



Energieoptimiertes Bauen – EnEff:Schule  
Neubau der St. Franziskus-Grundschule in Halle (Saale)  
als Nullenergiehaus in Holzbauweise

## Abschlussbericht Teil 4: Messtechnik

Prof. Dr.-Ing. K. Jagnow  
Dipl.-Ing. (FH) K. Gebhardt, M. Eng.

Die Verantwortung für den Inhalt  
des Berichtes liegt bei den Verfassern.

Magdeburg, September 2018

unter dem Förderkennzeichen  
FKZ 03274300  
gefördert durch das:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Impressum

## **Projektförderung:**

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
unter dem Förderkennzeichen FKZ 03274300  
Im Förderprogramm Energieoptimiertes Bauen (EnOB) – EnEff:Schule

## **Projektträger:**

Projektträger Jülich (PTJ)  
Wilhelm-Johnen-Straße  
52428 Jülich

## **Projektlaufzeit:**

01.04.2013 - 31.03.2018

## **Fördermittelnehmer und Forschungskooperationspartner:**



Edith-Stein-Schulstiftung des Bistums Magdeburg  
Max-Josef-Metzger-Str. 1  
39104 Magdeburg

## **Verantwortliche Berichtverfasser:**



Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow  
Dipl.-Ing. (FH) Katharina Gebhardt, M. Eng.  
Fachbereich Wasser, Bau, Umwelt und Sicherheit  
Hochschule Magdeburg/Stendal  
Breitscheidstraße 2, 39114 Magdeburg

## **Projektbearbeiter:**

Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow  
Dipl.-Ing. (FH) Katharina Gebhardt, M. Eng.  
Sebastian Kelm, M. Eng.  
Adrian Rehbein, M. Eng.  
Robert Schulze, M. Eng.

## **Datenstand:**

Magdeburg, 30.09.2018



## Inhalt

<b>Impressum</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Messkonzept</b> .....	<b>15</b>
2.1 Fragestellungen .....	15
2.2 Ursprüngliche und modifizierte Planung.....	16
2.3 Empfehlungen .....	22
<b>3 Übersicht Datenpunkte</b> .....	<b>23</b>
3.1 Messorte und Messkreise .....	23
3.2 Messpunktliste .....	25
3.3 Zählerschemen.....	27
3.4 Datenerfassungsraten .....	29
<b>4 Systemaufbau, Hardware und Komponenten</b> .....	<b>31</b>
4.1 Gesamtsystemaufbau .....	31
4.2 Bauseitige Zähler .....	32
4.3 Kompaktmodule .....	39
4.4 Zentrale Komponenten .....	41
4.5 Messsensoren .....	47
4.6 Beispielhafte Messaufbauten .....	51
4.7 Erkenntnisse und Empfehlungen.....	56
<b>5 Software und Datenverarbeitung</b> .....	<b>59</b>
5.1 Datenbeschaffung von Drittanbietern.....	59
5.2 Server und virtuelle Server .....	63
5.3 Monisoft .....	64
5.4 Datenverarbeitung .....	65
5.5 Auswertevorgang.....	67
5.6 Empfehlungen .....	72
<b>6 Erkenntnisse und Empfehlungen</b> .....	<b>73</b>
<b>7 Anhang</b> .....	<b>75</b>
7.1 Literatur.....	75
7.2 Nomenklatur .....	75
7.3 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	76
7.4 Messpunktliste .....	77
7.5 Planer, Ausführende, Projektbeteiligte .....	86
7.6 Überblick über separate Anhänge.....	86



# 1 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht erläutert im ersten Schritt das für die St. Franziskus-Grundschule geplante Messkonzept mit den Zielen der Messung. Abweichungen zwischen der ersten Planung und der finalen Umsetzung werden erläutert. Anschließend wird ein Überblick über die Art und Lage der Messpunkte gegeben sowie die Datenerfassungsintervalle erläutert. Darüber hinaus werden aus den Messpunkten, die eine Energie- oder Medienverbrauchsmenge erfassen, Gesamtzählerschemen entwickelt.

Der Hauptteil des Berichtes widmet sich der Beschreibung des Gesamtaufbaus des Monitorings: von den Hardwarekomponenten bis zur Softwareauswertung. Zunächst werden eingesetzte Messfühler, Zähler sowie Datenverarbeitungskomponenten näher beschrieben. Sofern verfügbar werden Messgenauigkeiten genannt. Anschließend wird der Datenfluss vom Sensor über mehrere Server bis zum Auswertevorgang mit der Software MONISOFT thematisiert.

Sofern möglich münden die Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Projektumsetzung in Empfehlungen für künftige Projekte.

## Messziele

Für die St. Franziskus-Grundschule in Halle umfasst das Monitoring folgende Teilaspekte:

- Auswertung der Gesamtverbräuche für Wärme, Strom, Wasser und Regenwasser sowie wichtiger Hauptverbraucher (Klassen, Hort, Hausmeister, Küche, Verwaltung),
- Untersuchen des Daches, der Nordwand und der Bodenplatte hinsichtlich erreichter Dämmwirkung, Feuchteverteilung im Bauteil und Luftdichtheit,
- Untersuchung der Kastenfenster in den verschiedenen Jahreszeiten auf erreichte Nutzung von Solarwärme bzw. Schutz vor Überhitzung,
- Untersuchung der Solarwand auf mögliche Überwärmung des jeweils hinterliegenden Innenraums, d. h. Aula und Raum der Stille,
- Untersuchung von zwei baugleichen Kinderzimmern in der Hausmeisterwohnung, wobei eines mit PCM-Deckenplatten (phase change material) ausgestattet ist, welche die sommerliche Überwärmung verzögern sollen,
- Untersuchungen zu Erträgen und Effizienz des Windrades und der Photovoltaik,
- Untersuchungen zur Batterieanlage, deren Regelung und des Lastmanagements,
- Untersuchungen zur Solarthermieanlage auf erreichte Erträge, der Speicher auf Wärmeverluste sowie der zugehörigen Regelung der Nachheizung an solararmen Tagen,
- Untersuchung des Erdwärmetauschers auf erreichte Lufttemperaturänderungen,
- Untersuchungen zur Regelung der beiden Hauptlüftungsanlagen in allen Jahreszeiten, insbesondere die winterliche Frühaufheizung und die sommerliche Nachtlüftung,
- Untersuchungen der erreichten Wärmerückgewinnung sowie bei den Hauptlüftungsanlagen auch der erreichten Feuchterückgewinnung sowie der Nachheizung per Fernwärme,
- Untersuchungen zur Regenwassernutzungsanlage incl. deren Dimensionierung,
- Untersuchungen des Stromverbrauchs für Zusatzaggregate, z. B. der Pumpen,
- Untersuchungen von großen Stromverbrauchern, z. B. des Aufzugs, der Serveranlage mit Kühlung, der Küche mit Kühlzellen, der Beleuchtung, der Ventilatoren.
- Untersuchungen des Nutzerverhaltens im Umgang mit der Beleuchtung, Verschattung, der Kastenfenster sowie Nutzung elektrischer Geräte,
- Untersuchungen zum Raumklima mit den Parametern Temperatur, Feuchte, CO<sub>2</sub> auf Einhaltung der Grenzwerte sowie Überschreitungshäufigkeiten bei Nichteinhaltung.

Die Monitoring-Ziele müssen bekannt sein, bevor die Ausschreibungen der anderen Gewerke erfolgen, so dass insbesondere die Gewerke für Rohbau und Ausbau frühzeitig entsprechende Kenntnis haben.

### **Erfasste Messgrößen und technische Ausstattung mit Sensoren**

Insgesamt ergab sich für das Projekt eine Messtechnikdatenbank mit 715 Messpunkten. Der projektbezogen aufgebauten Messtechnik der Fa. GEDES entstammen 404 Messpunkte. Aus dem Regelungsmodul der Solarthermie stellt die Fa. SETSOLAR weitere 33 Messpunkte zur Verfügung. Der internen Regelung der beiden Hauptlüftungsanlagen von Fa. MENERGA werden 232 Messpunkte entnommen. Für die Photovoltaik liefert SMA 9 Werte. Die Stadtwerke Halle liefern 3 Datenpunkte.

Aus allen vorgenannten Werten wurden 34 virtuelle Zähler angelegt. Tabelle 1-1 gibt einen Überblick über erfasste Größen.

**Tabelle 1-1: Erfasste Messgrößen**

<b>Messgröße</b>	<b>Einheit</b>	<b>typischer Anwendungsfall</b>	<b>Anzahl</b>
Temperatur	°C	diverse Medientemperaturen	204
Anteilswerte	%	relative Baustoff- und Luftfeuchten, Zustand von Regelventilen, Frequenzumrichtern Volumenstromreglern und Klappen	164
Elektrische Leistung	kW	phasenweise Erfassung der Elektroverbraucher	100
Stromstärke	A	phasenweise Erfassung der Elektroverbraucher	79
Druckdifferenz	Pa	Druckerhöhungen der Ventilatoren in den zentralen Lüftungsanlagen, Druckverluste von Filtern, Differenzdrücke am Anlagenschlechtpunkt	45
Energiemenge	kWh, MWh	Energieverbrauchszähler für Strom und Wärme für Haupt- und Nebenverbraucher	27
Betriebszustände	bits	Öffnungszustände von Fenstern über Kontaktmessung	21
Meldungen	-	Wartungs-, Störmeldungen der Lüftungsanlagen	20
Schaltzustände	0/1	Schalt- und Betriebszustände von Pumpen und Nachheizpatronen	14
Durchfluss	m <sup>3</sup> /h, l/h	Volumenströme der zentralen Lüftungsanlagen, Durchflüsse Solarfluid	13
Wassermenge	m <sup>3</sup>	Wasserzähler für Regenwasser, Kalt- und Warmtrinkwasser für Haupt- und Nebenverbraucher	13
Konzentration	ppm	CO <sub>2</sub> -Menge in Referenzklassenräumen und Aula	9
Leistungsdichte	W/m <sup>2</sup>	Solarstrahlung	2
Himmelsrichtung	°	Windrichtung	1
Geschwindigkeit	km/h	Windgeschwindigkeit	1
Druck	kPa	Luftdruck	1
Niederschlagshöhe	mm/h	Regenmenge	1

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die räumliche Anordnung der Messtechnik. In den entsprechenden Räumen befinden sich Schaltkästen (separat installiert oder in der Elektrounterverteilung mit untergebracht), in denen die Messtechnik gebündelt wird.

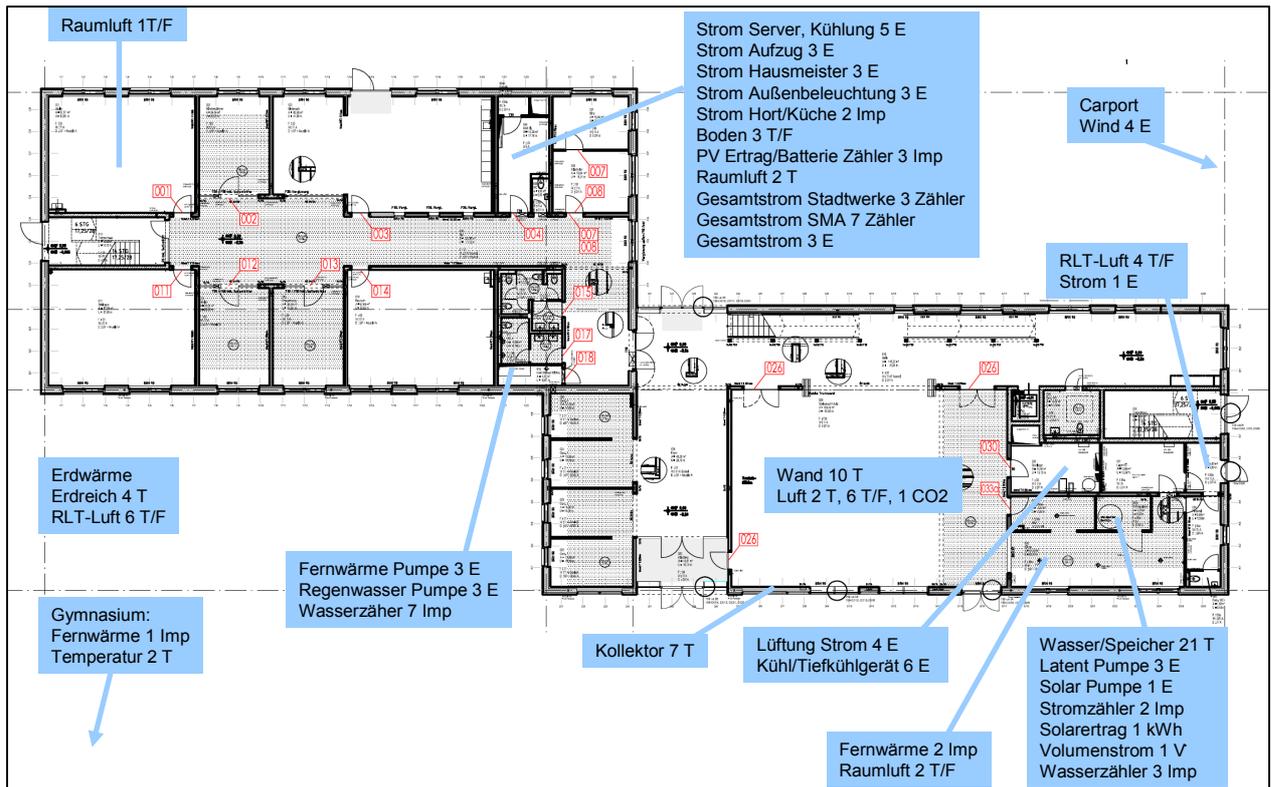


Abbildung 1-1: Anordnung der Messtechnik im Erdgeschoss

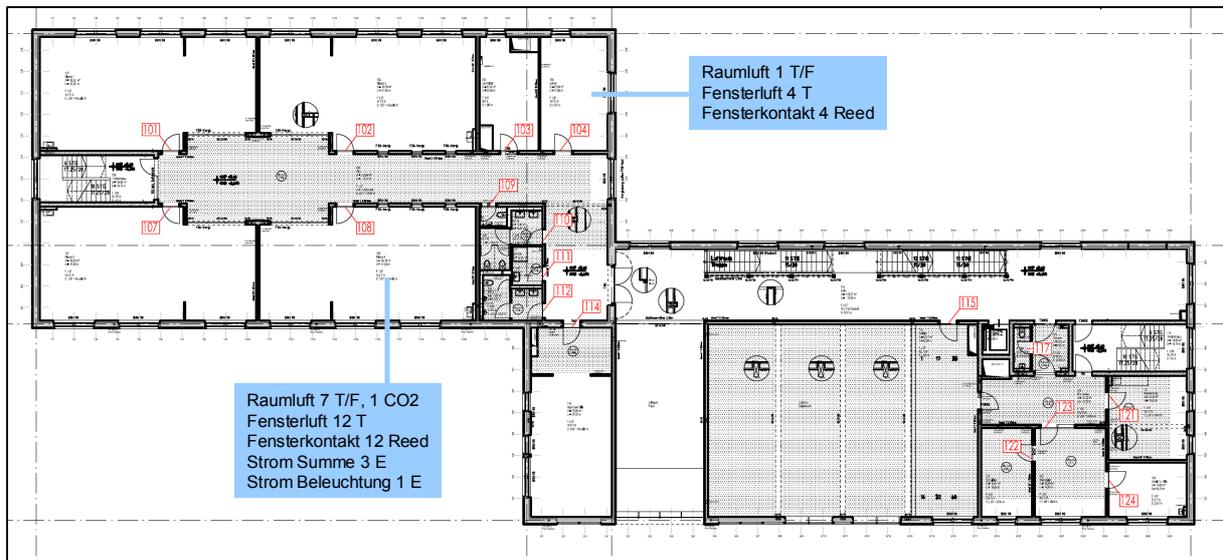
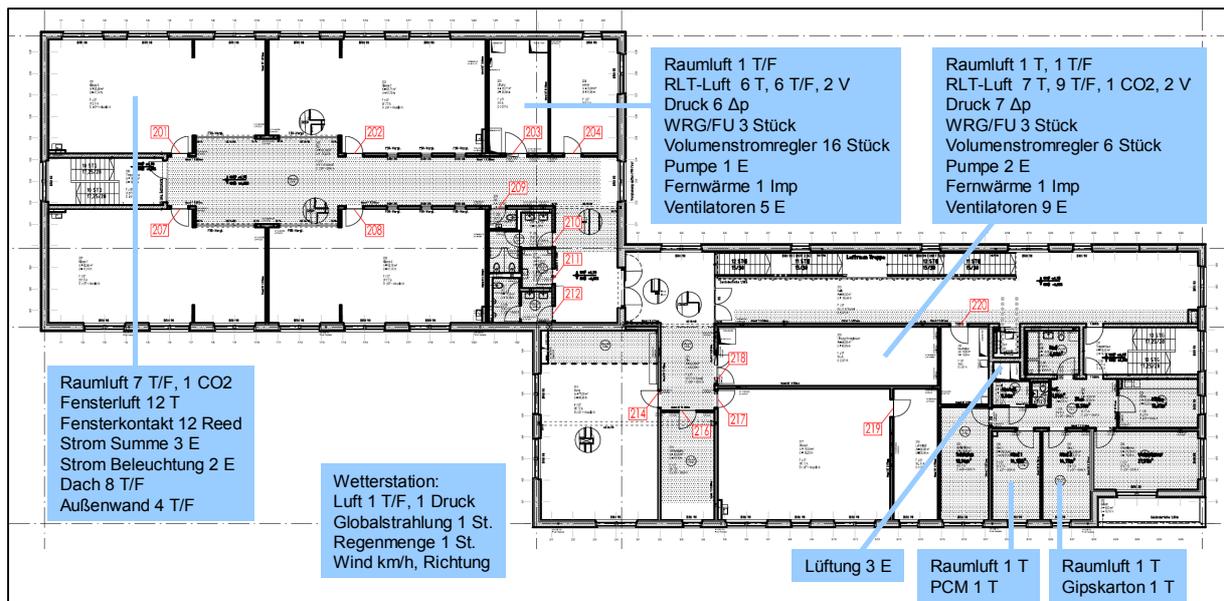


Abbildung 1-2: Anordnung der Messtechnik im 1. Obergeschoss



**Abbildung 1-3: Anordnung der Messtechnik im 2. Obergeschoss**

Die Kosten der Messtechnik betragen insgesamt knapp 78.000 € (brutto). Davon waren anteilig zu verzeichnen: 39 % für Sensoren, 35 % für die Übertragungstechnik, 33 % für die Montage sowie 11 % für Datenhaltung und Servernutzung.

Die Sensoren sowie die gesamte Übertragungstechnik entstammt der Produktfamilie 'simLine' des ausführenden Messtechnikunternehmens GEDES. Es handelt sich dabei um ein Komplettsystem zur Datenerfassung. Alle Bauteile werden auf Standard-Hutschienen (35 x 5 mm) in der Elektroverteilung aufgesteckt. Die Datenkommunikation erfolgt über ein Bussystem oder auch über Ethernet. Die Verkabelung in einem Schaltkasten besteht i. d. R. aus einem Datenerfassungsmodul für Sensorauswertung und ggf. -steuerung (simControl5), einem Modul für die Spannungsversorgung (simPower) und einem Modul für die Datenspeicherung per Speicherkarte oder als Netzwerkanbindung (simEthernet). In das System können auch bauseits vorhandene Zähler per Impuls- oder Datenschnittstelle integriert werden.

Aus dem Systemaufbau für die St. Franziskus-Grundschule ergeben sich folgende Erkenntnisse für ähnliche Projekte:

- Die Impuls-Aufschaltung von Wärme-, Strom- und Wasserzählern führt zu guten Ergebnissen; die manuell zusätzlich möglichen Ablesungen sichern die Datenlage deutlich ab, so dass diese Ausstattung Selbstbau- und Eigenlösungen vorzuziehen ist – jeweils für die Messorte, an denen ohnehin Zwischenzähler vorgesehen sind.
- Insbesondere bei der Auswahl von Wärmemengenzählern ist darauf zu achten, dass Datenschnittstellen vorhanden sind.
- Bei Komponenten und Anlagen, bei denen die Richtung des Stromflusses unklar ist (Windkraft, Photovoltaik) sind Messgeräte zu verwenden, mit denen dies eindeutig festgestellt werden kann; richtungsunabhängige Stromflussmessungen sind nicht zielführend.
- Bei den Stromflussmessungen ist zu beachten, dass keine Separierung in Wirk- und Blindleistung erfolgen kann; zudem erfolgt eine Beeinflussung der Messung durch elektromagnetische Felder im Umfeld des Sensors, die zu Datensprüngen und -ausfällen führen kann.
- Bei der Kostenkalkulation ist zu berücksichtigen, dass Fühler im Erdreich oder in Konstruktionen nicht zugänglich sind und daher – auf der sicheren Seite liegend – doppelt angeschafft werden.
- Frühzeitig ist zu klären, welche Kompakt-Aggregate, Regelung, Zentralgeräte ohnehin ein Monitoring aufweisen, welche Werte dabei erfasst werden, welches Datenformat vorliegt und ob die Daten zweitverwertet werden können.

- Sofern die Innenbeleuchtung separat erfasst werden soll, sind in Absprache mit dem Elektroplaner geeignete Stromkreise zu konzipieren oder es ist davon auszugehen, dass sehr viele Einzelmessgeräte erforderlich sind.
- Sofern die Messtechnik außerhalb des Gebäudes einen Stromanschluss benötigt, ist dies vor Herstellung einer dichten Gebäudehülle bzw. bei der Planung der Elektroverteilung bekanntzugeben.
- Für Räume mit Intensivmonitoring sind eigene Schaltkästen ausschließlich für die Messtechnik vorzusehen; die ausführenden Elektroinstallateure müssen diese freihalten.
- Temperatursensoren mit der Messgenauigkeit von  $\pm 2$  K sollten in künftigen Projekten nicht eingesetzt werden.
- CO<sub>2</sub>-Messsensoren nach dem Messprinzip der IR-Strahlungsabsorption weisen enge Grenzen hinsichtlich der Luftgeschwindigkeit auf und dürfen nicht im Luftstrom einer Lüftungsanlage installiert werden.

## Gesamtaufbau und Ablauf des Monitorings

Den Aufbau des gesamten Monitoring-Systems mit relevanten Datenflüssen zeigt Abbildung 1-4. Erfasst werden die bauseits vorhandene Zähler, aber auch die extra für das Monitoring installierten Messfühler. Alle weiteren Datenspeicherungen, welche sich aus der RLT, Solarthermie und Photovoltaik ergeben, werden genutzt. Die Daten lagern auf mehreren Datenservern, teils innerhalb des VPN-Netzes der Schule, teils außerhalb. Der Zugang zum schulinternen Netz ist nur für eingetragene Benutzer mit Passwort möglich.

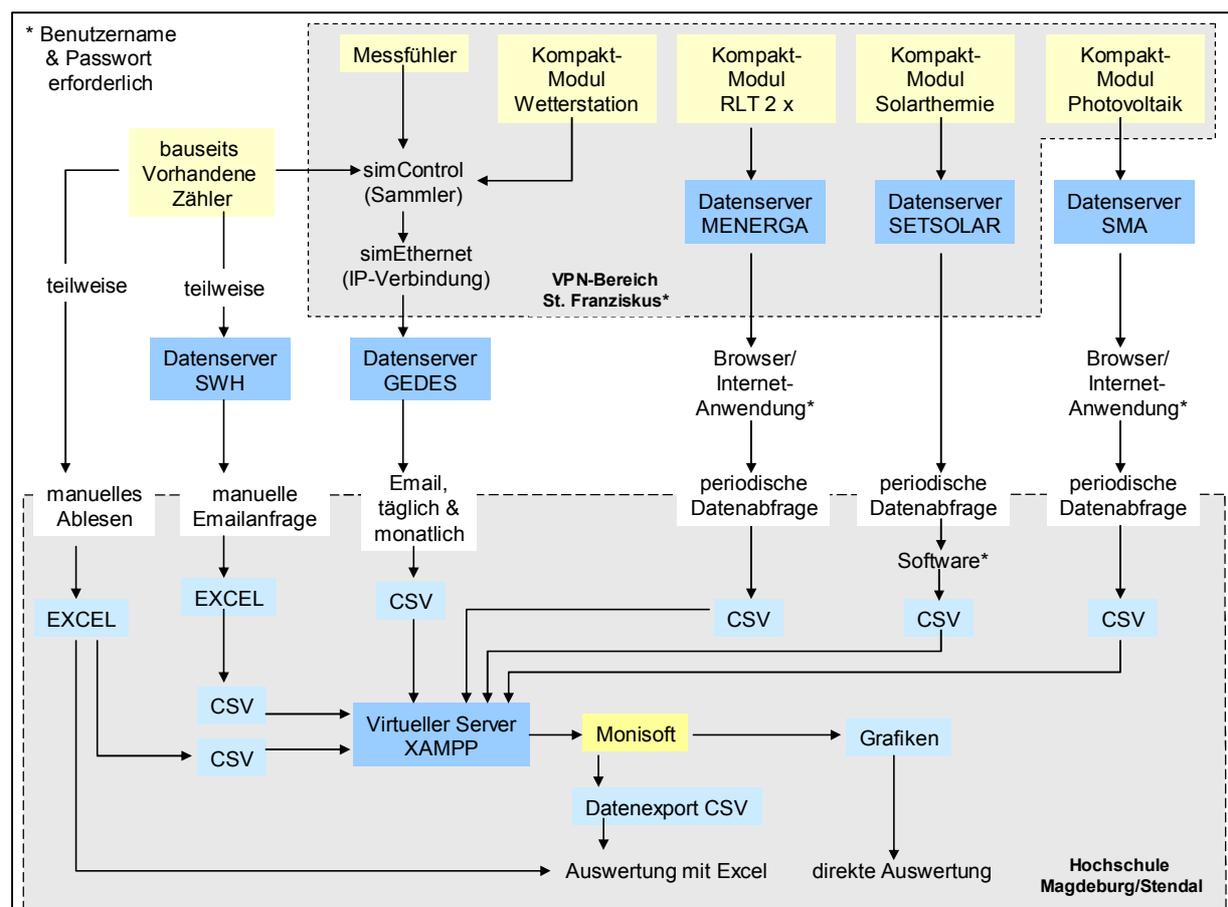


Abbildung 1-4: Gesamtsystemaufbau der Datenerfassung und Auswertung

Die Messdaten vom GEDES-Datenserver werden der Hochschule automatisch als Datei per E-Mail zugestellt. Alle anderen müssen aktiv (in selbst gewählten Zeitintervallen) von den jeweiligen Servern geladen werden. Dazu ist Zusatzsoftware oder ein Zugang zu bestimmten Browseranwendungen notwendig.

In jedem Fall sind die Daten nur für eingetragene Benutzer mit Passwort abzurufen. Lediglich die Werte der Stadtwerke Halle (Stromzähler) werden auf Nachfrage per E-Mail zugesendet. Zur Kontrolle und Sicherheit werden alle bauseits vorhandenen Zähler auch manuell vor Ort abgelesen, sofern eine Ablesemöglichkeit gegeben ist.

Alle Daten liegen final als CSV-Dateien vor. Falls das Ausgangsformat EXCEL ist, muss die Datei als CSV abgespeichert werden, um nachfolgend in den Gesamtserver der Hochschule eingelesen zu werden. Dieser virtuelle Server wird mit der Software XAMPP erzeugt und speichert die Werte aller Datenquellen zusammengefasst in Form einer MySQL-Datenbank. Die Datenpflege erfolgte in der Regel monatlich bzw. nach dem Eintreffen neuer Daten-CSV.

Für die Datenauswertung wird das Programm MONISOFT verwendet. Es ermöglicht eine Datenaggregation von Einzelwerten zu längeren Zeitintervallen (Umwandlung von 10-Minuten-Werten zu Tageswerten o. ä.), aber auch eine direkte grafische Auswertung. Andererseits können die Originaldaten oder aggregierte Werte auch exportiert und mit EXCEL ausgewertet werden.

Der Systemaufbau mit mehreren Datenservern unterschiedlicher Lieferanten sowie separatem virtuellen Server ist zwar nicht optimal, aber vertretbar. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass eine sehr große Datenmenge praktisch kostenlos zur Auswertung zur Verfügung steht.

Die zeitliche Verzögerung, welche sich aus dem Datenfluss ergab, lag bei mehr als einem Monat. Allerdings war dies akzeptabel. Das zur Verfügung stehende Personal hatte ohnehin keine Kapazität, zeitnah Daten tatsächlich intensiv auszuwerten und auf Fehler im Anlagenbetrieb hin zu untersuchen. Teils wurden einzelne Themengebiete überhaupt erst bearbeitet, nachdem ein Betriebsjahr zur Verfügung stand. Das projektbezogene Monitoring im Rahmen der Forschung darf hier nicht mit einem professionellen Betriebsmonitoring verwechselt werden.

Die Software MONISOFT ist eindeutig für andere Messprojekte weiterzuempfehlen, vor allem als Mittel zur Datenpflege und Datenaggregation. Die eigentliche Auswertung, Erstellung von Grafiken, Ausgleichsfunktionen etc. kann nach einem Datenexport sehr viel schneller und vielseitiger mit EXCEL erfolgen.

### **Datenerfassungsintervalle**

Die projektbezogene Datenerfassung der Fa. GEDES erfolgt im Takt von 10 min. Ursprünglich war geplant, dieses Intervall nach einer Testphase anzupassen. Darauf wurde verzichtet. Da es sehr mühsam war, das System überhaupt aufzubauen und einen stabilen Datenfluss sicherzustellen, sollten – nachdem alles funktionierte – keine Rückschritte provoziert werden.

Die Speichermodule der beiden MENERGA-Lüftungsanlagen liefern Werte in verschiedener Auflösung. Das kleinste verfügbare Intervall sind Minuten. Bei der Solarthermie wurden bis Ende 2016 Werte im Minutentakt zur Verfügung gestellt, danach im 10-Sekunden-Takt. Die Photovoltaikwerte der Fa. SMA liegen im 15-Minuten-Intervall vor.

Die Daten der Hauptstromzähler für Netzbezug, Einspeisung und Stromproduktion wurden per E-Mail direkt bei der Energieversorgung Halle Netz GmbH abgefragt. Aus Datenschutzgründen wurden diese zunächst an den Schulbetreiber als Vertragspartner gesandt und dann der Hochschule Magdeburg-Stendal für das Monitoring zur Verfügung gestellt. Die Messung des Netzstrombezugs sowie der Rückspeisung erfolgte alle 15 Minuten, der produzierte PV-Ertrag liegt als Tageswert vor.

Bei 20 Vor-Ort-Terminen wurden jeweils konsequent alle Zähler manuell abgelesen. Darüber hinaus konnten alle Wärmemengenzähler mit Speicherwert bei den Vor-Ort-Terminen ausgelesen werden. Daher liegen weitere 48 Stichtagswerte jeweils zum Monatsende für die Fernwärmemengen vor. Die Werte dienten als Rückfallebene – vor allem während das Monitoring noch im Aufbau befindlich war. Später wurden die Werte verwendet, um die Umrechnungsfaktoren für die digitale Zählererfassung (Impulsübertragung) zu bestimmen.

Die manuelle Ablesung aller bauseits vorhandener Zähler ist empfehlenswert. So bietet sich die Chance, die Gesamtzahl der gezählten Impulse mit dem Zählerstand zu vergleichen und individuelle Umrechnungsfaktoren zu ermitteln, die sich aufgrund von Fehlmessungen nicht vermeiden lassen. In Halle ist dies für Strom- und Wasserzähler erfolgt.

Nach der Auswertung der Zahlenwerte ergeben sich folgende Empfehlungen für sinnvolle Datenerfassungsraten für ein Langzeitmonitoring, wie es in der St. Franziskus-Schule erfolgt ist:

- 1 Tag: Bauteiltemperaturen
- 1 Stunde: Erdwärmeübertrager, Solarthermie, Wind, Fernwärme, Außenbeleuchtung, Pumpen, Ventilatoren, Server, Aufzug, Wasserverbrauch, Außenklima ohne Strahlung
- 10 Minuten: Kastenfenster, Raumtemperatur/-feuchte, CO<sub>2</sub>, zentrale Lüftung
- 1 ... 10 Minuten: Globalstrahlung, Photovoltaik, Innenbeleuchtung

Für kurze Zeiträume können zum Zwecke der Betriebsanalyse auch kurze Intervalle gewählt werden, z. B. für den Aufzug.



## 2 Messkonzept

Der nachfolgende Abschnitt erläutert die Fragestellungen, die mit Hilfe der Messtechnik im Projekt St. Franziskus geklärt werden sollen. Die ursprüngliche Planung des Messkonzeptes wird vorgestellt sowie Abweichungen davon erläutert und begründet. Der Abschnitt endet mit zusammenfassenden Kurzeempfehlungen für ähnliche Projekte.

### 2.1 Fragestellungen

Im Bereich des energieeffizienten Bauens sind Ziele eines Monitorings meist:

- die Minimierung des Energieverbrauchs und die Erhöhung der Effizienz der technischen Anlagen (zur Energiekostensenkung),
- die Festlegung optimaler Wartungs- und Instandhaltungsintervalle sowie
- die Verbesserung der Nutzerakzeptanz und des Nutzerkomforts.

Das Monitoring beinhaltet dazu die Erfassung, Speicherung und Analyse von Messdaten sowie anschließende Erarbeitung von Änderungs- und Optimierungsvorschlägen. Üblicherweise wird zur Beurteilung der energetischen Merkmale des Gebäudes und der Anlagen ein geplanter Wert dem real erreichten gegenübergestellt. Konkret für die St. Franziskus-Grundschule in Halle umfasst das Monitoring folgende Teilaspekte:

- Auswertung der Gesamtverbräuche für Wärme, Strom, Wasser und Regenwasser sowie wichtiger Hauptverbraucher (Klassen, Hort, Hausmeister, Küche, Verwaltung),
- Untersuchen des Daches, der Nordwand und der Bodenplatte hinsichtlich erreichter Dämmwirkung, Feuchteverteilung im Bauteil und Luftdichtheit,
- Untersuchung der Kastenfenster in den verschiedenen Jahreszeiten auf erreichte Nutzung von Solarwärme bzw. Schutz vor Überhitzung,
- Untersuchung der Solarwand auf mögliche Überwärmung des jeweils hinterliegenden Innenraums, d. h. Aula und Raum der Stille,
- Untersuchung von zwei baugleichen Kinderzimmern in der Hausmeisterwohnung, wobei eines mit PCM-Deckenplatten (phase change material) ausgestattet ist, welche die sommerliche Überwärmung verzögern sollen,
- Untersuchungen zu Erträgen und Effizienz des Windrades und der Photovoltaik,
- Untersuchungen zur Batterieanlage, deren Regelung und des Lastmanagements,
- Untersuchungen zur Solarthermieanlage auf erreichte Erträge, der Speicher auf Wärmeverluste sowie der zugehörigen Regelung der Nachheizung an solararmen Tagen,
- Untersuchung des Erdwärmetauschers auf erreichte Lufttemperaturänderungen,
- Untersuchungen zur Regelung der beiden Hauptlüftungsanlagen in allen Jahreszeiten, insbesondere die winterliche Frühaufheizung und die sommerliche Nachtlüftung,
- Untersuchungen der erreichten Wärmerückgewinnung sowie bei den Hauptlüftungsanlagen auch der erreichten Feuchterückgewinnung sowie der Nachheizung per Fernwärme,
- Untersuchungen zur Regenwassernutzungsanlage incl. deren Dimensionierung,
- Untersuchungen des Stromverbrauchs für Zusatzaggregate, z. B. der Pumpen,
- Untersuchungen von großen Stromverbrauchern, z. B. des Aufzugs, der Serveranlage mit Kühlung, der Küche mit Kühlzellen, der Beleuchtung, der Ventilatoren.
- Untersuchungen des Nutzerverhaltens im Umgang mit der Beleuchtung, Verschattung, der Kastenfenster sowie Nutzung elektrischer Geräte,
- Untersuchungen zum Raumklima mit den Parametern Temperatur, Feuchte, CO<sub>2</sub> auf Einhaltung der Grenzwerte sowie Überschreitungshäufigkeiten bei Nichteinhaltung.

Die Aspekte des Nutzer- und Betriebsverhaltens setzt eine Erfassung von Zustandsdaten (Raumtemperatur, Fensteröffnung, Pumpenstrom etc.) in kleinen Zeitintervallen – Minuten- oder 10-Minuten-Intervalle – voraus. Dagegen erfordert die Energiebilanzerstellung sowie Analyse des Medienverbrauchs eine Auswertung von Zählern, für die eine Erfassung von Tageswerten mehr als ausreichend ist.

## **2.2 Ursprüngliche und modifizierte Planung**

Das erste Messkonzept lag in Form der Masterarbeit mit dem Titel "Qualitätssicherung für die Planung und Erstellung eines Monitoringkonzeptes für die St. Franziskus-Grundschule in Halle (Saale)" von K. Gebhardt " Mitte 2011 vor [1]. Der Leitfaden für die messtechnische Ausstattung von Bauvorhaben in den Förderprogrammen EnOB und EnSan [2] wurde dabei berücksichtigt.

Der Projektförderantrag im Projekt EnEff:Schule war zu diesem Zeitpunkt bereits gestellt. Der Antragstellung lag eine Kostenschätzung über 75.000 € für Messtechnik zugrunde. Dieser Kostenrahmen stand als verbindliche Obergrenze fest.

In der parallel ablaufenden Planung der elektrotechnischen Ausstattung war der Fachplaner Elektro – Fa. AIB – verantwortlich für die fachliche Umsetzung der Monitoringideen. Im November 2011 wurde der Umfang des Messstellenplans vorläufig beschlossen, so dass es zu einer Ausschreibung des Gewerkes kommen konnte.

Die erste Version der detaillierten Messtechnikplanung der Hochschule wurde am 24.06.2012 erstellt. Sie diente der Abstimmung mit einerseits den Fachplanern (Elektro, TGA usw.), andererseits der ausführenden Firma. Bis zum Abschluss der Ausführungsarbeiten entstanden insgesamt sechs Versionen.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf den letzten Stand vom 20.07.2015 [3]. Es wird einerseits dargestellt, welche Messtechnik tatsächlich zum Einsatz gekommen ist, aber auch welche Modifikationen gegenüber dem geplanten Zustand es gab. Die Änderungen werden begründet.

### **Wetterstation**

Die Wettermessung misst alle relevanten Umweltdaten: Luftdruck, -temperatur, -feuchte, Niederschlagsmenge, Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit und -richtung. Die Messtechnik ist auf dem Dach der Schule angeordnet.

Die geplante Messung der Schneehöhe musste entfallen, da der notwendige Stromanschluss (230 V) für die Abtauvorrichtung bauseits auf dem Dach nicht rechtzeitig berücksichtigt wurde.

### **Mobile Lüftungsampel**

Zur Visualisierung der CO<sub>2</sub>-Konzentration sollte eine mobile Lüftungsampel angeschafft werden. Darauf wurde aus Kostengründen verzichtet, da im benachbarten Gymnasium bereits entsprechende Messtechnik vorhanden war/ist.

### **Bauteilmessungen (opak)**

Für das Dach (oberhalb Raum 2.01), die Nordaußenwand (in Raum 2.01), die Solaraußenwand nach Süden (in der Aula) sowie die Bodenplatte (unter Raum 0.04) waren Bauteilmessungen vorgesehen. Diese wurden grundsätzlich wie geplant umgesetzt, jedoch mit einer größeren Anzahl von Messfühlern, da viele Messstellen redundant ausgestattet wurden. Statt geplanten 24 Temperatur- und Feuchtefühlern (nachfolgend "T/F"), wurden 15 T/F-Fühler sowie 17 Temperaturfühler installiert.

## **PCM-Bauteile**

Geplant war die Temperatur- und Feuchtemessung in der PCM-Bepankung (Wand und Decke) sowie die Erfassung der Raumtemperatur im jeweiligen Raum. Ausgewählt wurden zwei baugleiche Kinderzimmer in der Hausmeisterwohnung (2.27 mit und 2.26 ohne PCM). In der Decke beider Kinderzimmer sollte vor und hinter der Bepankung gemessen werden. Geplant waren redundante Messstellen mit 1 m Entfernung zueinander.

Die Messung wurde grundsätzlich umgesetzt, jedoch mit einer verminderten Zahl von Messfühlern: je Raum eine Raumtemperaturmessung (per Funkfühler) und eine Temperatur in der Konstruktion. Grund für die deutlich verminderte Ausstattung: der für die Messtechnik vorgesehene Schaltkasten wurde vom ausführenden Elektrounternehmen fast vollständig für die konventionelle Elektroausstattung benutzt (Sicherungen, Fehlerschutzschalter usw.). Es war praktisch kein Platz mehr für die Messtechnikmodule vorhanden. Der Nutzer stimmte einem zusätzlichen Verteilerkasten auf Putz – zu Recht – nicht zu.

## **Bauteilmessungen der Kastenfenster sowie Fensterkontakte**

In Räumen unterschiedlicher Himmelsrichtung werden Temperaturen in Kastenfenstern gemessen. Der "Wintergarteneffekt" des Kastens kann nachvollzogen werden. Zusammen mit den Fensterkontaktmessungen wird der energetische Effekt der Kastenfenster beurteilt. Diese Messung wurde wie geplant in Klassenraum 2.01 sowie 1.08 umgesetzt (je 12 Temperaturfühler und 12 Reed-Kontakte).

