gebäudebetriebs die Inbetriebsetzung, die Einregulierung sämtlicher technischer Anlagen und Funktionstests. Zudem melden die ausführenden Gewerke nach und nach die Fertigstellung der beauftragten Leistungen an und möchten nach der entsprechenden Abnahme nach VOB/C ihre Leistungen schlussrechnen. In diesem Moment ist es für die Bauverantwortlichen wichtig, einen ausreichenden Überblick über die Qualitäten und Funktionen des jeweiligen Gewerks zu bekommen. Dafür bieten sich eine Reihe von Standard-Funktionstests und Messungen an. Eine effiziente Methode zur Bewertung des anlagenübergreifenden Betriebs ist das datenbasierte technische Monitoring nach AMEV-Empfehlung 158 (siehe Kapitel 8.5). Eine im Rahmen der Qualitätssicherung übliche stichprobenartige Messung der Luftvolumenströme stellt außerdem sicher, dass der hydraulische Abgleich des Luftkanalnetzes plankonform umgesetzt und die Räume ausreichend versorgt sind.

Für das Erdsondenfeld wurden Prüfpunkte zur Überprüfung der Errichterleistung formuliert sowie exemplarisch ein neues Werkzeug für die Unterstützung des Schnittstellenmanagements im Rahmen der Inbetriebnahme entwickelt (Kapitel 8.4.1). Der Standard-Prozess zur Überprüfung der Funktion des Sonnenschutzes wurde sowohl definiert als auch durchgeführt (Kapitel 8.4.2). Als ergänzende qualitätssichernde Maßnahme wurde das Thema der Nutzerintegration und -information bearbeitet und bei dem Förderzentrum auf der Bult umgesetzt (Kapitel 8.4.3).

8.4.1 Erdsonden

Nachdem die Auslegung und Anordnung sowie die Datenblätter des Erdsondenfeldes im Zuge der Planung geprüft worden sind, gibt es bei der Errichtung und Inbetriebnahme weitere unterstützende Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Diese sind in der DIN EN ISO 17628 [40] ausführlich beschrieben und mit praktikablen Arbeitsmitteln ergänzt. Die durchzuführenden Prüfungen sind in Anhang 0 kompakt zusammengefasst und beziehen sich in erster Linie auf die physikalisch einwandfreie Beschaffenheit des Erdsondenfeldes. Diese ist zum Beispiel festzustellen über die Qualität der Verfüllung, eine Druck- und Durchflussprüfung.

Weiterhin ist das Erdsondenfeld als Wärmequelle für die Wärmepumpen elementare Voraussetzung für die Funktion der Heizung und somit für den Gebäudebetrieb in der Heizsaison und die Trinkwassererwärmung ganzjährig. Am Errichtungsprozess sind mehrere Gewerke beteiligt

und die dafür beanspruchte Fläche im Außenbereich ist groß. Dadurch gibt es viele Schnittstellen, die für einen reibungslosen zeitlichen Ablauf und eine hohe Qualität koordiniert werden müssen. Ein dafür bekanntes Werkzeug zur Unterstützung des Inbetriebnahmeprozesses stellt der Schnittstellenkatalog nach VDI 6039 dar. Dieser wurde über das Erdsondenfeld hinaus für das Förderzentrum entworfen und die Anwendung dessen in der Planungsrunde diskutiert. Er stellte sich deutlich als unübersichtlich und impraktikabel für die praktische Schnittstellenkoordination heraus. Vorstellbar ist lediglich eine Anwendung als Planungswerkzeug für frühere Planungsphasen, um einen groben Eindruck über vorhandene Schnittstellen zu bekommen. Für das konkrete Management in der Inbetriebnahmephase fehlt es formatbedingt allerdings an der zeitlichen Komponente und der Übersichtlichkeit. Da der Bedarf für ein geeignetes Tool offensichtlich ist, wurde ein entsprechend optimiertes Format für das Inbetriebnahmemanagement entwickelt. In Abbildung 42 ist der entworfene, kombinierte Schnittstellen- und Ablaufplan für die Inbetriebnahme des Erdsondenfeldes dargestellt. Diese Detailplanung soll eine effiziente Kommunikation und Planung der Inbetriebnahme einzelner Anlagen ermöglichen und damit das Terminrisiko reduzieren und die Qualität erhöhen. Der Ablauf der Teilleistungen findet von oben nach unten entsprechend der aufsteigenden Nummerierung statt. Die betroffenen Firmen sind jeweils als verantwortlich und mitwirkend benannt. Die letzte Spalte enthält das jeweils geforderte Dokument, anhand dessen der Bauherr und das Qualitätsmanagement die Erfüllung der Teilleistung bewerten kann. Die Anwendung derartiger Schnittstellenpläne ist vielversprechend und sollte für sämtliche gebäudetechnischen Anlagen als Standard-Arbeitsmittel für den Inbetriebnahmeprozess ausgearbeitet werden.


Schnittstellen und Ablaufplan - Erdsondenfeld Projekt: xyz		siz energieplus 									
Nr.	Leistung	V - Verantwortlich, M - Mitwirken		Fa. Erdsonden	Fa. Heizung	Fa. Außenanlagen	Fa. ELT	Fa. GA	QM	Dokumentation	
1	1 Installation Erdsonden abgeschlossen			V						Installations-, Verfüllprotokoll Prüfbericht	
	2 Prüfung Dokumentation			M					V		
2	1 Befüllung der Rohrleitungen inkl. Nachweisen zum Wärmeträgerfluid			V	M					Probeentnahmeprotokoll Prüfprotokoll Prüfprotokoll	
	2 Durchflussprüfungen			V	M				M		
	3 Druckprüfungen			V	M				M		
3	1 Errichtung des Schachts für den Erdsondenverteiler			V	M	M					
	2 Verfüllung der Baugruben			M	M	V					
	3 Fortsetzung der Arbeiten an den Außenanlagen					V					
4	1 Stromversorgung Pumpen vorhanden				M		V	M		Dokumentation 1:1-Test	
	2 Pumpen aufschalten und in Betrieb nehmen				M		M	V			
	3 Stromversorgung der Pumpen herstellen				M		M	V			
	4 1:1-Test (errichterseitig, nur bis zum Automationsschwerpunkt)				M		M	V			
	5 Inbetriebnahme Pumpen				M		M	V			
5	1 Hydraulischer Abgleich am Erdsondenverteiler				V				M	Prüfprotokoll	
	2 Prüfung des hydraulischen Abgleichs				M				V		
6	Dokumentation vollständig				V	V		M	M	V	Prüfprotokoll
7	Übergeordnete Funktionsprüfungen				V					M	Prüfbericht

Abbildung 42: Kombiniertes Schnittstellen- und Ablaufplan für Erdsondenfelder

8.4.2 Sonnenschutz

Die zuverlässige, bedienungsfreundliche und robuste Funktion des Sonnenschutzes ist eine der wichtigsten Themen für die Qualität eines nZEB. Der Sonnenschutz soll die Kühllast im Sommer reduzieren, solare Erträge im Winter nutzbar machen und ganzjährig Blendung der Nutzerinnen und Nutzer minimieren, um die Behaglichkeit in den Innenräumen zu erhöhen. Außerdem soll er möglichst langlebig sein und die Funktionen aufrechterhalten sowie speziell im Schulbetrieb zu wenig Ablenkung führen. Um all diese Anforderungen ab Nutzungsbeginn zu erfüllen und damit den ungestörten Betrieb des nZEB überhaupt zu ermöglichen, sollte die Sonnenschutz-Anlage einer umfangreichen Funktionsprüfung ausgesetzt werden.

Die Prüfpunkte für die Prüfung des Sonnenschutzes sind in Anhang 11.4.4 zusammengefasst. Im Wesentlichen geht es darum, dass die physische Stellung der einzelnen Raffstores korrekt initialisiert ist, die Sensoren als Auslöser für die Sicherheitsfunktionen und zentrale Schaltbefehle funktionieren und korrekt verknüpft sind und dass die zentrale Bedieneinheit einen ma-

nuellen Zugriff zulässt und darin plausible Zeitprogramme, Kalender und Parameter für zentrale Schaltbefehle hinterlegt wurden. Die eingerichteten Funktionen sollten möglichst genau auf die Gebäudenutzung abgestimmt sein und der Funktionsbeschreibung entsprechen. Eine gezielte Manipulation der Sensoren, Auslösung von zentralen und dezentralen Schaltbefehlen mit anschließender Sichtprüfung ermöglichen die Überprüfung nahezu aller Funktionen. Das in Abbildung 43 abgebildete Beispiel verdeutlicht diesen Prozess. Die Manipulation der Sensoren muss zu einer korrekten Anzeige auf der Bedieneinheit und dementsprechend zu einem Sicherheitsschaltbefehl und dem Fahren der Raffstores führen. Für die Manipulation werden ein Kältespray für die Temperatur und Windgeschwindigkeit sowie eine Flasche Wasser für den Regensensor benötigt. Der Strahlungssensor ist lediglich abzudecken. Bei einer weiteren Prüfung soll infolge einer manuellen Ansteuerung des Lamellenwinkels und der Position einer Steuergruppe eine homogene physische Reaktion der entsprechenden Sonnenschutzelemente erfolgen. In Abbildung 44 ist ein diesbezüglich aufgedeckter Mangel zu sehen. Die einfache Sichtprüfung des zentralen vollständig hoch- oder runtergefahrenen Sonnenschutzes ermöglicht außerdem die Feststellung der oberen und unteren Anschlagpunkte, welche im Zuge der Errichtung für jeden einzelnen Motor initialisiert werden müssen. In Abbildung 45 ist zu sehen, dass einige Elemente einen abweichenden oberen Anschlagpunkt aufweisen. Die tages- und jahreszeitabhängigen Funktionen sind nicht unmittelbar über die hinterlegten Parameter hin- aus prüfbar und bedürfen der Evaluation im Laufe der Nutzungsphase.

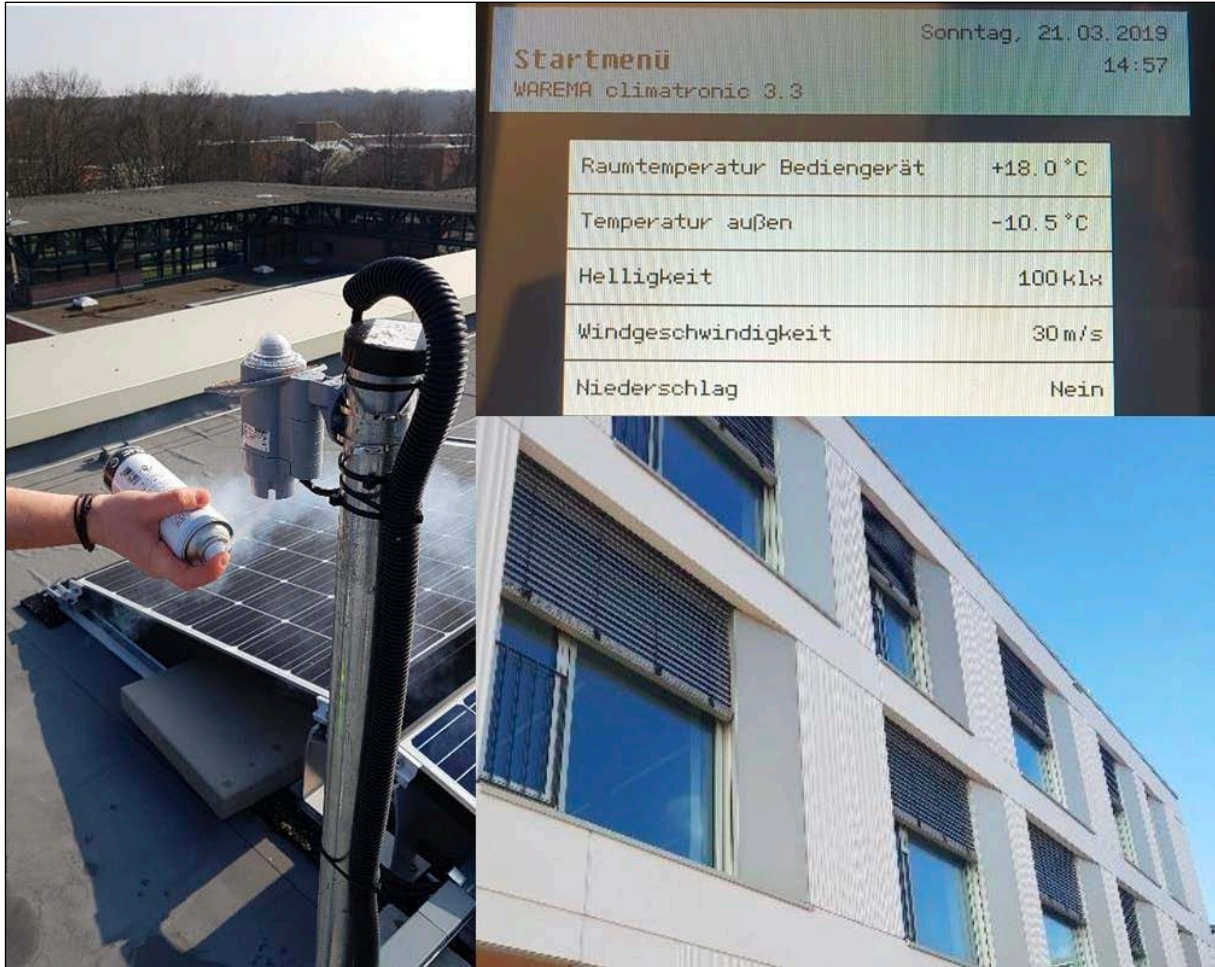


Abbildung 43: Manipulation der Sensoren zur Überprüfung der Sonnenschutz-Funktionen



Abbildung 44: Unterschiedliche Stellung nach einem zentralen Stellbefehl



Abbildung 45: Abweichender oberer Anschlagpunkt

8.4.3 Nutzerinformation

Neben der Ausführungsqualität und Energieeffizienz lässt sich als Maß für die Qualität eines Gebäudes ebenfalls die Zufriedenheit der Nutzerinnen und Nutzer und letztendlich die Bedürfnisbefriedigung und die Zweckerfüllung heranziehen. Es zeigte sich außerdem schon häufig, dass energetische Zielwerte aufgrund des Einflusses unzureichend in den Gebäudebetrieb unterwiesener Nutzerinnen und Nutzer nicht erreicht werden konnten. Eine systematisch konzipierte und umgesetzte Nutzerinformation in der Inbetriebnahmephase verspricht somit qualitätssteigernde Auswirkungen zu haben. Das entwickelte Konzept sieht insgesamt vier Termine mit jeweils unterschiedlichen Beteiligten und Inhalten vor (siehe Abbildung 46). Die ersten drei konnten schon am Demonstrationsgebäude durchgeführt und die Erfahrungen daraus zur Prozessoptimierung verwendet werden. Ergänzend zu diesen Terminen sollte unbedingt immer auch ein Nutzerhandbuch erstellt werden, da dieses als Nachschlagewerk für Aufbau, Funktion und Bedienung des Gebäudes sowie als Nachhaltung der Informationen für neue Nutzinnen und Nutzer dient. Auszüge daraus sind in Abbildung 47 zu sehen.

Zunächst erfolgte also die Abstimmung auf betrieblicher Ebene, um die gewünschten Formate und Inhalte der Nutzerinformation zusammenzutragen und das weitere Vorgehen festzulegen. Anwesend waren die Schulleitung, der Hausmeister, das Schulministerium, das Planungsteam, der Bauherr und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des SIZ energieplus. Es konnte sehr viel Rede- und Klärungsbedarf zwischen den künftigen Nutzern und dem Planungsteam bezüglich des Bedienkonzeptes festgestellt werden, woraufhin dieses noch mitten in der Errichtungsphase angepasst wurde. Außerdem wurde bei diesem Termin entschieden, dass ein Nutzerhandbuch und ein Poster erstellt sowie eine Informationsveranstaltung für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Förderzentrums auf der Bult durchgeführt werden soll. In dem zweiten Termin mit Workshop-Charakter wurden die wesentlichen Inhalte der Informationsveranstaltung und des Nutzerhandbuchs gemeinsam erarbeitet. Beteiligt waren die Schulleitung, eine Lehrerin, ein Vertreter des Schulministeriums, das Planungsteam, der Bauherr und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des SIZ energieplus. Ein positiver Nebeneffekt sämtlicher Besprechungen war, dass eine Vielzahl nutzungsrelevanter Themen angesprochen und teilweise vom Planungs- und Bauteam noch aufgegriffen und realisiert werden konnten. Diese Themen betreffen vor allem aus der besonderen Betreuungssituation und Pädagogik hervorgehende Anforderungen an das Gebäude, welche bereits in früheren Leistungsphasen hätten berücksichtigt werden sollen (Bedarfsplanung). Fast alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Förderzentrums auf der Bult haben an der Informationsveranstaltung teilgenommen und waren sehr an ihrem neuen Schulgebäude interessiert (siehe Abbildung 48). Das Planungsteam konnte sich jeweils mit einer kurzen Präsentation zu ihrem Verantwortungsbereich im Bauprojekt vorstellen und dem ansonsten leblosen Objekt damit ein menschliches Gesicht geben. Durch den persönlicheren Bezug und dem Verständnis für die aufgewandte Arbeit in den Neubau, soll die Akzeptanz der Nutzerinnen und Nutzer für eventuell auftretende Probleme in der Eingewöhnungsphase erhöht werden. Außerdem wurden ihnen konkrete Handlungsempfehlungen und Bedienmöglichkeiten erläutert, damit sie das Gebäude im Endeffekt funktional und energetisch rationell benutzen können. Abschließend konnten eine Reihe von Fragen der Schul-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von der Region Hannover und dem Planungsteam beantwortet werden.

Organisation der Termine zur Nutzerinformation

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
Thema	Auftaktgespräch	Workshop zur inhaltlichen Ausarbeitung	Informationsveranstaltung	Workshop für Nutzerfeedback
Teilnehmer	Planungsteam Bauherr Nutzer (betriebliche Ebene)	Planungsteam Bauherr Nutzer (betriebliche Ebene)	Planungsteam Bauherr alle direkten Nutzer	Bauherr Nutzer (Auswahl, ca. 10 Pers.)
Zeit	6 Monate vor Übergabe	5 Monate vor Übergabe	kurz vor der Übergabe	3 Monate nach Übergabe
Ziel	Planung der Nutzereinbindung und der gewünschten Leistungen (Nutzerhandbuch, Plakat, Workshop, Informationsveranstaltung, Führung)	Erarbeitung darzustellender Inhalte und organisatorische Planung der IV sowie Festlegung der Inhalte des Nutzerhandbuchs	Praktisches Wissen vermitteln und dem Gebäude ein Gesicht geben	Prozessoptimierung, Nutzer Meinungsäußerung ermöglichen und Zweck-erfüllung des Gebäudes feststellen / maximieren
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> Planer stellen kurz Gebäudefunktionen vor Absprache der Nutzereinbindung und entsprechende Terminierung Abstimmung zur Nutzung der Funktionen und zu Abläufen 	<ul style="list-style-type: none"> Organisation und Agenda der IV Raumweise Erarbeitung nutzungsrelevanter Informationen und Prozesse Definition von Problemlösungsstrategien und Verantwortlichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> Vorstellung des Planungsteams Präsentation des Gebäudekonzeptes, der Funktionen und der Bedienmöglichkeiten Optional: <ul style="list-style-type: none"> Umzugsplanung Führung durch das Gebäude in Gruppen 	<ul style="list-style-type: none"> Reflexion der Inbetriebnahme Vereinbarung weiterer Maßnahmen und Absprachen

Abbildung 46: Konzept zur Organisation der Termine zur Nutzerinformation



Abbildung 47: Auszüge aus dem Nutzerhandbuch



Abbildung 48: Informationsveranstaltung für die zukünftigen Nutzerinnen und Nutzer

8.5 Technisches Monitoring

Das technische Monitoring ist eines der wichtigsten Instrumente des Qualitätsmanagements für Gebäude. Gemäß des Prozesses nach AMEV-Empfehlung 158 (siehe auch Kapitel 3.3.1) soll die datenbasierte Überprüfung des Anlagenbetriebs vor der VOB-Abnahme dem Bauherrn die Sicherheit geben, dass das Gebäude mit dem Beginn der Nutzung anlagentechnisch voll funktionsfähig ist. Das technische Monitoring sollte von einem unabhängigen Dritten durchgeführt werden, welcher für einen effizienten Ablauf schon in der Planungsphase einzubinden ist. Dort stehen die Sichtung und Kommentierung der Planungsunterlagen in Hinsicht auf die Belange des Monitorings im Fokus. Auf dieser Planungsgrundlage ist schließlich ein Monitoringkonzept zu erarbeiten, welches organisatorische und technischen Vorgaben macht. Es sollte unter anderem den konkreten Ablauf und die Eingliederung der Monitoringleistungen in den Inbetriebnahmezeitplan beinhalten, die Anlagen und die benötigten Datenpunkte benennen und die benötigten Leistungen der anderen Baubeteiligten möglichst konkret beschreiben. Für letzteres bietet sich die Zuarbeit von geeigneten Texten für das Leistungsverzeichnis des MSR-Errichters an, in dem alle Leistungen zur Datenerfassung und -bereitstellung sowie zur Inbetriebnahmeprüfung beschrieben sind.

Für das Monitoring beim Förderzentrum auf der Bult wurde ein entsprechendes Monitoringkonzept erstellt und dem Planungsteam sowie dem Bauherrn vorgestellt. Der detaillierte Ablaufplan für den geplanten Probetrieb ist in Abbildung 49 dargestellt. Der Probetrieb gemäß AMEV-Empfehlung 158 ist ein 14-tägiger ununterbrochener Automatikbetrieb der betrachteten gebäudetechnischen Anlagen. Voraussetzung für den Start des Probetriebs ist neben der baulichen Fertigstellung und Funktionsprüfung der Anlagen, dass die Überprüfung der Hardwaredatenpunkte (1:1-Test), die Einrichtung von Datenexport und Datenübermittlung sowie der erfolgreiche Probedatenexport abgeschlossen ist. Da der Betrieb einiger Anlagen jahreszeitabhängig ist, können auch mehrere Probetriebe für verschiedene Anlagen zu unterschiedlichen Zeiten stattfinden. Die für diesen Prüfprozess benötigten Zuarbeiten vom MSR-Errichter wurden dem zuständigen Fachplaner und Bauherrn schon frühzeitig für das Vergabeverfahren in Form von Textblöcken für das Leistungsverzeichnis übermittelt.

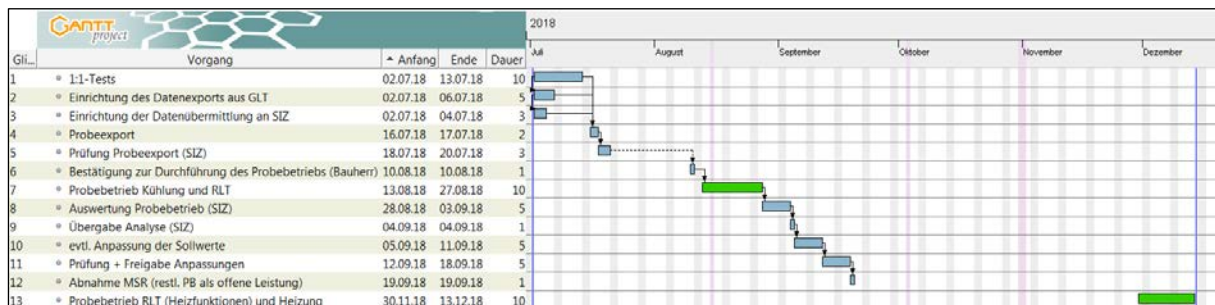


Abbildung 49: Ablaufplan für den Probetrieb

Zur Vorbereitung der Probetriebe und des technischen Monitorings sowie zur Unterstützung des effizienten und komfortablen Gebäudebetriebs wurden zusätzlich die Termine zu den Funktionen und zur Regelung der gebäudetechnischen Komponenten begleitet. Gemeinsam mit den Herstellern der zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen Swegon und Menerga sowie Viessmann, als Hersteller der Wärmepumpen, konnten wichtige Schnittstellenthemen geklärt werden. Des Weiteren wurde das konkrete Vorgehen bei den Probetriebs und im technischen Monitoring mit dem Planungsteam besprochen. Dabei wurde der Ablauf, die nötigen Vorleistungen der Beteiligten und die Datenübergabe abgestimmt.

Trotz der rechtzeitigen Kommunikation der Anforderungen an die Datenerfassung und -übertragung, war es nicht möglich den Probetrieb wie geplant in zeitlicher Nähe zur übrigen Fertigstellung des Gebäudes durchzuführen. Aufgrund von Mängeln an der verwendeten GLT-Software war der Datenexport technisch nicht möglich. Mit einem späteren Update wurde die Funktion schließlich verfügbar und die Überprüfung des Anlagenbetriebs konnte nachgeholt werden.

Das beim Demonstrationsgebäude umgesetzte Monitoring ist zweigeteilt. Zum einen wird die funktionale Auswertung des Betriebs gemäß des oben beschriebenen Ablaufs vorbereitet und auf Grundlage der Daten durchgeführt, zum anderen wird anhand der Verbrauchsdaten der eingebauten Zähler eine energiebilanzielle Analyse vorgenommen. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Monitorings hinsichtlich der Energiebilanz in Kapitel 8.5.1 sowie hinsichtlich der Anlagenfunktionen in Kapitel 8.5.2 beschrieben.

8.5.1 Energiemonitoring

Als Datengrundlage für das Energiemonitoring dienen die Zählerdaten für das Jahr 2020, welche per M-Bus-Kommunikationsprotokoll an einen Datenlogger des Betreibers angeschlossen sind. Diese werden in der Energiemanagement-Software „Interwatt“ der IngSoft GmbH zur Verfügung gestellt. Die auf diesem Wege exportierten Verbrauchsdaten werden im Folgenden ausgewertet.

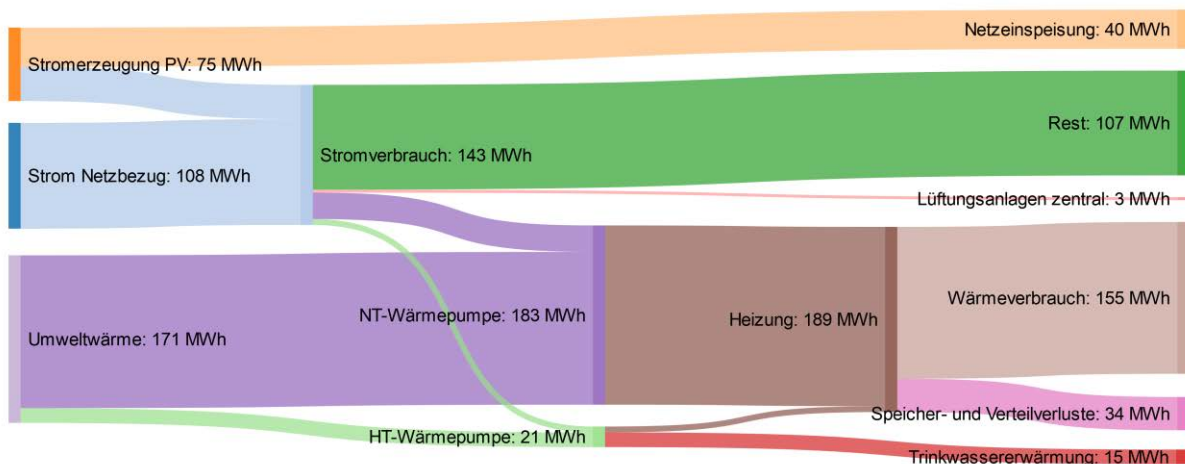


Abbildung 50: Sankey-Diagramm aller gemessenen oder berechneten Energiemengen für das Jahr 2020

Aus dem Energieflussdiagramm in Abbildung 50 können alle weiteren Themen der energiebilanziellen Analyse abgelesen werden. Die Energiemengen auf der linken Seite sind die Endenergien, die an der Gebäude-Bilanzgrenze ankommen. Der einzige Teil, der nicht aus der Umwelt entnommen werden konnte, ist der Strom-Netzbezug. Die 108 MWh waren dementsprechend im Gebäudebetrieb der einzige Verursacher von THG-Emissionen. Bei einem THG-Emissionsfaktor für den Strombezug in Deutschland im Jahr 2020 von 380 g/kWh ergeben sich somit THG-Emissionen von 41,04 t. [42]

Ein Viertel des gesamten Stromverbrauchs von etwa 144 MWh konnte durch die eigene PV-Anlage gedeckt werden. Die gesamte Stromerzeugung der PV-Anlage mit einer Nennleistung von 85,2 kW_{peak} beträgt etwa 75 MWh. Der Nutzungsgrad ist mit 880 kWh/ kW_{peak} etwa 13 %

geringer als beim Durchschnitt der PV-Anlagen in der Region um Hannover, die auf einen Wert von 1.006 kWh/ kW_{peak} kamen. [43] Je nach Technologie, Ausrichtung und Neigung der Module können derartige Abweichungen zustande kommen. Die Module des Förderzentrums auf der Bult sind mit einer geteilten Südost- und Nordwest-Ausrichtung und einer Neigung von 10 % nicht für den maximalen Ertrag ausgelegt. Gemäß Ertragsprognose verringert sich der Ertrag im Vergleich zur optimalen Ausrichtung von 30° Neigung mit Süd-Ausrichtung um 16 %. [44] Der Ertrag ist somit plausibel. Bei geringeren Erträgen sollten die Module bezüglich Verschmutzungen oder Verschattungen inspiziert werden.

Der solare Deckungsgrad, also der Anteil des Stromverbrauchs, der bei maximalem Eigennutzungsgrad mit der solaren Stromerzeugung gedeckt werden könnte, beträgt 52 % (siehe Abbildung 51). Dieser Wert sollte aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen erhöht werden.

Der Eigennutzungsgrad des generierten PV-Stroms beträgt 47 %. Etwa die Hälfte des Stroms wird dementsprechend in das Netz eingespeist. Eine Erhöhung des Eigennutzungsgrades gewährt unter Umständen einen wirtschaftlichen und ökologischen Vorteil, je nachdem in welchem Maße welche Technologie dafür eingesetzt wird. Die bloße Verschiebung der Betriebszeiten der Verbraucher im Gebäude stellt eine minimalinvestive Anpassung dar und erhöht die Gleichzeitigkeit von Stromerzeugung und -verbrauch. Eine deutlichere Erhöhung des Eigennutzungsgrads lässt sich nur über die Installation von Speichertechnik erreichen. Die Investitions- und Instandhaltungskosten müssen in diesem Fall über die Differenz der Einspeisevergütung und der Strombezugskosten gedeckt werden. Aus ökologischer Sicht sind die Umweltbelastungen während des gesamten Lebenszyklus des Speichers, den eingesparten Umweltauswirkungen des eher zentral erzeugten Stroms durch die regenerative, dezentrale Stromerzeugung gegenüberzustellen.

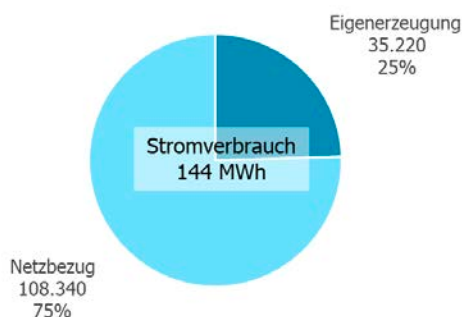


Abbildung 51: Deckung des Stromverbrauchs

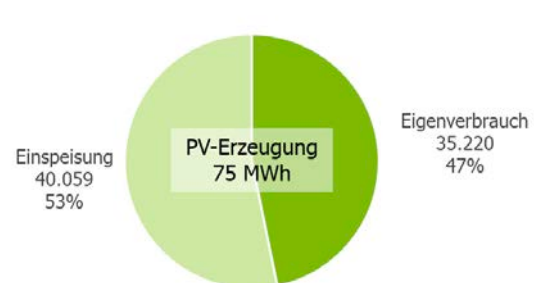


Abbildung 52: Verwendung der PV-Stromerzeugung

Der Stromverbrauch der Lüftungsanlagen wurde lediglich für die beiden Zentralgeräte separat erfasst, der Verbrauch der dezentralen Geräte wurde mit dem sonstigen Hausstrom gemeinsam erfasst. Der Stromverbrauch der Zentralgeräte betrug im Jahr 2020 etwa 3 MWh. Bei einer mittleren spezifischen Ventilatorleistung von 1.782 Ws/m^3 gemäß PHPP-Berechnung und einer durchschnittlich geförderten Luftmenge von $5.200 \text{ m}^3/\text{h}$ lässt sich vom Verbrauch auf eine gesamte Betriebszeit von 1.166 h im Jahr, bzw. ca. 4,5 h pro Wochentag schließen. Vor allem auch unter Berücksichtigung der pandemiebedingten Einschränkungen des Schulbetriebs ist der Verbrauch somit plausibel.

Der Strombezug der Niedertemperatur-Wärmepumpe, welche ausschließlich zur Gebäudeheizung verwendet wird, beträgt 27,11 MWh. Die erzeugte Wärme von 183,32 MWh lässt auf eine Jahresarbeitszahl von 6,76 schließen. Dieser Wert zeigt eine sehr gute Qualität der Wärmequelle sowie einen sehr energieeffizienten Betrieb der Wärmepumpe an.

Die Hochtemperatur-Wärmepumpe hat einen Stromverbrauch von 5,8 MWh. Sie hebt die Umweltwärme damit auf die Temperaturniveaus für die Warmwasserbereitung (14,73 MWh) und die Gebäudeheizung (5,2 MWh). Die Jahresarbeitszahl ist aufgrund des deutlich größeren Temperaturhubs von Quelle zu Senke^{VI} mit 3,51 geringer als die der NT-Wärmepumpe.

Der gesamte jährliche Heizwärmeverbrauch des Gebäudes beträgt ca. 155 MWh. Der spezifische Verbrauch, also bezogen auf die Gebäudefläche von 6.689 m^2 , beträgt damit etwa $23 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Der nach EnEV-Energieausweis ermittelte Heizenergiebedarf von $24 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ wurde dementsprechend leicht unterschritten. In Tabelle 11 sind weitere Energiearten ihrem jeweiligen ermittelten Bedarf gegenübergestellt. Während der geringere Warmwasser-Verbrauch vor dem Hintergrund der reduzierten Nutzungszeit plausibel erscheint, ist bei dem gesamten Endenergieverbrauch des Gebäudes ein um etwa 8 % erhöhter Verbrauch gemessen worden. Die mit den pandemiebedingt verringerten Nutzungszeiten und somit auch verringerten Energieverbräuche wurden anscheinend durch den im theoretisch berechneten Bedarf nicht berücksichtigten Nutzerstrom ausgeglichen. Vor dem Hintergrund dieser Effekte ist die Energieeffizienz des Gebäudes plankonform und auf einem hohen Niveau.

Die am Anfang des Kapitels genannten gesamten THG-Emissionen von 41,04 t/a liegen mit ca. $6,14 \text{ kg/m}^2\text{a}$ unter den ermittelten Emissionen gemäß EnEV-Energieausweis von $8,92 \text{ kg/m}^2\text{a}$.

^{VI} Die Temperatur der Erdwärmequelle beträgt im Mittel $16 \text{ }^\circ\text{C}$, welche für die hygienische Trinkwassererwärmung auf ein Niveau von ca. $65 \text{ }^\circ\text{C}$ angehoben wird.

Die Abweichungen sind in erster Linie auf die bei der Berechnung angesetzten Emissionsfaktoren zurückzuführen. Die Bedarfsermittlung nach EnEV sieht die Verwendung der Faktoren aus dem Globalen Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS) vor [45]. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Bedarfsausweises waren 595 g/kWh anzusetzen, während das UBA den „realen“ Emissionsfaktor für den Stromverbrauch im Jahr 2020 auf lediglich 380 g/kWh schätzt [42]. Unter Annahme des CO₂-Faktors gemäß der proKlima-Bewertungsrichtlinien von 560 g/kWh verursachte der Gebäudebetrieb THG-Emissionen von 60,67 t/a bzw. 9,07 kg/m²a.

Tabelle 11: Vergleich von Energiebedarf und Energieverbrauch im Jahr 2020, Bezugsfläche = 6.689 m²

	Bedarf nach EnEV kWh/m ² a	Verbrauch kWh/m ² a	Abweichung %
Nutzenergie Heizung	23,96	23,15	-3,38%
Nutzenergie Warmwasser	4,19	2,20	-47,49%
Endenergie Gebäude	15,00	16,20	7,98%

In Tabelle 12 sind die Anforderungen gemäß Passivhaus-Projektierung, den aus den gemessenen Verbrauchsdaten berechneten Kennwerten gegenübergestellt. Der Anforderungswert für den Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a wurde mit 27 kWh/m²a überschritten. Möglicherweise sind diese Unterschiede auf die, im Zuge des pandemiebedingten verringerten Schulbetriebs, reduzierten internen Wärmegewinne zurückzuführen. In der Berechnung der Passivhaus-Projektierung wurde von einer 40-prozentigen Deckung der Wärmeverluste durch eben solche internen Gewinne ausgegangen. Diese mussten bei seltenerer Belegung und geringerer Belegungsdichte entsprechend durch die aktive Heizung ausgeglichen werden. Der Anforderungswert für den gesamten Primärenergiebedarf des Gebäudes von 120 kWh/m²a sowie die berechneten 116 kWh/m²a wurden mit 49 kWh/m²a hingegen deutlich unterschritten. Bei der Berechnung wurde der Primärenergiefaktor von 2,6 kWh/kWh aus der Passivhaus-Projektierung übernommen. Auch wenn die verringerten Nutzungszeiten des Gebäudes sowie sehr gute Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen diesen Umstand teilweise erklären können, ist der Wert, vor allem auch im Hinblick auf den erhöhten Heizwärmebedarf, insgesamt immer noch auffällig gering.

Tabelle 12: Vergleich mit den Anforderungen gemäß Passivhaus-Projektierung für das Betriebsjahr 2020, Bezugsfläche = 5.800 m²

	Anforderung nach PHPP	Kennwert Betrieb	Erfüllt
Heizwärmebedarf (kWh/m ² a)	15	27	nein
Primärenergie (kWh/m ² a)	120	49	ja

8.5.2 Anlagenmonitoring

Das Anlagenmonitoring umfasst die Prüfung des Anlagenbetriebs auf Grundlage der erfassten Zeitreihen-Daten gemäß AMEV-Empfehlung 158.

Die Daten wurden mit dem „digitalen Prüfstand“ der synavision GmbH für den Zeitraum 22.10.2020 00:00 Uhr bis zum 21.02.2021 23:59 Uhr ausgewertet. Die 209 Datenpunkte wurden als xlsx-Dateien in minütlicher Auflösung auf den GLT-Rechner im Förderzentrum auf der Bult exportiert und konnten von dort abgerufen und in die Prüfsoftware importiert werden. Die Soll-Funktion, gegen die geprüft wurde, leitet sich in der Regel von der Funktionsbeschreibung des MSR-Errichters ab.

Das Ergebnis der Prüfung ist in Abbildung 53 in Form der erreichten Betriebsgüte zusammengefasst. Die Betriebsgüte beschreibt den Anteil der Zeitpunkte, in dem die definierten Betriebsregeln erfüllt waren. Die Betriebsregeln wurden auf Basis der Funktionsbeschreibung für die jeweils möglichen Betriebszustände einer Anlage formuliert. Ab einem Schwellwert von 80 % gilt die Betriebsgüte einer Anlage als gut (grüner Balken). Darunter besteht gegebenenfalls Handlungsbedarf (roter Balken). Sobald für einen Zeitraum keine Daten vorliegen, gilt dieser als potenziell fehlerbehaftet und reduziert die erreichbare Betriebsgüte (grauer Balken).

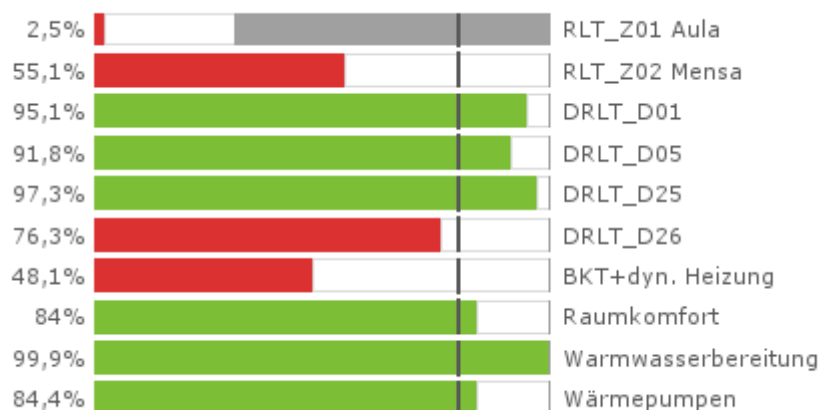


Abbildung 53: Anlagenperformance im Prüfzeitraum

8.5.2.1 Beispielauswertung Lüftungsanlage

Die Lüftungsanlage RLT_Z02_Mensa versorgt die Küche, den Essensbereich und sonstige innenliegende Räume mit erwärmter oder gekühlter Außenluft. Bei der Prüfung ist der separate Fettablüfter der Küche mit einzubeziehen, da entsprechend der Nutzungsanforderung verschiedene Luftmengen-Konstellationen vorliegen können. Insgesamt sind vier Lüftungsstufen

vorgesehen. Der Aufbau der Anlage mit den darauf angeordneten, verfügbaren Datenpunkten ist in Abbildung 54 abgebildet.

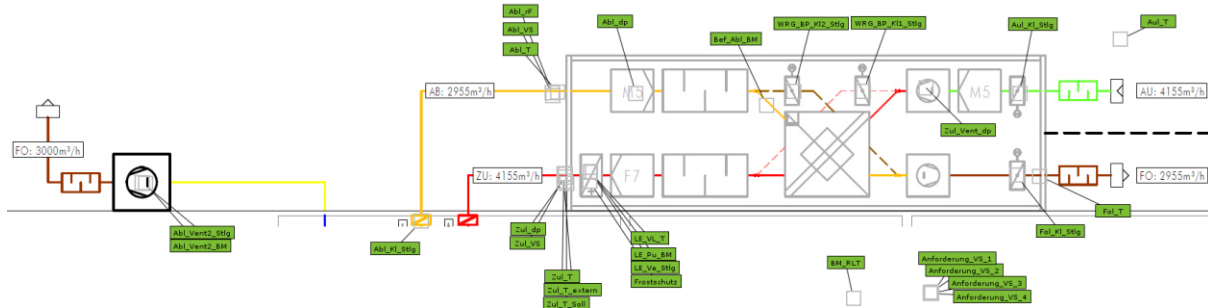


Abbildung 54: Anlagenschema mit Datenpunkten RLT_Z02_Mensa

Die Betriebszeiten der Anlage sind in Abbildung 55 für den Prüfzeitraum in einem Rasterdiagramm dargestellt. Rote Bereiche markieren den Anlagenbetrieb, blaue den ausgeschalteten Zustand. Der Anlagenbetrieb fand anscheinend nicht außerhalb der Nutzungszeiten statt. Die Weihnachtsferien und die pandemiebedingte Schließung ab Januar sind abzulesen. Die Anlage wurde rationell innerhalb des definierten Zeitprogramms und unter Berücksichtigung von Schließzeiten betrieben.

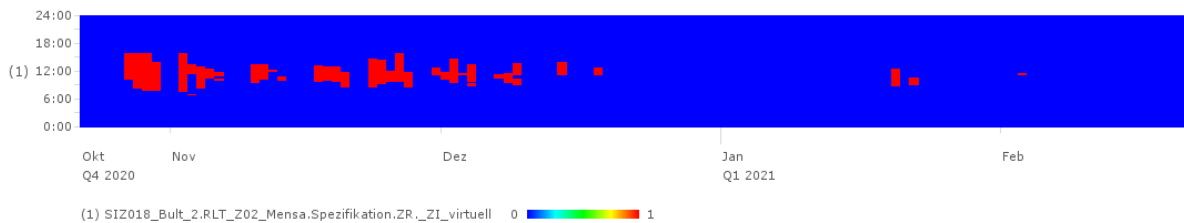


Abbildung 55: Betriebszeiten

Für die beiden Betriebszustände Aus und Ein wurden unterschiedliche Betriebsregeln definiert und geprüft. Abbildung 56 und Abbildung 57 zeigen die jeweils erreichte Betriebsgüte je Regel und Zustand. Bei ausgeschalteter Anlage wurde über die Regelformulierung $Au1_T < 3 \text{ implies Frostschutz} == 1$ geprüft, ob unter einem Außenlufttemperatur-Grenzwert der Frostschutzbetrieb aktiviert wurde. Das war nicht der Fall und eine Anpassung des entsprechenden Grenzwerts sollte geprüft werden, um Schäden an der im Außenbereich aufgestellten Anlage zu vermeiden.

