
Leistungsmessung an einer Trainingswand

Betriebliche Auftragsdokumentation - Abschlussprüfung
Teil II

Autor: Julian Knigge

Klasse: S21EAT



Ausbildungsberuf: Elektroniker für Automatisierungstechniker

Bearbeitungszeitraum: 17.04.2024 bis 14.05.2024

Auftraggeber: Stefan Manemann

Ort der Durchführung: Berufsbildende Schulen 2 Wolfsburg

Ausbildungsbetrieb: Volkswagen AG

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Persönliche Erklärung	5
2 Genehmigter Antrag	6
3 Vorwort	13
4 Auftragsdokumentation	13
4.1 Auftragsbeschreibung	13
4.1.1 Ausgangszustand	13
4.1.2 Zielsetzung	13
4.2 Informationsphase	14
4.3 Planungsphase	15
4.4 Durchführungsphase	16
4.4.1 Erweiterung der Schaltpläne	16
4.4.2 Verdrahtung der Education Wall um die beschriebenen Bauelemente .	16
4.4.3 Konfiguration der Messgeräte	16
4.4.4 Übertragen der Messdaten in die Datenbank	17
4.4.5 Darstellung der Messdaten auf xplora-dna.de	17
4.4.6 Darstellung der Messdaten auf dem HMI-Display	18
4.5 Kontrollphase	18
4.5.1 Inbetriebnahme	18
4.5.2 Fehlerbehebung	18
4.5.3 Übergabe	18
4.6 Zusammenfassung	19
5 Anhang	21
5.1 Bilderdokumentation	21
5.1.1 Anlage vorher	21
5.1.2 Netzwerkplan	25
5.1.3 InfluxDB	26
5.1.4 Grafana	27
5.1.5 Node Red	29
5.1.6 Dashboard und HMI-Display	30
5.1.7 Anlage nachher	33
5.2 Unterweisungen	41
5.3 Lastenheft	42
5.4 Verwendete Normen	43
5.5 Datenblätter	45
5.5.1 Phoenix Contact EMPro MA770	45
5.5.2 Phoenix Contact EMPro MA370	49

5.5.3	Phoenix Contact Stromwandler PACT MCR-V1-21-44	53
5.5.4	DR-30-5 Hutschienen Netzteil	57
5.5.5	Raspberry-Pi 3B+	59
5.5.6	LS-Schalter Hager B16	61
5.5.7	RCBO Hager B10	64
5.6	Zeitplanung	67
5.7	Materialliste	69
5.7.1	Materialliste	69
5.7.2	Werkzeug- und Prüfmittelliste	71
5.8	Schaltpläne	72
5.9	Inbetriebnahmeprotokoll	81
5.10	3D-Druck	87

Abbildungsverzeichnis

5.1	Hauptverteilung gesamt	21
5.2	Hauptverteilung - Messgerät geplant	22
5.3	Hauptverteilung - Abzweigung zu UV's	23
5.4	Hauptverteilung - 24 Volt-System	24
5.5	Netzwerkplan	25
5.6	Influx DB - Messdaten	26
5.7	Influx DB - Code für Grafana	26
5.8	Grafana Verzweigung auf Website	27
5.9	Messwerte Beispiele Grafana auf Website	27
5.10	Grafana Messwerte im Diagramm	28
5.11	Code für Grafana Einbindung auf Website	28
5.12	Node-Red-Messgerät 1	29
5.13	Node-Red-Messgerät 2	29
5.14	Node-Red-Messgerät 3	30
5.15	Node-Red-Dashboard	30
5.16	Node-Red-Dashboard auf HMI-Display	31
5.17	Anbringung Messgerät	33
5.18	Messgerät in Tür	34
5.19	Einbau Stromwandler	35
5.20	UV2 in Arbeit	36
5.21	spannungsversorgung für Raspberry-Pi	37
5.22	Einbau Switches	38
5.23	Einrichtung Messgerät	39
5.24	Messgerät Rückseite	40
5.25	Teil 1 Materialliste	69
5.26	Teil Materialliste	70

Tabellenverzeichnis

5.1	Das für die Durchführung des Auftrags benötigte Werkzeug	71
-----	--	----

1 Persönliche Erklärung



Industrie- und Handelskammer
Lüneburg-Wolfburg

Persönliche Erklärung zum Betrieblichen Auftrag

Hiermit versichere ich, dass ich den Betrieblichen Auftrag:

Energie- und Leistungsmessung an einer Mode wand

unter der Betreuung von

Stefan Manemann

selbstständig durchgeführt und die vorliegenden praxisbezogenen Unterlagen selbstständig zusammengestellt habe.

