



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Gebäude- und Solartechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Mühlenfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig

www.igs.tu-bs.de



Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring – Neue Services für bessere Gebäudeperformance

Clausthal, 20.06.2016

Dr.-Ing. Stefan Plesser

energydesign
braunschweig

synavision

siz energie+



Dr.-Ing. Stefan Plesser

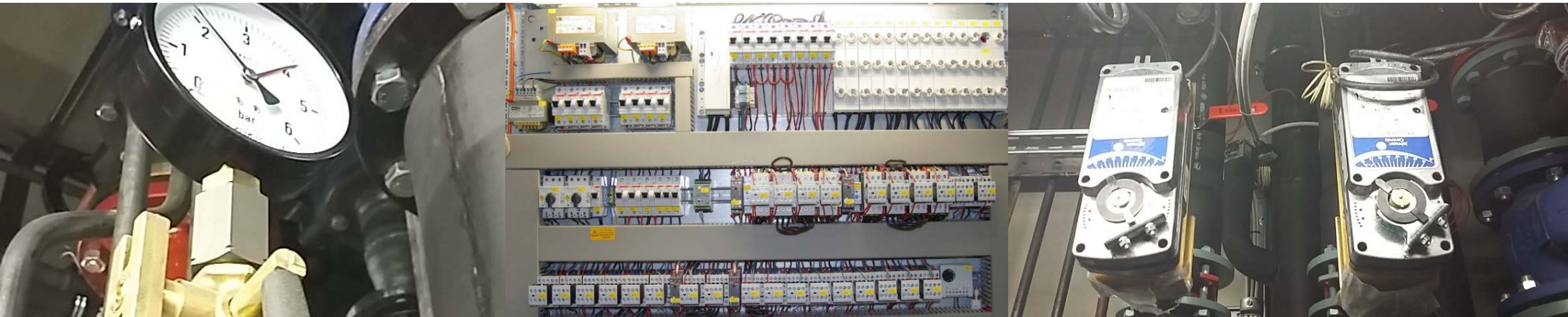
Leiter der Arbeitsgruppe Energie- und
Qualitätsmanagement
IGS – Institut für Gebäude und Solartechnik
TU Braunschweig

energydesign braunschweig GmbH
Geschäftsführender Gesellschafter

synavision GmbH, Bielefeld/Aachen/Braunschweig
Geschäftsführender Gesellschafter

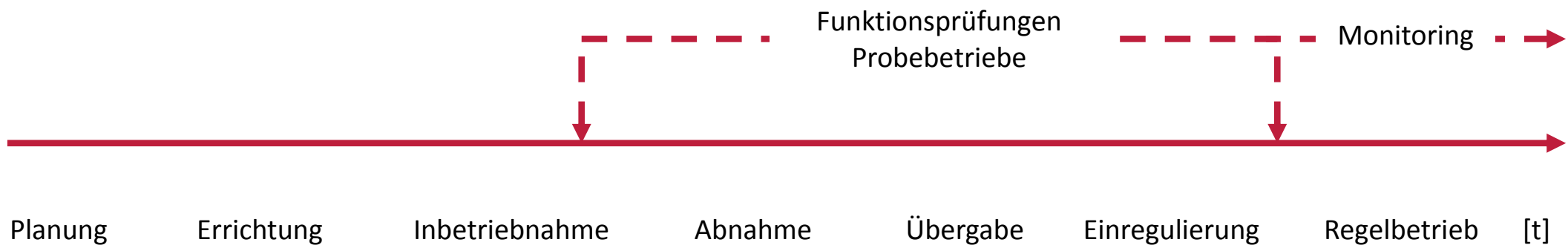
Agenda:

- Qualitätsdefizite bei Gebäuden
- Inbetriebnahmemanagement
- Technisches Monitoring
- Ausblick



Herausforderung:

- Komplexere Gebäude und Anlagentechnik
- Hoher Zeit- und Kostendruck
- Mangelnde Kontinuität bei der Übergabe von Hochschulgebäuden
- Schlechter „Zugriff“ auf das Gebäude (was passiert dort eigentlich genau?)



Konsequenzen:

- Gebäude werden „unfertig“ übergeben.
- Defizite insbesondere im Bereich der HLK-Technik und Gebäudeautomation.
- Gebäude starten mit erheblichen Fehlfunktionen.
- Hoher Aufwand für nachträgliche Funktionsprüfungen und Einregulierung – oder teilweiser Entfall.
- Gebäudemanagement übernimmt Bauaufgaben.
- Gerade Ziele wie Energieeffizienz können im Gebäudemanagement erst verspätet bearbeitet werden.
- Nutzerunzufriedenheit, erhöhte Betriebskosten.

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM)

- Analyse: Leistungsbilder HOAI und VOB sind nicht ausreichend zur Integration und Koordination der technischen Gewerke, insbesondere in der Inbetriebnahmephase
- Lösung: IBM als Managementprozess für die Inbetriebnahme
- Vorteile lt. VDI 6039:
 - Ganzheitliche Organisation
 - Nachweis der Gesamtfunktionalität
 - Kontinuität von der Planung bis in den Betrieb

Für die Inbetriebnahme ist eine Koordination der erforderlichen Aufgaben unumgänglich. Es muss hierfür ein ausreichender Zeitraum im gesamten Planungs- und Ausführungsprozess berücksichtigt werden. Ein Bezug der Gebäude ohne Abnahme erzeugt Rechtsunsicherheit für alle Beteiligten und birgt für die spätere Nutzung unvorhersehbare wirtschaftliche und juristische Folgen.

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM)

- **Grundlagenermittlung** (Ziele, Schnittstellen, Gewerkebeziehungen, Werkzeuge ...)
- **Planung** (Sicherstellung Koordination, Anlagenverzeichnis, Inbetriebnahmekonzept ...)
- **Durchführung** (Sicherstellung Koordination Gewerke/Behörden, Durchführung und Überwachung der Umsetzung, Einweisungsmanagement ...)
- **Abschluss** (Mängelmanagement, Mängeldokumentation, Dokumentation ...)



Bild 3. Zeitliche Einordnung des Inbetriebnahmemanagements im Lebenszyklus

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Ziele der Beteiligten?

Tabelle 1. Ziele der Prozessbeteiligten im Rahmen des Inbetriebnahmemanagements

	Auftraggeber (AG)	Planer, Architekten, Projektsteuerer	Ausführende Firmen (AN)	Sonstige (z. B. Sachverständige, Prüfstellen, Gewerbeaufsicht)	Betreiber, Nutzer
Kosten	Vorgabe des Kostenrahmens Einhalten des Kostenrahmens	Auswahl der Systeme innerhalb des vorgegebenen Kostenrahmens Einhalten des Kostenrahmens	auskömmliches Angebot erstellen zeitnahe Bezahlung der erbrachten Leistungen Ausführung der Leistungen im Rahmen der kalkulierten Kosten		Vermeidung zusätzlicher Kosten durch verspäteten Nutzungsbeginn Vermeidung einer Nutzungseinschränkung durch Restarbeiten geringe Betriebskosten
Qualität	Einhalten der beauftragten Qualität (Stand der Technik) Übernahme vollständiger, für den Betrieb erforderlicher Unterlagen und Verträge, wie Bedienungsanleitungen, Pläne, Wartungsunterlagen usw. mängelfreie Abnahme bzw. funktionierendes Mängelmanagement	Einhaltung der Qualität, gültiger Vorschriften, gesetzlicher Auflagen, Energiekonzepte usw. fehlerfreie und komplette Bereitstellung der für die Ausführung benötigten Unterlagen und Pläne mängelfreie Leistungserbringung Kundenzufriedenheit	Erbringen der Leistungen in der geforderten Qualität fehlerfreie und komplette Zusammenstellung von Revisionsplänen, BW+B-Unterlagen mängelfreie Ausführung und Übergabe Kundenzufriedenheit	Einhaltung gültiger Vorschriften, gesetzlicher Auflagen und der beauftragten Qualität fehlerfreie und komplette Zusammenstellung von prüfungsrelevanten Unterlagen präventives Erkennen und Vermeiden von Mängeln Kundenzufriedenheit	frühzeitige Planung und Durchführung von Einweisungen und Schulungen zu qualifizierender Mitarbeiter Verfügbarkeit von BW+B-Unterlagen störungsfreier Betrieb
Termine	Vorgabe der Termin-kette Verfolgen von Zwischenterminen fristgerechte Fertigstellung aller Leistungen vor Nutzungsbeginn schnellstmögliche Mängelbeseitigung	Berücksichtigung der Zeiten für Inbetriebnahmen und Einregulierung der Anlagen Einhalten der im Bauablaufplan festgelegten Teil- und Endfertigstellung, des Übergabetermins usw. Koordination der Abnahmeprozesse (wer, wann, mit wem) fristgerechte Übergabe an den AG Überwachen der Termine und Leistungen im Rahmen der Mängelbeseitigung	Durchführung der Leistungen entsprechend Bauzeitenplan, Vermeiden von Bauunterbrechungen fristgerechtes Durchführen von Probeläufen und Einregulierungen, auch gewerkeübergreifend Durchführen einer zeitlich und technisch koordinierten Abnahme Vermeiden von Störungen im Übergabeablauf (z. B. Behinderung durch fehlende Leistungen anderer Gewerke) Einhaltung der Fertigstellungstermine und zeitnahe Übergabe der Leistung an den AG nach Fertigstellung zeitnahe und koordinierte Mängelbeseitigung	fristgerechte Prüfung der Anlagen und Anlagenteile	frühzeitige Information bei Verzögerung der Fertigstellung fristgerechter Einzug und Nutzungsbeginn koordinierte Mängelbeseitigung ohne Beeinträchtigung der Nutzung

<p>Einhaltung der Qualität, gültiger Vorschriften, gesetzlicher Auflagen, Energiekonzepte usw.</p> <p>fehlerfreie und komplette Bereitstellung der für die Ausführung benötigten Unterlagen und Pläne</p> <p>mängelfreie Leistungserbringung</p> <p>Kundenzufriedenheit</p>	<p>Erbringen der Leistungen in der geforderten Qualität</p> <p>fehlerfreie und komplette Zusammenstellung von Revisionsplänen, BW+B-Unterlagen</p> <p>mängelfreie Ausführung und Übergabe</p> <p>Kundenzufriedenheit</p>
---	--