Im Lehrerzimmer 1.04 wird nur eines das Ost-Fenster überwacht (4 Temperaturmessungen und 4 Reed-Kontakte), während die Messung im Nord-Fenster komplett ausgefallen ist. Grund ist hierfür die Durchtrennung der Messtechnikabel während des Innenausbau. Im Wohnzimmer der Hausmeisterwohnung 2.28 wurde auf die geplante Messtechnik komplett verzichtet (Gründe: siehe PCM-Bauteile).

## **CO<sub>2</sub> und VOC**

Geplant war die Vorinstallation von Steckplätzen für einen CO<sub>2</sub>- und VOC-Sensor in insgesamt 5 Räumen (2 Klassenzimmer, Lehrerzimmer, Aula, Wohnzimmer Hausmeister). Es sollten je ein Messfühler angeschafft und entsprechend zyklisch umgesteckt werden. Zusammen mit der Begleitforschung wurde im Verlauf der Planung entschieden, drei CO<sub>2</sub>-Sensoren dauerhaft anzuschaffen (Klasse 1.08, Klasse 2.01, Aula) und dafür auf die Vorrüstung in den anderen Räumen zu verzichten. Aus Kostengründen ist ebenfalls die VOC-Messung entfallen.

Der CO<sub>2</sub>-Messwert für die Aula wird mit Hilfe des Sensors aus der RLT-Anlage doppelt erfasst.

## **Raumlufttemperatur und -feuchte**

In ausgewählten Räumen werden Lufttemperaturen (meist im Abluftvolumenstrom bzw. in der Nähe der Abluftansaugung) sowie Luftfeuchten gemessen. Die Messungen werden einerseits zur Einschätzung der Behaglichkeit verwendet. Andererseits dienen sie auch zur Vervollständigung anderer Messreihen (U-Wert-Messung der Bauteile, Lüftungsverhalten).

Wie geplant erfolgte die Umsetzung mit je einem Temperatur- und Feuchtesensor in den beiden Klassenräumen 1.08 und 2.01, dem Lehrerzimmer 1.04, der Aula sowie der Koch- und Spülküche (0.33, 2 Fühler). Auch im Elektro-Anschlussraum 0.04 ist eine Messung vorhanden.

Entfallen sind die Messungen im Wohnzimmer der Hausmeisterwohnung (2.28 und 2.29, Gründe: siehe PCM-Bauteile). Im Sekretariat 1.23 ist die Messung entfallen zugunsten der ursprünglich nicht geplanten Messstelle im Hortraum 0.01. Der Fühler wird als Referenzfühler der RLT-Anlage für morgendliche Aufheizung verwendet.

Da die Ausstattung mit Datenübertragungsmodulen es ohne Problem kostengünstig hergab, wurden zusätzlich in den beiden Lüftungszentralen (2.18 und 2.03) jeweils Raumtemperatur und -feuchte erfasst.

### **Innentemperatur in verschiedenen Höhen**

In ausgewählten Räumen werden in unterschiedlichen Raumhöhen an Innen- und Außenwand Lufttemperaturen erfasst. Die Messungen werden zur Einschätzung der Behaglichkeit – konkret zur Abweichung der Temperatur in Knöchel- und Kopfhöhe – verwendet.

Umgesetzt wurde die Messung in den Klassenräumen 1.08 und 2.01 (je 6 Temperatur- und Feuchtemessungen) mit Messungen in 10 cm, 70 cm und 170 cm über dem Boden. In der Aula werden mit 5 T/F-Fühlern die Bedingungen in 10 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm und 400 cm Höhe erfasst.

Da die hygienisch notwendige Ausführung in der Küche keinen geeigneten Ort für die Platzierung ergab, ist eine entsprechende Messung dort entfallen. Auch im Lehrerzimmer 1.04 war aufgrund der Möblierung kein sinnvoller Ausführungsort gegeben.

### **Fernwärme und Hilfsenergien**

Die St. Franziskus-Grundschule erhält einen Anschluss an den Fernwärmerücklauf des benachbarten Elisabeth-Gymnasiums. Der zentrale Wärmemengenzähler (WMZ) dient der internen Verrechnung und ist ein Unterzähler, der nicht von den Stadtwerken betreut wird. Es handelt sich in der realen Ausführung um ein Katalogbauteil. Somit ist entgegen des ersten Messkonzeptes eine Impulsaufschaltung anstelle separater Volumenstrom- und Temperaturmessungen notwendig geworden. Aus Gründen der Betriebsüberwachung werden trotzdem die zentrale Vor- und Rücklauftemperatur der Fernwärme aufgezeichnet.

Solarthermie und Heizungsnetz sind nicht gekoppelt. Die Fernwärme dient der Nachheizung der Luft sowie zur Nachheizung des Solarpufferspeichers (Küchenwarmwasser). Die Lüftungsanlage der Hausmeisterwohnung hat keine Beheizung mit Fernwärme. Für die weiteren Heizregister der Küche (2 x in Raum 0.33) und der RLT-Anlagen (Räume 2.03 und 2.18) sind jeweils ebenfalls Impulsaufschaltungen physisch vorhandener WMZ umgesetzt worden

Der WMZ, welcher der Nachheizung des Puffers dient, konnte nicht aufgeschaltet werden. Er ist Teil eines Solar-Kompakt-Moduls und weist keine verwertbare Datenschnittstelle auf. Er wurde ausschließlich manuell abgelesen.

Die zentrale Heizungspumpe (im Gymnasium) sowie die 3 Pumpen der Nachheizregister für die beiden zentralen RLT-Anlagen werden mit insgesamt 6 Stromflussmessgeräten überwacht. Die Hauptpumpe ist dreiphasig angeschlossen und braucht entsprechend mehr Sensoren als ursprünglich veranschlagt.

### **Strom für Heizung und Warmwasser**

Ziel war die Erfassung der lokalen Nachheizung bzw. Trinkwarmwassererwärmung mit Strom, damit die Energiebilanz für die Anwendungsfälle vollständig ist. Dies betrifft u. a. die 4 dezentralen Luftheizregister in der Hausmeisterwohnung, die Elektrofußbodenheizung im Bad sowie die beiden Durchlauferhitzer. Alle diese Verbrauchsstellen werden – entgegen der ursprünglichen Planung – nicht überwacht (Begründung siehe PCM-Bauteile).

Es erfolgt eine Messung der zentralen Stromnachheizung der beiden Solarspeicher (Küche, Hausmeister) durch Impuls-Aufschaltung zweier ohnehin vorhandener Zähler in Raum 0.33a.

Die dezentrale Elektrodirektheizung einzelner Horträume wird nicht erfasst. Die Geräte wurden im laufenden Betrieb nachgerüstet. Die Messtechnikausstattung war bereits abgeschlossen.

### **Solarthermie und Solarspeicher**

Es gibt eine Solaranlage mit 3 Speichern. Beladen wird primär der Küchenpufferspeicher (Heizwasser), welcher die Küche mit Warmwasser versorgt. Über einen Zortström-Verteiler in Raum 0.033a werden des Weiteren der Salzhydratspeicher und der Hausmeister-Speicher beladen. Das Speicherkonzept hat sich in der Planungsphase mehrfach verändert.

Wie geplant wird der Solarertrag erfasst. Eine eigene Messstelle musste nicht installiert werden. Eine Aufzeichnung erfolgt im Solar-Kompakt-Modul. Separat wird die gesamte Hilfsenergie dieses Moduls erfasst (1 Stromflussmessgerät).

Die Temperaturen sowohl im Pufferspeicher (Küche) als auch im Trinkwarmwasserspeicher (Hausmeister) werden erfasst. Es sind insgesamt 21 Temperaturen vorhanden. Die große Zahl ergibt sich durch teilweise Doppelinstitution, da während der Ausführungsphase noch unklar war, ob die Daten des Solar-Kompakt-Moduls ausgelesen werden können.

Auf automatisierte Messungen am Salzhydratspeicher wurde – entgegen der Planung – komplett verzichtet. Ursprünglich waren Volumenstrom- und Temperaturmessungen vorgesehen, mit deren Hilfe die Be- und Entladeenergiemengen bestimmt werden sollten. Die Messtechnik wurde erst im Jahr 2015/16 fertig gestellt. Das erste Betriebsjahr 2014 zeigte jedoch bereits, dass keine nennenswerten solaren Überschüsse zu verzeichnen sind. Es war somit absehbar, dass der Installationsaufwand für Messtechnik entsprechend entfallen konnte. Lediglich der Hilfsenergieaufwand für das Salzhydratspeicher-Aggregat wird erfasst (3 Stromflussmessstellen).

### **Wasserverbrauch**

Ziel ist die Erfassung der Regenwassernutzung, der kalten Nutzwassermengen und der Warmwassermengen. Das ursprüngliche Messkonzept sah vor, jeweils nur Hausmeister und Küche vom Rest messtechnisch zu separieren, der Rest entfällt auf den reinen Schulbetrieb.

Entgegen der ursprünglichen Planung wurden alle Wasserzähler als manuell ablesbare, ge-eichte Zähler ausgeführt und – weitestgehend – über Impulsschnittstellen aufgeschaltet.

Im Hausanschlussraum 0.18 befinden sich 7 Impulszähler, im Solarraum 0.33a weitere 3 Impulszähler. Aufgrund der räumlich getrennten Installation von Schule/Hort sowie Küche/Hausmeister ergeben sich mehr Zählstellen als ursprünglich geplant.

Die beiden Außenwasserzähler, der Nachspeisezähler für das Heizungswasser sowie die drei Zähler in der Hausmeisterwohnung wurden teils aus Kostengründen (weitere Gründe: siehe PCM-Bauteile) nicht ins digitale Monitoring aufgenommen. Sie werden nur manuell abgelesen.

Die Hilfsenergie der Regenwassernutzungsanlage wird über 3 Stromflussmessgeräte (3-pha-siger Anschluss) erfasst.

### **Gesamtstromverbrauch, Bezug und Rückspeisung**

Geplantes Ziel war die Erfassung des Gesamtstromverbrauchs sowie der relevanten Unter-verbraucher: Küche und Hausmeister. Entgegen der ursprünglichen Planung erhielt der Hausmeister einen eigenen Hausanschluss, so dass kein Unterzähler, sondern ein Hauptzähler erforderlich war.

Der Hauptstromanschluss der Schule konnte messtechnisch nicht in das Monitoring aufgenommen werden. Der Zweiwege-Zähler der Stadtwerke sieht die notwendige Datenschnittstelle grundsätzlich technisch vor. Jedoch behalten sich die Stadtwerke Halle es vor, die Messdaten nur gegen Gebühr zur Online-Erfassung freizugeben. Darauf wurde aus Kostengründen verzichtet. Die Stadtwerke stellen dennoch kostenlose CSV-Dateien mit den 15-Minuten-Zählerständen (getrennt nach Strombezug und Rückspeisung) zur Verfügung – allerdings jeweils am Ende des Quartals oder Abrechnungsjahres. Gleiches gilt für den erzeugten Strom aus Photovoltaik, wobei hier Tagesmesswerte vorhanden sind.

Die Überwachung des Hausmeisteranschlusses erfolgte durch 3 Stromflussmessgeräte (je Phase). Der analoge Abrechnungszähler der Stadtwerke wurde nicht über ein zusätzliches Impulsmodul aufgerüstet, jedoch sporadisch manuell abgelesen. Die ohnehin digital vorhandenen Unterzähler für Hort und Küche wurden mit je einem Impulsgeber ausgestattet und angeschaltet.

Alle Zähler sowie Messstellen sind in Raum 0.04 angeordnet.

### **PV-Anlagen und Batterie**

Die Verschaltung der beiden PV-Anlagen (Dach, Carport) und der Batterie (im Carport) wurde mehrfach umgeplant, was sich auf die Messtechnikausstattung ausgewirkt hat.

Die realisierte Version weist als PV-Zentrale den Elektro-Anschlussraum 0.04 auf. Dort laufen die Erträge beider PV-Anlagen zusammen und werden mit einem digitalen Zähler erfasst (Aufschaltung per Impuls-Schnittstelle). Es wird dort weiterhin entschieden, ob Überschussstrom zur Batterie geleitet wird oder ob aus der Batterie Strom bezogen wird (Aufschaltung eines digitalen Zweiwegezählers per Impulsschnittstelle).

Im Verlauf des Monitorings wurden zusätzlich CSV-Datenmitschnitte der Fa. SMA freigegeben. Einer Direktaufschaltung der Messtechnik wurde jedoch nicht zugestimmt. Damit waren weitere 7 Zählerwerte als Tageswerte verfügbar.

Auf die Temperaturmessung der PV-Anlage durch Anlegefühler an den Kollektoren wurde verzichtet. Es wurde als ausreichend erachtet, die Außentemperatur auf dem Dach heranzuziehen.

### **Windkraft**

Ziel ist die Erfassung der erzeugten Strommengen. Die ursprünglich vorgesehene Messung durch drei Stromflussmessgeräte wurde später um ein viertes Modul ergänzt. Neben der (richtungsunabhängigen) Überwachung des Stromflusses erfolgte zusätzlich eine Richtungsmessung des Stromflusses. Dies diente der Unterscheidung von Standbyverbrauch und Stromproduktion.

### **Stromverbraucher**

Ziel ist die Erfassung von einzelnen Großverbrauchern und deren Lastgängen. Wie geplant werden der Aufzug und die Außenbeleuchtung (je 3 Stromflussmessungen) sowie der Server und dessen Kühlung (5 Stromflussmessungen) in Raum 0.04 überwacht. Die Gesamtstromverbräuche der beiden Klassenräume 1.08 und 2.01 werden ebenfalls wie geplant 3-phasig überwacht.

Im Stuhllager 0.30 werden die Kühlzelle und die Tiefkühlzelle (je 3 Stromflussmessungen) separat gemessen. Ursprünglich war eine gemeinsame Messung beider Kühleinrichtungen geplant.

## **Innenraumbeleuchtung**

Ziel war die Erfassung der Beleuchtungsstrommengen getrennt von anderen Anwendungen für alle Nutzungszonen. Dies konnte weitestgehend nicht realisiert werden, da keine separaten zentral erfassbaren Beleuchtungskreise bauseits vorgesehen waren. Es wurde klassisch installiert: je Nutzungszone bzw. Klassenraum eine Hauptsicherung, danach Aufteilung auf Steckdosen-, Geräte- und Beleuchtungskreise. Eine Vollerfassung aller Beleuchtungskreise hätte ca. 30 ... 50 dezentral angeordnete Stromflussmessungen (samt aller notwendiger Komponenten für die Datenverarbeitung) erfordert. Dies war nicht innerhalb des Budgets zu realisieren.

Erfasst werden lediglich Beleuchtungsstromkreise in den beiden intensiv überwachten Klassenräumen 1.08 und 2.01 (insgesamt 3 Stromflussmessungen).

## **Erdwärmeübertrager**

Die Erdwärmeübertrager (EWT) saugen über jeweils einen Ansaugturm Zuluft an; unter der Bodenplatte des Gebäudes sind 2 Strömungswege parallel installiert; es gibt somit 2 Lufteintritte ins Gebäude (für Gebäudeteil A und B).

Wie geplant wird die Erdreichtemperatur in verschiedenen Tiefen (0, 10, 50, 100 cm) unter dem Gebäude erfasst (4 Temperaturmessungen). Darüber hinaus werden die Lufteintritts- und -austrittszustände beider Strömungswege erfasst (insgesamt 6 Temperatur- und Feuchtesensoren, teils redundante Messungen). Auf die Messung der Temperatur in der Mitte der EWT wird verzichtet, da sie eine Reinigung der Kanäle erschweren würden. Die Messung ermöglicht es, die Energiemenge zu bestimmen, welche die beiden Kreise im Sommer und Winter erbringen. Eine geplante Stromverbrauchsmessung der Kondensathebepumpen ist entfallen, da es keine stationär installierten Pumpen gibt.

## **Wärmerückgewinnung**

Es gibt 6 RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG). Dies sind die beiden zentralen Anlagen mit Umschalt Speicher, 2 Wohnungslüftungsgeräte mit Plattenwärmeübertrager (eines als Grundlüftungsanlage der Küche) sowie zwei Küchenlüftungsaggregate.

Anstelle der Hausmeisterlüftungsanlage wird das baugleiche Gerät in der Küche (Raum 0.32) untersucht. Installiert sind 4 Temperatur- und Feuchtesensoren – je Luftstrom einer. Die Küchenlüftungsgeräte werden – wie geplant – nicht detailliert untersucht, da aufgrund der Kompaktbauform keine zugänglichen Messorte gegeben sind.

Die beiden Haupt-Lüftungsanlagen (Raum 2.03 und 2.18) werden mit mindestens je 4 T/F-Fühlern ebenfalls komplett vermessen. Ursprünglich war sollte nur eine Anlage untersucht werden. Teils sind redundante Messfühler vorhanden, da zusätzlich auf Gerätefühler der Herstellerfirma MENERGA zurückgegriffen werden kann. Der Regelzustand der beiden Umschalt Speicher wird ebenfalls über die Geräterege lung erfasst (maximale ... keine WRG).

## **Zulufttemperaturen der Luftheizung**

In den 4 Anlagen mit Heizregister gibt es jeweils eine Zentrale, in der zuluftseitig nach der WRG das Nachheizregister der Fernwärme angeordnet ist. Wie geplant wird die Lufttemperaturerhöhung des Heizregisters in den beiden Haupt-Lüftungsanlagen (Raum 2.03 und 2.18) erfasst (2 T/F-Fühler). Teils sind redundante Messfühler vorhanden, da zusätzlich auf Gerätefühler der Herstellerfirma MENERGA zurückgegriffen werden kann.

Der Regelzustand der Heizregisterpumpen sowie der Dreiwegeventile (Fernwärme) wird ebenfalls über die Geräterege lung erfasst.

## **Luftförderung**

Es gibt 6 Zu- und Abluftanlagen mit jeweils zwei Ventilatoren sowie eine Abluftanlage. Die Messung dient der Erfassung der Hilfsenergiemengen sowie der geförderten Volumenströme. Die Volumenströme ermöglichen es, die Energiebilanzen der EWT sowie der RLT-Zentralen und der angeschlossenen Räume aufzustellen.

Die Ventilatorstromverbräuche der beiden Küchenlüftungsaggregate in Raum 0.30 werden mit insgesamt 4 Stromflussmessungen wie geplant erfasst. Auch das Hausmeisterlüftungsgerät (Raum 2.24) sowie das Küchengrundlüftungsgerät (Raum 0.32) werden erfasst mit 3 bzw. 1 Stromflussmessgeräten. Bei keiner Anlage erfolgt eine Volumenstrommessung. Sie ist aus Kostengründen entfallen, da es sich um unregelmäßige Anlagen handelt. Mit Hilfe der Ventilatorstromverbräuche kann auf den Volumenstrom zurückgeschlossen werden.

In den beiden Haupt-Lüftungsanlagen (Raum 2.03 und 2.18) werden die Volumenströme messtechnisch erfasst (je für den Zu- und den Abluftweg). Darüber hinaus werden die Regelzustände der 4 Ventilatoren (Frequenzumformer) im Monitoring aufgezeichnet. Zur Erfassung der Ventilatorstromverbräuche sowie teilweise der Nebenaggregate dienen insgesamt 14 Stromflussmessungen.

Die Zustände von 6 Volumenstromreglern im Gebäudeteil A sowie 16 Volumenstromreglern im Gebäudeteil B werden im MENERGA-internen Monitoring ebenfalls mitgeschrieben. Gleiches gilt für 7 bzw. 6 Differenzdrücke (Ventilatoren, Filterüberwachung). Diese Daten waren im ursprünglichen Monitoringkonzept nicht vorgesehen.

### **2.3 Empfehlungen**

Aus den Erkenntnissen bei der Erstellung, Modifizierung und Umsetzung des Monitoring-Konzeptes in Halle ergeben sich folgende Empfehlungen für nachfolgende Projekte:

- Frühzeitig ist zu klären, welche Kompakt-Aggregate, Regelung, Zentralgeräte ohnehin ein Monitoring aufweisen, welche Werte dabei erfasst werden, welches Datenformat vorliegt und ob die Daten zweitverwertet werden können.
- Die Monitoring-Ziele müssen bekannt sein, bevor die Ausschreibungen der anderen Gewerke erfolgen, so dass insbesondere die Gewerke für Rohbau und Ausbau frühzeitig entsprechende Kenntnis haben.
- Sofern die Messtechnik außerhalb des Gebäudes einen Stromanschluss benötigt, ist die vor Herstellung einer dichten Gebäudehülle bzw. bei der Planung der Elektroverteilung bekanntzugeben.
- Für Räume mit Intensivmonitoring sind eigene Schaltkästen ausschließlich für die Messtechnik vorzusehen; die ausführenden Elektroinstallateure müssen diese freihalten.
- Die Impuls-Aufschaltung von Wärme-, Strom- und Wasserzählern führt zu guten Ergebnissen; die manuell zusätzlich möglichen Ablesungen sichern die Datenlage deutlich ab, so dass diese Ausstattung Selbstbau- und Eigenlösungen vorzuziehen ist – jeweils für die Messorte, an denen ohnehin Zwischenzähler vorgesehen sind.
- Insbesondere bei der Auswahl von Wärmemengenzählern ist darauf zu achten, dass Datenschnittstellen vorhanden sind.
- Bei Komponenten und Anlagen, bei denen die Richtung des Stromflusses unklar ist (Windkraft, Photovoltaik) sind Messgeräte zu verwenden, mit denen dies eindeutig festgestellt werden kann; richtungsunabhängige Stromflussmessungen sind nicht zielführend.
- Sofern die Innenbeleuchtung separat erfasst werden soll, sind in Absprache mit dem Elektroplaner geeignete Stromkreise zu konzipieren oder es ist davon auszugehen, dass sehr viele Einzelmessgeräte erforderlich sind.
- Bei der Kostenkalkulation ist zu berücksichtigen, dass Fühler im Erdreich oder in Konstruktionen nicht zugänglich sind und daher – auf der sicheren Seite liegend – doppelt angeschafft werden.

## 3 Übersicht Datenpunkte

Der nachfolgende Abschnitt gibt einen Überblick über die Art und Lage der Messpunkte. Die Einzelwerte werden themenbezogen zusammengefasst. Darüber hinaus werden aus den Messpunkten, die eine Energie- oder Medienverbrauchsmenge erfassen, Gesamtzählerschemen entwickelt. Sie sind die Grundlage für Sankey-Diagramme (siehe Bericht 2).

### 3.1 Messorte und Messkreise

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die räumliche Anordnung der Messtechnik. In den entsprechenden Räumen befinden sich Schaltkästen (separat installiert oder in der Elektrounterverteilung mit untergebracht), in denen die Messtechnik gebündelt wird.

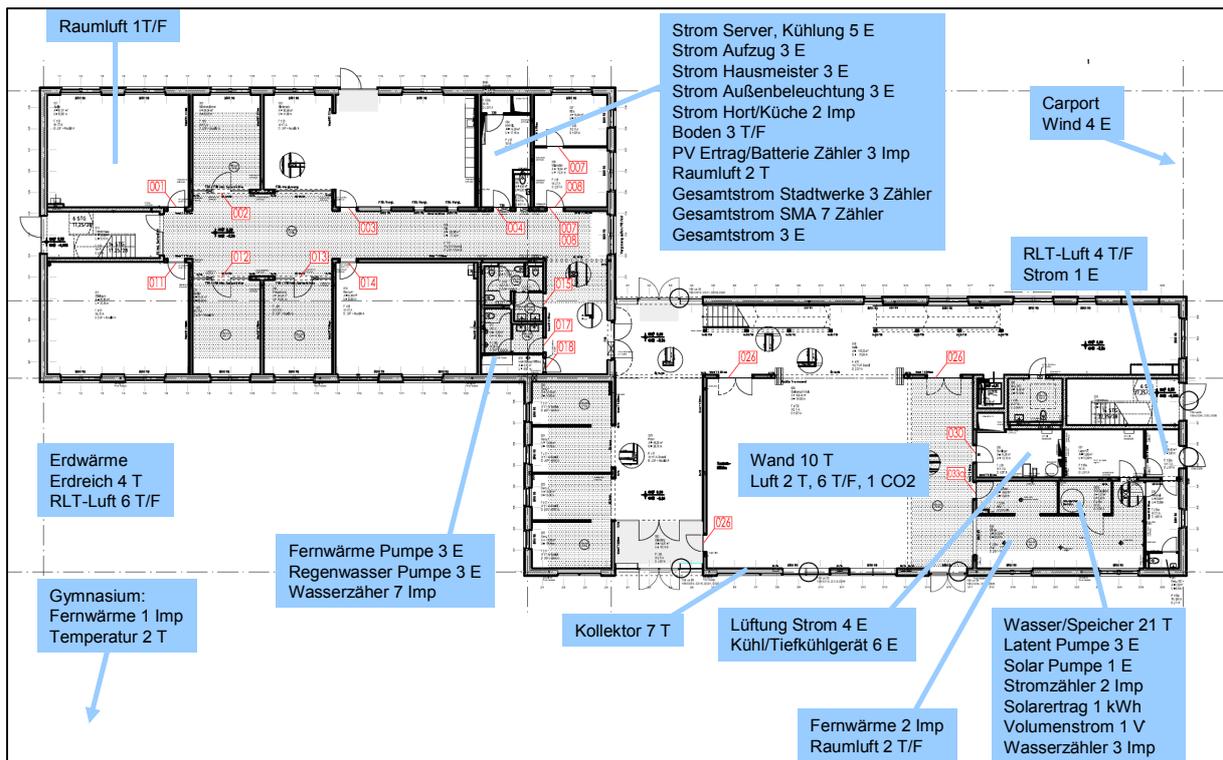


Abbildung 3-1: Anordnung der Messtechnik im Erdgeschoss

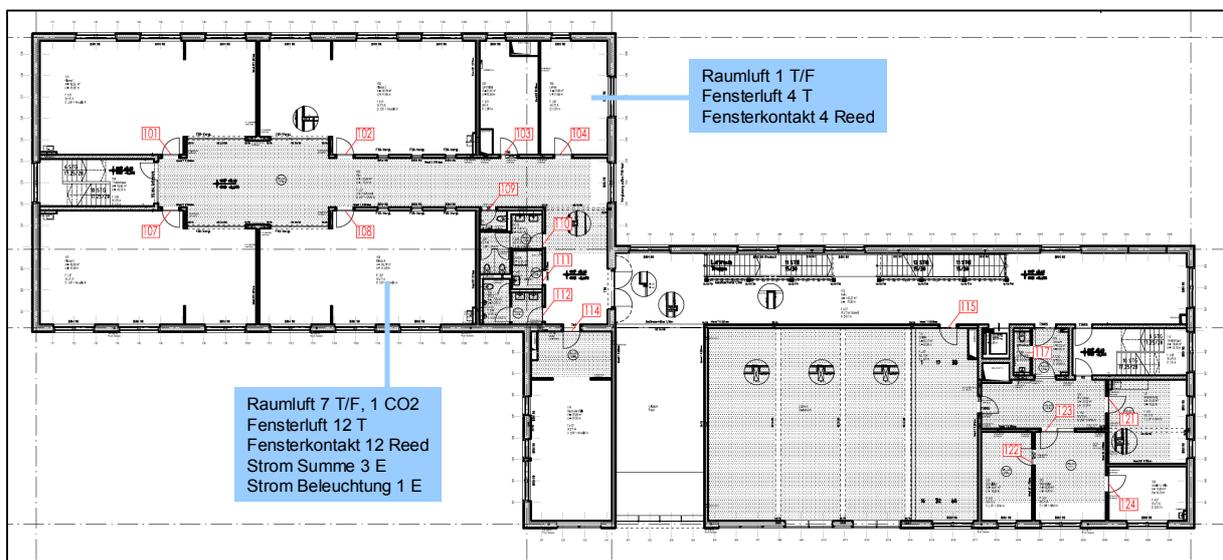
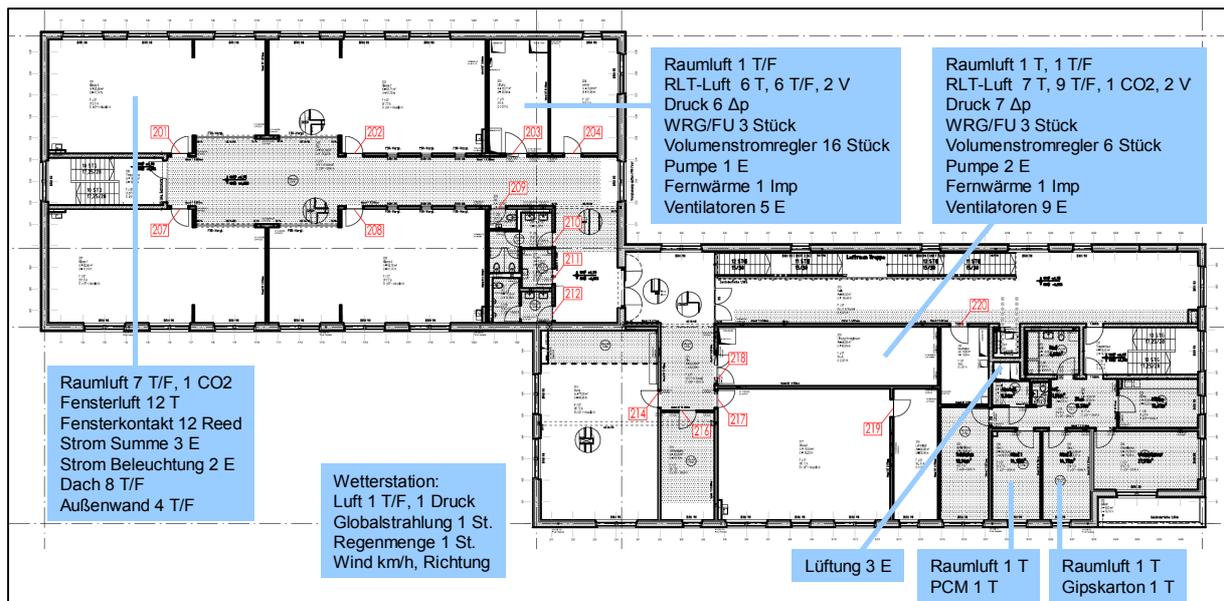


Abbildung 3-2: Anordnung der Messtechnik im 1. Obergeschoss



**Abbildung 3-3: Anordnung der Messtechnik im 2. Obergeschoss**

Die insgesamt 715 Messgrößen wurden zu Messkreisen zusammengefasst. Dies ermöglicht ein strukturiertes Arbeiten mit der Auswertesoftware. Eine Übersicht ist in Tabelle 3-1 gegeben.

Diese Filterstruktur erleichtert das Auffinden von Messpunkten, die themenbezogen gemeinschaftlich ausgewertet werden. Die Liste liegt als separate EXCEL-Tabelle (Anhang A) vor. Sie enthält keine Messdaten.

**Tabelle 3-1: Messkreise**

Kürzel	Messkreis	Anzahl Messpunkte
BAU	Bauteilmessungen	75
AWN	Außenwand Nord	8
AWS	Außenwand Süd/Solar	12
BOD	Bodenplatte	6
DAC	Flachdach	16
KFE	Kastenfenster	29
PCM	PCM-Bauteile	4
HZG	Heizung über Fernwärme	22
FEW	Fernwärme	7
HIL	Hilfsenergiemengen	15
PVW	Stromerzeugung PV und Wind	21
PHV	Photovoltaik	13
WIN	Windkraft	8
RAU	Raumklima	81
CO2	CO2 Messung	3
FEK	Fensterkontakte	21
HOE	Höhenschichtung	34
INN	Raumklima Nutzräume	14
TGA	Raumklima Technikräume	9
RLT	Lüftungs- und Raumlüftungstechnik	339
BTA	Thermische Messung Lüftungsanlage Verwaltungstrakt	12
BTB	Thermische Messung Lüftungsanlage Klassentrakt	18
EWT	Erdwärmetauscher	16
HEA	Hilfsenergie Lüftungsanlage Verwaltungstrakt	22
HEB	Hilfsenergie Lüftungsanlage Klassentrakt	12

Kürzel	Messkreis	Anzahl Messpunkte
HEH	Hilfsenergie Hausmeisterwohnungslüftung	6
HEK	Hilfsenergie Küchenlüftung	13
KLU	Thermische Messung Lüftungsanlage Küche	8
MAC	MENERGA - CO2-Messung Aulatrakt (BtA)	6
MAD	MENERGA - Druckdifferenz Aulatrakt (BtA)	24
MAR	MENERGA - Regler und Stellsignale Aulatrakt (BtA)	30
MAS	MENERGA - Störungen und Meldungen Aulatrakt (BtA)	9
MAT	MENERGA - Temperaturen Aulatrakt (BtA)	30
MAV	MENERGA - Volumenströme Aulatrakt (BtA)	6
MAW	MENERGA - Wärmerückgewinnung Aulatrakt (BtA)	3
MBD	MENERGA - Druckdifferenz Klassentrakt (BtB)	21
MBR	MENERGA - Regler und Stellsignale Klassentrakt (BtB)	57
MBS	MENERGA - Störungen und Meldungen Klassentrakt (BtB)	10
MBT	MENERGA - Temperaturen Klassentrakt (BtB)	27
MBV	MENERGA - Volumenströme Klassentrakt (BtB)	6
MBW	MENERGA - Wärmerückgewinnung Klassentrakt (BtB)	3
SOL	Solarthermie	58
HES	Hilfsenergie Solarthermie	12
HMS	Hilfsenergie Hausmeisterspeicher	4
KOL	Kollektorfeld	12
LAT	Latentwärmespeicher	9
NTZ	Temperaturmessungen im Netz	8
PUF	Pufferspeicher	13
STR	Stromverbraucher	92
BEL	Beleuchtung	15
GER	Großgeräte	34
GES	Gesamt mengen Schule	12
HAM	Teilmessung Hausmeister	7
HOR	Teilmessung Hort	1
KLA	Teilmessung Klassen	15
KUE	Teilmessung Küche	8
WAS	Wasserverbraucher	19
BRW	Brauchwasser	3
HEW	Hilfsenergie Brauchwasser	7
KTW	Kalttrinkwasser	8
WTW	Warmtrinkwasser	1
WET	Wetterstation	8
WET	Außenwerte	8

### 3.2 Messpunktliste

Die komplette Messpunktliste ist im Anhang 7.4 zu finden sowie als EXCEL-Tabelle im **Anhang A**. Sie enthält für jede der 715 Größen folgende Daten – exemplarisch erläutert an zwei Beispielen.

#### Beispiel für eine Zustandsgröße

1. Messpunktkürzel            S12
2. Datenherkunft            SETSOLAR
3. Messpunktschlüssel       Hausmeistersp\_oben
4. Einheit                      °C
5. Faktor                        1

6. Gruppe	SOL
7. Untergruppe	HMS
8. Beschreibung	Temperatur_Hausmeisterspeicher_oben
9. Intervall	1
10. Zähler	0
11. Manuell erfasst	-
12. Zustand	0
13. MinWerktag	0
14. MinWochenende	0
15. MaxWerktag	100
16. MaxWochenende	100
17. Medium	Warmwasser
18. Formel virtueller Zähler	-

### Beispiel für einen Zähler

1. Messpunktkürzel	DF001A-51C0-0
2. Datenherkunft	GEDES
3. Messpunktschlüssel	DF001A-51C0-0_E_gelieferter_Strom_in_Impulse
4. Einheit	kWh
5. Faktor	0,005
6. Gruppe	PVW
7. Untergruppe	PHV
8. Beschreibung	Stromproduktion_PV_und_Wind_zusammen
9. Intervall	10
10. Zähler	1
11. Manuell erfasst	ja
12. Zustand	0
13. MinWerktag	-
14. MinWochenende	-
15. MaxWerktag	-
16. MaxWochenende	-
17. Medium	Strom
18. Formel virtueller Zähler	-

Das Messpunktkürzel wird zur eindeutigen Bezeichnung einer Variable in der Auswertesoftware MONISOFT (siehe Kapitel 5.3) verwendet. Der Messpunktschlüssel trägt den Namen, welche die Variable im Original beim Datenlieferanten trägt. Wer der Datenlieferant ist, gibt die Datenherkunft an. Die Beschreibung übersetzt ggf. stark verkürzte oder irreführende Bezeichnungen für den internen Gebrauch.

Die Einheit der physikalischen Größe wird incl. der Angabe von Einheitenvorsätzen (z. B. kWh) erfasst. Sofern die Originaldatenquelle von dieser Einheit abweichende Zahlenwerte liefert, ist ein Umrechnungsfaktor (Multiplikator, z. B. Faktor 0,005) zu vermerken. Sollte die Größe keine Einheit haben, sondern eine reine Zustandsgröße (0 oder 1) sein, wird dies entsprechend vermerkt.

Für alle Größen ist angegeben, in welchem Erfassungsintervall (z. B. 1 oder 10 Minuten) diese Größe vorliegt. Nur für die Zähler (mit 1 markiert) wird zusätzlich vermerkt, ob sie auch manuell – also durch händisches Ablesen vor Ort – ausgelesen werden. Bei allen anderen Größen werden minimale und maximale Werte hinterlegt, die das Intervall der denkbaren Zahlenwerte absteckt. Alle Zahlenwerte jenseits der Grenzen sind in jedem Fall Mess- oder Übertragungsfehler.

Für jede Messgröße erfolgt eine Zuordnung zu einem Messkreis, z. B. zur Solarthermie (SOL) und dort zur Untergruppe der Werte, die zur Hausmeisterwohnung (HMS) gehören. Das Medium, das oder in dem gemessen wird, ist vermerkt (Strom, Warmwasser usw.).

Die Messwerttabelle enthält auch virtuelle Zähler. Es handelt sich beispielsweise um Stromzähler, die sich aus einer Addition der drei einzeln erfassten Phasen ergeben. In diesem Fall enthält die Messpunktliste auch einen Hinweis, welche Variablennamen die Ausgangswerte tragen.

Insgesamt entstammen der projektbezogen aufgebauten Messtechnik der Fa. GEDES 404 Messpunkte. Aus dem Regelungsmodul der Solarthermie stellt die Fa. SETSOLAR weitere 33 Messpunkte zur Verfügung. Der internen Regelung der beiden Hauptlüftungsanlagen von Fa. MENERGA werden 232 Messpunkte entnommen. Für die Photovoltaik liefert SMA 9 Werte. Die Stadtwerke Halle liefern 3 Datenpunkte. Aus allen vorgenannten Werten wurden 34 virtuelle Zähler angelegt.

Tabelle 3-2 zeigt eine Übersicht über die physikalischen Größen und Einheiten der erfassten Daten.

**Tabelle 3-2: Erfasste Messgrößen**

Messgröße	Einheit	typischer Anwendungsfall	Anzahl
Temperatur	°C	diverse Medientemperaturen	204
Anteilswerte	%	relative Baustoff- und Luftfeuchten, Zustand von Regelventilen, Frequenzumrichtern Volumenstromreglern und Klappen,	164
Stromstärke	A	phasenweise Erfassung der Elektroverbraucher	79
Elektrische Leistung	kW	phasenweise Erfassung der Elektroverbraucher	100
Druckdifferenz	Pa	Druckerhöhungen der Ventilatoren in den zentralen Lüftungsanlagen, Druckverluste von Filtern, Differenzdrücke am Anlagenschlechtpunkt	45
Betriebszustände	bits	Öffnungszustände von Fenstern über Kontaktmessung	21
Meldungen	-	Wartungs-, Störmeldungen der Lüftungsanlagen	20
Energiemenge	kWh, MWh	Energieverbrauchszähler für Strom und Wärme für Haupt- und Nebenverbraucher	27
Schaltzustände	0/1	Schalt- und Betriebszustände von Pumpen und Nachheizpatronen	14
Durchfluss	m³/h, l/h	Volumenströme der zentralen Lüftungsanlagen, Durchflüsse Solarfluid	13
Wassermenge	m³	Wasserzähler für Regenwasser, Kalt- und Warmtrinkwasser für Haupt- und Nebenverbraucher	13
Konzentration	ppm	CO <sub>2</sub> -Menge in Referenzklassenräumen und Aula	9
Leistungsdichte	W/m²	Solarstrahlung	2
Himmelsrichtung	°	Windrichtung	1
Geschwindigkeit	km/h	Windgeschwindigkeit	1
Druck	kPa	Luftdruck	1
Niederschlagshöhe	mm/h	Regenmenge	1

### 3.3 Zählerschemen

Um die Auswertung zu vereinfachen und die Energie- und Medienflüsse zu verdeutlichen, wurden die Zählerschemata gemäß Abbildung 3-4 und Abbildung 3-5 erstellt. Sie verdeutlichen die Verschachtelung der Haupt- und Unterzählerwerte.