Dokumente, die ich nicht selbstständig erstellt habe, sind von mir entsprechend gekennzeichnet.

Wolfsburg, 13.05.2024

Ort, Datum

Ich bestätige die Richtigkeit der Angaben des Prüfungsteilnehmers

Name des Prüflingsteilnehmers:

Julian Knigge

Wolfsburg, 13.05.2024

Ort, Datum

2 Genehmigter Antrag



Sommerprüfung 2024

Ausbildungsberuf

Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik (VO 2018)

Prüfungsbezirk

EAT 902 (AP T2V1)

Julian Knigge

Ausbildungsbetrieb: Volkswagen AG

Betreuende Person: Ricardo Polizzi

Bezeichnung des Betrieblichen Auftrages

Energie- und Leistungsmessung in Gebäuden, simuliert durch eine Modellwand inklusive Erfassung und Darstellung der aufgezeichneten Messwerte, welche lokal auf einem Display sowie global auf einer Webanwendung angezeigt werden, wobei zusätzlich eine Datenspeicherung in einer Datenbank erfolgt.

1 Bezeichnung des Betrieblichen Auftrages

Energie- und Leistungsmessung in Gebäuden, simuliert durch eine Modellwand inklusive Erfassung und Darstellung der aufgezeichneten Messwerte, welche lokal auf einem Display sowie global auf einer Webanwendung angezeigt werden, wobei zusätzlich eine Datenspeicherung in einer Datenbank erfolgt.

2 Geplanter Bearbeitungszeitraum

Beginn: 17.04.2024

Ende: 14.05.2024

3 Auftragsbeschreibung

Die Durchführung des Auftrags erfolgt in den Berufsbildenden Schulen 2 in Wolfsburg, genauer gesagt im Raum C211. Der Auftraggeber für dieses Projekt ist Stefan Manemann. Die Umsetzung erfolgt in Zusammenarbeit mit Philipp Kühn, wobei jeder ein unterschiedliches System zur Energie- und Leistungsmessung verwendet.

Das Hauptziel des Auftrags besteht darin, die Energie- und Leistungsmessgeräte in eine bereits vorhandene Anlage zu integrieren. Diese Anlage, eine Trainingswand (Simulation eines Gebäudes), bietet verschiedene Räume wie Büro, Außenwand, Schaltschrankraum, Empfangsraum, Pausenraum und Besprechungsraum, die für Trainings- und Unterrichtszwecke genutzt werden. Die bereits bestehende Anlage verfügt über detaillierte Schaltpläne, die als Grundlage für die Integration der neuen Messgeräte dienen.

Die Anlage wurde bereits abgenommen.

4 Information

Nach Absprache mit dem Auftraggeber sollen mehrere Energie- und Leistungsmessgeräte in eine bestehende Modellwand integriert werden.

Der Benutzer soll über ein bereits installiertes HMI-Display in der Wand und über eine selbst erstellte Weboberfläche stets aktuelle Informationen über die Energieverbräuche erhalten.

Ein Termin zur Absprache mit Volkswagen hinsichtlich der Nutzung von Energie- und Leistungsmessgeräten im Werk soll vereinbart werden. Auf der Grundlage des Projekts soll der Stromverbrauch in den Berufsbildenden Schulen 2 in Wolfsburg erfasst werden. Die vorhandenen Schaltungsunterlagen für die Modellwand müssen fortlaufend ergänzt werden. Zusätzlich sind die Beschaffung von Datenblättern für die Energie- und Leistungsmessgeräte sowie für die in der Modellwand verwendeten Geräte erforderlich.

Es müssen Informationen bezüglich der einzuhaltenden Normen, Unfallverhütungsmaßnahmen und sonstigen Vorschriften eingeholt werden.