Quelle: VDI 6039:Juni 2011, Seite 12

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Befugnisse und Vollmachten

- Ausstattung des IBMs mit erheblichen Befugnissen
- Weisungsbefugnis gegenüber Fachplanern und Errichtern

Voraussetzungen und Konsequenzen:

- Sehr hohe fachliche Qualifikation des IBM
- Ausgeprägte Managementfähigkeiten
- Mitwirkungspflichten müssen in den Leistungsbildern der Fachplaner und der Errichter enthalten sein
- Verunklarung der Verantwortung
- Erhebliche Dauer und Intensität des IBMs

5.2 Befugnisse und Vollmachten des Inbetriebnahmemanagers

Um die unter Abschnitt 5.1 aufgeführten Vorteile eines IBM zu erreichen, muss der Inbetriebnahmema- nager mit folgenden Befugnissen und Vollmachten ausgestattet sein:

- Anordnungsbefugnis gegenüber
 - allen am Bau beteiligten Vertragspartnern hinsichtlich der Koordination der Inbetriebnahme
 - allen Vertragspartnern zum Anpassen von Betriebsparametern
- Befugnis zur
 - Definition der Anforderungen des Auftraggebers an die Anlage
 - Bekanntgabe einzuhaltender Vorschriften und Auflagen
- Vollmacht
 - zur Mängelrüge
 - zur Entgegennahme von Mängelbeseitigungsmeldungen
 - zur Zustandsfeststellung (bei Bedarf)
 - zur Erklärung der Abnahme bzw. deren Verweigerung (bei Bedarf)
 - zum Vorbehalt einer Vertragsstrafe (bei Bedarf)

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Handbuch BLB NRW für Externe

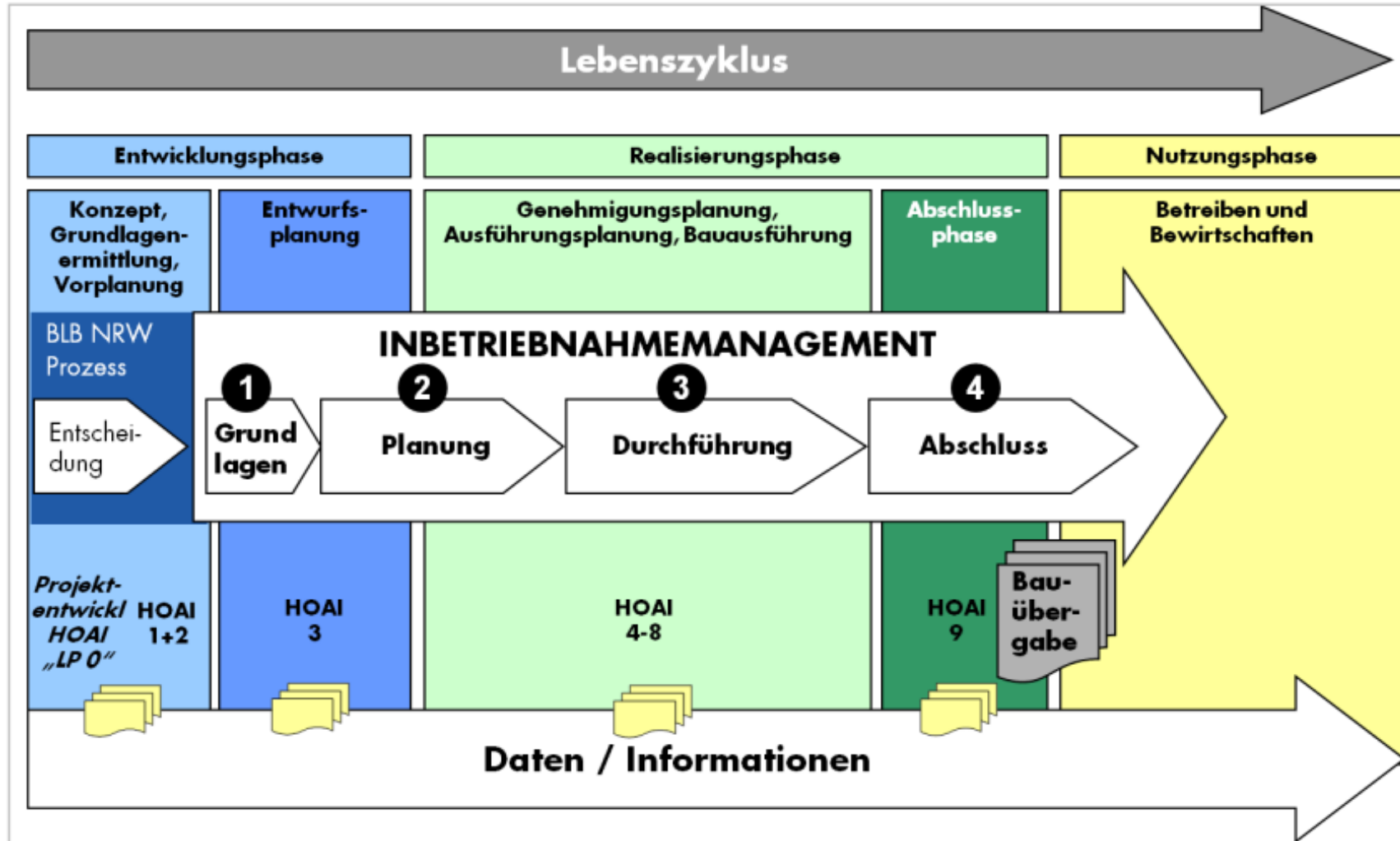


Abbildung 1: Inbetriebnahmemanagement-Prozess

Quelle: Handbuch BLB NRW 2014

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM)

← - - - - - 3-5 Jahre - - - - - →

Leistungen/Aufgaben	Grundlagen IBM	Planung IBM	Durchführung IBM	Abschluss IBM
	HOAI 2+3	HOAI 3-7	HOAI 8	HOAI 9
Zielsetzung des Inbetriebnahmemanagements (IBM)	X			
Organisation und Projektbeteiligte	X	X	X	X
Berücksichtigung Projektunterlagen	X	X	X	
IBM-Terminplan	X	X	X	
IBM-Konzept	X	X		
IBM-Aufgabenliste	X	X	X	X
IBM-Gewerkebeziehungsmatrix	X	X	X	
IBM-Schnittstellenkatalog	X	X	X	
Konzept zur Inbetriebnahme	X	X		
gewerkeübergreifende Funktionsprüfungen einschließlich Ablaufprozess im Störungsmanagement (Auswirkungen von Störungen)	X	X	X	
EDV-Werkzeuge, Datenstrukturierung, Datenformate	X	X	X	
IBM Dokumentation (nach Struktur des Betreiberhandbuches), Mitwirkung bei der Erstellung des Betreiberhandbuches	X	X	X	X
Koordination der Gewerke bzgl. gewerkeübergreifender Inbetriebnahme		X	X	
Mitwirkung bei der Erstellung der LV		X		
Mitwirkung bei der Abnahme nach VOB und übergreifende Koordination der Fachgewerke			X	
Einweisungsmanagement			X	
IBM-Schlussbericht			X	X
Mängelmanagement			X	X
Optional: IBM Dokumentation (nach Struktur des Betreiberhandbuches), Erstellung des Betreiberhandbuches	X	X	X	X

Tabelle 2: Tabelle zur Leistungsbeschreibung

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Unsere Interpretation

- Reduktion auf die wesentlichen Elemente
- Minimierung des Zusatzaufwands für alle Beteiligten
- Weitestgehende Vermeidung von Verantwortungsverlagerung von Fachplanern und Errichtern auf das IBM

Zu berücksichtigen ist, dass in der HOAI unter dem Leistungsbild Technische Ausrüstung, der **Leistungsphase 8** die Durchführung und Leistungsmessungen von Funktionsprüfungen als besondere Leistung aufgeführt ist und somit eine Abgrenzung zur den IBM-Leistungen erfordert.

Bei Bauverträgen ist die Abgrenzung ebenfalls nicht einheitlich, da die VOB Teil C, je nach den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) für Bauleistungen, unterschiedlich beschrieben sind. Als Beispiel sei hier die Gebäudeautomation nach VOB Teil C DIN 18386 unter der Nr. 3.3. Inbetriebnahme und Einregulierung und 3.4 Abnahmeprüfung benannt. Ein weiteres Beispiel ist die VOB Teil C DIN 18379 Raumluftechnische Anlagen. Auch hier wird unter 3.5 Abnahmeprüfung die DIN EN 12599 Lüftung von Gebäuden vorgegeben, die bereits die **Vollständigkeitsprüfung, Funktionsprüfung und -messung** beinhaltet.