Die Prüfung der eingeschalteten Anlage ergab einen Fehler bezüglich des Abluftvolumenstroms. Die Regel ist definiert als:

```
(I1 == 1 || I1 == 3 implies abs(Abl_VS - 1855) <= 185) && (I1 == 2 || I1 == 4 implies abs(Abl_VS - 2955) <= 295)
```

Geprüft wird demzufolge, ob der Abluftvolumenstrom in Abhängigkeit von der jeweils vorliegenden Nutzungsanforderung den vorgesehenen Nenn-Volumenstrom um weniger als 10 % erreicht. Der Sollwert wird in 99,4 % der Zeit verfehlt. Die niedrigere Lüfterstufe wird um etwa 545 m³/h bzw. 29 % überschritten und die höhere um 445 m³/h bzw. 15 %. Die Luftvolumenströme sollten überprüft und neu eingestellt werden, da sich der Volumenstrom auf die elektrische Leistungsaufnahme des Ventilators auswirkt und entsprechend zu einem höheren Stromverbrauch führt. Weiterhin können unausgeglichene Luftmengen im Gebäude zu Zugerscheinungen und Nutzungsbeeinträchtigungen wie schwierig öffnbare Fenster und Türen führen.

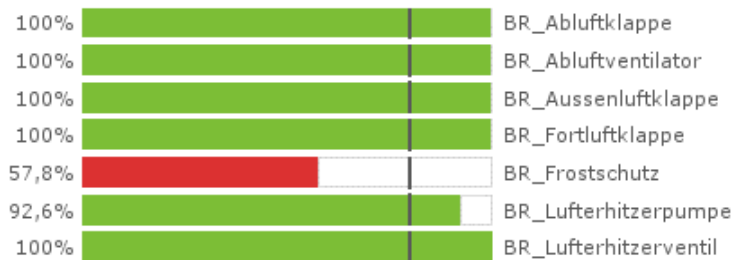


Abbildung 56: Regelübersicht Betriebszustand Aus

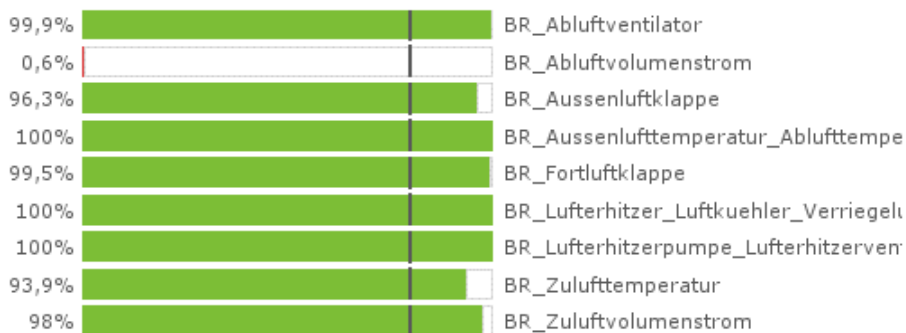


Abbildung 57: Regelübersicht Betriebszustand Ein

8.6 Handbuch für kommunale Bauherren

Das „Handbuch für energie- und qualitätsrelevante Prozesse für kommunale Nearly Zero Energy Gebäude“ soll insbesondere kommunale Bauherren bei der Einführung eines Qualitäts-

managements unterstützen, indem für relevante HOAI-Leistungsphasen die wichtigsten qualitätssichernden Prozesse erläutert und Anwendungsbeispiele gegeben werden. Das Inhaltsverzeichnis des Handbuchs in Abbildung 58 zeigt die Struktur der Unterlage.

1. Bedarfsplanung/Grundlagenermittlung	Seite 4
Standardkonzept	Seite 5
Empfehlung Systemstandard „nZEB“	Seite 6
Standardblätter für Gebäude, Anlagen und Räume	Seite 7
2. Planung	Seite 8
Konformitätsprüfung mithilfe der Standardblätter	Seite 9
Prüfung von Kernkomponenten	Seite 10
3. Errichtung	Seite 11
Prüfung von Kernkomponenten	Seite 12
Prüfbeispiel Fenster und Estrich	Seite 13
4. Inbetriebnahme	Seite 14
Funktionsprüfungen, Beispiel Sonnenschutz	Seite 15
Technisches Monitoring	Seite 16
Nutzerinformation	Seite 17
Weitere Informationen	Seite 18

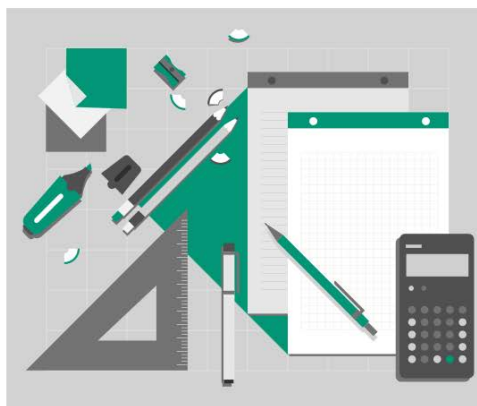
Abbildung 58: Inhaltsverzeichnis des Handbuchs

Das Handbuch soll den Bauverwaltungen generell einen Eindruck von den wichtigsten Qualitätsmanagement-Prozessen in den entsprechenden Leistungsphasen eines Bauprojektes geben und die Verwendung der Detail-Unterlagen erläutern (siehe Abbildung 59). Diese weiterführenden Dokumente befinden sich im Anhang des Handbuchs und können bei Bedarf weiterverwendet werden.

Da es sinnvoll ist die Einführung eines Qualitätsmanagements neben dem Handbuch auch durch eine entsprechende Präsentation zu unterstützen, wurde das Handbuch selbst direkt im Folienformat, also mit Microsoft PowerPoint erstellt. Damit kann die Struktur im Rahmen eines Einführungs-Workshops einfach aufgegriffen werden. Darüber hinaus steht die Unterlage im PDF-Format digital zur Verfügung und ist entsprechend einfach zu verteilen. Das Handbuch ist diesem Bericht angehängt (Anhang 11.2).

2. Planung

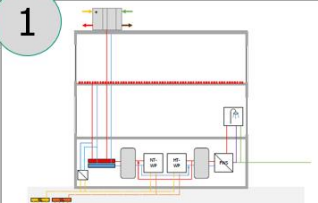
In der Planungsphase eines Projektes wird der Grundstein für die zukünftige Qualität und die Kosten des Bauwerks gelegt. Mängel sollten unbedingt schon in der Planungsphase erkannt werden, da sie sich ansonsten in der Errichtungsphase fortpflanzen und sehr zeit- und kostenintensiv werden können. Eine späte Umplanung kann sogar einen Rückbau erfordern und hohe Nachbeauftragungskosten verursachen. Eine unvollständige Planung führt zu Freiheitsgraden bei der Errichtung und kann zu Schnittstellenproblemen und erhöhtem Nachplanungs- und Abstimmungsbedarf zu terminkritischen Zeitpunkten im Bauablauf führen.



2. Planung – Konformitätsprüfung mithilfe der Standardblätter

1. Abgleich des Heizung-Hydraulikschemas mit den Komponenten und der Verschaltung in der Skizze (1)
2. Checklistenartiger Abgleich der einzelnen Punkte in (2)
3. Vergleich der MSR-Funktionsbeschreibung und der vorgesehenen Sensoren und Aktoren mit den Anforderungen der jeweiligen Regelungsart nach DIN EN ISO 52120 (3)
4. Anfertigung eines Protokolls zur Kommunikation des Prüfergebnisses

Anlagentyp „Wärmepumpe mit Erdsenfeld“



1

2

3

A Erzeuger

- Eine Hochtemperatur-Kompressionswärmepumpe (HT-WP) für die Raumheizung und eine Hochtemperatur-Kompressionswärmepumpe (HT-WP) für die Trinkwasserheizung und Solarbeheizung
- Gole-Schleiben im Außenbereich als Wärmequelle für die Wärmepumpen
- Betriebstemperatur von 23/19 °C für die HT-Wärmepumpe und 10/17 °C für die NT-Wärmepumpe
- Erhöhung der Jahresheizlast, passive Kühlung des Gebäudes sowie vom nötigen Erdbeizung durch anpassbare Regeneratoren des Erdsenfeldes in den Sommermonaten
- Erreichung der geothermischen Wärmeleistung des Erdsenfelds durch einen Thermal Response Test, ggf. Nutzung vorhandener Untersuchungen aus der Nachbargrund
- Bei Turbinen und Sportanlagen die Einklinkung solcher Brauchwassererwärmung prüfen

B Hydraulik und Verteilung

- Grundsätzliche Aufteilung der Heizenergie im Gebäude (z.B. N+O, S+W)
- Heizenergie für die Wasserverteilung zum Gebäude
- Umwälzpumpe für einen Energieeffizienzwert von >0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß EN-Änderung der EU
- Dimensionierung der hydraulischen Komponenten gemäß EN12, Materialen und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.2
- Differenzdruckunabhängige Regelventile
- Dimensionierung hydraulischer Komponenten gemäß EN12, Materialen und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.2
- Schlämme- und Magnetabscheider vorsetzen
- Schlämme in Tropfen sammeln, Filtern möglich an Sammelbehälter und Regelventilen mit kleinem bis mittlerem Gefälle
- Filter- und Anlaufgruppen aus schwarzem, geschweißtem Edelstahl
- Zur Erfüllung Lüftpflicht vorgesehen
- Welche Erdwärmepumpensysteme mit Geschwehrtkuchen vorsetzen und Erdwärmepumpen- und Erdwärmepumpenabflüssen entsprechend beschreiben
- Wasserabführung und -nachpumpung gemäß dem Konzept für Fuß- und Erdwärmepumpen und konform mit DIN EN 1717
- Hauptgruppenempfehle gemäß der Verzögerung der Transportschwerkraft und zur Vermeidung der heizenergie

C Trinkwasseranlagen

- Selbstwassererwärmung und -verteilung selbstbeheizende Räume und Schächte
- Trinkwasser-Heizkörper mit automatischer Rücklaufventil und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkaruschen
- Betrieb „Trinkwassererwärmung“ nur bei ausreichend großen Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duscharbeitsplätze)
- Hauptgruppenempfehle gemäß Aufgabenheft
- Probestabproben in der PWC, PWH und in der PWH-C-Lieferung vor der Zulaufabnahme
- Weitere Anforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551

D Automation

- Steuerung und Alarmsystem gemäß Regelheft
- SÄZet als verbindliches Kommunikationssystem mit SÄZet-Schnittstelle
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß Zielvorgabe der Region Hannover
- Zähler und mit M-BUS-Schnittstelle und nachkommener Energiezähler ausbauen und direkt per WPI-ES an den Energiemanager der Region Hannover anschließen
- Zielvorgabe der Region Hannover einbinden, einbauen und einbauen
- Erhöhung der Energieeffizienz durch anpassbare Regeneratoren des Erdsenfeldes in den Sommermonaten
- Auf GZ aufzubereitende Datenwerte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellenkatalog der Region Hannover von Top AnCO V 4.0 D21 Bf4
- Beschäftigungskennung des Kennzeichenschlüssels für Anlagen und Datenwerte gemäß Aufgabenheft Kapitel 2.2
- Beschäftigungskennung aller Heizenergieerzeuger (Schleifennummer, Heizschlüssel, Beschriftung) und die gemäß Protokoll, verbindlichen Identifizierung (Schleifennummer, Heizschlüssel, Beschriftung) gemäß Aufgabenheft Kapitel 2.2.4.1.1 und 2.2.4.2

E Raum

- Hydraulische fertig, benannt und auf einer Trägerplatte beschriftet im Verteilungsbereich aufhängen
- Schließkörper und Schläuche DN15 zur Erdwärmepumpen- und Erdwärmepumpenabflüssen
- Schließkörper vorsetzen, sofern nicht alles an eine Erdwärmepumpe angepasst ist
- Keine PVC-Verlegung zur Erdwärmepumpe
- Hydraulische Be- und Erdwärmepumpen nicht möglich an, mechanische Be- und Erdwärmepumpen abhängig von den Lasten vorsetzen

F Sonstiges

- Bauteilgruppen und Käbel in Technikräumen und Treppenhäusern mit Fluchtstufenöffnungen und entsprechenden Gasen, Zuleit- und Schließkörper (Aufgabenheft Kapitel 6.1.10)
- Fachliche Abstimmung auf Lösung bei dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE)

Legende:

- 1. Keine Gebäude-automation
- 2. Standard Gebäude-automation
- 3. Integrierte Gebäude-automation
- 4. Hochleistungsgebäude-automation

Abbildung 59: Auszüge aus dem Handbuch

9 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel des Projekts „Förderzentrum auf der Bult“ war die Entwicklung technischer Standards für die Umsetzung und die Prüfung von „nearly zero energy buildings“. Die Ausgangsthese war, dass nach rund 30 Jahren integraler Planung, der Entwicklung eines ganzheitlichen Verständnisses von Gebäuden als „Energiesysteme“ sowie der Entwicklung entsprechender Technologien und ihrer Anwendung in unzähligen Demonstrationsprojekten, die Zeit gekommen ist, diese Grundlagen und Erkenntnisse zu konsolidieren. Die Standardisierung guter Lösungen ist dazu ein naheliegender Ansatz. Im Projekt konnte erfolgreich gezeigt werden, wie eine Standardisierung erfolgen kann. Dabei wurde das Konzept der Standardisierung unter verschiedenen Blickwinkeln bearbeitet.

Der erste und zentrale Aspekt des Projekts war die konzeptionelle Ausrichtung der Standardisierung auf die Stärkung der Rolle des (öffentlichen) Bauherrn in Projekten. Ausgehend von der Erfahrung, dass viele moderne Gebäude im Betrieb nicht so funktionieren wie geplant, und der Annahme, dass dies ursächlich damit zusammenhängt, dass der Bauherr die Kontrolle über die technische Komplexität schon zu Beginn der Projekte aus der Hand gibt, soll der Bauherr durch die Standardisierung als „Besteller“ gestärkt werden.

Inhaltlich wurden technische Lösungen für typische öffentlichen Bauaufgaben entwickelt. Dabei wurde darauf geachtet, sich auf einfache und gut standardisierbare Bauaufgaben wie Büro, Schule, Kindergarten, Sporthalle zu konzentrieren. Die Konzepte gliedern sich in Lösungen für die Gebäudehülle, Räume und technische Anlagen und umfassen jeweils die technische Umsetzung und geeignete Prüfprozesse. Die Standards wurden in Bezug auf die Erreichung des nZEB-Standards validiert.

Neben der inhaltlichen Klärung bildete die Aufbereitung der Inhalte einen zweiten wichtigen Aspekt der Bearbeitung. Gemeinsam mit der Region Hannover wurden Arbeitsmittel entwickelt, die die Projektleitungen der Bauverwaltung innerhalb ihrer Prozesse effektiv erlernen und anwenden können. So sind z.B. alle Raum- und Anlagenschemen auf A3-Blättern dargestellt, die in einer typischen Baubesprechung „auf den Tisch“ gelegt werden können. Der Standard wird zum leicht kommunizierbaren Lastenheft.

Mit den Standards wird nicht nur angestrebt, komfortgerechte Gebäude mit geringem Energieverbrauch zu bauen. Beabsichtigt ist auch, dass Projekte, die Standards nutzen, schneller, kostengünstiger und mit weniger juristischen Auseinandersetzungen umgesetzt werden können. Damit sollen sie ein Schlüssel zur Anwendung energieoptimierter Bauweisen in der ganzen Breite der Baupraxis werden.

Als Ergebnis des Projekts liegt ein Handbuch vor, das die Standards als Arbeitsmittel dokumentiert und Grundlage einer praktischen Anwendung sein soll. Dazu werden Empfehlungen zur Anwendung in der Praxis gemacht. Ergänzend liegen, abgestimmt auf die Standards, umfangreiche technische Spezifikationen im Aufgabenheft der Region Hannover vor. Dessen Ausarbeitung erfolgte parallel zum Projekt in Zusammenarbeit der Region Hannover mit dem SIZ energieplus.

Die Standards wurden am Projekt Förderzentrum auf der Bult in Hannover projektgleich entwickelt und erprobt. Da die Übertragung auf andere Gebäudetypen und die Skalierung der Standards auf eine Vielzahl von Gebäuden in diesem Projekt noch nicht erprobt werden konnten, hat das SIZ energieplus ein Folgeprojekt gestartet, das das Konzept der Standardisierung in ein Beratungs- und Anwendungswerkzeug weiterentwickeln und an einer größeren Anzahl von Gebäuden erproben wird. Das Projekt „Starke Bauherren - Gute Gebäude“ ist am 15.02.21 mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gestartet.

10 Quellenverzeichnis

- [1] S. Plesser und M. N. Fisch, „Demonstrationsprojekt "Neues Regionshaus Hannover": Energieoptimiertes Bauen in Public-Private-Partnerships“. [Online]. Verfügbar unter: <https://projektinfos.energiewendebauen.de/publikationen/publikation/demonstrationsprojekt-neues-regionshaus-hannover/>. Zugriff am: 14. Juni 2021.
- [2] Official Journal of the European Union, *Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj>
- [3] G. Luxbacher, Hg., *DIN von 1917 bis 2017: Normung zwischen Konsens und Konkurrenz im Interesse der technisch-wirtschaftlichen Entwicklung*. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.beuth.de/cmd?level=tpl-langanzeige&webservice=vlb&smoid=277039570>
- [4] *DIN V 18599-1:2018-09: Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*, 18599, DIN - Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2018.
- [5] *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden: Gebäudeenergiegesetz - GEG*, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf>
- [6] *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden: EnEV - Energieeinsparverordnung*, 2014. [Online]. Verfügbar unter: https://www.enev-online.com/enev_2014_volltext/
- [7] *Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden: EnEG - Energieeinsparungsgesetz*, 2005. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.buzer.de/s1.htm?g=eneg&f=1>
- [8] *Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich: EEWärmeG - Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz*, 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://dejure.org/gesetze/EEWaermeG>
- [9] Vergleich.de, *Standards beim KfW-Effizienzhaus: KfW 70, KfW 55, KfW 40 und KfW 40 Plus*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vergleich.de/kfw-energieeffizienzhaus.html#c3035> (Zugriff am: 14. Juni 2021).
- [10] Kreditanstalt für Wiederaufbau, Hg., „Anlage zum Merkblatt: Energieeffizient Bauen“. Technische Mindestanforderungen, 1. Jan. 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme->

- (Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003465_M_153_EEB_TMA_2018_04.pdf. Zugriff am: 14. Juni 2021.
- [11] KfW - Kreditanstalt für Wiederaufbau, *Der KfW-Effizienzhaus-Standard für bestehende Immobilien und Baudenkmale: Maßstab für Energieeffizienz*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/Das-KfW-Effizienzhaus/?redirect=647746> (Zugriff am: 14. Juni 2021).
- [12] *Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden: 2010/31/EU*, 2010. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=DE>
- [13] J. Groezinger, T. Boermans, A. John, J. Seehusen, F. Wehringer und M. Scherberich, „Overview of Member States information on NZEBs“. Working version of the progress report - final report, Ecofys, 8. Okt. 2014.
- [14] R. Curth, *Verbrauchsausweis oder Bedarfsausweis – welcher Energieausweis der richtige ist*. [Online]. Verfügbar unter: <https://ratgeber.immowelt.de/a/verbrauchsausweis-oder-bedarfsausweis-welcher-der-richtige-ist.html> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [15] C. Esch, *Der Unterschied zwischen Verbrauchsausweis und Bedarfsausweis*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energieausweis-online-erstellen.de/blog/der-unterschied-zwischen-verbrauchsausweis-und-bedarfsausweis%E2%80%A8/> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [16] AMEV, „Technisches Monitoring 2020: Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung“. Empfehlung Nr. 158 158, 2020.
- [17] *DIN 4108 Beiblatt 2:2019-06, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Beiblatt 2: Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele, mit CD-ROM*, Berlin.
- [18] *DIN EN ISO 9972 - Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren (ISO 9972:2015)*, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Dez. 2018.
- [19] siganet GmbH, *Lastenheft Gebäudeautomation: Leitfaden für die Planung, Ausführung und den Betrieb der Gebäudeautomation*. [Online]. Verfügbar unter: <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Betriebsoptimierung/Gebaeudeautomation/GA-Lastenheft-Vortext.pdf> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [20] (Keine Angabe), „Bundeswehr Handbuch GA 3.0“, 9. März 2008.
- [21] *VDI 4645 - Heizungsanlagen mit Wärmepumpen in Ein- und Mehrfamilienhäusern Planung, Errichtung, Betrieb*, Verein Deutscher Ingenieure e. V., Mrz. 2018.
- [22] *DIN EN 12599 - Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergaberaumluftechnischer Anlagen*, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Jan. 2013.

- [23] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, *Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR.html> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [24] *DIN V 18599-10:2018-09: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*, 18599-10:2018-09, DIN - Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2018.
- [25] *VDI 3813: Gebäudeautomation (GA)*, 3813, VDI-Verein deutscher Ingenieure, Berlin, 2011.
- [26] *DIN EN ISO 52120-1:2019-12, Energieeffizienz von Gebäuden_ - Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement_ - Teil_1: Module M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (ISO/DIS_52120-1:2019); Deutsche und Englische Fassung prEN_ISO_52120-1:2019*, Berlin.
- [27] Region Hannover, *Aufgabenheft: Hochbau und technische Gewerke*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Verwaltungen-Kommunen/Die-Verwaltung-der-Region-Hannover/Dezernate-und-Fachbereiche/Dezernat-Finanzen-und-Geb%C3%A4udewirtschaft/Servicebereich-Geb%C3%A4ude/Team-Bau-und-Technik> (Zugriff am: 05.02.21).
- [28] Europäische Kommission, Hg., „Proposal for a directive of the european parliament and of the council on energy efficiency“, 14. Juli 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/proposal_for_a_directive_on_energy_efficiency_recast.pdf. Zugriff am: 29. Juli 2021.
- [29] ÖKOBAUDAT, *Datenbank*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.oekobaudat.de/no_cache/datenbank/suche.html (Zugriff am: 20. September 2021).
- [30] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., *Standardlastprofile Strom*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bdew.de/energie/standardlastprofile-strom/> (Zugriff am: 7. Juli 2021).
- [31] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, *ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Lithium Eisenphosphat (LFP) Batterie*. [Online]. Verfügbar unter: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=10c531c8-329c-479a-bbe9-17990ca5dfd6&version=20.19.120&stock=OBD_2021_II&lang=de (Zugriff am: 7. Juli 2021).
- [32] sonnen GmbH, *Technische Daten sonnenBatterie 10 performance*. [Online]. Verfügbar unter: <https://cdn-sonnen-media.s3.amazonaws.com/91db1e3e-b4d0-4ef2-adab-dde5b2d262a2-de> (Zugriff am: 7. Juli 2021).

- [33] C.A.R.M.E.N. e.V., „Marktübersicht Batteriespeicher 2019“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.carmen-ev.de/files/Sonne_Wind_und_Co/Speicher/Markt%C3%BCbersicht-Batteriespeicher_2019.pdf. Zugriff am: 13. Januar 2020.
- [34] Schule auf der Bult, *Fakten und Zahlen*. [Online]. Verfügbar unter: <https://schule-auf-der-bult.de/ueber-uns/> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [35] (Keine Angabe), *Unterrichtsbeginn: Neue Schule Auf der Bult öffnet ihre Türen*. [Online]. Verfügbar unter: <https://hannover.citynews-online.de/aktuelles/unterrichtsbeginn-neue-schule-auf-der-bult-oeffnet-ihre-tueren/> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [36] proKlima - Der enercity-Fonds, *Beratungs- und QS-Prüfumfang*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.proklima-hannover.de/experten/pruefumfang_aufgaben/ (Zugriff am: 17. Juni 2021).
- [37] C. Hofstadler und M. Kummer, *Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017.
- [38] A. Daum, W. Greife und R. Przywara, *BWL für Ingenieurstudium und -praxis*, 3. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-20467-9>
- [39] H. Rietschel, K. Fitzner und J. Masuch, *Physik des Gebäudes: Thermisches und hygri-sches Verhalten sowie Gebäudedurchströmung unter den meteorologischen Randbedin-gungen ; Voraussetzungen für die Gewährleistung guter Raumqualität ; Konsequenzen des energetischen Wandels: Raumklimatechnik /Rietschel*, 16. Aufl. Berlin: Springer Vieweg, 2013.
- [40] *DIN EN ISO 17628:2015-12, Geotechnische Erkundung und Untersuchung_ - Geothermi-sche Versuche_ - Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Boden und Fels unter Anwen-dung von Erdwärmesonden (ISO_17628:2015); Deutsche Fassung EN_ISO_17628:2015*, Berlin.
- [41] *DIN EN ISO 4624:2016-08, Beschichtungsstoffe_ - Abreißversuch zur Bestimmung der Haftfestigkeit (ISO_4624:2016); Deutsche Fassung EN_ISO_4624:2016*, Berlin.
- [42] Umweltbundesamt, *Strom- und Wärmeversorgung in Zahlen: Wie viel CO2 verursacht eine Kilowattstunde Strom im deutschen Strommix?* [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen#Strommix> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [43] Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V., *Bundesweite Aufnahme der monatlichen Stromertragsdaten von PV-Anlagen: Regionale Ertragsübersichten*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.pv-ertraege.de/cgi-bin/pvdaten/src/region_uebersichten.pl/kl (Zugriff am: 15. Juni 2021).

- [44] SolarServer, *PV-Ertrag online berechnen: Das Internetportal für erneuerbare Energien*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.solarserver.de/pv-anlage-online-berechnen/> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [45] Umweltbundesamt, *Globales Emissions-Modell integrierter Systeme*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/angebot/leistungen/angebot-cfp/gemis> (Zugriff am: 15. Juni 2021).
- [46] Umweltbundesamt, „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050: Energieeffizienzpotenziale und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Gebäudebestand“ FKZ 3713 49 101/3716 41 110, Nov. 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaneutraler-gebaeudebestand-2050-0>.
- [47] K. Jurich, „CO₂-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe“, Juni 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/co2-emissionsfaktoren_fur_fossile_brennstoffe_korrektur.pdf. Zugriff am: 15. Juni 2021.
- [48] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, *ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: ROCKWOOL Steinwolle-Dämmstoff im mittleren Rohdichtebereich*. [Online]. Verfügbar unter: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=eca9691f-06d7-48a7-94a9-9ea808e2d67e8&version=00.07.000&stock=OBD_2021_II&lang=de (Zugriff am: 7. Juli 2021).
- [49] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, *ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Fenster - heraal-Johann Henkenjohann GmbH & Co. KG - W72 / W65 Aluminiumfenster*. [Online]. Verfügbar unter: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=05e5408e-4e8b-461d-95be-35b139f38d1a&version=00.00.015&stock=OBD_2021_II&lang=de (Zugriff am: 7. Juli 2021).
- [50] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, *ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Fenster - heraal-Johann Henkenjohann GmbH & Co. KG - W77 Aluminiumfenster*. [Online]. Verfügbar unter: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=278774da-7af1-4257-91c5-002d5e1437ea&version=00.00.015&stock=OBD_2021_II&lang=de (Zugriff am: 7. Juli 2021).
- [51] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, *ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Photovoltaiksystem 1000 kWh/m²*a (ohne Stromgutschrift)*. [Online]. Verfügbar unter: <https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=8cfea619->

e284-4b6f-a281-46e362a868c4&version=20.19.120&stock=OBD_2021_II&lang=de
(Zugriff am: 21. Juli 2021).

- [52] Umweltbundesamt, „CO₂-Bepreisung in Deutschland“. [Online]. Verfügbar unter:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/factsheet_co2-bepreisung_in_deutschland_2019_08_29.pdf
- [53] Kleiber, „Barwertfaktoren (Vervielfältigtabelle) nach Wertermittlungsverordnung“, 2011. [Online]. Verfügbar unter: https://www.reguvis.de/fileadmin/BIV-Portal/Bildervorschlaege/PDF/Vervielfaeltigtabelle_Anlage_1_zu____20_ImmoWertV.pdf. Zugriff am: 21. Juli 2021.

11 Anhang

11.1 Standardblätter

Die Standardblätter befinden sich als separates Dokument im digitalen Anhang.

11.2 Qualitätsmanagement-Handbuch

Das Qualitätsmanagement-Handbuch befindet sich als separates Dokument im Anhang.

11.3 Ökologische und ökonomische Parameter für die Evaluation der Standards

Tabelle 13: CO₂-Emissionsfaktoren

Jahr	[t _{CO2} -Äqu./MWh]		
	Strom [46]	Fernwärme [46]	Erdgas [47]
2020	0,393	0,203	0,202
2030	0,274	0,195	0,202 ^{VII}
2040	0,165	0,145	0,202 ^{VII}
2050	0,078	0,090	0,202 ^{VII}
Mittelwert	0,228	0,158	0,202

Tabelle 14: GWP-Faktoren für den Bauteil-Lebenszyklus

Bauteil	GWP	Einheit	Quelle
Steinwolle, mittlere Dichte	132,45	kg _{CO2} -Äqu./m ³	[48]
Fenster W72 GEG	353,22	kg _{CO2} -Äqu./m ²	[49]
Fenster W77 PH / HI	435,36	kg _{CO2} -Äqu./m ²	[50]
Fenster W77 HI KfW55	386,50	kg _{CO2} -Äqu./m ²	^{VIII}
Baukonstruktion insgesamt, pauschal	800,00	kg _{CO2} -Äqu./m ²	Annahme
Lithium-Eisenphosphat-Stromspeicher	228,87	kg _{CO2} -Äqu./kWh	[31]
Photovoltaik	272,64	kg _{CO2} -Äqu./m ²	[51]

^{VII} Annahme: konstanter Wert

^{VIII} Bauteil in der Quelle nicht verfügbar, über den U-Wert interpoliert

Tabelle 15: Energiebezugskosten, [46]

Jahr	[ct/kWh]			
	Strom	WP-Strom	Erdgas	Fernwärme
2020	25,92	22,62	7,49	8,29
2030	26,36	23,00	9,70	9,88
2040	29,67	25,89	11,87	11,37
2050	33,18	28,96	13,94	12,71
Mittelwert	28,78	25,12	10,75	10,56

Tabelle 16: Kostenfaktoren Anlagentechnik

	Investitionskosten	Lebensdauer	O&M	Quelle
	€/kW	a	%/a	
Fernwärmestation	466,90	50	1,00	[46]
Gas-Brennwertkessel	180,00	25	1,80	[46]
Luft-Wasser-WP	695,00	25	2,80	[46]
Sole-Wasser-WP	1084,00	25	2,80	[46]
Photovoltaik	1000,00 (€/kWp)	30	1,96	[46]
Stromspeicher (LiFePO ₄)	838,30 (€/kWh)	20	1,00	[33, 46]

Tabelle 17: Kostenfaktoren Wärmeschutz

	Investitionskosten	Lebensdauer	Quelle
	€/m ²	a	
Fenster			
GEG	310,0	30	[46]
Passivhaus	400,0	30	[46]
KfW55	382,0	30	Interpoliert
Wärmeschutz Dach			
GEG	146,9	40	[46]
Passivhaus	168,2	40	[46]
KfW55	160,6	40	[46]
Wärmeschutz Fußboden			
GEG	62,3	40	[46]
Passivhaus	94,2	40	[46]
KfW55	69,2	40	[46]
Wärmeschutz Außenwand			
GEG	97,8	40	[46]
Passivhaus	126,1	40	[46]
KfW55	106,9	40	[46]

Tabelle 18: weitere Parameter

Parameter	Wert	Einheit	Quelle
CO ₂ -Preis	120	€/t	Annahme nach [52]
Betrachtungszeitraum	50	a	Annahme
Investitions-Zinssatz	2	%	Annahme
Rentenbarwertfaktor (2 %, 50 a)	31,42	-	[53]

11.4 Prüfpunkte

11.4.1 Photovoltaik

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Anmeldung Anlage	Anmeldung bei Versorgungsnetzbetreiber
Dachfläche	Eignung der definierten Dachfläche für die Montage der PV-Module (Ausrichtung, Dachneigung)
Einflüsse	Wurden auch ggf. Verschattungen berücksichtigt?
	Benötigten Abstände zur Dachkante eingehalten?
Wirkungsgrad der Module	Wie ist der Wirkungsgrad der Module (Einsatz plausibel?)
Anordnung	Ist die Anordnung der Module so gewählt, dass eine spätere Instandhaltung ohne Gefahren möglich ist?
Material	Wurde das Befestigungsmaterial richtig (Produkt-abhängig) ausgewählt?
Dimensionierung der Leitungen	Wurden die Gleichstromleitungen richtig dimensioniert und ausgewählt?
	Wurde die Wechselstromleitung richtig dimensioniert
Wechselrichter	Ist die Auswahl des Wechselrichters plausibel (Kenndaten)
	Abstände zwischen den Wechselrichtern eingehalten?
	Wurde ein Netzwerkanschluss zum Wechselrichter berücksichtigt
	Ist die Position der Wechselrichter plausibel (möglichst kurze Entfernungen der Gleichstromleitungen)
	Ist die Stringaufteilung plausibel?

Witterungsbeständigkeit	Überdachung der Wechselrichter vorhanden?
Schutzeinrichtungen	Wurde ein Überspannungsschutz berücksichtigt?
	Wurden die richtigen Leitungsschutzorgane ausgewählt?
	Wurde eine Einbindung in den Schutzpotentialausgleich eingeplant (Gestell) (bei eingehaltenem Trennungsabstand und Anlage im Schutzbereich einer Fangeinrichtung)
	Wurde eine Einbindung in den äußeren Blitzschutz eingeplant? (PV - Modulrahmen) (bei nicht eingehaltenem Trennungsabstand und Anlage im Schutzbereich einer Fangeinrichtung)
Errichtung	
Ausführung	Wurden die nötigen Abstände zur Dachkante eingehalten?
Leitungen	Wurden die Gleichstromleitungen richtig dimensioniert?
	Wurde die Wechselstromleitung richtig dimensioniert?
	Ist die Leitungsführung der Gleichstromleitungen fachgerecht ausgeführt?
	Ist die Leitungsführung der Wechselstromleitungen fachgerecht ausgeführt?
Wechselrichter	Abstände zwischen den Wechselrichtern
	Witterungsbeständigkeit / Überdachung der Wechselrichter
Inbetriebnahme	
Leistung der Module	Ist die Leistung der errechneten Module gleich mit der geforderten Leistung?
Reinigung	Organisation der regelmäßigen Reinigung in der Nutzungsphase (bei flach aufgeständerten Modulen)

11.4.2 Elektrotechnik

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Verlegesysteme / Kabelbühnen	Kabelbühne in den Potentialausgleich mit einbezogen?
Verlegesysteme / Brüstungskanäle / Leitungsführungskanäle	Platzreserven im Kanal berücksichtigt?
	Brandschutzaspekte eingehalten?
	Leitungstrennung innerhalb des Kanals nötig?

Potentialausgleich	Dimensionierung der Hauptpotentialausgleichsleitung richtig gewählt?
	(Min 6mm ² / max 25mm ²)
	Verlegung der Leitung
	Überbrückung im Bereich der Segeltuchstützen
Einbindung in Potentialausgleich	metallischen Tragsysteme
	Lüftungsanlage
	Lüftungsrohre / -kanäle
	Kalt- und Warmwasseranlage
	Heizungsanlage
	Löschanlage
	Aufzugsanlage
	Doppelbodenanlagen
	Antennenanlage
	Telefonanlage
	fremde leitfähige Teile der Gebäudekonstruktion / Stahltreppen, gemäß DIN VDE 0100-410
Leuchten und Beleuchtungsanlagen	richtige Aufhängvorrichtung? (Dübel, Deckenhaken, etc.)
	zulässige Gebrauchslage und Montageort gewählt?
	IP - Schutzarten eingehalten?
	Leuchte zugelassen in Anlehnung an das Brandverhalten angrenzender Materialien bezogen auf die Leuchtenkennzeichnung für Brandsicherheit (F, M, MM, D)?
Installationsgeräte	Schaltstellen plausibel?
	Auf Zugentlastung geachtet?
	Ist bei einer Hohlwandinstallation darauf geachtet worden, dass die Betriebsgeräte nicht mit Krallen befestigt sind?
Batterieanlage für Sicherheitsbeleuchtung	Eigener Raum für Hauptverteiler mit Abgängen für autarke Unterstationen
	Wartungsfreie autark arbeitende zentrale Stromversorgung?
	Belüftung des Batterieraumes
Fundamenterder	Mindestquerschnitt eingehalten? (Rundst. min. 10mm / Bandst. min 30 x 3,5mm)
	Maschenweite eingehalten? (max. 20 x 20m / bei Häusern mit Blitzschutz ggf. geringere Maschenweite)
	Korrosionsschutz eingehalten? (Verbindungsstellen / Denso-Binde)
	Potentialausgleichsanschlussfahne rausgeführt / berücksichtigt
Blitzschutzanlage	Dachaufbauten berücksichtigt? (incl. ggf. Attika, Geländer, technischen Anlagen etc.)

	Befestigungspunkte richtig definiert? (z.B. Dachleitungshaltersteine bezogen auf das Dachmaterial z.B. Kies)
Sicherheitsbeleuchtung	Ist jeder Leuchte eine Stromkreisnummer zugeteilt?
	Passen die Nummerierungen der Leuchten zu denen der Unterzentralen?
	Auswahl der Leuchten (Bereitschafts- / Fluchtweg) nach Eigenschaft des Raumes (Schutzart IP) erfolgt?
	Ausreichende Signalisierung der Fluchtwege?
	Geht eine eindeutige Nummerierung / Zuordnung der Leuchten hervor? (Stromkreis / Leuchtennummer)
	Sind an allen wichtigen Wegebiegungen, Kreuzungen und Durchgängen RZL angebracht?
	Ist der Hauptverteiler in einem gesonderten Raum untergebracht?
SV – Anlage / Notstromaggregat	Spezifikation der Netzersatzanlage (Generator) angegeben?
	Ist eine Ankopplung an das Netzwerk zur Überwachung vorhanden? (Störmeldungen)
	Be- / Entlüftung direkt nach draußen vorhanden?
	Anlagenschema vorhanden?
Errichtung	
Leitungsanlagen	Saubere Leitungsführung?
	Sind Verlegeabstände und Biegeradien von Netzwerkleitungen und Lastleitungen nicht unterschritten?
	Leitungen bei der Montage mit KSV - Schellen in fachgerechten Abständen befestigt? (BYY/NYCWY max. 1,5m senkrecht / waagrecht max. 0,8m) / Befestigung darf keine Beschädigung der Leitung hervorrufen / DIN VDE 0298-565
	Koax-Leitungen komplett in Leerrohren verlegt? (Nach DIN 18015)
	Keine Beschädigung sichtbar?
	Kabel in Steigeschächten ordnungsgemäß abgefangen?
	Verlegezonen eingehalten? (bei Unterputzinstallationen)
	Kabeleinführungen in Schalter / Gerätedosen fachgerecht ausgeführt?
	Leitungen umgebungsbedingt verlegt? (Außenbereiche, Art der Beanspruchung, Schirmung)

Verlegesysteme / Kabelbühnen	Abhängung / Befestigung fachgerecht ausgeführt?
	Trennung von Stark- und Schwachstrom vorhanden?
	Auslastung der Kabelbühne angemessen?
	Schutz vor mechanischer Beanspruchung der Kabel vorhanden? (Kantenschutzband)
	Deckenabhängung mit Schutzklappen ausgeführt?
	Einwandfreie Befestigung der Decken / Wandausleger?
	Erdung der Kabelleiter vorhanden?
	Abstand des ersten Auslegers zur Wand bei Brandschottung eingehalten (20 bis 50 cm erster Halter)
Verlegesysteme / Brüstungskanäle / Leitungsführungskanäle	Übergänge sauber ausgeführt? (Fugen, Kappen etc.)
	Blechkanäle geerdet?
	Alle Kabelgänge verschlossen?
Kabelsammelhalter	Fachgerechte Befestigung der Kabelsammelhalter / Schellen?
	Material gemäß Montageort ausgewählt?
Schaltschrank- / Verteileranlagen	Keine äußerlichen Beschädigungen?
	Mechanisch richtig aufgebaut?
	Schutzart des Schaltschranks richtig gewählt?
	Schranktüren versperrbar?
	Schaltplan vorhanden?
	Legende vorhanden?
	Funktion der Schösser und Vorreiber passend?
	Feld und Schrankbeschriftung vorhanden?
	Herkunft der Hauptzuleitung ausgewiesen?
	Kabeleinführungen geschlossen? (auch die nicht belegten)
	Kabelabfangschiene mit Bügelschellen versehen?
	Geräte bzw. Einbaukomponenten beschriftet?
	Klemmleisten beschriftet?
	Reihenklappen beschriftet?
	Sauberkeit des Schaltschranks (Späne / Staubfrei)
	Erdung des Schaltschranks vorhanden? (Schrank, Montageplatte und Tür)
	Kennzeichnung der PE und N- Schienen vorhanden?
Klemmstellen von den Einbaukomponenten berührungssicher ausgeführt bzw. abgedeckt?	
Abdeckung und Kennzeichnung für unter Spannung stehender Teile bei ausgeschaltetem Hauptschalter (Klemmen) ausgeführt?	

	Platzreserven in den Kabelkanälen bzw. auf den Montageplatten vorhanden (mind. 20%)
	Funktion eingesetzter Leitungsschutzschalter bzw. Schmelzsicherungen nach Stromlaufplan?
	Klemstellen bzw. Schraubverbindungen auf Fest-sitz prüfen
	Leitungsquerschnitte entsprechend der Vorsiche-rung kontrolliert?
	Selektivität bei den Absicherungen eingehalten?
	Sicherungsreserven richtig ausgewiesen?
	Fehlerstromschutzschalter (FI) richtig gewählt?
	Abgehende Leitungen gemäß DIN VDE 0100 105 (10.2014) beschriftet?
	Einsatz von N- Trennklemmen bei Querschnitten unter 10 mm ² für ISO-Messung (Messung nach DIN VDE 0100 718)
NSHV - elektrische Schalträume	Anlagenschema vorhanden
	Warn / Sicherheitsbeschilderung vorhanden? (5 Sicherheitsregeln etc., nach VDE 0105-100)
	Verbandskasten vorhanden?
Potentialausgleich	Potentialausgleichsschienen beschriftet? Zuord-nung mit Schemata vorhanden?
	Sitz der Klemmverbindungen an den Potentialaus-gleichsschiene fest?
Leuchten und Beleuchtungsanla-gen	Ist eine Beleuchtungsberechnung vorhanden und wurde sie richtig ausgelegt? (nach DIN EN 12464)
	Wurde die richtige Lichtfarbe eingesetzt?
Installationsgeräte	alle BWM / Präsenzmelder plausibel positioniert?
	Schalter / Steckdosen fachgerecht montiert und beschriftet?
	Kabeleinführung in den Schalterdosen / Abzweig-kästen fachgerecht erfolgt? (Einbringung der Iso-lierung)
	Verdrahtung in Abzweigkästen fachgerecht und mit Kennzeichnung erfolgt?
	Beschriftung der Bauteile für Zuordnungszwecke vorhanden?
Batterieanlage für Sicherheitsbe-leuchtung	Kennzeichnung des Batterieraumes
	Dokumentation / Übersichtsschaltplan vorhan-den?
	Brandschottungen geschlossen?
	Resopalbeschilderung des Haupt- / Untervertei-lers vorhanden?
Fundamenterder	Dokumentation vorhanden?
	Fotodokumentation vorhanden?