5 Auftragsplanung

- Zeitplan inklusive Kostenkalkulation erstellen
- planen der Erweiterung des Schaltplans
- vorläufige Materialliste: Energie- und Leistungsmessgeräte, IOT-Gateway, SPS, Stromwandler
- vorläufige Werkzeugliste: Isolierter Schraubendreher, Crimpzange für Aderendhülsen, Abisolierzange, Seitenschneider, es werden keine Spezialwerkzeuge benötigt
- benötigte Prüfmittel: FLUKE-Multifunktionstester, Multimeter, 2-poliger Spannungsprüfer

6 Auftragsdurchführung

- Verdrahten und Montage der Energie- und Leistungsmessgeräte, sowie die dazugehörigen Stromwandler in die Modellwand
- Verdrahten und Programmieren des IOT-Gateways zur Übertragung der Messdaten in die Datenbank
- Programmierung des Displays für die lokale Darstellung der Daten
- Programmieren einer Webanwendung mit einer Datenbank zur Speicherung der Daten für die globale Darstellung der Daten
- Programmieren der Datenanalyse und Darstellung der Ergebnisse lokal und global
- auftretende Verzögerungen können durch Probleme bei der Lieferung entstehen

7 Auftragskontrolle

- Inbetriebnahmeprotokoll nach der DIN VDE 0100 600
- Sichtkontrolle: gründliche Prüfung auf sichtbare Mängel, korrekte Verdrahtung, sowie fester Sitz
- Messung: Messung aller sicherheitsrelevanten Teile, Durchgängigkeitsprüfung des Schutzleiters, Messung des Isolationswiderstands, Schleifenimpedanz, korrekte Versorgungsspannung
- Erproben: erproben sicherheitstechnischer Einrichtungen
- Schrittweise Funktionskontrolle der Modellwand
- Übergabe an den Auftraggeber

8 Prozessmatrix (Entscheidungshilfe)

siehe Anlage 1

9 Anlagen

keine

10 Hilfsmittel

Keine Angaben

11 Hinweis!

Ich bestätige, dass der Antrag auf Genehmigung des Betrieblichen Auftrages dem Ausbildungsbetrieb vorgelegt und vom Ausbildenden genehmigt wurde. Der Antrag auf Genehmigung des Betrieblichen Auftrages enthält keine Betriebsgeheimnisse. Soweit diese für die Antragstellung notwendig sind, wurden nach Rücksprache mit dem Ausbildenden die entsprechenden Stellen unkenntlich gemacht.

Mit dem Absenden des Antrages auf Genehmigung des Betrieblichen Auftrages bestätige ich weiterhin, dass der Antrag eigenständig von mir angefertigt wurde. Ferner sichere ich zu, dass im Antrag auf Genehmigung des Betrieblichen Auftrages personenbezogene Daten (d. h. Daten über die eine Person identifizierbar oder bestimmbar ist) nur verwendet werden, wenn die betroffene Person hierin eingewilligt hat.

Bei meiner ersten Anmeldung im Online-Portal wurde ich darauf hingewiesen, dass meine Arbeit bei Täuschungshandlungen bzw. Ordnungsverstößen mit „null“ Punkten bewertet werden kann. Ich bin weiter darüber aufgeklärt worden, dass dies auch dann gilt, wenn festgestellt wird, dass meine Arbeit im Ganzen oder zu Teilen mit der eines anderen Prüfungsteilnehmers übereinstimmt. Es ist mir bewusst, dass Kontrollen durchgeführt werden.

Anlage 1

Checkliste für den Betrieblichen Auftrag in den Elektroberufen (Für Betriebe und Prüfer)

Für die Durchführung des Betrieblichen Auftrags gelten die in der Ausbildungsordnung enthaltenen Anforderungen. Diese Checkliste nennt Kriterien für die Erarbeitung und Genehmigung eines Betrieblichen Auftrages.

Folgende Kriterien sind zu beachten:

Phase / Kriterien	Kriterium erfüllt	betriebs-spezifische Unterlagen ¹ (für die Bewertung)	Gewichtung der gesamten Phase ² (für die Bewertung)
1. <u>Information</u>			
1.1 Art und Umfang des Auftrages analysieren und die Durchführung/Umsetzung nachvollziehbar erklären (Errichten, Ändern und/oder Instandhalten); Teilaufgaben definieren Die Analyse des Auftrags erfolgt mit dem Antrag auf Genehmigung des Betrieblichen Auftrags. Sie soll in der Planungsphase nicht wiederholt werden	☒	☒	ca. 10 – 20%
1.2 Informationen auftragsbezogen beschaffen, auswerten und einsetzen (z.B. sicherheitsrelevante Unterlagen, Datenblätter, Schaltpläne, Zeichnungen).	☒		
1.3	☐		
2. <u>Auftragsplanung</u>			
2.1 Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und des Umweltschutzes am entsprechenden Einsatzort planen (z.B. Material, Werkzeug, Prüfmittel und Termine) eventuell Arbeitsschritte mit internen (Kollegen/Abteilungen) und externen (z.B. Zulieferern) Stellen abstimmen	☒	☒	ca. 20 – 30%
2.2 Unfallverhütungsvorschriften und Arbeitssicherheit berücksichtigen	☒		
2.3 Qualitätsanforderungen beachten	☒		
2.4	☐		