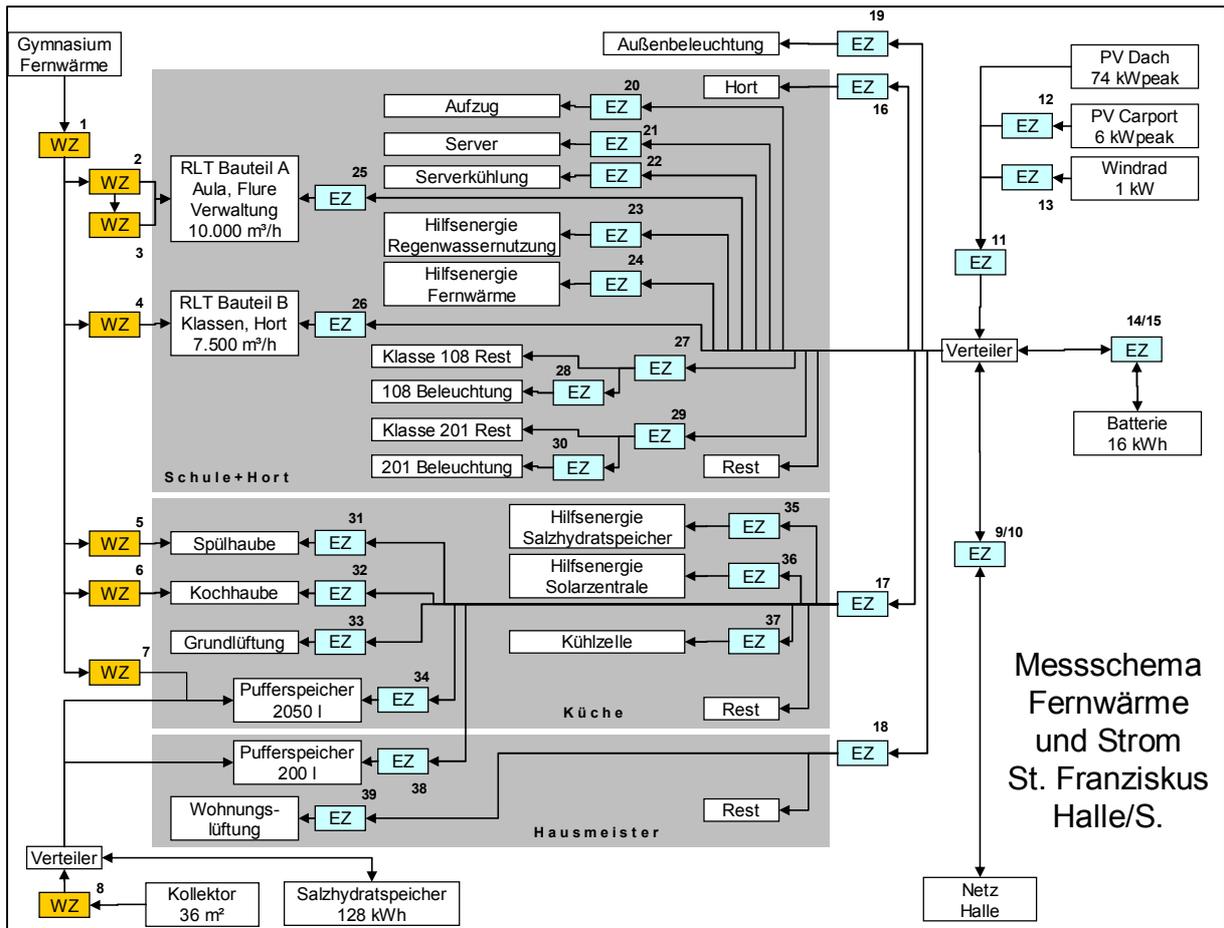


Abbildung 3-4: Zählerschema für Fernwärme und Strom

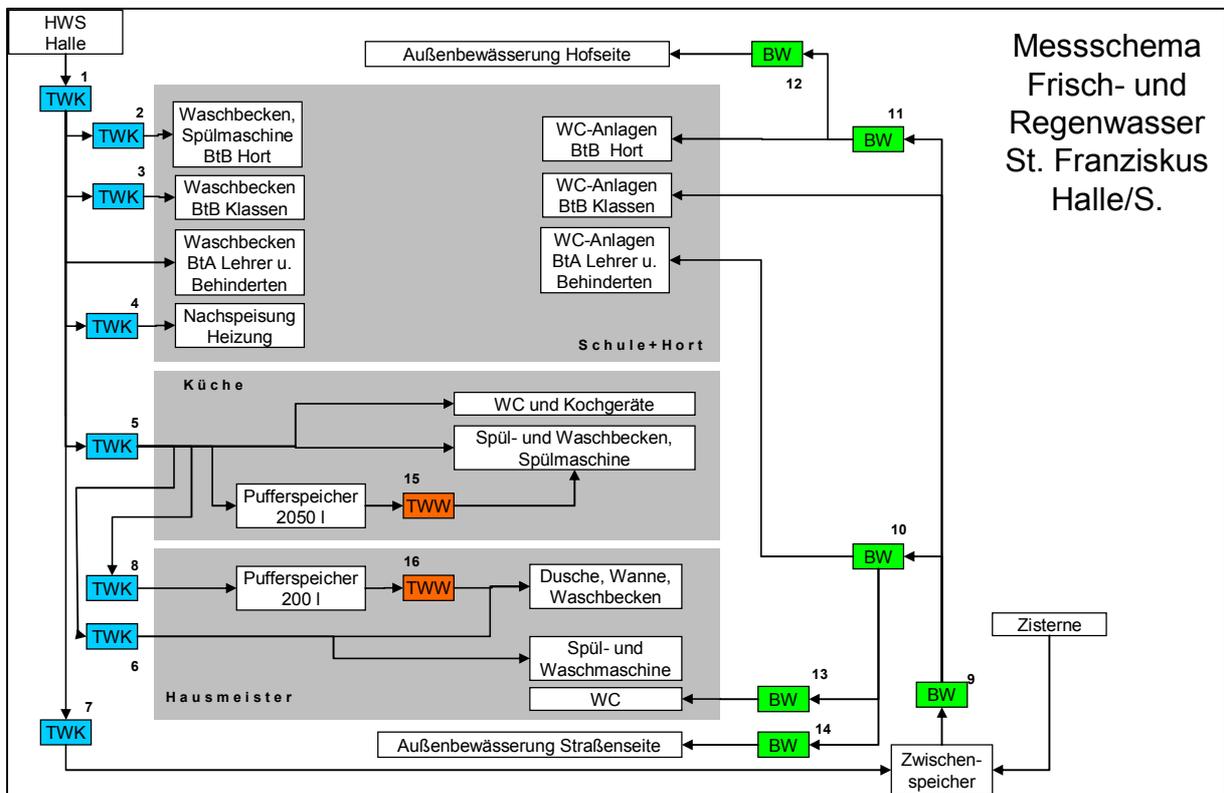


Abbildung 3-5: Zählerschema für Regen- und Trinkwasser

### **3.4 Datenerfassungsraten**

Die projektbezogene Datenerfassung der Fa. GEDES erfolgt im Takt von 10 min. Ursprünglich war geplant, dieses Intervall nach einer Testphase anzupassen. Darauf wurde verzichtet. Da es sehr mühsam war, das System überhaupt aufzubauen und einen stabilen Datenfluss sicherzustellen, sollten – nachdem alles funktionierte – keine Rückschritte provoziert werden.

Die Speichermodule der beiden MENERGA-Lüftungsanlagen liefern Werte in verschiedener Auflösung. Das kleinste verfügbare Intervall sind Minuten. Bei der Solarthermie wurden bis Ende 2016 Werte im Minutentakt zur Verfügung gestellt, danach im 10-Sekunden-Takt. Die Photovoltaikwerte der Fa. SMA liegen im 15-Minuten-Intervall vor.

Die Daten der Hauptstromzähler für Netzbezug, Einspeisung und Stromproduktion wurden per E-Mail direkt bei der Energieversorgung Halle Netz GmbH abgefragt. Aus Datenschutzgründen wurden diese zunächst an den Schulbetreiber als Vertragspartner gesandt und dann der Hochschule Magdeburg-Stendal für das Monitoring zur Verfügung gestellt. Die Messung des Netzstrombezugs sowie der Rückspeisung erfolgte alle 15 Minuten, der produzierte PV-Ertrag liegt als Tageswert vor.

#### **Manuelle Zählerablesung**

Bei Vor-Ort-Terminen wurden jeweils konsequent alle Zähler manuell abgelesen. Die Werte dienten als Rückfallebene – vor allem während das Monitoring noch im Aufbau befindlich war. Später wurden die Werte verwendet, um die Umrechnungsfaktoren für die digitale Zählererfassung (Impulsübertragung) zu bestimmen, siehe Kapitel 5.3. An folgenden Tagen wurden Zähler manuell erfasst:

- 27.03.2014
- 24.09.2014
- 12.12.2014
- 12.01.2015
- 14.04.2015
- 10.06.2015
- 25.06.2015
- 09.10.2015
- 29.10.2015
- 08.01.2016
- 02.03.2016
- 08.04.2016
- 13.10.2016
- 06.01.2017
- 28.02.2017
- 29.03.2017
- 05.05.2017
- 05.07.2017
- 29.09.2017
- 05.01.2018

Darüber hinaus konnten alle Wärmemengenzähler mit Speicherwert bei den Vor-Ort-Terminen ausgelesen werden. Daher liegen weitere 48 Stichtagswerte jeweils zum Monatsende für die Fernwärmemengen vor.

#### **Empfehlungen**

Nach der Auswertung der Zahlenwerte ergeben sich folgende Empfehlungen für sinnvoll Datenerfassungsraten für ein Langzeitmonitoring, wie es in der St. Franziskus-Schule erfolgt ist:

- 1 Tag: Bauteiltemperaturen
- 1 Stunde: Erdwärmeübertrager, Solarthermie, Wind, Fernwärme, Außenbeleuchtung, Pumpen, Ventilatoren, Server, Aufzug, Wasserverbrauch, Außenklima ohne Strahlung
- 10 Minuten: Kastenfenster, Raumtemperatur/-feuchte, CO<sub>2</sub>, zentrale Lüftung
- 1 ... 10 Minuten: Globalstrahlung, Photovoltaik, Innenbeleuchtung

Für kurze Zeiträume können zum Zwecke der Betriebsanalyse auch kürze Intervalle gewählt werden, z. B. für den Aufzug.



## 4 Systemaufbau, Hardware und Komponenten

Nachfolgend wird erläutert, welche Messtechnik sowie Datenverarbeitungskomponenten in der St. Franziskus-Grundschule eingesetzt wurden. Sofern verfügbar werden Messgenauigkeiten genannt. Neben dem extra für das Monitoring aufgebauten Messtechniksystem werden auch die bauseits vorhandenen Zähler beschrieben. Zu Beginn wird der Gesamtaufbau des Monitorings erläutert.

### 4.1 Gesamtsystemaufbau

Den Aufbau des gesamten Monitoring-Systems mit relevanten Datenflüssen zeigt Abbildung 4-1. Es wird als Datenquellen auf bauseits vorhandene Zähler zurückgegriffen, aber auch extra für das Monitoring installierte Messfühler werden erfasst. Alle weiteren Datenspeicherungen, welche sich aus der RLT, Solarthermie und Photovoltaik ergeben, werden genutzt.

Die Daten lagern auf mehreren Datenservern, teils innerhalb des VPN-Netzes der Schule, teils außerhalb. Der Zugang zum schulinternen Netz ist nur für eingetragene Benutzer mit Passwort möglich.

Die Messdaten vom GEDES-Datenserver werden der Hochschule automatisch als Datei per E-Mail zugestellt. Alle anderen müssen aktiv (in selbst gewählten Zeitintervallen) von den jeweiligen Servern geladen werden. Dazu ist Zusatzsoftware oder ein Zugang zu bestimmten Browseranwendungen notwendig. In jedem Fall sind die Daten nur für eingetragene Benutzer mit Passwort abzurufen. Lediglich die Werte der Stadtwerke Halle (Stromzähler) werden auf Nachfrage per E-Mail zugesendet. Zur Kontrolle und Sicherheit werden alle bauseits vorhandenen Zähler auch manuell vor Ort abgelesen, sofern eine Ablesemöglichkeit gegeben ist.

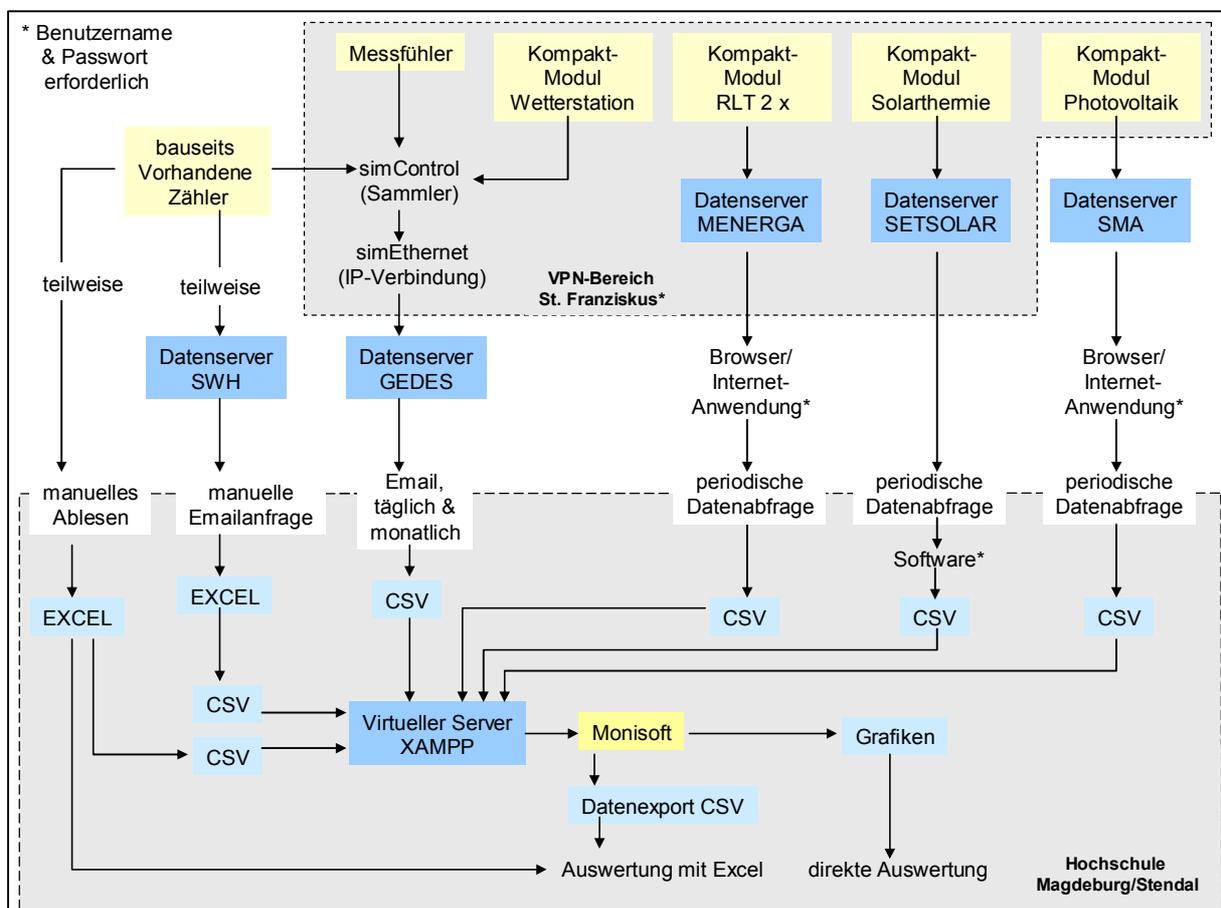


Abbildung 4-1: Gesamtsystemaufbau der Datenerfassung und Auswertung

Alle Daten liegen final als CSV-Dateien vor. Falls das Ausgangsformat EXCEL ist, muss die Datei als CSV abgespeichert werden, um nachfolgend in den Gesamtserver der Hochschule eingelesen zu werden. Dieser virtuelle Server wird mit der Software XAMPP erzeugt und speichert die Werte aller Datenquellen zusammengefasst in Form einer MySQL-Datenbank. Die Datenpflege erfolgte in der Regel monatlich bzw. nach dem Eintreffen neuer Daten-CSV.

Für die Datenauswertung wird das Programm MONISOFT verwendet. Es ermöglicht eine Datenaggregation von Einzelwerten zu längeren Zeitintervallen (Umwandlung von 10-Minuten-Werten zu Tageswerten o.ä.), aber auch eine direkte grafische Auswertung. Andererseits können die Originaldaten oder aggregierte Werte auch exportiert und mit EXCEL ausgewertet werden.

## 4.2 Bauseitige Zähler

### Stromzähler

Tabelle 4-1 zeigt die bauseits vorhandenen Stromzähler, welche manuell abgelesen werden können. Alle gelisteten Zähler werden auch digital erfasst.

Tabelle 4-1: Stromzähler

Nutzer	Zähler/Verwendung	Raum-Nr.:	Einbauort	Zähler-Nr.:
<b>nicht manuell auslesbar</b>				
gesamt	PV-Nettoerzeugung = Ertragszähler des EVU	R004	links	480-94-60050
gesamt	Hauptzähler Netz	R004	links	951-13-60026
<b>manuell auslesbar</b>				
gesamt	"Zähler 1" PV Lieferung von Dachanlage	R004	Mitte	AA1NB00006
gesamt	"Zähler 2" PV Lieferung an Batterie	R004	Mitte	AA1O200631
gesamt	"Zähler 2" PV Lieferung von Batterie	R004	Mitte	AA1O200631
Hausmeister	Hausmeisterwohnung (inkl. Lüftung)	R004	rechts	53825708-2013
Hort	Unterzähler Hort	R004	Mitte	1TIP0114005258
Küche	Küche	R004	Mitte	1TIP0114005274
Küche	Unterzähler E-Nachheizung Pufferspeicher	R033b	hintere Wand	S138694-1348
Hausmeister	Unterzähler E-Nachheizung Hausmeisterspeicher	R033b	hintere Wand	S138702-1348

Die Erfassung des PV-Stroms erfolgte seitens der Stadtwerke bis Mitte 2014 mit einem analogen Ferraris-Zähler, Abbildung 4-2 links. Zum Zwecke der Vergütung des erzeugten PV-Stroms musste dieser Zähler zum Jahreswechsel seitens der Stadtwerke abgelesen werden. Um darauf zu verzichten, installierten die Stadtwerke später einen digitalen Zähler, Abbildung 4-2 rechts.



Abbildung 4-2: Stromzähler der Stadtwerke für den Nichtwohnbau

Er ist fernauslesbar, jedoch nicht einfach vor Ort manuell auslesbar. Nach dem Zählerwechsel wurden die entsprechenden Zählerstände von den Stadtwerken angefordert. Das galt bereits seit der Inbetriebnahme auch für den Hausanschlusszähler (gleiches Modell wie in Abbildung 4-2 rechts zu sehen).

Der Zählerstand des Hausmeisterzählers - Abbildung 4-3 – ist rein manuell verfügbar. Die Digitalisierung erfolgt nicht über eine Impulsschnittstelle am Zähler, sondern über eine Stromflussmessung der drei Anschlussphasen. Ein Umrechnungsfaktor zwischen den im Monitoring aufgezeichneten Daten und dem realen Zählerstand erfolgte später im Rahmen der Auswertung.



**Abbildung 4-3: Stromzähler der Stadtwerke für die Hausmeisterwohnung**

Die bauseits aus Gründen der Abrechnung oder Betriebsüberwachung vorhandenen digitalen Zwischenzähler – siehe Abbildung 4-4 – wurden alle über entsprechende Impulsschnittstellen in das Monitoring übernommen. Die Impulswertigkeiten sind jeweils auf dem Zähler angegeben. Sie wurden jedoch nur teilweise in die zentrale Datenerfassung der Fa. GEDES übernommen, sodass ggf. fehlende oder zahlenmäßig falsche Umrechnungsfaktoren in der Auswertung mit MONISOFT ergänzt oder korrigiert werden mussten.





Abbildung 4-4: Digitale Zwischenzähler für Strom

Der elektromechanische Stadtwerkezähler für die Hausmeisterwohnung hat die Genauigkeitsklasse A. Dies bedeutet eine maximal zu erwartende Messabweichung von  $\pm 3,5\%$ . Der elektronische (digitale) Stadtwerkezähler für Schule und Photovoltaik weist Klasse B und damit  $\pm 2\%$  maximal zu erwartende Messabweichung auf. Gleiches gilt für die digitalen Unterzähler der Fa. TIP und Etlako.

### Wasserzähler

Der Hauptwasserzähler der Stadtwerke war zunächst ohne Schnittstelle in Betrieb gegangen - Abbildung 4-5 links. Zum Jahreswechsel 2016 hat der Wasserversorger ein kostenloses Impulsmodul zur Verfügung gestellt - Abbildung 4-5 rechts. Der Zähler wurde dann in das Monitoring eingebunden.



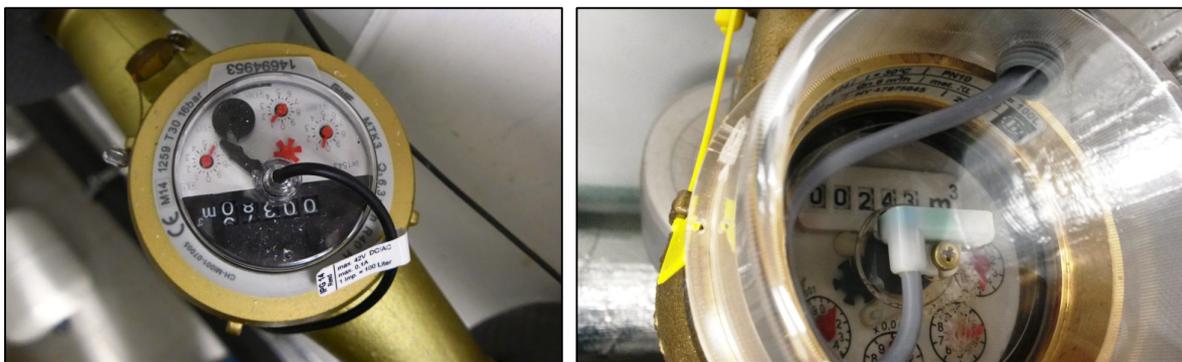
Abbildung 4-5: Wasserzähler der Stadtwerke ohne und mit Reed-Kontakt

Die manuelle Erfassung der Zähler erfolgte jeweils im Hausanschlussraum 0.18, wo sich ein Großteil der Brauchwasser- und Kaltwasserzähler befinden – siehe Abbildung 4-6. Die Zähler für die Trinkwassererwärmung – beim Hausmeister auf der Kaltwasserseite angeordnet, für die Küche auf der Warmwasserseite – sind im Solarraum 0.33a zu finden.



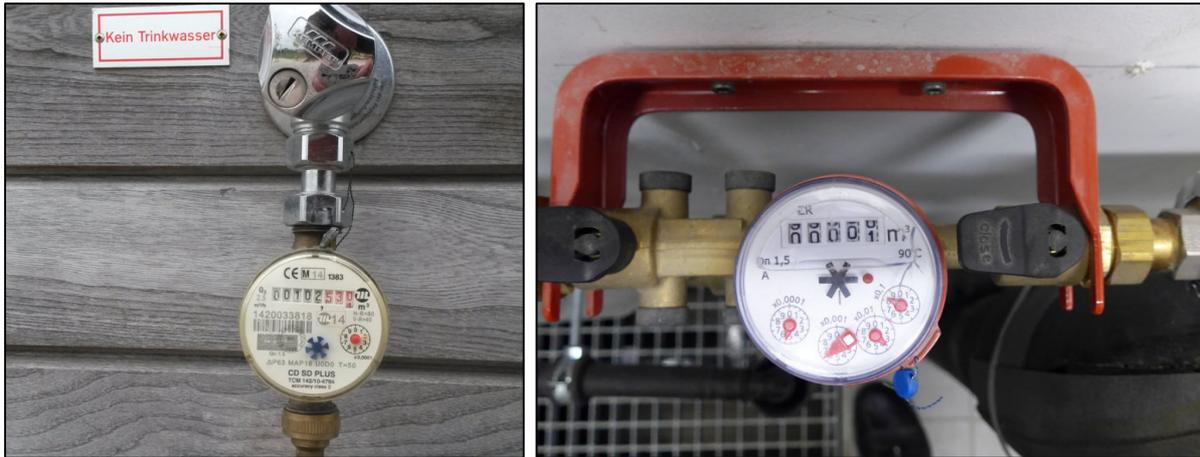
**Abbildung 4-6: Brauchwasser-, Kaltwasser- und Warmwasserzähler**

Alle verwendeten Zähler unterschiedlicher Hersteller, welche im Monitoring aufgeschaltet wurden, tragen einen Hinweis zur Impulswertigkeit. In der Regel wurden Zähler mit einer Genauigkeit von 100 Litern je Impuls verwendet, siehe Abbildung 4-7. Die Impulswertigkeiten wurden teilweise in die zentrale Datenerfassung der Fa. GEDES übernommen. Fehlende oder zahlenmäßig falsche Umrechnungsfaktoren wurden später bei der Auswertung mit MONISOFT ergänzt oder korrigiert.



**Abbildung 4-7: Zwischenzähler für Wasser mit Datenschnittstelle und Impulswertigkeit**

Aufgrund der örtlichen Lage sowie der bauseits fehlenden Datenschnittstelle am Zähler wurden die beiden Außenwasserzähler nicht mit in das digitale Monitoring übernommen. Sie wurden periodisch manuell abgelesen. Gleiches gilt für den in Abbildung 4-8 rechts abgebildeten Nachspeisezähler für Heizungswasser. Es wurde davon ausgegangen, dass keine nennenswerten bzw. interessanten Messwerte zustande kommen. Allerdings wurde der Zähler verwendet, um Kaltwasser in die WC-Anlagen nachzuspeisen, als die Regenwassernutzungsanlage defekt war. Insofern wäre – nachträglich betrachtet – eine digitale Datenerfassung sinnvoll gewesen.



**Abbildung 4-8: Zwischenzähler für Wasser ohne Datenschnittstelle**

Die drei Zähler für Warmwasser, Kaltwasser und Brauchwasser im Bad der Hausmeisterwohnung wurden ebenfalls nur periodisch manuell abgelesen. Aus optischen Gründen wurden handelsübliche Unterputzzähler ohne Datenschnittstelle gewählt.

Die Kalt- und Brauchwasserzähler weisen maximale Fehlergrenzen von  $\pm 5\%$  auf (Class 2, MID).

Tabelle 4-2 zeigt die manuell erfassten Wasserzähler, sortiert nach Wasserart. Bis auf die mit dem Hinweis 'ohne Reed' markierten Zähler sind die Daten der anderen Zähler digital im Monitoring verfügbar.

**Tabelle 4-2: Wasserzähler**

	Zähler/Verwendung	Raum-Nr.:	Einbauort	Zähler-Nr.:
<b>Brauchwasser</b>				
gesamt	BW-Hauptzähler (zählt das nachgespeiste TWK mit!)	R018	Brauchwasserverteiler, 1. Anschluss v. rechts	14672240
Schule	Außenwasser, Straßenseite (ohne Reed)	draußen	rechts von der Eingangstür im Beet	1420033808
Schule	Außenwasser, Rückseite (ohne Reed)	draußen	links neben der Fenstertür auf dem Schulhof	1420033818
Schule	WC-Anlagen Aulatrakt, (ohne R034)	R018	Brauchwasserverteiler, 2. Anschluss v. rechts	45597106
Hort	WC-Anlagen Klassentrakt, EG-Hort	R018	Brauchwasserverteiler, 3. Anschluss v. rechts	45597111
Hausmeister	BW – Zähler Hausmeister, UP - Zähler (ohne Reed)	R223	Bad Hausmeister	1303177
<b>Trinkwasser, kalt</b>				
gesamt	Hausanschlusszähler (VU)	R018	Hausanschlussleitung	13142341
Schule	Brauchwassernachspeisung f. WC-Anlagen	R018	Trinkwasserverteiler 5. Anschluss v. rechts	47975644
Schule	Klassentrakt 1.+ 2. OG	R018	Trinkwasserverteiler 3. Anschluss v. rechts	47975645
Hort	Klassentrakt Hort	R018	Trinkwasserverteiler 4. Anschluss v. rechts	47975919
Schule	Nachspeisung Heizungswasser (ohne Reed)	R018	zw. Trinkwasserverteiler und vertikalen Heizungsleitungen	Keine Nr.
Küche	Hauptzähler Küche	R033b	an Rückwand Solarzentrale	14694953
Hausmeister	Trinkwassererwärmer Hausmeister	R033b	Trinkwasserverteilung kalt	45597110
Hausmeister	Hausmeister UP – Zähler, (ohne Reed)	R223	Bad Hausmeister	1303178
<b>Trinkwasser, warm</b>				
Küche	Küche	R033b	Trinkwasserverteiler warm	14908237
Hausmeister	Hausmeister UP – Zähler (ohne Reed)	R223	Bad Hausmeister	1305474

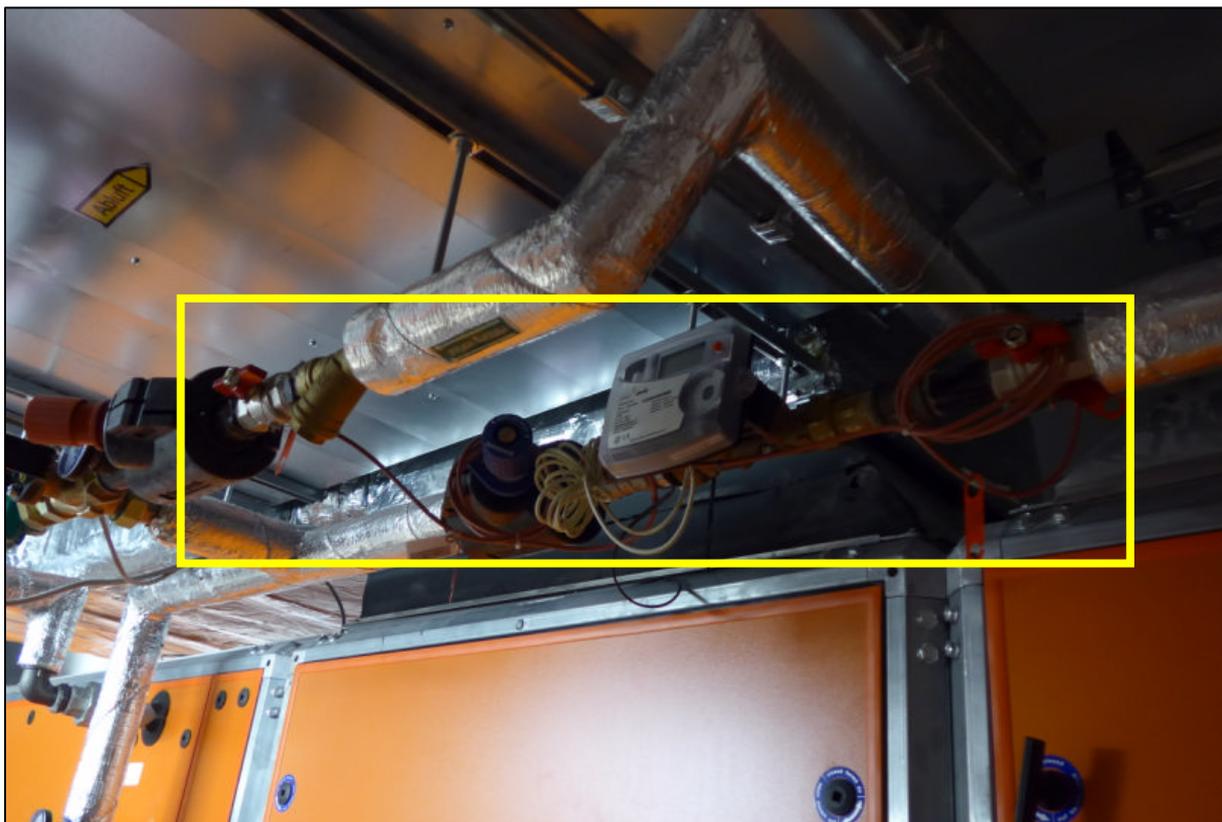
## Wärmemengenzähler

Tabelle 4-3 zeigt die Übersicht über die Wärmemengenzähler. Alle Fernwärmezähler sind Kompaktwärmemengenzähler verschiedener Hersteller, überwiegend der Fa. Allmess.

**Tabelle 4-3: Wärmemengenzähler**

Nutzer	Zähler/Verwendung	Raum-Nr.:	Einbauort	Zähler-Nr.:
<b>Fernwärme</b>				
gesamt	Hauptzähler	Gymnasium	Heizungskeller, hintere Wand	14218318
Küche	Luftheizung 10,8 kW, Spülmaschine	R033	Durchgang zwischen Koche- und Spülbereich in Zwischendecke	14218211
Küche	Luftheizung Mittelhaube 2x18 kW	R033	oberhalb der Kochhaube in Zwischendecke	14220951
Küche	Nachheizung 25 kW Solar-Trinkwassererwärmer	R033b	im Solarmodul (ohne Erfassung)	33083784
Schule	Luftheizung 15,2 kW, Klassentrakt	R203	neben Lüftungsgerät	14214958
Schule	Luftheizung 21,2 kW, Aulatrakt	R218	neben Lüftungsgerät	14218295
Schule	Luftheizung 10 kW, Flure Aulatrakt	R218	neben Lüftungsgerät (ohne Erfassung)	34351278
<b>Solarenergie</b>				
Küche	WMZ Solar	R033b	im Solarregler	33083784

Die Zähler sind jeweils frei zugänglich, wenn sie sich separat installiert in einem Technikraum, z. B. der Lüftungszentrale befinden – siehe Abbildung 4-9. Das Rechen- und Speichermodul ist abnehmbar, so dass bei der Ablesung ein guter Blick auf das Display gegeben ist.



**Abbildung 4-9: Wärmemengenzähler frei zugänglich in der Lüftungszentrale**

In der Küche sind die Zähler aus Gründen der Hygiene nicht frei zugänglich, siehe Abbildung 4-10. Die fehlende Revisionsklappe in der abgehängten Decke ist allerdings nicht günstig und ungeplant. Die Aufschaltung der Zähler erfolgte erst sehr spät in das Monitoring. Der Küchenbetrieb lief bereits mehr als ein Jahr.

Ausgehend von einem rein digitalen Datenfluss hätte man auf die Revisionsklappe verzichten können. Da aber auch monatliche Energiebilanzen innerhalb des ersten Betriebsjahres erstellt werden sollten, musste hier provisorisch immer wieder die Decke geöffnet werden.



**Abbildung 4-10: Wärmemengenzähler in der abgehängten Decke der Küche**

Die Wärmemengenzähler der Fa. Allmess sind über die digitalen Schnittstellen in das Monitoring integriert. Bei der manuellen Auslesung wurden auch die Leistungsspitzen notiert, z. B. 46 kW am 6.1.2016 am Hauptzähler – siehe Abbildung 4-11.



**Abbildung 4-11: Wärmemengenzähler mit digitaler Schnittstelle**

Zwei Zähler konnten nicht in das digitale Monitoring aufgenommen werden. Einerseits der Zähler für das Heizregister der Flure im Aulatrakt, siehe Abbildung 4-12 links. Die Werte wurden manuell periodisch abgelesen. Da der Zähler ein Unterzähler des 'Wärmemengenzählers Aulatrakt' ist, der im digitalen Monitoring enthalten ist, war dieser Zustand akzeptabel.

Des Weiteren konnte der Wärmemengenzähler für die Fernwärmenachheizung des Solarspeichers nicht digital erfasst werden. Auch hier ist keine digitale Schnittstelle vorhanden bzw. die vorhandene Schnittstelle nicht kompatibel zu den gängigen digitalen Monitoringsystemen. Da keine Fernwärmenachheizung erfolgt, wären ohnehin keine Messwerte zu erwarten. Auf Zählerwechsel wurde daher verzichtet.



Abbildung 4-12: Wärmemengenzähler ohne Schnittstelle

### 4.3 Kompaktmodule

In der Schule St. Franziskus sind verschiedene Kompaktmodule von Drittanbietern in das Monitoring eingebunden. Die Daten der Wetterstation Vantage Pro 2 – siehe Abbildung 4-13 – werden direkt im Monitoring der Fa. GEDES verarbeitet.



Abbildung 4-13: Inneneinheit der Wetterstation

Die über die Datenschnittstelle der Fa. SMA – siehe Abbildung 4-14 – aufgezeichneten Messwerte lassen sich über eine Internetseite (Benutzername und Passwort Fa. SMA erforderlich) auslesen. Der Datenserver steht außerhalb der Schule und ist ohne VPN-Zugang erreichbar.



**Abbildung 4-14: Regel- und Datenerfassungseinheit von SMA**

Das Regelungsmodul der Solarthermieanlage – siehe Abbildung 4-15 – kann einerseits vor Ort ausgelesen werden. Andererseits werden die Daten im Gerät gespeichert und können von dort über eine spezielle Software (Benutzername und Passwort Fa. SETSOLAR erforderlich). Da der Datenserver in der Schule angeordnet ist, wird ein VPN-Zugang benötigt, der für die Schule von einem Drittanbieter verwaltet wird (Benutzername und Passwort Fa. ALPHA2000 erforderlich).



**Abbildung 4-15: Regel- und Datenerfassungseinheit von SETSOLAR**

Analoge Datenflüsse ergeben sich für die beiden zentralen Lüftungsanlagen von Fa. MENERGA, siehe Abbildung 4-16. Der Datenserver befindet sich innerhalb der Schule und ist nur mit einer gültigen VPN-Verbindung erreichbar (Benutzername und Passwort Fa. ALPHA2000 erforderlich). Das Auslesen selbst ermöglicht eine Browseranwendung der Fa. MENERGA (Benutzername und Passwort Fa. MENERGA erforderlich).



Abbildung 4-16: Regel- und Datenerfassungseinheit von MENERGA

#### 4.4 Zentrale Komponenten

Im September 2014 wurde ein Monitoringserver als zentraler Zwischenspeicher installiert. Seit Oktober 2014 erfolgt darüber ein Teil der zentralen Datenerfassung der fertig installierten Messstellen, siehe Schema in Abbildung 4-17. Der Server sendet täglich per E-Mail eine CSV-Datei mit den Messwerten an die Hochschule, das Messintervall beträgt 10 Minuten. Eine Monatszusammenstellung wird zusätzlich produziert und gesendet.

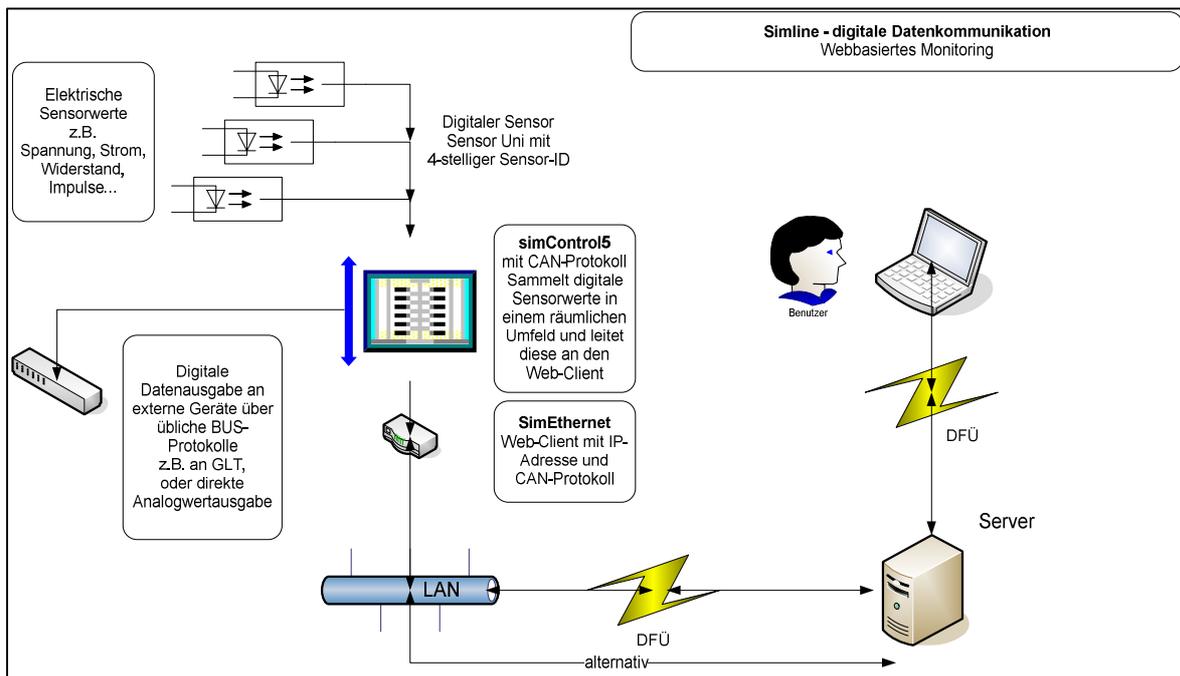


Abbildung 4-17: Schema IP-basiertes Monitoring [4]

Die einzelnen zentralen Komponenten – simControl, simEthernet usw. – werden nachfolgend in ihrer Funktion erläutert.

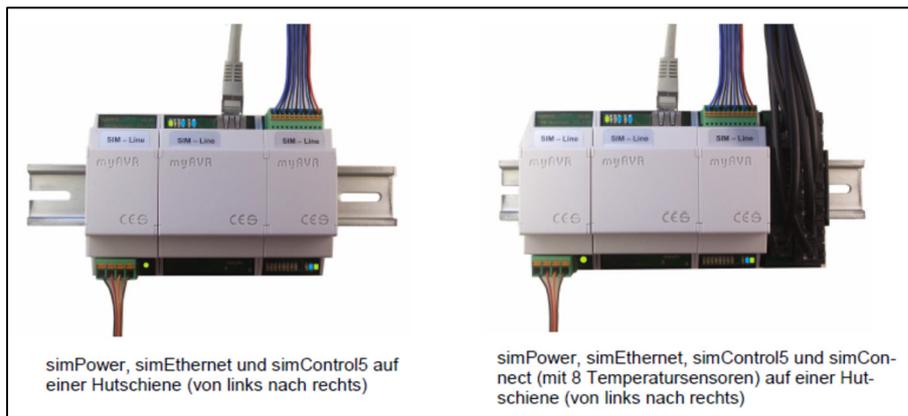
## SimLine

Der Messtechnikanbieter, welcher von der Ausführung vor Ort bis zur Datenbereitstellung als Datei alle Fragestellungen rund um die Datenerfassung realisierte, ist die Fa. GEDES. Sie bietet mit 'simLine' ein Komplettsystem zur Datenerfassung an. Die Produktfamilie beschreibt der Anbieter wie folgt:

"Die simLine ist ein Modulsystem mit der Besonderheit, unterschiedliche Energiesystemkomponenten einfach zu verknüpfen. Die Module können über ein Bussystem oder auch über Ethernet kommunizieren, wobei das gesamte System über das WorldWideWeb (Internet) gemanagt werden kann.