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Fokus auf Funktionalität

➔ **Wenn möglich: Mitwirkungspflichten für Fachplaner und Errichter ausschreiben**

- **Grundlagen**

- Sichtung der TGA-Planung
- Workshop 1: Konzeptvorstellung und Abstimmung der Inbetriebnahme (HOAI/VOB)

- **Planung**

- Abfrage und Zusammenstellung von Funktionsprüfungen (HOAI/VOB)
- Entwicklung übergeordneter Funktionsprüfungen
- Workshop 2: Finale Abstimmung und Terminplan

- **Durchführung**

- Begleitung und Dokumentation der Durchführung von Funktionsprüfungen
- Durchführung und Dokumentation von übergeordneten Funktionsprüfungen

- **Abschluss**

- Übergabe der Gesamtdokumentation
- Weiterführung der übergeordneten Funktionsprüfungen als Technisches Monitoring

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Fokus auf Funktionalität

4 Dokumente:

- Schnittstellenkatalog
- Terminplan
- Protokoll Funktionsprüfungen
- Gewerke-übergreifende Funktionsprüfungen

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Schnittstellenkatalog

Liste aller zu prüfenden Anlagen

Voraussetzungen

Beteiligte und Rollen



Position		Bau-Prozess		Bausoll		Sonderfachleute						Ausführende Gewerke und Fachplaner/Architekten																														Durchführung IBM			
		P	Ab																																									Au	Ab
Planung	Abnahme	Planung		Abnahme		Mitarbeiter		Sachverständige		Tiefbau		Haftbau		Abwasser, Wasser, Gasanlagen		Wärmeverorgungsanlagen		Lüftungsanlagen		Klimatisierungsanlagen		Fernwärme- / Kälteanlagen		Motor-spezifische Anlagen		Starkstromanlagen		Gebäudeautomation		Technische Anlagen in Außenanlagen		Über-spezifische Funktionen	Bemerkungen												
		P	Ab	Au	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	P	Ab	Ab	Bemerkungen												
1	2	Bauplanung		Bauplanung																																						60	60		
1	100	Bauplanung		Bauplanung																																									
12	332	Bauplanung		Bauplanung																																									
13	338	Bauplanung		Bauplanung																																									
14	363	Bauplanung		Bauplanung																																									
2	410	Bauplanung		Bauplanung																																									
2.1	418	Bauplanung		Bauplanung																																									
2.2	416	Bauplanung		Bauplanung																																									
2.3	416	Bauplanung		Bauplanung																																									
2.4	416	Bauplanung		Bauplanung																																									
3	420	Bauplanung		Bauplanung																																									
3.1	421	Bauplanung		Bauplanung																																									
3.2	421	Bauplanung		Bauplanung																																									
3.3	422	Bauplanung		Bauplanung																																									
3.4	429	Bauplanung		Bauplanung																																									
3.5	429	Bauplanung		Bauplanung																																									
3.6	429	Bauplanung		Bauplanung																																									
4	430	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.1	431	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.2	431	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.3	432	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.4	433	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.5	434	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.6	435	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.7	431	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.8	434	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.9	434	Bauplanung		Bauplanung																																									
4.10	436	Bauplanung		Bauplanung																																									
5	440	Bauplanung		Bauplanung																																									
5.1	442/4	Bauplanung		Bauplanung																																									
5.2	442	Bauplanung		Bauplanung																																									
5.3	442	Bauplanung		Bauplanung																																									
5.4	445	Bauplanung		Bauplanung																																									
5.5	445	Bauplanung		Bauplanung																																									

Formular: GM - GBE 806
Original erstellt: 01.04.2016

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Protokoll Funktionsprüfung

Liste aller
Funktionsprüfungen

Art, Umfang und Inhalt des
Nachweises (Dokumente?)

Übersicht der
Ergebnisse



Inbetriebnahmemanagement - Protokoll Funktionsprüfung zur Abnahme



Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW

Formular: GM - GBE 812

Original geändert Stand: 29.03.2016

Maßnahme/Projekt:		Standort/ Raum:			
RLT-Anlage (Aggregate - Transportwege - Raumbereiche)		Datum der Prüfung:			
Funktionsprüfungen	Bearbeitungsstand:	LPH HOAI / Datum eintragen			
GM-Beratung/NL:	Fachunternehmen:				
externes Büro fürs IBM:	Sachverständiger:				
sonstige Teilnehmer:					
Nr.	Zu prüfende Kriterien	Nachweise aus IB [Dokumente angeben]	Mängel [®] [J: JA / N: NEIN]	Bemerkungen	Termin zur Mängelbeseitigung
Allgemein					
1.	Funktionsprüfungen nach VOB/C (DIN 18379) wurden nach DIN EN 12539 „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen“ durchgeführt und protokolliert.				
2.	Brandschutztechnische Verschlüsse und Abschottungen sind funktionsfähig und Nachweise liegen vor. Ggf. SV-Abnahme!				
Aggregate/Geräte					
3.	Zugänglichkeiten an Aggregaten/Zentralgeräte zu Reinigungs- und Wartungsbereiche gem. VDI6023				
4.	Volumenströme als Gesamtluftmenge sind bei Teillast und bei Vollast wie geplant				
5.	Druckerhöhungen der Ventilatoren sind bei Vollast wie geplant				
6.	Leistungsaufnahmen der Ventilatoren sind bei Vollast wie geplant				
7.	Keine luftseitigen Leckagen am Gerät und				

Diverse Prüfprotokolle
der Beteiligten



Messprotokolle
Prüfungen von
Sachverständigen
etc.

The screenshot shows a software interface with a sidebar on the left containing a list of documents: BCF, Die umi, Die, B. 4.4.2a, PLU, NACH Dämm, NACH, NACH, BEI, etc. The main area displays a document titled 'PLANUNG VORGABEN QUALITÄTEN' with a technical drawing of a ventilation system. The drawing includes a flow diagram with various components and a table of data. Below the drawing, there is a note dated 16.06.2016 regarding the drawing and a table for recording measurements.

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Übergeordnete Funktionsprüfung

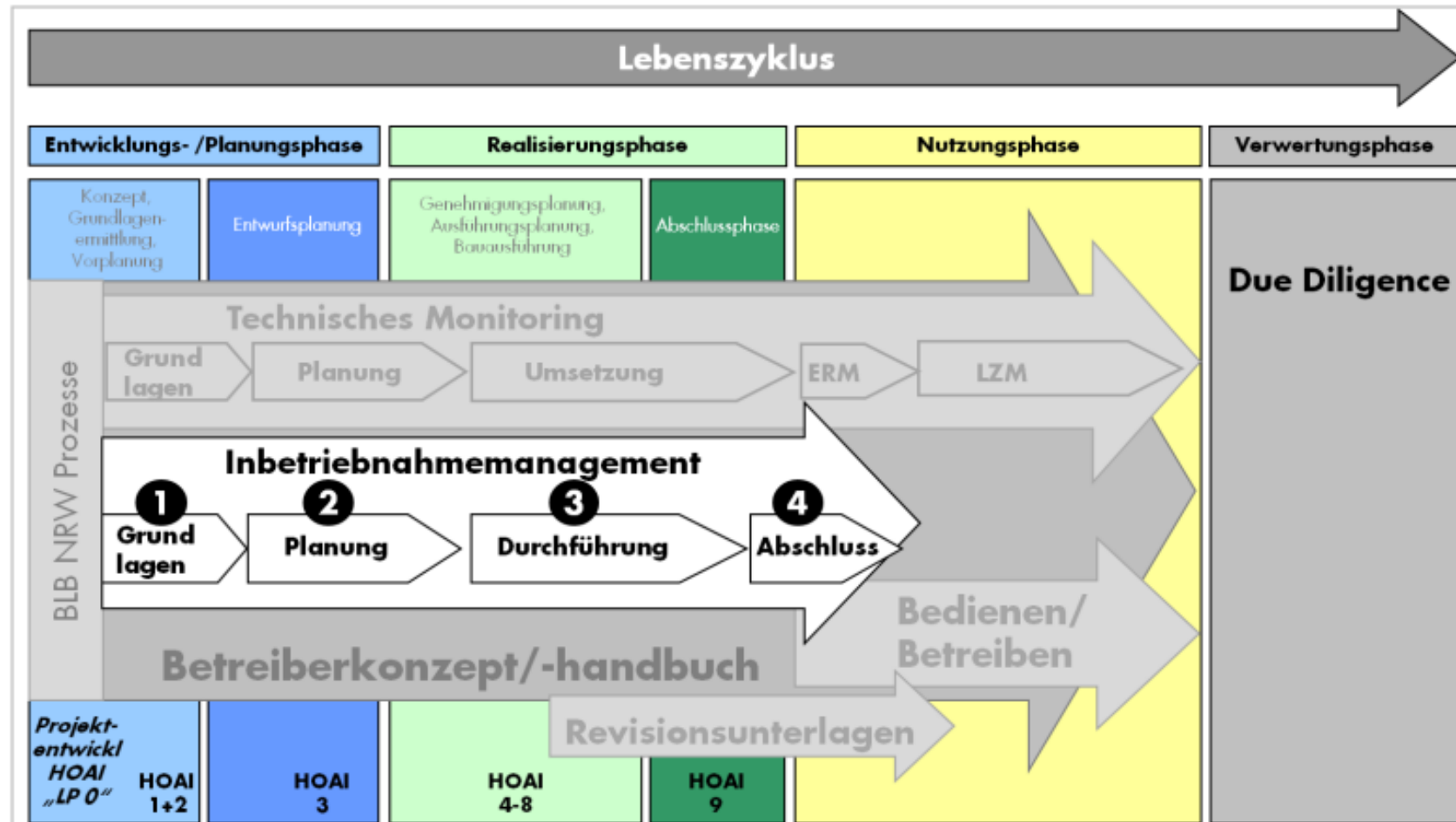


Abbildung 6: IBM im Immobilienlebenszyklus

Grundlage: VDI 6039/BLB NRW

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM)