Blitzschutzanlage	Sind die Isolierstücke / Trennungsabstände zu den nicht in den Blitzschutz einbezogenen Bauteilen ausgeführt?
	Sind die Trennungsabstände der Ableiter bezogen auf angrenzend installierte Leitungen eingehalten? (um keine Induktionsspannung in das Gebäude zu verschleppen)
	Sind die Trennstellen zu späteren Messzwecken aufgeführt?
Sicherheitsbeleuchtung	Ausreichende Signalisierung der Fluchtwege?
	Geht eine eindeutige Nummerierung / Zuordnung der Leuchten hervor? (Stromkreis / Leuchtnummer)
	Sind an allen wichtigen Wegebiegungen, Kreuzungen und Durchgängen RZL angebracht?
	Ist die Verbindungsleitung HV zu den Unterstationen in Funktionserhalt ausgeführt?
Ausreichende Signalisierung der Fluchtwege	Ist der Raum in dem der HV steht in Funktionserhalt 30 - 90 min ausgeführt?
	Anlagenschema in der Zentrale vorhanden?
SV – Anlage / Notstromaggregat	Beschriftung der zugehörigen Komponenten vorhanden?
	Separater Betriebsraum vorhanden?
	Ist eine Ankoppelung an das Netzwerk zur Überwachung vorhanden (Störmeldungen)?
Inbetriebnahme	
Verlegesysteme / Kabelbühnen	Auslastung der Kabelbühne passend?
Schaltschrank- / Verteileranlagen	Motorschutzschalter richtig gewählt und eingestellt?
Potentialausgleich	Dokumentation der Durchgängigkeit / Messprotokolle vorhanden?
Leuchte und Beleuchtungsanlagen	Richtige Bemessungsleistung der Leuchte?
	Prüfbuch in Station vorhanden?
Richtige Bemessungsleistung der Leuchte	Betriebs- / Wartungsanleitung vorhanden?
Dokumentation	Dokumentation vorhanden?
	Fotodokumentation vorhanden?
Messungen und Protokolle	Erdungsmessung / Messprotokoll ausgeführt und vorhanden ungef. RA = 10 Ohm
	Durchgängigkeitsmessung des Fundamentterders an allen Anschlussteilen untereinander kleiner 1 Ohm / 0,20 nm
Sicherheitsbeleuchtung	Gibt es ein Prüfbuch und ist es in den Stationen vorhanden?
	Lichttechnische Messung gemacht worden? (min. 1 lx)

SV - Anlage / Notstromaggregat	ausreichende Bevorratung des Treibstoffes vorhanden?
	Prüfbuch und Bedienungsanleitung vorhanden?

11.4.3 Erdsonden

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Sondenmaterial	Datenblatt prüfen auf: u.a. Korrosionsverhalten, thermischer Widerstand, hydraulischer Widerstand, Druckfestigkeit, Maße
Ringraumfüllung	Datenblatt prüfen auf: Eignung für Temperaturbereich (keine Rissbildung bei niedrigster Temperatur), Eignung für umliegendes Bodenmaterial und Grundwasser, Umweltverträglichkeit (gem. VDI 4640 Blatt 1)
Wärmeträgerfluid	Datenblatt prüfen auf: Gefährdungspotenzial für Boden und Grundwasser im Fall einer Leckage, spezifische Wärmekapazität, Dosierung Frostschutzmittel (entsprechend der niedrigstmöglichen Temperatur)
Schnittstelle	Klärung der Zuständigkeitsbereiche (Funktionsprüfungen, hydraulischer Abgleich, Verteileranschluss, Erdarbeiten für Verteilerschacht, ...)
Errichtung / Inbetriebnahme	
Benötigte Unterlagen vom Errichter:	
Feldbericht/-protokoll nach DIN EN ISO 17628 bestehend aus:	
<ul style="list-style-type: none"> • Kopfbblatt nach ISO 22475-1 • Probenentnahmeprotokoll nach ISO 22475-1 • Schichtenverzeichnisse nach ISO 22475-1 • Installationsprotokoll nach DIN EN ISO 17628 • Verfüllprotokoll nach DIN EN ISO 17628 • Versuchsprotokoll nach DIN EN ISO 17628 	

<ul style="list-style-type: none"> Messwerte- und Prüfergebnisprotokoll nach DIN EN ISO 17628 	
Sondenmaterial	Protokollierung der Meter-Markierungen beim Einführen der Rohre (Installationsprotokoll) prüfen
Ringraumfüllung	Prüfung des Verfüllprotokolls und des ordnungsgemäßen Verfüllvorgangs: ohne Hohlräume (Indikator: keine nachfolgende Absenkung des Geländes; Absackungen der Verfüllung sind ansonsten nach 1-2 Tagen auszugleichen)
Durchflussprüfung	Prüfung der Ausführung, der Protokollierung und des Ergebnisses gemäß DIN EN ISO 17628
Druckprüfung	Prüfung der Ausführung, der Protokollierung und des Ergebnisses gemäß DIN EN ISO 17628
Hydraulischer Abgleich	Prüfung des hydraulischen Abgleichs am Sondenverteiler zur Gewährleistung der gleichmäßigen Durchströmung der Wärmesonden

11.4.4 Sonnenschutz

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Schnittstellen	rechtzeitige Abstimmung der Verantwortlichkeiten (Architekt, Errichter Fassade, Subunternehmer)
Funktionsbeschreibung	rechtzeitige Erarbeitung und Überprüfung
Fensterflächen	Wurden alle relevanten Fensterflächen berücksichtigt und in sinnvollen Steuergruppen zusammengefasst?
Inbetriebnahme	
Sicherheitsfunktionen	Überprüfung der eingestellten Parameter
	Windgeschwindigkeit: bei Grenzwert soll der Sonnenschutz in oberste Position gefahren werden, Überprüfung der Meldung und Regelung
	Außentemperatur: bei Grenzwert soll der Sonnenschutz in oberste Position gefahren werden, Überprüfung der Meldung und Regelung

	Regen: bei Regen soll der Sonnenschutz in oberste Position gefahren werden
Zentrale Schaltbefehle	Überprüfung der eingestellten Parameter, Zeitprogramme und Kalender hinsichtlich der Plausibilität und Gebäudenutzung
Stellungen der Lamellen	Überprüfung der Stellungen bei manuellem her-unterfahren
	Überprüfung der Stellungen bei Automatikbetrieb
	Sichtprüfung der Raffstores bezüglich der eingestellten Lamellenwinkel und des oberen und unteren Anschlagpunktes
Dokumentation	Überprüfung hinsichtlich eingestellter Sollwerte, Grundriss mit Motornummern usw.
Einweisung	Einweisung des Betriebspersonals in Bedienung der zentralen Bedieneinheit

11.5 Publikationen

Ort	Typ	Datum
1. Projektforum EnEff.Gebäude.2050, Wuppertal	Plakat	10/2018
2. Projektforum EnEff.Gebäude.2050, Wuppertal	Präsentation	10/2019
„Aufgabenheft Hochbau und technische Gewerke“ der Region Hannover	Ergebnis-Verwertung	04/2020
24. Internationale Passivhaustagung	Präsentation	08/2020
Digital Building Winter Boot Camp, synavision	Präsentation	11/2020
Beiratssitzung Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen	Präsentation	11/2020
Beiratssitzung Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen	Präsentation	04/2021
Netzwerk Schulbau der Region Hannover	Präsentation	06/2021
Architektenkammer Niedersachsen	Präsentation	07/2021
Steinbeis Transfer-Magazin	Zeitschriften-Artikel	09/2021



Konzepte

- Konzept Barrierefreiheit
- Konzept Umnutzungsfähigkeit
- Rückbau- und Recyclingkonzept
- Reinigungs- und Instandhaltungskonzept
- Konzept Biodiversität
- Monitoringkonzept / Qualitätssicherung
- Energiekonzept
- Sicherheitskonzept
- Farb- und Materialkonzept
- Gestaltungskonzept Innenausbau / Möblierung
- Arbeitsplatzkonzept
- Schallschutzkonzept
- Konzept Sommerlicher Wärmeschutz

Sachverständigenleistungen

- Sicherheitsanlagen
- Lüftungsanlagen
- Blitzschutzanlagen
- Brandschutz

KG 300 - Baukonstruktionen

A Fassade

- Zweischalig oder monolithisch
- opake Bauteile:
 - EnEV: $U \leq 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - EnEV-30%: $U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Passivhaus: $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Wärmebrückennachweis:
 - Ohne Nachweis bzw. pauschaler Zuschlag unzulässig
 - Gleichwertigkeitsnachweis DIN 4108 Beiblatt 2: $\Delta U_{WB} \text{ (pauschal)} = 0,05 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
 - Detaillierter Wärmebrückennachweis
- Luftdichtheit der Gebäudehülle
 - EnEV: $n50 \leq 0,8 \text{ 1/h}$
 - Passivhaus: $n50 \leq 0,6 \text{ 1/h}$
- Fassadenbezogener Fensterflächenanteil 45% - 55%
- Schallschutz gegen Außenlärm DIN 4109-1:2016
- Vorgaben zu Materialien:
 - mineralische oder natürliche Dämmstoffe
 - Recyclingbeton
 - Hölzer mit FSC/ PEFC Zertifikat
 - Ausschluss von Tropenhölzern
 - ...
- Auswahl der Baustoffe unter ökologischen Aspekten
- Fassadenintegrierte Nisthilfen
- Hochwasserschutz berücksichtigen (Abdichtungen, ...)
- Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit der Fassade

B Fenster und Türen

- transparente Bauteile:
 - EnEV: $U \leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - EnEV-30%: $U \leq 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Passivhaus: $U \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Fenster mit einem g-Wert von $< 0,4$
- Barrierefreie Zugänglichkeit zum Gebäude (Türbreiten, Taster, taktiles Leitsystem)
- Keine 3-fach-Verglasung der Haupteingangstüren

C Innenausbau

- Farbwahl des gesamten Ausbaus und der Ausstattung unter Berücksichtigung der Barrierefreiheit (mögliche Einschränkungen in Farbwahrnehmung und Kontrastsehen beachten)

D Sonnenschutztechnik

- Außenliegender oder im Scheibenzwischenraum befindlicher Sonnenschutz mit variabler Lamellenstellung an allen relevanten Fassaden
- Windstabilität und Betrieb mindestens bis Windstärke 7
- Wenn möglich Verwendung von 230V AC-Antrieben
- Sonnenschutz muss bei Alarmmeldungen im Gebäude hochfahren, um die Sicht auf und den Zugang zu den Fenstern freizugeben
- Regelung gemäß Aufgabenheft Kapitel 4.14.4

E Dach

- Flachdach
- Planung einer intensiven Dachbegrünung auf Substratgrundlage gemäß „Dachbegrünungsrichtlinien 2018“ des FLL

F Grundrissdispositionsangaben

Büro-/ Verwaltungsbauten:

- Aufteilung in eigenständige Nutzungseinheiten möglich (ein Sanitärkern und ein Treppenhaus je Nutzungseinheit)
- Kommunikationszonen vorsehen
- Distanz zwischen lärmintensiven Räumen (Aufzüge, ...) und Aufenthaltsräumen

Bildungsbauten:

- Distanz zwischen lärmintensiven Räumen (Aufzüge, Küchen, Werkräume...) und Unterrichtsräumen

KG 400 – Technische Anlagen

G Energieversorgung

- Dachmontierte, aufgeständerte Photovoltaik-Module

H Technikzentralen

- Zugänglichkeit für späteren Austausch oder Nachrüstung der Anlagen
- Platzreserven in den Technikzentralen

I Schächte

- Platzreserven in den Schächten
- Revisionsöffnungen

J Gebäudeautomation

- Technisches Betriebsmonitoring durch Energiemanagement Region Hannover
- Beauftragung eines unabhängigen Dritten zur Durchführung eines technischen Monitorings nach AMEV-Empfehlung 135

K Sicherheit

- Druckknopfmelder für Feuer- und Hausalarm
- AMOK-Alarm-Schlüsselschalter
- Weitere Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

KG 500 – Außenanlagen

- Aufenthaltsbereiche im Außenraum
- Aufenthaltsfördernde Ausstattung im Außenraum
- Fahrradstellplätze (Anzahl, Verortung, Ausleuchtung, Ladestationen f. E-Bikes)
- Beleuchtung im Eingangs- / Außenbereich
- Vermeidung invasiver Pflanzenarten, standortgerechte Bepflanzung
- Artenschutz / Biodiversität
- Regenrückhaltebecken / Regenwassernutzung
- Helle, versickerungsfähige Oberflächen
- E-Mobilität

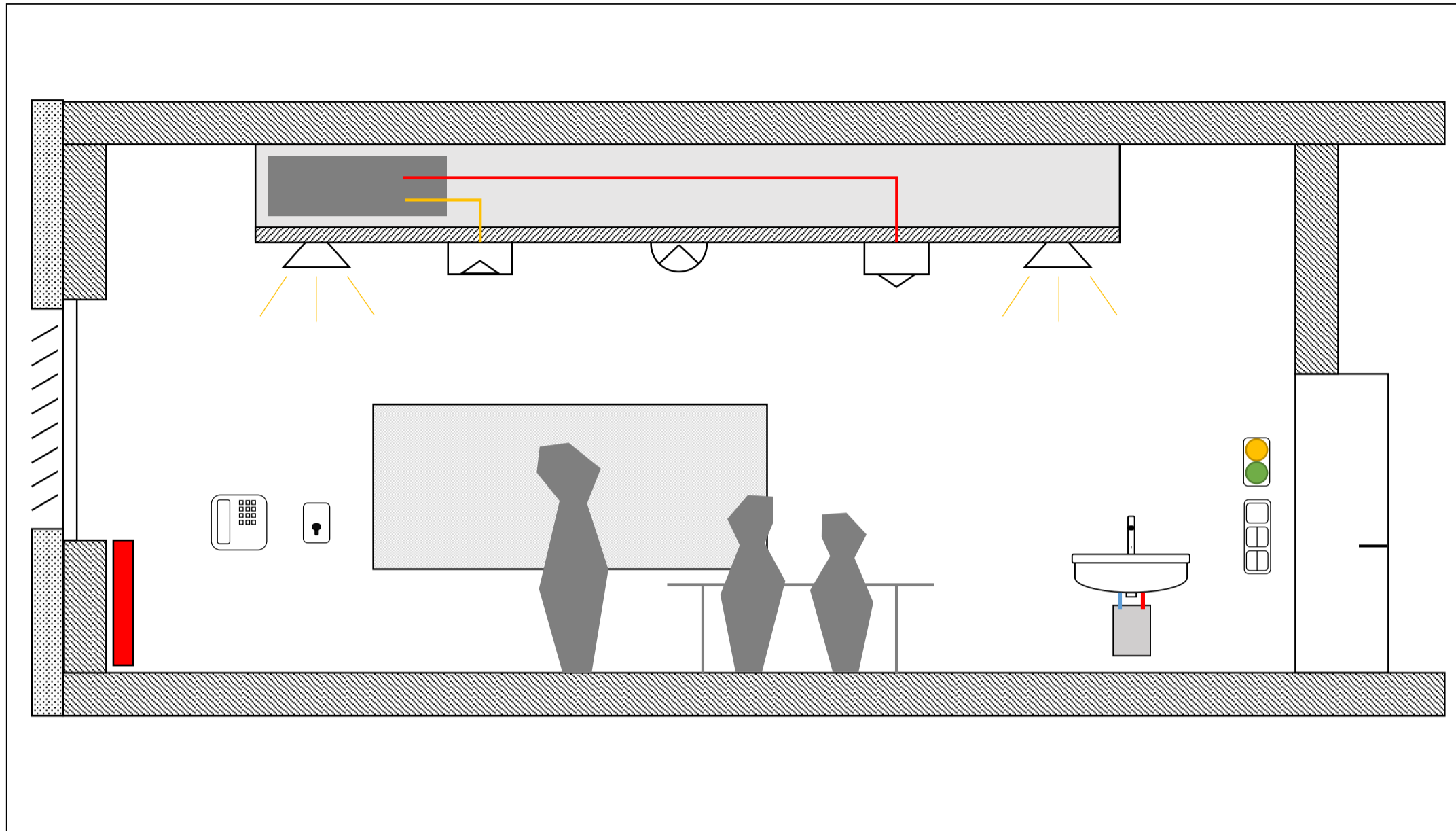
L Instandhaltung

- Ausschreibung eines Instandhaltungsvertrags für die Pflege der Grünflächen im Außenbereich und auf dem Dach
- Ausschreibung eines Instandhaltungsvertrags für die Photovoltaikmodule
- Ausschreibung eines Instandhaltungsvertrags für die Raffstore-Anlage

KG 610 – Ausstattung

Büro-/ Verwaltungsbauten:

- Duschen
- Spinde
- Still- und Wickelmöglichkeiten (wenn nicht in den WC-Bereichen enthalten)
- Fitnessmobiliar/-geräte



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Magnetische Farbe oder sonstige Anbringmöglichkeit für Wandbehänge durch die Nutzer an einer Innenwand mit geeigneter Fläche
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp A4 – „Unterricht inklusiv“ oder Raumtyp A3 – „Unterricht“ einhalten
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Tritt- und schulterwurfsichere Türschlösser, Öffnung von außen nur mit Schlüssel
- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit grundierten und pulvereinbrennlackierten Röhrenradiatoren
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C

D Raumluftechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Installation im angrenzenden Differenzierungsraum, sofern vorhanden
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Lüftungsampel empfiehlt Fensterlüftung
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept
- Raumnummern müssen von außen an einem Fenster pro Raum ersichtlich sein

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein und Aus)

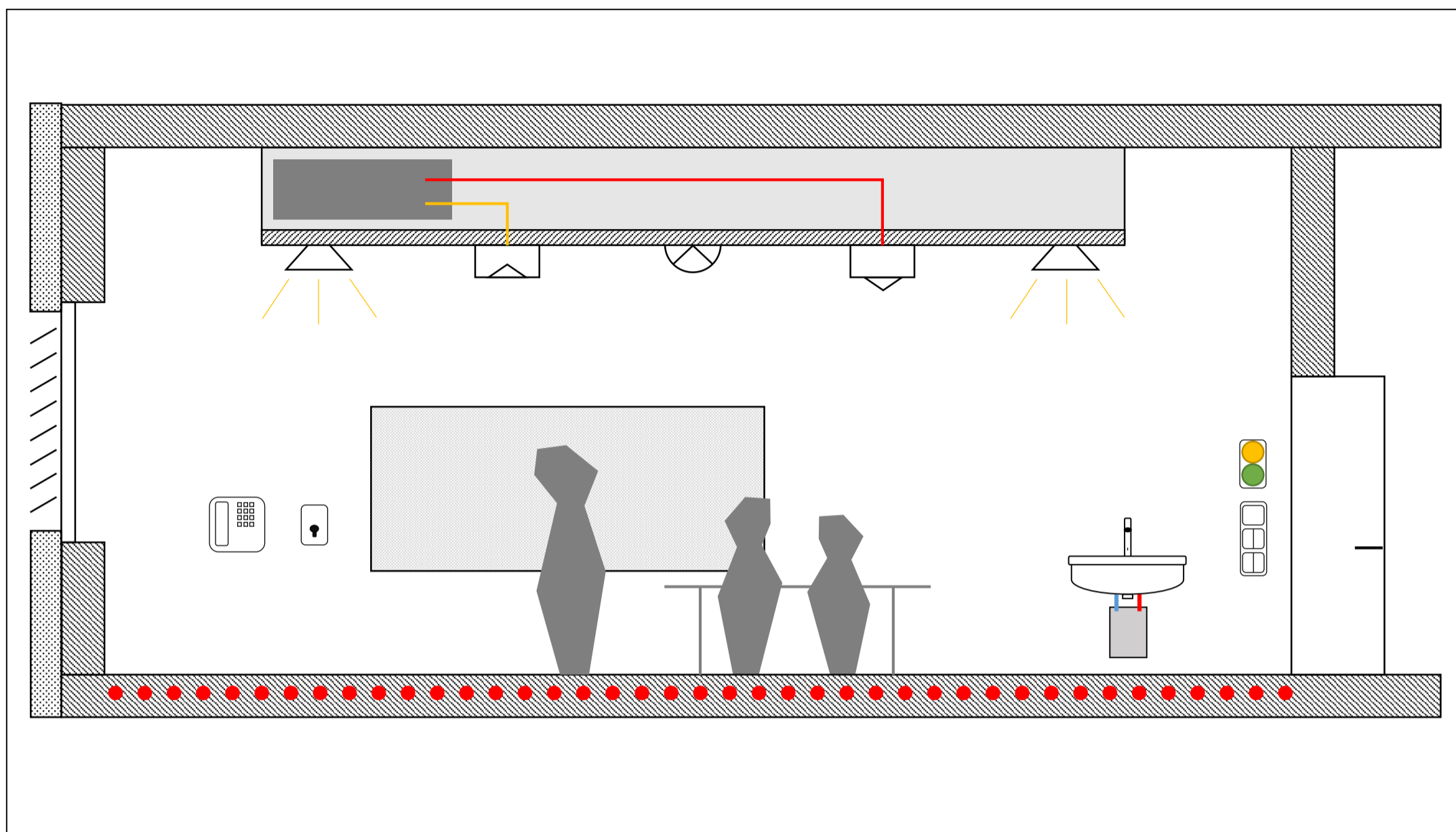
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Raumsolltemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

J Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Interaktives Whiteboard und Beamer
- Telefon in Lehrernähe
- Tische mit unterseitigen Schienen zum Einhängen der Stühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Magnetische Farbe oder sonstige Anbringmöglichkeit für Wandbehänge durch die Nutzer an einer Innenwand mit geeigneter Fläche
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp A4 – „Unterricht inklusiv“ oder Raumtyp A3 – „Unterricht“ einhalten
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Tritt- und schulterwurfsichere Türschlösser, Öffnung von außen nur mit Schlüssel
- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Installation im angrenzenden Differenzierungsraum, sofern vorhanden
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Lüftungsampel empfiehlt Fensterlüftung
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregeltm Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept
- Raumnummern müssen von außen an einem Fenster pro Raum ersichtlich sein

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein und Aus)

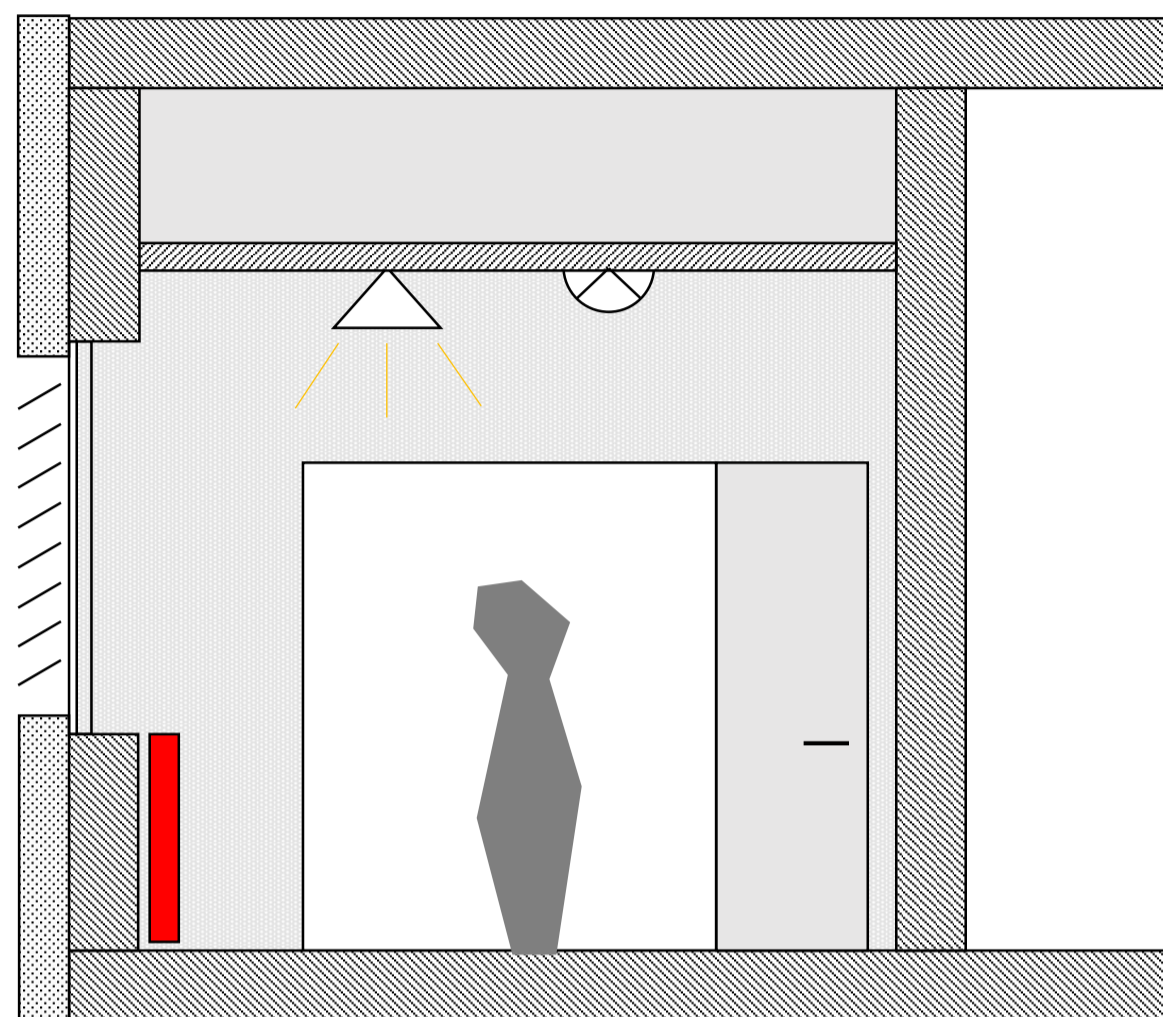
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Raumsolltemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C
Stellung Motorstellventil FBH	%

J Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Interaktives Whiteboard und Beamer
- Telefon in Lehrernähe
- Tische mit unterseitigen Schienen zum Einhängen der Stühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- Fußboden mit Bewertungsstufe R9 verwenden, in Eingangsnähe R10 wegen Feuchtigkeits- und Schmutzansammlung
- Keine Stolperstellen (Änderung der Rutschhemmung, Steigungsübergänge, Türfeststeller, Türschwellen, Einzelstufen, etc.)
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“
- Entwicklung und Implementierung eines sinnvollen Konzeptes für ein Orientierungs- und Leitsystem
- Geländer und Umwehrungen vollflächig oder mit senkrechten Stäben, Öffnungen < 12 cm

B Fenster und Türen

- Manuell öffnbare Fenster
- In Schulen Fensterschlösser vorsehen
- Flurtüren sind barrierefrei zu implementieren (z.B. Offenhaltung über einen Magnetschalter mit Taster zur Schließung; Integration in die BMA)

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit grundierten und pulverereinbrennlackierten Röhrenradiatoren
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 12 °C

D Raumlufttechnik

- Überströmende Abluft aus angrenzenden Räumen

E Beleuchtung

- Präsenz- und tageslichtabhängige Steuerung
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen in Schulen mit erhöhtem Berührungsschutz

G Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

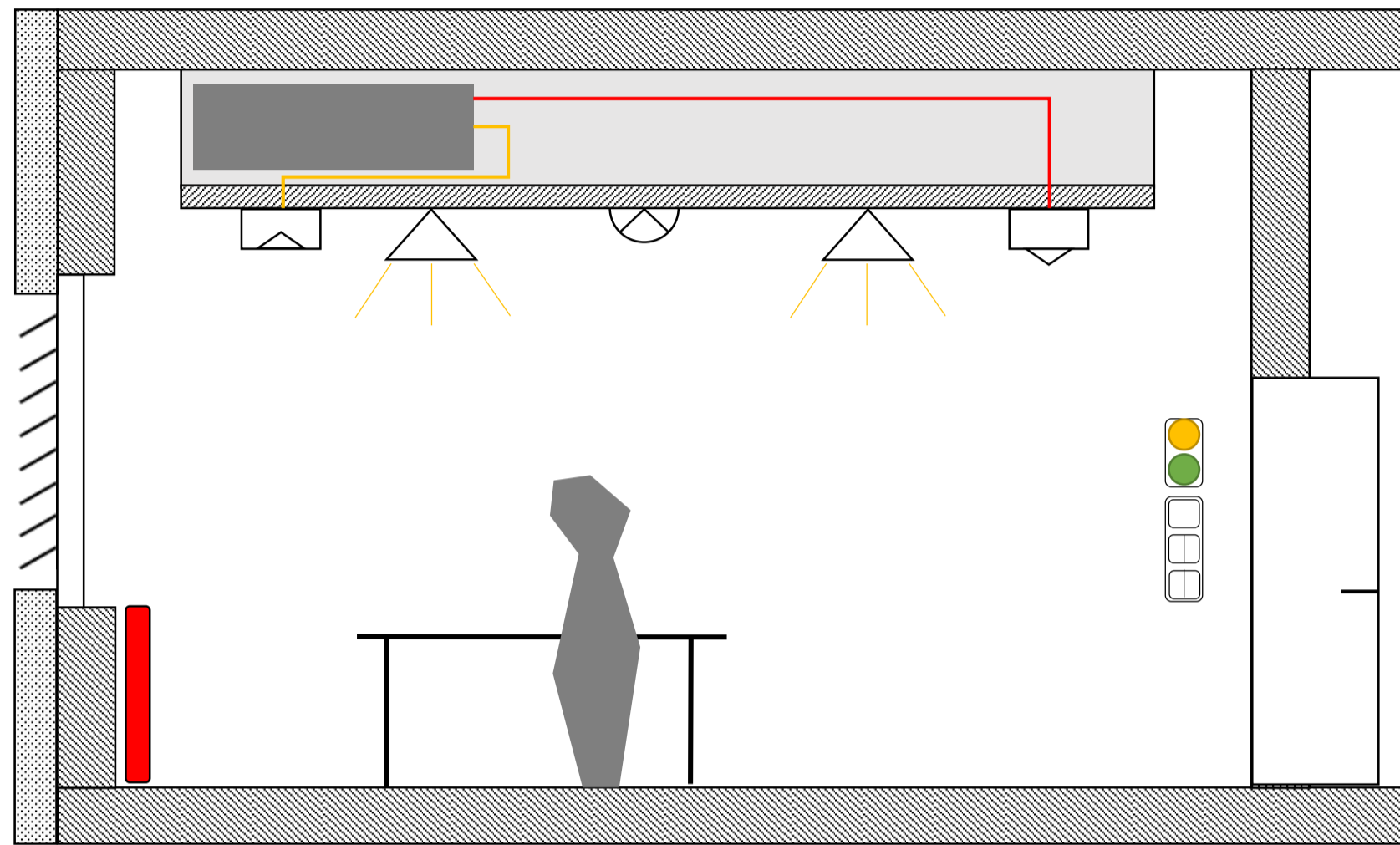
H Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein, Aus)

Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Raumsolltemperatur	°C



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- Raumabmessungen gemäß Technischer Regeln für Arbeitsstätten
- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp B4
- Einhaltung der Raumakustikklasse C oder besser gemäß VDI 2569
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit grundierten und pulverereinbrennlackierten Röhrenradiatoren
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C

D Raumlufttechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Lüftungssampel empfiehlt Fensterlüftung
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Ausreichende Strom- und Netzwerkanschlüsse
- Bei einem Arbeitsplatz sind 4 Datenanschlüsse vorzusehen, bei jedem Weiteren kommen 2 Anschlüsse hinzu

G Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

H Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein und Aus)
- Raumtemperatur (Sollwertsteller ± 3 °C)

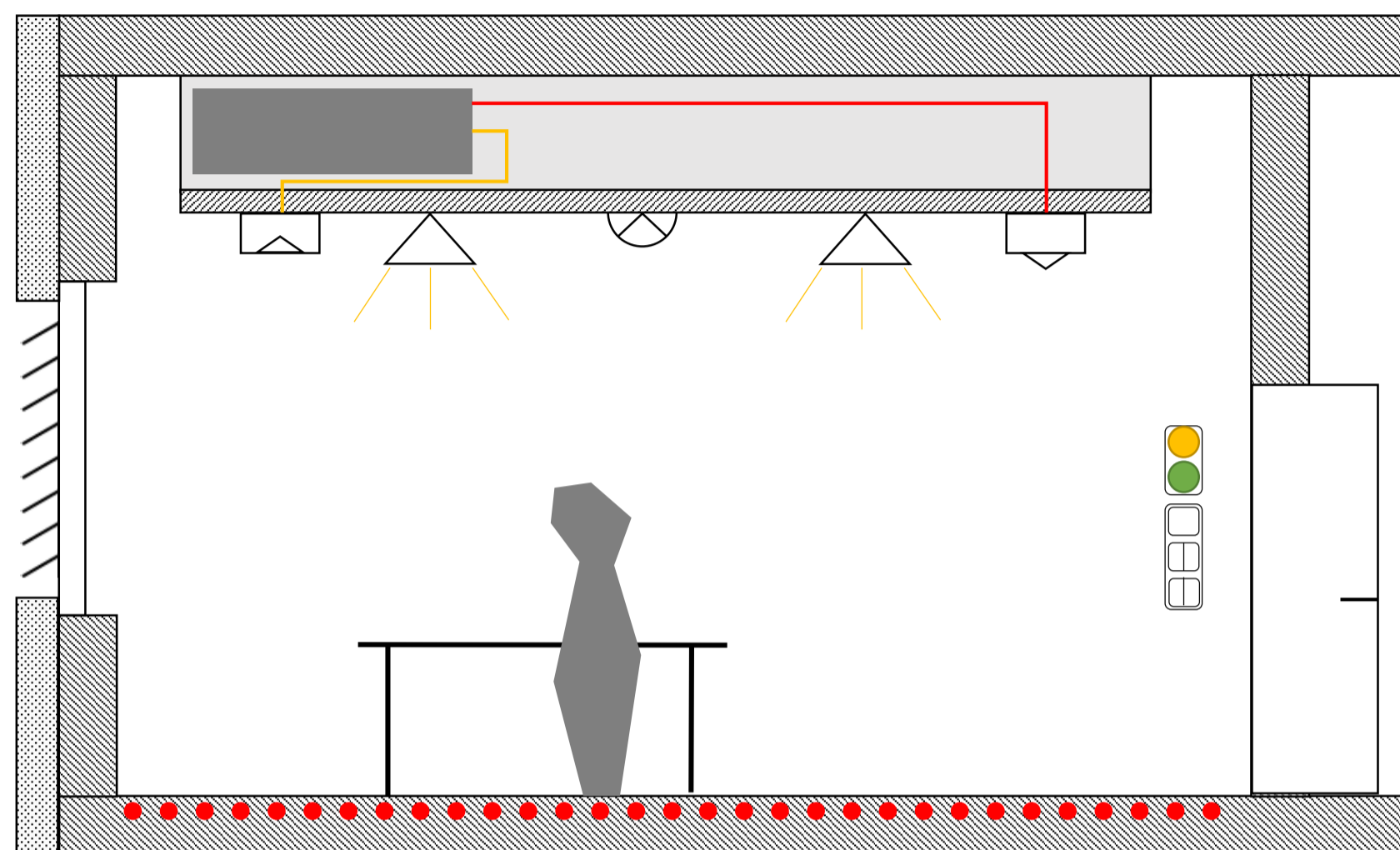
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Raumsolltemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

I Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Höhenverstellbare Schreibtische
- Ergonomische Bürostühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- Raumabmessungen gemäß Technischer Regeln für Arbeitsstätten
- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp B4
- Einhaltung der Raumakustikklasse C oder besser gemäß VDI 2569
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Lüftungsampel empfiehlt Fensterlüftung
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Ausreichende Strom- und Netzwerkanschlüsse
- Bei einem Arbeitsplatz sind 4 Datenanschlüsse vorzusehen, bei jedem Weiteren kommen 2 Anschlüsse hinzu

G Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

H Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein und Aus)
- Raumtemperatur (Sollwertsteller ± 3 °C)

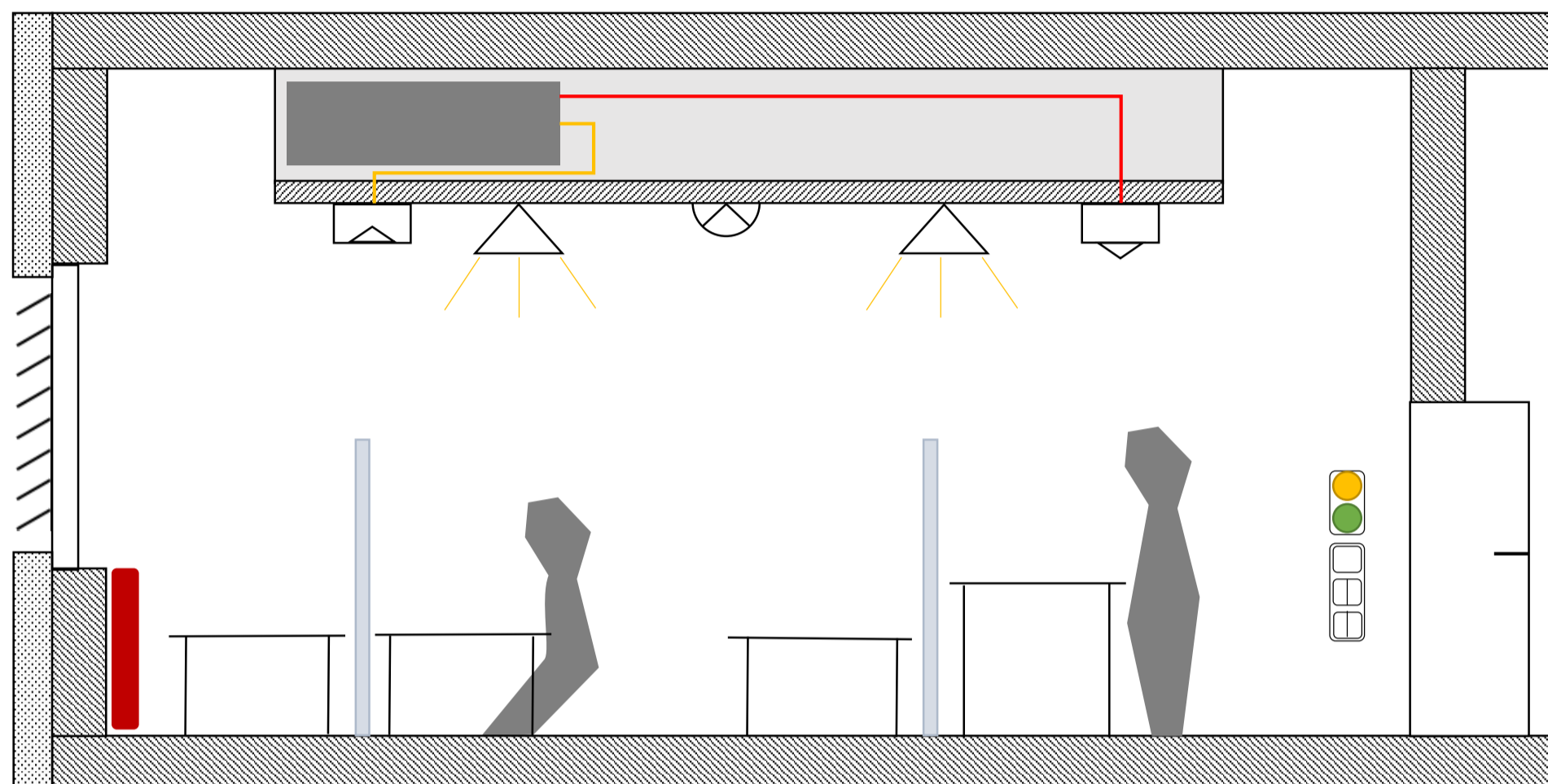
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Raumsolltemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C
Stellung Motorstellventil FBH	%

I Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Höhenverstellbare Schreibtische
- Ergonomische Bürostühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- Raumabmessungen gemäß Technischer Regeln für Arbeitsstätten
- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp B4
- Einhaltung der Raumakustikklasse C oder besser gemäß VDI 2569
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Plattenradiatoren
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C

D Raumlufttechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Lüftungssampel empfiehlt Fensterlüftung
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Bodentanks in regelmäßigen Abständen mit jeweils ausreichenden Strom- und Netzwerkanschlüssen
- Bei einem Arbeitsplatz sind 4 Datenanschlüsse vorzusehen, bei jedem Weiteren kommen 2 Anschlüsse hinzu

G Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

H Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein und Aus)
- Raumtemperatur (Sollwertsteller ± 3 °C)

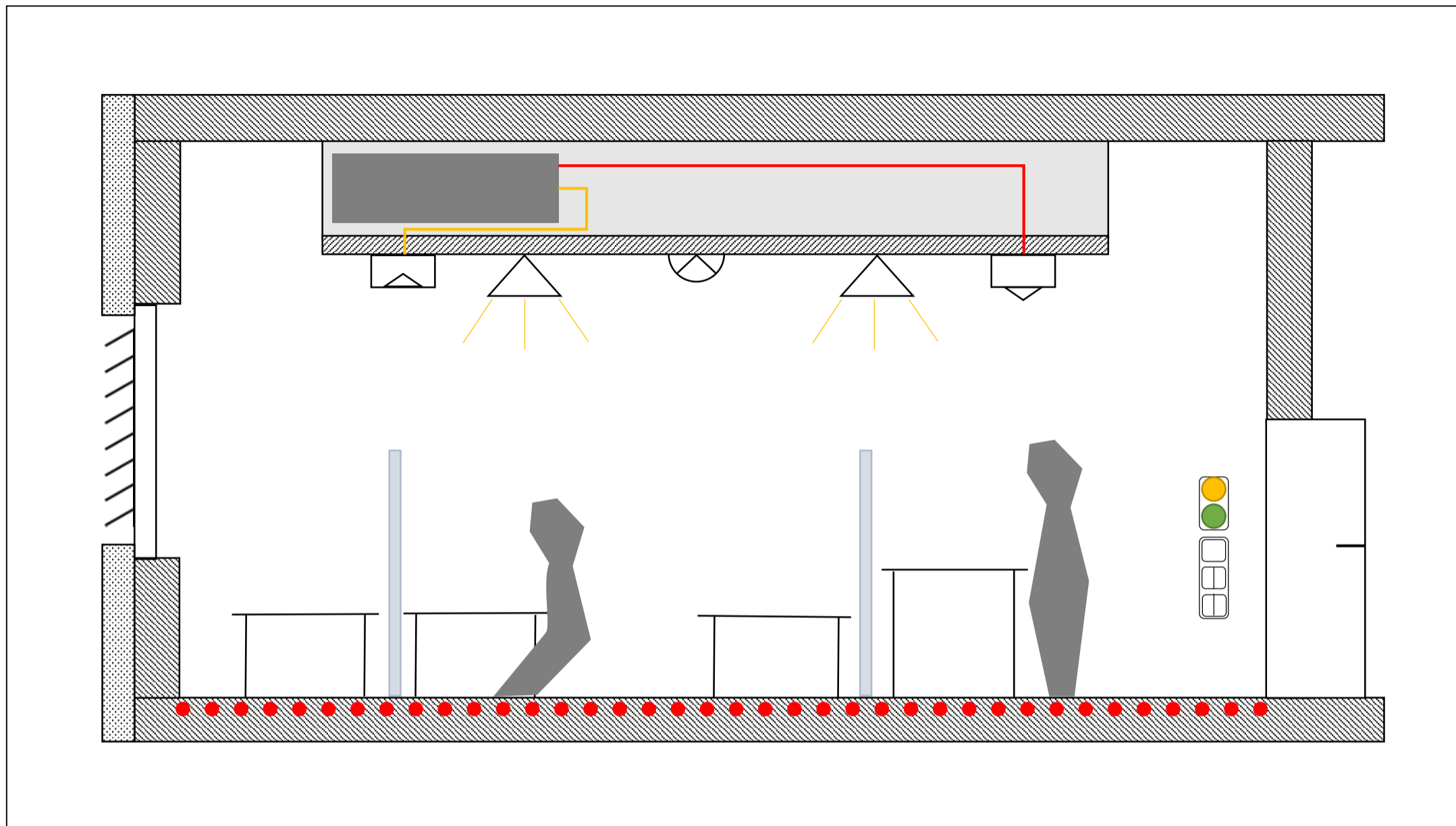
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Raumsolltemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

I Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Höhenverstellbare Schreibtische
- Ergonomische Bürostühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen
- individuell regelbarer Blendschutz, sofern erforderlich



KG 300 - Baukonstruktionen

- A Innenausbau**
 - Raumabmessungen gemäß Technischer Regeln für Arbeitsstätten
 - stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
 - teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
 - Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp B4
 - Einhaltung der Raumakustikklasse C oder besser gemäß VDI 2569
 - Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“
- B Fenster und Türen**
 - Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

- C Heizung und Kühlung**
 - Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
 - Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
 - Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.
- D Raumluftechnik**
 - Hybrides Lüftungskonzept
 - dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
 - Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
 - Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
 - Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
 - Spül- und Freikühlbetrieb
 - Lüftungssampel empfiehlt Fensterlüftung
 - Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

- E Beleuchtung**
 - LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
 - Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
 - Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

- F Elektro- und Informationstechnik**
 - Bodentanks in regelmäßigen Abständen mit jeweils ausreichenden Strom- und Netzwerkanschlüssen
 - Bei einem Arbeitsplatz sind 4 Datenanschlüsse vorzusehen, bei jedem Weiteren kommen 2 Anschlüsse hinzu