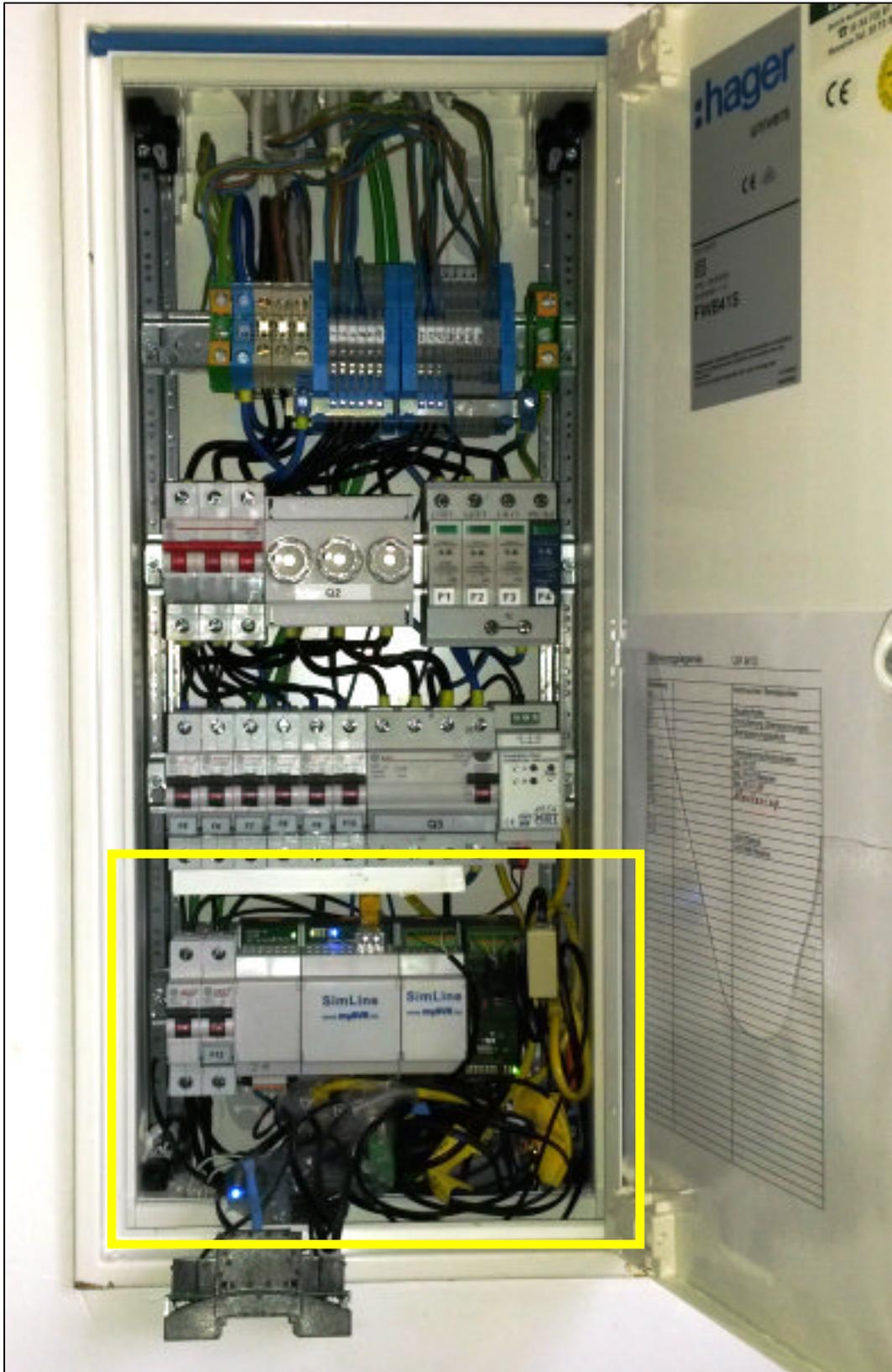
Die Standardgehäuse können auf Standard-Hutschienen (35 x 5 mm) aufgesteckt werden, wobei sich in der Hutschiene der simBus-Verbinder befindet, der für die Datenkommunikation notwendig ist und über den das Modul mit anderen Modulen verbunden ist. Aufgrund dieses simBus-Verbinders und der standardisierten Anschlussstecker am Modul entsteht nur ein minimaler Verkabelungsaufwand." [5]

Die Verkabelung in einem Schaltkasten besteht i. d. R. aus einem Datenerfassungsmodul für Sensorauswertung und ggf. -steuerung (simControl5), einem Modul für die Spannungsversorgung (simPower) und einem Modul für die Datenspeicherung per Speicherkarte oder als Netzwerkanbindung (simEthernet). Falls das Datenerfassungsmodul nicht genügend freie Steckplätze für die Messfühler aufweist, werden Erweiterungsmodule (simConnect) verwendet. Beispielhafte Ausführungen zeigt Abbildung 4-18.



**Abbildung 4-18: Beispielhafte Installation von simLine-Komponenten [5]**

Eine reale Einsicht in die Unterverteilung für den Klassenraum 2.01 zeigt Abbildung 4-19. Der Bereich für die Messtechnik ist markiert.



**Abbildung 4-19: Schaltkasten im Klassenraum 2.01 mit Bereich der Messtechnik  
SimControl5**

Das Modul für die Sammlung von Messdaten im räumlichen Umfeld. In der St. Franziskus-Grundschule wurden insgesamt 51 Stück eingebaut. Weitere Informationen liefern die Herstellerdaten in Abbildung 4-20.

Das **simControl5** ist ein lokaler intelligenter Baustein aus der Reihe der simLine Module. Die simLine (Semi Industrial Moduls) ist eine Modulreihe für den semiprofessionellen Einsatz. Sie ist besonders für all die Anwender geeignet, die Industriequalität zum kleinen Preis nutzen wollen. Mit der simLine wurde ein überschaubares Modulsystem entwickelt, das beispielsweise flexibel bei Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken, Solaranlagen, Heizkesselanlagen, Windkraftanlagen, Speichersystemen usw. eingesetzt werden kann.

### Modulbeschreibung

Das simControl5 kann sowohl zur Datenerfassung als auch zur Steuerung eingesetzt werden. Es verfügt über einen simBus-Anschluss zur einfachen Verbindung mit anderen simLine Modulen. Das Modul hat 5 externe Anschlüsse am oberen Steckverbinder, welche digitale bzw. analoge konfigurierbare Aus- bzw. Eingänge sind. Für diese Anschlüsse sind unterschiedliche Beschaltungen bereits vorgesehen und können individuell verwendet werden. Das integrierte I<sup>2</sup>C Interface (=TWI) kann wahlweise auf den gesamten simBus, auf den simBus nur nach rechts oder an den oberen Anschluss gelegt werden. Damit ergibt sich die Möglichkeit beispielsweise neben fünf analogen Sensoren weitere I<sup>2</sup>C Sensoren über den simBus anzuschließen. Weiterhin können I<sup>2</sup>C fähige externe Komponenten über den Hutschienenbus angesteuert werden. Alle Ausgänge lassen sich auch als Steuerimpuls oder als Signal ansteuern. Somit sind Leistungsschalter oder Relaissteuerung möglich. Der frei programmierbare Prozessor AT90CAN128 von Atmel verarbeitet alle auftretenden Prozesse, dabei kann er kombinierte aufwändige Aufgaben übernehmen. Wichtige Funktionen beherrscht der Prozessor schon als Grundeigenschaft, wie z.B. Pulsweitenmodulation (PWM), Timer, A/D-Wandler usw. So kann er z.B. über den I<sup>2</sup>C Eingang Daten empfangen und über die digitalen Ausgänge die jeweiligen Schalter dazu ansteuern. Die empfangenen Daten können auch als CAN-Daten generiert und auf den CAN-Bus gesendet werden. Die erzeugten CAN-Daten werden auf den CAN-Bus weitergeleitet und können an anderer Stelle von anderen Modulen verarbeitet werden oder z.B. über ein simEthernet Modul zu einem Webserver gesendet werden. Die Programmierung der Controller erfolgt bequem per ISP (In-System-Programming), bevorzugt über den Diagnosestecker mit dem Modul simDiag.

### Eigenschaften

- vollständiges Mikrocontroller-Modul
- leistungsstarker AT90CAN128-Controller
- CAN-Bus (wie z.B. in Kraftfahrzeugen)
- I<sup>2</sup>C Bus (=TWI)
- konfigurierbare Ein- und Ausgänge; analog bzw. digital
- simBus-Anschluss
- auf Hutschienenbus einsetzbar
- passend für simBus36 und simCase36
- 11 LEDs für Statusanzeigen
- frei programmierbarer Prozessor
- Firmwarevorlagen, auch individuell bearbeitbar
- Betreuung für eigene Projektentwicklung möglich



simControl5 auf Hutschiene und simBus-Verbinder ohne Modul nur in Hutschiene eingeklippt

### Technische Daten

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung	-5 V (simBus-Verbinder)
Betriebstemperatur	-5 °C – +70 °C
Prozessor	8 Bit AVR Mikrocontroller AT90CAN128: 16 MHz mit 128 KB ISP Flash-Speicher, 4 KB RAM, 4 KB EEPROM
<b>Schnittstellendaten</b>	
Programmierung	- über ISP mit externem Programmierer (z.B. mySmartUSB MK3) - über simDiag
Datenanbindung	über simBus oder Anschlussstecker
<b>Anschlüsse</b>	
Steckeranschluss	11 Pole maximal 1mm <sup>2</sup>
<b>LEDs</b>	
Anzeigen	11 LEDs

Abbildung 4-20: Technische Informationen zum SimControl5 [5]

## SimPower

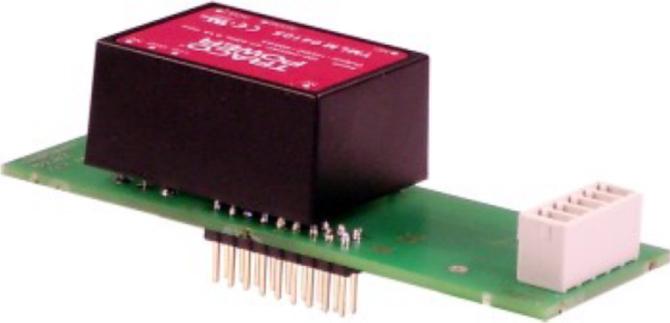
Die Stromversorgung für Sensoren und Netzwerkanbindung wurde in Halle in zwei Ausführungen eingesetzt: 9 x in der Version mit 4 W sowie 26 x in der Version mit 10 W Leistung. Weitere technische Daten und Erläuterungen sind Abbildung 4-21 zu entnehmen.

Das **simPower** ist ein Netzteil aus der Reihe der simLine Module.  
 Die simLine (Semi Industrial Modul) ist eine Modulreihe für den semiprofessionellen Einsatz. Sie ist besonders für all die Anwender geeignet, die Industriequalität zum kleinen Preis nutzen wollen.  
 Mit der simLine wurde ein überschaubares Modulsystem entwickelt, das beispielsweise flexibel bei Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken, Solaranlagen, Heizkesselanlagen, Windkraftanlagen, Speichersystemen usw. eingesetzt werden kann.

**Modulbeschreibung**

Das simPower4W und simPower10W fungieren als Netzteil auf einer Hutschiene und verfügt über einen simBus-Anschluss zur einfachen Verbindung mit anderen sim-Modulen. Mit dem simPower-Modulen kann die Spannungsversorgung aller auf einer Hutschiene angeschlossenen Module realisiert werden, die mittels simBus ( simBus54 oder simBus36 ) verbunden sind.

Über den Anschlussstecker können direkt 230 V Netzspannung angeschlossen werden; das Modul liefert eine Ausgangsspannung von 5 V. Der Anschlussstecker wird auf die entsprechenden Kontakte aufgesteckt; er gehört zum Lieferumfang.



**Eigenschaften**

- vollständiges Modul zur Spannungsversorgung
- simBus-Anschluss, keine Verkabelung notwendig
- Versorgt simBus-Module mit 5 V
- LED für Statusanzeige
- 4 Watt oder 10 Watt Ausgangsleistung
- passend für simBus36 und simCase36

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung	230V~
Outputspannung auf simBus	5 V (Pin 1)
Max. Stromabgabe	0,8 A (4W) oder 2,0 A (10W)
Betriebstemperatur	-5°C bis +70°C
Anschluss	5 Pole max 1mm <sup>2</sup>
Anzeige	1 LED (Power)

Abbildung 4-21: Technische Informationen zum SimPower [5]

## SimEthernet

Die Netzwerkanbindung für Zähler und Sensoren wurde insgesamt 37 Mal in der St. Franziskus-Grundschule eingebaut. Es funktioniert als Webclient und speichert die erfassten Daten zwischen und sendet diese in regelmäßigen Abständen zum zentralen Server. Weitere Details sind Abbildung 4-22 zu entnehmen.

Das **simEthernet** ist ein lokaler Baustein aus der Reihe der simLine Module. Die simLine (Semi Industrial Moduls) ist eine Modulreihe für den semiprofessionellen Einsatz. Sie ist besonders für all die Anwender geeignet, die Industriequalität zum kleinen Preis nutzen wollen. Mit der simLine wurde ein überschaubares Modulsystem entwickelt, das beispielsweise flexibel bei Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken, Solaranlagen, Heizkesselanlagen, Windkraftanlagen, Speichersystemen usw. eingesetzt werden kann.

### Modulbeschreibung

Das simEthernet dient insbesondere als Schnittstelle für die Datenkommunikation zwischen simLine Modulen und Webserver bzw. Intranet. Es kann als kompletter Webserver, als Webclient oder andere Netzwerkkomponente agieren. Als Webserver kann es z.B. HTML Webseiten veröffentlichen, Schaltmöglichkeiten anbieten und bei Auswahl über den CAN-Bus weiterleiten. Als Webclient kann es z.B. Zustände im System zwischenspeichern und regelmäßig an einen Webserver senden (=Monitoring bzw. Datenlogging). Alternativ kann es auch Daten mit anderen simEthernets im LAN über UTP austauschen. Es ist dabei in der Lage, je nach Internetverbindung und Firmware über 100 Nachrichten vom CAN-Bus zu lesen und gleichzeitig zu versenden. Die Datenmenge ist allein auf den Arbeitsspeicher des Moduls begrenzt.

Das simEthernet ist mit einem MicroSD-Kartenhalter bestückt. Damit ist es möglich, auch ohne Internet- oder Intranetanbindung Daten zwischenzuspeichern und später auszulesen. Zusätzlich kann das Modul mit einem One Wire Temperatursensor bestückt werden, um die aktuelle Modultemperatur zu überwachen.

### Eigenschaften

- vollständiges Ethernet Modul z.B. Webserver, Webclient
- CAN-Bus (wie z.B. in Kraftfahrzeugen)
- I<sup>2</sup>C Bus
- perfektes Zusammenwirken mit anderen simLine Komponenten
- AT90CAN128 mit 128KB Flash, 4KB + 128KB RAM Speichererweiterung
- Diagnose-, Programmier- und Konfigurationsport
- gleichzeitiges Senden und Empfangen in Abhängigkeit der Firmware von bis zu 100 Nachrichten
- auf simBus (Hutschiene) einsetzbar
- passend für simBus54 und simCase54
- bestückt mit MicroSD-Kartenhalter
- Firmwarevorlagen, auch individuell bearbeitbar
- Betreuung für eigene Projektentwicklung möglich



simEthernet Modul auf Hutschiene und simBus-Verbinder ohne Modul, nur in Hutschiene eingeklippt.

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung	5V (simBus-Verbinder)
Betriebsspannung	5 V
Betriebstemperatur	-5°C – +70 °C
Prozessor	8 Bit AVR Mikrocontroller AT90CAN128 <ul style="list-style-type: none"> <li>o 16MHz mit 128 KB ISP Flash-Speicher</li> <li>o 4 KB + 128 KB RAM</li> <li>o 4 KB EEPROM</li> </ul>
<b>Schnittstellendaten</b>	
Programmierung	über Diagnose-Port mit simDiag
Daten Anbindung	über simBus-Verbinder (CAN-Bus und I <sup>2</sup> C Bus)
Daten-Verarbeitung	bis zu 100 CAN-Nachrichten gleichzeitig
<b>Anschlüsse</b>	
2x RJ45 Anschluss	- Internet/Intranetanbindung - Programmierung simEthernet
<b>Jumper</b>	
Power (rot)	Versorgt das angeschlossene Modul mit der 5 V Betriebsspannung.

Abbildung 4-22: Technische Informationen zum SimEthernet [5]

Die vormals geplante Speicherung auf SD-Karten funktioniert nicht, so dass die simEthernet-Adapter jeweils ausschließlich an den zentralen Datenserver senden. Dies war u.a. notwendig, weil teilweise keine Uhrzeitkennung abgespeichert werden konnte. Dies war immer dann der Fall, wenn keine der am jeweiligen simEthernet-Adapter angeschlossene Komponente eine Zeiterfassung aufwies. Der Server dient daher als Zwischenspeicher mit Uhrzeit.

## 4.5 Messsensoren

### Stromstärke

Die Stromstärke wird mit dem Sensor simSensorUni-Strom erfasst. Es handelt sich um einen Anlegefühler nach dem Prinzip der Strommesszange. Er wurde in der St. Franziskus-Grundschule insgesamt 6 x mit 55 A, 6 x mit 25 A, 39 x mit 16 A und 20 x mit 5 A maximaler Stromstärke installiert. Die technischen Daten sind Abbildung 4-23 zu entnehmen

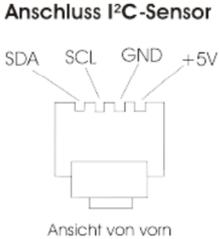
Der Sensor liefert unter einer fast identischen Kennung zwei Werte, die Stromstärke und die Leistung. Letztere ergibt sich rechnerisch durch Multiplikation mit der Spannung (regulär mit 230 V). Beispielhaft sei die Messung der Zweiten Phase der Fernwärmepumpe genannt: 'DF0118-50B4-0' liefert den Stromfluss in Ampere, unter der Datenkennung 'DF0118-50B4-5' wird die Leistung in Kilowatt erfasst.

Der simSensorUni-Strom dient zur Messung des aktuellen Stromflusses. Zur Erfassung des Wertes wurde ein Stromwandler eingebaut welcher ohne Arbeiten an der bestehenden Installation aufgeklopft und auf für vorübergehende oder mobile Messungen verwendet werden kann.  
Die Daten werden über I<sup>2</sup>C abgefragt. Somit ist eine Bestimmung der Stromstärke jederzeit möglich und kann über einen lokalen Server oder mit Hilfe von simLine-Modulen in einem Webserver gespeichert werden. Ein Schrumpfschlauch dient dem Sensor als flexibles Gehäuse. Den Sensor gibt es für Stromstärken von 5A, 16A, 25A und 55A.

**Abbildung**



**Anschluss I<sup>2</sup>C-Sensor**



Ansicht von vorn

**Eigenschaften**

- vollständiger Stromsensor mit I<sup>2</sup>C Interface
- Anschluss über 4-poligen Modularkabel mit RJ-22 Stecker
- für mobile Messung geeignet

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung mit simLine	5 V
Betriebsstrom	40 mA
Messbereich	0 - 5A / 16A / 25A / 55A
Betriebstemperatur	-20°C – 50 °C
Lagertemperatur	-30°C – 90 °C

**Abbildung 4-23: Technische Informationen zum Stromflusssensor simSensorUni-Strom [5]**

Zur Messgenauigkeit sind keine detaillierten Daten verfügbar. Die Anwendung vor Ort zeigte jedoch, dass folgende Dinge zu beachten sind: die Richtung des Stromflusses kann nicht erfasst werden, weshalb keine Zweiwege-Messung (des Hausanschlusses) möglich ist. Auch kann der Fühler nicht zwischen Wirk- und Blindstrom unterscheiden und zeigt deren Summe an.

## Temperatur und Feuchte

Der kombinierte Temperatur- und Feuchte-Sensor HYT wurde in der Schule 69 Mal eingebaut. Er liefert unter einer fast identischen Kennung beide Werte, z.B. in Halle unter der Datenkennung 'DF0321-3660-0' die Raumlufttemperatur in der Aula in 0,1 m Höhe und unter "DF0321-3660-1" die zugehörige relative Feuchte.

Die Messgenauigkeit ist mit  $\pm 0,2$  K sehr hoch. Die Feuchte wird auf  $\pm 1,8$  % erfasst. Der Anbieter GEDES deklariert die Drift nach der Kalibrierung unter 1 % in 10 Jahren. Weitere technische Daten fasst Abbildung 4-24 zusammen.

Der simSensorHYT dient zur Messung der Temperatur und Feuchtigkeit. Er ist mit einem HYT-221 ausgestattet. Die Daten werden über I<sup>2</sup>C abgefragt. Somit ist eine Bestimmung der Werte jederzeit möglich und kann über simLine-Modulen verarbeitet oder in einem Webserver gespeichert werden. Ein Schrumpfschlauch dient dem Sensor als flexibles Gehäuse.



**Abbildung**

**Eigenschaften**

- vollständiger HYT-221 Temperatur-/Feuchtigkeitssensor mit I<sup>2</sup>C Interface
- Anschluss über 4-poligen Modulkabel mit RJ-22 Steckers

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung mit simLine	5 V
Betriebsstrom	0,8 mA
Betriebsspannung	2,7 V – 5,5 V
Messbereich Temperatur/ Feuchte	-40 °C – 125 °C / 0% – 100%
Genauigkeit Temperatur/ Feuchte	$\pm 0,2$ K / $\pm 1,8$ %
Lagertemperatur	-50 °C – 150 °C

**Abbildung 4-24: Technische Informationen zum Temperatur- und Feuchtesensor HYT [5]**

Der reine Temperaturfühler LM75 – siehe Abbildung 4-25 – wurde insgesamt 47 Mal eingebaut. Er hat eine deutlich schlechtere Messgenauigkeit von  $\pm 2$  K. Weitere Daten fasst Abbildung 4-25 zusammen.

Der simSensorTemp-LM75 dient zur Messung von Temperaturen. Er besitzt einen LM75 Sensor. Die Daten können über I<sup>2</sup>C abgefragt werden. Somit ist eine Bestimmung der Temperatur jederzeit möglich und kann zum Beispiel von simLine-Modulen wie einem simControlS5 verarbeitet oder an einen Webserver weiter geleitet werden. Der Sensor erfasst Temperaturen zwischen -55°C – 125°C und kann über einen Wahlschalter adressiert werden. Ein Schrumpfschlauch dient als flexibles Gehäuse.



Abbildung

**Eigenschaften**

- vollständiger LM75 Temperatursensor mit I<sup>2</sup>C Interface
- eingebauter Codierschalter für Adressierung des Sensors
- Anschluss über 4-poligen Modularkabel mit RJ-22 Stecker

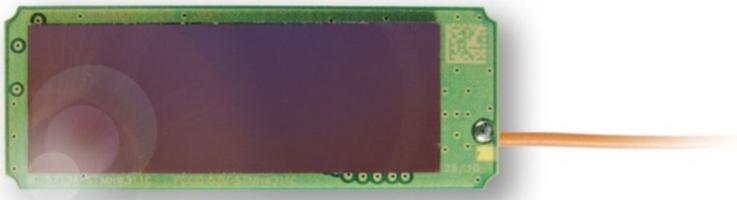
Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung	3,0 V bis 5,5 V
Betriebsstrom	0,25 mA
Messtemperatur	-55°C – 125 °C
Genauigkeit	±2 K (-25°C – 100°C) bis ±3 K
Lagertemperatur	-65°C – 150°C

Abbildung 4-25: Technische Informationen zum Temperatursensor LM75 [5]

Aufgrund einer fehlenden Stromversorgung in den beiden Kinderzimmern der Hausmeisterwohnung wurde dort zwei Mal der autark arbeitende Sensor STM330 von enOcean eingebaut. Er bezieht seine Energie über eine PV-Zelle. Weitere Daten zeigt Abbildung 4-26.

Das STM330 von EnOcean ist ein Funkmodul zur Messung der Temperatur. Aufgrund des geringen Stromverbrauches eignet sich das STM330 besonders für energieautarke Funklösungen. Dieses Modul enthält einen integrierten und kalibrierten Temperatursensor sowie eine Solarzelle. Es kann zudem um einen Feuchtigkeitssensor erweitert werden. Zudem kann es mit einem Gehäuse ausgestattet werden.

Abbildung



**Eigenschaften**

- vollständiger Temperaturfunksensor, mit Feuchtigkeitssensor erweiterbar
- sendet Daten an andere EnOcean Module, z.B. RCM110
- vorkonfiguriert auf Temperaturmessung alle 100s
- über externe Spannungsversorgung oder Batterie erweiterbar

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Typischer Betriebsstrom	0,2 µA
Betriebsspannung	2,7 V – 5,5 V
Frequenz	868,3 MHz
Datenrate	125 kbps/ASK
Betriebstemperatur	-20°C – 60 °C
Messbereich	0°C – 40°C
Genauigkeit	±0,5 K (17°C bis 27°C) bis ±1K

Abbildung 4-26: Technische Informationen zum Funktemperatursensor STM330 [5]

## Kohlendioxid

In der St. Franziskus-Grundschule kamen 3 Sensoren SEN CO2 O 100 zum Einsatz. Die Messgenauigkeit beträgt  $\pm 4\%$ , wobei der Hersteller eine interne Kalibrierung vorsieht, so dass eine langzeitstabile Messung gegeben ist [5]. Datenübersicht siehe Abbildung 4-27.

Der SEN CO2 O 100 ist ein Gassensor. Dieser erfasst den CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Umgebungsluft. Die Daten können über eine UART Schnittstelle abgefragt werden. Somit ist eine Bestimmung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes jederzeit möglich und kann von simLine-Modulen wie einem simControl5 verarbeitet oder an einen Webserver weiter geleitet werden.



**Abbildung**

**Eigenschaften**

- vollständiger CO<sub>2</sub>-Gassensor mit UART Interface
- Anschluss über 4-poligen Modularkabel mit RJ-22 Stecker

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Betriebsstrom	70 mA
Betriebsspannung	16 V – 24 V
Betriebstemperatur	0°C – 50 °C
Genauigkeit	$\pm 4\%$
Lagertemperatur	-50°C – 150 °C
Messbereich	0 – 5000 ppm

Abbildung 4-27: Technische Informationen zum CO<sub>2</sub>-Sensor SENCO2 O 100 [5]

## Impulse und Schaltzustände

Zur Erfassung von Impulsen aus bauseits vorhandenen Zählern wurde in Halle der sim-SensorUni-impuls eingesetzt. Die technischen Informationen sind in Abbildung 4-28 zusammengestellt.

Der simSensorUni-Impuls dient zur Erfassung von Impulsen. Somit können z.B. Wassermengen von Wasserzählern erfasst werden. Die Daten werden über I<sup>2</sup>C abgefragt. Somit ist eine Bestimmung der Impulszahlen jederzeit möglich und kann zum Beispiel von simLine-Modulen wie einem simControl5S5 verarbeitet oder an einen Webserver weiter geleitet werden. Neben der absoluten Anzahl der Impulse werden weitere Werte wie aktueller Durchfluss (Impulse pro Zeiteinheit) bereits am Sensor bestimmt.



**Abbildung**

**Eigenschaften**

- vollständiger Impulssensor mit I<sup>2</sup>C Interface
- Anschluss über 4-poligen Modularkabel mit RJ-22 Steckers
- Vorberechnung der Durchflussmenge

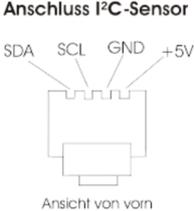
Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung mit simLine	5 V
Betriebsstrom	0,8 mA
Lagertemperatur	-50°C – 150 °C

Abbildung 4-28: Technische Informationen zum Impulssensor Uni-Impuls [5]

Abbildung 4-29 liefert die Daten zum Schaltzustandssensor simSensorUni-digitalIn. Er kam zur Datenverarbeitung aller Fensterkontakte zum Einsatz.

Der simSensorUni-DigitalIn dient zur Erfassung von Schaltzuständen. Hierzu werden externe potentialfreie Kontakte benötigt (z.B. Mikroschalter, Reedkontakte). Damit können zum Beispiel Fenster- oder Türkontakte überwacht werden. Die Zustand kann über I<sup>2</sup>C eine I<sup>2</sup>C Schnittstelle abgefragt werden. Somit ist eine Bestimmung von Schaltzuständen jederzeit möglich und kann zum Beispiel von simLine-Modulen wie einem simControlS5 verarbeitet oder an einen Webserver weiter geleitet werden.

**Anschluss I<sup>2</sup>C-Sensor**



Ansicht von vorn

**Eigenschaften**

- vollständiger DigitalIn-Sensor mit I<sup>2</sup>C Interface
- Anschluss über 4-poligen Modularkabel mit RJ-22 Stecker

Technische Daten	
<b>Betriebsdaten</b>	
Versorgungsspannung mit simLine	5 V
Betriebsstrom	0,8 mA
Betriebstemperatur	-55 °C – 125 °C

**Abbildung 4-29: Technische Informationen Schaltzustandssensor simSensorUni-digitalIn [5]**

#### **4.6 Beispielhafte Messaufbauten**

Die Abschlussdokumentation der Fa. GEDES gibt einen vollständigen Überblick über den gesamten Messaufbau mit Verschaltung der verschiedenen Sensoren und simLine Zentralkomponenten. Folgende Teilsysteme sind in separaten Schaltschemen und Tabellen beschrieben [5]:

- Raum 0.01 Hort
- Carport
- Raum 0.18 HAR Wasser/Fernwärme
- Raum 0.31 Lager Küche
- Raum 0.04 HAR Strom
- Raum 0.30 Stuhllager
- Raum 0.26 Aula
- Raum 1.08 Klassenzimmer
- Raum 2.01 Klassenzimmer
- Raum 1.04 Lehrerzimmer
- Raum 2.03 Lüftung BtB (Klassentrakt)
- Raum 2.18 Lüftung BtA (Aulatrakt)
- Wohnung Hausmeister

Auszugsweise werden zwei Teilsysteme nachfolgend vorgestellt.

## Teilsystem Raum 0.01 Hort

Eines der am einfachsten strukturierten Teilsysteme der Datenerfassung ist im Hortraum 0.01 aufgebaut. Es werden mit einem Sensor lediglich die Raumlufthemperatur und -feuchte erfasst.

Das grafische Systemschaubild zeigt Abbildung 4-30. Ein Sensor 5345 ist an ein simControl5-Modul 53.1 angeschlossen und belegt dort den simConnect-Steckplatz 53.1.1. Die Datenweiterleitung übernimmt der Netzwerkadapter 53. Ein Netzteil versorgt das Datenerfassungsmodul simControl5 sowie den Netzwerkadapter simEthernet. Die Netzanbindung erfolgt über eine Netzwerkdose, die Einbaubuchse RJ-45.

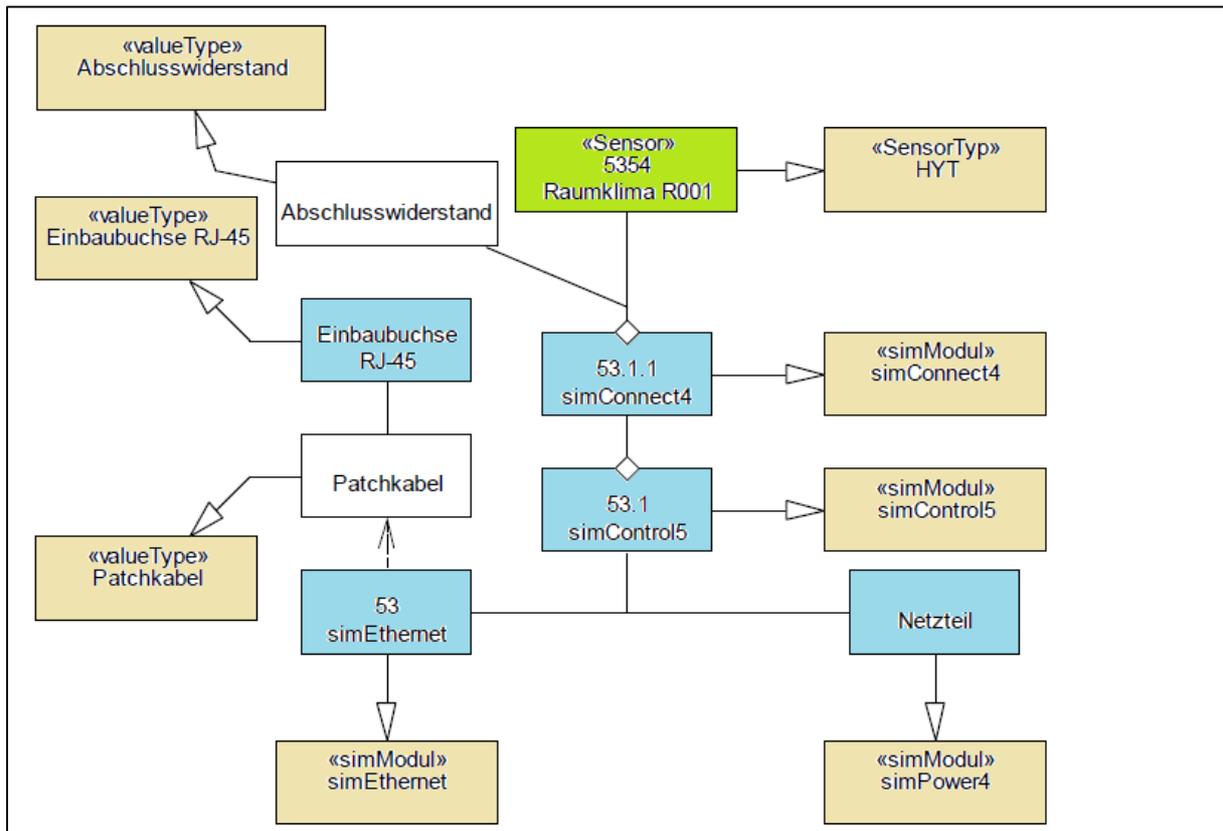


Abbildung 4-30: Blockschaubild für Messung im Hortraum 0.01 [5] editiert

Eine Gerätestückliste für dieses Teilsystem zeigt Abbildung 4-31. Sie dient unter anderem der Kostenabrechnung.

Adresse	Sensortyp	Funktion	Ort
5354	HYT	Raumklima R001	UV Raum 001

Funktion	ID	Ort
simEthernet	53	UV Raum 001
Netzteil		UV Raum 001
simControl5	53.1	UV Raum 001
simConnect4	53.1.1	UV Raum 001
Patchkabel		UV Raum 001

Abbildung 4-31: Gerätestückliste für Messung im Hortraum 0.01 [5]

## Teilsystem Raum 2.18 Lüftung Aulatrakt

Ein deutlich komplizierteres System ist im Raum 2.18 aufgebaut. Die grafische Aufbereitung ist Abbildung 4-32 bis Abbildung 4-34 zu entnehmen. Erfasst werden Temperaturen/Fechten, der Wärmemengenzähler über Impulsschnittstelle, CO<sub>2</sub>, sowie der Stromfluss verschiedener Anwendungen. Insgesamt sind zwei Datenerfassungsmodule simControl5 (65.1 und 65.2) vorhanden. Es gibt eine gemeinsame Weiterleitung an das Netzwerk über einen simEthernet (65).

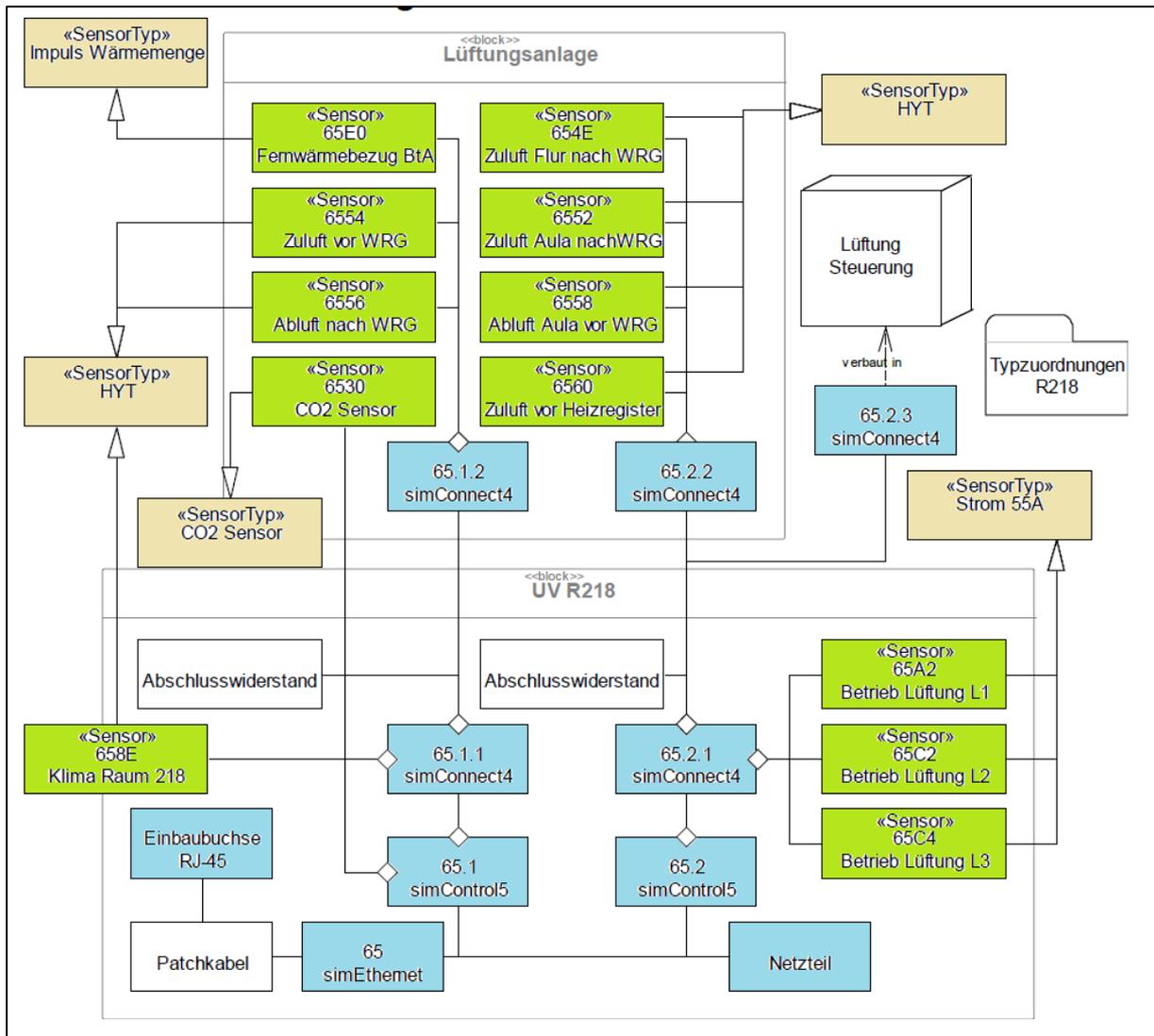


Abbildung 4-32: Blockschaltbild 1 für Messungen an der RLT-Anlage im Raum 2.18 [5] editiert

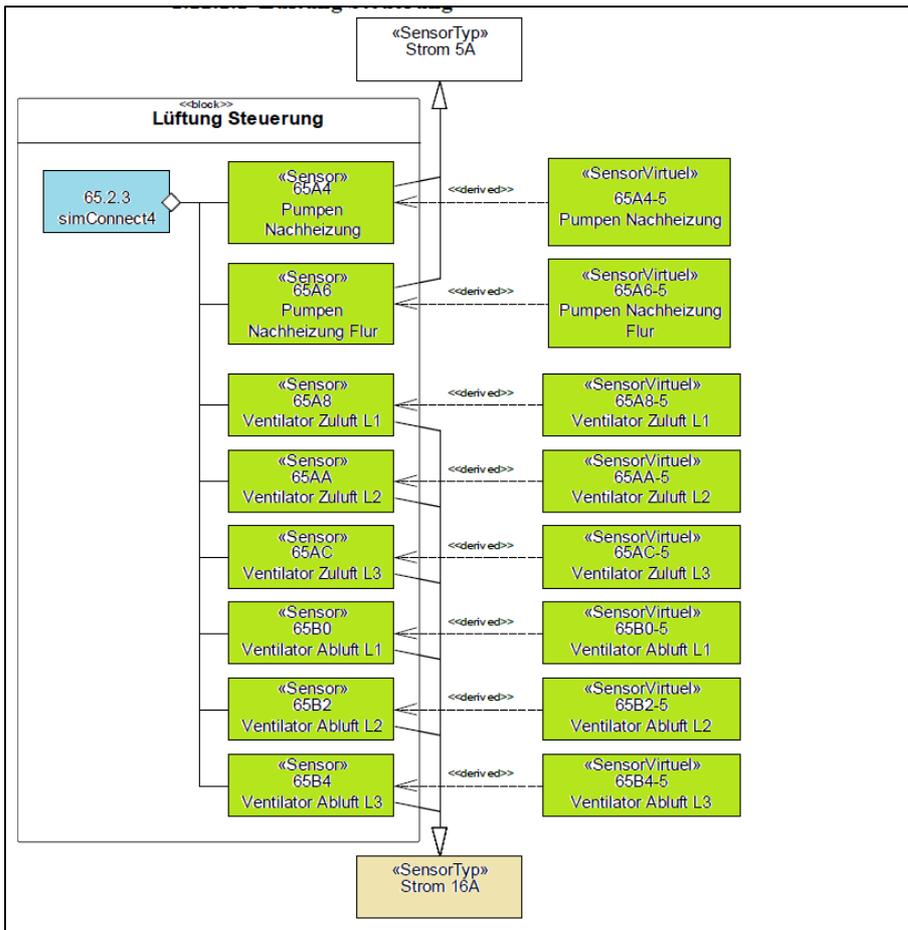


Abbildung 4-33: Blockschaltbild 2 für Messungen an der RLT-Anlage im Raum 2.18 [5] editiert

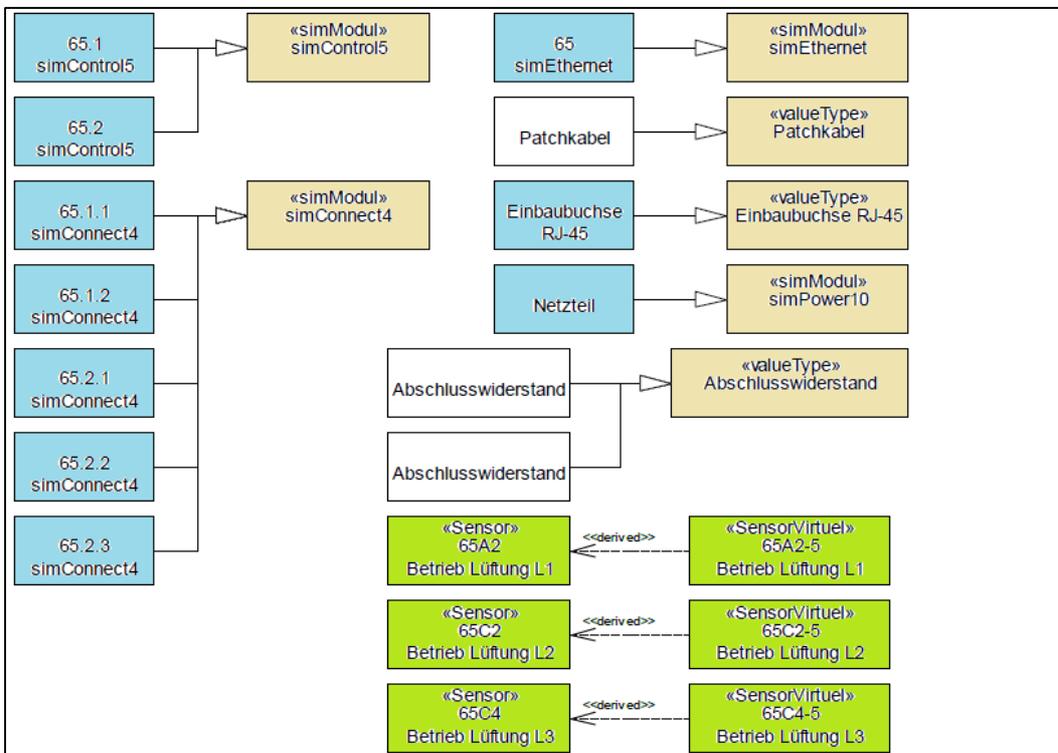


Abbildung 4-34: Blockschaltbild 3 für Messungen an der RLT-Anlage im Raum 2.18 [5] editiert

Eine Gerätestückliste für dieses Teilsystem zeigt Abbildung 4-35.