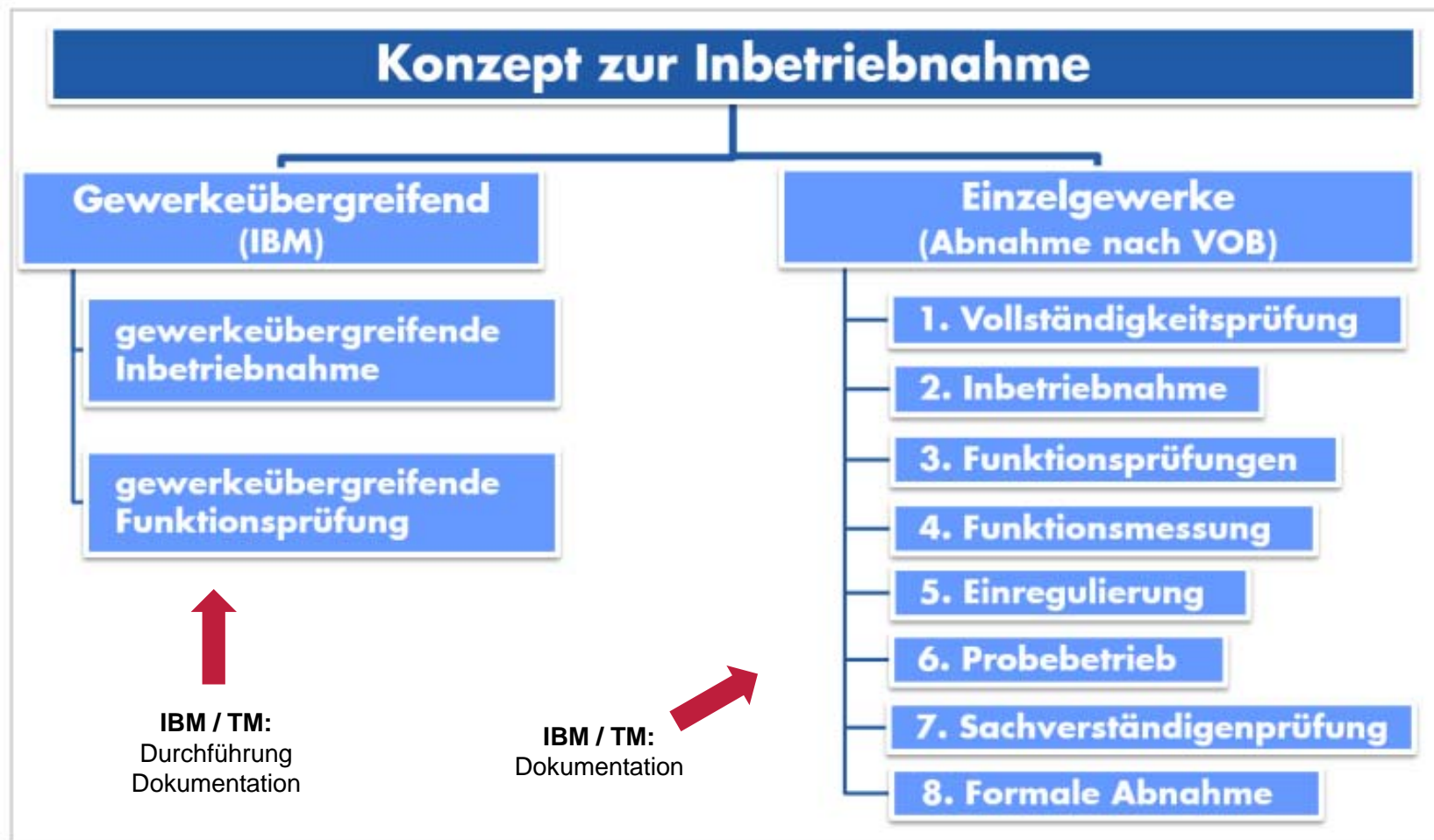
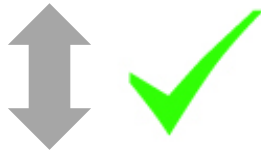


Abbildung 8: Konzept zur Inbetriebnahme

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Übergeordnete Funktionsprüfung

Verortung in den Leistungsphasen

Funktionsbeschreibung

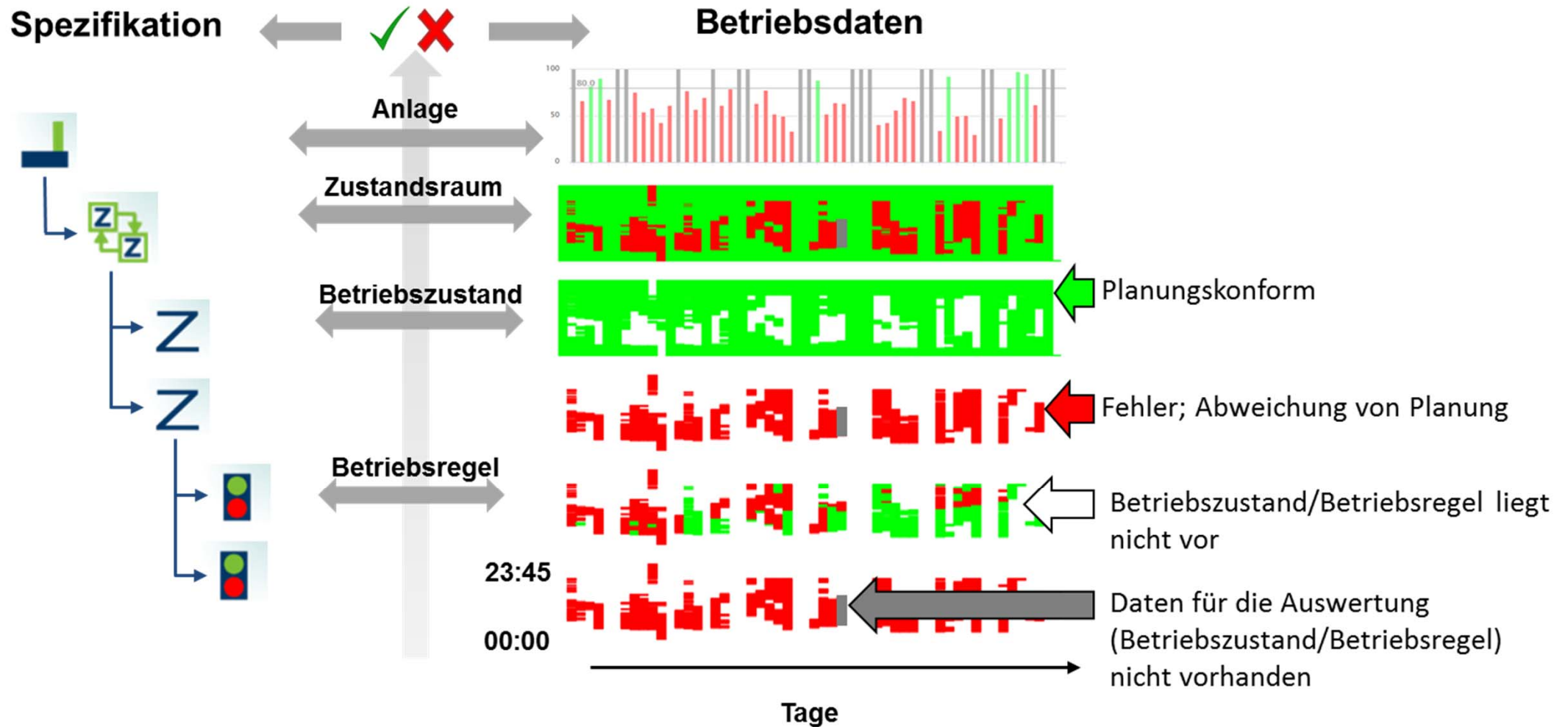


Überprüfung der Funktion

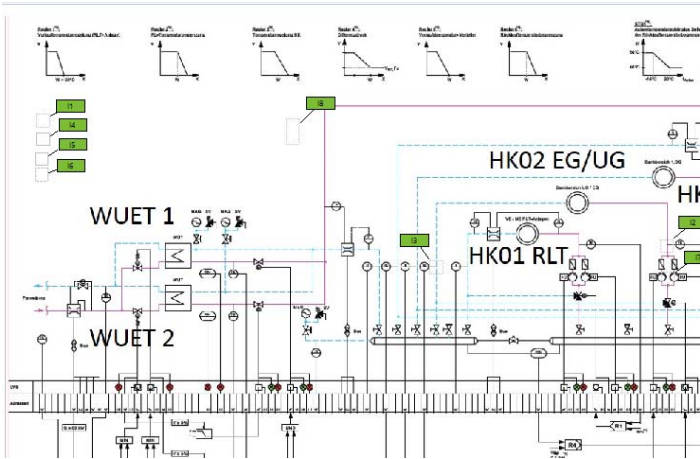
Projektphase	Leistungen	Ergebnis
Planung	Definition der Projektanforderungen Projektplanung und -organisation Technische Spezifikation	→ Auftrag
Technische Bearbeitung	Projektierung und Koordination Detaillierte Auslegung der Funktion und der Hardware Hardware-Konfiguration Konfiguration der automationsstrategien Konfiguration der Management- und Bedienfunktionen	→ Genehmigung Werkpläne → Werkssystemtest
Installation	Montage Inbetriebnahme durch GA-System-Lieferanten	
Abschluss	Probetrieb Bedienereinweisung Übergabe Fertigstellung, Restarbeiten	→ Abnahme → Projektabschluss

Prozessschritte für die Durchführung eines GA-Projekts nach DIN EN ISO 16484

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Übergeordnete Funktionsprüfung



Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Übergeordnete Funktionsprüfung



- Anlagenschema
- Funktionsbeschreibung (soweit vorh.)
- Betriebsdaten
- 1 Woche Probebetrieb
- 4 Wochen A-Z

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		WEZ: 116R1	WEZ: 116R2	WEZ: 126R1	WEZ: 126R2	WEZ: 132R1	WEZ: 132R2	WEZ: 136R1
2								
3	06.10.2015 00:00	72,28	71,49	72,76	71,41	71,96	71,54	69,81
4	06.10.2015 00:01	72,53	72,32	73,52	72,27	72,38	69,02	70,23
5	06.10.2015 00:02	72,53	72,84	74,35	72,39	73,39	66,88	70,77
6	06.10.2015 00:03	73,07	73,1	73,67	72,62	73,8	65,45	72,06
7	06.10.2015 00:04	73,26	72,99	73,18	72,75	74,11	64,8	74,76
8	06.10.2015 00:05	72,82	72,9	74,02	72,7	74,76	63,8	77,22
9	06.10.2015 00:06	72,39	73,06	73,37	71,89	75,49	61,62	79,18
10	06.10.2015 00:07	71,06	70,5	72,85	71,01	74,46	59,95	80,12
11	06.10.2015 00:08	69,24	67,17	72,37	70,11	72,87	59,79	80,82
12	06.10.2015 00:09	69,9	65,93	72,12	69,46	72,83	60,79	81,25
13	06.10.2015 00:10	71,85	66,26	71,74	69,15	74,42	61,49	81,72
14	06.10.2015 00:11	72,73	66,92	71,68	69,05	75,53	61,9	82,37
15	06.10.2015 00:12	70,75	66,81	71,53	69	75,25	61,63	83,37
16	06.10.2015 00:13	67,76	66,2	71,32	68,79	74,12	61,88	83,85
17	06.10.2015 00:14	66,18	65,83	71,05	68,62	72,35	62,21	84,26
18	06.10.2015 00:15	64,92	65,4	70,58	68,75	69,99	62,82	84,75
19	06.10.2015 00:16	64,32	65,1	69,89	68,53	69,55	63,04	85,03
20	06.10.2015 00:17	65,82	65,27	68,58	67,62	69,65	62,96	85,34
21	06.10.2015 00:18	69,49	66,76	70,99	68,07	72,31	62,49	85,63
22	06.10.2015 00:19	70,39	67,99	73,43	68,81	74,8	61,14	86,19