- G Sicherheit**
 - Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

- H Gebäudeautomation**
 - DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
 - BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

- Manuelle Raumbedienung:
- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
 - Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
 - Lüftung (Ein und Aus)
 - Raumtemperatur (Sollwertsteller ± 3 °C)

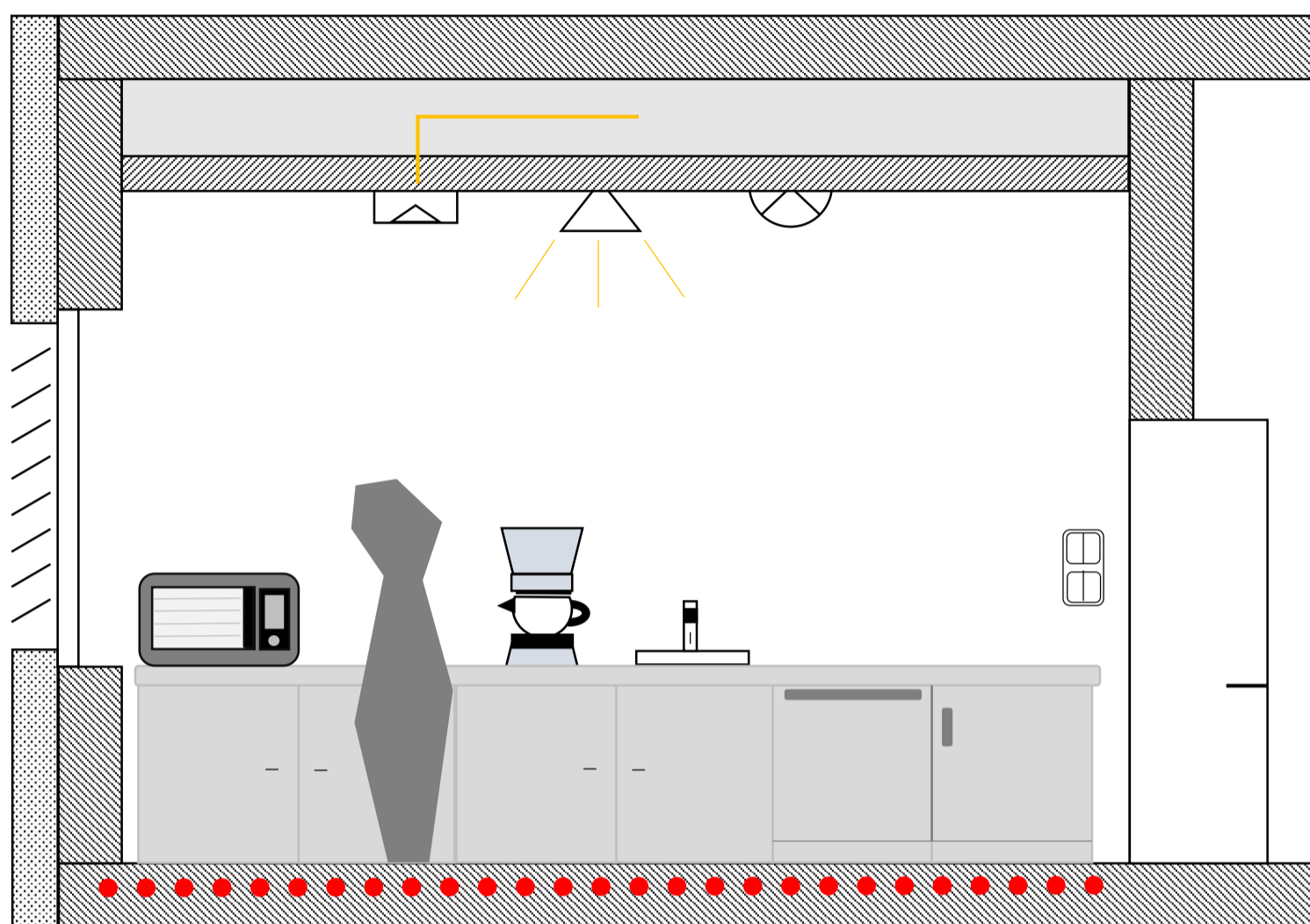
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Raumsolltemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C
Stellung Motorstellventil FBH	%

I Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Höhenverstellbare Schreibtische
- Ergonomische Bürostühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen
- individuell regelbarer Blendschutz, sofern erforderlich



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Tritt- und schulterwurfsichere Türschlösser, Öffnung von außen nur mit Schlüssel
- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumluftechnik

- Nur Abluft
- präsenzgesteuerter Betrieb
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

G Sanitär

- Spülbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

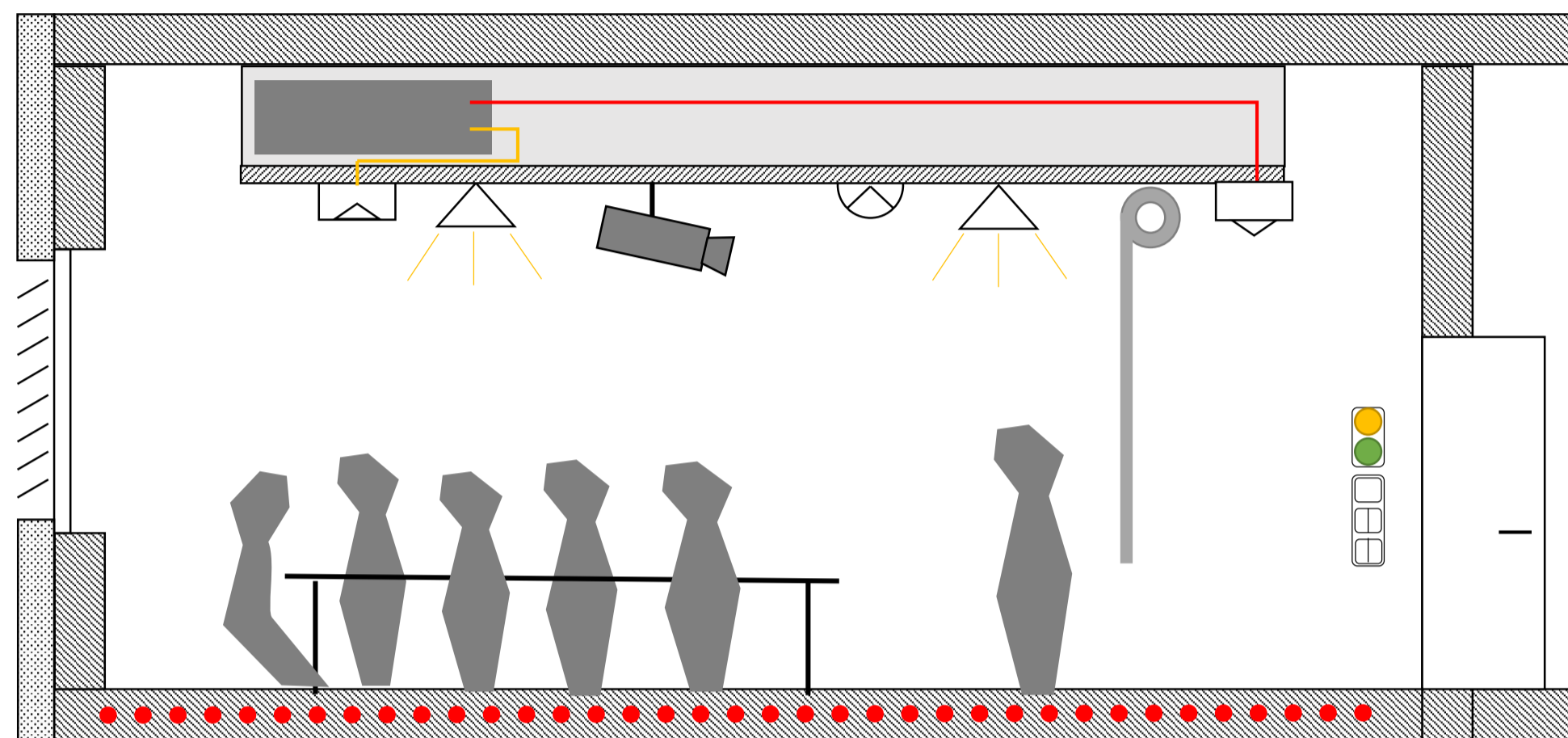
Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)

Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Stellung Motorstellventil FBH	%
Betriebsmeldung Ventilatoren RLT	0/1

KG 610 – Ausstattung

- Kleiner Einbaukühlschrank
- Mikrowelle
- Kaffeemaschine
- Geschirrspülmaschine



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- teilabgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp A4 oder Raumtyp A3 einhalten
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumluftechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Lüftungssampel empfiehlt Fensterlüftung
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Ausreichende Strom- und Netzwerkanlüsse für alle potenziellen Besprechungsteilnehmenden

G Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

H Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein und Aus)

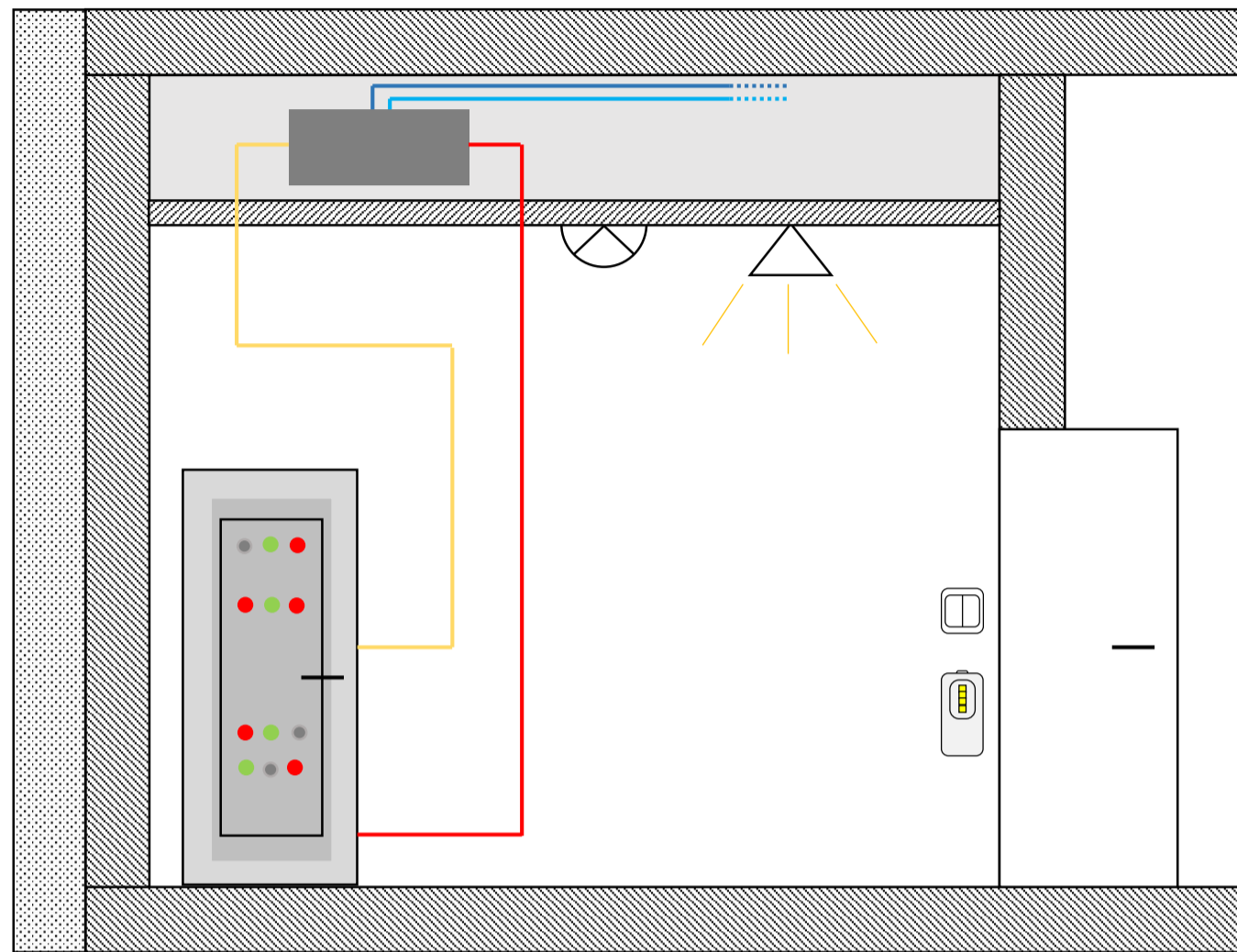
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C
Stellung Motorstellventil FBH	%

I Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Interaktives Whiteboard
- Präsentationstechnik
- Ergonomische Stühle
- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen



KG 300 - Baukonstruktionen

- Verortung in einem nördlich orientierten Außenraum und wegen Überflutungsgefahr oberhalb des Erdgeschosses

A Innenausbau

- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Decke und Fußboden mit Feuerwiderstandsklasse F90 AB, Flächenbelastbarkeit > 5 kN/m² und Punktbelastbarkeit > 1 kN
- Wischfähiger, PVC-freier, ableitfähiger Fußbodenbelag mit einem Ableitwiderstand von < 108 Ohm
- Glatte und staubfreie Wände mit Feuerwiderstandsklasse F90 AB ohne Aufputzinstallationen, die Stellflächen verbauen

B Fenster und Türen

- Kein Fenster
- Türbreite mindestens 850 mm, T30 mit Rauchschutz, Widerstandsklasse RC2 nach DIN EN 1627
- Lichte Durchgangshöhe mindestens 2100 mm für stehenden Transport der Verteilerschränke
- Tür von innen mit Drückergarnitur mit Panikverschluss, nach außen aufschlagend, außen mit Knauf, nur mit Schlüssel offenbar

C Sonstiges

- Raumgröße entsprechend der notwendigen Datenverteilerschränke; etwa 6 m² für einen Schrank und 3 m² für jeden Weiteren

KG 400 – Technische Anlagen
(siehe Aufgabenheft Kapitel 6.2.9.2)

D Kühlung

- Bauteilkühlung mit einer Multisplitanlage mit Außeneinheit
- Kältemittelleitung mehrerer Räume ggf. zusammenfassen
- Rückkühlwerk auf dem Dach, möglichst mit sommerlicher Verschattung
- Prüfung der Möglichkeit und Wirtschaftlichkeit zur direkten oder indirekten freien Kühlung
- Prüfung der Möglichkeit zur Abwärmenutzung im Gebäude (z.B. Beheizung der Nebenräume, primärseitige Einkopplung in Wärmepumpe)
- für den Betrieb nicht notwendige wärmeemittierende Geräte aus dem Datenverteilteraum entfernen, um die Kühllast zu reduzieren
- Keine Raumheizung

E Raumluftechnik

- Keine mechanische Belüftung des Raumes, außer es sind ständige Arbeitsplätze im Raum, dann Einhaltung der Arbeitsstättenrichtlinien
- Raumlufttemperatur-Sollwert ansonsten 27 °C
- Wickelfalzrohr- oder Blechkanalkomponenten für luftseitigen Anschluss, ohne Dämmung

F Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert
- Manuell schaltbar
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

G Elektro- und Informationstechnik

- Datenverteilerschränke mit Zu- und Abluftstutzen
- Datenverteilerschränke mit gelochten Fachböden zwischen den Lüftungsstutzen, ansonsten geschlossene
- Zugänglichkeit von vorne und hinten
- Beschaffung von IT-Komponenten mit höchster Energieeffizienzklasse
- Gitterrinne über den Schränken für die Kabelzuführung

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest
- Temperaturwächter mit Alarmierung und Weiterleitung zum IT-Administrator
- Regelung des Split-Gerätes in Abhängigkeit von der Serverschränkinnentemperatur

Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)

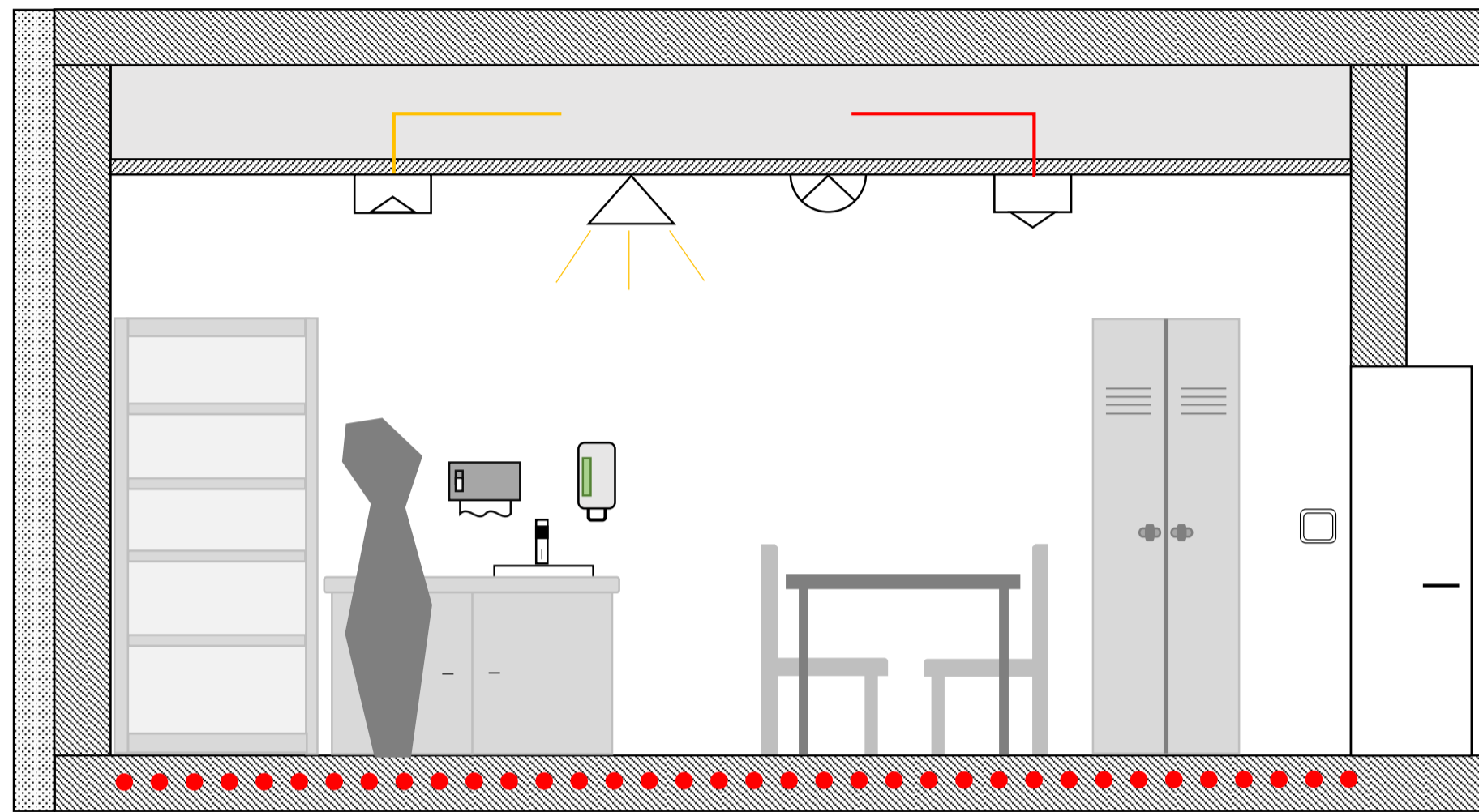
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Klimagerät	0/1
Temperatur Serverschrank	°C
Zuluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

J Instandhaltung

- Instandhaltungsvertrag für das Klima-Split-Gerät mindestens mit einer jährlichen, besser halbjährlichen, Inspektion ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Bereitstellung einer akkubetriebenen Handleuchte neben der Tür



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Öffnung von außen nur mit Schlüssel

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumluftechnik

- Zu- und Abluft
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels und unter Beachtung der Stofflasten (Gerüche, Feuchte, ...)
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert
- Manuell schaltbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Schuko-Steckdosen 230 V / 16 A im Bereich des Tisches

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)

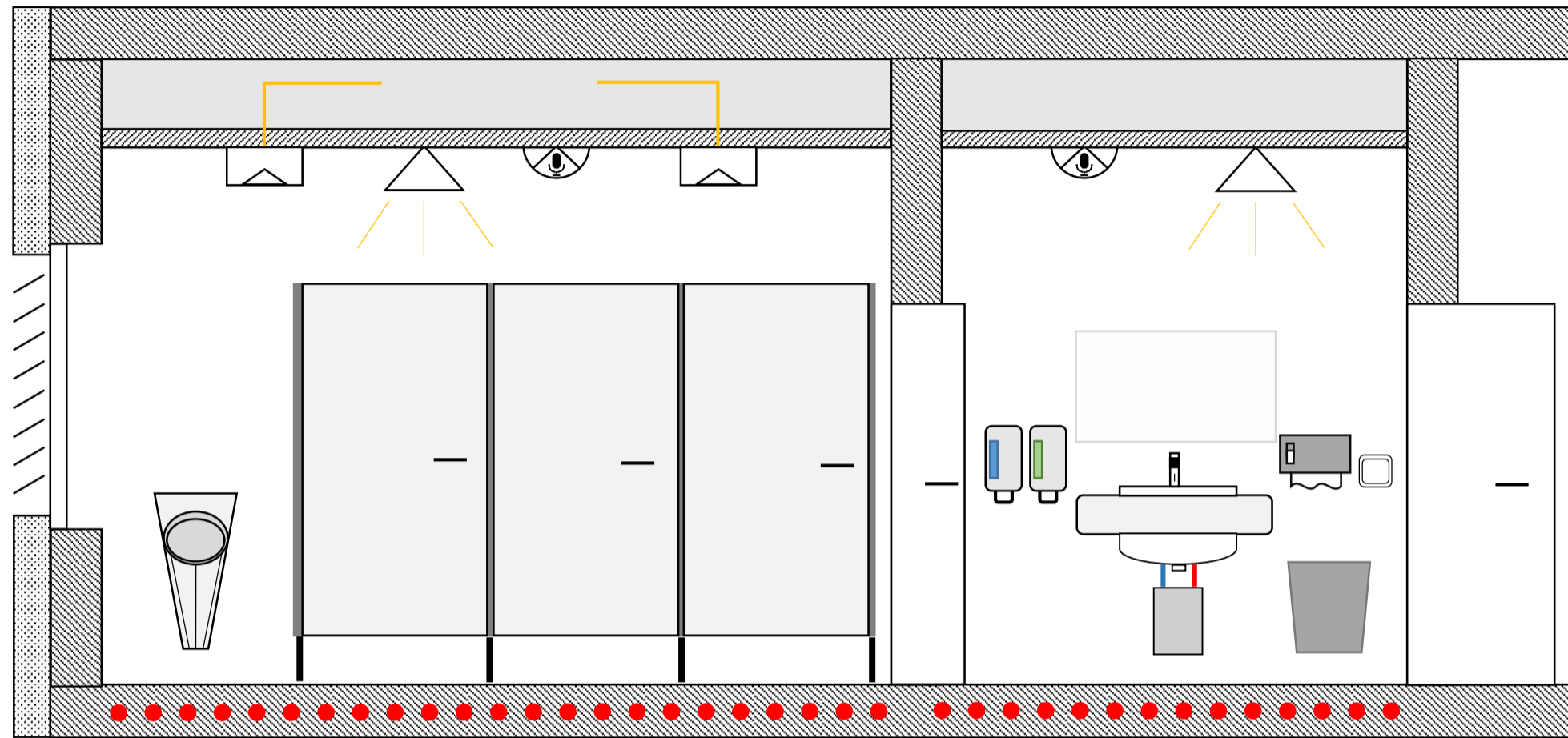
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren RLT	0/1
Zuluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

KG 610 – Ausstattung

- Offener Regalschrank mit 5 Fachböden mit den Abmessungen 2,0 m x 0,8 m
- Stellfläche für Reinigungswagen, ca 1,4 m x 0,6 m
- Garderobenspind bestehend aus 2 Abteilen mit je einem Hutboden und Kleiderstange. Die Türen sind je mit Lüftungsschlitzen, eingestanztem Etikettenrahmen und einem verschließbaren Drehriegelschloss vorzusehen
- 1 Tisch (0,6 m x 0,6 m) und 2 Stühle
- Ausgussbecken mit Klapprost und Trinkwasseranschluss (PWC) als Auslaufarmatur mit Standardgriff
- Seifenspender
- Papierhandtuchspender

Zusätzlich bei Unterbringung eines elektrisch betriebenen Reinigungsautomaten:

- Stellfläche für Reinigungsautomaten mit den Abmessungen ca. 1,40 x 0,80 m
- Vergrößerte Raumtürbreite
- Schuko-Steckdosen 230 V / 16 A
- Trinkwasseranschluss (PWC) als Auslaufarmatur mit Standardgriff in Höhe 0,5m OKFFB mit Schlauch und Schlauchhalter zum Befüllen des Reinigungsautomaten
- Bodenablauf mit abnehmbarem Roste im Bereich des Reinigungsautomaten



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- Gefliester Fußboden und teilgeflieste Wände mit leicht zu reinigender Oberfläche
- Fußboden mit Rutschfestigkeit R 10
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Türen mit Überströmöffnung
- Anordnung von Trennwänden, Türen, Fenstern und Urinalen so, dass sie von außen nicht eingesehen werden können

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 15 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- Abluft
- zeitprogrammabhängiger Betrieb
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels (mind. 11 m³/(h m²))
- Freikühlbetrieb zur Nachtauskühlung

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und ggf. tageslichtabhängig gedimmt
- Beleuchtungsstärke mind. 200 Lux, im Spiegelbereich 500 Lux; Farbwiedergabe mind. Index Ra 80
- Präsenzmelder mit integriertem Akustiksensoren im Vor- und WC-Raum
- Manuell einschaltbar; Nachlaufzeit von 15 min
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen in Schulen mit erhöhtem Berührungsschutz

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Armaturen an Waschtischen, Urinalen und WC's berührungslos auszulösen; infrarotgesteuert und netzversorgt
- Möglichst wartungsarme, glattflächige und einfach zu reinigende Armaturen verwenden, die wasser- und energiesparend sind
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min
- Spülrandlose, wandhängende WC's mit Klappdeckel
- in Herren-WC's 1/3 Toiletten und 2/3 spülrandlose Urinale ohne Klappdeckel
- WC's in Schulen ohne Deckel

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

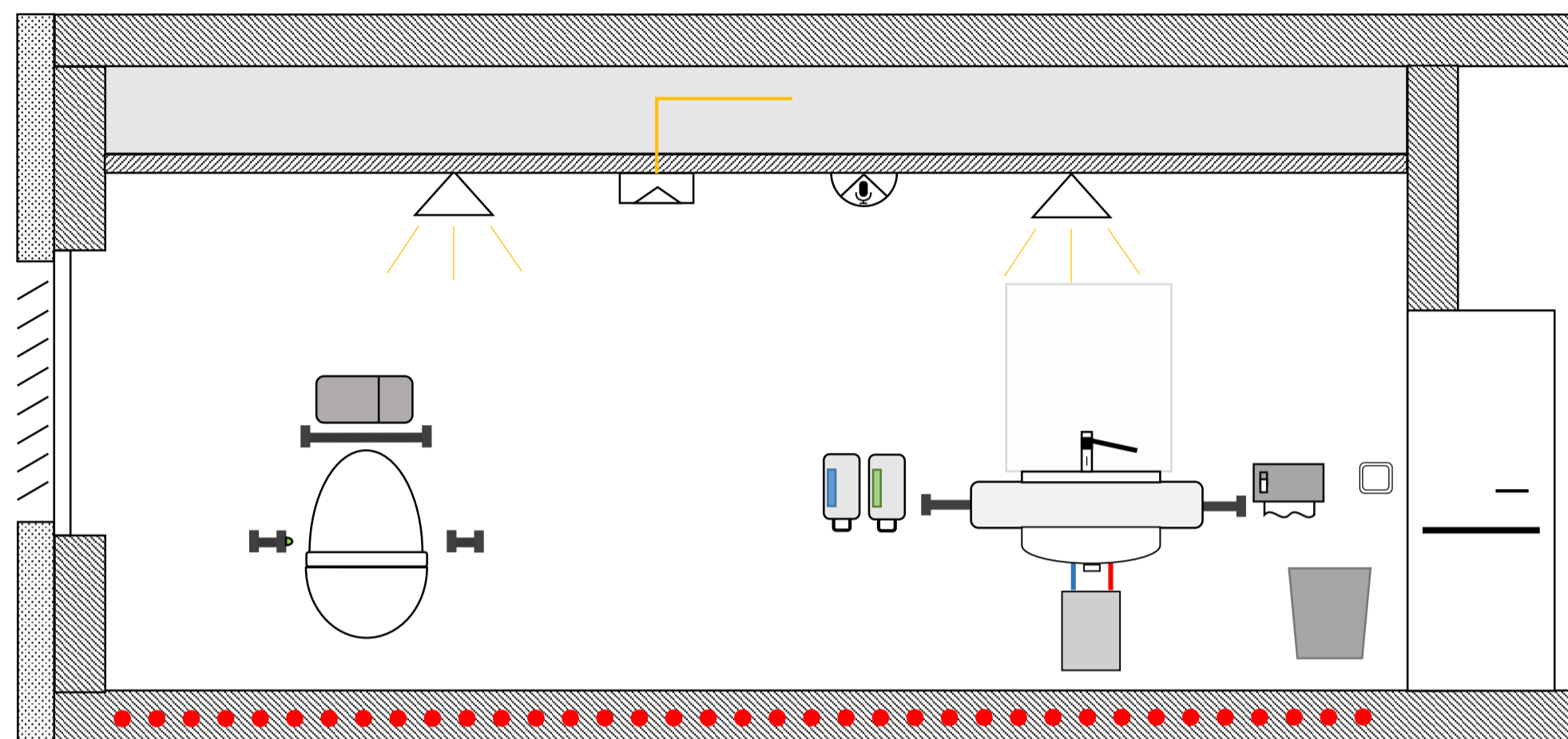
Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein)

Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren RLT	0/1
Abluft-Temperatur	°C

KG 610 – Ausstattung

- Wandbefestigte Spülbürstengarnitur
- Papierrollenhalter, inkl. Ersatzmagazin
- Kleiderhaken in WC-Kabinen
- Hygiene-Klappdeckeleimer für Hygieneartikel in Damen-WC's
- In Herrentoiletten ist mindestens in einer gekennzeichneten Toilette ein Hygienebehälter mit Deckel zur Verfügung zu stellen
- Seifenspender
- Papierhandtuchspender mit fest montiertem Mülleimer
- Flüssigdesinfektionsspender
- Trennwände und Türen von Toilettenzellen mind. 1,90 m hoch und Türspalt zum Fußboden max. 0,15 m
- Türanschläge von Toiletten möglichst nach außen
- Neben jeder Toilette ein Freiraum von 20 cm und davor eine Bewegungsfläche von 80 cm Breite und 60 cm Tiefe vorsehen



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Tür mit Überströmöffnung
- Tür mit waagrecht Griffstange auf 85 cm Höhe
- Manuell öffnbare Fenster mit rollstuhlgerechter Griffhöhe 85 cm
- Zugang in Schulen mit Euroschlüssel

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 21 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumluftechnik

- Abluft
- zeitprogrammabhängiger Betrieb
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels (mind. 11 m³/(h m²))
- Freikühlobetrieb zur Nachtauskühlung

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und ggf. tageslichtabhängig gedimmt
- Beleuchtungsstärke mind. 200 Lux, im Spiegelbereich 500 Lux; Farbwiedergabe mind. Index Ra 80
- Präsenzmelder mit integriertem Akustiksensoren
- Manuell einschaltbar; Nachlaufzeit von 15 min
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen in Schulen mit erhöhtem Berührungsschutz

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min
- Einhand-Hebelmischer am Waschtisch mit verlängertem Bedienhebel zur Bedienung im Sitzen
- Klappbare Haltestützgriffe neben bzw. am Waschbecken sowie neben der Toilette
- Auslösung der WC-Spülung auch an den Stützklappgriffen möglich
- Waschbecken muss mit Rollstuhl voll unterfahrbar sein (Kniefreiheit in 30 cm Tiefe und 67 cm Höhe); Unterputz- oder Flachsiphon vorsehen
- Kein Bodenablauf benötigt

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

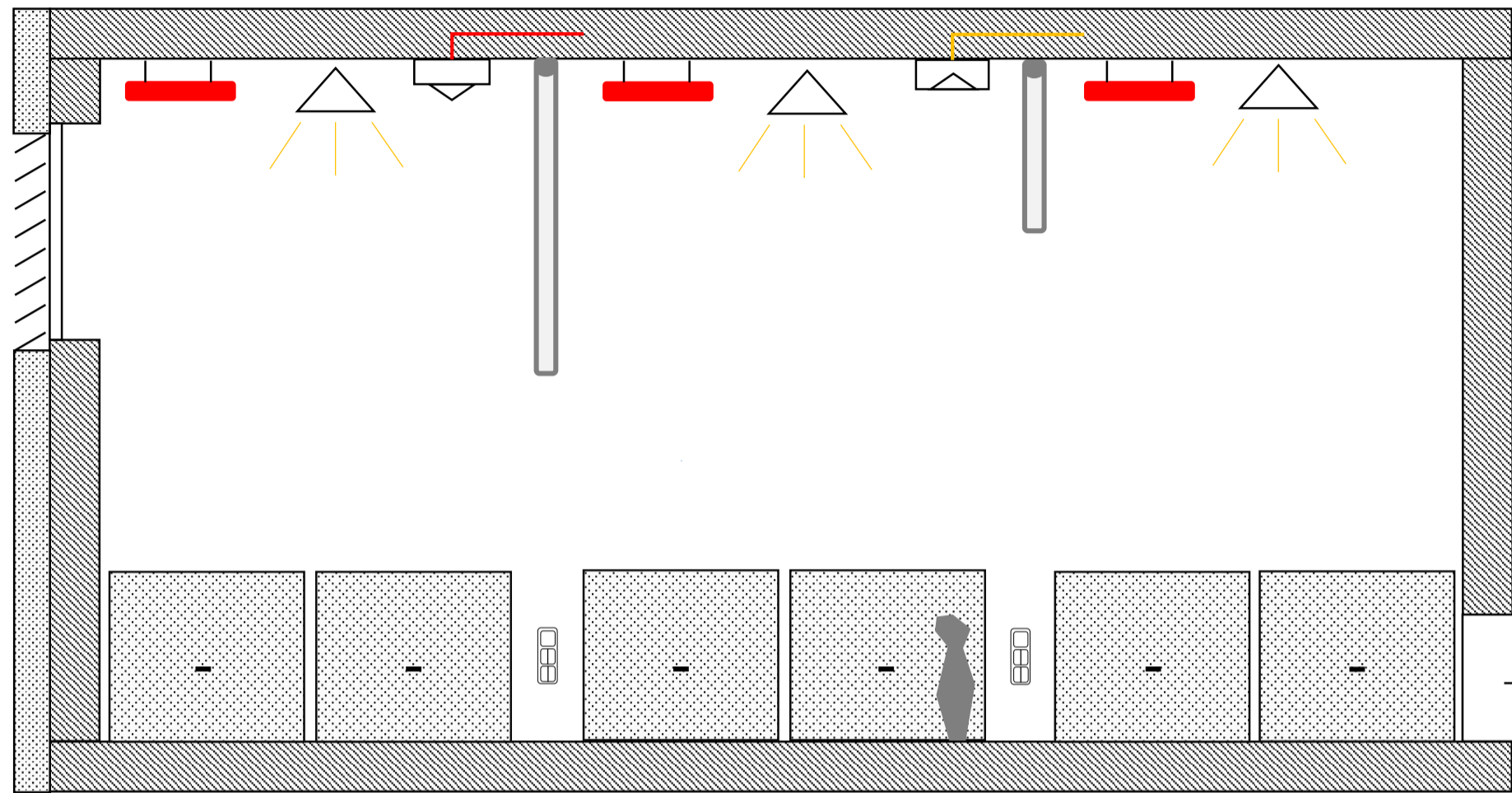
Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein, Aus)

Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren RLT	0/1
Abluft-Temperatur	°C

KG 610 – Ausstattung

- Wandspiegel ab Oberkante Waschbecken
- Wandbefestigte Spülbürstengarnitur
- Papierrollenhalter, inkl. Ersatzmagazin
- Hygiene-Klappdeckeleimer für Hygieneartikel
- Einhandseifenspender und Flüssigdesinfektionsspender muss auch mit eingeschränkter Handfunktion benutzbar sein; Entnahmehöhe nicht unter 85 cm und nicht über 100 cm
- Papierhandtuchspender in einer Höhe von 85 – 90 cm anzuordnen, fest montierter Mülleimer



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- Wände müssen ballwurfsicher und bis 2,0 m Höhe ebenflächig, geschlossen und splitterfrei sein sowie keine rauen Oberflächen aufweisen
- Wände müssen einen deutlichen Kontrast zum Sportboden aufweisen
- Sämtliche Öffnungen und Fugen bis 8 mm mit gebrochenen oder gerundeten Kanten an der hallenzugewandten Seite
- Prallwände, Boden und Decke sind nach DIN 18032 auszuwählen
- Sportboden muss nachgiebig, trittsicher und eben sein; sämtliche Bodenöffnungen benötigen nicht verschiebbare und dauerhaft bündig schließende Deckel
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp A5; Einbau geeigneter schallabsorbierender Materialien essenziell zur Einhaltung des Grenzwerts (v.a. breitbandig schallabsorbierende Trennvorhänge)
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Hochliegende Fensterbänder und Dachoberlichter für
- Bruch- und ballwurfsichere Verglasungen
- Verglasungen bis zu einer Höhe von 2,0 m ebenflächig einzubauen

- Anordnung der Fenster, so dass Einblicke von außen vermieden werden

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Deckenstrahlplatten
- Kühlung mit der Lüftungsanlage
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 18 °C

D Raumlufttechnik

- Mechanische Belüftung mit Zu- und Abluft
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Grundlast: konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spitzenlast: Taster für Spitzenlastanforderung mit erhöhten Luftvolumenströmen
- Für den Nenn-Luftvolumenstrom sind je Sportler 60 m³/h anzusetzen, bei 25 Sportlern dementsprechend 1500 m³/h
- bei Zuschaueranlagen sind 20 m³/h je Zuschauerplatz zusätzlich erforderlich
- Spül- und Freikühlbetrieb

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Gleichmäßige und blendungsfreie Beleuchtungsstärke, mind. 300 Lux, je nach Sportart evtl. deutlich mehr (siehe Anforderungen der Sportfachverbände)
- Leuchten so anordnen, dass Bälle jeder Art nicht liegen, hängen oder stecken bleiben
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz
- Einbauteile wie Lichtschalter, Steckdosen, Bedienelemente und Türdrücker sind ebenflächig einzulassen
- Motorisch betriebene Trennvorhänge mit Totmann-Schlüsselschaltung; Schlüssel nur in Aus-Stellung abziehbar

G Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

H Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein, Aus, Spitzenlastanforderung)
- Trennvorhänge (Auf, Ab)

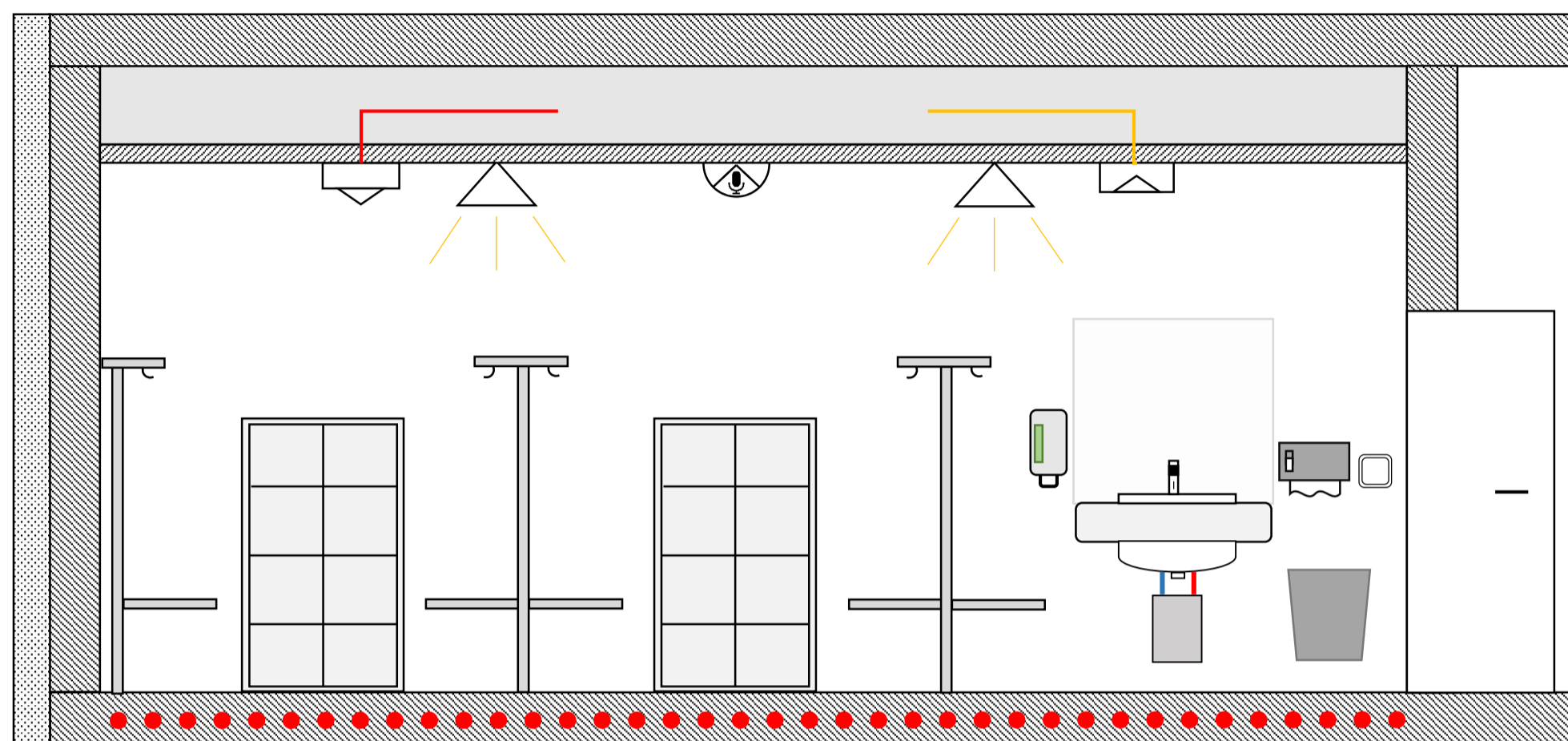
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren RLT	0/1
Ventilstellungen Strahlplatten	%
Zuluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

I Instandhaltung

- Wartungsvertrag für die Trennvorhänge ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Fahrbarer Trennvorhang, ggf. mehrere, der eine Schalldämmung zwischen den Hallenteilen von mind. 18 dB bewirken muss; Schallnebenwege wie Durchgänge, Dachbereiche und offene Bereiche wie Tribünen sind so gering wie möglich zu halten
- Geräteraumtore dürfen niemals in die Halle hineinragen, nicht von selbst Herabfallen und geschlossen sicher arretieren können sowie ein mind. 8 cm hohe elastische Unterkante haben; freiliegende Enden der Führungsschienen dürfen nicht scharfkantig sein und bewegliche Teile müssen vollständig verkleidet sein (nach DIN 18032)
- Ballwurfsicherheit bei sämtlicher Ausstattung zu beachten
- Einbindung der späteren Nutzer, Sportlehrkräfte und Vereinssportler in die Planung, v.a. bezüglich der Ausstattung, der Bodenmarkierungen und der benötigten Bodenröhren und Befestigungen



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- Gefliester Boden mit auch bei Nässe rutschhemmenden Eigenschaften (Bewertungsgruppe A für nassbelastete Barfußbereiche und Bewertungsgruppe R10 für nassbelastete Arbeitsbereiche)
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Tür mit Überströmöffnung
- Direkt angrenzender WC- und Duschaum
- Bei vorhandenem Fenster Sichtschutz gegen Einblicke von außen vorsehen

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 22 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- Zu- und Abluft mit 6-fachem Luftwechsel pro Stunde
- Geringer Abluftüberschuss
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels, Bedarfsanpassung in Abhängigkeit von der relativen Feuchte
- Erhöhung der Luftvolumenströme in Abhängigkeit von der relativen Feuchte
- Spülbetrieb vor erwartetem Nutzungsbeginn