Adresse	Sensortyp	Funktion	Ort
65E0	Impuls Wärmemenge	Fernwärmebezug BtA	Lüftungsanlage
658E	HYT	Klima Raum 218	
6554	HYT	Zuluft vor WRG	Lüftungsanlage
6556	HYT	Abluft nach WRG	Lüftungsanlage
6530	CO2 Sensor	CO2 Sensor	Lüftungsanlage
65A4	Strom 5A	Pumpen Nachheizung	Lüftung Steuerung
65A6	Strom 5A	Pumpen Nachheizung Flur	Lüftung Steuerung
65A8	Strom 16A	Ventilator Zuluft L1	Lüftung Steuerung
65AA	Strom 16A	Ventilator Zuluft L2	Lüftung Steuerung
65AC	Strom 16A	Ventilator Zuluft L3	Lüftung Steuerung
65B0	Strom 16A	Ventilator Abluft L1	Lüftung Steuerung
65B4	Strom 16A	Ventilator Abluft L3	Lüftung Steuerung
65B2	Strom 16A	Ventilator Abluft L2	Lüftung Steuerung
654E	HYT	Zuluft Flur nach WRG	Lüftungsanlage
6552	HYT	Zuluft Aula nach WRG	Lüftungsanlage

6558	HYT	Abluft Aula vor WRG	Lüftungsanlage
6560	HYT	Zuluft vor Heizregister	Lüftungsanlage
65A2	Strom 55A	Betrieb Lüftung L1	UV R218
65C2	Strom 55A	Betrieb Lüftung L2	UV R218
65C4	Strom 55A	Betrieb Lüftung L3	UV R218

Funktion	ID	Ort
simControl5	65.1	UV R218
simControl5	65.2	UV R218
simConnect4	65.2.3	Lüftung Steuerung
simConnect4	65.1.1	UV R218
simConnect4	65.1.2	Lüftungsanlage
simConnect4	65.2.1	UV R218
simConnect4	65.2.2	Lüftungsanlage
Netzteil		UV R218
simEthernet	65	UV R218
Einbaubuchse RJ-45		UV R218
Patchkabel		UV R218
Abschlusswiderstand		UV R218
Abschlusswiderstand		UV R218

Abbildung 4-35: Gerätestückliste für Messungen an der RLT-Anlagen im Raum 2.18 [5]

## 4.7 Erkenntnisse und Empfehlungen

Die Temperatursensoren mit der Messgenauigkeit von  $\pm 2$  K sollten in künftigen Monitoringprojekten nicht eingesetzt werden.

Bei den Stromflussmessungen ist zu beachten, dass keine Separierung in Wirk- und Blindleistung erfolgen kann. Zudem erfolgt eine Beeinflussung der Messung durch elektromagnetische Felder im Umfeld des Sensors, die zu Datensprüngen und -ausfällen sowie Fehlmessungen führen kann. In der St. Franziskus-Grundschule ergeben sich u. a. folgende relevante Erkenntnisse aus den untersuchten Teilgebieten:

- die elektronisch per Bewegungsmelder angesteuerte sowie nach einer Konstantlichtregelung gedimmte Beleuchtung der Klassenräume weist große Blindstromanteile auf, die im Stromfluss enthalten sind; erkannt mit einer Vergleichsmessung per professionellem Messgerät, siehe Abbildung 4-36
- die Druckerhöhungsanlage der Regenwassernutzung führte auch zu Messwerten als das Gerät ausgebaut und in Reparatur war; ähnliches erfolgte auch bei der stromlos geschalteten Kühlzelle im Sommer 2017
- bei der Windkraftanlage konnte nicht zwischen Stromlieferung und Strombezug unterschieden werden, weil die Stromflussmessung keine Richtungserkennung ermöglicht



Abbildung 4-36: Blindstrommessung der Klassenraumbelichtung

Als relevante Unterzähler sind reale Zähler mit Impulsschnittstelle eindeutig zu bevorzugen.

Die manuelle Ablesung aller bauseits vorhandener Zähler ist empfehlenswert. So bietet sich die Chance, die Gesamtzahl der gezählten Impulse mit dem Zählerstand zu vergleichen und individuelle Umrechnungsfaktoren zu ermitteln, die sich aufgrund von Fehlmessungen (fehlende oder zu viel übertragende Impulse) nicht vermeiden lassen. In Halle ist dies für Strom- und Wasserzähler erfolgt. Die notwendigen Korrekturen liegen im Bereich von maximal  $\pm 2\%$ .

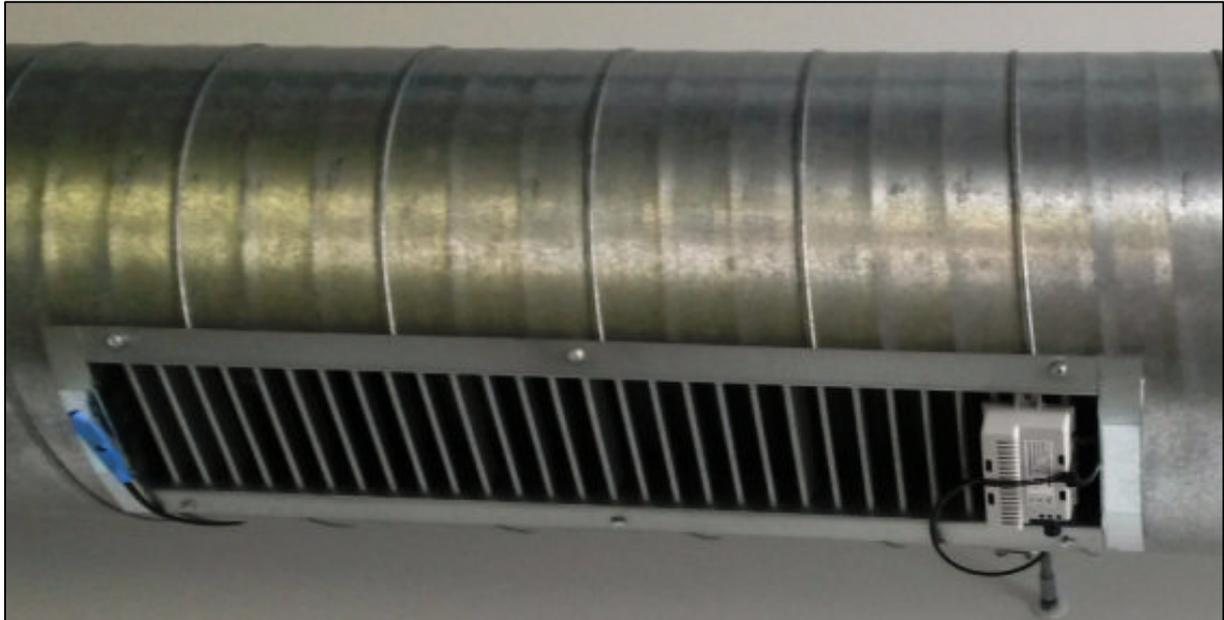


Abbildung 4-37: Temperatur und Feuchtemessung (links) sowie CO-Messung (rechts)

Zur Raumklimamessung in Klassenräumen und der Aula ist anzumerken, dass die Messfühler im Abluftstrom der RLT-Anlagen angeordnet wurden, um möglichst repräsentative (gemischte) Bedingungen zu erfassen, siehe Abbildung 4-37. Der Temperatur- und Feuchtesensor läuft problemlos. Der CO<sub>2</sub>-Fühler liefert allerdings in Phasen großer Luftgeschwindigkeiten Fehler, d.h. zu geringe Messwerte. Sein physikalisches Messprinzip basiert auf der Absorption von Infrarotstrahlung des Gases.

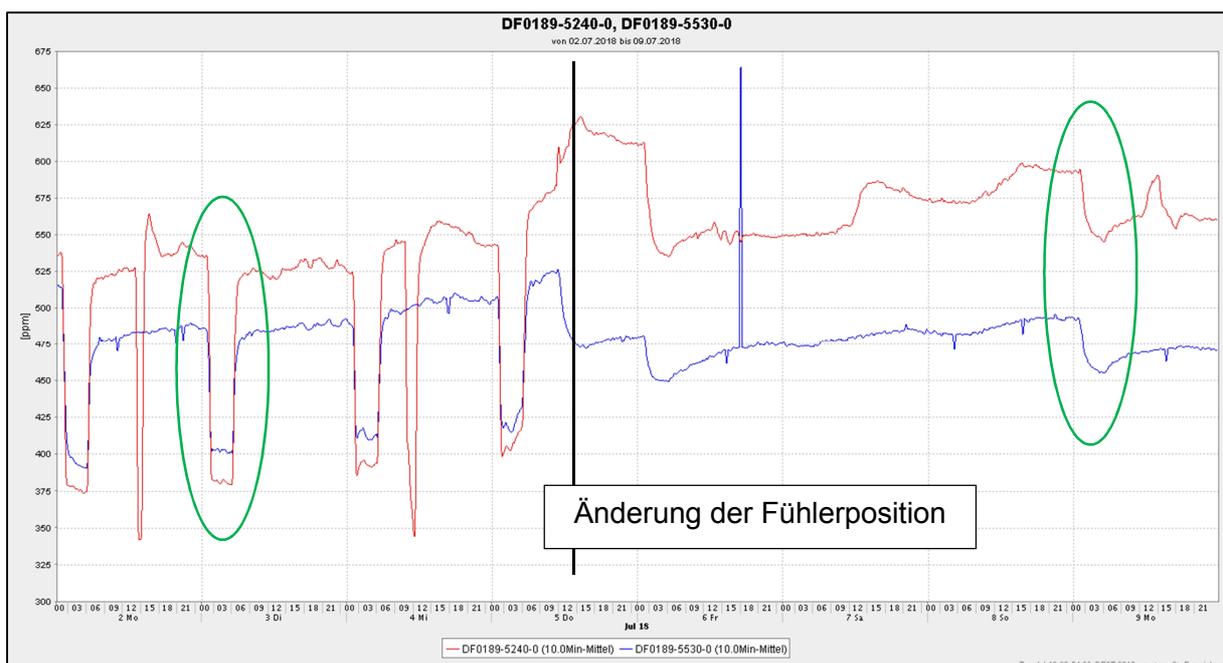


Abbildung 4-38: Auswirkungen der Fühleranordnung auf das Messergebnis von CO<sub>2</sub>

Die Messzelle hat eine maximal zulässige Anströmgeschwindigkeit von 0,2 ... 1 m/s [4]. Der obere Wert wird an den Luftauslassgittern der Klassenräume fast erreicht – bei Nennvolumenstrom ergibt sich am Abluftkanal eine Einströmgeschwindigkeit von ca. 0,9 m/s. Dennoch ist gut erkennbar, zu welchem Zeitpunkt die Fühlerposition geändert wurde, siehe Abbildung 4-38. Während der Nachtlüftungsphasen in den Sommerferien 2018 brach die gemessene CO<sub>2</sub>-Konzentration üblicherweise bei Ventilatorstart um 150 ppm ein. Dies ist nach einer freien Platzierung im Raum nicht mehr feststellbar. Für künftige Projekte ist dies zu beachten.

## 5 Software und Datenverarbeitung

Der Gesamtaufbau des Monitorings ist in Kapitel 4.1 beschrieben. Die Datenverarbeitung ist darin bereits kurz thematisiert. Das nachfolgende Kapitel führt zu diesem Thema weiter aus. Es erläutert die Datenbeschaffung, den virtuellen Server sowie in groben Zügen den Auswertevorgang mit der Software MONISOFT.

### 5.1 Datenbeschaffung von Drittanbietern

Insgesamt werden von drei Komponenten- bzw. Anlagenherstellern Daten bezogen. Diese lagern bis zum Abruf auf Datenservern. Der Datenzugang ist verschieden geregelt und damit für verschiedene Personenkreise gegeben.

#### MENERGA

Die beiden zentralen Lüftungsanlagen speichern jeweils innerhalb des Gerätes bzw. des zugehörigen Schaltschranks alle wichtigen Betriebsdaten sowie Fehlermeldungen. Der Datenzugang ist wie folgt gegeben:

- Server stehen im Intranetbereich der Schule, daher ist ein VPN-Zugang zu diesem Netz die Grundvoraussetzung → Freigabe der Zugangsdaten durch das Bistum an Drittanbieter 'ALPHA2000' → Benutzername und Passwort für Sophos VPN
- Datenabruf über Browser, dort über ein JAVA-Applet → IP-Adresse der Anlage aufrufen → Freigabe der Zugangsdaten durch MENERGA → Benutzername und Passwort (Abbildung 5-1)
- Unterpunkt 'Trenddaten' aufrufen → gewünschte Datenreihen, Zeitraum, Messintervall wählen → speichern als CSV (Abbildung 5-2)
- ständigen Zugang haben: Hochschule, Hausmeister, Ausführende TGA
- zeitweise Zugang hatten: MENERGA, Fachplaner TGA

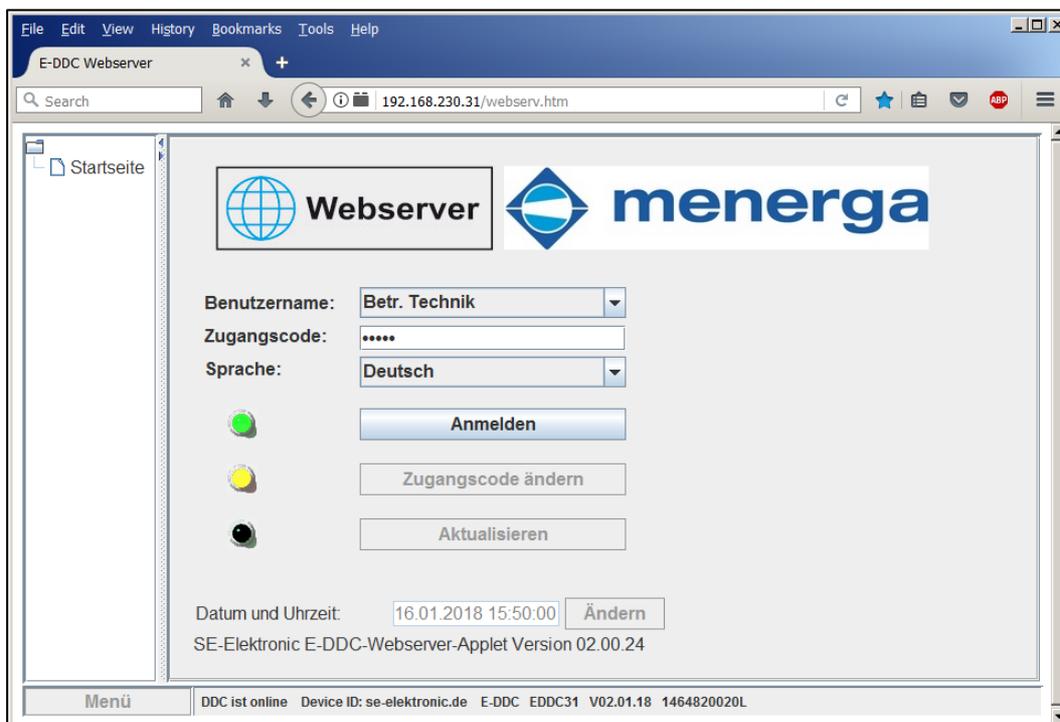


Abbildung 5-1: Browser mit Zugangsportal von MENERGA

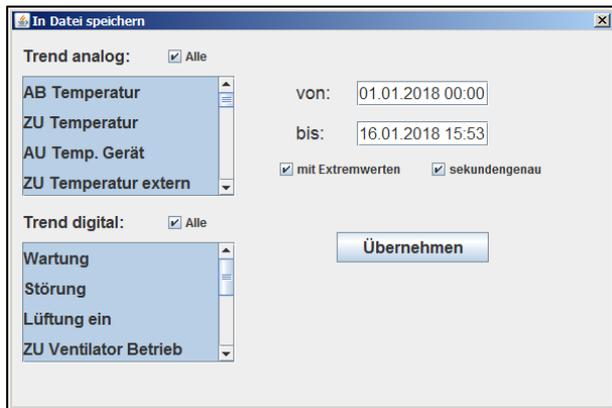


Abbildung 5-2: Abspeichern von Daten im MENERGA-Portal

## SETSOLAR

Die Solarthermieanlage speichert ebenfalls innerhalb der Regelung alle wichtigen Betriebsdaten sowie Fehlermeldungen. Der Datenzugang ist wie folgt gegeben:

- Server stehen im Intranetbereich der Schule, daher ist ein VPN-Zugang zu diesem Netz die Grundvoraussetzung → Freigabe der Zugangsdaten durch das Bistum an Drittanbieter 'ALPHA2000' → Benutzername und Passwort für Sophos VPN
- Installation der frei verfügbaren Software WINSOL → Freigabe der Zugangsdaten durch SETSOLAR → einmaliges Eintragen der IP-Adresse der Anlage, des Benutzernamen und Passworts (Abbildung 5-3)
- Unterpunkt 'Logger' und 'Daten auslesen' aufrufen → alle Daten im gewünschten Zeitraum in die Software laden
- Unterpunkt 'Datei' und 'Exportieren' aufrufen → alle Daten im gewünschten Zeitraum speichern als CSV (Abbildung 5-4)
- ständigen Zugang haben: Hochschule, SETSOLAR

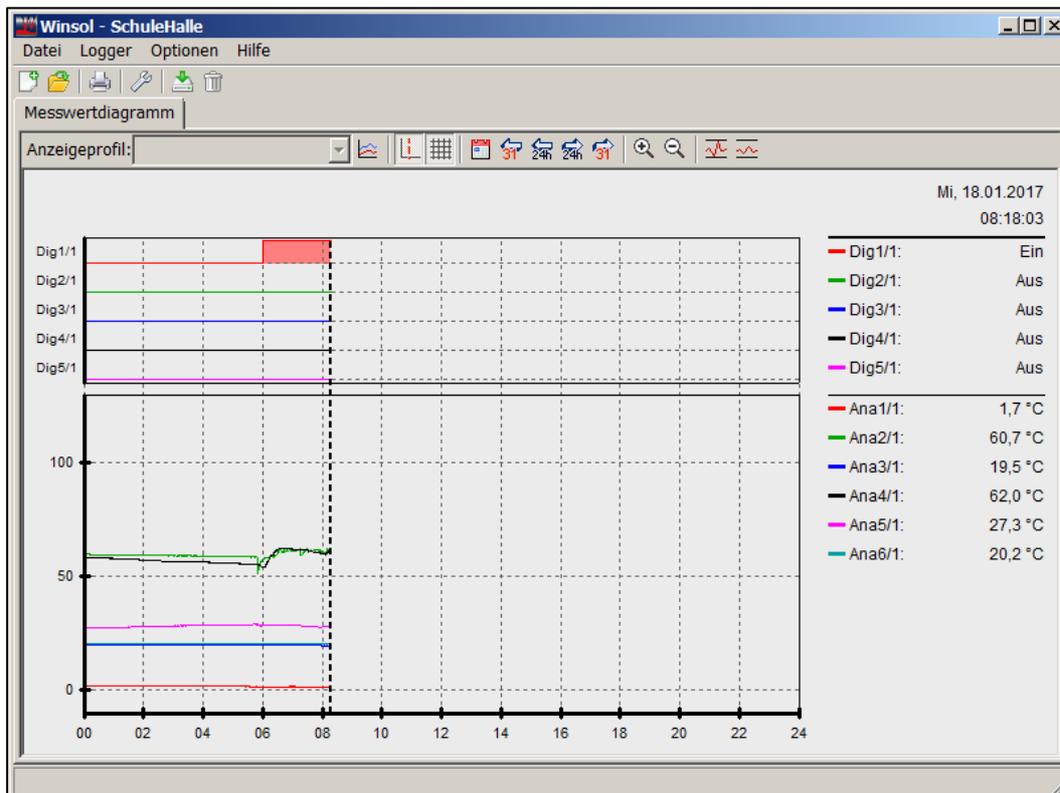


Abbildung 5-3: Installierte WINSOL-Software mit Zugang zu den Daten von SETSOLAR

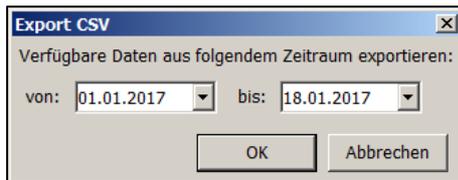


Abbildung 5-4: Abspeichern von Daten in WINSOL

## SMA

Die Photovoltaikanlage von SMA speichert die im Sunny-Island-Zentralgerät erfassten Daten außerhalb der Schule auf einem Datenserver. Der Datenzugang ist wie folgt gegeben:

- Datenabruf über Browser → Freigabe der Zugangsdaten durch den ausführenden Elektrotechnikbetrieb → Benutzername und Passwort (Abbildung 5-5)
- Unterpunkt 'Energiebilanz' aufrufen → gewünschten Zeitraum, Messintervall wählen (Abbildung 5-6) → speichern als CSV (Abbildung 5-7)
- ständigen Zugang haben: Hochschule, Hausmeister, Ausführende Elektrotechnik

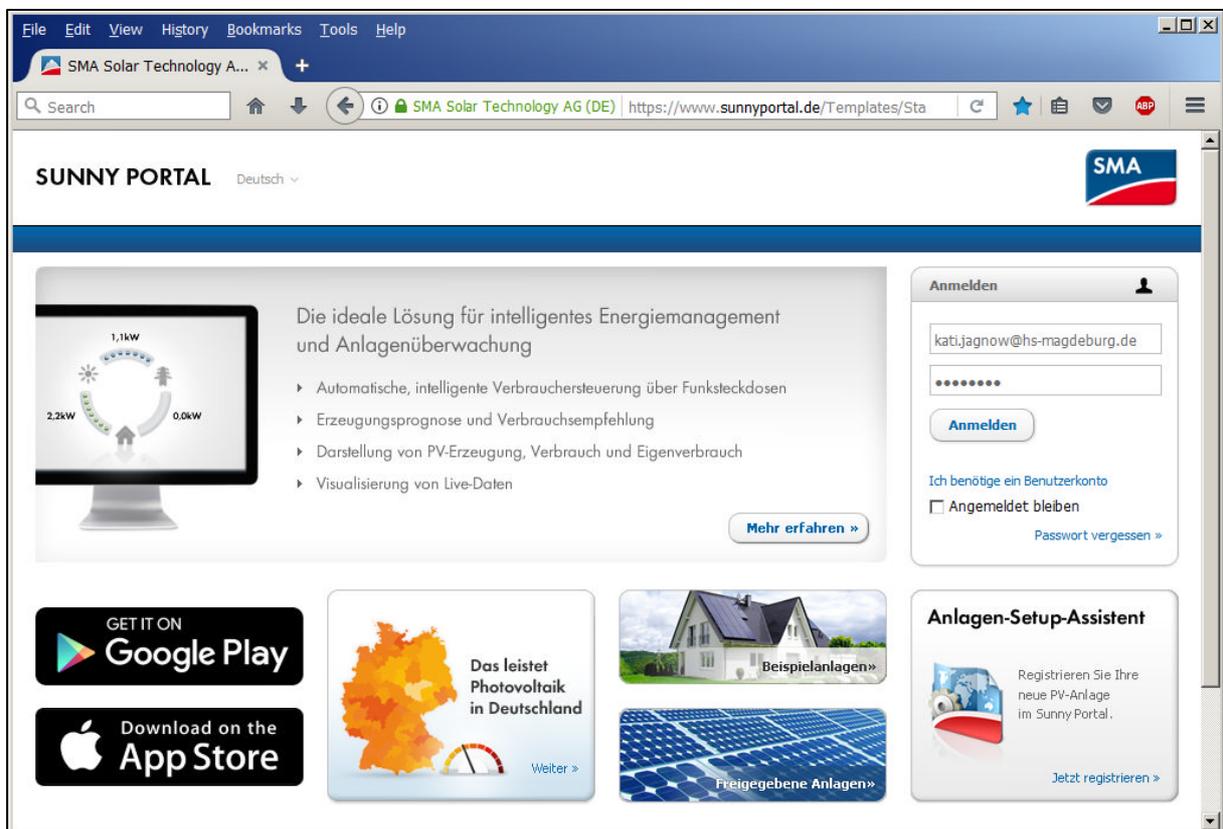


Abbildung 5-5: Browser mit Zugangportal von SMA

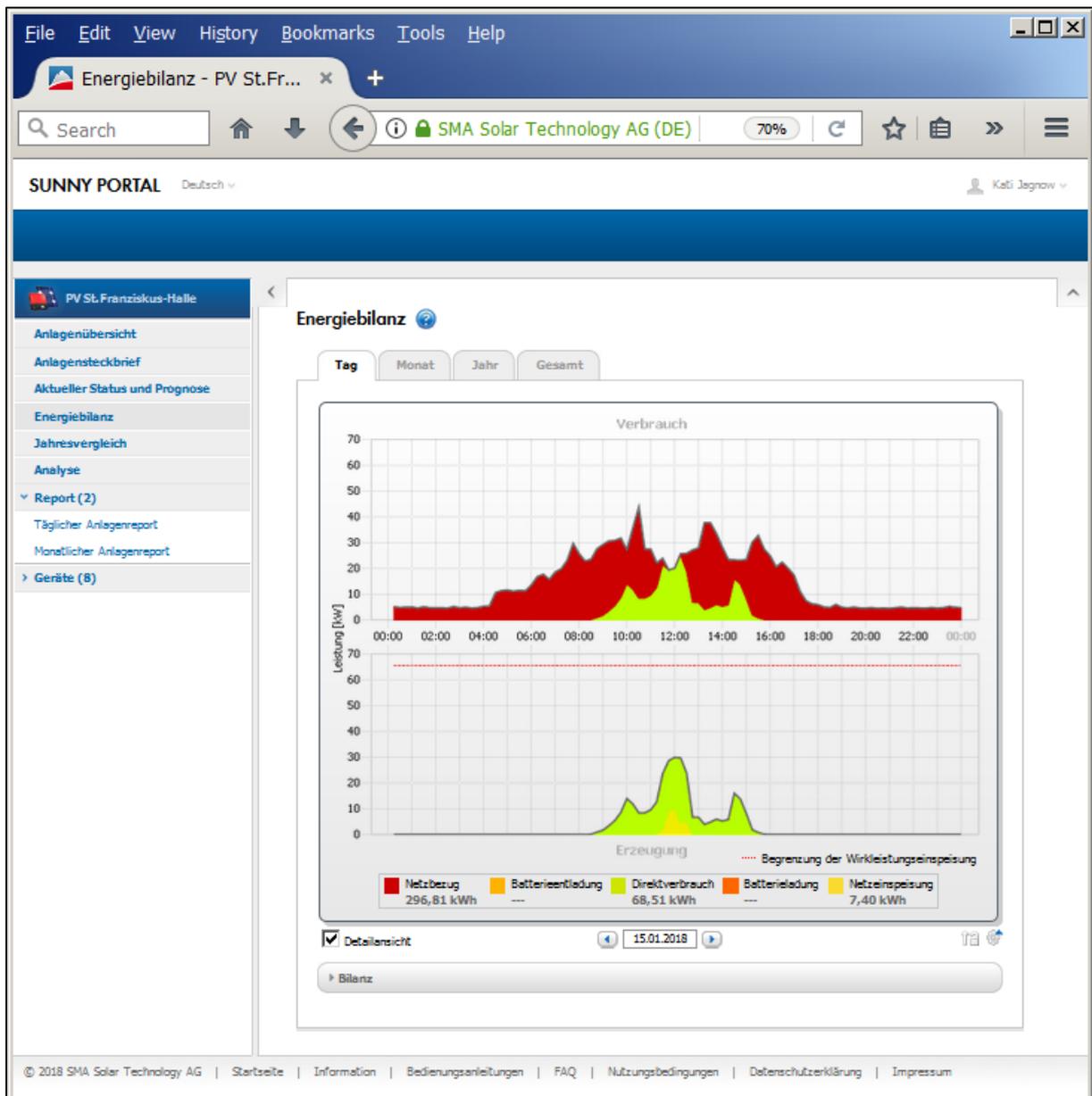


Abbildung 5-6: Aufruf verschieden detaillierter Datenreihen in SMA

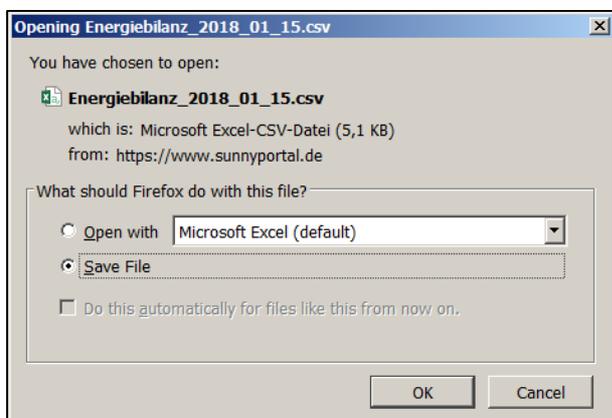


Abbildung 5-7: Abspeichern von Daten der SMA-Homepage

## SWH bzw. NETZ HALLE

Die Datenbeschaffung des Stromverbrauchs erfolgte nicht direkt über die Stadtwerke Halle, sondern über den Netzbetreiber, d. h. die Energieversorgung Halle Netz GmbH. Die Kontaktaufnahme erfolgte etwa alle halbe Jahre per E-Mail. Der für die St. Franziskus-Grundschule zuständige Fachingenieur generierte eine EXCEL-Tabelle, welche direkt an das Bistum – als Vertragspartner – gesendet wurde. Die Weiterleitung an die Hochschule erfolgte von dort.

Eine Automatisierung war mit einmaligen Kosten (117 €) sowie laufenden Kosten (6,5 €/mon) verbunden, die im Rahmen des Monitorings nicht ausgegeben werden sollten. Der erkennbare Vorteil war nicht gegeben. Ein Kostenerlass wurde seitens des Netzbetreibers geprüft, aber negativ beschieden. Das Energiewirtschaftsgesetz verpflichtet Netzbetreiber dazu, für einen diskriminierungsfreien Wettbewerb im Netzbereich zu sorgen.

### 5.2 Server und virtuelle Server

Zum Zwecke des Monitorings werden jeweils etwa monatlich Daten der folgenden Quellen in einem gemeinsamen Server zusammengeführt:

- dem zentralen Monitoringserver der Firma GEDES, der alle Messstellen enthält, die extra für das Projekt installiert wurden,
- den Speichereinheiten der beiden zentralen Lüftungsanlagen der Firma MENERGA,
- dem internen Monitoring der Solarthermie der Firma SETSOLAR,
- dem Anlagenmonitoring der Photovoltaik von SMA
- den Stromzählerdaten von Netz Halle.

Der gemeinsame Server wird lokal und offline mit der Software XAMPP erstellt. Die Software ist kostenfrei verfügbar und ermöglicht die Datenspeicherung als MySQL-Datenbank.

Das Programm wird zunächst installiert. Anschließend wird als Administrator eine neue Datenbank angelegt. Darüber hinaus wird mindestens ein Benutzername und Passwort generiert, mit dem die Datenbank aufgerufen werden kann. Als separater Anhang E sind weiterführende Informationen verfügbar.

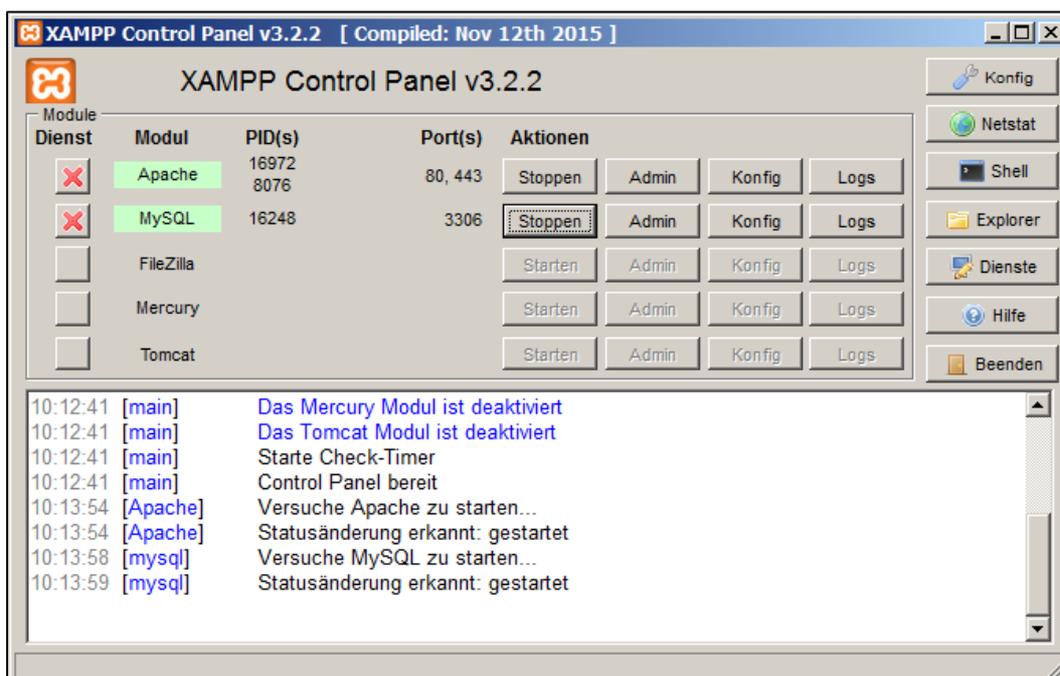


Abbildung 5-8: Startbildschirm der Offline-Datenbank XAMPP

Vor der weiteren Benutzung der Datenbank – zum Zwecke des Einlesens neuer Daten oder Auslesens vorhandener Werte – muss das Programm gestartet werden (Abbildung 5-8). Es bleibt während der Datenauswertung mit MONISOFT im Hintergrund aktiv.

### 5.3 Monisoft

Die Auswertung der erfassten Messdaten kann nicht allein mit EXCEL erfolgen. Die Datenmengen sind aufgrund der kleinen Messintervalle (in der überwiegenden Zahl im 10-Minuten-Intervall) zu groß für eine Jahresauswertung. Es müsste also vor jeder weiteren Auswertung langer Zeiträume zunächst eine – selbst programmierte – Zusammenfassung zu größeren Zeitintervallen erfolgen.

Da dies nicht leistbar war, kam das – für Hochschulen kostenlose – Programm MONISOFT zum Einsatz. Es greift auf eine Online- oder Offline-Datenbank zu (siehe Abbildung 5-9) und ist unter anderem geeignet für:

- die Datenpflege mit automatischem Ungültigsetzen von Werten außerhalb vorher definierter Bandbreiten,
- eine automatische Umrechnung von Größen in korrekte Einheiten anhand vorher definierter Umrechnungsfaktoren,
- eine Komprimierung kleiner Zeitintervalle (Sekunden, Minuten) zu größeren (Stunden, Tagen, Monaten),
- eine grafische Auftragung von Größen über der Zeit,
- eine grafische Auftragung von Größen über einer anderen Messgröße,
- den Datenexport als CSV, welche in EXCEL weiterbearbeitet werden kann.

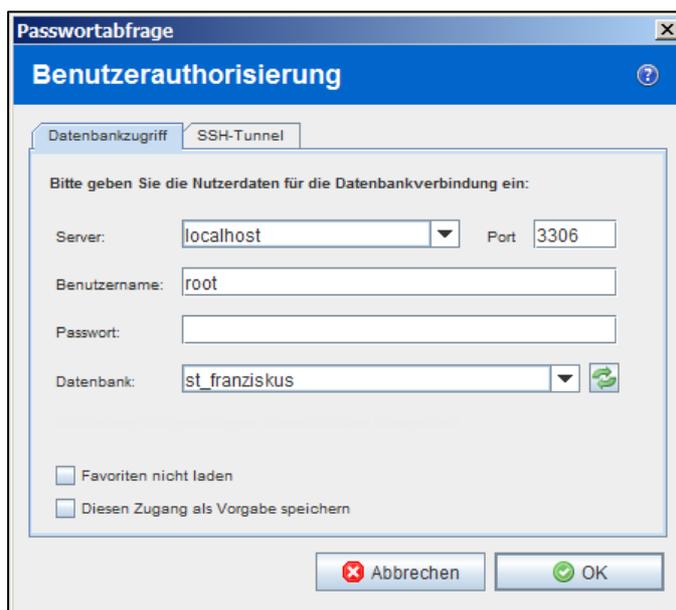
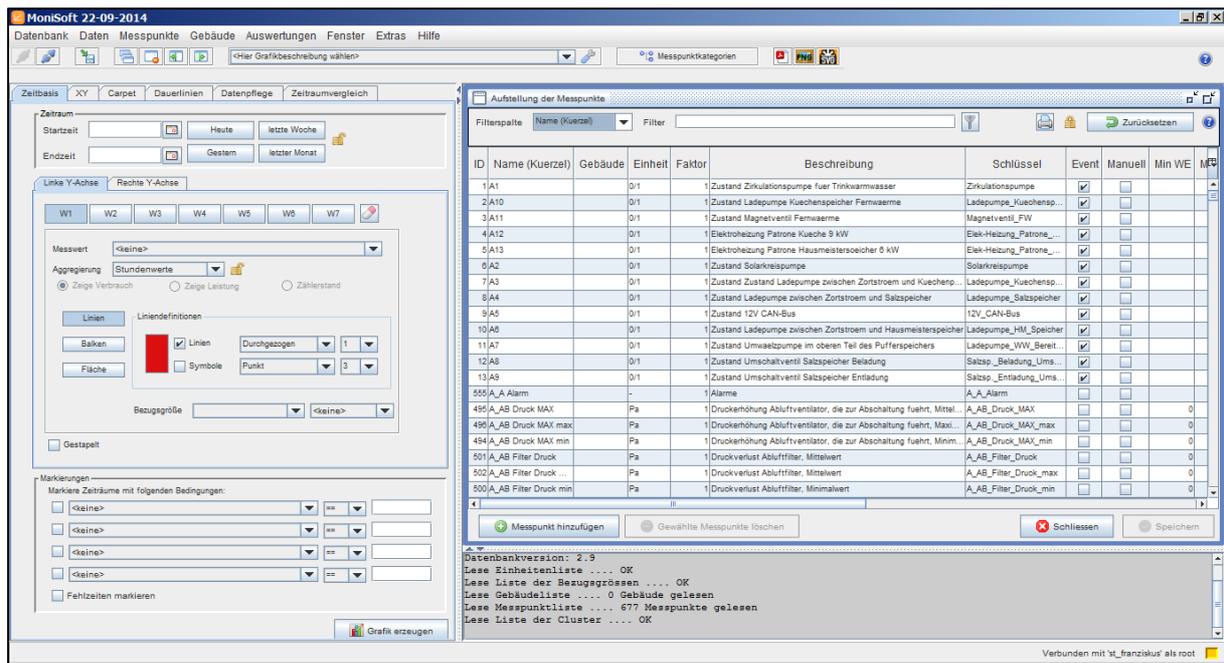


Abbildung 5-9: Benutzerzugriff auf die Datenbank in MONISOFT

Die enthaltene zentrale Messpunktliste – siehe Kapitel 3.2 und Anhang 7.4 – muss einmalig erzeugt werden. Sie kann direkt in der Software editiert werden – siehe Abbildung 5-10 – oder aus dem Programm exportiert, in EXCEL bearbeitet und wieder importiert werden.