Workspace

Nach Name filtern

- IGS673_Celle
 - Heizzentrale
 - AFB
 - ZR1
 - B200
 - B201
 - B202
 - B203
 - B204
 - ZR2
 - BR01_ZM
 - BR02_BM_Pu_M01
 - BR03_BM_Pu_M02
 - BR04_BM_Pu_M03
 - BR05_Ve_Stellsignal_V01
 - BR06_KI_V02
 - BR07_KI_V03
 - BR08_RL_T_BHKW2_B02
 - BR09_Psp_Tu
 - ZR3
 - B205
 - B206
 - B207
 - B208
 - B209
 - B210
 - B211
 - B212
 - B213
 - KPI
 - Operation
 - Specification

Heizzentrale

Visualisierung der Anlage Heizzentrale 1 Warnung festgestellt

Variable	Kommentar	Einheit	Werttyp	Typ	Kategorie	GLT ID
I1	Außenlufttemperatur	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 228U3 B40 Au?entempe
I10	B01 VL-T BHKW System	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 136R1 B01 Hydraulische
I11	M01 BM Pu Haupt-RL	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 134M1 M01 h
I12	B04 RL-T BHKW 1	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 186R2 B04
I13	B03 VL-T BHKW 1	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 186R1 B03 B
I14	B06 RL-T BHKW 2	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 196R2 B06 BHKW 1 Rück
I15	B05 VL-T BHKW 2	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 196R1 B05 BHKW 2 Vorl.
I16	B08 RL-T BHKW 2	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 166R2 B08 B01 B02 B03

Sensoren

Nach GLT ID, Kurzbeschreibung und Tags filtern

- BHKW1
- BHKW2
- BW_WT
- GKe
- HW
- PSp
 - WEZ: 142M1 Y01 Pufferspeicher P01 P02 Regelventil Betrieb / Auf
 - WEZ: 144M1 Y02 Pufferspeicher P01 P02 Absperrklappe MK1 Betrieb / Auf
 - WEZ: 145M1 M02 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 1 Betrieb / Auf
 - WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 1 Istwert
 - WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 1 Sollwert
 - WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 1 Sollwert Entladung
 - WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 1 Stellwert
 - WEZ: 147M1 Y03 Pufferspeicher P01 P02 Absperrklappe MK2 Betrieb / Auf
 - WEZ: 149M1 M03 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 2 Betrieb / Auf
 - WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 2 Istwert
 - WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 2 Sollwert
 - WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 2 Sollwert Belastung
 - WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?lzpumpe 2 Stellwert
 - WEZ: 152M1 Y04 Pufferspeicher P01 RL Absperrklappe MK Betrieb / Auf
 - WEZ: 154R1 B17 P01 Pufferspeichertemperatur oben
 - WEZ: 154R2 B18 P01 Pufferspeichertemperatur mitte
 - WEZ: 154R3 B19 P01 Pufferspeichertemperatur unten
 - WEZ: 162M1 Y05 Pufferspeicher P02 RL Absperrklappe MK Betrieb / Auf
 - WEZ: 164R1 B20 P02 Pufferspeichertemperatur oben
 - WEZ: 164R2 B21 P02 Pufferspeichertemperatur mitte

Soll

Ist



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Gebäude- und Solartechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Mühlenfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig

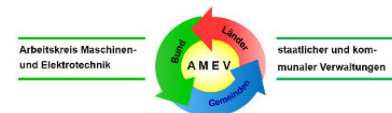
www.igs.tu-bs.de



GA Spec&Check

Qualitätsmanagement für die Gebäudeautomation

<https://www.tu-braunschweig.de/igs/forschung/specundcheck>



Deutsche Bundesbank Filiale

Standort: Bielefeld
Fläche: 4.000 m²
Geschosse: 3 Geschosse
Sanierung: Anlagentechnik
Gebäudehülle

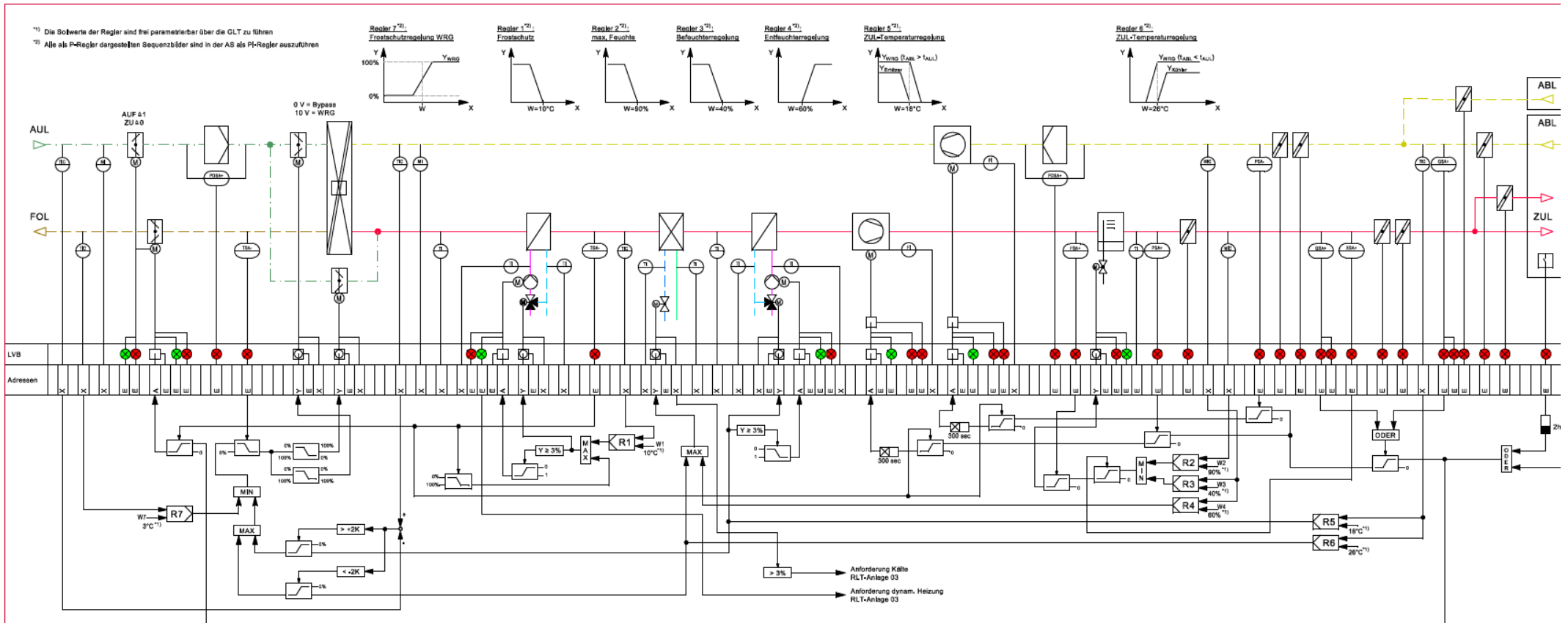
Untersuchte Anlagen:

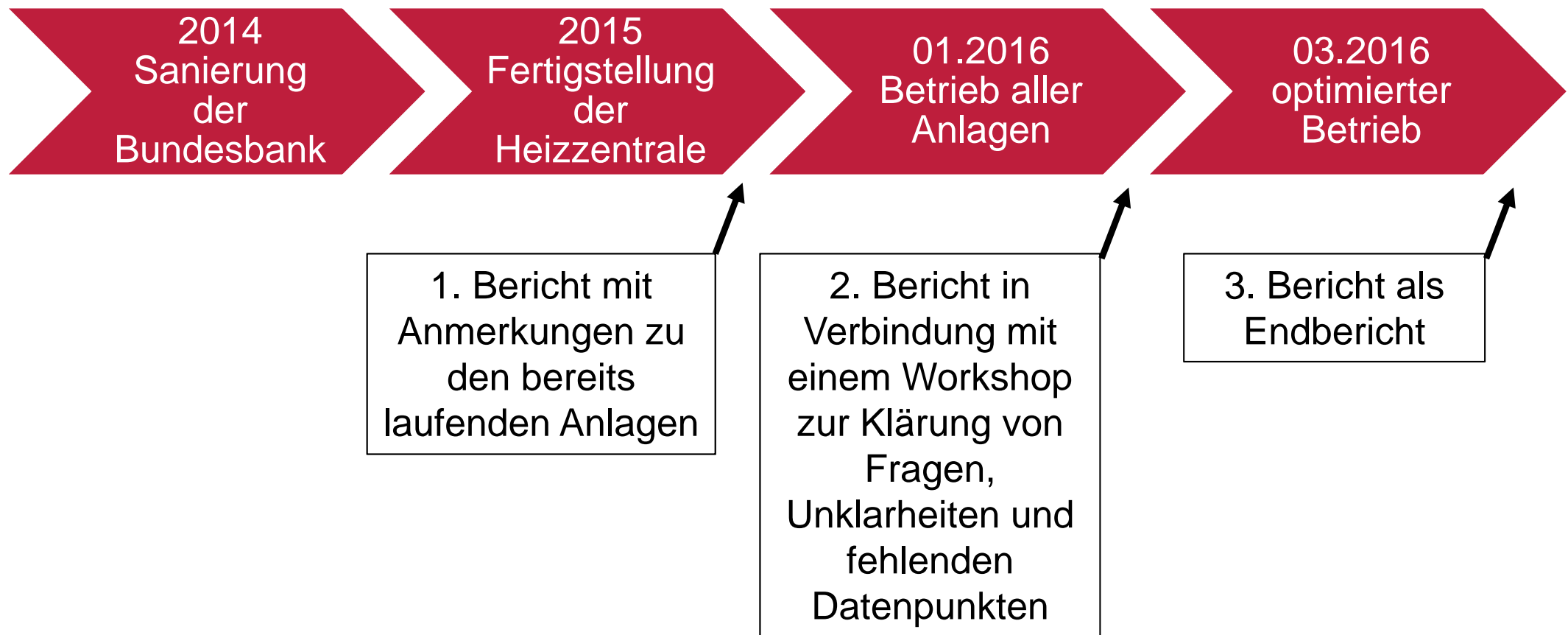
- 3 Lüftungsanlage
- Wärmeübergabestation
- 4 Heizkreise
- Kälteerzeugung
- Kältekreise