E Beleuchtung

- Präsenzmelder mit integriertem Akustiksensoren
- LED-Leuchten; präsenzgesteuert
- Beleuchtungsstärke mind. 200 Lux, im Spiegelbereich 500 Lux
- Manuell schaltbar
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min
- Barrierefreie Einzelumkleiden müssen mit WC, Dusche mit Klappsitz und Waschtisch ausgestattet sein

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

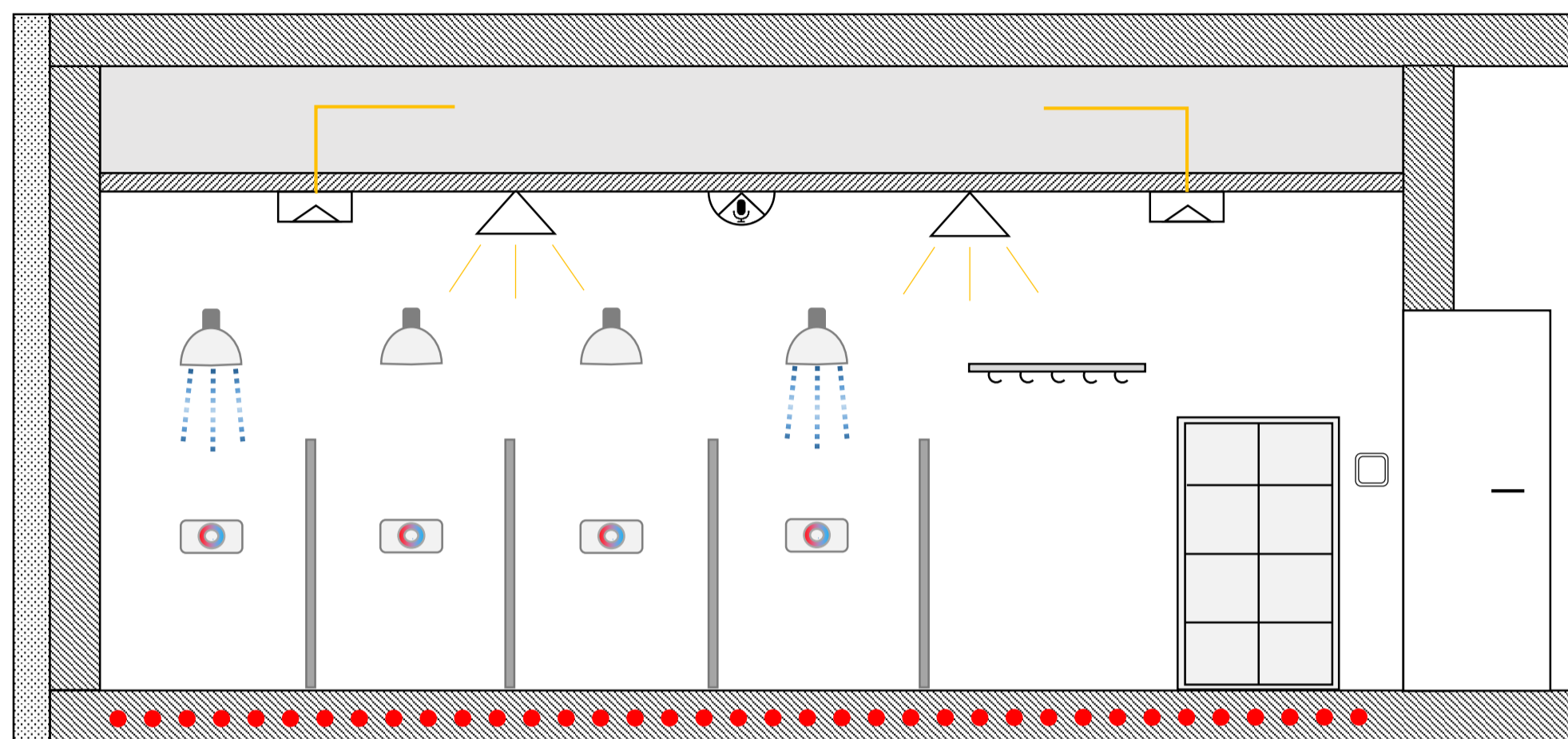
Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein, Aus)

Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Relative Raumluftfeuchte	%
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren RLT	0/1
Zuluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

KG 610 – Ausstattung

- Regalfächer zum Verstauen des Gepäcks
- Einteilige Bank-Ablage-Kombinationen mit ausreichender Standsicherheit bzw. Befestigung an der Wand oder am Boden
- Mindestens 12 m Banklänge je Raum
- Banktiefe von 0,5 m
- Mindestens 1,50 m Abstand zwischen zwei Bänken
- Fest installierte, bruch sichere Spiegel in Sitz- und Stehhöhe



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- Gefliester Boden mit auch bei Nässe rutschhemmenden Eigenschaften
- Geflieste Wände mit gerundeten Eckschienen an allen Kanten
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“ sowie reinigungs- und hygienefreundlich mit porenfreien Oberflächen

B Fenster und Türen

- Tür mit Überströmöffnung

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 24 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumluftechnik

- Abluft mit 8- bis 10-fachen Luftwechsel
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels, Bedarfsanpassung in Abhängigkeit von der relativen Feuchte
- Ggf. Spülbetrieb vor erwartetem Nutzungsbeginn

E Beleuchtung

- Präsenzmelder mit integriertem Akustiksensoren
- LED-Leuchten; präsenzgesteuert
- Beleuchtungsstärke mind. 200 Lux
- Manuell schaltbar
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

G Sanitär

- Auslauftemperatur maximal 38 °C
- Selbstschlussarmatur mit 40 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 7 l/min und gleichzeitig fülliger Strahl
- Duscheinrichtungen
- Bodeneinläufe als Duschrinnensystem, keine verdeckten Ablauf- und Rinnensysteme
- Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung aus dem Dusch-Abwasser prüfen

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

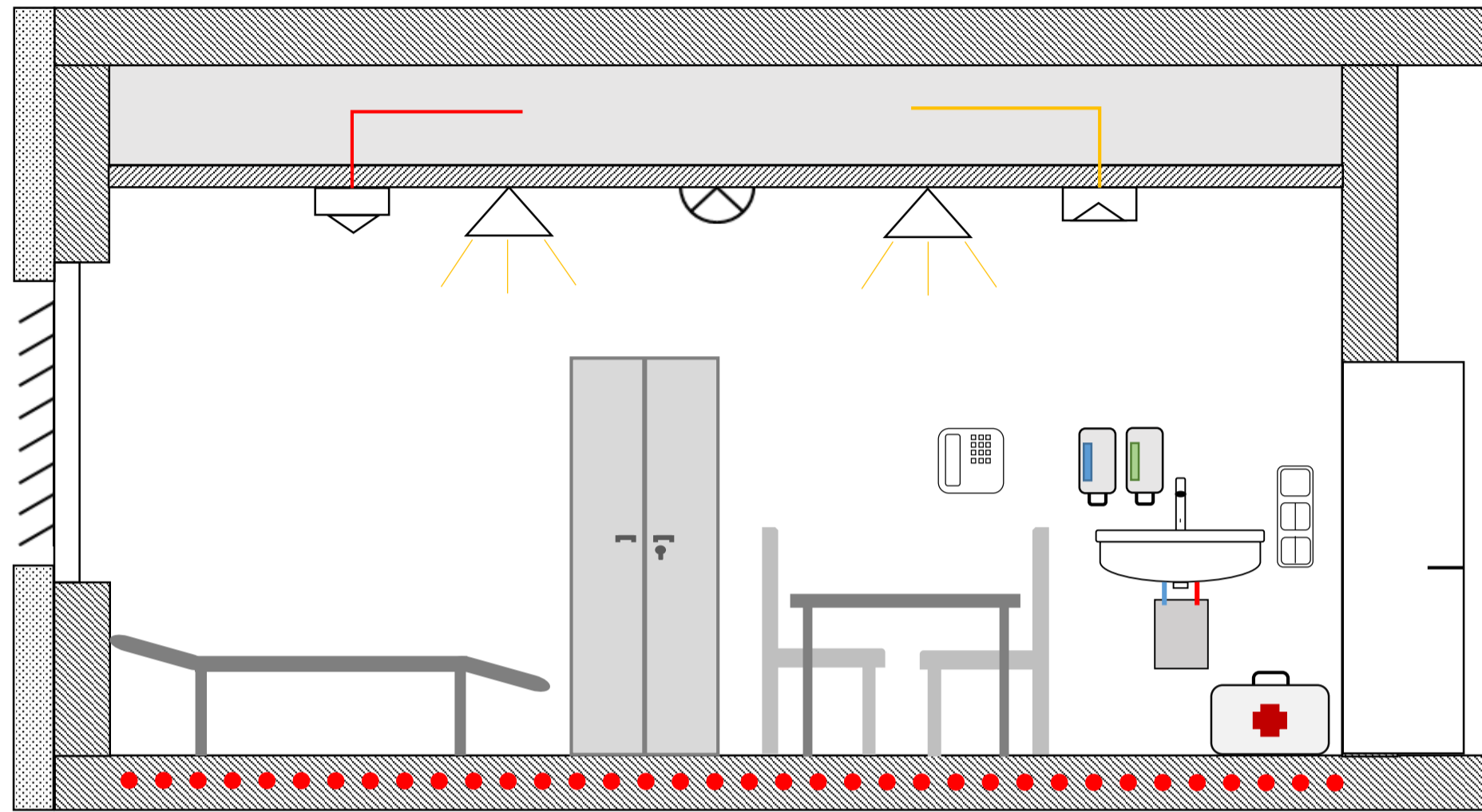
Manuelle Raumbedienung:

- Beleuchtung (Ein, Aus)

Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Relative Raumluftfeuchte	%
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren RLT	0/1
Abluft-Temperatur	°C

KG 610 – Ausstattung

- Spitzwassergeschützte Anordnung von Ablagefächern und Handtuchhaltern mit abgeschirmten Haken
- Wartungs- und reinigungsfreundliche Duschpaneele aus robusten und langlebigen Materialien (Unterputz-Installationen unzulässig)
- Sichtschutzelemente



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Öffnung von außen nur mit Schlüssel
- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- präsenzgesteuerter Betrieb
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Freikühlobetrieb
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

G Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept

H Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

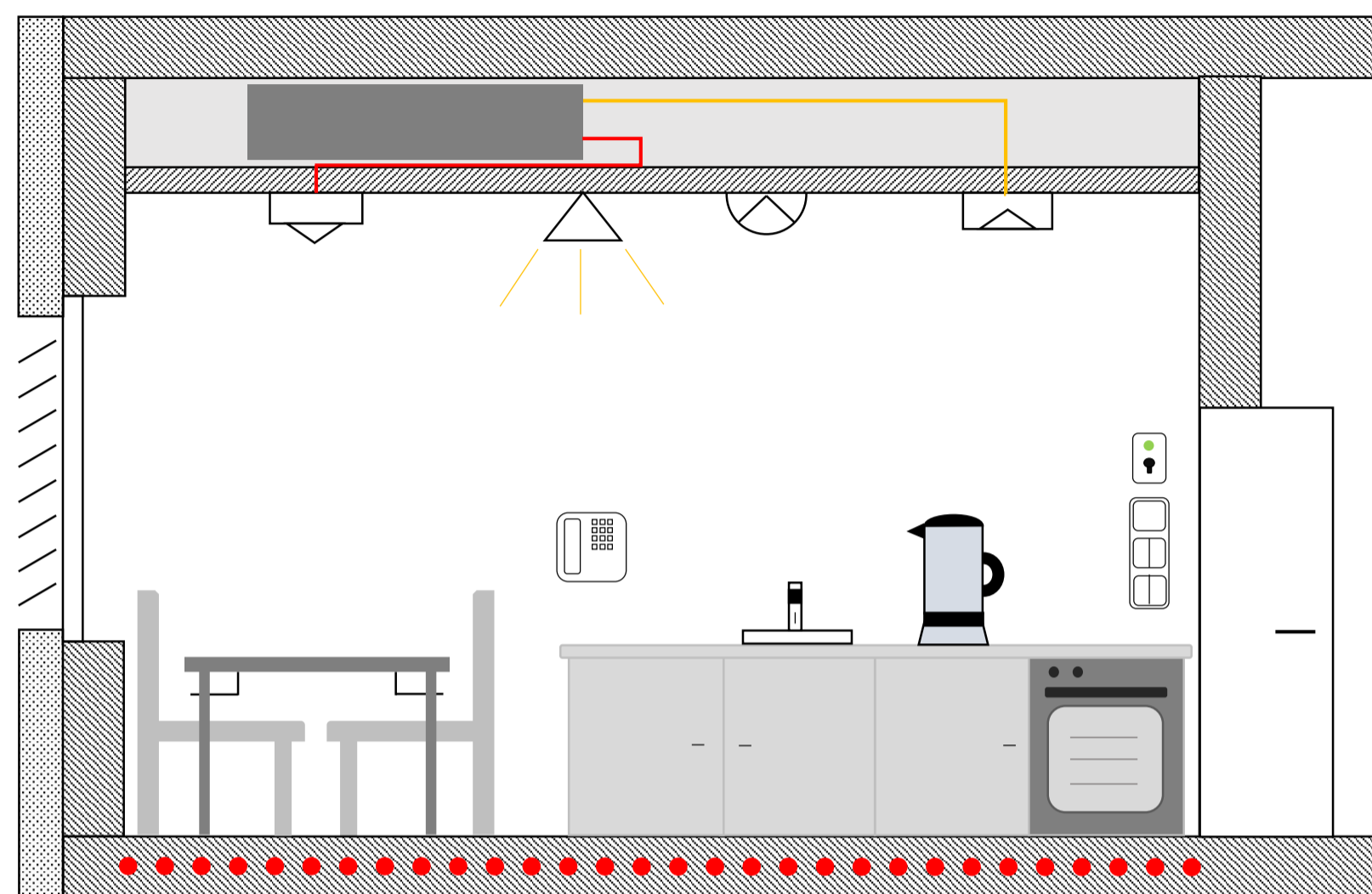
Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein, Aus)

Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Zuluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

KG 610 – Ausstattung

- Telefon
- Desinfektions- und Seifenspender am Waschbecken sowie Einmalhandtücher
- Liege mit verstellbarem Kopf und Fußteil
- Tisch, zwei Stühle
- Einmalhandschuhe in verschiedenen Größen
- Trage, Tragetuch
- Abschließbarer Schrank
- Kühlschrank mit Gefrierfach (mindestens in Nähe, z.B. Sekretariat)
- Kältekompressen, Eisbeutelpacks
- Alarmierungsgeräte (z.B. Handys, Piepser, Funkgeräte)
- Einmalbecher
- Wolldecken, Kissen
- Transportable Erste-Hilfe Koffer, Erste-Hilfe Taschen mit Material
- Erste-Hilfe-Material (Siehe Aufgabenheft Kapitel 4.17)
- Zahnrettungsbox
- Blutdruckmessgerät
- Fieberthermometer
- Taschenmaske zur Beatmung
- „Sanitätsuniform“, wie Warnwesten oder T-Shirts
- Ausbildungsmaterial, Poster mit Erste-Hilfe-Anweisungen



KG 300 - Baukonstruktionen

A Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- abgehängte GK-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

B Fenster und Türen

- Manuell öffnbare Fenster

KG 400 – Technische Anlagen

C Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

D Raumlufttechnik

- Hybrides Lüftungskonzept
- dezentrale Lüftungsanlage in Differenzierungsraum versorgt angrenzenden Unterrichtsraum
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels
- Spül- und Freikühlbetrieb
- Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren

E Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen
- Ausführung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.7

F Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz
- Strom für die Küche über einen Schlüsselschalter zu aktivieren
- Backofenherd in Küchenzeile

G Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer
- Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit
- Strahlregler mit max. 3 l/min

H Sicherheit

- Anforderungen gemäß individuellem Gesamtkonzept
- Strom für Küchenzeile wird bei Alarm abgeschaltet

I Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung
- BACnet-Netzwerkprotokoll für den Rest

Manuelle Raumbedienung:

- Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
- Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
- Lüftung (Ein, Aus)

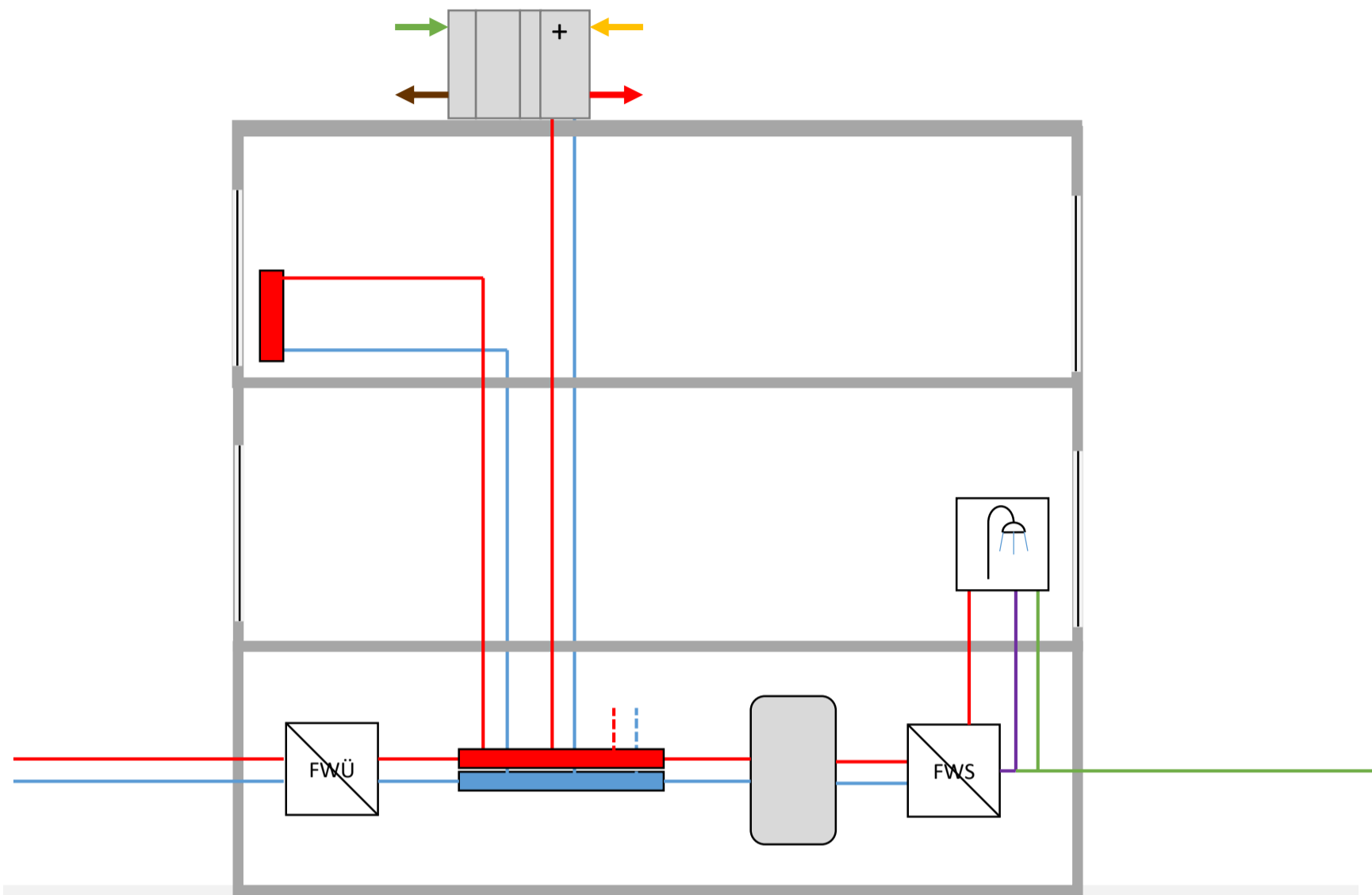
Datenpunkte technisches Monitoring	Einheit
Raumlufttemperatur	°C
Präsenzmeldung	0/1
Außenlufttemperatur	°C
Betriebsmeldung Ventilatoren dRLT	0/1
Bypassklappenstellung	%
Zuluft-Temperatur	°C
Fortluft-Temperatur	°C
Abluft-Temperatur	°C

J Instandhaltung

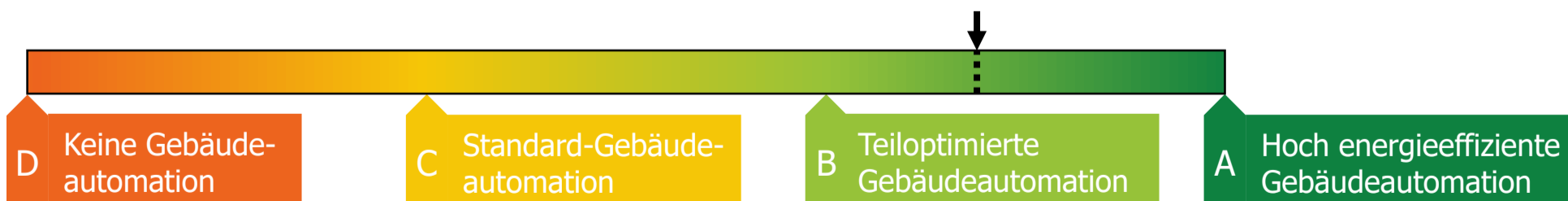
- Wartungsvertrag für die Lüftungsanlage ausschreiben

KG 610 – Ausstattung

- Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen
- Stühle können in die Schienen unter den Tischen geschoben werden um Reinigung zu erleichtern



Gebäudeautomationsfunktion nach DIN EN 15232-1 (2017)		Regelungsart	Effizienzklasse
1 Regelung des Heizbetriebs			
1.1	Regelung der Übergabe	3	A
1.2	Regelung der Übergabe für TABS (Heizbetrieb)	2	B
1.3	Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
1.4	Regelung der Umwälzpumpen im Netz	3	A
1.5	Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
1.6	Regelung des Wärmeerzeugers (Verbrennungs- und Fernheizung)	2	A
1.7	Regelung des Wärmeerzeugers (Wärmepumpe)	2	A
1.9	Betriebsabfolge der verschiedenen Wärmeerzeuger	1	C
1.10	Regelung des Betriebs mit ladender Wärmespeicherung	1	C
2 Regelung der Trinkwassererwärmung			
2.4	Regelung der Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe	1	A



A Erzeuger

- Fernwärme-Kompaktstation
- Berücksichtigung der Technischen Anschlussrichtlinie für die Versorgung mit Fernwärme (TAR) von enercity
- Max. sekundäre Vorlauftemperatur von 70 °C
- Max. Temperatur in den Heizkreisen von 55 °C
- Max. Rücklauftemperatur zur FWÜ von 50 °C, gemäß TAR
- Bei Turnhallen und Sportanlagen die Einkopplung solarer Brauchwassererwärmung prüfen

B Hydraulik und Verteilung

- Sinnvolle Aufteilung der Heizkreise im Gebäude (z.B. N-O, S-W)
- Mindestens 30 kW Wärmeleistung pro Heizkreis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf; bei Fußbodenheizkreisen zusätzlich mit konstanter Vormischung
- Differenzdruckunabhängige Regelventile
- Dämmung jeglicher hydraulischer Komponenten gemäß EnEV, Materialien und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.3
- Schlamm- und Magnetitabscheider vorsehen
- Schmutzfänger in Topfform vorsehen, Y-Form lediglich an Sammler/Verteiler und Regelstrecken mit kleinen kv-Werten
- Sämtliche Regel- und Armaturengruppen aus schwarzem, geschweißtem Stahlrohr
- Zur Entlüftung Lufttöpfe vorsehen
- Verzinkte Entleerungssammelrinne mit Geruchsverschluss vorsehen und Entlüftungs- und Entleerungsmöglichkeiten entsprechend heranführen
- Wasseraufbereitung und -nachspeisung gemäß dem Konzept für Füll- und Ergänzungswasser und konform mit DIN EN 1717
- Heizungspufferspeicher zur Versorgung der Trinkwassererwärmung

C Trinkwasseranlagen

- Kaltwasserhaupt einspeisung und -verteilung außerhalb wärmegehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen)
- Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation
- Probenahmventile in der PWC-, PWH- und in der PWH-C-Leitung vor der Zirkulationspumpe
- Weitere Anforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551

D Automation

- Sensorik und Aktorik gemäß Regelschema im Anhang
- BACnet als verbindliches Kommunikationsprotokoll; sämtliche aktive Komponenten mit BACnet-Schnittstelle
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß individuellem Mess- und Zählkonzept der Region Hannover
- Zähler sind mit M-BUS-Schnittstelle und externer Spannungsversorgung auszuführen und direkt per M-BUS an den

Datenlogger der Region Hannover anzubinden; Genauigkeit und Einheiten gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.3

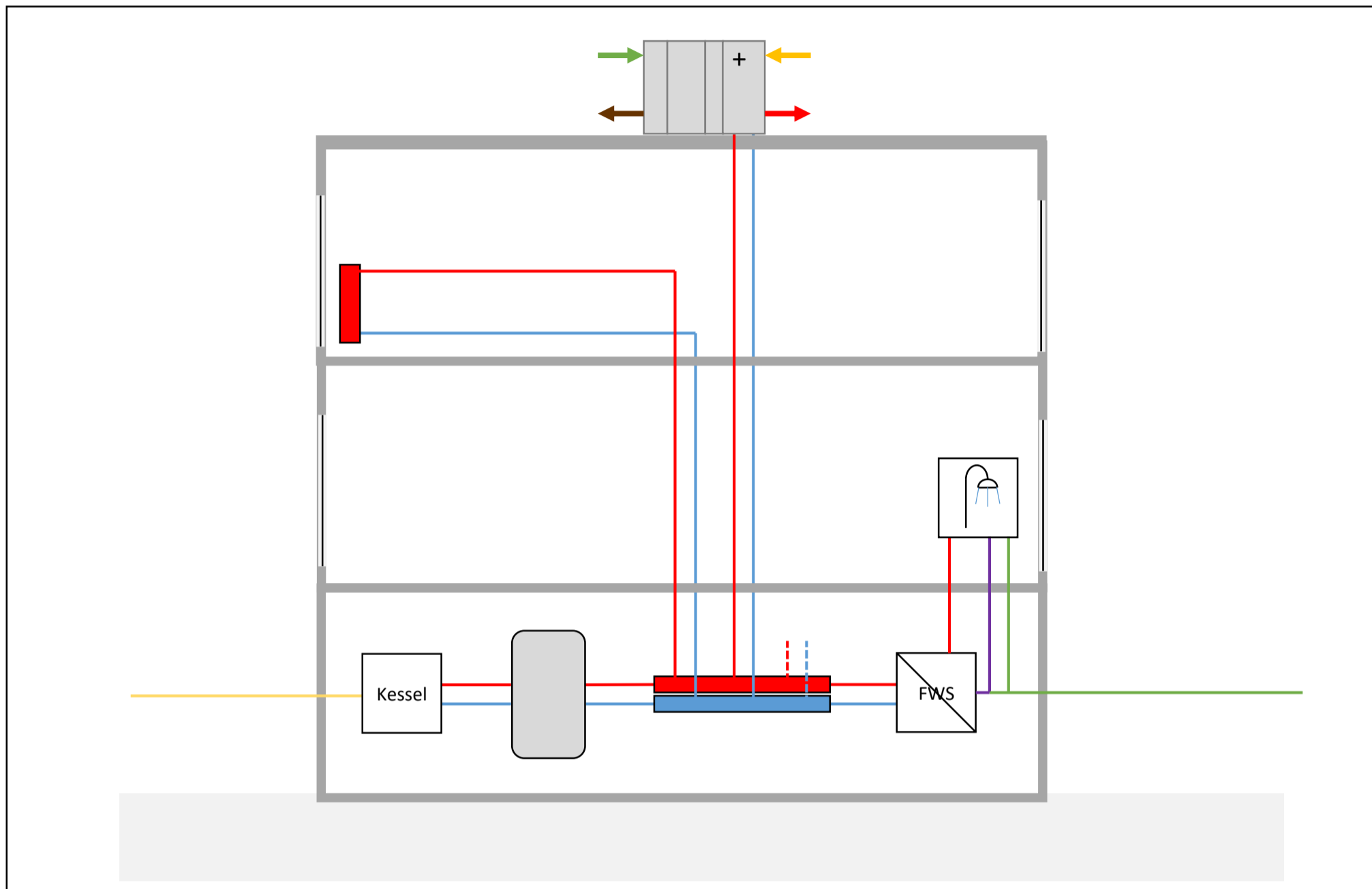
- Auf GLT aufzuschaltende Datenpunkte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellendatenlogger der Region Hannover vom Typ RmCU V 4.0 DIN Rail
- durchgängige Anwendung des Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.2
- Beschriftungsschilder aller Netzwerkteilnehmer selbstklebend und aus einem gravierten, zweifarbigen Resopalplattenwerkstoff (Schichtstoffplatte gelb/schwarz); Beschriftungen gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.6.4.1 und 12.6.4.2

E Raum

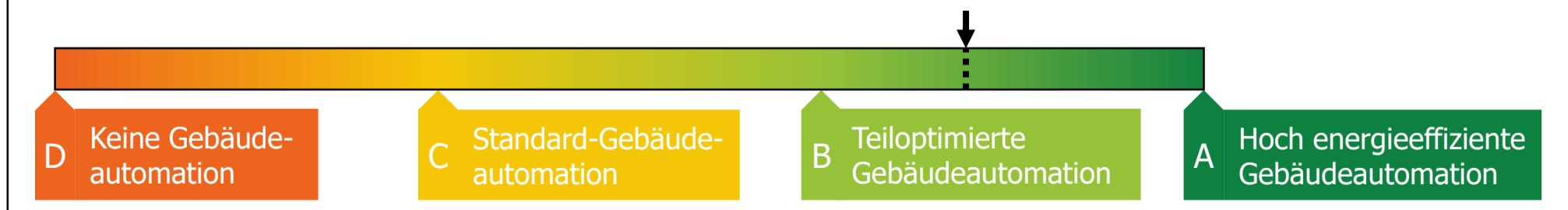
- Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschiert im Heizungsraum aufzuhängen
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerungsrinne angeschlossen ist
- Keine PWC-Versorgung zur Reinigung
- Falls natürliche Be- und Entlüftung nicht möglich ist, mechanische Be- und Entlüftung abhängig von den Lasten vorsehen

F Sonstiges

- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und entsprechender Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe versehen (Aufgabenheft Kapitel 6.1.10)
- Konzept für Füll- und Ergänzungswasser gemäß VDI 2035 (Kapitel 6.2.4.1)
- Konzept zum Verbrauchs- und Anlagencontrolling in Abstimmung mit dem Energiemanagement der Region Hannover (Kapitel 6.1.4)
- Hygienekonzept für Wasseranlagen (Kapitel 6.1.5)



Gebäudeautomationsfunktion nach DIN EN 15232-1 (2017)		Regelungsart	Effizienzklasse
1 Regelung des Heizbetriebs			
1.1	Regelung der Übergabe	3	A
1.2	Regelung der Übergabe für TABS (Heizbetrieb)	2	B
1.3	Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
1.4	Regelung der Umwälzpumpen im Netz	3	A
1.5	Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
1.6	Regelung des Wärmeerzeugers (Verbrennungs- und Fernheizung)	2	A
1.7	Regelung des Wärmeerzeugers (Wärmepumpe)	2	A
1.9	Betriebsabfolge der verschiedenen Wärmeerzeuger	1	C
1.10	Regelung des Betriebs mit ladender Wärmespeicherung	1	C
2 Regelung der Trinkwassererwärmung			
2.4	Regelung der Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe	1	A



A Erzeuger

- Gas-Brennwertkessel
- Max. Vorlauftemperatur von 55 °C bzw. 70 °C mit zentraler Trinkwassererwärmung
- Max. Temperatur in den Heizkreisen von 55 °C
- Max. Rücklauftemperatur zum Erzeuger von 35 °C für möglichst hohe Brennwertnutzung
- Erhöhung des Jahresnutzungsgrads durch Auslegung auf den effizienten Teillastbetrieb
- Kondensatablauf mit Neutralisierung
- Säurebeständiges Abgasrohr mit nichtsaugender, nichtporöser Oberfläche
- Bei Turnhallen und Sportanlagen die Einkopplung solarer Brauchwassererwärmung prüfen

B Hydraulik und Verteilung

- Sinnvolle Aufteilung der Heizkreise im Gebäude (z.B. N-O, S-W)
- Mindestens 30 kW Wärmeleistung pro Heizkreis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf; bei Fußbodenheizkreisen zusätzlich mit konstanter Vormischung
- Differenzdruckunabhängige Regelventile
- Dämmung jeglicher hydraulischer Komponenten gemäß EnEV, Materialien und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.3
- Schlamm- und Magnetitabscheider vorsehen
- Schmutzfänger in Topfform vorsehen, Y-Form lediglich an Sammler/Verteiler und Regelstrecken mit kleinen kv-Werten
- Sämtliche Regel- und Armaturengruppen aus schwarzem, geschweißtem Stahlrohr
- Zur Entlüftung Lufttöpfe vorsehen
- Verzinkte Entleerungssammelrinne mit Geruchsverschluss vorsehen und Entlüftungs- und Entleerungsmöglichkeiten entsprechend heranzuführen
- Wasseraufbereitung und -nachspeisung gemäß dem Konzept für Füll- und Ergänzungswasser und konform mit DIN EN 1717
- Heizungspufferspeicher zwischen Erzeuger und Verteiler/Sammler

C Trinkwasseranlagen

- Kaltwasserhaupt einspeisung und -verteilung außerhalb warmgehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen)
- Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation
- Probenahmventile in der PWC-, PWH- und in der PWH-C-Leitung vor der Zirkulationspumpe
- Weitere Anforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551

D Automation

- Sensorik und Aktorik gemäß Regelschema im Anhang
- BACnet als verbindliches Kommunikationsprotokoll; sämtliche

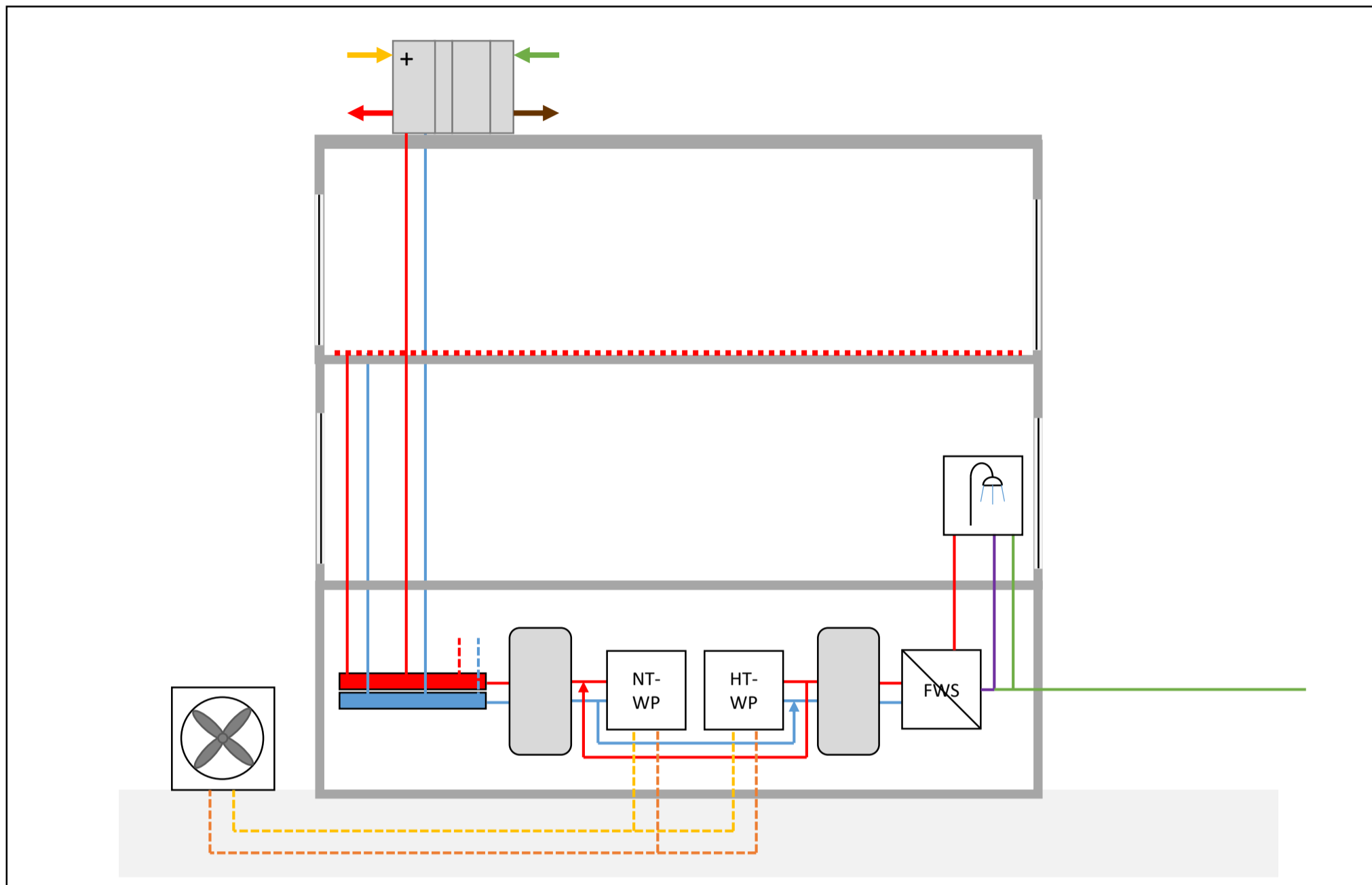
- aktive Komponenten mit BACnet-Schnittstelle
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß individuellem Mess- und Zählkonzept der Region Hannover
- Gasmengenzähler in möglichst kühlen Räumen anbringen (siehe Aufgabenheft Kapitel 6.2.3.2.1)
- Zähler sind mit M-BUS-Schnittstelle und externer Spannungsversorgung auszuführen und direkt per M-BUS an den Datenlogger der Region Hannover anzubinden; Genauigkeit und Einheiten gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.3
- Auf GLT aufzuschaltende Datenpunkte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellendatenlogger der Region Hannover vom Typ RmCU V 4.0 DIN Rail
- durchgängige Anwendung des Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.2
- Beschriftungsschilder aller Netzwerkteilnehmer selbstklebend und aus einem gravierten, zweifarbigen Resopalplattenwerkstoff (Schichtstoffplatte gelb/schwarz); Beschriftungen gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.6.4.1 und 12.6.4.2

E Raum

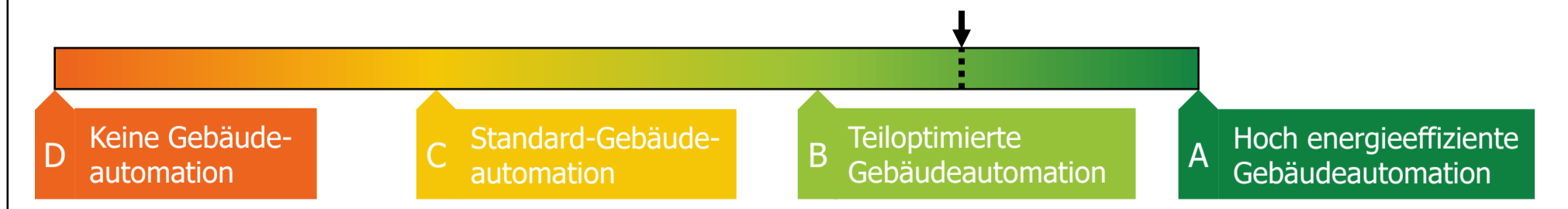
- Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschiert im Heizungsraum aufzuhängen
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerungsrinne angeschlossen ist
- Keine PWC-Versorgung zur Reinigung
- Falls natürliche Be- und Entlüftung nicht möglich ist, mechanische Be- und Entlüftung abhängig von den Lasten vorsehen

F Sonstiges

- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und entsprechender Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe versehen (Aufgabenheft Kapitel 6.1.10)
- Konzept für Füll- und Ergänzungswasser gemäß VDI 2035 (Kapitel 6.2.4.1)
- Konzept zum Verbrauchs- und Anlagencontrolling in Abstimmung mit dem Energiemanagement der Region Hannover (Kapitel 6.1.4)
- Hygienekonzept für Wasseranlagen (Kapitel 6.1.5)



Gebäudeautomationsfunktion nach DIN EN 15232-1 (2017)		Regelungsart	Effizienzklasse
1 Regelung des Heizbetriebs			
1.1	Regelung der Übergabe	3	A
1.2	Regelung der Übergabe für TABS (Heizbetrieb)	2	B
1.3	Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
1.4	Regelung der Umwälzpumpen im Netz	3	A
1.5	Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
1.6	Regelung des Wärmeerzeugers (Verbrennungs- und Fernheizung)	2	A
1.7	Regelung des Wärmeerzeugers (Wärmepumpe)	2	A
1.9	Betriebsabfolge der verschiedenen Wärmeerzeuger	1	C
1.10	Regelung des Betriebs mit ladender Wärmespeicherung	1	C
2 Regelung der Trinkwassererwärmung			
2.4	Regelung der Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe	1	A



A Erzeuger

- Eine Niedertemperatur-Kompressionswärmepumpe (NT-WP) für die Raumheizung und eine Hochtemperatur-Kompressionswärmepumpe (HT-WP) für die Trinkwassererwärmung und Spitzenlastheizung
- Außen aufgestellter Luft-Wasser-Wärmeübertrager als Wärmequelle für die Wärmepumpen
- Systemtemperatur von 37/30 °C für die NT-Wärmepumpe und 65/37 °C für die HT-Wärmepumpe
- Erhöhung der Jahresarbeitszahl durch für den überwiegenden Tagbetrieb dimensionierte Wärmepumpe und Pufferspeicher (höhere Außentemperaturen)
- Bei Turnhallen und Sportanlagen die Einkopplung solarer Brauchwassererwärmung prüfen

B Hydraulik und Verteilung

- Sinnvolle Aufteilung der Heizkreise im Gebäude (z.B. N-O, S-W)
- Mindestens 30 kW Wärmeleistung pro Heizkreis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf
- Differenzdruckunabhängige Regelventile
- Dämmung jeglicher hydraulischer Komponenten gemäß EnEV, Materialien und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.3
- Schlamm- und Magnetitabscheider vorsehen
- Schmutzfänger in Topfform vorsehen, Y-Form lediglich an Sammler/Verteiler und Regelstrecken mit kleinen kv-Werten
- Sämtliche Regel- und Armaturengruppen aus schwarzem, geschweißtem Stahlrohr
- Zur Entlüftung Lufttöpfe vorsehen
- Verzinkte Entleerungssammelrinne mit Geruchsverschluss vorsehen und Entlüftungs- und Entleerungsmöglichkeiten entsprechend heranzuführen
- Wasseraufbereitung und -nachspeisung gemäß dem Konzept für Füll- und Ergänzungswasser und konform mit DIN EN 1717
- Heizungspufferspeicher jeweils zur Versorgung der Trinkwassererwärmung und zur Versorgung der Heizkreise

C Trinkwasseranlagen

- Kaltwasserhaupteinspeisung und -verteilung außerhalb warmgehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen)
- Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation
- Probenahmeventile in der PWC-, PWH- und in der PWH-C-Leitung vor der Zirkulationspumpe
- Weitere Anforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551

D Automation

- Sensorik und Aktorik gemäß Regelschema im Anhang
- BACnet als verbindliches Kommunikationsprotokoll; sämtliche aktive Komponenten mit BACnet-Schnittstelle