**Abbildung 5-10: Anlegen einer Messpunktliste in MONISOFT**

Die folgenden Umrechnungsfaktoren für die Zähler wurden dabei eingepflegt:

- 0,0001: Wasserzähler für Summe aus Brauchwasser und nachgespeistem Trinkwasser
- 0,001: Fernwärmebezug der Küchenspülhaube, Elektrische Heizpatrone im Hausmeisterspeicher, Elektrische Heizpatrone im Pufferspeicher, Kaltwasserzähler der Stadtwerke
- 0,005: Stromproduktion Summe PV und Wind
- 0,01: Fernwärmebezug für Heizregister Klassentrakt, Fernwärmebezug für Kochhaube, Fernwärmebezug für Heizregister Aulatrakt, gelieferte und bezogene Windenergie, Brauchwasser für WCs im Aulatrakt, Brauchwasser für WCs im Klassentrakt
- 0,1: Kaltwasser im Klassentrakt OGs, Kaltwasser im Klassentrakt EG, Kaltwassernachspeisung für die WCs, Kaltwasser für Küche und Hausmeister, Kaltwasser für Hausmeister, Warmwasser für Küche
- 0,25: alle SMA-Messwerte (Batterieladung, Batterieentladung, Direktverbrauch, Gesamtverbrauch, Netzbezug, Netzeinspeisung, PV-Erzeugung)
- 3: Ventilatorstrom Zuluft für Klassentrakt, Ventilatorstrom Abluft für Klassentrakt
- 30: Stromproduktionszähler der Stadtwerke

## 5.4 Datenverarbeitung

Die Datenverarbeitung beginnt mit dem manuellen Öffnen der CSV-Datei, welche verarbeitet werden soll. Es wird geprüft, ob Datum und Zeitstempel in Spalte A oder Spalten A und B verfügbar sind. Weiterhin werden die Variablennamen in Zeile 1 geprüft.

Für die Weiterverarbeitung der GEDES-Daten hat es sich als sinnvoll erwiesen, die langen Variablennamen (Abbildung 5-11 links) durch kurze zu ersetzen (Abbildung 5-11 rechts). Üblicherweise wurde die gesamte Kopfzeile mit der 'gekürzten' Version des Vormonats überschrieben. Anschließend wurde die CSV-Datei gespeichert.

Dazu ist anzumerken: dieses Vorgehen funktioniert natürlich nur, sofern die Spaltenreihenfolge immer die gleiche ist und sofern die Gesamtanzahl der Messpunkte sich nicht ändert. Da die Installation in Halle sich über einen sehr langen Zeitraum hinzog, wurde zwischenzeitlich mit dem ausführenden Unternehmen GEDES vereinbart, dass die Datenbank alle Messpunkte mit eindeutigem Variablennamen bereits formal enthält, auch wenn noch keine physische Ausführung gegeben war. Dieses Vorgehen war auch sinnvoll, weil der Fortschritt der Arbeiten gut erkennbar war.

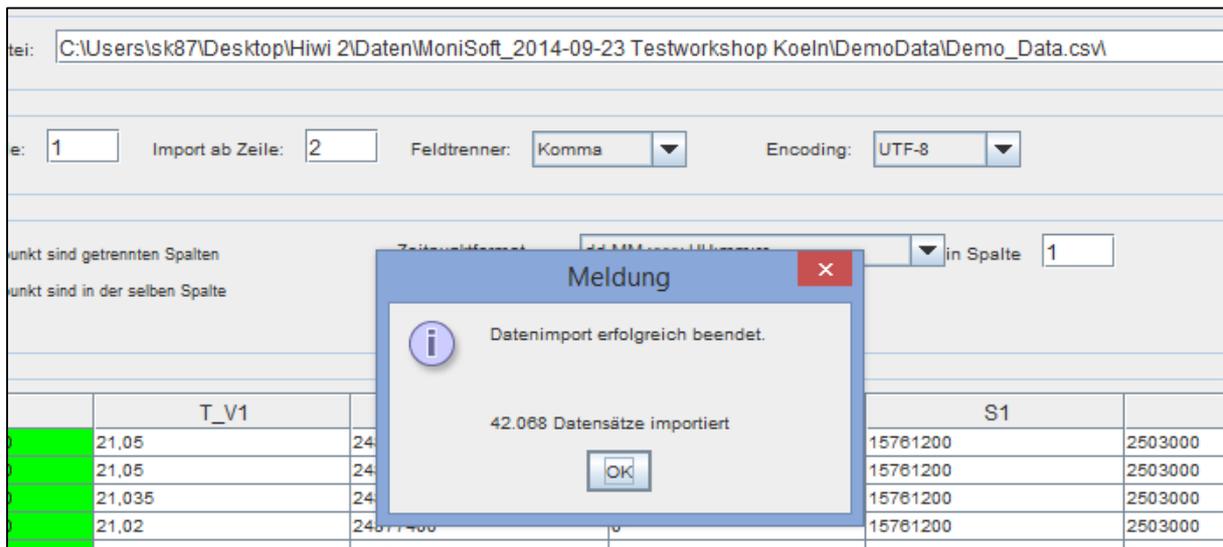
	A	B
1	Zeit	DF0220-161C-0 Kollektor 1 mitte in Å°C
2	01.09.2017 00:00	20,71071
3	01.09.2017 00:10	20,604
4	01.09.2017 00:20	20,536
5	01.09.2017 00:30	20,49583
6	01.09.2017 00:40	20,412

**Abbildung 5-11: Überarbeitung der Variablennamen**

Die manuelle Anpassung der ersten Zeile musste auch für die MENERGA-Daten erfolgen, da ursprünglich identische Variablennamen für beide Lüftungsanlagen vergeben waren.

Der zweite Schritt ist der Start des Programms MONISOFT. Anschließend wird die Option 'Datenimport' gewählt und die betreffende CSV-Datei auf dem Rechner ausgewählt. Es gelten bestimmte Konventionen hinsichtlich der Spalten und Zeileneinträge. Unter anderem werden nur Messwerte eingelesen, wenn der Variablenname aus Zeile 1 der neuen CSV mit einer Variable in der Messpunktliste übereinstimmt. Alle anderen Variablen werden ignoriert.

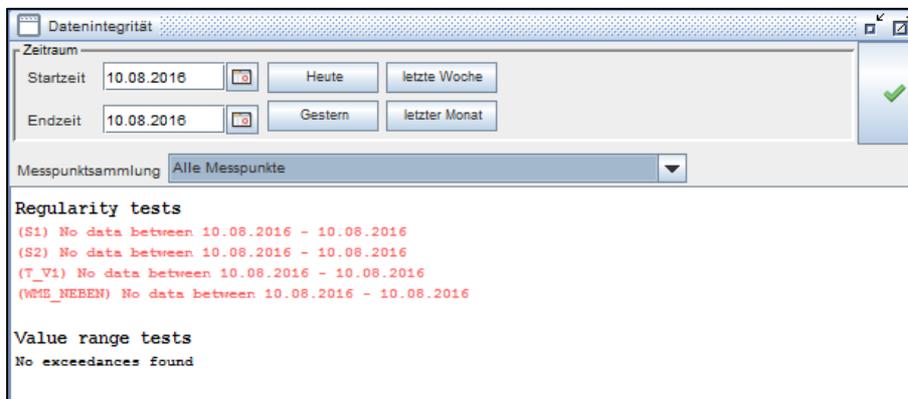
Die neuen Werte werden in die MySQL-Datenbank von XAMPP gespeichert. Die Reihenfolge des Einlesens ist egal. Der Zeitstempel jeder Zeile führt automatisch dazu, dass alle Daten in chronologischer Reihenfolge verfügbar sind. Der Datenimport endet mit einer Positivnachricht, siehe Abbildung 5-12.



**Abbildung 5-12: Messdatenimport in die Datenbank in MONISOFT**

Anschließend erfolgt eine Datenpflege. Einerseits gibt MONISOFT bereits Hinweise auf fehlende Werte (siehe Abbildung 5-13), andererseits können Messwerte händisch gesperrt werden, wenn sie offensichtlich falsch sind.

Beispielsweise betraf dies die Datenerfassung von noch nicht korrekt installierten Messsensoren, z. B. Impulsgebern oder Stromflussmessgeräten. Diese wurden zuerst auf die Datenerfassung geschaltet und erst später installiert. Sie sendeten Falschwerte, jedoch innerhalb der grundsätzlich glaubwürdigen Bandbreite.



**Abbildung 5-13: Messdatenkontrolle in MONISOFT**

Die Plausibilitätsprüfung der Messwerte von GEDES nach Inbetriebnahme erfolgte im Projekt mit EXCEL [6]. Für zukünftige Messprojekte ist der Einsatz von MONISOFT jedoch empfehlenswerter – wenn auch insbesondere zu Projektbeginn arbeitsaufwändiger (Ersteinrichtung der Messpunktliste usw.).

## 5.5 Auswertevorgang

Die Auswertung erfolgte themenbezogen, siehe Abschlussberichte 3 sowie 5 bis 12. Je nach Fragestellung und Anspruch an die Grafik wurde entschieden:

- ob MONISOFT (reine Grafikerstellung) oder EXCEL (Grafik plus weiterführende Auswertungen, beginnend mit Datenexport aus MONISOFT) zur Anwendung kam,
- welche zeitliche Auflösung der Zustands- und Zählerdaten hilfreich und sinnvoll für den Erkenntnisgewinn ist,
- ob eine Auswertung als Zeitverlauf erfolgen soll oder eine Größe in Abhängigkeit einer anderen Größe ausgewertet werden muss.

Beispiele für die genannten Fragestellungen werden nachfolgend gegeben.

### Zustandsdaten im Zeitverlauf

Die Zustandsdaten, z. B. Stromstärken, Temperaturen, Luftfeuchten werden in einer maximalen Auflösung in der Datenbank hinterlegt. In der Regel ist für viele Größen ein Wert je 10 Minuten verfügbar. Weitere Details siehe Anhang 7.4.

Mit Hilfe von MONISOFT können Daten ausgehend vom Maximum aggregiert werden. Es entstehen Stunden-, Tages-, Wochen-, Monats- oder Jahreswerte. Die Mittelwertbildung glättet Spitzenwerte, siehe Abbildung 5-14 bis Abbildung 5-16.

Andererseits führt die Aggregation auch dazu, dass exakte Wochen und Monate etc. gebildet werden – unabhängig davon, ob tatsächlich zum Stichtermin (Montag, 0 Uhr) ein realer Messwert vorlag oder nicht. Es wird an den Grenzen der Zeitintervalle interpoliert.

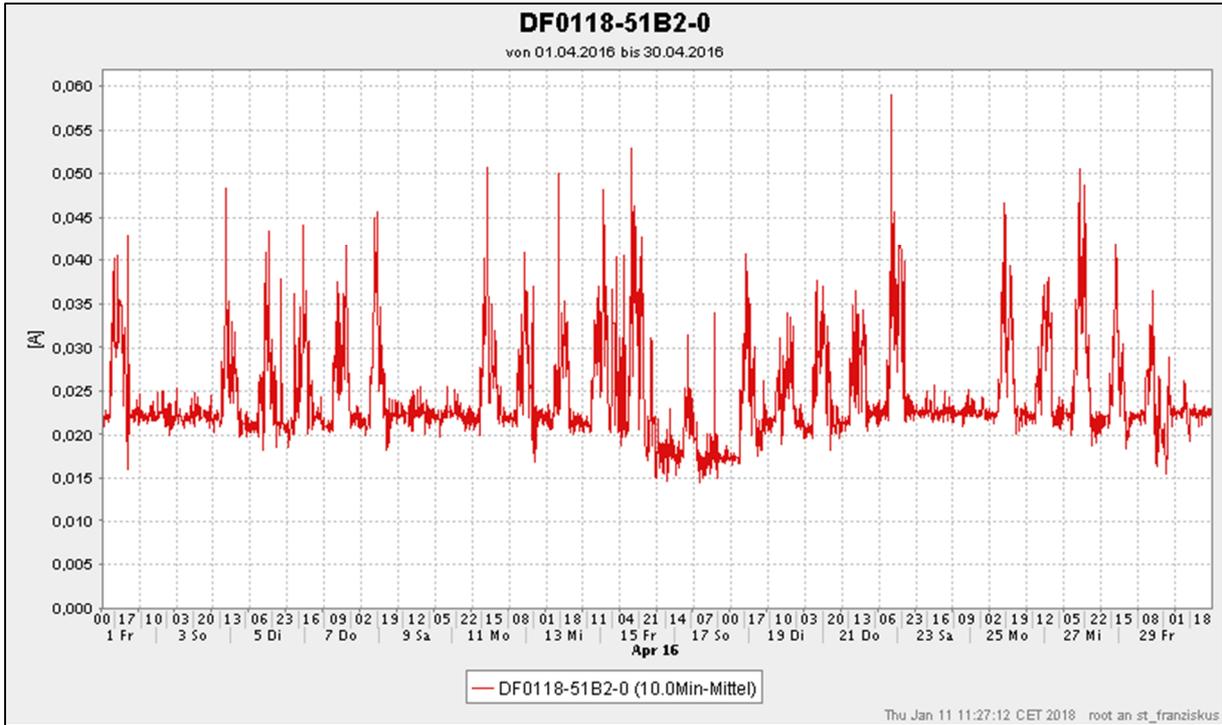


Abbildung 5-14: Originaldaten im 10-Minuten-Takt (am Beispiel 'Server Stromkreis 4')

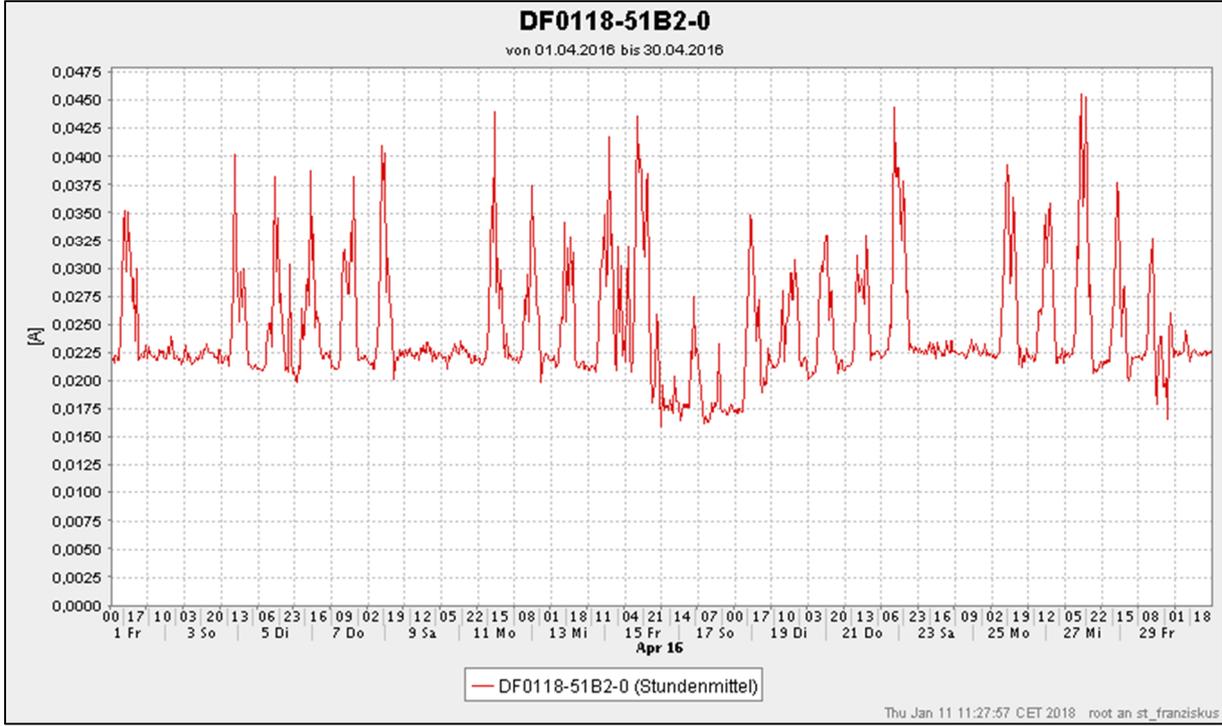


Abbildung 5-15: Messdatenaggregation auf Stundenwerte (am Beispiel 'Server Stromkreis 4')

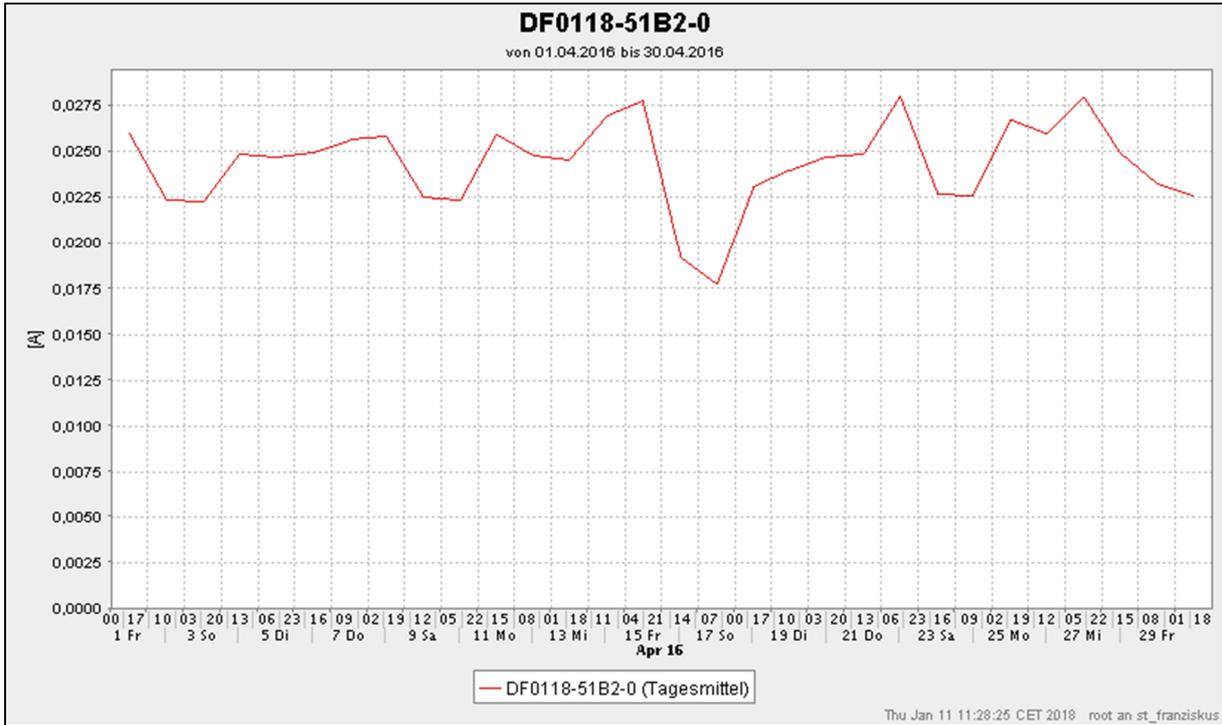


Abbildung 5-16: Messdatenaggregation auf Tageswerte (am Beispiel 'Server Stromkreis 4')

**Zählerdaten**

Zählerdaten können als zeitlich verschieden genau aufgelöste Momentanwerte (Abbildung 5-17 oder Abbildung 5-18) bzw. kumuliert (Abbildung 5-19) über der Zeit betrachtet werden.

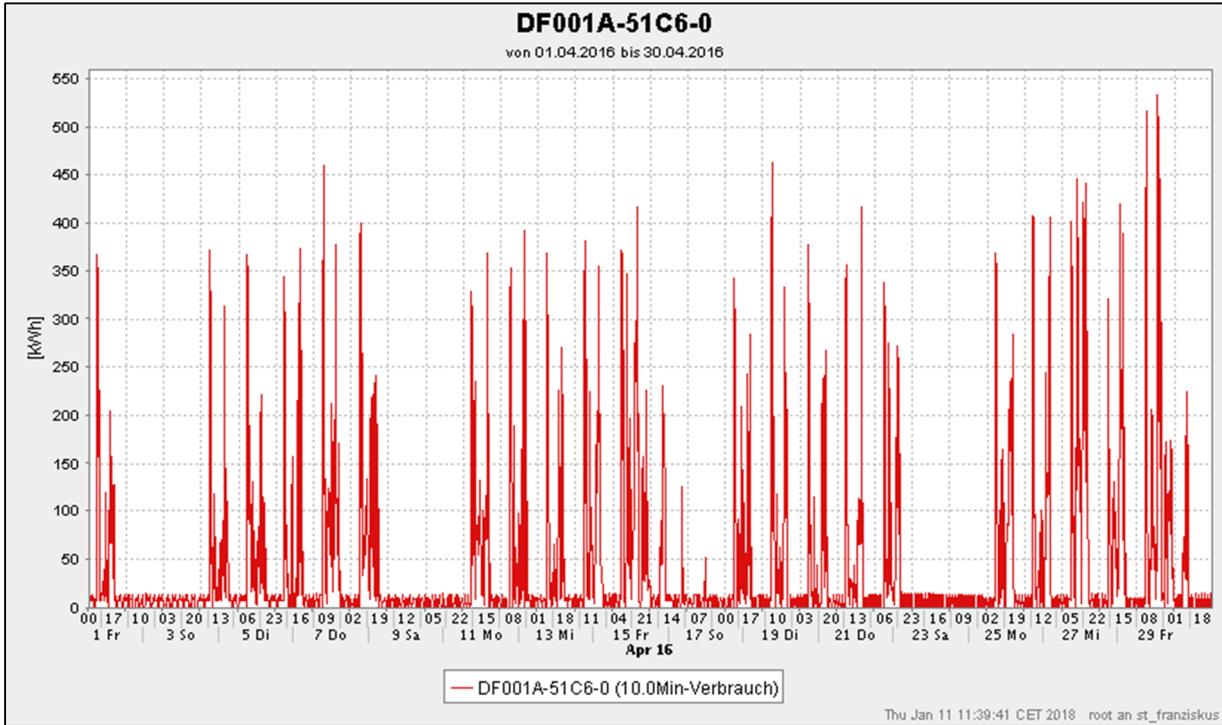


Abbildung 5-17: Originaldaten im 10-Minuten-Takt (am Beispiel 'Elektroenergie Hort')

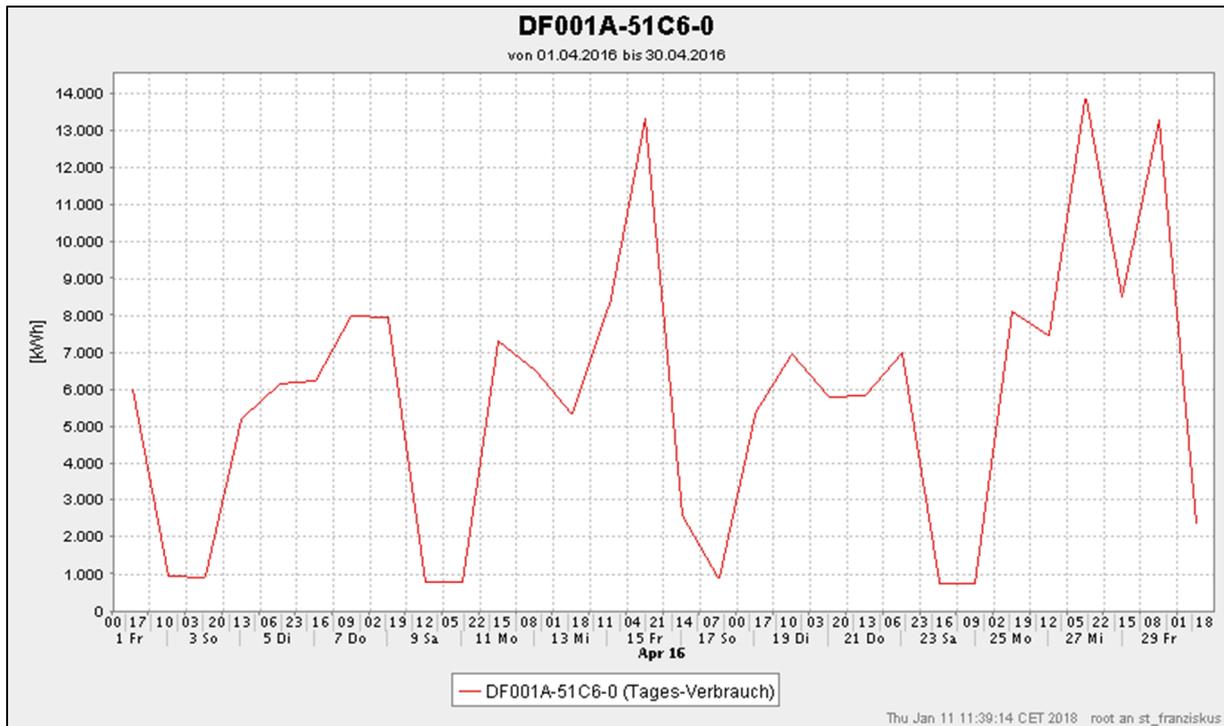


Abbildung 5-18: Messdatenaggregation auf Tageswerte (am Beispiel 'Elektroenergie Hort')

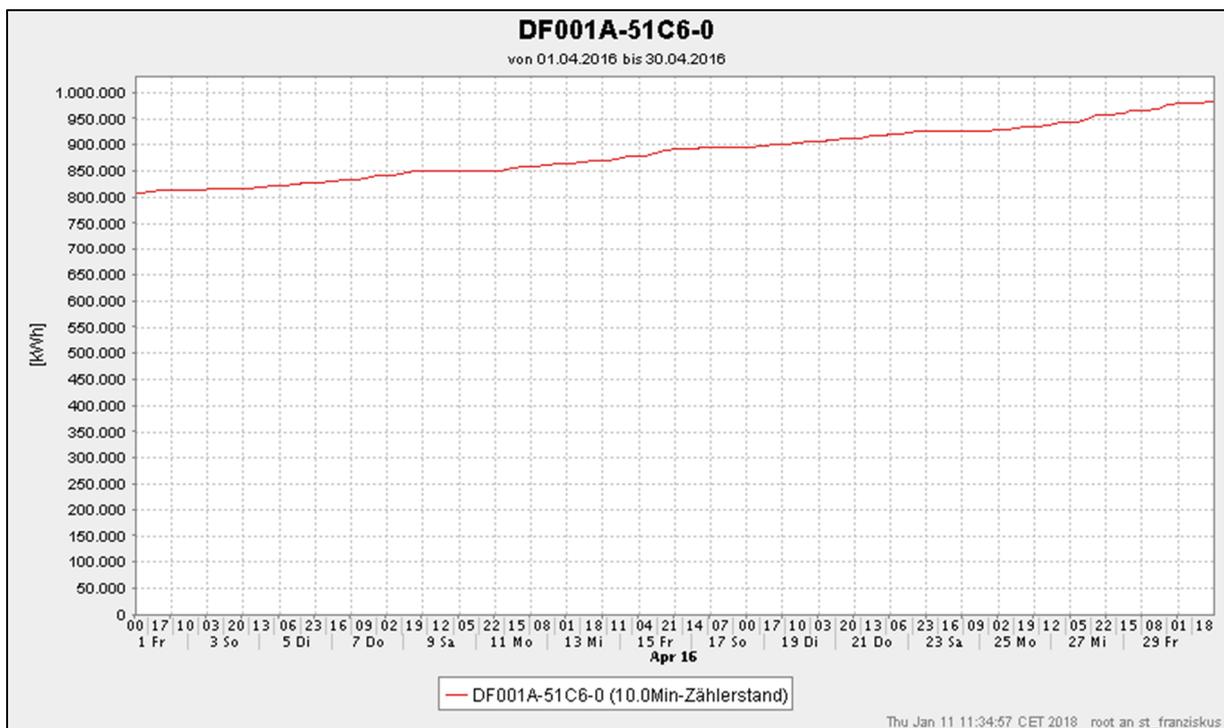


Abbildung 5-19: Messdatenkumulation (am Beispiel 'Elektroenergie Hort')

### Detailanalysen

Mit Hilfe von Detailanalysen lassen sich Abhängigkeiten einzelner Messgrößen von anderen darstellen. Sofern die Ausgangsdatenlage zu unübersichtlich ist, können Werte vorher:

- nach relevanten Wochentagen gefiltert werden,
- nach relevanten Zeiträume 0 – 24 Uhr gefiltert werden,
- Messintervalle aggregiert werden.

Abbildung 5-20 zeigt eine Originaldatenlage aller Messpunkte eines Jahres ohne Filterung und im 10-Minuten-Takt. Abbildung 5-21 aggregiert auf Stundenwerte und zeigt die Raumtemperatur nur noch in der Nutzungszeit (ohne Wochenende, 8 – 13 Uhr).

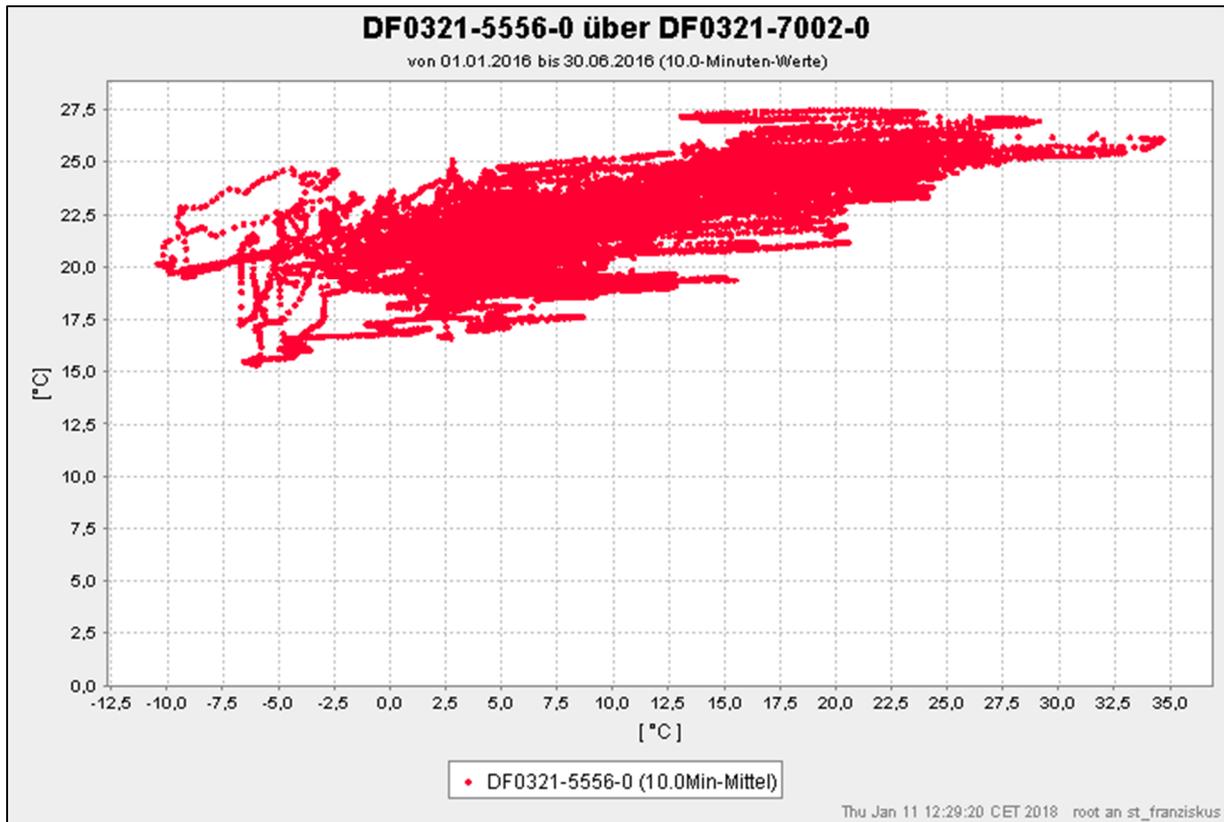


Abbildung 5-20: Messdatenkorrelation ohne Filterung im 10-Minuten-Takt (am Beispiel 'Raumlufthtemperatur im Klassenraum 2.01' über 'Außenlufttemperatur')

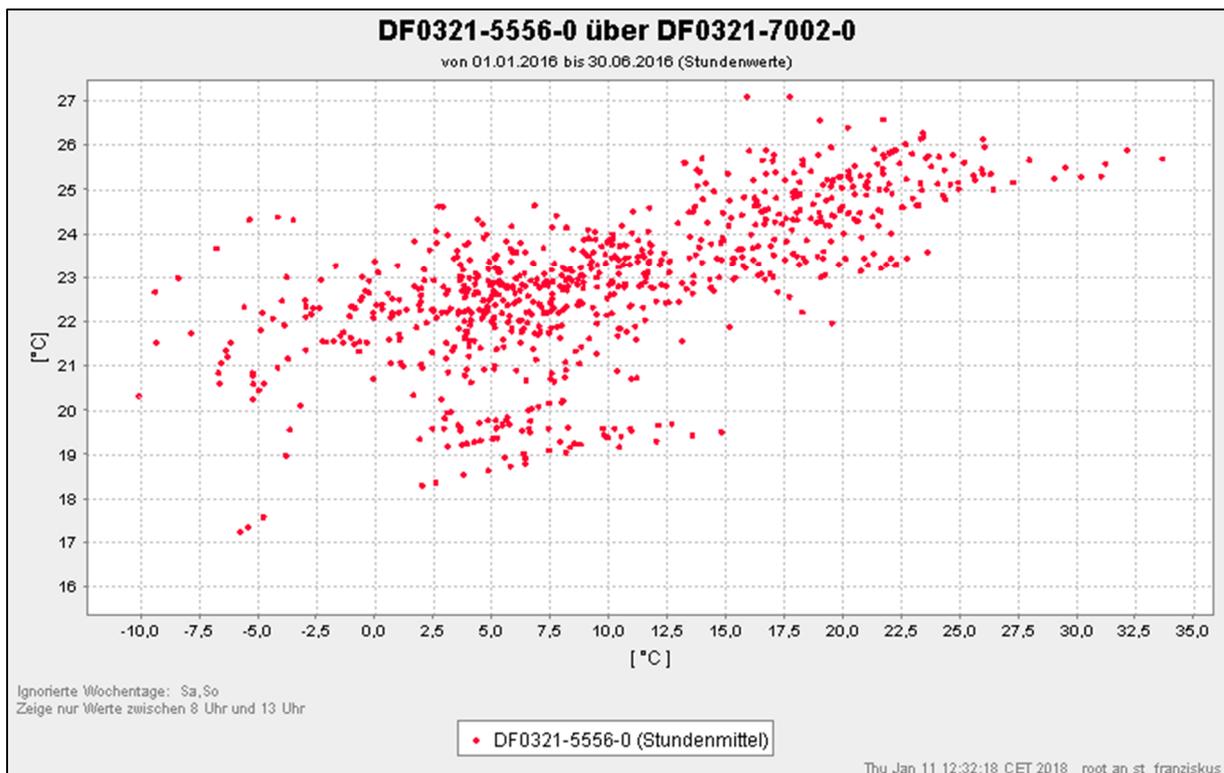
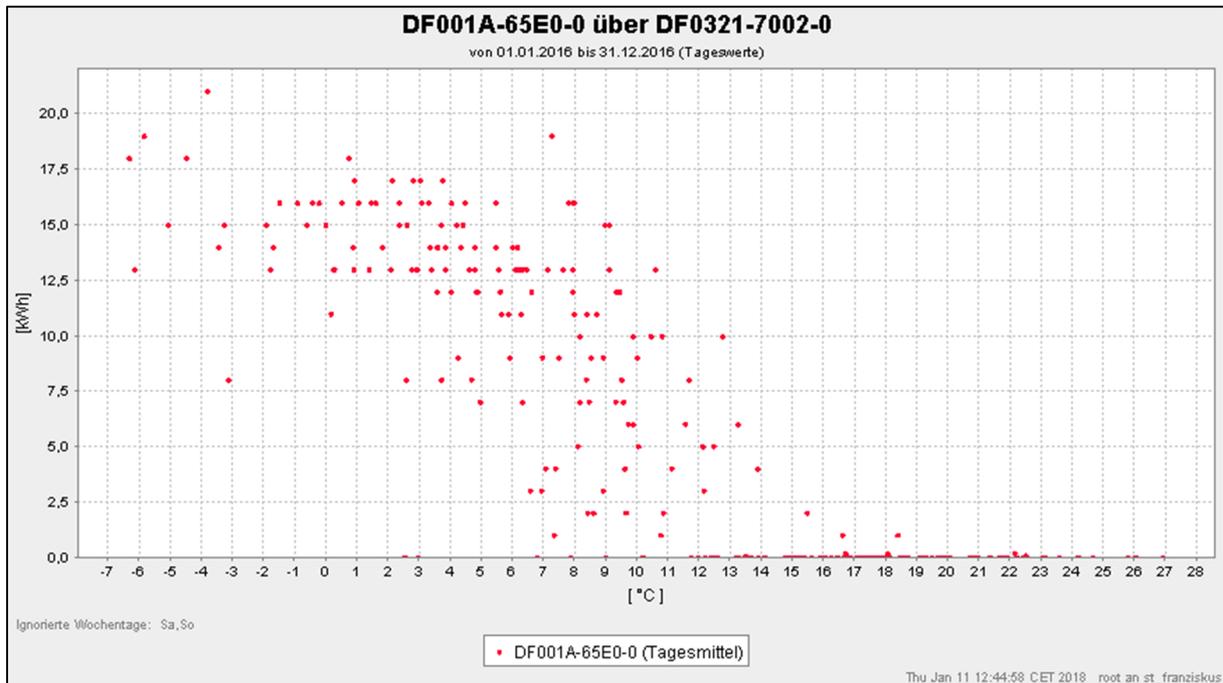


Abbildung 5-21: Messdatenkorrelation mit Filterung und Aggregation (am Beispiel 'Raumlufthtemperatur im Klassenraum 2.01' über 'Außenlufttemperatur' in der Woche, 8 – 13 Uhr)

Die Energieanalyse aus dem Verbrauch, d. h. Auswertung von Energiemengen bzw. besser mittleren Wärmeleistungen über der Außentemperatur kann mit MONISOFT ebenfalls erfolgen, siehe Abbildung 5-22. Innerhalb des Projektes wurde dafür aber die Auswertung mit EXCEL bevorzugt, da hier weiterführende Grafiktools verfügbar sind – z. B. das Eintragen einer Ausgleichsfunktion. Resultate sind im Bericht 9 verfügbar.



**Abbildung 5-22: Energieanalyse aus dem Verbrauch (am Beispiel 'Fernwärmeverbrauch für Heizregister Aulatrakt' über 'Außenlufttemperatur' nur an Wochentagen, Tagesmittelwerte)**

## 5.6 Empfehlungen

Der Systemaufbau mit mehreren Datenservern unterschiedlicher Lieferanten sowie separatem virtuellen Server ist zwar nicht optimal, aber vertretbar. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass eine sehr große Datenmenge praktisch kostenlos zur Auswertung zur Verfügung steht.

Die zeitliche Verzögerung, welche sich aus dem Datenfluss ergab, lag bei mehr als einem Monat. Allerdings war dies akzeptabel. Das zur Verfügung stehende Personal hatte ohnehin keine Kapazität, zeitnah Daten tatsächlich intensiv auszuwerten und auf Fehler im Anlagenbetrieb hin zu untersuchen. Teils wurden einzelne Themengebiete überhaupt erst bearbeitet, nachdem ein Betriebsjahr zur Verfügung stand. Das projektbezogene Monitoring im Rahmen der Forschung darf hier nicht mit einem professionellen Betriebsmonitoring verwechselt werden.

Die Software MONISOFT ist eindeutig für andere Messprojekte weiterzuempfehlen, vor allem als Mittel zur Datenpflege und Datenaggregation. Die eigentliche Auswertung, Erstellung von Grafiken, Ausgleichsfunktionen etc. kann nach einem Datenexport sehr viel schneller und vielseitiger mit EXCEL erfolgen.