Darstellung: AFB und Ergebnis einer Lüftungsanlage
Ergebnis eines Heizkreises



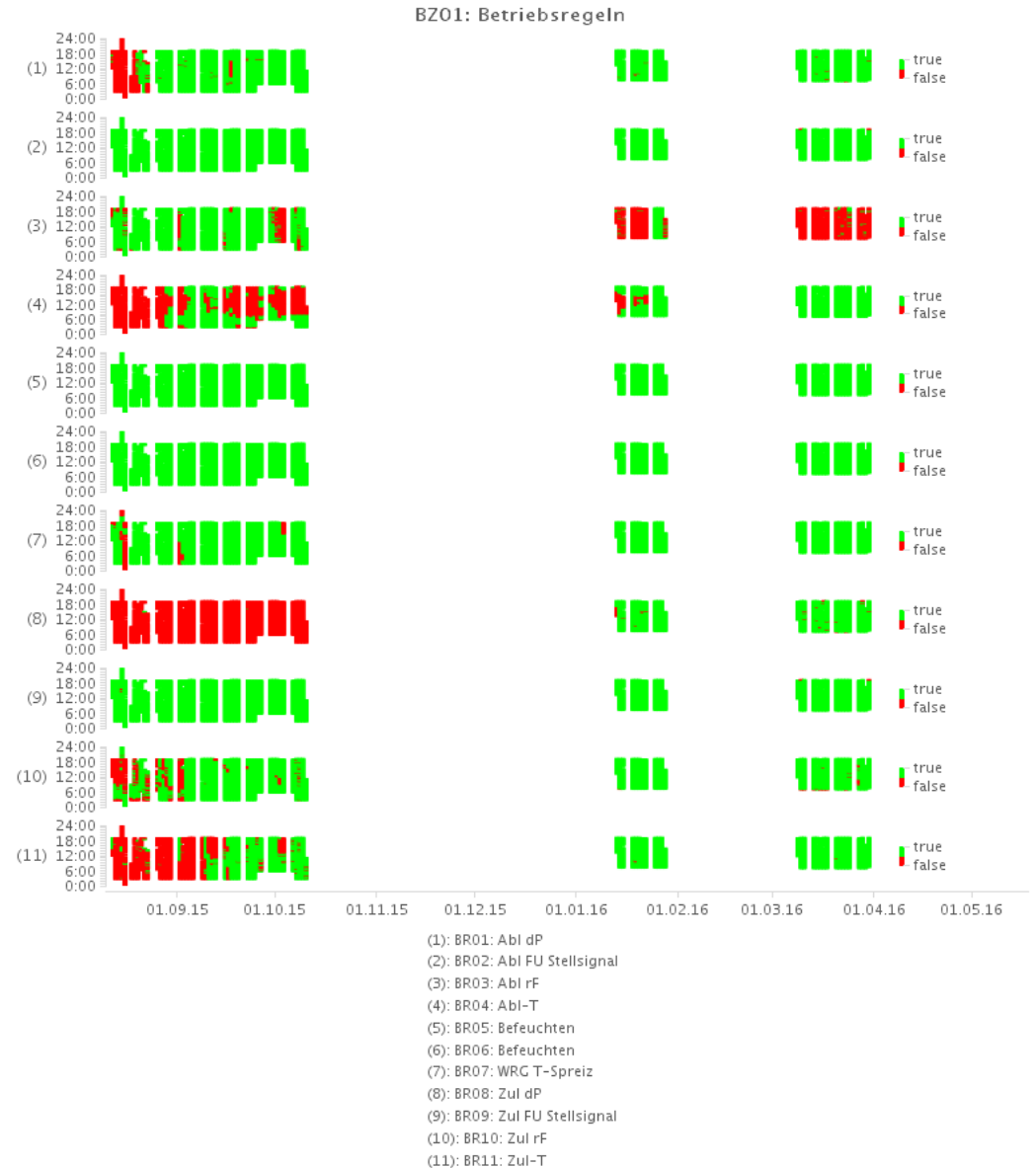
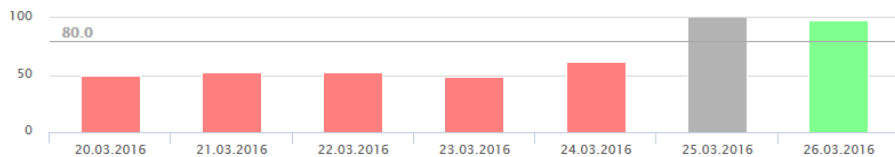
Anlagenschema





Überarbeitung der Spezifikation und Auswertung

- Zeitprogramm implementiert
- Zuluft- und Ablufttemperatur eingeregelt
- Anpassung des Zuluftkanaldrucks
- Luftfeuchtigkeit außerhalb des Sollbereichs

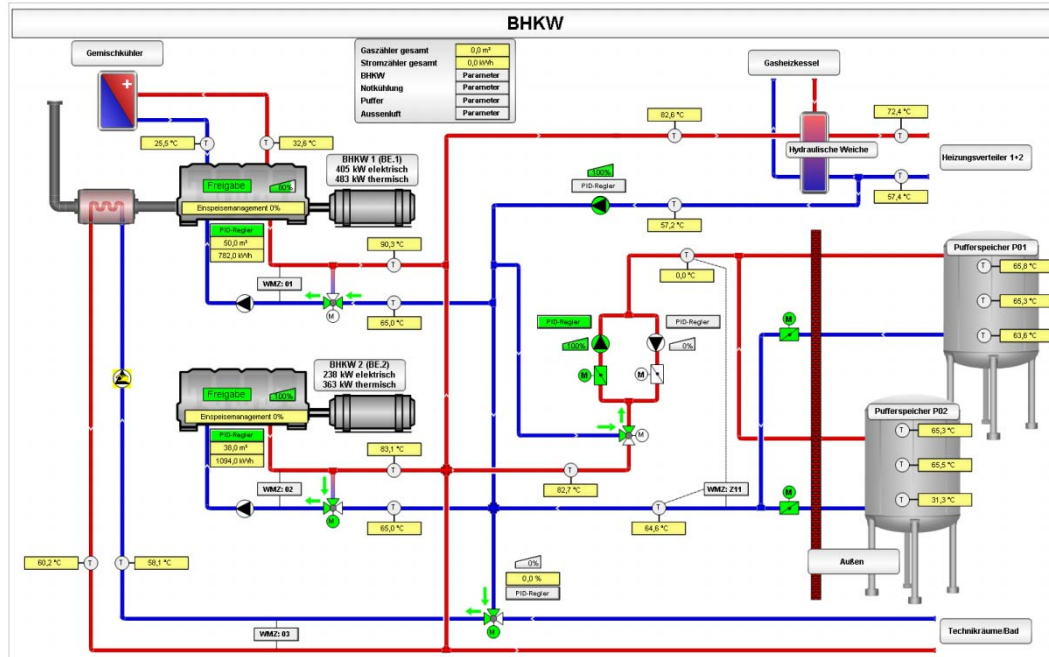




Energetische Sanierung der Heizzentrale

Zielsetzung:

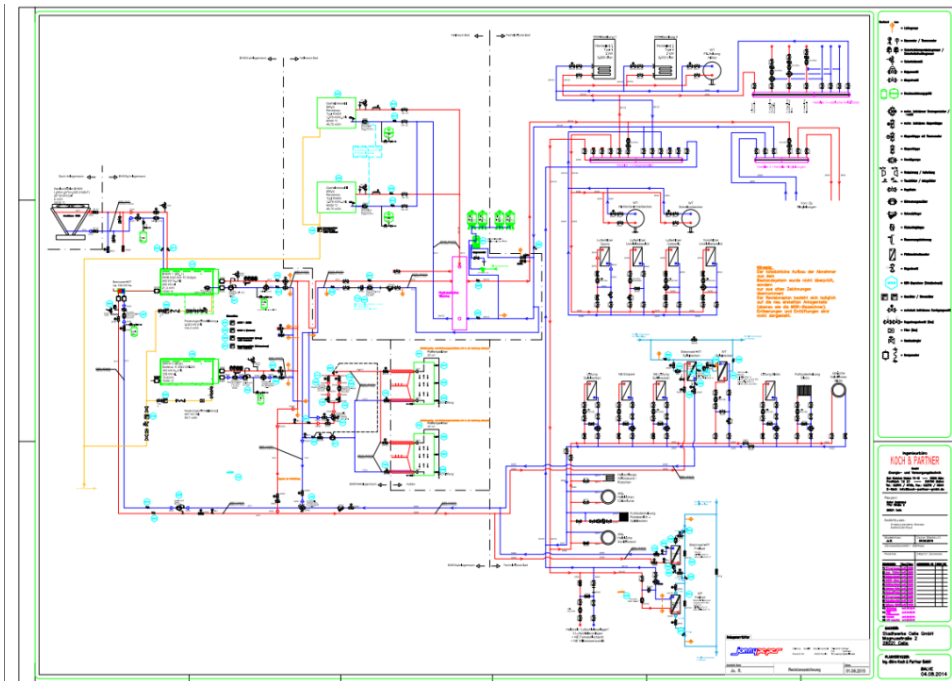
Mindestens 80 % des thermischen und 120 % des elektrischen Energieverbrauchs sollen durch die BHKWs bereitgestellt werden.