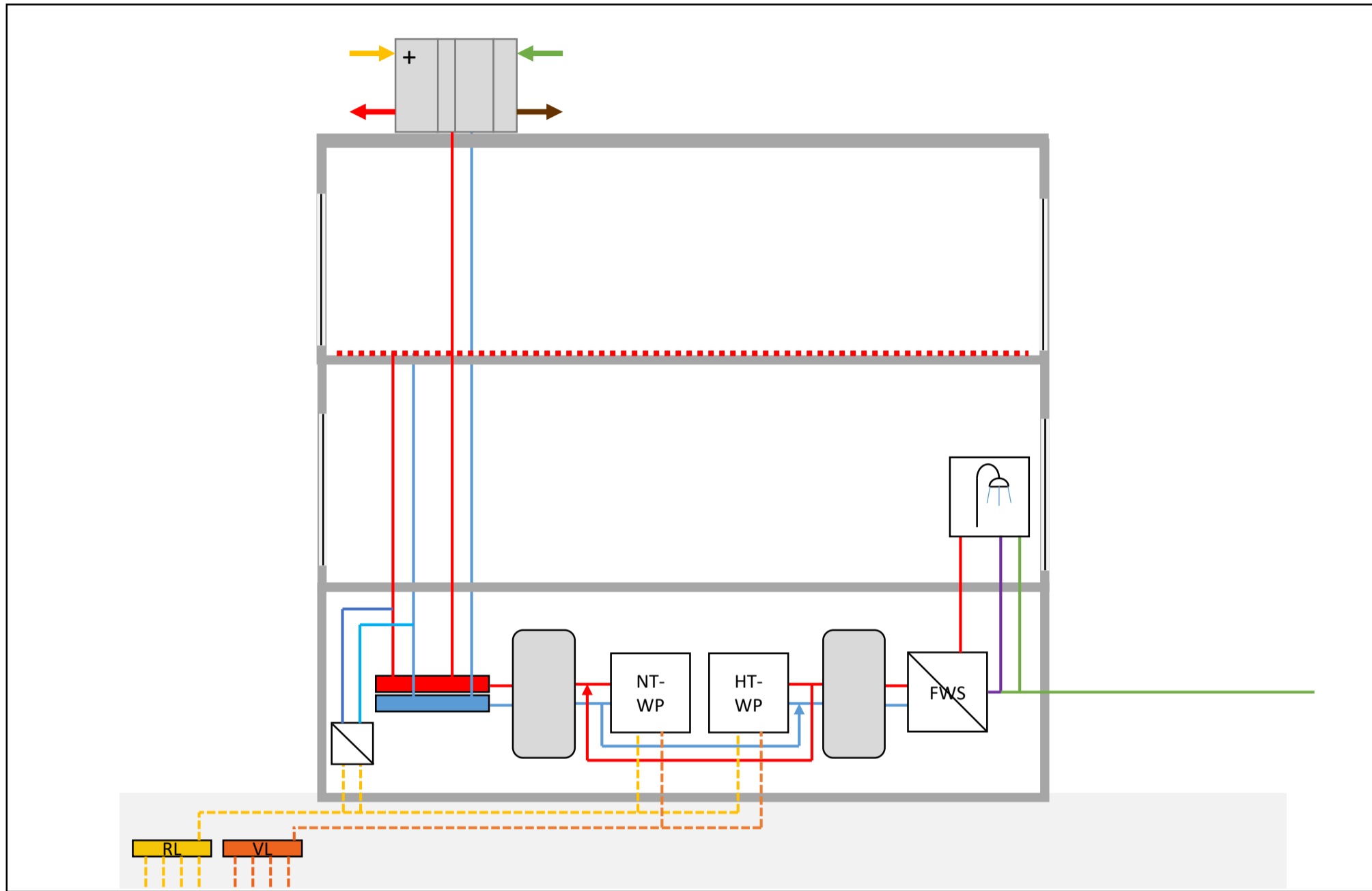
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß individuellem Mess- und Zählkonzept der Region Hannover
- Zähler sind mit M-BUS-Schnittstelle und externer Spannungsversorgung auszuführen und direkt per M-BUS an den Datenlogger der Region Hannover anzubinden; Genauigkeit und Einheiten gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.3
- Auf GLT aufzuschaltende Datenpunkte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellendatenlogger der Region Hannover vom Typ RmCU V 4.0 DIN Rail
- durchgängige Anwendung des Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.2
- Beschriftungsschilder aller Netzwerkteilnehmer selbstklebend und aus einem gravierten, zweifarbigen Resopalplattenwerkstoff (Schichtstoffplatte gelb/schwarz); Beschriftungen gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.6.4.1 und 12.6.4.2

E Raum

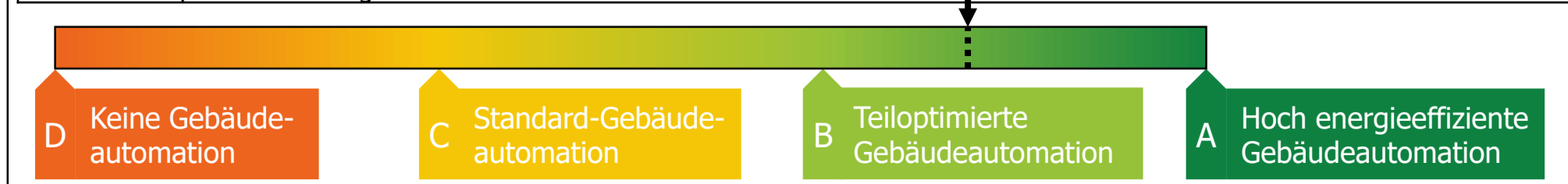
- Hydraulikschemata farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschiiert im Heizungsraum aufzuhängen
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerungsrinne angeschlossen ist
- Keine PWC-Versorgung zur Reinigung
- Falls natürliche Be- und Entlüftung nicht möglich ist, mechanische Be- und Entlüftung abhängig von den Lasten vorsehen

F Sonstiges

- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und entsprechender Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe versehen (Aufgabenheft Kapitel 6.1.10)
- Konzept für Füll- und Ergänzungswasser gemäß VDI 2035 (Kapitel 6.2.4.1)
- Konzept zum Verbrauchs- und Anlagencontrolling in Abstimmung mit dem Energiemanagement der Region Hannover (Kapitel 6.1.4)
- Hygienekonzept für Wasseranlagen (Kapitel 6.1.5)



Gebäudeautomationsfunktion nach DIN EN 15232-1 (2017)		Regelungsart	Effizienzklasse
1 Regelung des Heizbetriebs			
1.1	Regelung der Übergabe	3	A
1.2	Regelung der Übergabe für TABS (Heizbetrieb)	2	B
1.3	Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
1.4	Regelung der Umwälzpumpen im Netz	3	A
1.5	Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
1.6	Regelung des Wärmeerzeugers (Verbrennungs- und Fernheizung)	2	A
1.7	Regelung des Wärmeerzeugers (Wärmepumpe)	2	A
1.9	Betriebsabfolge der verschiedenen Wärmeerzeuger	1	C
1.10	Regelung des Betriebs mit ladender Wärmespeicherung	1	C
2 Regelung der Trinkwassererwärmung			
2.4	Regelung der Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe	1	A
3 Regelung des Kühlbetriebes			
3.1	Regelung der Übergabe	3	A
3.2	Regelung der Übergabe für TABS (Kühlbetrieb)	2	B
3.3	Regelung der Kaltwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
3.4	Regelung der Umwälzpumpen im Netz	3	A
3.5	Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
3.6	Verriegelung zwischen heizungs- und kühlungsseitiger Regelung der Übergabe und/oder Verteilung	2	A



A Erzeuger

- Eine Niedertemperatur-Kompressionswärmepumpe (NT-WP) für die Raumheizung und eine Hochtemperatur-Kompressionswärmepumpe (HT-WP) für die Trinkwassererwärmung und Spitzenlastheizung
- Sole-Erdsonden im Außenbereich als Wärmequelle für die Wärmepumpen
- Systemtemperatur von 37/30 °C für die NT-Wärmepumpe und 65/37 °C für die HT-Wärmepumpe
- Erhöhung der Jahresarbeitszahl, passive Kühlung des Gebäudes sowie weniger benötigte Erdsondenlänge durch ausgiebige Regeneration des Erdsondenfeldes in den Sommermonaten
- Ermittlung der geothermischen Wärmeleistung des Erdreichs durch einen Thermal Response Test, ggf. Nutzung vorhandener Untersuchungen aus der Nachbarschaft
- Bei Turnhallen und Sportanlagen die Einkopplung solarer Brauchwassererwärmung prüfen

B Hydraulik und Verteilung

- Sinnvolle Aufteilung der Heizkreise im Gebäude (z.B. N-O, S-W)
- Mindestens 30 kW Wärmeleistung pro Heizkreis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf
- Differenzdruckunabhängige Regelventile
- Dämmung jeglicher hydraulischer Komponenten gemäß EnEV, Materialien und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.3
- Schlamm- und Magnetitabscheider vorsehen
- Schmutzfänger in Topfform vorsehen, Y-Form lediglich an Sammler/Verteiler und Regelstrecken mit kleinen kv-Werten
- Sämtliche Regel- und Armaturengruppen aus schwarzem, geschweißtem Stahlrohr
- Zur Entlüftung Lufttöpfe vorsehen
- Verzinkte Entleerungssammelrinne mit Geruchsverschluss vorsehen und Entlüftungs- und Entleerungsmöglichkeiten entsprechend heranzuführen
- Wasseraufbereitung und -nachspeisung gemäß dem Konzept für Füll- und Ergänzungswasser und konform mit DIN EN 1717
- Heizungspufferspeicher jeweils zur Versorgung der Trinkwassererwärmung und zur Versorgung der Heizkreise

C Trinkwasseranlagen

- Kaltwasserhauptspeisung und -verteilung außerhalb wärmegehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen)
- Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation
- Probenahmeventile in der PWC-, PWH- und in der PWH-C-Leitung vor der Zirkulationspumpe
- Weitere Anforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551

D Automation

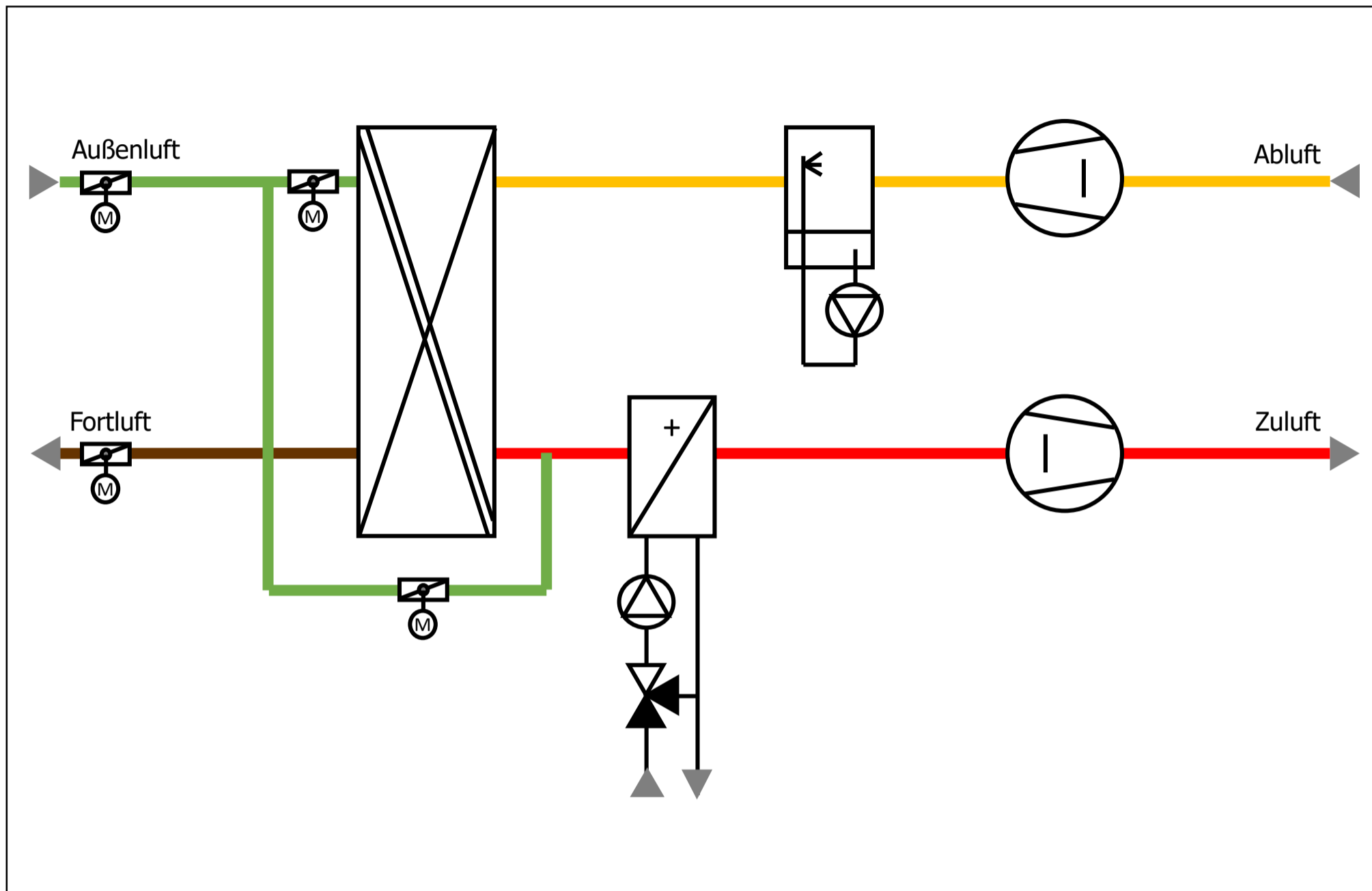
- Sensorik und Aktorik gemäß Regelschema im Anhang
- BACnet als verbindliches Kommunikationsprotokoll; sämtliche aktive Komponenten mit BACnet-Schnittstelle
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß individuellem Mess- und Zählkonzept der Region Hannover
- Zähler sind mit M-BUS-Schnittstelle und externer Spannungsversorgung auszuführen und direkt per M-BUS an den Datenlogger der Region Hannover anzubinden; Genauigkeit und Einheiten gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.3
- Zählung der in das Erdreich eingebrachten und entnommenen Wärmemenge zur überwachenden Bilanzierung
- Auf GLT aufzuschaltende Datenpunkte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellendatenlogger der Region Hannover vom Typ RmCU V 4.0 DIN Rail
- durchgängige Anwendung des Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.2
- Beschriftungsschilder aller Netzwerkteilnehmer selbstklebend und aus einem gravierten, zweifarbigen Resopalplattenwerkstoff (Schichtstoffplatte gelb/schwarz); Beschriftungen gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.6.4.1 und 12.6.4.2

E Raum

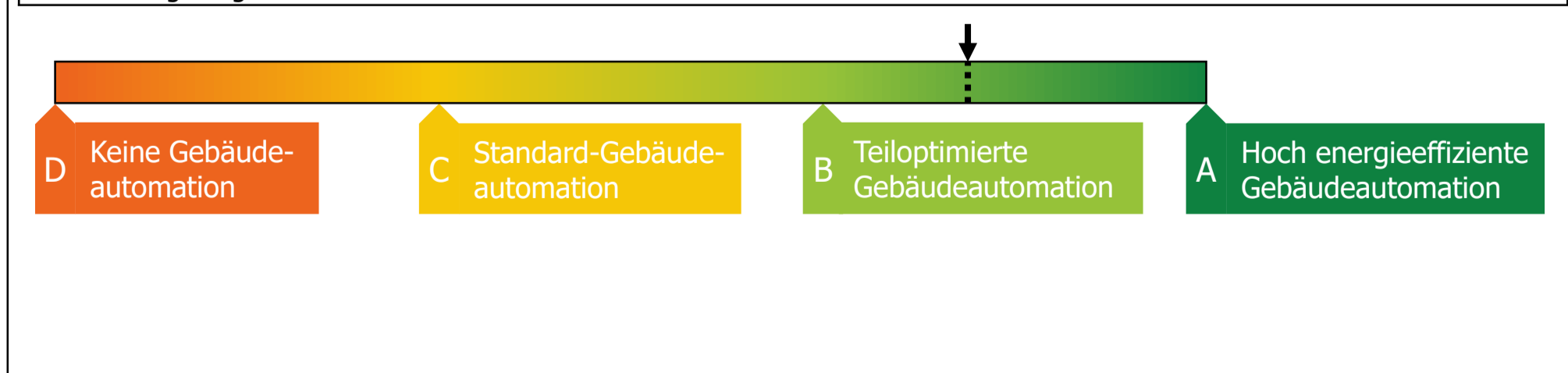
- Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschirt im Heizungsraum aufzuhängen
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerungsrinne angeschlossen ist
- Keine PWC-Versorgung zur Reinigung
- Falls natürliche Be- und Entlüftung nicht möglich ist, mechanische Be- und Entlüftung abhängig von den Lasten vorsehen

F Sonstiges

- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und entsprechender Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe versehen (Aufgabenheft Kapitel 6.1.10)
- Frühzeitige Antragstellung auf Bohrung bei dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE)
- Konzept für Füll- und Ergänzungswasser gemäß VDI 2035 (Kapitel 6.2.4.1)
- Konzept zum Verbrauchs- und Anlagencontrolling in Abstimmung mit dem Energiemanagement der Region Hannover (Kapitel 6.1.4)
- Hygienekonzept für Wasseranlagen (Kapitel 6.1.5)



Gebäudeautomationsfunktion nach DIN EN 15232-1 (2017)		Regelungsart	Effizienzklasse
4	Regelung der Lüftung und der Klimatisierung		
4.1	Regelung der Zuluft-Strömung auf Raumebene	2	A
4.2	Regelung der Temperatur der Raumluft (Luft-Anlagen)	1	C
4.3	Regelung der Temperatur der Raumluft (Kombinierte Luft-Wasser-Anlagen)	1	A
4.4	Regelung der Außenluftströmung	-	-
4.5	Regelung des Luftvolumenstroms oder Luftdruckes auf der Ebene der Luftbehandlungsanlage	2	B
4.6	Regelung der Wärmerückgewinnung: Vereisungsschutz	1	A
4.7	Regelung der Wärmerückgewinnung: Schutz vor Überhitzung	1	A
4.8	Freie maschinelle Kühlung	1	C
4.9	Regelung der Zulufttemperatur	3	A
4.10	Regelung der Luftfeuchte	-	-



A Lüftungsanlage

- Zentrale Lüftungsanlage mit Kreuzgegenstromwärmeübertrager zur Wärmerückgewinnung, einem Bypass, Zu- und Abluftventilator, Lufterhitzer sowie einem Abluftbefeuchter zur adiabaten Verdunstungskühlung
- Lufterhitzer durch die Gebäudeheizungsanlage versorgt
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf
- Prüfung ob das Nachspeisewasser der Adiabatik aufbereitet werden muss
- Ventilatoren mit bürstenlosen Gleichstrommotoren (EC-Motor)

Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe versehen (Aufgabenheft Kapitel 6.1.10)

B Verteilung

- Bei Außenaufstellung Frostschutz wasserführender Komponenten sicherstellen
- Dämmung jeglicher hydraulischer Komponenten gemäß EnEV, Materialien und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.3

- Konzept zum Verbrauchs- und Anlagencontrolling in Abstimmung mit dem Energiemanagement der Region Hannover (Kapitel 6.1.4)

C Automation

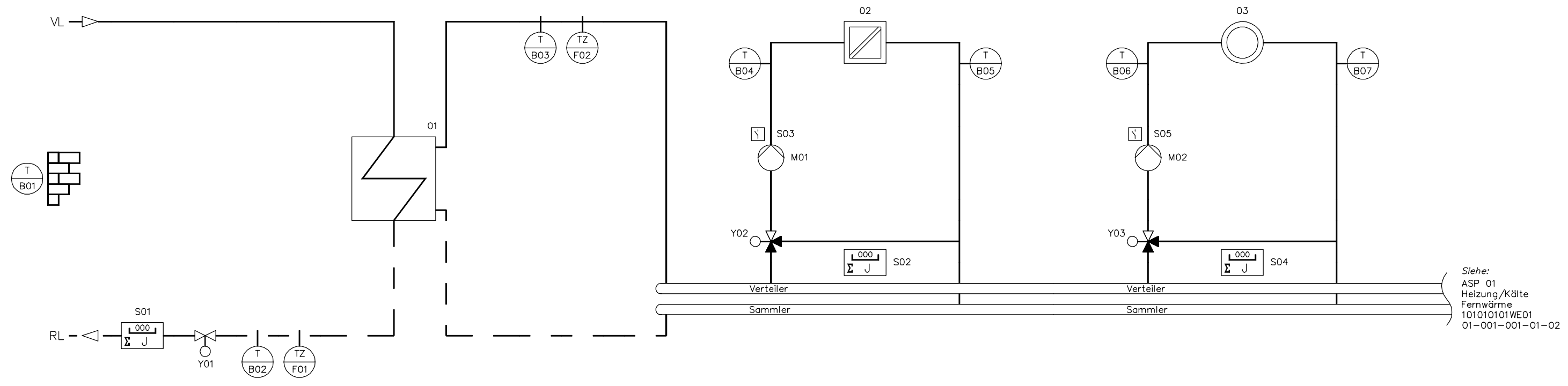
- Sensorik und Aktorik gemäß Regelschema im Anhang
- Der Nutzung der versorgten Bereiche entsprechende Volumenstrom-Stufen vorsehen (z.B. Grundlast / Spitzenlast)
- Grundlastvolumenstrom per Zeitprogramm aktiviert
- Weitere Lüftungsstufen sind in den entsprechenden Bereichen (Aula, Mensa, ...) manuell per Taster mit Nachlaufzeit aktivierbar
- Betrieb der Lüftungsanlage zeitlich und energetisch möglichst unmittelbar an die tatsächliche Nutzung anpassen
- Implementierung einer Ablufttemperatur-Zulufttemperatur-Kaskadenregelung bei großem Versorgungsbereich mit unterschiedlichen Raumnutzungen, ansonsten Raumlufttemperatur-Zulufttemperatur-Kaskadenregelung
- BACnet als verbindliches Kommunikationsprotokoll; sämtliche aktive Komponenten mit BACnet-Schnittstelle
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß individuellem Mess- und Zählkonzept der Region Hannover
- Zähler sind mit M-BUS-Schnittstelle und externer Spannungsversorgung auszuführen und direkt per M-BUS an den Datenlogger der Region Hannover anzubinden; Genauigkeit und Einheiten gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.3
- Auf GLT aufzuschaltende Datenpunkte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellendatenlogger der Region Hannover vom Typ RmCU V 4.0 DIN Rail
- durchgängige Anwendung des Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.2
- Beschriftungsschilder aller Netzwerkteilnehmer selbstklebend und aus einem gravierten, zweifarbigen Resopalplattenwerkstoff (Schichtstoffplatte gelb/schwarz); Beschriftungen gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.6.4.1 und 12.6.4.2

D Sonstiges

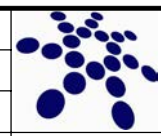
- Innenaufstellung der Anlage zu bevorzugen, um Wärmeverluste und Witterungseinflüsse zu vermeiden
- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und entsprechender

Anlage:

Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.



Siehe:
ASP 01
Heizung/Kälte
Fernwärme
1010101WE01
01-001-001-01-02

c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Heizung/Kälte	Schaltschrank: = 1010101WE01 +	
b		Ersteller:							
a		Geprüft:							
	Änderungen	Datum	Name	Norm: VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname: 01073221	ASP: ASP 01	Zeichnungsnummer: 01-001-001-01-01	Seite: 1/ 5 Zähler: 1

Gebäudeautomation

VDI 3814-1: 2009-11

GA-Funktionsliste

- 1) Dauerbefehl: z.B. 0,I,II=2 BA
- Impulsbefehl: z.B. 0,I,II=3 BA
- Stellbefehl: z.B. Zu-0-Auf=2 BA
- Pulsweitenmod.=1 BA
- 2) aktiv oder passiv

- 3) Nur gemeinsame, kommunikative Datenpunkte von Fremdsystemen für interoperable Funktionen
- 4) Pro Eingangs-Benutzeradresse zum a) Zusammenfassen, b) Verzögern und c) Unterdrücken von Meldungen
- 5) Pro Ausgangs-Benutzeradresse

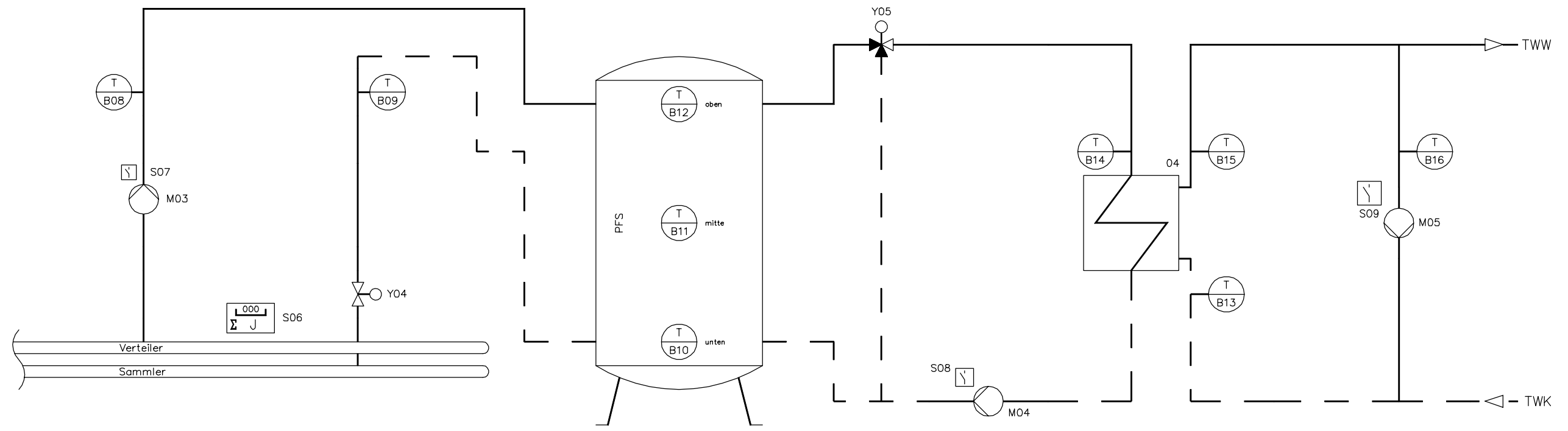
- 6) Stellausgabe: z.B. 3-Punkt = 2 x 2-Punkt
- 7) Pro Eingangs-Benutzeradresse
- 8) z.B. Gerätestatus, Zeitschalttabelle, Sicherheitspkt., Regler, Datei (DIN EN ISO 16484-5)
- 9) Falls erforderlich sind bei gemeinsamen (shared) Datenpunkten die Funktionen im Client mit "A" und die im Server mit "B" zu kennzeichnen (siehe BIBBs)

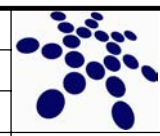
Liegenschaft/Gebäude: Verwaltungsgebäude		Ein- / Ausgabefunktionen					Verarbeitungsfunktionen													Management				Bedien-				ANMERKUNG																		
		Physikalisch					Gemeinsam 3)9)					Überwachen						Steuern							Regeln						Rechnen / Optimieren							Funktionen				Funktionen				
		Binäre Ausgabe Schalten/Stellen 1)					Binärer Ausgabewert, Schalten					Grenzwert						Anlagensteuerung							PI / PID Regelung						h,x geführte Strategie 7)							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Komplexer Objekttyp 8) 9)				
ASP: ASP 01		Analoge Ausgabe Stellen					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Betriebsstundenerfassung						Motorsteuerung							Sollwertführung / -kennlinie						Arithmetische Berechnung 7)							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Komplexer Objekttyp 8) 9)				Definition der Funktionen gemäß VDI 3814 Blatt 1 : 2009 (DIN EN ISO 16484-3) Kennzeichne projektspezifische Beschreibung nicht genormter Funktionen in der Bemerkungsspalte der Datenpunktzeile z.B. mit Zeile Nr., Abschnitt Nr., Spalte Nr., Beiblatt/Beschreibung Nr. BIBBs = BACnet Interoperability Building Blocks, siehe DIN EN ISO 16484-5
Gewerk: Heizung/Kälte		Binäre Eingabe Melden					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Ereignisabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Komplexer Objekttyp 8) 9)				
Anlage: Fernwärme		Analoge Eingabe Messen 2)					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Komplexer Objekttyp 8) 9)				
Datenpunkt		1					2					3						4							5						6							7				8				9
Abschnitt		1					2					3						4							5						6							7				8				9
Spalte		1 2 3 4 5					1 2 3 4 5					1 2 3 4 5 6						1 2 3 4 5							1 2 3 4 5 6 7 8						1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13							1 2 3 4				1 2 3 4				Bemerkung
Übertrag		2 2 14 9					3					13 5 2 2 8						4 2							6 8 6													43 21 8 2				43 8				
Y03-VL 3W Regelventil		1 1																																				2				2				
Summe		2 3 14 10					3					13 5 2 2 8						4 2							6 8 6													45 21 8 2				45 8				

Anlage:

Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.

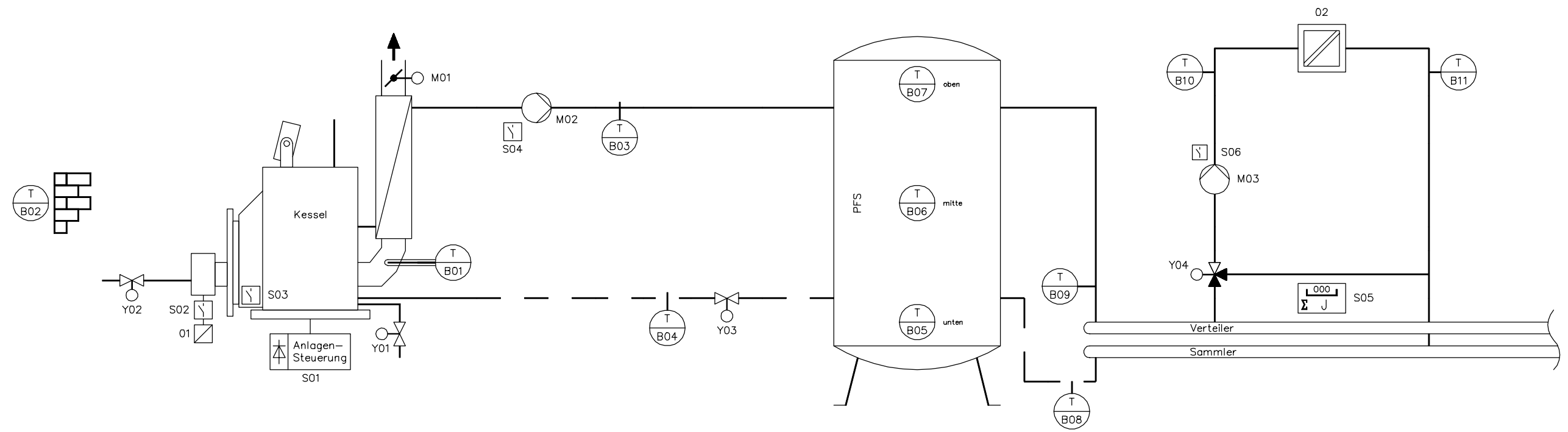
Siehe:
 ASP 01
 Heizung/Kälte
 Fernwärme
 101010101WE01
 01-001-001-01-01



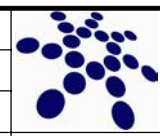
c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Heizung/Kälte	Schaltschrank: = 101010101WE01 +	
b		Ersteller:							
a		Geprüft:							
	Änderungen	Datum	Name	Norm: VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname: 01073222	ASP: ASP 01	Zeichnungsnummer: 01-001-001-01-02	Seite: 4 / 5 Zähler: 4

Anlage:

Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.



Siehe:
 ASP 01
 Heizung/Kälte
 Brennwertkessel
 1010101WE02
 01-001-001-02-02

c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Heizung/Kälte	Schaltschrank: = 1010101WE02 +		
b		Ersteller:								
a		Geprüft:								
Änderungen	Datum	Name	Norm:	VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname:01073223	ASP:ASP 01	Anlage: Brennwertkessel	Zeichnungsnummer: 01-001-001-02-01	Seite: 1/ 5 Zähler: 1

Gebäudeautomation

VDI 3814-1: 2009-11

GA-Funktionsliste

- 1) Dauerbefehl: z.B. 0,I,II=2 BA
- Impulsbefehl: z.B. 0,I,II=3 BA
- Stellbefehl: z.B. Zu=0=Auf=2 BA
- Pulsweitenmod.=1 BA
- 2) aktiv oder passiv

- 3) Nur gemeinsame, kommunikative Datenpunkte von Fremdsystemen für interoperable Funktionen
- 4) Pro Eingangs-Benutzeradresse zum a) Zusammenfassen, b) Verzögern und c) Unterdrücken von Meldungen
- 5) Pro Ausgangs-Benutzeradresse

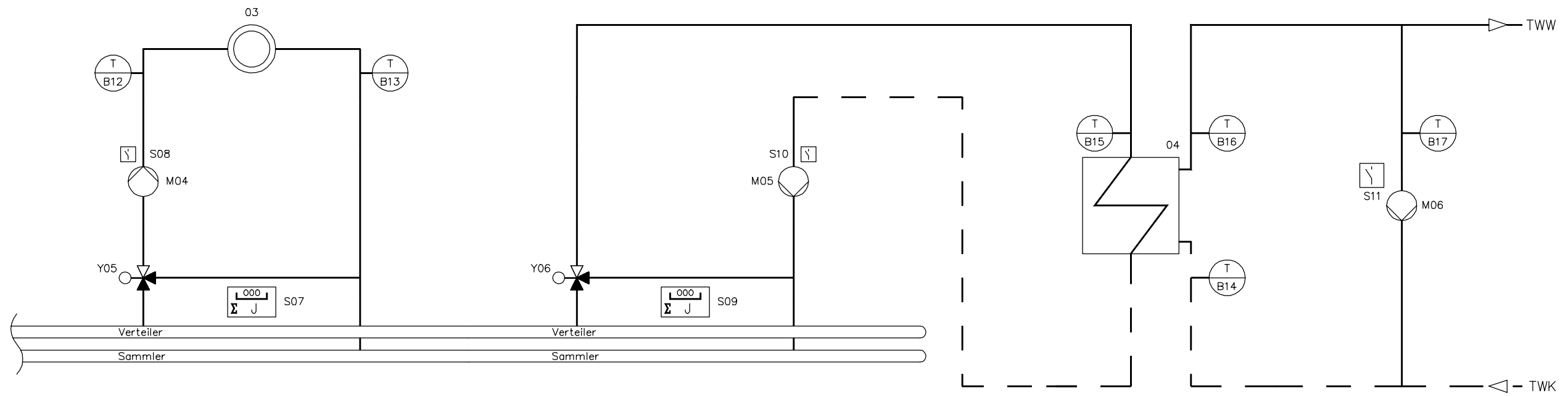
- 6) Stellausgabe: z.B. 3-Punkt = 2 x 2-Punkt
- 7) Pro Eingangs-Benutzeradresse
- 8) z.B. Gerätestatus, Zeitschalttabelle, Sicherheitspkt., Regler, Datei (DIN EN ISO 16484-5)
- 9) Falls erforderlich sind bei gemeinsamen (shared) Datenpunkten die Funktionen im Client mit "A" und die im Server mit "B" zu kennzeichnen (siehe BIBBs)

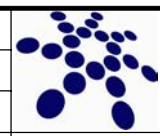
Liegenschaft/Gebäude: Verwaltungsgebäude		Ein- / Ausgabefunktionen					Verarbeitungsfunktionen													Management				Bedien-				ANMERKUNG																								
		Physikalisch					Gemeinsam 3)9)					Überwachen						Steuern							Regeln						Rechnen / Optimieren							Funktionen				Funktionen										
		Binäre Ausgabe Schalten/Stellen 1)					Binärer Ausgabewert, Schalten					Grenzwert						Anlagensteuerung							h,x geführte Strategie 7)						Ein-Ausgabe Objekttyp 9)							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung										
ASP: ASP 01		Analoge Ausgabe Stellen					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Betriebsstundenerfassung						Motorsteuerung							Sollwertführung / -kennlinie						Arithmetische Berechnung 7)							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung				Definition der Funktionen gemäß VDI 3814 Blatt 1 : 2009 (DIN EN ISO 16484-3) Kennzeichne projektspezifische Beschreibung nicht genormter Funktionen in der Bemerkungsspalte der Datenpunktzeile z.B. mit Zeile Nr., Abschnitt Nr., Spalte Nr., Beiblatt/Beschreibung Nr. BIBBs = BACnet Interoperability Building Blocks, siehe DIN EN ISO 16484-5						
Gewerk: Heizung/Kälte		Binäre Eingabe Melden					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung										
Anlage: Brennwertkessel		Analoge Eingabe Messen 2)					Zählwerteingabe					Meldungsbearbeitung 4)						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung										
Datenpunkt	Abschnitt	1					2					3						4							5						6							7				8				9						
	Spalte	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	1	2	3	4	Bemerkung
Übertrag		4		17		11	1	1	4	1	1	21		4		6	13	1	5			1	11	12	10																			61	28	12	6	61	6			
19	S04-VL Pumpe Rep.-Schalter			1																																							1	1	1		1	1				
20	S05-Wärmemengenzähler								1					1																													1	1			1					
21	S06-VL Pumpe Rep.-Schalter			1																																							1	1	1		1	1				
22	Y01-Nachspeiseventil	1		2																																							3	2			3					
23	Y02-GAS-Zufuhr Ventil	1		2																																							3	2			3					
24	Y03-RL 2W Regelventil		1			1																																					2				2					
25	Y04-VL 3W Regelventil		1			1																																					2				2					
Summe		6	2	23		13	1	1	4	2	1	21		5		10	19	1	5			1	11	12	10																		74	35	14	6	74	8				

Anlage:

Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.

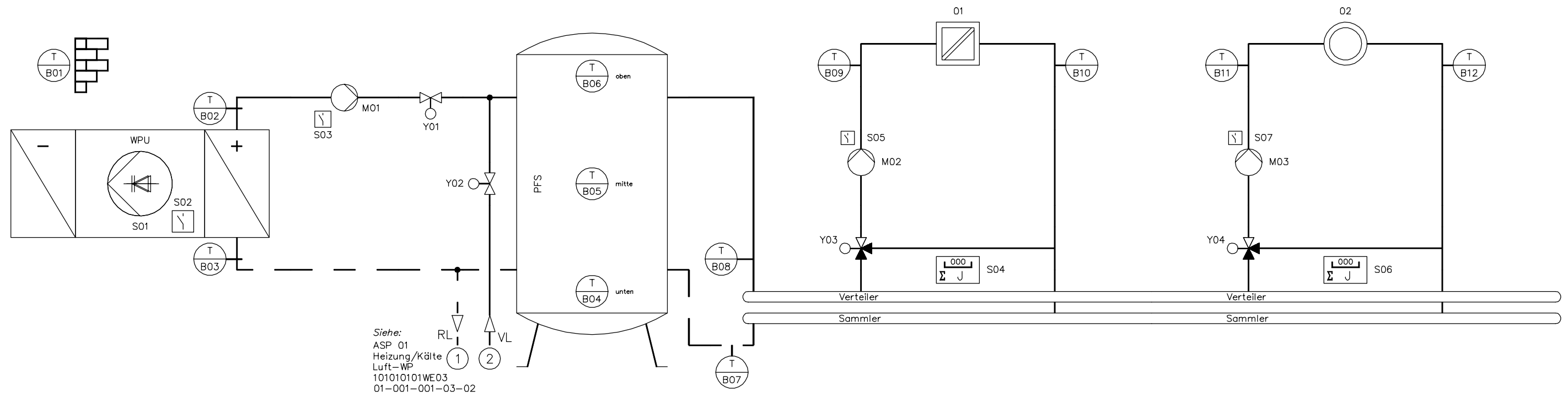
Siehe:
 ASP 01
 Heizung/Kälte
 Brennwertkessel
 101010101WE02
 01-001-001-02-01

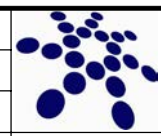


c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt:		Gewerk:		Schaltschrank:		= 101010101WE02	
b			Ersteller:			Region Hannover		Heizung/Kälte				+	
a			Geprüft:			Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover		Anlage:		Zeichnungsnummer:		Seite: 4/ 5	
	Änderungen	Datum	Name	Norm:	VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname:01073229	ASP:ASP 01	Brennwertkessel		01-001-001-02-02		Zähler: 4

Anlage:

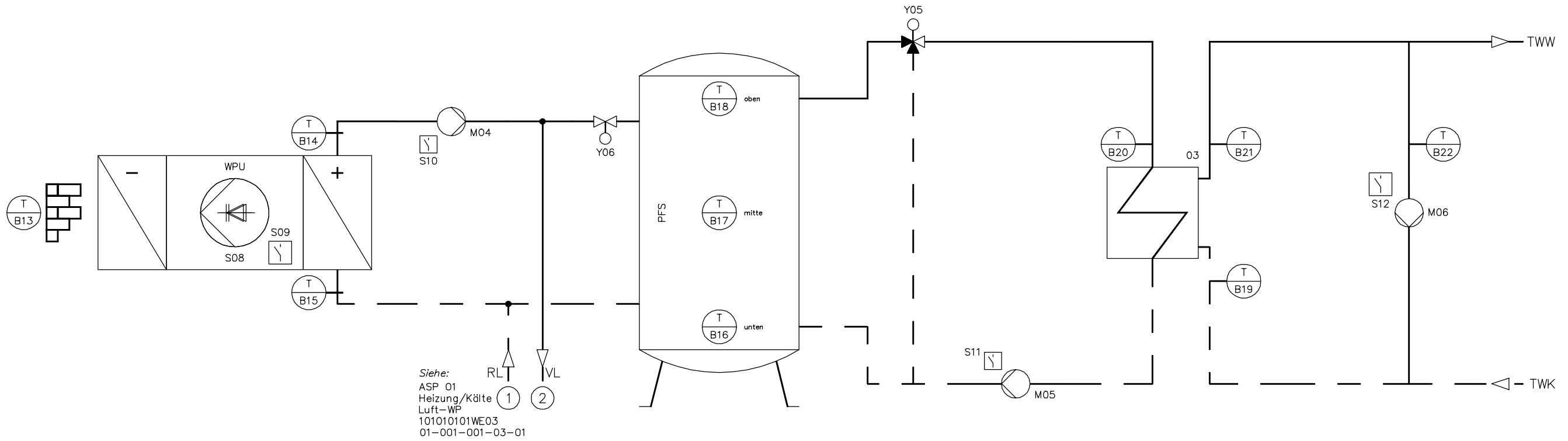
Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.




c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Heizung/Kälte	Schaltschrank: = 101010101WE03 +	
b		Ersteller:							
a		Geprüft:							
	Änderungen	Datum	Name	Norm: VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname: 01073224	Anlage: Luft-WP	Zeichnungsnummer: 01-001-001-03-01	Seite: 1/ 6 Zähler: 1

Anlage:

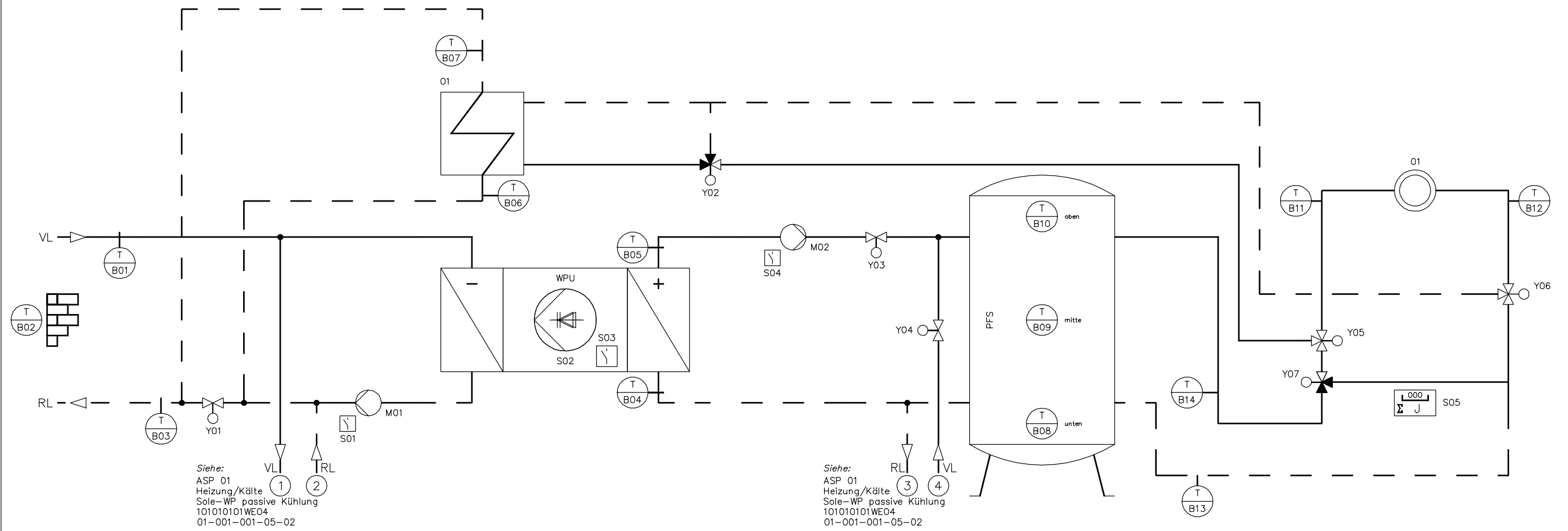
Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.