## 6 Erkenntnisse und Empfehlungen

Abschließend sollen neben den Erkenntnissen und Empfehlungen zum Messkonzept (siehe Kapitel 2.3), zum Systemaufbau und der Hardware (siehe Kapitel 4.7) sowie zur Software und Datenverarbeitung (siehe Kapitel 5.6) noch allgemeine Anmerkungen getätigt werden. Sie können helfen, in Folgeprojekten die benannten Schwierigkeiten vorher abzuwenden oder rechtzeitig abzustellen.

### **Zeitdauer der Umsetzung**

Das Resultat der Datenerfassung ist sehr zufriedenstellend, wenn auch einige Abstriche gegenüber der Messtechnikplanung zu machen waren.

Die Zeitdauer der Umsetzung des Monitorings war jedoch eindeutig zu lang. Beginnend mit der Errichtung des Rohbaus begannen 2012 erste Installationen (Sensoren unter der Bodenplatte und im Erdwärmeübertrager). Der Baustopp und die Planerinsolvenz führte zu Verzögerungen im Bau. Teilweise wurde die Messtechnik dadurch negativ berührt, teilweise war die Personaldecke beim ausführenden Messtechnikunternehmen GEDES auch zu dünn für die Einhaltung der Fristen.

Erschwerend kam hinzu, dass andere Gewerke die messtechnische Ausstattung behinderten. So wurden im Lehrerzimmer 1.04 etliche Messtechnikabel beim Innenaufbau (Ausführung des Trockenbaus) beschädigt, so dass schlussendlich auf die Messungen der Fensterkontakte und Kastentemperatur verzichtet werden musste. In der Hausmeisterwohnung wurde der gesamte für die Messtechnik vorgesehene Schaltkasten vom ausführenden Elektrohandwerker für anderweitige Zwecke belegt. Die teilweise vorhandenen Fühler konnten nicht mehr verdrahtet werden, da kein Platz zur Verfügung stand. Die Kabel enden ungenutzt in der Unterverteilung.

Der erste Versuch einer Abnahme war auf den 14.08.2014 datiert, gefolgt von einem zweiten Versuch am 24.09.2014. Beide blieben erfolglos, da große Mengen an Fühlern noch nicht vorhanden und Zählern noch nicht aufgeschaltet waren. Im Mai 2015 waren etwa 130 von später 400 Messstellen online. Die finale Abnahme erfolgte erst am 09.10.2015, jedoch unter Auflagen. Die vereinbarten Restarbeiten waren erst zum März 2016 erledigt. Ende Juli 2016 waren die letzten 10 Fühler, die keine Daten sendeten, überprüft. Die Schlussrechnung wurde im November 2016 geprüft.

Der Aufbau von Druck – im Sinne von Vertragsrücktritt, Vertragsstrafen etc. – sind nicht zielführend. Mit einer weiteren Insolvenz wäre dem Projekt nicht geholfen gewesen. Die Kooperation war – im Rahmen des Machbaren – gut. Das Unternehmen war selbst interessiert an einer gütlichen und erfolgversprechenden Umsetzung.

### **Datenverbindung**

Im Juli 2014 reifte die Erkenntnis, dass bei der IT-Infrastrukturplanung für die Grundschule Halle (nicht durch GEDES erfolgt) der Umfang der Datenübertragung für das Monitoring leider nicht berücksichtigt wurde. Ein Datenfluss nach außen stand daher längere Zeit nicht in ausreichender Bandbreite zur Verfügung. Das Problem wurde später gelöst, indem der Datenversand nicht online erfolgte, sondern zunächst alle Daten gesammelt wurden und ein Versand an den Server nachts erfolgte, wenn sonst keine Netzbelastung auftrat.

Der nächtliche Versand funktionierte ebenfalls nicht reibungslos. Im Januar 2016 kam es vermehrt zu Datenausfällen. Der Messtechnikversand über den Server konnte – aufgrund gestiegenen Datenvolumens – nicht mehr innerhalb der vorgesehenen Zeitfenster absolviert werden. Das Betriebssystem räumte den internen Prozessen erste Priorität ein, so dass der Messdatenversand abbrach. Das Problem musste vor Ort lokalisiert werden, da die Schule von außen nur über VPN erreichbar ist und die Zugangsrechte für die Behebung solcher Probleme von außen nicht ausreichten.

### **Kosten für die Messtechnik**

Die Kosten der Messtechnik betragen insgesamt knapp 78.000 € (brutto). Davon waren anteilig zu verzeichnen:

- Sensoren (39 %)
  - Stromzähler: 18.200 €
  - Temperatur- und Feuchtemessung: 5.200 €
  - CO<sub>2</sub>-Messung: 800 €
  - Wetterstation: 5.800 €
  - Fensterkontakte: 700 €
- Übertragungstechnik (35 %)
  - Anschlussmodule für vorhandene Wasserzähler: 4.900 €
  - Anschlussmodule für vorhandene Wärmezähler: 2.300 €
  - Messwandler, Datenübertragung, Kabel: 19.800 €
- Montage: 25.700 € (33 %)
- Datenhaltung, Server und Datenübertragung: 8.700 € (11 %)

# 7 Anhang

## 7.1 Literatur

- [1] K. Gebhardt, „Masterarbeit "Qualitätssicherung für die Planung und Erstellung eines Monitoringkonzeptes für die St. Franziskus-Grundschule in Halle (Saale)“,“ Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, 2011.
- [2] C. Neumann, S. Herkel und J. Reiß, *Leitfaden für das Monitoring der Demonstrationsbauten im Förderkonzept EnBau und EnSan*, Freiburg: Fraunhofer ISE und IBP, 2006.
- [3] K. Jagnow und K. Gebhardt, *Planung von Messstellen und Messzielen*, Magdeburg: Hochschule Magdeburg/Stendal, 2015.
- [4] N. Döring, *Planungsunterlagen für das Monitoring*, Löbau: Gedes e.V., 2014.
- [5] N. Döring, *Ausstattung Monitoringmessungen nach Messkonzept und Anpassungen*, Löbau: Gedes e.V., 2016.
- [6] R. Schulze, „Masterarbeit "Aufbereitung, Plausibilitätsprüfung und anschließende Auswertung von Messwerten des Monitorings mit Abgleich der geplanten Effizienzen, Bedarfswerte und Komfortkriterien“,“ Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, 2016.
- [7] Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, „Richtig messen in Energiesparhäusern,“ in *Protokollband 45*, Darmstadt, 2012.

## 7.2 Nomenklatur

Tabelle 7-1: Abkürzungen

Kürzel	Erläuterung
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CSV	engl. comma-separated values; Dateiformat zur Speicherung einfach strukturierter Daten
DIN	Deutsches Institut für Normung; deutsche Norm
DIN V	Deutsches Institut für Normung; deutsche Vornorm
EG	Erdgeschoss
EN	Europäische Norm
EnOB	(Forschung für) Energieoptimiertes Bauen
EnSan	(Forschung für) Energieoptimiertes Bauen in der Sanierung
EWT	Erdwärmetauscher
IP	engl. "internet protocol"
ISO	International Standardisation Organisation; internationale Norm
JAVA	eine objektorientierte Programmiersprache, die auf der gleichnamigen Softwaretechnik aufbaut
M-Bus	Meter-Bus: Feldbus für die Verbrauchsdatenerfassung
MID	engl. "Measuring Instruments Directive"; europäische Messgeräte Richtlinie 2004/22/EG
MySQL	ist eines der weltweit verbreitetsten Datenbankverwaltungssysteme basierend auf der Datenbanksprache SQL
OG	Obergeschoss
PCM	engl. "phase change material"; Phasenwechselmaterial
PV	Photovoltaik
RLT	Raumlufttechnik
SQL	engl. "structured query language"; strukturierte Abfrage-Sprache; Datenbanksprache zur Definition von Datenstrukturen in Datenbanken
T/F	Temperatur und Feuchte (im Zusammenhang mit einem Sensor)
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
VOC	Volatile organic compounds (flüchtige organische Verbindungen)
VPN	engl. "virtual private network"; ein privates (in sich geschlossenes) Kommunikationsnetz
WMZ	Wärmemengenzähler, Wärmezähler

### 7.3 **Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**

Abbildung 1-1: Anordnung der Messtechnik im Erdgeschoss.....	9
Abbildung 1-2: Anordnung der Messtechnik im 1. Obergeschoss .....	9
Abbildung 1-3: Anordnung der Messtechnik im 2. Obergeschoss .....	10
Abbildung 1-4: Gesamtsystemaufbau der Datenerfassung und Auswertung .....	11
Abbildung 3-1: Anordnung der Messtechnik im Erdgeschoss.....	23
Abbildung 3-2: Anordnung der Messtechnik im 1. Obergeschoss .....	23
Abbildung 3-3: Anordnung der Messtechnik im 2. Obergeschoss .....	24
Abbildung 3-4: Zählerschema für Fernwärme und Strom .....	28
Abbildung 3-5: Zählerschema für Regen- und Trinkwasser.....	28
Abbildung 4-1: Gesamtsystemaufbau der Datenerfassung und Auswertung .....	31
Abbildung 4-2: Stromzähler der Stadtwerke für den Nichtwohnbau .....	32
Abbildung 4-3: Stromzähler der Stadtwerke für die Hausmeisterwohnung .....	33
Abbildung 4-4: Digitale Zwischenzähler für Strom .....	34
Abbildung 4-5: Wasserzähler der Stadtwerke ohne und mit Reed-Kontakt.....	34
Abbildung 4-6: Brauchwasser-, Kaltwasser- und Warmwasserzähler .....	35
Abbildung 4-7: Zwischenzähler für Wasser mit Datenschnittstelle und Impulswertigkeit .....	35
Abbildung 4-8: Zwischenzähler für Wasser ohne Datenschnittstelle .....	36
Abbildung 4-9: Wärmemengenzähler frei zugänglich in der Lüftungszentrale.....	37
Abbildung 4-10: Wärmemengenzähler in der abgehängten Decke der Küche.....	38
Abbildung 4-11: Wärmemengenzähler mit digitaler Schnittstelle .....	38
Abbildung 4-12: Wärmemengenzähler ohne Schnittstelle .....	39
Abbildung 4-13: Inneneinheit der Wetterstation .....	39
Abbildung 4-14: Regel- und Datenerfassungseinheit von SMA.....	40
Abbildung 4-15: Regel- und Datenerfassungseinheit von SETSOLAR .....	40
Abbildung 4-16: Regel- und Datenerfassungseinheit von MENERGA .....	41
Abbildung 4-17: Schema IP-basiertes Monitoring [4].....	41
Abbildung 4-18: Beispielhafte Installation von simLine-Komponenten [5] .....	42
Abbildung 4-19: Schaltkasten im Klassenraum 2.01 mit Bereich der Messtechnik .....	43
Abbildung 4-20: Technische Informationen zum SimControl5 [5].....	44
Abbildung 4-21: Technische Informationen zum SimPower [5] .....	45
Abbildung 4-22: Technische Informationen zum SimEthernet [5] .....	46
Abbildung 4-23: Technische Informationen zum Stromflusssensor simSensorUni-Strom [5] .....	47
Abbildung 4-24: Technische Informationen zum Temperatur- und Feuchtesensor HYT [5].....	48
Abbildung 4-25: Technische Informationen zum Temperatursensor LM75 [5] .....	49
Abbildung 4-26: Technische Informationen zum Funktemperatursensor STM330 [5].....	49
Abbildung 4-27: Technische Informationen zum CO <sub>2</sub> -Sensor SENCO2 O 100 [5].....	50
Abbildung 4-28: Technische Informationen zum Impulssensor Uni-Impuls [5].....	50
Abbildung 4-29: Technische Informationen Schaltzustandssensor simSensorUni-digitalIn [5] .....	51
Abbildung 4-30: Blockschaltbild für Messung im Hortraum 0.01 [5] editiert.....	52
Abbildung 4-31: Gerätstückliste für Messung im Hortraum 0.01 [5] .....	52
Abbildung 4-32: Blockschaltbild 1 für Messungen an der RLT-Anlage im Raum 2.18 [5] editiert .....	53
Abbildung 4-33: Blockschaltbild 2 für Messungen an der RLT-Anlage im Raum 2.18 [5] editiert .....	54
Abbildung 4-34: Blockschaltbild 3 für Messungen an der RLT-Anlage im Raum 2.18 [5] editiert .....	54
Abbildung 4-35: Gerätstückliste für Messungen an der RLT-Anlagen im Raum 2.18 [5] .....	55
Abbildung 4-36: Blindstrommessung der Klassenraumbeleuchtung .....	56
Abbildung 4-37: Temperatur und Feuchtemessung (links) sowie CO-Messung (rechts) .....	57
Abbildung 4-38: Auswirkungen der Fühleranordnung auf das Messergebnis von CO <sub>2</sub> .....	57
Abbildung 5-1: Browser mit Zugangportal von MENERGA .....	59
Abbildung 5-2: Abspeichern von Daten im MENERGA-Portal .....	60
Abbildung 5-3: Installierte WINSOL-Software mit Zugang zu den Daten von SETSOLAR .....	60
Abbildung 5-4: Abspeichern von Daten in WINSOL.....	61
Abbildung 5-5: Browser mit Zugangportal von SMA .....	61
Abbildung 5-6: Aufruf verschiedener detaillierter Datenreihen in SMA .....	62
Abbildung 5-7: Abspeichern von Daten der SMA-Homepage.....	62
Abbildung 5-8: Startbildschirm der Offline-Datenbank XAMPP .....	63
Abbildung 5-9: Benutzerzugriff auf die Datenbank in MONISOFT .....	64
Abbildung 5-10: Anlegen einer Messpunktliste in MONISOFT .....	65
Abbildung 5-11: Überarbeitung der Variablennamen.....	66
Abbildung 5-12: Messdatenimport in die Datenbank in MONISOFT .....	66
Abbildung 5-13: Messdatenkontrolle in MONISOFT .....	67

Abbildung 5-14: Originaldaten im 10-Minuten-Takt (am Beispiel 'Server Stromkreis 4') .....	68
Abbildung 5-15: Messdatenaggregation auf Stundenwerte (am Beispiel 'Server Stromkreis 4').....	68
Abbildung 5-16: Messdatenaggregation auf Tageswerte (am Beispiel 'Server Stromkreis 4') .....	69
Abbildung 5-17: Originaldaten im 10-Minuten-Takt (am Beispiel 'Elektroenergie Hort') .....	69
Abbildung 5-18: Messdatenaggregation auf Tageswerte (am Beispiel 'Elektroenergie Hort') .....	70
Abbildung 5-19: Messdatenkumulation (am Beispiel 'Elektroenergie Hort') .....	70
Abbildung 5-20: Messdatenkorrelation ohne Filterung im 10-Minuten-Takt (am Beispiel 'Raumlufftemperatur im Klassenraum 2.01' über 'Außenlufttemperatur').....	71
Abbildung 5-21: Messdatenkorrelation mit Filterung und Aggregation (am Beispiel 'Raumlufftemperatur im Klassenraum 2.01' über 'Außenlufttemperatur' in der Woche, 8 – 13 Uhr) .....	71
Abbildung 5-22: Energieanalyse aus dem Verbrauch (am Beispiel 'Fernwärmeverbrauch für Heizregister Aulatrakt' über 'Außenlufttemperatur' nur an Wochentagen, Tagesmittelwerte).....	72
Tabelle 1-1: Erfasste Messgrößen .....	8
Tabelle 3-1: Messkreise .....	24
Tabelle 3-2: Erfasste Messgrößen .....	27
Tabelle 4-1: Stromzähler .....	32
Tabelle 4-2: Wasserzähler.....	36
Tabelle 4-3: Wärmemengenzähler .....	37
Tabelle 7-1: Abkürzungen .....	75
Tabelle 7-2: Planer, Ausführende Projektbeteiligte .....	86

## 7.4 Messpunktliste

Messpunktkürzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zähler	Manuell erfasst	Medium
DF0321-5512-0	GEDES	°C	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_2_mitte_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5512-1	GEDES	%	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_2_mitte_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-5518-0	GEDES	°C	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_2_aussen_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5518-1	GEDES	%	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_2_aussen_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-5546-0	GEDES	°C	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_1_mitte_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5546-1	GEDES	%	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_1_mitte_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-555E-0	GEDES	°C	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_1_aussen_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-555E-1	GEDES	%	1	BAU	AWN	Klasse_201_Wand_1_aussen_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0220-1690-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_oben_innen	10	0	-	Baustoff
DF0220-1692-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_unten_innen	10	0	-	Baustoff
DF0220-1694-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_oben_mitte	10	0	-	Baustoff
DF0220-1696-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_mitte_aussen	10	0	-	Baustoff
DF0220-169A-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_mitte_innen	10	0	-	Baustoff
DF0220-169C-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_mitte_mitte	10	0	-	Baustoff
DF0220-169E-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_unten_aussen	10	0	-	Baustoff
DF0220-2690-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_raumseitig_an_der_Solarwand	10	0	-	Raumluft
DF0220-2692-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_raumseitig_an_der_Referenzwand	10	0	-	Raumluft
DF0220-2694-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_unten_mitte	10	0	-	Baustoff
DF0220-269C-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_mitte_mitte	10	0	-	Baustoff
DF0220-269E-0	GEDES	°C	1	BAU	AWS	Temperatur_in_Kollektorwand_oben_aussen	10	0	-	Baustoff
DF0321-514E-0	GEDES	°C	1	BAU	BOD	Temperatur_auf_OSB-Schicht_unten	10	0	-	Baustoff
DF0321-514E-1	GEDES	%	1	BAU	BOD	Feuchte_auf_OSB-Schicht_unten	10	0	-	Baustoff
DF0321-5154-0	GEDES	°C	1	BAU	BOD	Temperatur_in_Zellulose	10	0	-	Baustoff
DF0321-5154-1	GEDES	%	1	BAU	BOD	Feuchte_in_Zellulose	10	0	-	Baustoff
DF0321-5156-0	GEDES	°C	1	BAU	BOD	Temperatur_in_OSB-Schicht_oben	10	0	-	Baustoff
DF0321-5156-1	GEDES	%	1	BAU	BOD	Feuchte_in_OSB-Schicht_oben	10	0	-	Baustoff
DF0321-5534-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_2_aussen_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5534-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_2_aussen_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-553C-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_innen_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-553C-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_innen_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-5542-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_2_mitte_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5542-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_2_mitte_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-5544-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_innen_Decke_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5544-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_innen_Decke_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-554C-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Temperatur_Klasse_201_Dach_Lage_unbekannt	10	0	-	Baustoff
DF0321-554C-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Feuchte_Klasse_201_Dach_Lage_unbekannt	10	0	-	Baustoff
DF0321-5552-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_aussen_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5552-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_aussen_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-555C-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_mitte_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-555C-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_1_mitte_Luftfeuchte	10	0	-	Baustoff
DF0321-5564-0	GEDES	°C	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_2_innen_Decke_Temperatur	10	0	-	Baustoff
DF0321-5564-1	GEDES	%	1	BAU	DAC	Klasse_201_Dach_2_innen_Decke_Feuchte	10	0	-	Baustoff
DF0220-2592-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 linkes Fenster links oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-2594-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 linkes Fenster links unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-2596-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 linkes Fenster rechts oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-259A-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 linkes Fenster rechts unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-259C-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 mittleres Fenster links oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-259E-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 mittleres Fenster links unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5292-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 mittleres Fenster rechts oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5294-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 mittleres Fenster rechts unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5296-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 rechtes Fenster links oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-529A-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108 rechtes Fenster links unten	10	0	-	Luft_im_Kasten

Messpunktuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Unter- gruppe	Beschreibung	Inter- vall	Zaeh- ler	Ma- nuell er- fasst	Medium
DF0220-529C-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108_rechtes_Fenster_rechts_oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-529E-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_108_rechtes_Fenster_rechts_unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5592-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201_mittleres_Fenster_rechts_unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5594-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201_rechtes_Fenster_links_unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5596-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201_rechtes_Fenster_rechts_unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-559A-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201_mittleres_Fenster_rechts_oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-559C-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201_rechtes_Fenster_links_oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-559E-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201_rechtes_Fenster_rechts_oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5692-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Fenster Temperatur_Lehrerzimmer_104_Ost	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5694-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Fenster Temperatur_Lehrerzimmer_104_Ost	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-569C-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Fenster Temperatur_Lehrerzimmer_104_Ost	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-569E-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Fenster Temperatur_Lehrerzimmer_104_Ost	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0321-5550-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201 linkes Fenster links unten Temperatur	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0321-5570-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201 linkes Fenster rechts oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0321-5572-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201 linkes Fenster links oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0321-5574-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201 linkes Fenster rechts unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0321-5588-0	GEDES	°C	1	BAU	KFE	Klasse_201 mittleres Fenster links oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0321-5588-1	GEDES	%	1	BAU	KFE	Klasse_201 mittleres Fenster links oben	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0321-558C-1	GEDES	%	1	BAU	KFE	Klasse_201 mittleres Fenster links unten	10	0	-	Luft_im_Kasten
DF0220-5727-0	GEDES	°C	1	BAU	PCM	Temperatur_Decke_innen_Raum_227	10	0	-	Raumluft
DF0220-5796-0	GEDES	°C	1	BAU	PCM	Temperatur_Decke_hinter_Gipskarton_Raum_226	10	0	-	Baustoff
DF0220-579E-0	GEDES	°C	1	BAU	PCM	Temperatur_Decke_hinter_PCM_Raum_227	10	0	-	Baustoff
DF0220-57CA-0	GEDES	°C	1	BAU	PCM	Temperatur_Decke_innen_Raum_226	10	0	-	Raumluft
DF001A-50CC-0	GEDES	m³	1	HZG	FEW	Hauptzaehler_Fernwaerme	10	1	ja	Heizwasser
DF001A-54A2-0	GEDES	MWh	0,01	HZG	FEW	Fernwaermebezug_fuer_Heizung_Schulfluegel	10	1	ja	Heizwasser
DF001A-61EA-0	GEDES	MWh	0,01	HZG	FEW	Fernwaermebezug_fuer_Kueche_Kochhaube	10	1	ja	Heizwasser
DF001A-61EC-0	GEDES	MWh	0,001	HZG	FEW	Fernwaermebezug_fuer_Kueche_Spielhaube	10	1	ja	Heizwasser
DF001A-65E0-0	GEDES	MWh	0,01	HZG	FEW	Fernwaermebezug_fuer_Heizung_BtA	10	1	ja	Heizwasser
DF0220-5096-0	GEDES	°C	1	HZG	FEW	Temperatur_Vorlauf_Fernwaerme	10	0	-	Heizwasser
DF0220-509E-0	GEDES	°C	1	HZG	FEW	Temperatur_Ruecklauf_Fernwaerme	10	0	-	Heizwasser
DF0118-50B2-0	GEDES	A	1	HZG	HIL	Strom_fuer_Fernwaerme_Pumpe_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-50B2-5	GEDES	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Fernwaerme_Pumpe_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-50B4-0	GEDES	A	1	HZG	HIL	Strom_Fernwaerme_Pumpe_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-50B4-5	GEDES	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Fernwaerme_Pumpe_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-50B6-0	GEDES	A	1	HZG	HIL	Strom_Fernwaerme_Pumpe_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-50B6-5	GEDES	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Fernwaerme_Pumpe_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-54B0-0	GEDES	A	1	HZG	HIL	Strom_Pumpen_Heizregister_fuer_BtB	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-50B	virtuell	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Fernwaerme_Pumpe_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-54B0-5	GEDES	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Pumpen_Heizregister_fuer_BtB	10	0	-	Strom
DF0118-65A4-0	GEDES	A	1	HZG	HIL	Strom_Pumpe_Nachheizung_BtA	10	0	-	Strom
DF0118-65A4-5	GEDES	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Pumpe_Nachheizung_BtA	10	0	-	Strom
DF0118-65A6-0	GEDES	A	1	HZG	HIL	Strom_Pumpe_Nachheizung_BtA_Flur	10	0	-	Strom
DF0118-65A6-5	GEDES	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Pumpe_Nachheizung_BtA_Flur	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-65A4	virtuell	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Pumpen_Nachheizung_BtA_Summe	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-505465	virtuell	kW	1	HZG	HIL	Leistung_Hilfsenergie_Heizung_Summe	10	0	-	Strom
DF001A-51C0-0	GEDES	kWh	0,005	PVW	PHV	Stromproduktion_PV_und_Wind_zusammen	10	1	ja	Strom
DF001A-51C2-0	GEDES	kWh	1	PVW	PHV	gelieferter_Strom_an_Batterie	10	1	ja	Strom
DF001A-51C4-0	GEDES	kWh	1	PVW	PHV	gelieferter_Strom_von_Batterie	10	1	ja	Strom
Stromproduktion	SWH	kWh	30	PVW	PHV	Stromproduktion_PV_und_Wind_zusammen	1440	0	-	Strom
DF001A-63E0-0	GEDES	kWh	0,01	PVW	WIN	bezogene_Energiemenge_Wind_Import	10	1	nein	Strom
DF001A-63E2-0	GEDES	kWh	0,01	PVW	WIN	gelieferter_Energiemenge_Wind_Export	10	1	nein	Strom
DF0118-63A0-0	GEDES	A	1	PVW	WIN	gelieferter_Strom_Wind	10	0	-	Strom
DF0118-63A0-5	GEDES	kW	1	PVW	WIN	gelieferte_Leistung_Wind	10	0	-	Strom
DF0118-63A6-0	GEDES	A	1	PVW	WIN	gelieferter_Strom_Generator_Wind_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-63A8-0	GEDES	A	1	PVW	WIN	gelieferter_Strom_Generator_Wind_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-63AA-0	GEDES	A	1	PVW	WIN	gelieferter_Strom_Generator_Wind_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-63A6	virtuell	A	1	PVW	WIN	gelieferter_Strom_Generator_Wind_Summe	10	0	-	Strom
DF0189-5240-0	GEDES	ppm	1	RAU	CO2	CO2_Klasse_108	10	0	-	Raumluft
DF0189-5530-0	GEDES	ppm	1	RAU	CO2	Klasse_201_CO2	10	0	-	Raumluft
DF0189-6530-0	GEDES	ppm	1	RAU	CO2	Aula_026_CO2_Abluft	10	0	-	Raumluft
CF0588-52D0-0	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_links	10	0	-	-
CF0588-52D0-8	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_links	10	0	-	-
CF0588-52D0-9	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_links	10	0	-	-
CF0588-52D2-0	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_mitte	10	0	-	-
CF0588-52D2-8	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_mitte	10	0	-	-
CF0588-52D2-9	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_mitte	10	0	-	-
CF0588-52D4-0	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_rechts	10	0	-	-
CF0588-52D4-8	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_rechts	10	0	-	-
CF0588-52D4-9	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_108_rechts	10	0	-	-
CF0588-55D0-0	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_links	10	0	-	-
CF0588-55D0-8	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_links	10	0	-	-
CF0588-55D0-9	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_links	10	0	-	-
CF0588-55D2-0	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_mitte	10	0	-	-
CF0588-55D2-8	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_mitte	10	0	-	-
CF0588-55D2-9	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_mitte	10	0	-	-
CF0588-55D4-0	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_rechts	10	0	-	-
CF0588-55D4-8	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_rechts	10	0	-	-
CF0588-55D4-9	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Klasse_201_rechts	10	0	-	-
CF0588-56D0-0	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Lehrerzimmer_104_Ost	10	0	-	-
CF0588-56D0-8	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Lehrerzimmer_104_Ost	10	0	-	-
CF0588-56D0-9	GEDES	bits	1	RAU	FEK	Fensteroeffnung_Lehrerzimmer_104_Ost	10	0	-	-
DF0321-3660-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Raumluft_Temperatur_Aula_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-3660-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Raumluft_Feuchte_Aula_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-3662-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Raumluft_Temperatur_Aula_100_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-3662-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Raumluft_Feuchte_Aula_100_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-3664-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Raumluft_Temperatur_Aula_2_m	10	0	-	Raumluft
DF0321-3664-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Raumluft_Feuchte_Aula_2_m	10	0	-	Raumluft

Messpunktkuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zaehler	Manuell erfasst	Medium
DF0321-3666-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Raumluft_Temperatur_Aula_3_m	10	0	-	Raumluft
DF0321-3666-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Raumluft_Feuchte_Aula_3_m	10	0	-	Raumluft
DF0321-3668-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Raumluft_Temperatur_Aula_4_m	10	0	-	Raumluft
DF0321-3668-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Raumluft_Feuchte_Aula_4_m	10	0	-	Raumluft
DF0321-5230-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_108_an_Innenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5230-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_108_an_Innenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5232-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_108_an_Innenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5232-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_108_an_Innenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5234-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_108_an_Innenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5234-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_108_an_Innenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5236-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_108_an_Aussenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5236-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_108_an_Aussenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5238-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_108_an_Aussenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5238-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_108_an_Aussenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-523A-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_108_an_Aussenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-523A-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_108_an_Aussenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5520-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_201_an_Aussenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5520-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_201_an_Aussenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5522-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_201_an_Aussenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5522-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_201_an_Aussenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5524-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_201_an_Aussenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5524-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_201_an_Aussenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5526-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_201_an_Innenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5526-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_201_an_Innenwand_10_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5528-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_201_an_Innenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-5528-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_201_an_Innenwand_80_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-552A-0	GEDES	°C	1	RAU	HOE	Innentemperatur_Klasse_201_an_Innenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
DF0321-552A-1	GEDES	%	1	RAU	HOE	Luftfeuchte_Klasse_201_an_Innenwand_170_cm	10	0	-	Raumluft
D70321-5254-0	GEDES	°C	1	RAU	INN	Raumluft_Temperatur_Klasse_108	10	0	-	Raumluft
D70321-5254-1	GEDES	%	1	RAU	INN	Raumluft_Feuchte_Klasse_108	10	0	-	Raumluft
D70321-5354-0	GEDES	°C	1	RAU	INN	Raumluft_Temperatur_Hort_001	10	0	-	Raumluft
D70321-5354-1	GEDES	%	1	RAU	INN	Raumluft_Feuchte_Hort_001	10	0	-	Raumluft
DF0321-3660-6	GEDES	°C	1	RAU	INN	Raumluft_Temperatur_Aula	10	0	-	Raumluft
DF0321-3660-7	GEDES	%	1	RAU	INN	Raumluft_Feuchte_Aula	10	0	-	Raumluft
DF0321-5556-0	GEDES	°C	1	RAU	INN	Raumluft_Temperatur_Klasse_201	10	0	-	Raumluft
DF0321-5556-1	GEDES	%	1	RAU	INN	Raumluft_Feuchte_Klasse_201	10	0	-	Raumluft
DF0321-564E-0	GEDES	°C	1	RAU	INN	Raumluft_Temperatur_Lehrerzimmer_104	10	0	-	Raumluft
DF0321-564E-1	GEDES	%	1	RAU	INN	Raumluft_Feuchte_Lehrerzimmer_104	10	0	-	Raumluft
DF0321-6152-0	GEDES	°C	1	RAU	INN	Raumluft_Temperatur_Spielkueche_033	10	0	-	Raumluft
DF0321-6152-1	GEDES	%	1	RAU	INN	Raumluft_Feuchte_Spielkueche_033	10	0	-	Raumluft
DF0321-615E-0	GEDES	°C	1	RAU	INN	Raumluft_Temperatur_Kochkueche_033	10	0	-	Raumluft
DF0321-615E-1	GEDES	%	1	RAU	INN	Raumluft_Feuchte_Kochkueche_033	10	0	-	Raumluft
DF0220-659E-0	GEDES	°C	1	RAU	TGA	Temperatur_in_R_218	10	0	-	Raumluft
DF0321-5152-0	GEDES	°C	1	RAU	TGA	Raumluft_Temperatur_Raum_004	10	0	-	Raumluft
DF0321-5152-1	GEDES	%	1	RAU	TGA	Raumluft_Feuchte_Raum_004	10	0	-	Raumluft
DF0321-5158-0	GEDES	°C	1	RAU	TGA	Raumluft_Temperatur_Raum_004	10	0	-	Raumluft
DF0321-5158-1	GEDES	%	1	RAU	TGA	Raumluft_Feuchte_Raum_004	10	0	-	Raumluft
DF0321-658E-0	GEDES	°C	1	RAU	TGA	Temperatur_in_R_218	10	0	-	Raumluft
DF0321-658E-1	GEDES	%	1	RAU	TGA	Feuchte_in_R_218	10	0	-	Raumluft
DF0321-7001-0	GEDES	°C	1	RAU	TGA	Wetterstation_Raumlufttemperatur_in_Lueftungszentrale_BtB	10	0	-	Raumluft
DF0321-7001-1	GEDES	%	1	RAU	TGA	Wetterstation_Raumluftfeuchte_in_Lueftungszentrale_BtB	10	0	-	Raumluft
DF0321-654E-0	GEDES	°C	1	RLT	BTA	Zulufttemperatur_fuer_Flure_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-654E-1	GEDES	%	1	RLT	BTA	Zuluftfeuchte_fuer_Flure_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-6552-0	GEDES	°C	1	RLT	BTA	Zulufttemperatur_fuer_Aula	10	0	-	Zuluft
DF0321-6552-1	GEDES	%	1	RLT	BTA	Zuluftfeuchte_fuer_Aula	10	0	-	Zuluft
DF0321-6554-0	GEDES	°C	1	RLT	BTA	Aussenluftertrittstemperatur_in_RLT-Geraet_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-6554-1	GEDES	%	1	RLT	BTA	Aussenluftertrittsfeuchte_in_RLT-Geraet_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-6556-0	GEDES	°C	1	RLT	BTA	Fortluftaustrittstemperatur_aus_RLT-Geraet_BtA	10	0	-	Fortluft
DF0321-6556-1	GEDES	%	1	RLT	BTA	Fortluftaustrittsfeuchte_aus_RLT-Geraet_BtA	10	0	-	Fortluft
DF0321-6558-0	GEDES	°C	1	RLT	BTA	Ablufttemperatur_aus_Aula_im_Kanal	10	0	-	Abluft
DF0321-6558-1	GEDES	%	1	RLT	BTA	Abluftfeuchte_aus_Aula_im_Kanal	10	0	-	Abluft
DF0321-6560-0	GEDES	°C	1	RLT	BTA	Zulufttemperatur_vor_Heizregister_RLT_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-6560-1	GEDES	%	1	RLT	BTA	Zuluftfeuchte_vor_Heizregister_RLT_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-5452-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Abluft_vor_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Abluft
DF0321-5452-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Abluft_vor_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Abluft
DF0321-5454-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Aussenluft_vor_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5454-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Aussenluft_vor_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5456-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Fortluft_nach_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Fortluft
DF0321-5456-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Fortluft_nach_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Fortluft
DF0321-5458-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Zuluft_nach_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5458-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Zuluft_nach_WRG_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5460-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Zuluft_vor_Heizregister_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5460-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Zuluft_vor_Heizregister_RLT-Anlage_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0810-5452-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Abluft_vor_WRG_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Abluft
DF0810-5452-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Abluft_vor_WRG_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Abluft
DF0810-5454-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Aussenluftertrittstemperatur_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0810-5454-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Aussenluftertrittsfeuchte_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0810-5456-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Fortluft_nach_WRG_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Fortluft
DF0810-5456-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Fortluft_nach_WRG_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Fortluft
DF0810-5458-0	GEDES	°C	1	RLT	BTB	Temperatur_Zuluft_nach_WRG_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0810-5458-1	GEDES	%	1	RLT	BTB	Feuchte_Zuluft_nach_WRG_in_RLT-Geraet_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0220-5192-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Temperatur_Erdsonde_50_cm	10	0	-	Erdreich
DF0220-5194-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Temperatur_Erdsonde_0_cm	10	0	-	Erdreich
DF0220-519A-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Temperatur_Erdsonde_10_cm	10	0	-	Erdreich
DF0220-519C-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Temperatur_Erdsonde_100_cm	10	0	-	Erdreich
DF0321-5184-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Lufttemperatur_Registerausgang_Erdwaermetaescher_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5184-1	GEDES	%	1	RLT	EWT	Luftfeuchte_Registerausgang_Erdwaermetaescher_BtB	10	0	-	Zuluft

Messpunktuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zaehler	Manuell erfasst	Medium
DF0321-5186-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Lufttemperatur_Sammlerausgang_Erdwaermetaescher_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5186-1	GEDES	%	1	RLT	EWT	Luftfeuchte_Sammlerausgang_Erdwaermetaescher_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5188-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Lufttemperatur_Registereingang_Erdwaermetaescher_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-5188-1	GEDES	%	1	RLT	EWT	Luftfeuchte_Registereingang_Erdwaermetaescher_BtB	10	0	-	Zuluft
DF0321-6180-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Lufttemperatur_Sammlerausgang_Erdwaermetaescher_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-6180-1	GEDES	%	1	RLT	EWT	Luftfeuchte_Sammlerausgang_Erdwaermetaescher_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-6182-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Lufttemperatur_Registereingang_Erdwaermetaescher_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-6182-1	GEDES	%	1	RLT	EWT	Luftfeuchte_Registereingang_Erdwaermetaescher_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-618A-0	GEDES	°C	1	RLT	EWT	Lufttemperatur_Registereingang_Erdwaermetaescher_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0321-618A-1	GEDES	%	1	RLT	EWT	Luftfeuchte_Registereingang_Erdwaermetaescher_BtA	10	0	-	Zuluft
DF0118-65A2-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Betrieb_Lueftung_BtA_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-65A8-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Ventilator_BtA_Zuluft_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-65A8-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Zuluft_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-65AA-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Ventilator_BtA_Zuluft_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-65AA-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Zuluft_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-65AC-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Ventilator_BtA_Zuluft_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-65AC-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Zuluft_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-65B0-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Ventilator_BtA_Abluft_Phase_L1	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-65A8	virtuell	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Zuluft_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-65B0-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Abluft_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-65B2-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Ventilator_BtA_Abluft_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-65B2-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Abluft_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-65B4-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Ventilator_BtA_Abluft_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-65B4-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Abluft_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-65C2-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Betrieb_Lueftung_BtA_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-65C4-0	GEDES	A	1	RLT	HEA	Strom_Betrieb_Lueftung_BtA_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-65B0	virtuell	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilator_BtA_Abluft_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-54B2-0	GEDES	A	3	RLT	HEB	Strom_Ventilator_Zuluft_BtB_eine Phase repraesentativ fuer alle 3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-65AB	virtuell	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Ventilatoren_BtA_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-54B2-5	GEDES	kW	3	RLT	HEB	Leistung_Ventilator_Zuluft_BtB_nur ein Drittel	10	0	-	Strom
DF0118-54B4-0	GEDES	A	3	RLT	HEB	Strom_Ventilator_Abluft_BtB_eine Phase repraesentativ fuer alle 3	10	0	-	Strom
DF0118-54B4-5	GEDES	kW	3	RLT	HEB	Leistung_Ventilator_Abluft_BtB_nur ein Drittel	10	0	-	Strom
DF0118-54C0-0	GEDES	A	1	RLT	HEB	Strom_Betrieb_Lueftung_BtB_Phase_L1	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-54B2	virtuell	kW	1	RLT	HEB	Leistung_Ventilatoren_BtB_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-54C0-5	GEDES	kW	1	RLT	HEB	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtB_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-54C2-0	GEDES	A	1	RLT	HEB	Strom_Betrieb_Lueftung_BtB_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-54C2-5	GEDES	kW	1	RLT	HEB	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtB_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-54C4-0	GEDES	A	1	RLT	HEB	Strom_Betrieb_Lueftung_BtB_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-54C4-5	GEDES	kW	1	RLT	HEB	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtB_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-54C0	virtuell	kW	1	RLT	HEB	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtB_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-65A2-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtA_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-65C2-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtA_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-65C4-5	GEDES	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtA_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-65A2	virtuell	kW	1	RLT	HEA	Leistung_Betrieb_Lueftung_BtA_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-57A0-0	GEDES	A	1	RLT	HEH	Stromverbrauch_Ventilatoren_Hausmeister	10	0	-	Strom
DF0118-57A0-6	GEDES	kW	1	RLT	HEH	Leistung_Ventilatoren_Hausmeister_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-57A0-7	GEDES	kW	1	RLT	HEH	Leistung_Ventilatoren_Hausmeister_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-57A2-5	GEDES	kW	1	RLT	HEH	Leistung_Ventilatoren_Hausmeister_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-57A4-0	GEDES	A	1	RLT	HEH	Stromverbrauch_Ventilatoren_Hausmeister	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-57A2	virtuell	kW	1	RLT	HEH	Leistung_Ventilatoren_Hausmeister_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-61A0-0	GEDES	A	1	RLT	HEK	Strom_Kueche_Lueftung_Stromkreis_1	10	0	-	Strom
DF0118-61A0-5	GEDES	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Kueche_Lueftung_Stromkreis_1	10	0	-	Strom
DF0118-61B0-0	GEDES	A	1	RLT	HEK	Strom_Kueche_Lueftung_Stromkreis_2_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-61B0-5	GEDES	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Kueche_Lueftung_Stromkreis_2_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-61B2-0	GEDES	A	1	RLT	HEK	Strom_Kueche_Lueftung_Stromkreis_2_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-61B2-5	GEDES	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Kueche_Lueftung_Stromkreis_2_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-61B4-0	GEDES	A	1	RLT	HEK	Strom_Kueche_Lueftung_Stromkreis_2_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-61B4-5	GEDES	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Kueche_Lueftung_Stromkreis_2_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-62A0-0	GEDES	A	1	RLT	HEK	Stromverbrauch_Ventilatoren_Kuechen-RLT	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-61B0	virtuell	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Kueche_Lueftung_Stromkreis_2_Summe	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-61AB	virtuell	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Kueche_Lueftung_Stromkreise_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-62A0-5	GEDES	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Ventilatoren_Kuechen-RLT	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-61AB0	virtuell	kW	1	RLT	HEK	Leistung_Kueche_Lueftung_Stromkreise_und_Ventilatoren_Summe	10	0	-	Strom
DF0321-624E-0	GEDES	°C	1	RLT	KLU	Zulufttemperatur_nach_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Zuluft
DF0321-624E-1	GEDES	%	1	RLT	KLU	Zuluftfeuchte_nach_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Zuluft
DF0321-6252-0	GEDES	°C	1	RLT	KLU	Zulufttemperatur_vor_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Zuluft
DF0321-6252-1	GEDES	%	1	RLT	KLU	Zuluftfeuchte_vor_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Zuluft
DF0321-6254-0	GEDES	°C	1	RLT	KLU	Ablufttemperatur_vor_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Abluft
DF0321-6254-1	GEDES	%	1	RLT	KLU	Abluftfeuchte_vor_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Abluft
DF0321-6256-0	GEDES	°C	1	RLT	KLU	Ablufttemperatur_nach_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Abluft
DF0321-6256-1	GEDES	%	1	RLT	KLU	Abluftfeuchte_nach_WRG_Kuechengrundlueftung	10	0	-	Abluft
DF0118-61C6-0	GEDES	A	1	SOL	HES	Strom_Hilfsenergie_der_Solarthermie	10	0	-	Strom
DF0118-61C6-5	GEDES	kW	1	SOL	HES	Leistung_Hilfsenergie_der_Solarthermie	10	0	-	Strom
A1	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Zirkulationspumpe_fuer_Trinkwarmwasser	1	0	-	-
A2	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Solkreispumpe	1	0	-	-
A3	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Zustand_Ladepumpe_zwischen_Zortstroem_und_Kuechenpuffer	1	0	-	-
A4	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Ladepumpe_zwischen_Zortstroem_und_Salzspeicher	1	0	-	-
A5	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_12V_CAN-Bus	1	0	-	-
A6	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Ladepumpe_zwischen_Zortstroem_und_Hausmeister-speicher	1	0	-	-
A7	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Umwaelzpumpe_im_oberenTeil_des_Pufferspeichers	1	0	-	-
A10	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Ladepumpe_Kuechenspeicher_Fernwaerme	1	0	-	-
A11	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HES	Zustand_Magnetventil_Fernwaerme	1	0	-	-
Drz7	SETSOLAR	-	1	SOL	HES	Pumpenansteuerung_fuer_interne_Speicherumwaelzung	1	0	-	-

Messpunktuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zaehler	Manuell erfasst	Medium
DF001A-61E6-0	GEDES	kWh	0,001	SOL	HMS	Elektrische_Nachheizung_fuer_Hausmeisterspeicher	10	1	ja	Strom
S12	SETSOLAR	°C	1	SOL	HMS	Temperatur_Hausmeisterspeicher_oben	1	0	-	Warmwasser
S13	SETSOLAR	°C	1	SOL	HMS	Temperatur_Hausmeisterspeicher_unten	1	0	-	Warmwasser
A13	SETSOLAR	0/1	1	SOL	HMS	Elektroheizung_Patrone_Hausmeisterspeicher_6_kW	1	0	-	Strom
DF0220-161C-0	GEDES	°C	1	SOL	KOL	Kollektortemperatur_1_mitte	10	0	-	Sole
DF0220-162C-0	GEDES	°C	1	SOL	KOL	Kollektortemperatur_1_unten	10	0	-	Sole
DF0220-163C-0	GEDES	°C	1	SOL	KOL	Kollektortemperatur_2_oben	10	0	-	Sole
DF0220-164C-0	GEDES	°C	1	SOL	KOL	Kollektortemperatur_2_mitte	10	0	-	Sole
DF0220-165C-0	GEDES	°C	1	SOL	KOL	Kollektortemperatur_2_unten	10	0	-	Sole
DF0220-166C-0	GEDES	°C	1	SOL	KOL	Kollektortemperatur_1_oben	10	0	-	Sole
S1	SETSOLAR	°C	1	SOL	KOL	Kollektortemperatur_Solarthermie	1	0	-	Sole
S15	SETSOLAR	l/h	1	SOL	KOL	Durchfluss_Sole_im_Kollektorkreis	1	0	-	Sole
S16	SETSOLAR	°C	1	SOL	KOL	Solar_Vorlauftemperatur_nach_Erwaermung_im_Kollektor	1	0	-	Sole
kW1	SETSOLAR	kW	1	SOL	KOL	Momentanleistung_Kollektor	1	0	-	Sole
kW2	SETSOLAR	kW	1	SOL	KOL	Momentanleistung_Kollektor	1	0	-	Sole
kW2	SETSOLAR	kWh	1	SOL	KOL	Gesamtertrag_Kollektor	1	1	ja	Sole
DF0118-61C0-0	GEDES	A	1	SOL	LAT	Strom_fuer_Salzhydratspeicher	10	0	-	Strom
DF0118-61C0-5	GEDES	kW	1	SOL	LAT	Leistung_Salzhydratspeicher_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-61C2-0	GEDES	A	1	SOL	LAT	Strom_fuer_Salzhydratspeicher	10	0	-	Strom
DF0118-61C2-5	GEDES	kW	1	SOL	LAT	Leistung_Salzhydratspeicher_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-61C4-0	GEDES	A	1	SOL	LAT	Strom_fuer_Salzhydratspeicher	10	0	-	Strom
DF0118-61C4-5	GEDES	kW	1	SOL	LAT	Leistung_Salzhydratspeicher_Phase_L3	10	0	-	Strom
A8	SETSOLAR	0/1	1	SOL	LAT	Zustand_Umschaltventil_Salzspeicher_Beladung	1	0	-	-
A9	SETSOLAR	0/1	1	SOL	LAT	Zustand_Umschaltventil_Salzspeicher_Entladung	1	0	-	-
VIR_DF0118-61C0	virtuell	kW	1	SOL	LAT	Leistung_Salzhydratspeicher_Summe	10	0	-	Strom
DF0220-6196-0	GEDES	°C	1	SOL	NTZ	Temperatur_Trinkwarmwasser_nach_Hausmeisterspeicher	10	0	-	Warmwasser
DF0220-619A-0	GEDES	°C	1	SOL	NTZ	Temperatur_Kaltwasserzufuhr_vom_Versorger	10	0	-	Kaltwasser
S2	SETSOLAR	°C	1	SOL	NTZ	Warmwasser_Temperatur_am_Speicherausgang	1	0	-	Warmwasser
S7	SETSOLAR	°C	1	SOL	NTZ	Temperatur_Vorlauf_Warmwasserbereitung_in_der_Umwaelzstrecke	1	0	-	Sole
S8	SETSOLAR	0/1	1	SOL	NTZ	Stroemungssensor_Kaltwasserzufuhr_in_die_Erwaermung	1	0	-	Kaltwasser
S9	SETSOLAR	°C	1	SOL	NTZ	Temperatur_Zortstroemverteiler_Ruecklauf	1	0	-	Sole
S10	SETSOLAR	°C	1	SOL	NTZ	Temperatur_Zortstroemverteiler_Vorlauf	1	0	-	Sole
S14	SETSOLAR	°C	1	SOL	NTZ	Zirkulation_Ruecklauftemperatur_kurz_vor_Speicher	1	0	-	Warmwasser
DF001A-61E8-0	GEDES	kWh	0,001	SOL	PUF	Elektrische_Nachheizung_fuer_Pufferspeicher	10	1	ja	Strom
DF0220-6190-0	GEDES	°C	1	SOL	PUF	Solespeicher_Waerme_Speichereingang	10	0	-	Sole
DF0220-6192-0	GEDES	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_im_Pufferspeicher_mitte	10	0	-	Sole
DF0220-6194-0	GEDES	°C	1	SOL	PUF	Solespeicher_Waerme_Speicherausgang	10	0	-	Sole
DF0220-6198-0	GEDES	°C	1	SOL	PUF	Solespeicher_Waerme_Speicherausgang	10	0	-	Sole
DF0220-619C-0	GEDES	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_im_Pufferspeicher_unten	10	0	-	Sole
DF0220-619E-0	GEDES	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_im_Pufferspeicher_oben	10	0	-	Sole
DF0321-614E-0	GEDES	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_Pufferspeicher_oben	10	0	-	Sole
S3	SETSOLAR	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_Kuechenspeicher_ganz_unten	1	0	-	Sole
S4	SETSOLAR	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_Kuechenspeicher_ganz_oben_20_Prozent	1	0	-	Sole
S5	SETSOLAR	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_Kuechenspeicher_mitte_oben_35_Prozent	1	0	-	Sole
S6	SETSOLAR	°C	1	SOL	PUF	Temperatur_Kuechenspeicher_mitte_unten_65_Prozent	1	0	-	Sole
A12	SETSOLAR	0/1	1	SOL	PUF	Elektroheizung_Patrone_Kueche_9_kW	1	0	-	Strom
DF0118-51B6-0	GEDES	A	1	STR	BEL	Stromverbrauch_Aussenbeleuchtung_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51B6-5	GEDES	kW	1	STR	BEL	Leistung_Aussenbeleuchtung_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51B8-0	GEDES	A	1	STR	BEL	Stromverbrauch_Aussenbeleuchtung_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51B8-5	GEDES	kW	1	STR	BEL	Leistung_Aussenbeleuchtung_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51DC-0	GEDES	A	1	STR	BEL	Stromverbrauch_Aussenbeleuchtung_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51DC-5	GEDES	kW	1	STR	BEL	Leistung_Aussenbeleuchtung_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-52A0-0	GEDES	A	1	STR	BEL	Beleuchtung_Klasse_108	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51B6	virtuell	kW	1	STR	BEL	Leistung_Aussenbeleuchtung_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-52A0-5	GEDES	kW	1	STR	BEL	Leistung_Beleuchtung_Klasse_108	10	0	-	Strom
DF0118-55A0-0	GEDES	A	1	STR	BEL	Stromverbrauch_Beleuchtung_Klasse_201_Klasse	10	0	-	Strom
DF0118-55A0-5	GEDES	kW	1	STR	BEL	Leistung_Beleuchtung_Klasse_201_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-55A2-0	GEDES	A	1	STR	BEL	Stromverbrauch_Beleuchtung_Klasse_201_Morgenkranz_Arbeitsplatz	10	0	-	Strom
DF0118-55A2-5	GEDES	kW	1	STR	BEL	Leistung_Beleuchtung_Klasse_201_Phase_L2	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-55A0	virtuell	kW	1	STR	BEL	Leistung_Beleuchtung_Klasse_201_Summe	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-52A0	virtuell	kW	1	STR	BEL	Leistung_Beleuchtung_Hochrechnung_8_Klassenräume	10	0	-	Strom
DF0118-51A0-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Server_Stromkreis_1	10	0	-	Strom
DF0118-51A0-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Server_Stromkreis_1	10	0	-	Strom
DF0118-51A2-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Aufzug_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51A2-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Aufzug_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51A4-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Aufzug_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51A4-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Aufzug_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51A6-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Aufzug_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51A6-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Aufzug_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51A8-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Server_Stromkreis_2	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51A2	virtuell	kW	1	STR	GER	Leistung_Aufzug_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-51A8-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Server_Stromkreis_2	10	0	-	Strom
DF0118-51AA-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Server_Stromkreis_3	10	0	-	Strom
DF0118-51AA-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Server_Stromkreis_3	10	0	-	Strom
DF0118-51B2-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Server_Stromkreis_4	10	0	-	Strom
DF0118-51B2-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Server_Stromkreis_4	10	0	-	Strom
DF0118-51B4-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Server_Kuehlung	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51A8	virtuell	kW	1	STR	GER	Leistung_Server_Stromkreise_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-51B4-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Serverkuehlung	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51A	virtuell	kW	1	STR	GER	Leistung_Server_komplett_mit_Kuehlung	10	0	-	Strom
DF0118-62C0-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Tiefkuehlzelle_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-62C0-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Tiefkuehlzelle_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-62C2-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Tiefkuehlzelle_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-62C2-5	GEDES	kW	1	STR	GER	Leistung_Tiefkuehlzelle_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-62C4-0	GEDES	A	1	STR	GER	StromTiefkuehlzelle_Phase_L3	10	0	-	Strom

Messpunktuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zaehler	Manuell erfasst	Medium
DF0118-62C4-5	GEDES	kw	1	STR	GER	Leistung_Tiefkuehlzelle_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-62C6-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Kuehlzelle_Phase_L1	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-62C0	virtuell	kw	1	STR	GER	Leistung_Tiefkuehlzelle_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-62C6-5	GEDES	kw	1	STR	GER	Leistung_Kuehlzelle_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-62C8-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Kuehlzelle_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-62C8-5	GEDES	kw	1	STR	GER	Leistung_Kuehlzelle_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-62CA-0	GEDES	A	1	STR	GER	Strom_Kuehlzelle_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-62CA-5	GEDES	kw	1	STR	GER	Leistung_Kuehlzelle_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-62C6	virtuell	kw	1	STR	GER	Leistung_Kuehlzelle_Summe	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-62C	virtuell	kw	1	STR	GER	Leistung_Kuehlzelle_und_TK_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-51E2-0	GEDES	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Messwandler_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51E2-6	GEDES	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Strom_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51E4-0	GEDES	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Messwandler_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51E4-6	GEDES	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Strom_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51E6-0	GEDES	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Messwandler_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51E6-6	GEDES	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Strom_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51E2	virtuell	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Messwandler_Summe	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51E4	virtuell	A	1	STR	GES	Hauptzaehler_Strom_Summe	10	0	-	Strom
Netzbezug	SWH	kWh	1	STR	GES	Netzbezug_Strom_Hausanschluss_Stadtwerke	15	0	-	Strom
VIR_Netzbezug	virtuell	kWh	1	STR	GES	Netzbezug_15Minutenx4	15	0	-	Strom
Netzeinspeisung	SWH	kWh	1	STR	GES	Netzeinspeisung_Strom_Hausanschluss_Stadtwerke	15	0	-	Strom
VIR_Netzeinspeisung	virtuell	kWh	1	STR	GES	Netzeinspeisung_15Minutenx4	15	0	-	Strom
DF0118-51CA-0	GEDES	A	1	STR	HAM	Stromverbrauch_Hausmeisterwohnung_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51CA-5	GEDES	kw	1	STR	HAM	Leistung_Hausmeisterwohnung_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51CC-0	GEDES	A	1	STR	HAM	Stromverbrauch_Hausmeisterwohnung_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51CC-5	GEDES	kw	1	STR	HAM	Leistung_Hausmeisterwohnung_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51CE-0	GEDES	A	1	STR	HAM	Stromverbrauch_Hausmeisterwohnung_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51CE-5	GEDES	kw	1	STR	HAM	Leistung_Hausmeisterwohnung_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51CA	virtuell	kw	1	STR	HAM	Leistung_Hausmeisterwohnung_Summe	10	0	-	Strom
DF001A-51C6-0	GEDES	kWh	1	STR	HOR	Strom_Hort_gesamt	10	1	ja	Strom
DF0118-51D0-0	GEDES	A	1	STR	KLA	Stromverbrauch_Klasse_108_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51D0-5	GEDES	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_108_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51D2-0	GEDES	A	1	STR	KLA	Stromverbrauch_Klasse_108_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51D2-5	GEDES	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_108_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51D4-0	GEDES	A	1	STR	KLA	Stromverbrauch_Klasse_108_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51D4-5	GEDES	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_108_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51D6-0	GEDES	A	1	STR	KLA	Stromverbrauch_Klasse_201_Phase_L1	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51D0	virtuell	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_108_Summe	10	0	-	Strom
DF0118-51D6-5	GEDES	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_201_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51D8-0	GEDES	A	1	STR	KLA	Stromverbrauch_Klasse_201_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51D8-5	GEDES	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_201_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51DA-0	GEDES	A	1	STR	KLA	Stromverbrauch_Klasse_201_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51DA-5	GEDES	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_201_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51D6	virtuell	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Klasse_201_Summe	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51D	virtuell	kw	1	STR	KLA	Leistung_Klasse_Hochrechnung_8_Klassenräume	10	0	-	Strom
DF001A-51C8-0	GEDES	kWh	1	STR	KUE	Strom_Kueche_gesamt	10	1	ja	Strom
DF0118-51AC-0	GEDES	A	1	STR	KUE	Strom_Kueche_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51AC-5	GEDES	kw	1	STR	KUE	Leistung_Kueche_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-51AE-0	GEDES	A	1	STR	KUE	Strom_Kueche_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51AE-5	GEDES	kw	1	STR	KUE	Leistung_Kueche_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-51B0-0	GEDES	A	1	STR	KUE	Strom_Kueche_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-51B0-5	GEDES	kw	1	STR	KUE	Leistung_Kueche_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-51AC	virtuell	kw	1	STR	KUE	Leistung_Kueche_Summe	10	0	-	Strom
DF001A-50A0-0	GEDES	m³	0,0001	WAS	BRW	Menge_Brauchwasser_und_nachgespeistes_Trinkwasser_gesamt	10	1	ja	Regenwasser
DF001A-50A2-0	GEDES	m³	0,01	WAS	BRW	Menge_Brauchwasser_fuer_WC_in_BTA	10	1	ja	Regenwasser
DF001A-50A4-0	GEDES	m³	0,01	WAS	BRW	Menge_Brauchwasser_fuer_WC_in_BTb_und_EG_Hort	10	1	ja	Regenwasser
DF0118-50B8-0	GEDES	A	1	WAS	HEW	Strom_Wasser_Aufbereitung_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-50B8-5	GEDES	kw	1	WAS	HEW	Leistung_Wasser_Aufbereitung_Phase_L1	10	0	-	Strom
DF0118-50BA-0	GEDES	A	1	WAS	HEW	Strom_Wasser_Aufbereitung_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-50BA-5	GEDES	kw	1	WAS	HEW	Leistung_Wasser_Aufbereitung_Phase_L2	10	0	-	Strom
DF0118-50BC-0	GEDES	A	1	WAS	HEW	Strom_Wasser_Aufbereitung_Phase_L3	10	0	-	Strom
DF0118-50BC-5	GEDES	kw	1	WAS	HEW	Leistung_Wasser_Aufbereitung_Phase_L3	10	0	-	Strom
VIR_DF0118-50B8	virtuell	kw	1	WAS	HEW	Leistung_Wasser_Aufbereitung_Summe	10	0	-	Strom
DF001A-50A6-0	GEDES	m³	1	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_fuer_Sekundarschule	10	1	nein	Kaltwasser
DF001A-50A8-0	GEDES	m³	0,1	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_fuer_1.u.2.OG_in_BTb	10	1	ja	Kaltwasser
DF001A-50AA-0	GEDES	m³	0,1	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_fuer_Hort	10	1	ja	Kaltwasser
DF001A-50AC-0	GEDES	m³	0,1	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_fuer_Nachspeisung_Brauchwasser	10	1	ja	Kaltwasser
DF001A-50AE-0	GEDES	m³	1	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_fuer_Turnhalle	10	1	ja	Regenwasser
DF001A-50E0-0	GEDES	m³	0,001	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_gesamt	10	1	ja	Kaltwasser
DF001A-61E0-0	GEDES	m³	0,1	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_fuer_Kueche_und_Hausmeister	10	1	ja	Kaltwasser
DF001A-61E4-0	GEDES	m³	0,1	WAS	KTW	Menge_Kaltwasser_fuer_Hausmeister	10	1	ja	Kaltwasser
DF001A-61E2-0	GEDES	m³	0,1	WAS	WTW	Menge_Warmwasser_fuer_Kueche	10	1	ja	Warmwasser
DF0181-7001-0	GEDES	kPa	1	WET	WET	Luftdruck	10	0	-	Aussenluft
DF0283-7001-0	GEDES	mm/h	1	WET	WET	Regenmenge	10	0	-	Niederschlag
DF0321-7002-0	GEDES	°C	1	WET	WET	Aussentemperatur	10	0	-	Aussenluft
DF0321-7002-1	GEDES	%	1	WET	WET	Luftfeuchte	10	0	-	Aussenluft
DF0382-7001-0	GEDES	km/h	1	WET	WET	Windgeschwindigkeit	10	0	-	Aussenluft
DF0382-7001-1	GEDES	°	1	WET	WET	Windrichtung_in_Grad	10	0	-	Aussenluft
DF0384-7001-0	GEDES	W/m²	1	WET	WET	Globalstrahlung_der_Wetterstation	10	0	-	Strahlung
S11	SETSOLAR	W/m²	1	WET	WET	Strahlungssensor_der_Solarthermie	1	0	-	Strahlung
A_AB Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Ablufttemperatur im Zentralgerät, Minimalwert	1	0	-	Abluft
A_AB Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Ablufttemperatur im Zentralgerät, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_AB Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Ablufttemperatur im Zentralgerät, Maximalwert	1	0	-	Abluft
A_ZU Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur im Zentralgerät, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur im Zentralgerät, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur im Zentralgerät, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
A_AU Temp. Gerät min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Außentemperatur im Zentralgerät, Minimalwert	1	0	-	Aussenluft

Messpunktuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zähler	Manuell erfasst	Medium
A_AU Temp. Gerät	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Außentemperatur im Zentralgerät, Mittelwert	1	0	-	Aussenluft
A_AU Temp. Gerät max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Außentemperatur im Zentralgerät, Maximalwert	1	0	-	Aussenluft
A_ZU Temperatur extern min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur hinter der Anlage im Zuluftkanal, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Temperatur extern	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur hinter der Anlage im Zuluftkanal, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Temperatur extern max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur hinter der Anlage im Zuluftkanal, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
A_RA Temperatur Flur min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Raumtemperatur im Abluftkanal des Flurs, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
A_RA Temperatur Flur	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Raumtemperatur im Abluftkanal des Flurs, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
A_RA Temperatur Flur max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Raumtemperatur im Abluftkanal des Flurs, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
A_ZU Temperatur Flur min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur für den Flur nach Zentralgerät, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Temperatur Flur	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur für den Flur nach Zentralgerät, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Temperatur Flur max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Zulufttemperatur für den Flur nach Zentralgerät, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
A_RA Temperatur Aula min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Raumtemperatur im Abluftkanal der Aula, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
A_RA Temperatur Aula	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Raumtemperatur im Abluftkanal der Aula, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
A_RA Temperatur Aula max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Raumtemperatur im Abluftkanal der Aula, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
A_XS Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Sollwert Zulufttemperatur aus der Geräterege lung, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
A_XS Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Sollwert Zulufttemperatur aus der Geräterege lung, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
A_XS Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Sollwert Zulufttemperatur aus der Geräterege lung, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
A_XS Temp. aktiv min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Sollwert Zulufttemperatur aus ggf. externer GLT, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
A_XS Temp. aktiv	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Sollwert Zulufttemperatur aus ggf. externer GLT, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
A_XS Temp. aktiv max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Sollwert Zulufttemperatur aus ggf. externer GLT, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
A_CO2-Sensor min	MENERGA	ppm	1	RLT	MAC	CO2 Wert in der Aula, Minimalwert	1	0	-	Abluft
A_CO2-Sensor	MENERGA	ppm	1	RLT	MAC	CO2 Wert in der Aula, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_CO2-Sensor max	MENERGA	ppm	1	RLT	MAC	CO2 Wert in der Aula, Maximalwert	1	0	-	Abluft
A_XS CO2 aktiv min	MENERGA	ppm	1	RLT	MAC	Sollwert CO2 Wert in der Aula, Minimalwert	1	0	-	Abluft
A_XS CO2 aktiv	MENERGA	ppm	1	RLT	MAC	Sollwert CO2 Wert in der Aula, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_XS CO2 aktiv max	MENERGA	ppm	1	RLT	MAC	Sollwert CO2 Wert in der Aula, Maximalwert	1	0	-	Abluft
A_Regler Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Stand des Reglers auf der Regelkurve, Minimalwert	1	0	-	-
A_Regler Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Stand des Reglers auf der Regelkurve, Mittelwert	1	0	-	-
A_Regler Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MAT	Stand des Reglers auf der Regelkurve, Maximalwert	1	0	-	-
A_Ya ZU-FU min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung Frequenzumrichter Zuluftventilator, Minimalwert	1	0	-	-
A_Ya ZU-FU	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung Frequenzumrichter Zuluftventilator, Mittelwert	1	0	-	-
A_Ya ZU-FU max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung Frequenzumrichter Zuluftventilator, Maximalwert	1	0	-	-
A_Ya AB-FU min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung Frequenzumrichter Abluftventilator, Minimalwert	1	0	-	-
A_Ya AB-FU	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung Frequenzumrichter Abluftventilator, Mittelwert	1	0	-	-
A_Ya AB-FU max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung Frequenzumrichter Abluftventilator, Maximalwert	1	0	-	-
A_AB Volumen min	MENERGA	m³/h	1	RLT	MAV	Abluftvolumenstrom, Minimalwert	1	0	-	Abluft
A_AB Volumen	MENERGA	m³/h	1	RLT	MAV	Abluftvolumenstrom, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_AB Volumen max	MENERGA	m³/h	1	RLT	MAV	Abluftvolumenstrom, Maximalwert	1	0	-	Abluft
A_AB Ventil. Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	aktuelle Druckerhöhung Abluftventilator, Minimalwert	1	0	-	Abluft
A_AB Ventil. Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	aktuelle Druckerhöhung Abluftventilator, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_AB Ventil. Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	aktuelle Druckerhöhung Abluftventilator, Maximalwert	1	0	-	Abluft
A_AB Druck MAX min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckerhöhung Abluftventilator, die zur Abschaltung führt, Minimalwert	1	0	-	Abluft
A_AB Druck MAX	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckerhöhung Abluftventilator, die zur Abschaltung führt, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_AB Druck MAX	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckerhöhung Abluftventilator, die zur Abschaltung führt, Maximalwert	1	0	-	Abluft
A_AU Filter Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Außenluftfilter, Minimalwert	1	0	-	Außenluft
A_AU Filter Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Außenluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Außenluft
A_AU Filter Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Außenluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Außenluft
A_AB Filter Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Abluftfilter, Minimalwert	1	0	-	Abluft
A_AB Filter Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Abluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_AB Filter Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Abluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Abluft
A_ZU Volumen min	MENERGA	m³/h	1	RLT	MAV	Zuluftvolumenstrom, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Volumen	MENERGA	m³/h	1	RLT	MAV	Zuluftvolumenstrom, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Volumen max	MENERGA	m³/h	1	RLT	MAV	Zuluftvolumenstrom, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Ventil. Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckerhöhung Zuluftventilator, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Ventil. Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckerhöhung Zuluftventilator, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Ventil. Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckerhöhung Zuluftventilator, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Filter Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Zuluftfilter, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Filter Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Zuluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Filter Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Druckverlust Zuluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_PWW-Ventil Stellung min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Dreiwegeventils zur Heizung, Minimalwert	1	0	-	-
A_PWW-Ventil Stellung	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Dreiwegeventils zur Heizung, Mittelwert	1	0	-	-
A_PWW-Ventil Stellung max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Dreiwegeventils zur Heizung, Maximalwert	1	0	-	-
A_Taktzeitveränderung min	MENERGA	%	1	RLT	MAW	WRG (0%) oder Bypass (100%), Minimalwert	1	0	-	-
A_Taktzeitveränderung	MENERGA	%	1	RLT	MAW	WRG (0%) oder Bypass (100%), Mittelwert	1	0	-	-
A_Taktzeitveränderung max	MENERGA	%	1	RLT	MAW	WRG (0%) oder Bypass (100%), Maximalwert	1	0	-	-
A_Ya ZU/AB-Klappe min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung der zentralen Geräteklappen, Minimalwert	1	0	-	-
A_Ya ZU/AB-Klappe	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung der zentralen Geräteklappen, Mittelwert	1	0	-	-
A_Ya ZU/AB-Klappe max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung der zentralen Geräteklappen, Maximalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 214 min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 214, Minimalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 214	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 214, Mittelwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 214 max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 214, Maximalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 216 min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 216, Minimalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 216	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 216, Mittelwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 216 max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 216, Maximalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 217 min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 217, Minimalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 217	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 217, Mittelwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 217 max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 217, Maximalwert	1	0	-	-
A_VSR Flur min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Flur, Minimalwert	1	0	-	-
A_VSR Flur	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Flur, Mittelwert	1	0	-	-
A_VSR Flur max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Flur, Maximalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 114 min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 114, Minimalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 114	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 114, Mittelwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 114 max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 114, Maximalwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 121 min	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 121, Minimalwert	1	0	-	-

Messpunktkuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zaehler	Manuell erfasst	Medium
A_VSR Raum 121	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 121, Mittelwert	1	0	-	-
A_VSR Raum 121 max	MENERGA	%	1	RLT	MAR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 121, Maximalwert	1	0	-	-
A_ZU Druck Kanal min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Druck Kanal	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_ZU Druck Kanal max	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
A_XS ZU Druck Kanal min	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Sollwert Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
A_XS ZU Druck Kanal	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Sollwert Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
A_XS ZU Druck Kanal max	MENERGA	Pa	1	RLT	MAD	Sollwert Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
A_Wartung	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Fehlermeldung Wartung	1	0	-	-
A_Störung	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Fehlermeldung Störung	1	0	-	-
A_Lüftung ein	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Aufzeichnung über Anlagenbetrieb	1	0	-	-
A_ZU Ventilator Betrieb	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Aufzeichnung über Betrieb des Zuluftventilators	1	0	-	-
A_AB Ventilator Betrieb	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Aufzeichnung über Betrieb des Abluftventilators	1	0	-	-
A_PWW-Pumpe	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Aufzeichnung über Betrieb der Pumpe Fernwärme	1	0	-	-
A_Störung PWW-Pumpe	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Fehlermeldung Pumpe Fernwärme	1	0	-	-
A_A Alarm	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Alarmer	1	0	-	-
A_B Alarm	MENERGA	-	1	RLT	MAS	Alarmer	1	0	-	-
B_AB Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Ablufttemperatur im Zentralgerät, Minimalwert	1	0	-	Abluft
B_AB Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Ablufttemperatur im Zentralgerät, Mittelwert	1	0	-	Abluft
B_AB Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Ablufttemperatur im Zentralgerät, Maximalwert	1	0	-	Abluft
B_ZU Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Zulufttemperatur im Zentralgerät, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Zulufttemperatur im Zentralgerät, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Zulufttemperatur im Zentralgerät, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
B_AU Temp. Gerät min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Außentemperatur im Zentralgerät, Minimalwert	1	0	-	Außenluft
B_AU Temp. Gerät	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Außentemperatur im Zentralgerät, Mittelwert	1	0	-	Außenluft
B_AU Temp. Gerät max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Außentemperatur im Zentralgerät, Maximalwert	1	0	-	Außenluft
B_ZU Temperatur extern min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Zulufttemperatur hinter der Anlage im Zuluftkanal, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Temperatur extern	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Zulufttemperatur hinter der Anlage im Zuluftkanal, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Temperatur extern max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Zulufttemperatur hinter der Anlage im Zuluftkanal, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
B_RA Temperatur Nord min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Raumtemperatur im Referenzraum Nord, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
B_RA Temperatur Nord	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Raumtemperatur im Referenzraum Nord, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
B_RA Temperatur Nord max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Raumtemperatur im Referenzraum Nord, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
B_RA Temperatur Süd min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Raumtemperatur im Referenzraum Süd, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
B_RA Temperatur Süd	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Raumtemperatur im Referenzraum Süd, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
B_RA Temperatur Süd max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Raumtemperatur im Referenzraum Süd, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
B_XS Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Sollwert Zulufttemperatur aus der Geräteregeleung, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
B_XS Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Sollwert Zulufttemperatur aus der Geräteregeleung, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
B_XS Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Sollwert Zulufttemperatur aus der Geräteregeleung, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
B_XS Temp. aktiv min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Sollwert Zulufttemperatur aus ggf. externer GLT, Minimalwert	1	0	-	Raumluft
B_XS Temp. aktiv	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Sollwert Zulufttemperatur aus ggf. externer GLT, Mittelwert	1	0	-	Raumluft
B_XS Temp. aktiv max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Sollwert Zulufttemperatur aus ggf. externer GLT, Maximalwert	1	0	-	Raumluft
B_Regler Temperatur min	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Stand des Reglers auf der Regelkurve, Minimalwert	1	0	-	-
B_Regler Temperatur	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Stand des Reglers auf der Regelkurve, Mittelwert	1	0	-	-
B_Regler Temperatur max	MENERGA	°C	1	RLT	MBT	Stand des Reglers auf der Regelkurve, Maximalwert	1	0	-	-
B_Ya ZU-FU min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung Frequenzumrichter Zuluftventilator, Minimalwert	1	0	-	-
B_Ya ZU-FU	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung Frequenzumrichter Zuluftventilator, Mittelwert	1	0	-	-
B_Ya ZU-FU max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung Frequenzumrichter Zuluftventilator, Maximalwert	1	0	-	-
B_Ya AB-FU min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung Frequenzumrichter Abluftventilator, Minimalwert	1	0	-	-
B_Ya AB-FU	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung Frequenzumrichter Abluftventilator, Mittelwert	1	0	-	-
B_Ya AB-FU max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung Frequenzumrichter Abluftventilator, Maximalwert	1	0	-	-
B_AB Volumen min	MENERGA	m³/h	1	RLT	MBV	Abluftvolumenstrom, Minimalwert	1	0	-	Abluft
B_AB Volumen	MENERGA	m³/h	1	RLT	MBV	Abluftvolumenstrom, Mittelwert	1	0	-	Abluft
B_AB Volumen max	MENERGA	m³/h	1	RLT	MBV	Abluftvolumenstrom, Maximalwert	1	0	-	Abluft
B_AB Ventil. Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckerhöhung Abluftventilator, Minimalwert	1	0	-	Abluft
B_AB Ventil. Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckerhöhung Abluftventilator, Mittelwert	1	0	-	Abluft
B_AB Ventil. Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckerhöhung Abluftventilator, Maximalwert	1	0	-	Abluft
B_AU Filter Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Außenluftfilter, Minimalwert	1	0	-	Außenluft
B_AU Filter Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Außenluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Außenluft
B_AU Filter Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Außenluftfilter, Maximalwert	1	0	-	Außenluft
B_AB Filter Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Abluftfilter, Minimalwert	1	0	-	Abluft
B_AB Filter Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Abluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Abluft
B_AB Filter Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Abluftfilter, Maximalwert	1	0	-	Abluft
B_ZU Volumen min	MENERGA	m³/h	1	RLT	MBV	Zuluftvolumenstrom, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Volumen	MENERGA	m³/h	1	RLT	MBV	Zuluftvolumenstrom, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Volumen max	MENERGA	m³/h	1	RLT	MBV	Zuluftvolumenstrom, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Ventil. Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckerhöhung Zuluftventilator, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Ventil. Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckerhöhung Zuluftventilator, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Ventil. Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckerhöhung Zuluftventilator, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Filter Druck min	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Zuluftfilter, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Filter Druck	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Zuluftfilter, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Filter Druck max	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Druckverlust Zuluftfilter, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
B_PWW-Ventil Stellung min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Dreiwegeventils zur Heizung, Minimalwert	1	0	-	-
B_PWW-Ventil Stellung	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Dreiwegeventils zur Heizung, Mittelwert	1	0	-	-
B_PWW-Ventil Stellung max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Dreiwegeventils zur Heizung, Maximalwert	1	0	-	-
B_Taktzeitveränderung min	MENERGA	%	1	RLT	MBW	WRG (0%) oder Bypass (100%), Minimalwert	1	0	-	-
B_Taktzeitveränderung	MENERGA	%	1	RLT	MBW	WRG (0%) oder Bypass (100%), Mittelwert	1	0	-	-
B_Taktzeitveränderung max	MENERGA	%	1	RLT	MBW	WRG (0%) oder Bypass (100%), Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 202 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 202, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 202	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 202, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 202 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 202, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 201 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 201, Minimalwert	1	0	-	-

Messpunktuerzel	Herkunft	Einheit	Faktor	Gruppe	Untergruppe	Beschreibung	Intervall	Zähler	Manuell erfasst	Medium
B_VSR Nord Raum 201	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 201, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 201 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 201, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 102 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 102, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 102	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 102, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 102 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 102, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 101 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 101, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 101	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 101, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 101 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 101, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 014 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 014, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 014	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 014, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 014 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 014, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 013 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 013, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 013	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 013, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 013 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 013, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 012 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 012, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 012	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 012, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 012 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 012, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 011 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 011, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 011	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 011, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Nord Raum 011 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 011, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 107 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 107, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 107	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 107, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 107 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 107, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 108 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 108, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 108	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 108, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 108 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 108, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 207 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 207, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 207	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 207, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 207 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 207, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 208 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 208, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 208	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 208, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 208 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 208, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 001 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 001, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 001	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 001, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 001 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 001, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 002 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 002, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 002	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 002, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 002 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 002, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 003 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 003, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 003	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 003, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 003 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 003, Maximalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 008 min	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 008, Minimalwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 008	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 008, Mittelwert	1	0	-	-
B_VSR Süd Raum 008 max	MENERGA	%	1	RLT	MBR	Stellung des Volumenstromreglers Raum 008, Maximalwert	1	0	-	-
B_ZU Druck Kanal min	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Druck Kanal	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
B_ZU Druck Kanal max	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
B_XS ZU Druck Kanal min	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Sollwert Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Minimalwert	1	0	-	Zuluft
B_XS ZU Druck Kanal	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Sollwert Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Mittelwert	1	0	-	Zuluft
B_XS ZU Druck Kanal max	MENERGA	Pa	1	RLT	MBD	Sollwert Differenzdruck am Schlechtpunkt des Zuluftkanalnetzes, Maximalwert	1	0	-	Zuluft
B_Wartung	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Fehlermeldung Wartung	1	0	-	-
B_Störung	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Fehlermeldung Störung	1	0	-	-
B_Lüftung ein	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Aufzeichnung über Anlagenbetrieb	1	0	-	-
B_ZU Ventilator Betrieb	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Aufzeichnung über Betrieb des Zuluftventilators	1	0	-	-
B_AB Ventilator Betrieb	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Aufzeichnung über Betrieb des Abluftventilators	1	0	-	-
B_PWW-Pumpe	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Aufzeichnung über Betrieb der Pumpe Fernwärme	1	0	-	-
B_Störung PWW-Pumpe	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Fehlermeldung Pumpe Fernwärme	1	0	-	-
B_A Alarm	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Alarmer	1	0	-	-
B_B Alarm	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Alarmer	1	0	-	-
B_ext.AB-Ventilator	MENERGA	-	1	RLT	MBS	Aufzeichnung über Betrieb des WC Abluftventilators	1	0	-	-
SMA_Batterieentladung	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA Batterieentladung	15	0	-	Strom
SMA_Batterieladung	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA Batterieladung	15	0	-	Strom
SMA_Begrenzung_der_Wirkleistungseinspeisung	SMA	kW	1	PVW	PHV	SMA Begrenzung der Wirkleistungseinspeisung	15	0	-	Strom
SMA_Direktverbrauch:2	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA Direktverbrauch:2	15	0	-	Strom
SMA_Direktverbrauch_1	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA Direktverbrauch_1	15	0	-	Strom
SMA_Gesamtverbrauch	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA Gesamtverbrauch	15	0	-	Strom
SMA_Netzbezug	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA Netzbezug	15	0	-	Strom
SMA_Netzeinspeisung	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA Netzeinspeisung	15	0	-	Strom
SMA_PV-Erzeugung	SMA	kWh	0,25	PVW	PHV	SMA PV-Erzeugung	15	0	-	Strom

## 7.5 Planer, Ausführende, Projektbeteiligte

Tabelle 7-2: Planer, Ausführende Projektbeteiligte

Kurz	ausführliche Angabe	Gewerk/Verantwortlichkeit
AIB	AIB GmbH Architekten Ingenieure Bautzen Herr Medack, Herr Hoffmann Liselotte-Herrmann-Str. 4 02625 Bautzen	Elektrotechnik, Planer
ALPHA2000	alpha 2000 GmbH Delitzscher Str. 72 06112 Halle/Saale	IT Systeme, Betreiber
GEDES	Gedes e.V. Herr Döring Promenadenring 8 02708 Löbau	Messtechnik, Ausführung
HOLLENBACH	Sachverständigenbüro Herr Hollenbach Karlstraße 14 39261 Zerbst	Projektsteuerer
MENERGA	Menerga Leipzig Podewitzerstr. 5 04680 Colditz OT Commichau	Lüftungstechnik, Hersteller
NETZ HALLE	Energieversorgung Halle Netz GmbH Herr Vattes Bornknechtstraße 5 06108 Halle (Saale)	Stromversorger
SCHMIDT	Elektro-Schmidt GmbH Herr Schmidt Kreisstr. 57 06449 Aschersleben/ OT Mehringen	Elektrotechnik, Ausführung
SETSOLAR	SET Solar Energie Technik GmbH Herr Dietel Hauptstraße 29 09477 Schmalzgrube	Solarthermie, Hersteller und Ausführung
SMA	SMA Solar Technology AG Sonnenallee 1 34266 Niestetal	Photovoltaik, Hersteller

## 7.6 Überblick über separate Anhänge

Als separate Anhänge liegen vor:

- A Liste der Messpunkte und Zuordnung von Zählern zur Datenerfassung
- B Abschlussdokumentation der Messtechnik von Fa. Gedes e. V.
- C Übersicht des Zählkonzeptes für die Verbrauchsdaten
- D Messkonzeptplanung
- E Kurzeinweisung in XAMPP und MONISOFT
- F Pläne