Technische Ausrüstung der Heizzentrale:

- Zwei BHKWs (insg. 900 kW_{th} / 645 kW_{el}) mit Abgaswärmetauscher zur Brennwertnutzung
- Zwei Gaskessel (insg. 2.000 kW_{th})
- Zwei Pufferspeicher (je 57 m³)

- Funktionsbeschreibung in Textform
- Ergänzende handschriftliche Anmerkungen zur Funktionsbeschreibung
- Hydraulikschema Heizung (Revision)
- Textliche Beschreibung der Regelstrategie mit Anmerkungen



Dokumenten Nr.	Datum:	Projekt:	
Celler Badeland Anhang EMSR Cause and Effects Chart	14.10.2014	Celler Badeland Stadwerke Celle GmbH 77er Straße 2 29221 CELLE	K&P erstellt durch Ing. Büro Koch & Partner GmbH, 58002 Balve
ANHANG 1: Allgemeine Regelstrategien			
Verfasser: Jo.R.	geprüft:	genehmigt:	
<p>Kessel 1/2 haben immer einen Sollwert von 70 °C Kesselwassertemperatur bei Freigabe! (abgesehen von Betriebsart 5.) -> Die Kesselsollwerttemperatur muss nach Testbetrieb eventuell geführt werden! (Sollwert der Kesseltemperatur wird bei ausbleibender Erreichung der Haupt-VL Temp. inkrementiert)</p> <p>Grundsätzliche Regelstrategie für den Kesselbetrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sollwert X1 wird für T1 (min) unterschritten -> Freigabe Führungskessel (Kessel 1 oder Kessel 2 - je nach Betriebszeit) - wenn Freigabe Führungskessel EIN & Sollwert X1 wird für T2 (min) unterschritten -> Freigabe Folgekessel - wenn BHKW-RL B02 > 72 °C für 30 sek -> Freigabe beider Kessel wird entzogen (AÜBER beim Betrieb "4. Puffer entladen") - wenn Sollwert X2 für T3 (min) überschritten wird -> Freigabe Folgekessel wird entzogen - wenn Folgekessel Freigabe AUS & Sollwert X2 für T4 (min) überschritten wird -> Freigabe beider Kessel wird entzogen <p>1. BHKW wärmegeführt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wärmeerzeuger-Kaskade ist freigegeben - Reihenfolge: BHKW 1, BHKW 2, Kessel 1/2 - BHKW 1 hat Dauerfreigabe (ausgenommen bei anliegender Störung) - Haupt-VL Temp. B23 unterschreitet Sollwert von 75 °C für 15 min -> Freigabe BHKW 2 - Kesselbetrieb mit X1 = Haupt-VL-Temp. B23 70°C; T1 = T2 = 15 min; X2 = Haupt-VL-Temp. B23 72 °C; T3 = T4 = 30 sek. - Haupt-VL Temp. B23 > 80 °C für 5 min -> BHKW 2 Entzug der Freigabe <p>- Pufferspeicher (werden nur entladen)</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenn BHKW-RL Temp. B02 < obere Pufferspeichertemp. (B17/B20) und B19/B22 < 70 °C -> Entladung Puffer über M02 - Sollwert Y11 der Pumpe M02 richtet sich nach 70 °C RL-Temp. An BHKWs (B04/B06) - wenn B02 < B17/B20 und B19/B22 > 70 °C -> Entladung über Pumpe M03 - Sollwert Y12 der Pumpe M03 = max. 6 m3/h - Sollwert Y10 der Zubringerpumpe M01 wird um 6 m3/h angehoben - Entlade-Vorgang wird beendet wenn B02 > B17/B20 für 30 sek. <p>2. BHKW stromgeführt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wärmeerzeugerkaskade und Puffer sind freigegeben - Reihenfolge: BHKW 1 / BHKW 2, Pufferspeicher, Kessel 1/2 - BHKW 1 und BHKW 2 erhalten Dauerfreigabe - Sollwert Zubringerpumpe Y10 richtet sich nach Anzahl laufender BHKWs (= 36.9 m3/h) - Puffer werden be- & entladen - wenn BHKW-RL Temp. B02 > 70°C & B19/B22 < 70°C -> Puffer werden geladen über M02 / Y01 geschlossen - Sollwert Pumpe Puffer entladen Y11 richtet sich nach 70 °C RL-Temp. An BHKWs (B04/B06) - wenn BHKW-RL Temp. B02 < 70°C & B17/B20 > 70 °C -> Puffer werden entladen über M03 / Y01 offen - Sollwert Zubringerpumpe Y10 = 100 % - Sollwert Pumpe Puffer Y12 = max. 6 m3/h - Kesselbetrieb mit X1 = Haupt-VL-Temp. B23 70°C; T1 = T2 = 15 min; X2 = Haupt-VL Temp. B23 72 °C; T3 = T4 = 30 sek. <p>3. Laufzeitoptimierung BHKWs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wärmeerzeuger-Kaskade und Puffer sind freigegeben - Reihenfolge: Puffer, BHKW 1, BHKW 2, Kessel 1/2 - wenn Haupt-VL Temp. B23 < 80 °C & obere Puffertemp. B17/B20 > 70 °C & BHKW 1 Freigabe AUS -> Entladung Puffer über M03 mit Sollwerten Y10 = Y12 = 100 % / Y01 = offen <p>- Haupt-VL Temp. B23 unterschreitet Sollwert von 75 °C für 10 min -> Freigabe BHKW 1 - Haupt-VL Temp. B23 unterschreitet Sollwert von 75 °C für 30 min -> Freigabe BHKW 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - wenn Freigabe BHKW 1/2 EIN & BHKW-RL Temp. B02 > 70°C > B19/B22 -> Entladung Puffer über M02, Y01 = ZU - Sollwert Y11 von Pumpe M02 orientiert sich an BHKW 1 RL-Temp. B04 = 70 °C - wenn B04 < 70 °C -> Y11 über Zeilrampe dekrementieren - wenn B04 > 70 °C -> Y11 über Zeilrampe inkrementieren 			
			Fall 1
			Fall 2
			Fall 3
			Fall 4
			Fall 5
			Fall 6

Spezifikation – Erfassung im Digitalen Prüfstand

<p>Fallunterscheidung Fall 1</p> <p>Entladung wärmegeführt über M02</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Regelventil Y01 → 90° ✓ 2 Absperrklappe Y02 Auf ✓ 3 Pumpe M02 Ein ✓ 4 Sollwert Pumpe M02 mit SW / IVV über PID – Regler ✓ 5 Absperrklappe Y03 Zu ✓ 6 Pumpe M03 Aus ✓ 7 Sollwert Pumpe M03 0% ✓ 8 Absperrklappe Y04 Auf, wenn Puffer 1 freigegeben ✓ 9 Absperrklappe Y05 Auf, wenn Puffer 2 freigegeben ✓ 10 Pumpe M01 Ein ✓ 11 Sollwert M01 mit SW / IVV über PID – Regler ✓ 	<p>Freigabebedingung wie in Ihrer Funktionsbeschreibung beschrieben</p>
<p>Fall 2</p> <p>Entladung wärmegeführt über M03</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Regelventil Y01 → 0° ✓ 2 Absperrklappe Y02 Zu ✓ 3 Pumpe M02 Aus ✓ 4 Sollwert Pumpe M02 0% ✓ 5 Absperrklappe Y03 Auf ✓ 6 Pumpe M03 Ein ✓ 7 Sollwert Pumpe M03 Festsollwert ✓ 8 Absperrklappe Y04 Auf, wenn Puffer 1 freigegeben ✓ 9 Absperrklappe Y05 Auf, wenn Puffer 2 freigegeben ✓ 10 Pumpe M01 Ein ✓ 11 Sollwert M01 mit SW / IVV über PID – Regler ✓ 	<p>wie in Ihrer Funktionsbeschreibung beschrieben</p>

100%

<p>1. BHKW wärmegeführt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wärmeerzeuger-Kaskade ist freigegeben - Reihenfolge: BHKW 1, BHKW 2, Kessel 1/2 - BHKW 1 hat Dauerfreigabe (ausgenommen bei anliegender Störung) - Haupt-VL Temp. B23 unterschreitet Sollwert von 75 °C für 15 min -> Freigabe BHKW 2 - Kesselbetrieb mit X1 = Haupt-VL-Temp. B23 70 °C; T1 = T2 = 15 min; X2 = Haupt-VL-Temp. B23 72 °C; T3 = T4 = 30 sek. - Haupt-VL Temp. B23 > 80 °C für 5 min -> BHKW 2 Entzug der Freigabe 	
<ul style="list-style-type: none"> - Pufferspeicher (werden nur entladen) - wenn BHKW-RL Temp. B02 < obere Pufferspeichertemp. (B17/B20) und B19/B22 < 70 °C -> Entladung Puffer über M02 - Sollwert Y11 der Pumpe M02 richtet sich nach 70 °C RL-Temp. An BHKWs (B04/B06) 	Fall 1
<ul style="list-style-type: none"> - wenn B02 < B17/B20 und B19/B22 > 70 °C -> Entladung über Pumpe M03 - Sollwert Y12 der Pumpe M03 = max. 6 m3/h - Sollwert Y10 der Zubringerpumpe M01 wird um 6 m3/h angehoben - Entlade-Vorgang wird beendet wenn B02 > B17/B20 für 30 sek. 	Fall 2



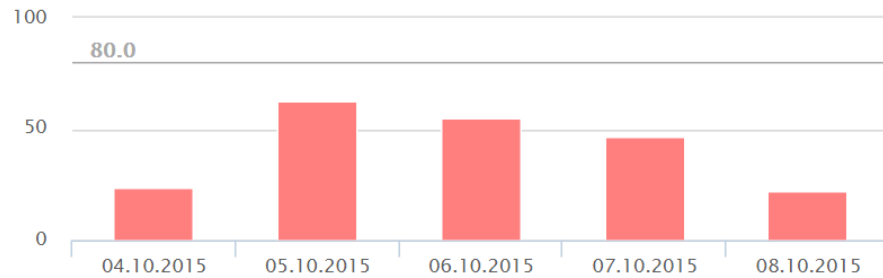
IGS673_Celle

- Heizzentrale
 - AFB
 - ZR1
 - ALT
 - BZ00
 - BZ01
 - BR01_ZM
 - BR02_BM_Pu_M01
 - BR03_BM_Pu_M02
 - BR04_BM_Pu_M03
 - BR05_Ve_Stellsignal_Y01
 - BR06_KI_Y02
 - BR07_KI_Y03
 - BR08_RL_T_BHKWs_B02
 - BR09_PSp_Tu
 - BR10_Freigabe_BHKW2
 - BR11_BM_Pu_BHKW1_A01
 - BR12_BM_Pu_BHKW2_A02
 - BR13_BM_Pu_GKe1_M05
 - BR14_BM_Pu_GKe2_M06
 - BZ02
 - BR01_ZM
 - BR02_BM_Pu_M01
 - BR03_BM_Pu_M02
 - BR04_BM_Pu_M03
 - BR05_Ve_Stellsignal_Y01
 - BR06_KI_Y02
 - BR07_KI_Y03
 - BR08_RL_T_BHKWs_B02
 - BR09_PSp_Tu
 - BR10_BM_Pu_BHKW1_A01
 - BR11_BM_Pu_BHKW2_A02
 - BR12_BM_Pu_GKe1_M05
 - BR13_BM_Pu_GKe2_M06
 - BZ03
 - BZ04
 - BZ05
 - BZ06
 - BZ07
 - BZ08
 - BZ09
 - BZ10
 - BZ11
 - BZ12
 - BZ13