¹ Pro Phase (Phase = z.B. Information) sollte während der Durchführung des Betrieblichen Auftrages mindestens eine betriebspezifische Unterlage anfallen (z.B. Materialliste, Prüfprotokoll).

² Die Gewichtskorridore orientieren sich an Variante 2 und sind daher veränderbar.

Kriterien		Kriterium erfüllt	betriebs-spezifische Unterlagen ¹ (für die Bewertung)	Gewichtung der gesamten Phase ² (für die Bewertung)
3. <u>Auftragsdurchführung</u>				
3.1 Arbeitsschritte systematisch und zielgerichtet durchführen. Hierbei sind zu berücksichtigen:	☒	☒		ca. 20 – 40%
3.2 auftragsbezogene Unterlagen nutzen und anwenden	☒			
3.3 mit internen und externen Stellen zusammenarbeiten	☒			
3.4 Material, Verpackung und Prüfmittel fachgerecht einsetzen	☒			
3.5 betriebliche Qualitätssicherungssysteme anwenden	☐			
3.6 sicherheitsrelevante Unterlagen und Vorschriften einhalten	☒			
3.7 Arbeitsergebnisse dokumentieren, Auftragsplanung bei Bedarf optimieren	☒			
3.8 eventuell Fehler und Mängel systematisch suchen und ggf. beheben	☒			
3.9	☐			
4. <u>Auftragskontrolle</u>				
4.1 Sicherheits- und Funktionsprüfungen durchführen und dokumentieren	☒	☒		ca. 20 – 40%
4.2 Auftragsergebnisse bewerten und übergeben/freigeben, ggf. mögliche Optimierungen aufzeigen (Qualitätsmanagement)	☒			
4.3 Fachauskünfte erteilen	☒			
4.4 Abrechnungsdaten erstellen (z.B. Materialverbrauch und Zeitaufwand für eventuelle Nachkalkulation festhalten)	☒			
4.5 Auftragsablauf protokollieren und mit auftragsbezogenen Unterlagen ergänzen	☒			
4.6	☐			

3 Vorwort

Heutzutage sind effiziente Steuerungs- und Überwachungssysteme von großer Bedeutung wenn es um das Thema Umweltschutz geht. In vielen Bereichen, sei es in der Industrie, im Wohnbereich oder in öffentlichen Einrichtungen spielt die Energieeffizienz eine große Rolle für die Optimierung von Prozessen.

Ziel dieses Projekts war es, eine Erweiterung zu einer vorhandenen Modellwand vorzunehmen, die als Lehrmittel für die Simulation verschiedener Verbraucher in Wohnhäusern oder Produktionshallen dient. Die Integration eines Energiemessgeräts von Phoenix Contact sowie die Entwicklung einer webbasierten Schnittstelle zur Anzeige der Messergebnisse standen hierbei im Mittelpunkt.

Im weiteren Verlauf dieses Berichts werden die einzelnen Schritte der Projektumsetzung, die verwendeten Technologien, die erzielten Ergebnisse sowie mögliche Herausforderungen und Lösungsansätze ausführlich erläutert.

4 Auftragsdokumentation

4.1 Auftragsbeschreibung

Der betriebliche Auftrag wurde an der Berufsbildenden Schulen 2 in Wolfsburg durchgeführt. Stefan Manemann war dabei sowohl unser Ansprechpartner, als auch unser Auftraggeber für die Durchführung unseres Auftrags im Zeitraum von 17.04.2024 bis 14.05.2024. Um den Auftraggeber regelmäßig auf dem laufenden zu halten, wurden mehrere Meetings vereinbart.

4.1.1 Ausgangszustand

Das Projekt stellt eine Erweiterung eines anderen Projekts dar. In dem vorherigen Projekt wurde eine Wand mit Installationstechnik ausgestattet, die so im Unternehmen ebenfalls zu finden ist.