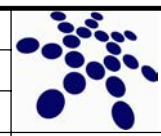


c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Heizung/Kälte	Schaltschrank: = 101010101WE03 +		
b		Ersteller:								
a		Geprüft:								
	Änderungen	Datum	Name	Norm: VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname: 01073230	ASP: ASP 01	Anlage: Luft-WP	Zeichnungsnummer: 01-001-001-03-02	Seite: 4 / 6 Zähler: 4

Anlage:

Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.



c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Heizung/Kälte	Schaltschrank: = 101010101WE04 +		
b		Ersteller:								
a		Geprüft:								
	Änderungen	Datum	Name	Norm: VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname: 01073233	ASP: ASP 01	Anlage: Sole-WP passive Kühlung	Zeichnungsnummer: 01-001-001-05-01	Seite: 1/ 6 Zähler: 1

Gebäudeautomation

VDI 3814-1: 2009-11

GA-Funktionsliste

- 1) Dauerbefehl: z.B. 0,I,II=2 BA
- Impulsbefehl: z.B. 0,I,II=3 BA
- Stellbefehl: z.B. Zu-0-Auf=2 BA
- Pulsweitenmod.=1 BA
- 2) aktiv oder passiv

- 3) Nur gemeinsame, kommunikative Datenpunkte von Fremdsystemen für interoperable Funktionen
- 4) Pro Eingangs-Benutzeradresse zum a) Zusammenfassen, b) Verzögern und c) Unterdrücken von Meldungen
- 5) Pro Ausgangs-Benutzeradresse

- 6) Stellausgabe: z.B. 3-Punkt = 2 x 2-Punkt
- 7) Pro Eingangs-Benutzeradresse
- 8) z.B. Gerätestatus, Zeitschalttabelle, Sicherheitspkt., Regler, Datei (DIN EN ISO 16484-5)
- 9) Falls erforderlich sind bei gemeinsamen (shared) Datenpunkten die Funktionen im Client mit "A" und die im Server mit "B" zu kennzeichnen (siehe BIBBs)

Liegenschaft/Gebäude: Verwaltungsgebäude		Ein- / Ausgabefunktionen					Verarbeitungsfunktionen													Management				Bedien-				ANMERKUNG																		
		Physikalisch					Gemeinsam 3)9)					Überwachen						Steuern							Regeln						Rechnen / Optimieren							Funktionen				Funktionen				
		Binäre Ausgabe Schalten/Stellen 1)					Binärer Ausgabewert, Schalten					Grenzwert						Anlagensteuerung							h,x geführte Strategie 7)						Ein-Ausgabe Objekttyp 9)							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung				
ASP: ASP 01	Gewerk: Heizung/Kälte	Analoge Ausgabe Stellen					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Betriebsstundenerfassung						Motorsteuerung							Sollwertführung / -kennlinie						Arithmetische Berechnung 7)							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung				Definition der Funktionen gemäß VDI 3814 Blatt 1 : 2009 (DIN EN ISO 16484-3) Kennzeichne projektspezifische Beschreibung nicht genormter Funktionen in der Bemerkungsspalte der Datenpunktzeile z.B. mit Zeile Nr., Abschnitt Nr., Spalte Nr., Beiblatt/Beschreibung Nr. BIBBs = BACnet Interoperability Building Blocks, siehe DIN EN ISO 16484-5
Anlage: Sole-WP passive Kühlung		Binäre Eingabe Melden					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung				
		Binäre Eingabe Zählen					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Analoge Eingabe Messen 2)					Analoger Eingabewert, Messen					Meldungsbearbeitung 4)						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Analoge Ausgabe Messen 2)					Analoger Ausgabewert, Messen					Anlagensteuerung						Motorsteuerung							Sollwertführung / -kennlinie						Arithmetische Berechnung 7)							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung				
		Binärer Ausgabewert, Schalten					Binärer Eingabewert, Zustand					Betriebsstundenerfassung						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung				
		Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Zählwerteingabe					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Analoger Eingabewert, Messen					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Grenzwert fest					Zählwerteingabe					Meldungsbearbeitung 4)						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Grenzwert gleitend					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Betriebsstundenerfassung						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Betriebsstundenerfassung					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Ereigniszählung					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Befehlsausführkontrolle					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Meldungsbearbeitung 4)					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Anlagensteuerung					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Motorsteuerung					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Umschaltung 5)					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Folgesteuerung 5)					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Sicherheits-/Frostschutzsteuerung					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		P Regelung					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		PI / PID Regelung					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Sollwertführung / -kennlinie					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Stellausgabe stetig					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Stellausgabe 2-Punkt 6)					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Stellausgabe Pulsweitenmodulation					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Begrenzung Sollwert/Stellgröße					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Parameterumschaltung					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		h,x geführte Strategie 7)					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Arithmetische Berechnung 7)					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Ereignisabhängiges Schalten					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Zeitabhängiges Schalten					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Gleitendes Ein-/Aussschalten					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Zyklisches Schalten					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Nachtkühbetrieb					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Gebäudetemperaturbegrenzung					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Energierrückgewinnung 7)					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Netzersatzbetrieb					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Netzwerkprogramm					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Höchstlastbegrenzung					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Tarifabhängiges Schalten					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Ein-Ausgabe Objekttyp 9)					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Komplexer Objekttyp 8) 9)					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Ereignis Langzeitspeicherung					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Historisierung in Datenbank					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Grafik / Anlagenbild					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				
		Dynamische Einblendung					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Folgesteuerung 5)							Stellausgabe 2-Punkt 6)						Gleitendes Ein-/Aussschalten							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Ereignis-Anweisungstext					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Sicherheits-/Frostschutzsteuerung							PI / PID Regelung						Nachtkühbetrieb							Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank				
		Nachricht an externe Stelle					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Meldungsbearbeitung 4)						Umschaltung 5)							Stellausgabe stetig						Zeitabhängiges Schalten							Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Historisierung in Datenbank				

Gebäudeautomation

VDI 3814-1: 2009-11

GA-Funktionsliste

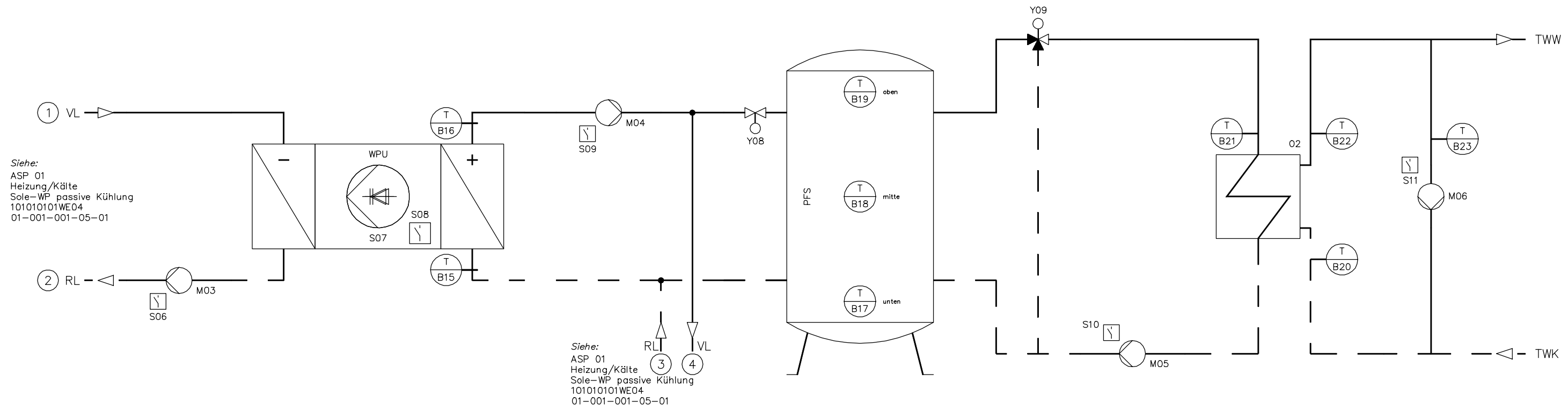
- 1) Dauerbefehl: z.B. 0,I,II=2 BA
- Impulsbefehl: z.B. 0,I,II=3 BA
- Stellbefehl: z.B. Zu-0-Auf=2 BA
- Pulsweitenmod.=1 BA
- 2) aktiv oder passiv

- 3) Nur gemeinsame, kommunikative Datenpunkte von Fremdsystemen für interoperable Funktionen
- 4) Pro Eingangs-Benutzeradresse zum a) Zusammenfassen, b) Verzögern und c) Unterdrücken von Meldungen
- 5) Pro Ausgangs-Benutzeradresse

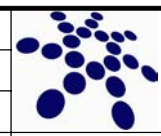
- 6) Stellausgabe: z.B. 3-Punkt = 2 x 2-Punkt
- 7) Pro Eingangs-Benutzeradresse
- 8) z.B. Gerätestatus, Zeitschalttabelle, Sicherheitspkt., Regler, Datei (DIN EN ISO 16484-5)
- 9) Falls erforderlich sind bei gemeinsamen (shared) Datenpunkten die Funktionen im Client mit "A" und die im Server mit "B" zu kennzeichnen (siehe BIBBs)

Liegenschaft/Gebäude: Verwaltungsgebäude		Ein- / Ausgabefunktionen					Verarbeitungsfunktionen													Management				Bedien-				ANMERKUNG																									
		Physikalisch		Gemeinsam 3)9)			Überwachen			Steuern			Regeln				Rechnen / Optimieren						Funktionen				Funktionen																										
		Binäre Ausgabe Schalten/Stellen 1)	Analoge Ausgabe Stellen	Binäre Eingabe Melden	Binäre Eingabe Zählen	Analoge Eingabe Messen 2)	Binärer Ausgabewert, Schalten	Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert	Binärer Eingabewert, Zustand	Zählwerteingabe	Analoger Eingabewert, Messen	Grenzwert fest	Grenzwert gleitend	Betriebsstundenerfassung	Ereigniszählung	Befehlsausführkontrolle	Meldungsbearbeitung 4)	Anlagensteuerung	Motorsteuerung	Umschaltung 5)	Folgesteuerung 5)	Sicherheits-/Frostschutzsteuerung	P Regelung	PI / PID Regelung	Sollwertführung / -kennlinie	Stellausgabe stetig	Stellausgabe 2-Punkt 6)		Stellausgabe Pulsweitenmodulation	Begrenzung Sollwert/Stellgröße	Parameterumschaltung	h,x geführte Strategie 7)	Arithmetische Berechnung 7)	Ereignisabhängiges Schalten	Zeitabhängiges Schalten	Gleitendes Ein-/Aussschalten	Zyklisches Schalten	Nachtkühbetrieb	Gebäudetemperaturbegrenzung	Energierrückgewinnung 7)	Netzersatzbetrieb	Netzleerprogramm	Höchstlastbegrenzung	Tarifabhängiges Schalten	Ein-Ausgabe Objekttyp 9)	Komplexer Objekttyp 8) 9)	Ereignis Langzeitspeicherung	Historisierung in Datenbank	Grafik / Anlagenbild	Dynamische Einblendung	Ereignis-Anweisungstext	Nachricht an externe Stelle	
Datenpunkt																												Abschnitt																									1
Ifd. Nr.	Spalte	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	1	2	3	4	Bemerkung	
Übertrag		3		15		14						27		3		3	7	1	4												13	15	13												59	23	14	4	59	7			
19	S03-Rep.-Schalter			1																																								1	1	1		1	1				
20	S04-VL Pumpe Rep.-Schalter			1													1																											1	1	1		1	1				
21	S05-Wärmemengenzähler									1							1																											1	1			1					
22	Y01-RL 2W Regelventil		1			1																																						2				2					
23	Y02-3W Regelventil		1			1																																						2				2					
24	Y03-VL 2W Regelventil		1			1																																						2				2					
25	Y04-2W Regelventil		1			1																																						2				2					
26	Y05-VL 3W Verteilerventil		1			1																																						2				2					
27	Y06-RL 3W Verteilerventil		1			1																																						2				2					
28	Y07-VL 3W Regelventil		1			1																																						2				2					
Summe		3	7	17		21				1		27	4		3	9	1	4												13	15	13											76	26	16	4	76	9					

Anlage:



Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.

c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Heizung/Kälte	Schaltschrank: = 101010101WE04 +		
b		Ersteller:								
a		Geprüft:								
	Änderungen	Datum	Name	Norm: VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname: 01073236	ASP: ASP 01	Anlage: Sole-WP passive Kühlung	Zeichnungsnummer: 01-001-001-05-02	Seite: 4 / 6 Zähler: 4

Gebäudeautomation

VDI 3814-1: 2009-11

GA-Funktionsliste

- 1) Dauerbefehl: z.B. 0,I,II=2 BA
- Impulsbefehl: z.B. 0,I,II=3 BA
- Stellbefehl: z.B. Zu-0-Auf=2 BA
- Pulsweitenmod.=1 BA
- 2) aktiv oder passiv

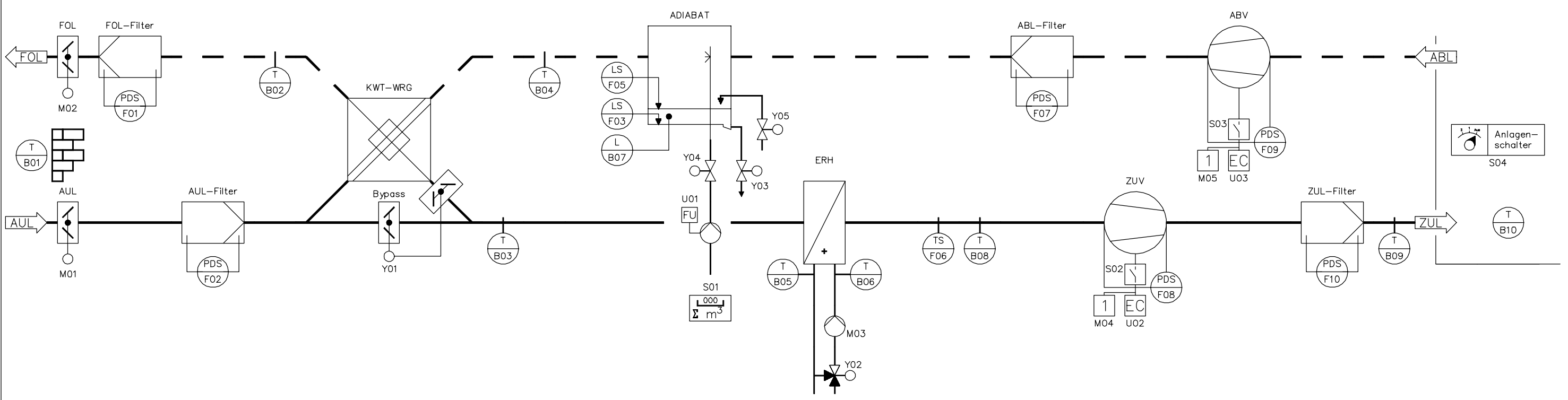
- 3) Nur gemeinsame, kommunikative Datenpunkte von Fremdsystemen für interoperable Funktionen
- 4) Pro Eingangs-Benutzeradresse zum a) Zusammenfassen, b) Verzögern und c) Unterdrücken von Meldungen
- 5) Pro Ausgangs-Benutzeradresse

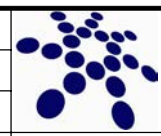
- 6) Stellausgabe: z.B. 3-Punkt = 2 x 2-Punkt
- 7) Pro Eingangs-Benutzeradresse
- 8) z.B. Gerätestatus, Zeitschalttabelle, Sicherheitspkt., Regler, Datei (DIN EN ISO 16484-5)
- 9) Falls erforderlich sind bei gemeinsamen (shared) Datenpunkten die Funktionen im Client mit "A" und die im Server mit "B" zu kennzeichnen (siehe BIBBs)

Liegenschaft/Gebäude: Verwaltungsgebäude		Ein- / Ausgabefunktionen					Verarbeitungsfunktionen													Management				Bedien-				ANMERKUNG															
		Physikalisch					Gemeinsam 3)9)					Überwachen						Steuern			Regeln				Rechnen / Optimieren						Funktionen				Funktionen								
		Binäre Ausgabe Schalten/Stellen 1)					Binärer Ausgabewert, Schalten					Grenzwert						Anlagensteuerung			Sollwertführung / -kennlinie				h,x geführte Strategie 7)						Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung								
ASP: ASP 01		Analoge Ausgabe Stellen					Analoger Ausgabewert, Stellen/Sollwert					Betriebsstundenerfassung						Motorsteuerung			Stellausgabe 2-Punkt 6)				Arithmetische Berechnung 7)						Ein-Ausgabe Objekttyp 9)				Ereignis Langzeitspeicherung				Definition der Funktionen gemäß VDI 3814 Blatt 1 : 2009 (DIN EN ISO 16484-3) Kennzeichne projektspezifische Beschreibung nicht genormter Funktionen in der Bemerkungsspalte der Datenpunktzeile z.B. mit Zeile Nr., Abschnitt Nr., Spalte Nr., Beiblatt/Beschreibung Nr. BIBBs = BACnet Interoperability Building Blocks, siehe DIN EN ISO 16484-5				
Gewerk: Heizung/Kälte		Binäre Eingabe Melden					Binärer Eingabewert, Zustand					Ereigniszählung						Umschaltung 5)			Stellausgabe stetig				Ereignisabhängiges Schalten						Komplexer Objekttyp 8) 9)				Historisierung in Datenbank								
Anlage: Sole-WP passive Kühlung		Analoge Eingabe Messen 2)					Zählwerteingabe					Befehlsausführkontrolle						Folgesteuerung 5)			Stellausgabe Pulsweitenmodulation				Zeitabhängiges Schalten						Ereignis Langzeitspeicherung												
Datenpunkt		1					2					3						4			5				6						7				8				9				
Abschnitt		1					2					3						4			5				6						7				8				9				
Spalte		1 2 3 4 5					1 2 3 4 5					1 2 3 4 5 6						1 2 3 4 5			1 2 3 4 5 6 7 8				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13						1 2 3 4				1 2 3 4				Bemerkung				
Übertrag		5					28					9						18			5				5						14				1				1				
S11-Zirkulationspumpe Rep.-Schalter		1					1					1						1			1				1						1				1								
Y08-VL 2W Regelventil		1					1					1						1			1				1						1				1								
Y09-VL 3W Regelventil		1					1					1						1			1				1						1				1								
Summe		5					29					11						18			5				5						15				1				8				9

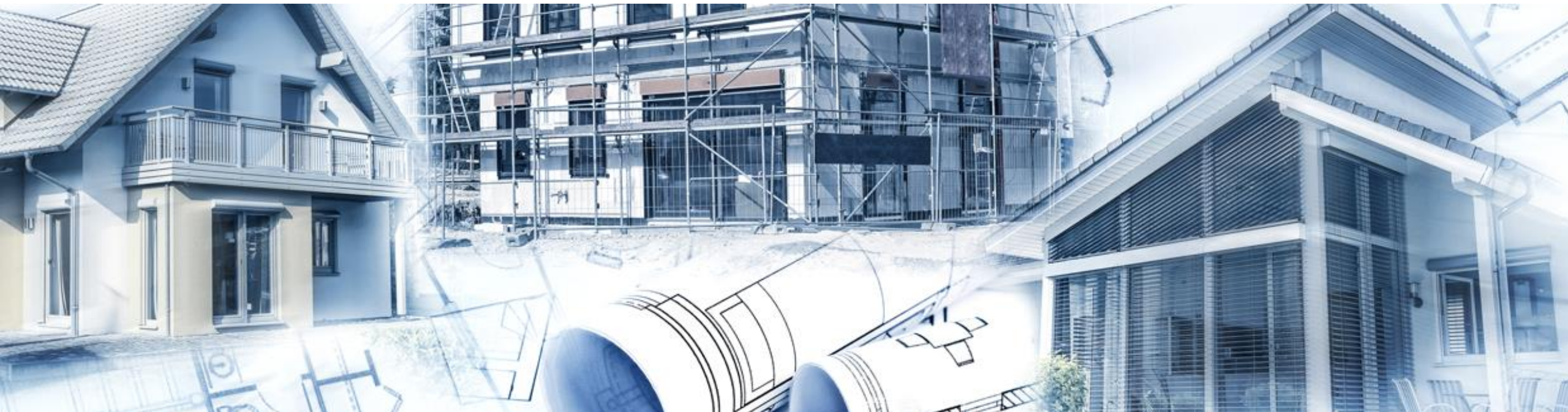
Anlage:

Dies ist eine rein schematische Darstellung. Dieses Schema ersetzt keine Montagezeichnung.



c			Datum:		 Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Projekt: Region Hannover Hildesheimer Straße 20 30169 Hannover	Gewerk: Lüftung	Schaltschrank: = 101010101RLO1 +		
b		Ersteller:								
a		Geprüft:								
Änderungen	Datum	Name	Norm:	VDI 3814-1	Ersatz für:	Dateiname:01073226	ASP:ASP 01	Anlage: Teilklimaanlage	Zeichnungsnummer: 01-001-002-01-01	Seite: 1/ 4 Zähler: 1

Handbuch für energie- und qualitätsrelevante Prozesse für kommunale Nearly Zero Energy Gebäude



Dieses Handbuch soll Sie dabei unterstützen energieeffiziente Gebäude wirtschaftlich, ökologisch und mit hoher Qualität planen, bauen und betreiben zu können. Dafür werden im Folgenden eine Reihe von Prozessen vorgestellt, die für die Zielerreichung sinnvoll und notwendig sind. Für jede relevante HOAI-Leistungsphase ist zunächst der Qualitätsbezug erläutert. Danach sind entsprechende Prozesse und Maßnahmen des Qualitätsmanagements beschrieben.

Das Handbuch ist ein Ergebnis des Forschungsprojektes „Systemstandards und Qualitätsmanagement für nearly Zero Energy Gebäude am Beispiel des Förderzentrums auf der Bult, Hannover“ (FKZ: 03EGB0003A). Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und proKlima Hannover gefördert.

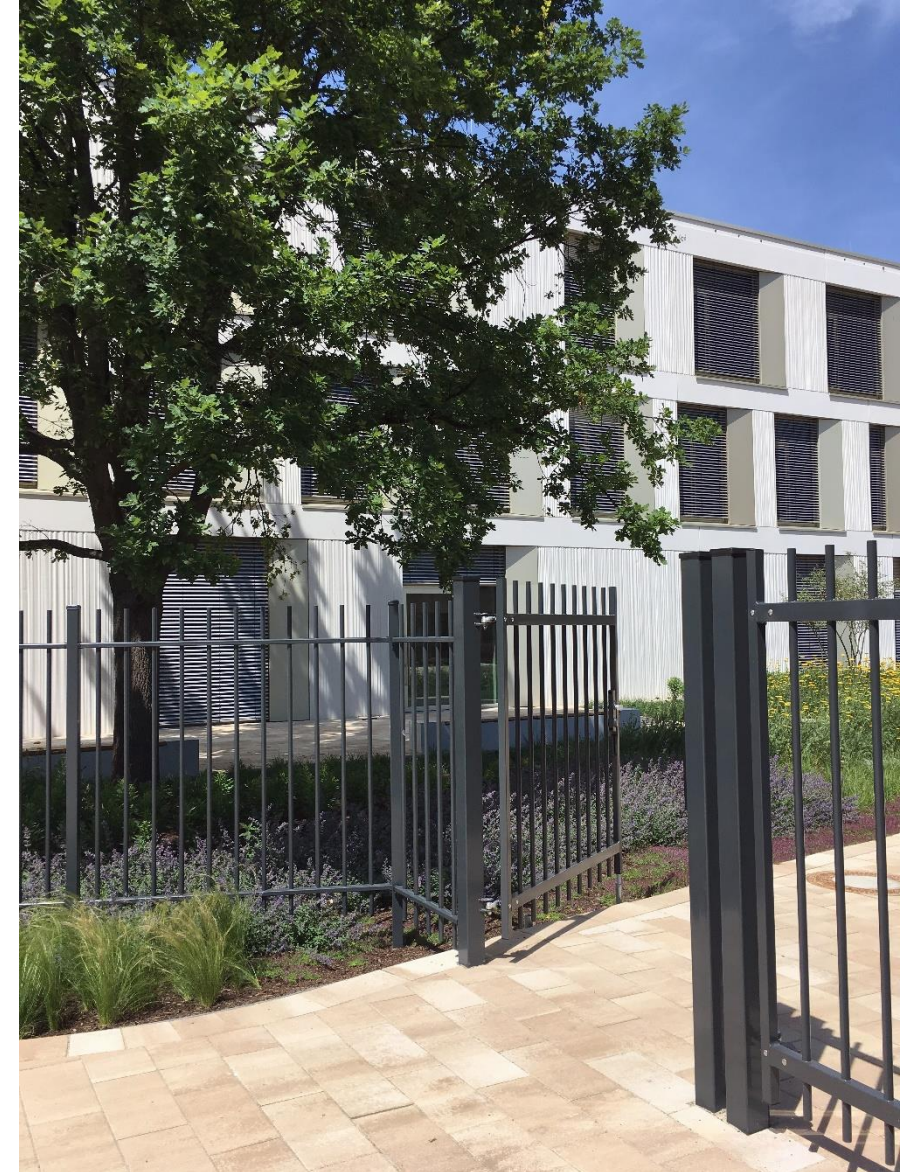
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

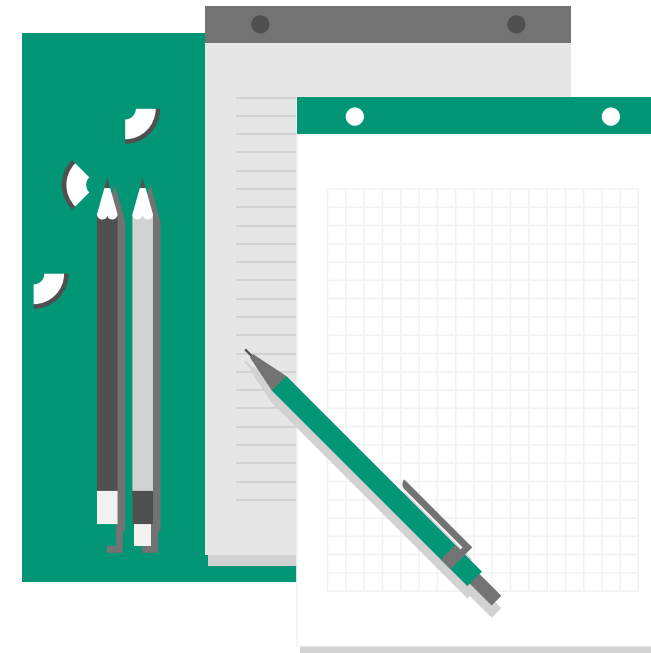


1. Bedarfsplanung/Grundlagenermittlung	Seite 4
Standardkonzept	Seite 5
Empfehlung Systemstandard „nZEB“	Seite 6
Standardblätter für Gebäude, Anlagen und Räume	Seite 7
2. Planung	Seite 8
Konformitätsprüfung mithilfe der Standardblätter	Seite 9
Prüfung von Kernkomponenten	Seite 10
3. Errichtung	Seite 11
Prüfung von Kernkomponenten	Seite 12
Prüfbeispiel Fenster und Estrich	Seite 13
4. Inbetriebnahme	Seite 14
Funktionsprüfungen, Beispiel Sonnenschutz	Seite 15
Technisches Monitoring	Seite 16
Nutzerinformation	Seite 17
Weitere Informationen	Seite 18

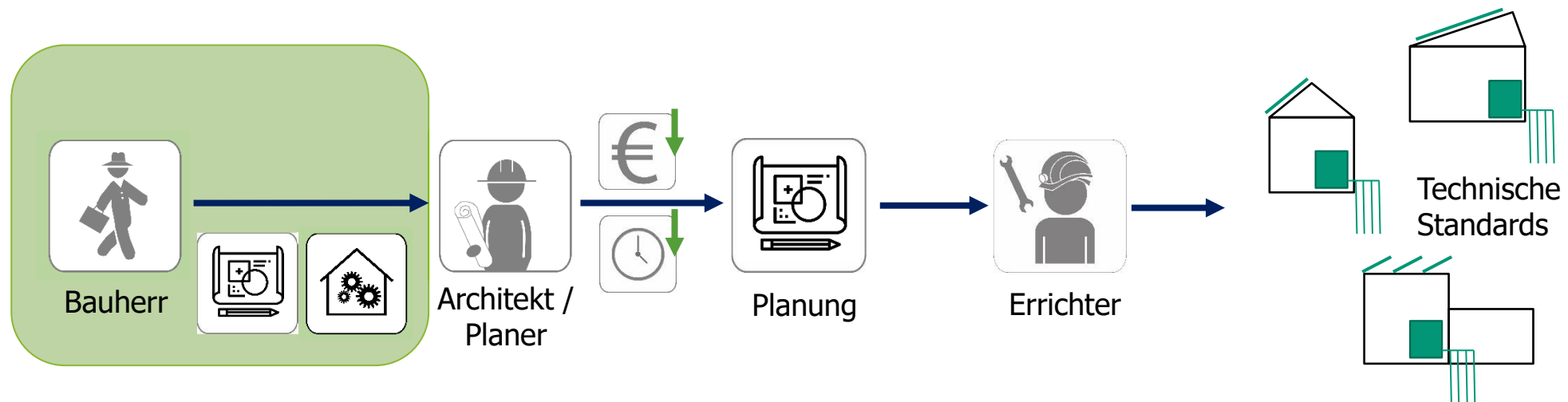


Die Bedarfsplanung ist die Entwicklung des künftigen Bauprojekts, in dem der Bauherr alleine oder mit externer Beratung den Projektrahmen absteckt und seinen Bedarf anhand wesentlicher Grundinformationen formuliert. Dazu gehören unter anderem die Standortwahl, die Grundstücksakquisition, die Aufstellung des Nutzerbedarfsprogramms, die Finanzierung, die Klärung des Investitions-Kostenrahmens und der Nutzungskosten, der Terminrahmen, die Durchführung der Risikoanalyse und –bewertung und schließlich die Entscheidungsvorbereitung. Eine positive Projektentscheidung mündet anschließend in der Regel in die Ausschreibung bzw. den Wettbewerb für das Architektur- und Planungsteam.

Sie als Bauherr sind der kompetente Besteller des Gebäudes. Am Anfang des Projektes sollten Sie deshalb die energetischen Ziele bereits über konkrete technische Konzepte definieren und die anzuwendenden Prüfmethode planen, um auch die geschuldete Qualität zu erhalten. Damit erhalten Sie insgesamt einen effizienteren Planungsprozess und können allen Projektbeteiligten ein konkreteres und verbindliches Ziel aufzeigen.



Es wird empfohlen, die Anforderungen an die Gebäude in Form eines bauherrenseitigen Standards möglichst konkret und projektübergreifend zu definieren. Eine daraus hervorgehende Zusammenfassung und Konkretisierung können die im Folgenden beschriebenen Standardblätter mit den zugehörigen Anhängen sein. Sie enthalten Vorgaben auf Gebäudeebene, für verschiedene Raumnutzungen und einige Anlagenkonzepte. Die darin aufgelisteten und dargestellten Informationen decken nur einen Teil der Planung ab und sind dementsprechend sinnvoll in den Gesamtkontext des konkreten Bauvorhabens einzubinden und gegebenenfalls vereinzelt anzupassen. Die Vorgaben sind dabei zunächst als Standard anzusehen und davon ausgehend, müssen die im Einzelfall notwendigen Änderungen mit den Projektverantwortlichen des Bauherrn abgestimmt werden. Bei jeder planungsseitigen Abweichung vom Standard sind entsprechende Gründe und Folgen darzulegen. Die Standardblätter dienen als Arbeitsmittel für Planungsbesprechungen und sollen dabei helfen in den grundsätzlichen Fragen zeit- und arbeitsintensive Iterationen und Diskussionen zu vermeiden. Zugleich sollen sie aber auch als Diskussionsgrundlage dienen, um schon frühzeitig alle erforderlichen Abstimmungen zur Gebäude-, Raum- und Anlagenkonzeption zielgerichtet durchzuführen.



Energieeffizientes und wirtschaftliches Optimum:

KfW55-Wärmeschutz mit Fernwärme oder Sole-Wasser-

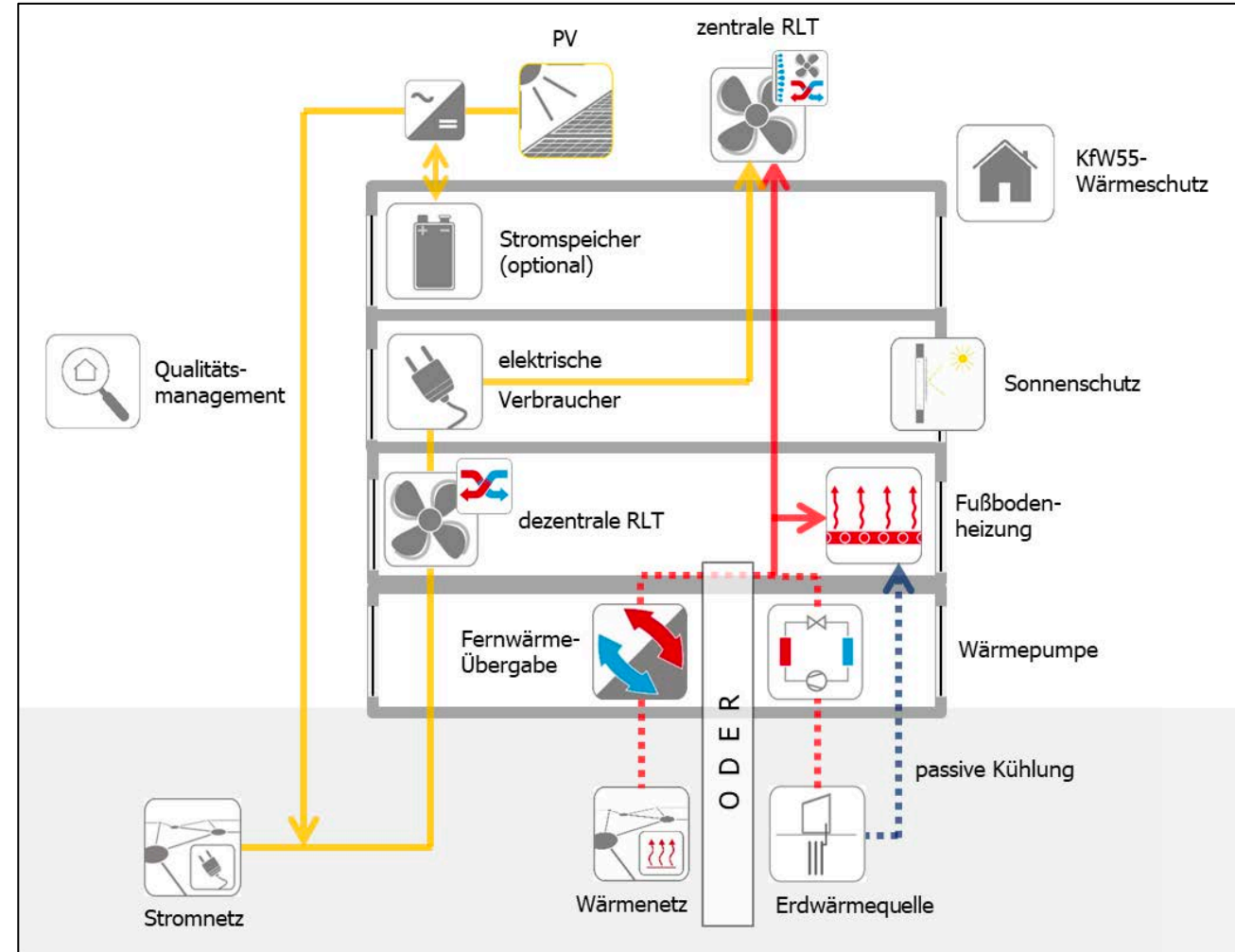
Wärmepumpe und maximaler Photovoltaik-Belegung

→ Implementierung eines Stromspeichers nach erfolgreicher Wirtschaftlichkeitsprüfung

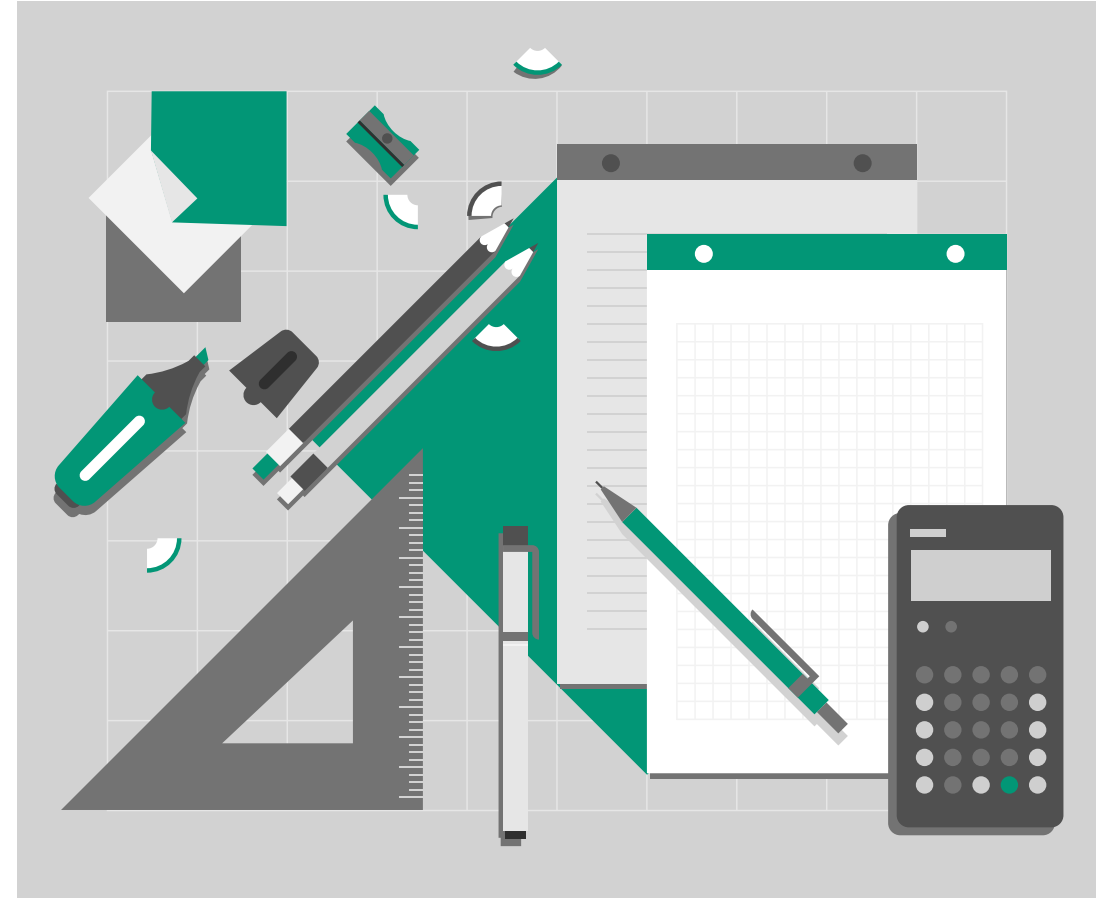
→ Begleitende Qualitätssicherung in allen Projektphasen

Bauphysikalische Kennzahlen:

Kennzahl	Wert
Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert (W/m ² K)	
Außenwand	0,20
Dach	0,14
Außenfenster	0,90
Fußboden	0,25
g-Wert Außenfenster	0,4
Fassadenbezogener Fensterflächenanteil	45 – 55 %
Luftdichtheit der Gebäudehülle	
n50-Wert (Innenvolumen ≤ 1500 m ³) (1/h)	≤ 1,5
q50-Wert (Innenvolumen > 1500 m ³) (m ³ /m ² h)	≤ 2,5



In der Planungsphase eines Projektes wird der Grundstein für die zukünftige Qualität und die Kosten des Bauwerks gelegt. Mängel sollten unbedingt schon in der Planungsphase erkannt werden, da sie sich ansonsten in der Errichtungsphase fortpflanzen und sehr zeit- und kostenintensiv werden können. Eine späte Umplanung kann sogar einen Rückbau erfordern und hohe Nachbeauftragungskosten verursachen. Eine unvollständige Planung führt zu Freiheitsgraden bei der Errichtung und kann zu Schnittstellenproblemen und erhöhtem Nachplanungs- und Abstimmungsbedarf zu terminkritischen Zeitpunkten im Bauablauf führen.