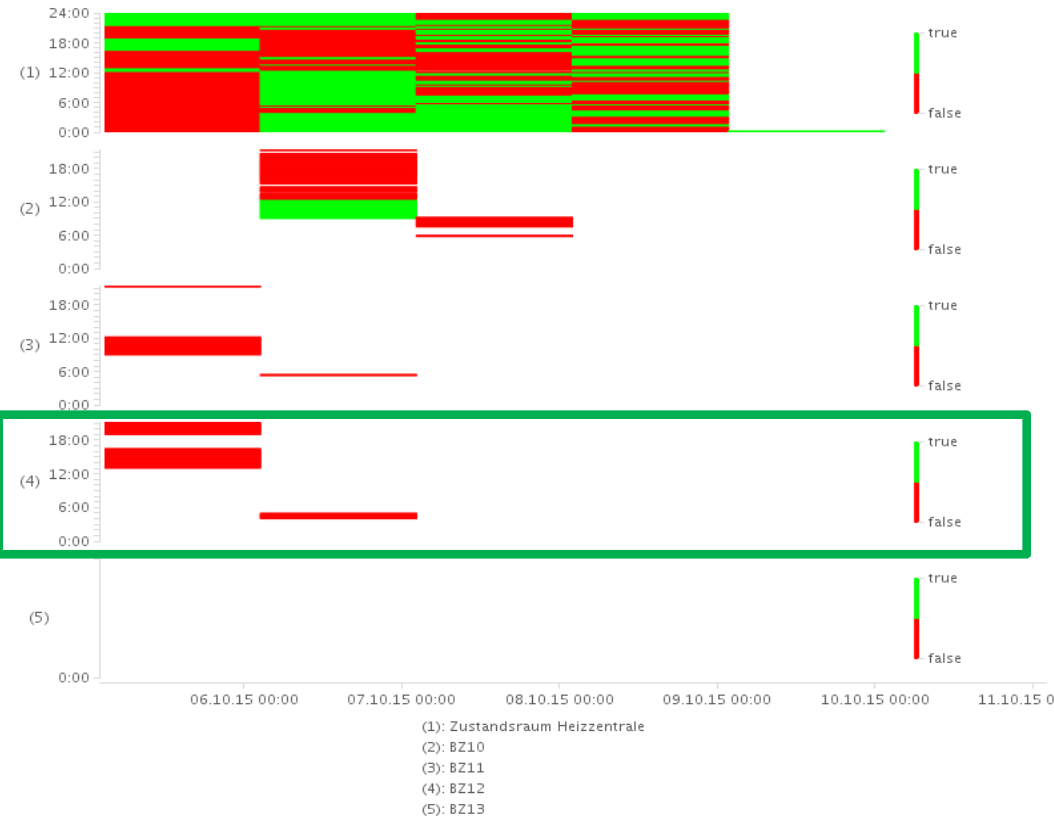
- 4 Betriebsarten
- 13 Betriebszustände
- jeweils 12-15 Betriebsregeln

Analyse und Auswertung – Betriebsart 4

Betriebsgüte pro Tag [%]



Betriebsart 4 – Betriebszustände



Funktion Soll	Ist Anmerkungen / Empfehlungen
BZ10: PSp entladen über M03, BHKW keine Freigabe Kesselpumpen (M05 und M06) in Betrieb, wenn entspr. Kessel in Betrieb	M05 und M06 sind nie in Betrieb
BZ11: PSp beladen über M02 Pumpen der BHKWs (A01+A02) und der Kessel (M05+M06) in Betrieb, wenn entspr. Erzeuger in Betrieb	Alle vier Pumpen sind nie in Betrieb
BZ12: BHKW 1+2 aus, PSp durchladen Pumpe M02 an Klappe Y02 geöffnet Pumpe M03 aus Klappe Y03 geschlossen	Pumpe M02 aus Klappe Y02 geschlossen Pumpe M03 an Klappe Y03 geöffnet

Analyse und Auswertung – Betriebsart 4

Aktive Funktionsbeschreibung – BZ12 – Betriebsregeln



Pumpe M02
Pumpe M03

Ventil Y02
Ventil Y03

Funktion Soll	Ist Anmerkungen / Empfehlungen
BZ10: PSp entladen über M03, BHKW keine Freigabe	
Kesselpumpen (M05 und M06) in Betrieb, wenn entspr. Kessel in Betrieb	M05 und M06 sind nie in Betrieb
BZ11: PSp beladen über M02	
Pumpen der BHKWs (A01+A02) und der Kessel (M05+M06) in Betrieb, wenn entspr. Erzeuger in Betrieb	Alle vier Pumpen sind nie in Betrieb
BZ12: BHKW 1+2 aus, PSp durchladen	
Pumpe M02 an Klappe Y02 geöffnet Pumpe M03 aus Klappe Y03 geschlossen	Pumpe M02 aus Klappe Y02 geschlossen Pumpe M03 an Klappe Y03 geöffnet

Prüfzeitraum:

Probetriebswoche – 04.10.15 bis 09.10.15

Bearbeitungsschritte:

1. Bereitstellung der erforderlichen Unterlagen an synavision
2. Spezifizierung des Digitalen Prüfstands anhand der verfügbaren Dokumentation

3 Tage

Spezifikation

3. Beginn des Probetriebs und der Datenaufzeichnung
4. Bereitstellung des ersten Datensatzes am Abend
5. Import und Zuweisung der Datenpunkte auf dem Virtuellen Prüfstand

1 Tag

Zuweisung

6. Automatisierte Auswertung mit jeder Bereitstellung einer neuen Messdatendatei
7. Analyse und Rückmeldung täglich telefonisch / per Mail an Betreiber / Planer
8. Visualisierung der Ergebnisse in Berichtsform und auf Website

7 Tage

Auswertung

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Übergeordnete Funktionsprüfung

3. Prüfwoche	Von	Bis	Betriebsgüte	Ziel erreicht
KW 12 (Winterwoche)	21.03.2015	27.03.2015	57 %	nein



In der folgenden Tabelle sind konkrete Hinweise auf einzelne Optimierungspotenziale aufgelistet.

Funktion – Soll	Ist-Zustand und Empfehlung
BZ00 Aus: Pufferspeichertemperatur oben < 12°C	Pufferspeichertemperatur liegt über 12°C → frühere Aktivierung der Kältemaschine; Laufzeit der Kältemaschine bis Pufferspeicher eine Temperatur von nahezu 6°C erreicht
BZ01 Einzelbetrieb Kälteleistung > 0	Es liegt keine Kälteleistung vor
BZ02 Anlage 2 Pufferspeichertemperatur oben < 12°C	Pufferspeichertemperatur liegt über 12°C → frühere Aktivierung der Kältemaschine;

3. Prüfwoche	Von	Bis	Betriebsgüte	Ziel erreicht
KW 12 (Winterwoche)	21.03.2016	27.03.2016	70 %	nein



In der folgenden Tabelle sind konkrete Hinweise auf einzelne Optimierungspotenziale aufgelistet.

Funktion – Soll	Ist-Zustand und Empfehlung
BZ00 Aus: Keine Anmerkungen	Keine Anmerkungen
BZ01 Normalbetrieb: Zeitprogramm Relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60%	ok Relative Luftfeuchtigkeit liegt ca. 5% unterhalb dieses Bandes

Inbetriebnahmemanagement nach VDI 6039 (IBM): Übergeordnete Funktionsprüfung

Prüfung → Anlage ↓	BG 2015 KW 30 KW 34	BG 2016 KW 3	BG 2016 KW 12	Kosten- vermeidung ¹	Anmerkung Empfehlung
Fernwärme	75%	0%	76%		WT2 korrigieren
Heizkreis 1	30%	55%	80%		
Heizkreis 2	50%	10%	88%	1.440 €/a	
Heizkreis 3	80%	10%	86%	720 €/a	
Heizkreis 4	80%	10%	65%	240 €/a	
Kältemaschine	93%	0%	57%		Noch kein Betrieb in der ersten Prüfung
Kältekreise	-	-	99%		
RLT 1	55%	62%	62%		Luftfeuchte korrigieren
RLT 3	64%	68%	70%		Luftfeuchte korrigieren
RLT 7	45%	68%	68%		Grundtemperatur der Sozialräume überprüfen
Gesamt	63 %	31 %	75 %	2.400 €/a	
Prognose Lebensdauer	-	-	-	48.000 €	

Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring

- Kontinuität von
 - übergeordneter Funktionsprüfung (Probetrieb)
 - Kurzer, definierter Zeitraum
 - Lasten vorhanden
 - Kein Eingriff

und

- Technischem Monitoring (Regelbetrieb)
- Technisches Monitoring
 - regelmäßige übergeordnete Funktionsprüfungen
 - Grundlage: Gebäudeautomation und ggf. Energiemanagementsystem
 - Gleiche Modellierungsbasis, kein Zusatzaufwand für Spezifikation, Datenerfassung, Implementierung, Reporting etc.

Fazit

- IBM und TM können die Performance von Gebäude und Anlagen verbessern und die Betriebsoptimierung beschleunigen.
- Der Prozess sollte schlank gehalten werden, um den Prozess selbst alle Beteiligten nicht zu überfordern.
- Verantwortungen sollten klar definiert bleiben.
- Übergeordnete Funktionsprüfungen und technisches Monitoring sollten als kontinuierlicher Prozess betrachtet und an den Erfordernissen des Betriebs ausgerichtet werden.

Angebot an Hochschulen ab Sommer 2016: plesser@synavision.de