Nun soll diese Wand erweitert werden. Dazu wird die benötigte Technik vom Auftraggeber bereitgestellt. In der Stückliste im Anhang 5.7.2 wurden die verwendeten Materialien so markiert, dass die neu bestellten, oder vorhandenen Bauteile unterschieden werden können. Die benötigten Materialien wurden über den Auftraggeber bestellt und abgerechnet. Das benötigte Werkzeug für das Errichten der Modellanlage wurde ebenfalls von der BBS2 Wolfsburg gestellt. Dieses wird in der Werkzeugliste im Anhang 5.7.2 dargestellt. Bilder zum Auftragszustand sind im Anhang 5.1.1 dargestellt.

4.1.2 Zielsetzung

Das Hauptziel des betrieblichen Auftrags ist es, verschiedene Messdaten durch den Einbau von Energie- und Leistungsmessgeräten der Firma Phoenix Contact aufzuzeichnen. Diese aufgezeichneten Messwerte sollen anschließend auf zwei Plattformen dargestellt werden: auf der Website xplora-dna.de sowie auf einem bereits installierten HMI-Display.

Konkret wird ein Messgerät in der Hauptverteilung installiert, um sämtliche Messdaten der Anlage aufzunehmen. Darüber hinaus werden jeweils Messgeräte in den Unterverteilungen eingebaut, um die Messdaten der dort angeschlossenen Geräte aufzuzeichnen. Alle erfassten

Messdaten sollen dann über die Website xplora-dna.de abrufbar sein. Dabei ist es wichtig, dass die Messwerte grafisch und als Zahlenwerte dargestellt werden können und dass eine Unterscheidung zwischen den Daten aus der Hauptverteilung sowie den Unterverteilungen 1 und 2 möglich ist.

Um eine direkte Ablesung der Messdaten an der Trainingswand zu ermöglichen, sollen alle Messwerte in Zahlenwerten auf einem Siemens HMI-Panel dargestellt werden können, ähnlich den Messgeräten in den Werkshallen.

Für die Datenübertragung ist festgelegt worden, dass die Messwerte in eine Datenbank geschrieben werden sollen, um eine effiziente und zuverlässige Speicherung und Verwaltung der Messdaten zu gewährleisten.

4.2 Informationsphase

Zu Beginn meines betrieblichen Auftrages habe ich mit meinem Auftraggeber, Herrn Manemann, die Zielsetzung und die Anforderungen meines Projekts besprochen. Hierzu wurde zunächst ein Meeting vereinbart, in dem bestimmte Rahmenbedingungen festgelegt wurden. Im Fokus standen die einfache Umsetzung für Schulungszwecke, die Erweiterung der bestehenden Anlage mit minimalem Bestellaufwand sowie der Wunsch nach einer praxisnahen Umsetzung, ähnlich den Gegebenheiten bei der Volkswagen AG.

Nachdem das Projektziel klar definiert war, begann ich mit der Analyse der vorhandenen Anlage, für die ich eine Erweiterung planen und umsetzen sollte. Hierzu beschaffte ich sämtliche erforderlichen Schaltpläne, um mich mit dem Aufbau und der Funktionsweise der Anlage vertraut zu machen.

Im nächsten Schritt setzte ich mich mit den für das Projekt relevanten Normen und Vorschriften der DIN VDE auseinander. Dies beinhaltete unter anderem die DIN VDE 0100-600 und die DIN VDE 0113-1, nach denen sich mein Messprotokoll richten würde, sowie die DIN VDE 0413, welche verschiedene Anforderungen an die Messgeräte behandelt, und die DIN VDE 0100-400, die Maßnahmen zum Schutz vor elektrischem Schlag behandelt. Eine Liste aller verwendeten Normen findet sich im Anhang 5.4. Ich erhielt eine Arbeitssicherheitsunterweisung über die Laborordnung und wurde über die SOS-Checkliste der BBS2 Wolfsburg belehrt. 5.2

Im Anschluss erfolgte die Auswahl der geeigneten Messgeräte. Um den Wunsch meines Auftraggebers nach einer werksnahen Umsetzung zu erfüllen, vereinbarte ich einen Termin mit Herrn Kunstmann aus der Abteilung ECB/S. Seine Abteilung befasst sich mit Energie- und Leistungsmessungen in der Technischen Entwicklung, wodurch mein Kollege Philipp Kühn, der ebenfalls am Gespräch teilnahm, und ich interessante Einblicke und Ideen für die weitere Projektumsetzung erhielten. Aus diesem Gespräch ergab sich, dass die für mein Projekt am besten geeigneten Messgeräte von der Firma Phoenix Contact stammen sollten.