1. Abgleich des Heizung-Hydraulikschemas mit den Komponenten und der Verschaltung in der Skizze (1)
2. Checklistenartiger Abgleich der einzelnen Punkte in (2)
3. Vergleich der MSR-Funktionsbeschreibung und der vorgesehenen Sensoren und Aktoren mit den Anforderungen der jeweiligen Regelungsart nach DIN EN ISO 52120 (3)
4. Anfertigung eines Protokolls zur Kommunikation des Prüfergebnisses

Anlagentyp „Wärmepumpe mit Erdsondenfeld“

A Erzeuger

- Eine Niedertemperatur-Kompressionswärmepumpe (NT-WP) für die Raumheizung und eine Hochtemperatur-Kompressionswärmepumpe (HT-WP) für die Trinkwassererwärmung und Spitzenlastheizung
- Sole-Erdsonden im Außenbereich als Wärmequelle für die Wärmepumpen
- Systemtemperatur: von 37/30 °C für die NT-Wärmepumpe und 65/37 °C für die HT-Wärmepumpe
- Erhöhung der Jahresarbeitszahl, passive Kühlung des Gebäudes sowie weniger benötigte Erdsondenlänge durch ausgiebige Regeneration des Erdsondenfeldes in den Sommermonaten
- Ermittlung der geothermischen Wärmeleistung des Erdreichs durch einen Thermal Response Test, ggf. Nutzung vorhandener Untersuchungen aus der Nachbarschaft
- Bei Turnhallen und Sportanlagen die Einkopplung solarer Brauchwassererwärmung prüfen

B Hydraulik und Verteilung

- Sinnvolle Aufteilung der Heizkreise im Gebäude (z.B. N-O, S-W)
- Mindestens 30 kW Wärmeleistung pro Heizkreis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf
- Differenzdruckunabhängige Regelventile
- Dämmung jeglicher hydraulischer Komponenten gemäß EnEV, Materialien und Dimensionierung gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.2.4.2.3
- Schlamm- und Magnetabscheider vorsehen
- Schutzfänger in Topfform vorsehen, Y-Form lediglich an Sammler/Verteiler und Regelstrecken mit kleinen kv-Werten
- Sämtliche Regel- und Armaturengruppen aus schwarzem, geschweißtem Stahlrohr
- Zur Entlüftung Lufttöpfe vorsehen
- Verzinkte Entleerungssammelrinne mit Geruchsverschluss vorsehen und Entlüftungs- und Entleerungsmöglichkeiten entsprechend heranzuführen
- Wasseraufbereitung und -nachspeisung gemäß dem Konzept für Füll- und Ergänzungswasser und konform mit DIN EN 1717
- Heizungspufferspeicher jeweils zur Versorgung der Trinkwassererwärmung und zur Versorgung der Heizkreise

C Trinkwasseranlagen

- Kaltwasserhauptspeisung und -verteilung außerhalb wärmegehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen)
- Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation
- Probenahmeventile in der PWC-, PWH- und in der PWH-C-Leitung vor der Zirkulationspumpe
- Weitere Anforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 551

D Automation

- Sensorik und Aktorik gemäß Regelschema
- BACnet als verbindliches Kommunikationsprotokoll
- aktive Komponenten mit BACnet-Schnittstelle
- Zähler zur Verbrauchserfassung gemäß Zahlkonzept der Region Hannover
- Zähler sind mit M-BUS-Schnittstelle und externer Spannungsversorgung auszuführen und direkt per M-BUS an den Datenlogger der Region Hannover anzubinden; Genauigkeit und Einheiten gemäß Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.3
- Zählung der in das Erdreich eingebrachten und entnommenen Wärmemenge zur überwachen Bilanzierung
- Auf GLT aufzuschaltende Datenpunkte gemäß Regelschema (Anhang) und Aufgabenheft Kapitel 6.1.4.1
- Schnittstellendatenlogger der Region Hannover vom Typ RmCU V 4.0 DIN Rail
- durchgängige Anwendung des Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.2
- Beschriftungsschilder aller Netzwerkteilnehmer selbstklebend und aus einem gravierten, zweifarbigen Resopalplattenwerkstoff (Schichtstoffplatte gelb/schwarz); Beschriftungen gemäß Aufgabenheft Kapitel 12.6.4.1 und 12.6.4.2

E Raum

- Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschirt im Heizungsraum aufzuhängen
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerungsrinne angeschlossen ist
- Keine PWC-Versorgung zur Reinigung
- Falls natürliche Be- und Entlüftung nicht möglich ist, mechanische Be- und Entlüftung abhängig von den Lasten vorsehen

F Sonstiges

- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und entsprechender Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe vorsehen (Aufgabenheft Kapitel 6.1.10)
- Frühzeitige Antragstellung auf Bohrung bei dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE)
- Konzept für Füll- und Ergänzungswasser gemäß VDI 2035 (Kapitel 6.2.4.1)
- Konzept zum Verbrauchs- und Anlagencontrolling in Abstimmung mit dem Energiemanagement der Region Hannover (Kapitel 6.1.4)
- Hygienekonzept für Wasseranlagen (Kapitel 6.1.5)

Gebäudeautomationsfunktion nach DIN EN 15232-1 (2017)	Regelungsart	Effizienzklasse
1 Regelung des Heizbetriebs		
1.1 Regelung der Übergabe	3	A
1.2 Regelung der Übergabe für TABS (Heizbetrieb)	2	B
1.3 Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
1.4 Regelung der Umwälzpumpen im Netz	3	A
1.5 Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
1.6 Regelung des Wärmeerzeugers (Verbrennungs- und Fernheizung)	2	A
1.7 Regelung des Wärmeerzeugers (Wärmepumpe)	2	A
1.9 Betriebsabfolge der verschiedenen Wärmeerzeuger	1	A
1.10 Regelung des Betriebs mit ladender Wärmespeicherung	1	A
2 Regelung der Trinkwassererwärmung		
2.4 Regelung der Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe	1	A
3 Regelung des Kühlbetriebes		
3.1 Regelung der Übergabe	3	A
3.2 Regelung der Übergabe für TABS (Kühlbetrieb)	2	A
3.3 Regelung der Kaltwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	1	C
3.4 Regelung der Umwälzpumpen im Netz	3	A
3.5 Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb	3	A
3.6 Verriegelung zwischen heizungs- und kühlungsseitiger Regelung der Übergabe und/oder Verteilung	2	A

D Keine Gebäude-automation

C Standard-Gebäude-automation


B Teiloptimierte Gebäudeautomation

A Hoch energieeffiziente Gebäudeautomation

1. Beauftragung einer Qualitätssicherung durch einen unabhängigen Dritten auf Grundlage eines vordefinierten, konkreten Leistungsbildes. Etabliert und bewährt ist z.B. das Qualitätssicherungskonzept nach proKlima. Dazu gehören Planungsprüfungen, Vor-Ort-Prüfungen während der Errichtung und Funktionsprüfungen bei der Inbetriebnahme.

https://www.proklima-hannover.de/experten/pruefumfang_aufgaben/

2. Zusätzlich sollten einzelne Komponenten und Anlagen, die hohe Relevanz für das Projekt und den Gebäudebetrieb haben, überprüft werden. Sinnvoll ist dafür die Orientierung an vordefinierten Prüfhinweisen und Checklisten, um die strukturierte Durchführung des Prozesses zu unterstützen und die wesentlichen Aspekte zu berücksichtigen zu wissen.



proKlima-Nichtwohngebäude Förderprogramm
Qualitätssicherung „Nichtwohngebäude Passivhaus-Neubau / plusSolar oder Komplettmodernisierung“ - Einzureichende Unterlagen und Prüfumfang -

Planungskonzept Heizungsanlage	Heizungstechnik	
<ul style="list-style-type: none"> - Auslegungs- und Planunterlagen für Wärmeerzeuger, Wärmespeicher, Wärmeverteilungen (Heizung und Trinkwarmwasser), Kaltwasserleitungen, Abwasserleitung, Heizregister, Heizflächen, Pumpen - Systemauslegung: Heizlastberechnung + Projektierung Trinkwarmwassermenge sowie angesetztes Nutzungsprofil, ggf. Nutzung von im wöchentlichen oder monatlichen Zeitintervall vorliegenden Verbrauchsdaten zur Auslegung (EAV-Analyse) - Bei Wärmepumpen: Auslegung und Nachweis der projektierten Jahresarbeitszahlen (JAZ) sowie Auslegung der Wärmequelle / -senke mit dynamischer Berechnung bzw. Bilanzierung. Mit Einschränkung ist auch die Abschätzung der JAZ nach VDI 4650 zulässig. - Dokumentation Hydraulischer Abgleich - Regelungskonzept - Wärmedämmung der Wärmeverteil- sowie Zirkulationsleitungen einschließlich Einbauten und Armaturen 	<p>Liegt ein nachvollziehbares und bedarfsgerechtes Planungs- und Auslegungskonzept für den Wärmeerzeuger (Heizung und Trinkwarmwasser) vor?</p> <p><u>Die Plausibilität der geplanten Leistung des Wärmeerzeugers ist zu prüfen und auf das Konzept Passivhaus abzustimmen. Überdimensionierung ist zu vermeiden.</u></p> <p>Liegen die geforderten Unterlagen zur Planung aller Bestandteile der Heizungsanlage vor?</p> <p>Sind alle Planungsdaten plausibel?</p> <p>Werden die geforderten Kennwerte oder Maßnahmen erfüllt?</p> <p>Sind die Eingaben im PHPP-Nachweis plausibel und stimmen mit dem Planungskonzept überein?</p> <p>Bei Wärmepumpen: Ist die Annahme der Jahresarbeitszahlen plausibel und im PHPP richtig abgebildet?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Anforderungen erfüllt? - Was muss noch bis zu welchem Zeitpunkt im Bauablauf geliefert werden? - Unterlagen Auslegung Wärmeerzeuger: Heizlastberechnung, projektierte Trinkwarmwassermenge und Nutzungsprofil, ggf. EAV-Analyse - Bei Fernwärmeanschluss: Anforderungen an die Rücklauftemperatur nach techn. Bedingungen enercity max. 40°C erfüllt?

Abbildung: Auszug aus den Anforderungen an die Qualitätssicherung von proKlima



Prüflisten für Erdsondenfeld, Sonnenschutz, Photovoltaik, Elektrotechnik und Planungshinweise für Stromspeicher


Im Laufe der Errichtungsphase können je nach Zeitpunkt, Fortschritt und Gewerk unterschiedliche Prüfverfahren notwendig und sinnvoll sein. Die Methoden lassen sich grob in Sichtprüfungen, Beprobungen und Messungen unterteilen. Vor allem für Sichtprüfungen in Form von Baustellenbegehungen sind Checklisten sinnvoll, um einen koordinierten Prüfprozess zu erhalten, bei dem wichtige Themen möglichst vollständig erfasst werden. Vordefinierte Checklisten ermöglichen außerdem Transparenz über den Prüfumfang und eine bessere Koordination der Prüfzeitpunkte. Beprobungen und Messungen dienen insbesondere der Feststellung von Materialqualitäten und zur Sicherstellung hygienischer Anforderungen an Gebäude und technische Anlagen.



1. Beauftragung einer Qualitätssicherung durch einen unabhängigen Dritten auf Grundlage eines vordefinierten, konkreten Leistungsbildes. Etabliert und bewährt ist z.B. das Qualitätssicherungskonzept nach proKlima. Dazu gehören Planungsprüfungen, Vor-Ort-Prüfungen während der Errichtung und Funktionsprüfungen bei der Inbetriebnahme.

https://www.proklima-hannover.de/experten/pruefumfang_aufgaben/

2. Zusätzlich sollten einzelne Komponenten und Anlagen, die hohe Relevanz für das Projekt und den Gebäudebetrieb haben, überprüft werden. Sinnvoll ist dafür die Orientierung an vordefinierten Prüfhinweisen und Checklisten, um die strukturierte Durchführung des Prozesses zu unterstützen und die wesentlichen Aspekte zu berücksichtigen zu wissen.



proKlima-Nichtwohngebäude Förderprogramm
 Qualitätssicherung „Nichtwohngebäude Passivhaus-Neubau / plusSolar oder Komplettmodernisierung“ - Einzureichende Unterlagen und Prüfumfang -

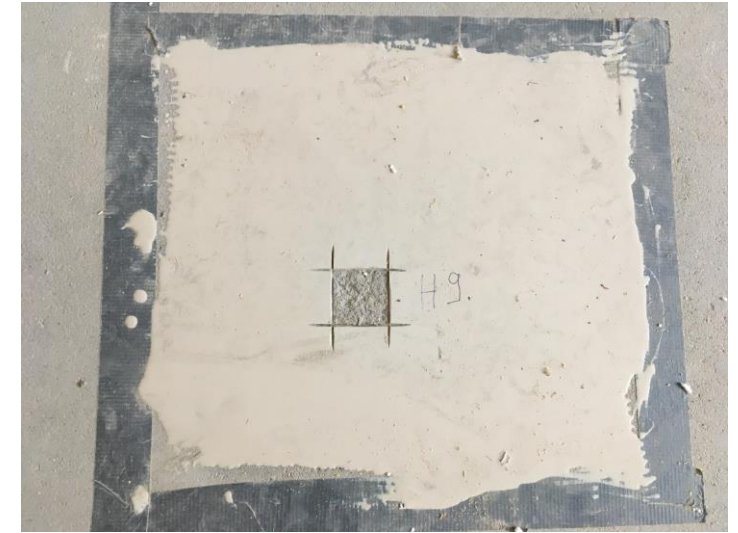
Schritt 2 - Gebäudetechnik: Vor-Ort-Prüfung/ Baustellentermine

Aufgabe Auftraggeber	Prüfumfang	Dokumentation/ Prüfbericht
Koordination geeigneter Baustellentermine, Berücksichtigung der Termine in der Bauablaufplanung, Bereitstellung technischer Unterlagen	<p><u>Es sind mindestens zwei Baustellentermine erforderlich:</u> Nach Fertigmontage des Kanalnetzes der Lüftungsanlage, des Rohrnetzes der Heizungsanlage sowie ggf. des Kühlsystems. Weitere Ortstermine je nach Art und Umfang des Bauprojektes sind empfohlen.</p> <p>proKlima behält sich vor, im Rahmen der Bewilligung weitere Termine zu fordern.</p> <p>Das Qualitätssicherungsbüro überprüft stichprobenhaft, ob die Bauausführung mit der aktuellen Ausführungsplanung übereinstimmt. Eventuelle Änderungen werden in das PHPP übertragen: Grenzwerte sind weiterhin einzuhalten.</p> <p>Ein Ortstermin zur Einweisung bzw. Schulung der Ausführenden zu Beginn der Montagephase ist sinnvoll, gehört aber nicht zwingend zum Qualitätssicherungsumfang, sondern stellt eine zusätzliche Serviceleistung des Qualitätssicherungsbüros dar.</p>	<p>Die Baustellentermine sind durch ein Protokoll (stichwortartig und ggf. mit Fotos oder Skizzen) zu dokumentieren.</p> <p>Nachweise wie Typenschilder Beipackzettel, Lieferscheine Übereinstimmungszertifikate usw. sind als Belege für z.B. Dämmstoffstärken zu sammeln oder per Foto zu dokumentieren.</p>
<u>Die Termine sind so zu planen, dass alle montierten Komponenten des jeweiligen Systems noch sichtbar sind.</u>		

Abbildung: Auszug aus den Anforderungen an die Qualitätssicherung von proKlima

 **Anhang** Prüflisten für Erdsondenfeld, Photovoltaik, Elektrotechnik

Als elementare, strukturelle Komponente eines Gebäudes sollte der Bodenestrich genauer betrachtet werden. Die Prüfung der richtigen Zusammensetzung von vor Ort gemischten Produkten wie Beton oder Estrich erfolgt durch einen Prüfprozess der Beprobung. Beispielsweise kann mithilfe einer Haftzugprüfung nach DIN EN ISO 4624 die Oberflächenbeschaffenheit des Bodenestrichs überprüft werden, welche für die Aufbringbarkeit und Langlebigkeit von Gussböden ausschlaggebend ist.



Der Wärmeschutz ist ein eminent wichtiger Bestandteil energieoptimierter Gebäude. Dazu gehören neben den Bauteilen des Dachs, der Bodenplatte und den opaken Fassadenelementen auch die transparenten Komponenten Fenster und Türen. Defekte in der Abdichtung von Wärmeschutzverglasung können zu verringertem Komfort und erhöhter Heiz- und Kühllast im betroffenen Raum führen und an einer Kondensatbildung im Zwischenraum erkannt werden.

Vor allem am Ende der Bauausführung, am Anfang der Inbetriebnahmephase, spielt das Thema der Schnittstellenplanung und -koordination eine wichtige und entscheidende Rolle für die Einhaltung von Terminen, Kostenrahmen und Qualitäten. Außerdem geht es in Bezug auf die Qualität des Gebäudebetriebs um Funktionstests, die Inbetriebsetzung und Einregulierung sämtlicher technischer Anlagen. Zudem melden die ausführenden Gewerke nach und nach die Fertigstellung der beauftragten Leistungen an und möchten nach der entsprechenden Abnahme nach VOB/C die Schlussrechnung stellen. In diesem Moment ist es für die Bauverantwortlichen wichtig einen ausreichenden Überblick über die Qualitäten und Funktionen des jeweiligen Gewerks zu bekommen. Dafür bieten sich eine Reihe von Standard-Funktionstests und Messungen an.



Die zuverlässige, bedienungsfreundliche und robuste Funktion des Sonnenschutzes ist eines der wichtigsten Themen für die Qualität eines nZEB. Der Sonnenschutz soll die Kühllast im Sommer reduzieren, solare Erträge im Winter nutzbar machen und ganzjährig Blendung der Nutzerinnen und Nutzer minimieren, um die Behaglichkeit in den Innenräumen zu erhöhen. Außerdem soll er möglichst langlebig sein und die Funktionen aufrechterhalten sowie speziell im Schulbetrieb zu wenig Ablenkung führen. Um all diese Anforderungen ab Nutzungsbeginn zu erfüllen und damit den ungestörten Betrieb des nZEB überhaupt zu ermöglichen, sollte die Sonnenschutz-Anlage einer umfangreichen Funktionsprüfung ausgesetzt werden.



► Anhang

Prüfliste für Sonnenschutz und Erdsonden,
Schnittstellenplanung Erdsonden

Das technische Monitoring ist eines der wichtigsten Instrumente des Qualitätsmanagements für Gebäude. Gemäß der Empfehlung Nr. 158 des AMEV (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen) soll die datenbasierte Überprüfung des Anlagenbetriebs vor der VOB-Abnahme dem Bauherrn die Sicherheit geben, dass das Gebäude mit dem Beginn der Nutzung anlagentechnisch voll funktionsfähig ist. Das technische Monitoring sollte von einem unabhängigen Dritten durchgeführt werden, welcher für einen effizienten Ablauf schon in der Planungsphase einzubinden ist. Die Empfehlung des AMEV enthält ein klar definiertes Leistungsbild, welches direkt übernommen und ausgeschrieben werden kann.

<https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Monitoring/TechnischesM/>



Als Maß für die Qualität eines Gebäudes sollte ebenfalls die Zufriedenheit der Nutzerinnen und Nutzer und letztendlich die Zweckerfüllung herangezogen werden. Es zeigte sich außerdem schon häufig, dass energetische Zielwerte, aufgrund des Einflusses unzureichend in den Gebäudebetrieb unterwiesener Nutzerinnen und Nutzer, nicht erreicht werden konnten. Eine systematisch konzipierte und umgesetzte Nutzerinformation in der Inbetriebnahmephase verspricht somit qualitätssteigernde Auswirkungen zu haben. Das erprobte Konzept sieht

insgesamt vier Termine mit jeweils unterschiedlichen Beteiligten und Inhalten vor. Ergänzend zu diesen Terminen sollte unbedingt immer auch ein Nutzerhandbuch erstellt werden, da dieses als Nachschlagewerk für Aufbau, Funktion und Bedienung des Gebäudes sowie als Nachhaltung der Informationen für neue Nutzerinnen und Nutzer dient.

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
Thema	Auftaktgespräch	Workshop zur inhaltlichen Ausarbeitung	Informationsveranstaltung	Workshop für Nutzerfeedback
Teilnehmer	Planungsteam Bauherr Nutzer (betriebliche Ebene)	Planungsteam Bauherr Nutzer (betriebliche Ebene)	Planungsteam Bauherr alle direkten Nutzer	Bauherr Nutzer (Auswahl, ca. 10 Pers.)
Zeit	6 Monate vor Übergabe	5 Monate vor Übergabe	kurz vor der Übergabe	3 Monate nach Übergabe
Ziel	Planung der Nutzereinbindung und der gewünschten Leistungen (Nutzerhandbuch, Plakat, Workshop, Informationsveranstaltung)	Erarbeitung darzustellender Inhalte und organisatorische Planung der IV sowie Festlegung der Inhalte des Nutzerhandbuchs	Praktisches Wissen vermitteln und dem Gebäude ein Gesicht geben	Prozessoptimierung, Nutzer Meinungsäußerung ermöglichen und Zweckerfüllung des Gebäudes feststellen / maximieren
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Planer stellen kurz Gebäudefunktionen vor • Absprache der Nutzereinbindung und entsprechende Terminierung • Abstimmung zur Nutzung der Funktionen und zu Abläufen 	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation und Agenda der IV • Raumweise Erarbeitung nutzungsrelevanter Informationen und Prozesse • Definition von Problemlösungsstrategien und Verantwortlichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung des Planungsteams • Präsentation des Gebäudekonzeptes, der Funktionen und der Bedienermöglichkeiten <p>Optional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umzugsplanung • Begehung des Gebäudes in Gruppen 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexion der Inbetriebnahme • Vereinbarung weiterer Maßnahmen und Absprachen

Kontakt: Steinbeis-Innovationszentrum energieplus
Martin Laatsch, M.Sc. (Projektleitung)
Dr.-Ing. Stefan Plesser (SIZ-Leitung)
E-Mail: martin.laatsch@stw.de

OFFICE am RINGGLEIS
Hamburger Straße 277
38114 Braunschweig

Internet: www.siz-energie-plus.de

Den vollständigen Abschlussbericht zum Forschungsprojekt können Sie auf der Seite der Technischen Informationsbibliothek (TIB) abrufen: <https://www.tib.eu/de/>

Anhang:

- Standardblätter mit Anhängen
- Prüfliste für Erdsondenfelder
- Prüfliste für Sonnenschutz
- Prüfliste für Photovoltaik
- Prüfliste für Elektrotechnik
- Planungshinweise für Stromspeicher
- Schnittstellenplanung Erdsonden



Handbuch für energie- und qualitätsrelevante Prozesse für kommunale Nearly Zero Energy Gebäude

Anhang

1	Prüfliste Photovoltaik.....	1
2	Prüfliste Elektrotechnik.....	3
3	Prüfliste Erdsonden	9
4	Prüfliste Sonnenschutz	11
5	Planungshinweise Stromspeicher.....	12
6	Schnittstellenplanung Erdsonden.....	16

1 Prüfliste Photovoltaik

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Anmeldung Anlage	Anmeldung bei Versorgungsnetzbetreiber
Dachfläche	Eignung der definierten Dachfläche für die Montage der PV-Module (Ausrichtung, Dachneigung)
Einflüsse	Wurden auch ggf. Verschattungen berücksichtigt?
	Benötigten Abstände zur Dachkante eingehalten?
Wirkungsgrad der Module	Wie ist der Wirkungsgrad der Module (Einsatz plausibel?)
Anordnung	Ist die Anordnung der Module so gewählt, dass eine spätere Instandhaltung ohne Gefahren möglich ist?
Material	Wurde das Befestigungsmaterial richtig (Produktabhängig) ausgewählt?
Dimensionierung der Leitungen	Wurden die Gleichstromleitungen richtig dimensioniert und ausgewählt?
	Wurde die Wechselstromleitung richtig dimensioniert
Wechselrichter	Ist die Auswahl des Wechselrichters plausibel (Kenndaten)
	Abstände zwischen den Wechselrichtern eingehalten?
	Wurde ein Netzwerkanschluss zum Wechselrichter berücksichtigt
	Ist die Position der Wechselrichter plausibel (möglichst kurze Entfernungen der Gleichstromleitungen)
	Ist die Stringaufteilung plausibel?
Witterungsbeständigkeit	Überdachung der Wechselrichter vorhanden?
Schutzeinrichtungen	Wurde ein Überspannungsschutz berücksichtigt?
	Wurden die richtigen Leitungsschutzorgane ausgewählt?
	Wurde eine Einbindung in den Schutzpotentialausgleich eingeplant (Gestell) (bei eingehaltenem Trennungsabstand und Anlage im Schutzbereich einer Fangeinrichtung)
	Wurde eine Einbindung in den äußeren Blitzschutz eingeplant? (PV - Modulrahmen) (bei nicht eingehaltenem Trennungsabstand und Anlage im Schutzbereich einer Fangeinrichtung)

Errichtung	
Ausführung	Wurden die nötigen Abstände zur Dachkante eingehalten?
Leitungen	Wurden die Gleichstromleitungen richtig dimensioniert?
	Wurde die Wechselstromleitung richtig dimensioniert?
	Ist die Leitungsführung der Gleichstromleitungen fachgerecht ausgeführt?
	Ist die Leitungsführung der Wechselstromleitungen fachgerecht ausgeführt?
Wechselrichter	Abstände zwischen den Wechselrichtern
	Witterungsbeständigkeit / Überdachung der Wechselrichter
Inbetriebnahme	
Leistung der Module	Ist die Leistung der errechneten Module gleich mit der geforderten Leistung?
Reinigung	Organisation der regelmäßigen Reinigung in der Nutzungsphase (bei flach aufgeständerten Modulen)

2 Prüfliste Elektrotechnik

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Verlegesysteme / Kabelbühnen	Kabelbühne in den Potentialausgleich mit einbezogen?
Verlegesysteme / Brüstungskanäle / Leitungsführungskanäle	Platzreserven im Kanal berücksichtigt?
	Brandschutzaspekte eingehalten?
	Leitungstrennung innerhalb des Kanals nötig?
Potentialausgleich	Dimensionierung der Hauptpotentialausgleichsleitung richtig gewählt? (Min 6mm ² / max 25mm ²)
	Verlegung der Leitung
	Überbrückung im Bereich der Segeltuchstutzen
Einbindung in Potentialausgleich	metallischen Tragsysteme
	Lüftungsanlage
	Lüftungsrohre / -kanäle
	Kalt- und Warmwasseranlage
	Heizungsanlage
	Löschanlage
	Aufzugsanlage
	Doppelbodenanlagen
	Antennenanlage
	Telefonanlage
	fremde leitfähige Teile der Gebäudekonstruktion / Stahltreppen, gemäß DIN VDE 0100-410
Leuchten und Beleuchtungsanlagen	richtige Aufhängvorrichtung? (Dübel, Deckenhaken, etc.)
	zulässige Gebrauchslage und Montageort gewählt?
	IP - Schutzarten eingehalten?
	Leuchte zugelassen in Anlehnung an das Brandverhalten angrenzender Materialien bezogen auf die Leuchtenkennzeichnung für Brandsicherheit (F, M, MM, D)?
Installationsgeräte	Schaltstellen plausibel?
	Auf Zugentlastung geachtet?
	Ist bei einer Hohlwandinstallation darauf geachtet worden, dass die Betriebsgeräte nicht mit Krallen befestigt sind?
Batterieanlage für Sicherheitsbeleuchtung	Eigener Raum für Hauptverteiler mit Abgängen für autarke Unterstationen

	Wartungsfreie autark arbeitende zentrale Stromversorgung?
	Belüftung des Batterieraumes
Fundamenterder	Mindestquerschnitt eingehalten? (Rundst. min. 10mm / Bandst. min 30 x 3,5mm)
	Maschenweite eingehalten? (max. 20 x 20m / bei Häusern mit Blitzschutz ggf. geringere Maschenweite)
	Korrosionsschutz eingehalten? (Verbindungsstellen / Denso-Binde)
	Potentialausgleichsanschlussfahne rausgeführt / berücksichtigt
Blitzschutzanlage	Dachaufbauten berücksichtigt? (incl. ggf. Attika, Geländer, technischen Anlagen etc.)
	Befestigungspunkte richtig definiert? (z.B. Dachleitungshaltersteine bezogen auf das Dachmaterial z.B. Kies)
Sicherheitsbeleuchtung	Ist jeder Leuchte eine Stromkreisnummer zugeteilt?
	Passen die Nummerierungen der Leuchten zu denen der Unterzentralen?
	Auswahl der Leuchten (Bereitschafts- / Fluchtweg) nach Eigenschaft des Raumes (Schutzart IP) erfolgt?
	Ausreichende Signalisierung der Fluchtwege?
	Geht eine eindeutige Nummerierung / Zuordnung der Leuchten hervor? (Stromkreis / Leuchtennummer)
	Sind an allen wichtigen Wegebiegungen, Kreuzungen und Durchgängen RZL angebracht?
	Ist der Hauptverteiler in einem gesonderten Raum untergebracht?
SV – Anlage / Notstromaggregat	Spezifikation der Netzersatzanlage (Generator) angegeben?
	Ist eine Ankopplung an das Netzwerk zur Überwachung vorhanden? (Störmeldungen)
	Be- / Entlüftung direkt nach draußen vorhanden?
	Anlagenschema vorhanden?
Errichtung	
Leitungsanlagen	Saubere Leitungsführung?
	Sind Verlegeabstände und Biegeradien von Netzwerkleitungen und Lastleitungen nicht unterschritten?

	<p>Leitungen bei der Montage mit KSV - Schellen in fachgerechten Abständen befestigt? (BYY/NYCWY max. 1,5m senkrecht / waagrecht max. 0,8m) / Befestigung darf keine Beschädigung der Leitung hervorrufen / DIN VDE 0298-565</p> <p>Koax-Leitungen komplett in Leerrohren verlegt? (Nach DIN 18015)</p> <p>Keine Beschädigung sichtbar?</p> <p>Kabel in Steigeschächten ordnungsgemäß abgefangen?</p> <p>Verlegezonen eingehalten? (bei Unterputzinstallationen)</p> <p>Kabeleinführungen in Schalter / Gerätedosen fachgerecht ausgeführt?</p> <p>Leitungen umgebungsbedingt verlegt? (Außenbereiche, Art der Beanspruchung, Schirmung)</p>
Verlegesysteme / Kabelbühnen	<p>Abhängung / Befestigung fachgerecht ausgeführt?</p> <p>Trennung von Stark- und Schwachstrom vorhanden?</p> <p>Auslastung der Kabelbühne angemessen?</p> <p>Schutz vor mechanischer Beanspruchung der Kabel vorhanden? (Kantenschutzband)</p> <p>Deckenabhängung mit Schutzklappen ausgeführt?</p> <p>Einwandfreie Befestigung der Decken / Wandausleger?</p> <p>Erdung der Kabelleiter vorhanden?</p> <p>Abstand des ersten Auslegers zur Wand bei Brandschottung eingehalten (20 bis 50 cm erster Halter)</p>
Verlegesysteme / Brüstungskanäle / Leitungsführungskanäle	<p>Übergänge sauber ausgeführt? (Fugen, Kappen etc.)</p> <p>Blechkanäle geerdet?</p> <p>Alle Kabelgänge verschlossen?</p>
Kabelsammelhalter	<p>Fachgerechte Befestigung der Kabelsammelhalter / Schellen?</p> <p>Material gemäß Montageort ausgewählt?</p>
Schaltschrank- / Verteileranlagen	<p>Keine äußerlichen Beschädigungen?</p> <p>Mechanisch richtig aufgebaut?</p> <p>Schutzart des Schaltschranks richtig gewählt?</p> <p>Schranktüren versperrbar?</p> <p>Schaltplan vorhanden?</p> <p>Legende vorhanden?</p> <p>Funktion der Schösser und Vorreiber passend?</p> <p>Feld und Schrankbeschriftung vorhanden?</p>

	Herkunft der Hauptzuleitung ausgewiesen?
	Kabeleinführungen geschlossen? (auch die nicht belegten)
	Kabelabfangschiene mit Bügelschellen versehen?
	Geräte bzw. Einbaukomponenten beschriftet?
	Klemmleisten beschriftet?
	Reihenklemmen beschriftet?
	Sauberkeit des Schaltschranks (Späne / Staubfrei)
	Erdung des Schaltschranks vorhanden? (Schrank, Montageplatte und Tür)
	Kennzeichnung der PE und N- Schienen vorhanden?
	Klemmstellen von den Einbaukomponenten berührungssicher ausgeführt bzw. abgedeckt?
	Abdeckung und Kennzeichnung für unter Spannung stehender Teile bei ausgeschaltetem Hauptschalter (Klemmen) ausgeführt?
	Platzreserven in den Kabelkanälen bzw. auf den Montageplatten vorhanden (mind. 20%)
	Funktion eingesetzter Leitungsschutzschalter bzw. Schmelzsicherungen nach Stromlaufplan?
	Klemstellen bzw. Schraubverbindungen auf Festsitz prüfen
	Leitungsquerschnitte entsprechend der Vorsicherung kontrolliert?
	Selektivität bei den Absicherungen eingehalten?
	Sicherungsreserven richtig ausgewiesen?
	Fehlerstromschutzschalter (FI) richtig gewählt?
	Abgehende Leitungen gemäß DIN VDE 0100 105 (10.2014) beschriftet?
	Einsatz von N- Trennklemmen bei Querschnitten unter 10 mm ² für ISO-Messung (Messung nach DIN VDE 0100 718)
NSHV - elektrische Schalträume	Anlagenschema vorhanden
	Warn / Sicherheitsbeschilderung vorhanden? (5 Sicherheitsregeln etc., nach VDE 0105-100)
	Verbandskasten vorhanden?
Potentialausgleich	Potentialausgleichsschienen beschriftet? Zuordnung mit Schemata vorhanden?
	Sitz der Klemmverbindungen an den Potentialausgleichsschiene fest?
Leuchten und Beleuchtungsanlagen	Ist eine Beleuchtungsberechnung vorhanden und wurde sie richtig ausgelegt?
	(nach DIN EN 12464) Wurde die richtige Lichtfarbe eingesetzt?
Installationsgeräte	alle BWM / Präsenzmelder plausibel positioniert?

	Schalter / Steckdosen fachgerecht montiert und beschriftet?
	Kabeleinführung in den Schaltdosen / Abzweigkästen fachgerecht erfolgt? (Einbringung der Isolierung)
	Verdrahtung in Abzweigkästen fachgerecht und mit Kennzeichnung erfolgt?
	Beschriftung der Bauteile für Zuordnungszwecke vorhanden?
Batterieanlage für Sicherheitsbeleuchtung	Kennzeichnung des Batterieraumes
	Dokumentation / Übersichtsschaltplan vorhanden?
	Brandschottungen geschlossen?
	Resopalbeschilderung des Haupt- / Unterverteilers vorhanden?
Fundamenterder	Dokumentation vorhanden?
	Fotodokumentation vorhanden?
Blitzschutzanlage	Sind die Isolierstücke / Trennungsabstände zu den nicht in den Blitzschutz einbezogenen Bauteilen ausgeführt?
	Sind die Trennungsabstände der Ableiter bezogen auf angrenzend installierte Leitungen eingehalten? (um keine Induktionsspannung in das Gebäude zu verschleppen)
	Sind die Trennstellen zu späteren Messzwecken aufgeführt?
Sicherheitsbeleuchtung	Ausreichende Signalisierung der Fluchtwege?
	Geht eine eindeutige Nummerierung / Zuordnung der Leuchten hervor? (Stromkreis / Leuchtennummer)
	Sind an allen wichtigen Wegebiegungen, Kreuzungen und Durchgängen RZL angebracht?
	Ist die Verbindungsleitung HV zu den Unterstationen in Funktionserhalt ausgeführt?
Ausreichende Signalisierung der Fluchtwege	Ist der Raum in dem der HV steht in Funktionserhalt 30 - 90 min ausgeführt?
	Anlagenschema in der Zentrale vorhanden?
SV – Anlage / Notstromaggregat	Beschriftung der zugehörigen Komponenten vorhanden?
	Separater Betriebsraum vorhanden?
	Ist eine Ankoppelung an das Netzwerk zur Überwachung vorhanden (Störmeldungen)?
Inbetriebnahme	
Verlegesysteme / Kabelbühnen	Auslastung der Kabelbühne passend?
Schaltschrank- / Verteileranlagen	Motorschutzschalter richtig gewählt und eingestellt?

Potentialausgleich	Dokumentation der Durchgängigkeit / Messprotokolle vorhanden?
Leuchte und Beleuchtungsanlagen	Richtige Bemessungsleistung der Leuchte?
	Prüfbuch in Station vorhanden?
Richtige Bemessungsleistung der Leuchte	Betriebs- / Wartungsanleitung vorhanden?
Dokumentation	Dokumentation vorhanden?
	Fotodokumentation vorhanden?
Messungen und Protokolle	Erdungsmessung / Messprotokoll ausgeführt und vorhanden ungef. RA = 10 Ohm
	Durchgängigkeitsmessung des Fundamenterdens an allen Anschlussteilen untereinander kleiner 1 Ohm / 0,20 nm
Sicherheitsbeleuchtung	Gibt es ein Prüfbuch und ist es in den Stationen vorhanden?
	Lichttechnische Messung gemacht worden? (min. 1 lx)
SV - Anlage / Notstromaggregat	ausreichende Bevorratung des Treibstoffes vorhanden?
	Prüfbuch und Bedienungsanleitung vorhanden?

3 Prüfliste Erdsonden

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Sondenmaterial	Datenblatt prüfen auf: u.a. Korrosionsverhalten, thermischer Widerstand, hydraulischer Widerstand, Druckfestigkeit, Maße
Ringraumfüllung	Datenblatt prüfen auf: Eignung für Temperaturbereich (keine Rissbildung bei niedrigster Temperatur), Eignung für umliegendes Bodenmaterial und Grundwasser, Umweltverträglichkeit (gem. VDI 4640 Blatt 1)
Wärmeträgerfluid	Datenblatt prüfen auf: Gefährdungspotenzial für Boden und Grundwasser im Fall einer Leckage, spezifische Wärmekapazität, Dosierung Frostschutzmittel (entsprechend der niedrigstmöglichen Temperatur)
Schnittstelle	Klärung der Zuständigkeitsbereiche (Funktionsprüfungen, hydraulischer Abgleich, Verteileranschluss, Erdarbeiten für Verteilerschacht, ...)
Errichtung / Inbetriebnahme	
<p>Benötigte Unterlagen vom Errichter:</p> <p>Feldbericht/-protokoll nach DIN EN ISO 17628 bestehend aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kopfblatt nach ISO 22475-1 • Probenentnahmeprotokoll nach ISO 22475-1 • Schichtenverzeichnisse nach ISO 22475-1 • Installationsprotokoll nach DIN EN ISO 17628 • Verfüllprotokoll nach DIN EN ISO 17628 • Versuchsprotokoll nach DIN EN ISO 17628 • Messwerte- und Prüfergebnisprotokoll nach DIN EN ISO 17628 	
Sondenmaterial	Protokollierung der Meter-Markierungen beim Einführen der Rohre (Installationsprotokoll) prüfen

Ringraumfüllung	Prüfung des Verfüllprotokolls und des ordnungsgemäßen Verfüllvorgangs: ohne Hohlräume (Indikator: keine nachfolgende Absenkung des Geländes; Absackungen der Verfüllung sind ansonsten nach 1-2 Tagen auszugleichen)
Durchflussprüfung	Prüfung der Ausführung, der Protokollierung und des Ergebnisses gemäß DIN EN ISO 17628
Druckprüfung	Prüfung der Ausführung, der Protokollierung und des Ergebnisses gemäß DIN EN ISO 17628
Hydraulischer Abgleich	Prüfung des hydraulischen Abgleichs am Sondenverteiler zur Gewährleistung der gleichmäßigen Durchströmung der Wärmesonden

4 Prüfliste Sonnenschutz

Thema / Komponente	Was wird geprüft und worauf ist zu achten?
Planung	
Schnittstellen	rechtzeitige Abstimmung der Verantwortlichkeiten (Architekt, Errichter Fassade, Subunternehmer)
Funktionsbeschreibung	rechtzeitige Erarbeitung und Überprüfung
Fensterflächen	Wurden alle relevanten Fensterflächen berücksichtigt und in sinnvollen Steuergruppen zusammengefasst?
Inbetriebnahme	
Sicherheitsfunktionen	Überprüfung der eingestellten Parameter
	Windgeschwindigkeit: bei Grenzwert soll der Sonnenschutz in oberste Position gefahren werden, Überprüfung der Meldung und Regelung
	Außentemperatur: bei Grenzwert soll der Sonnenschutz in oberste Position gefahren werden, Überprüfung der Meldung und Regelung
	Regen: bei Regen soll der Sonnenschutz in oberste Position gefahren werden
Zentrale Schaltbefehle	Überprüfung der eingestellten Parameter, Zeitprogramme und Kalender hinsichtlich der Plausibilität und Gebäudenutzung
Stellungen der Lamellen	Überprüfung der Stellungen bei manuellem herunterfahren
	Überprüfung der Stellungen bei Automatikbetrieb
	Sichtprüfung der Raffstores bezüglich der eingestellten Lamellenwinkel und des oberen und unteren Anschlagpunktes
Dokumentation	Überprüfung hinsichtlich eingestellter Sollwerte, Grundriss mit Motornummern usw.
Einweisung	Einweisung des Betriebspersonals in Bedienung der zentralen Bedieneinheit

5 Planungshinweise Stromspeicher


Thema	Hinweis
Brandschutz	Interne Sicherheitsschaltungen verhindern den Brandfall ohne externe Ursache; die Batterie wird spannungslos geschaltet, sobald der sichere Betriebsbereich verlassen wird.
	Die zuständige Feuerwehr ist über die geplante Batterie und den Installationsort zu informieren, um im Brandfall die richtige Löschmethode einsetzen zu können; die Löschung von Lithium-Ionen-Batterien erfolgt mit Wasser (kontrolliertes Abbrennen). (Quelle: Feuerwehr Hannover)
Integration	Die direkte DC-Integration in das PV-Gleichstromnetz vermeidet zusätzliche Komponenten und verringert dadurch Umwandlungsverluste und Kosten; die Spannung der in Reihe geschalteten PV-Module ist darauf abzustimmen.
	Internetanschluss für Aufschaltung der Batterie auf Portal des Herstellers, darüber ist ein Monitoring des gesamten Gebäude-Stromverbrauchs, der PV-Erzeugung und der Stromspeicherung möglich.
	Potenzialfreier Kontakt für die Brandmeldeanlage
	Per CAN-Bus angeschlossene Leistungsmessung der Batterie erkennt Lastflüsse im Gebäude, keine extra Netzwerkverbindung zum Wechselrichter nötig.
	Einzelne Datenpunkte können aus dem Batteriemanagementsystem (BMS) i.d.R. per Modbus abgerufen werden.
Steuerung des ansonsten autarken Batteriebetriebs ist über RSCP (Remote-Storage-Control-Protokoll) möglich; für aktives Lastmanagement im Gebäude.	
Technologie	Lithium-Eisenphosphat (LiFePO ₄): - Art der Lithium-Ionen-Batterie

Thema	Hinweis
	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr hohe Lebensdauer (10.000 Ladezyklen, 20 Jahre) - Gesamtwirkungsgrad von 93 – 98 % - BMS ersetzt Wartung, passive Fernwartung über Internet <p>Blei-Säure-Batterie (Pb-Säure):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deutlich geringere Lebensdauer (1.500 Ladezyklen, 10 Jahre) - Gesamtwirkungsgrad von 70 – 85 % - Höhere Anforderungen an den Aufstellort (Belüftung nötig) - Regelmäßige Wartung erforderlich
Hersteller	<p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - E3/DC GmbH, Osnabrück - Sonnen GmbH, Wildpoldsried - VARTA Storage GmbH, Nördlingen - TESVOLT GmbH, Lutherstadt Wittenberg <p>Marktübersichten:</p> <p>https://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/ (Stand: 18. Juni 2021)</p> <p>https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/ (Stand: 18. Juni 2021)</p>
Schwarmschaltung	<p>Abrechnungsmodell, bei dem örtlich verteilte Stromspeicher digital verbunden sind; ggf. wirtschaftlicher, da das ausgelagerte BMS einen vergüteten netzdienlichen Betrieb gewährleistet (Verkauf von Primärregelleistung an den Netzbetreiber)</p> <p>Angebote u.a. von sonnen (sonnenCommunity) und SENEK (SENEK.Cloud)</p>
Auslegung	<p>Ziel definieren: Erhöhung des Eigennutzungsgrads, Autarkie, Deckung der nächtlichen Grundlast, Deckung des abgesenkten Wochenendbetriebs, saisonale Speicherung (Stromspeicher ungeeignet), ...</p>

Thema	Hinweis
	<p>Bestenfalls Durchführung einer Lastganganalyse bzw. dynamische Simulation mit Einstrahlungs- und Verbrauchsdaten</p> <p>Überschlägige Beispielrechnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Deckung der nächtlichen Grundlast - Addition der auftretenden nächtlichen Lasten in der Leistungsbilanz des Elektroplaners: 15,6 kW - Anwendung eines Gleichzeitigkeitsfaktors: $0,3 \times 15,6 \text{ kW} = 4,5 \text{ kW}$ - benötigte nutzbare Kapazität des Speichers zur Überbrückung von 10 Nachtstunden: $4,5 \text{ kW} \times 10 \text{ h} = 45 \text{ kWh}$ - Nennkapazität = nutzbare Kapazität / Gesamtwirkungsgrad $45 \text{ kWh} / 0,93 \approx \mathbf{48 \text{ kWh}}$ - Ladeleistung der Batterie, sodass im Tagesverlauf meistens vollständig geladen werden kann: Mittlere Tageslänge am Standort = 12,24 h Anteil der Sonnenstunden = 27,4 % $48 \text{ kWh} / (0,274 \times 12,24 \text{ h}) \approx \mathbf{14,3 \text{ kW}}$
Aufstellraum	<p>Für Lithium-Eisenphosphat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - keine aktive Kühlung oder Lüftung notwendig (keine Stofflasten) - wenn möglich außenliegenden Raum auf Nordseite wählen - ggf. geringe Abluft mit passiver Nachströmung einplanen, um Wärme konvektiv abzutransportieren - Überhitzung (> 30 °C) und Unterkühlung (< 5 °C) des Raumes führt lediglich zu automatischer Leistungsreduzierung, bei weiterer Überhitzung (> 45 °C) oder Unterkühlung (< -5 °C) Abschaltung; Einfluss auf Lebensdauer noch unbekannt
Sicherheit	Störmeldungen von Batterie und Peripherie (z.B. Wechselrichter)

Thema	Hinweis
	<p>laufen beim Hersteller auf und werden regelmäßig innerhalb von 24 h an den Kunden gemeldet.</p> <p>Das Verlassen des sicheren Betriebsbereichs führt automatisch zur spannungslos-Schaltung der Batterie.</p>
Wartung	Keine Wartung (bei Lithium-Eisenphosphat)

6 Schnittstellenplanung Erdsonden

Schnittstellen und Ablaufplan - Erdsondenfeld Projekt: xyz		siz energieplus 								
Nr.	Leistung	V - Verantwortlich, M - Mitwirken		Fa. Erdsonden	Fa. Heizung	Fa. Außenanlagen	Fa. ELT	Fa. GA	QM	Dokumentation
1	1 Installation Erdsonden abgeschlossen			V						Installations-, Verfüllprotokoll
	2 Prüfung Dokumentation			M					V	Prüfbericht
2	1 Befüllung der Rohrleitungen inkl. Nachweisen zum Wärmeträgerfluid			V	M					Probeentnahmeprotokoll
	2 Durchflussprüfungen			V	M				M	Prüfprotokoll
	3 Druckprüfungen			V	M				M	Prüfprotokoll
3	1 Errichtung des Schachts für den Erdsondenverteiler			V	M	M				
	2 Verfüllung der Baugruben			M	M	V				
	3 Fortsetzung der Arbeiten an den Außenanlagen					V				
4	1 Stromversorgung Pumpen vorhanden				M		V	M		
	2 Pumpen aufschalten und in Betrieb nehmen				M		M	V		
	3 Stromversorgung der Pumpen herstellen				M		M	V		
	4 1:1-Test (errichterseitig, nur bis zum Automationschwerpunkt)				M		M	V		Dokumentation 1:1-Test
	5 Inbetriebnahme Pumpen				M		M	V		
5	1 Hydraulischer Abgleich am Erdsondenverteiler			V					M	
	2 Prüfung des hydraulischen Abgleichs			M					V	Prüfprotokoll
6	Dokumentation vollständig			V	V		M	M	V	Prüfprotokoll
7	Übergeordnete Funktionsprüfungen			V					M	Prüfbericht