Daraufhin besuchte ich die Firma Phoenix Contact in Bad Pyrmont, wo ich Einblicke in die verschiedenen Messgeräte sowie ihre Funktionsweise und mögliche Anwendungsbereiche erhielt.

Anschließend beschaffte ich Datenblätter zu verschiedenen Messgeräten und anderen Bauteilen, auf die ich während der späteren Planungsphase zurückgreifen konnte. Diese Datenblätter sind im Anhang 5.5 zu finden. Für die spätere Durchführungs- und Kontrollphase informierte ich mich auch über die Bedienung und Funktion der verwendeten Werkzeuge und

Messgeräte, wobei ich darauf achtete, dass sie den Vorgaben der DIN VDE 0105-1 entsprechen, welche isolierte und einsatzbereite Werkzeuge vorschreibt.

Für die Speicherung der aufgezeichneten Messwerte wurde nach Absprache mit meinem Auftraggeber beschlossen, eine InfluxDB als Datenbank 5.1.3 zu verwenden. Die Datenübertragung kann mittels Raspberry Pi oder IoT-Gateway erfolgen, wofür ich ebenfalls entsprechende Datenblätter beschafft habe, die während der Planungsphase hilfreich sind. Abschließend kümmerte ich mich um die Bereitstellung der benötigten Software, wie z.B. EPLAN, sowie um die erforderlichen Zugänge für die bereits vorhandene InfluxDB.

4.3 Planungsphase

Die Planungsphase begann mit einer erneuten Abstimmung mit dem Auftraggeber, bei der wir die gesammelten Informationen aus der Informationsphase auswerteten. Dabei wurden auch erste Ansätze für die bevorstehende Planung diskutiert.

Die bestehende Anlage, eine Trainingswand, besteht aus einer Hauptverteilung und zwei Unterverteilungen. Zur Erfassung der Messwerte soll in der Hauptverteilung ein Messgerät vom Typ EMPro MA770 von Phoenix Contact eingebaut werden. Dieses Messgerät wird direkt in die Schaltschranktür integriert. Ein Termin mit der Metallwerkstatt in der BBS2-Wob wurde vereinbart, um diese Einbindung vorzunehmen, was jedoch in der Durchführungsphase näher erläutert wird. In den beiden Unterverteilungen sollen jeweils EMPro MA370-Geräte von Phoenix Contact montiert werden, die speziell für die Hutschienenmontage in Unterverteilungen ausgelegt sind. Zusätzlich zu den Messgeräten sind für die Messung geeignete Stromwandler notwendig. Dafür werden die Stromwandler PACT MCR-V1-21-44 von Phoenix Contact verwendet. Um die Stromwandler auf der Hutschiene zu befestigen wurden Adapter mit einem 3D-Drucker angefertigt. Die Datei für den 3D-Druck war kostenlos bei der Internetseite von Phoenix erhältlich. Bei der Auswahl dieser Messgeräte spielten ihre vielfältigen Messmöglichkeiten eine entscheidende Rolle, darunter Außenleiterspannung, Strangspannung, Frequenz, Strom, Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung und Leistungsfaktor. Zudem wurden einige dieser Messgeräte bereits im Werk eingesetzt. Es ist ebenfalls wichtig zu erwähnen, dass alle diese Geräte Daten über Modbus und REST API übertragen können. Für die Datenübertragung in die InfluxDB wird ein Raspberry Pi Typ 3B+ verwendet, der durch ein DIN-Schienennetzteil mit Strom versorgt wird. Zudem werden zwei weitere Switches von Siemens eingebaut, um den Raspberry Pi, das HMI-Display und die Messgeräte mit dem Schulnetzwerk zu verbinden.

Das Treffen mit Herrn Kunstmann lieferte auch wertvolle Informationen zu den Darstellungsmöglichkeiten der Messdaten. Daher wurde entschieden, die Daten global auf unserer Website xplora-dna.de mithilfe von Grafana darzustellen. Grafana bietet nicht nur vielseitige Darstellungsmöglichkeiten, sondern auch eine benutzerfreundliche Handhabung, was den Aspekt der Verständlichkeit für Schulungszwecke unterstützt. Für die Darstellung der Daten auf dem HMI-Display wurde ein Node-Red-Dashboard gewählt, da Node-Red mit Funktionsbausteinen arbeitet und ähnliche Vorteile wie Grafana bietet. 5.1.5

Um die Richtlinien der DIN VDE 0100-410 zu erfüllen, wurde das Messgerät in der Hauptverteilung mit einem RCD und einem LS-Schalter (16 A, Charakteristik B) ausgestattet. Das Messgerät in der Unterverteilung 1 sowie das Schienennetzteil wurden mit einem LS-Schalter des gleichen Typs abgesichert. Das Messgerät in der Unterverteilung 2 wurde hingegen mit

einem RCBO (Charakteristik B10) abgesichert.

Gleichzeitig wurden Überlegungen zu den anfallenden Arbeiten und ihrem zeitlichen Aufwand angestellt. Ein Zeitplan, der im Anhang 5.6 dargestellt ist, wurde erstellt und berücksichtigt die einzelnen Aufgaben über den Zeitraum der Projektphase unter Einbeziehung des Berufsschulunterrichts und anfallender Feiertage. Es wurde auch geplant, welche Werkzeuge und Prüfmittel benötigt werden, wobei darauf geachtet wurde, dass die Werkzeuge für Arbeiten im Schaltschrank bis 1000 V isoliert sind und die Auswahl der Prüfmittel den Anforderungen der geltenden DIN VDE 0100-600 entspricht. Schließlich wurde eine Kostenkalkulation erstellt und dem Auftraggeber vorgelegt. Alle Unterlagen der Planungsphase sind im Anhang beigelegt.

4.4 Durchführungphase

4.4.1 Erweiterung der Schaltpläne

Die Erweiterung der Schaltpläne erfolgte unter Verwendung von EPLAN Education. Dabei wurden die Messgeräte, Stromwandler, Sicherungen, die Siemens-Switches, der Raspberry Pi und das Schienennetzteil den bestehenden Unterlagen hinzugefügt. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der korrekten Beschriftung der Bauelemente sowie auf einer einheitlichen Darstellung gemäß des vorhandenen Schaltplans. Der aktualisierte Schaltplan ist im Anhang 5.8 zu finden, wobei alle Änderungen durch rote Umrandungen deutlich gemacht wurden.

4.4.2 Verdrahtung der Education Wall um die beschriebenen Bauelemente

Vor der eigentlichen Verdrahtung wurden zunächst alle Bauteile montiert. Bei einem geplanten Termin in der Metallwerkstatt wurde unter Aufsicht von Fachpersonal mit einem Winkelschleifer ein passendes Loch in die Schaltschranktür für die Montage des EMPro MA770 geschnitten. Dabei wurde mithilfe einer beigelegten Schablone und einer Wasserwaage eine präzise Skizzierung an der Tür vorgenommen, um das Loch optimal zu positionieren. 5.1.7 Nachdem das Loch geschnitten war, konnte das Messgerät in der Tür sicher befestigt werden. Alle weiteren Bauteile wurden an den Hutschienen montiert. Für die Stromwandler wurden spezielle Adapter mit einem 3D-Drucker hergestellt, deren Bild im Anhang 5.10 zu finden ist. Für die Verdrahtung wurden verschiedene Leitungen verwendet, darunter H07V-K-Leitungen mit einem Querschnitt von 1,5,mm² in Schwarz, 2,5,mm² in Schwarz, Gelb-Grün und Hellblau, sowie 6,0,mm² in Schwarz. Die Auswahl des Leiterquerschnitts orientierte sich an den Vorschriften der DIN 18015, die für das Verlegen elektrischer Leitungen in Wohnungen oder Häusern maßgebend sind.

Die Verdrahtung der einzelnen Bauteile erfolgte gemäß den Anschlussvorgaben in den Datenblättern. Anschließend wurden die Ethernet-Kabel entlang der Kabelkanäle bis zu den einzelnen Unterverteilungen verlegt.

4.4.3 Konfiguration der Messgeräte

Das Energiemessgerät musste konfiguriert werden, was erst nach der Inbetriebnahme durchgeführt wurde, da das Messgerät mit Netzspannung betrieben wird. Dennoch wird das Vorgehen bereits jetzt beschrieben. Ein Auszug aus dem Datenblatt ist im Anhang 9.2 zu finden.

Für die Konfiguration wurde wie folgt vorgegangen: Die Sprache wurde auf Deutsch eingestellt. Es wurden Netzwerkeinstellungen vorgenommen, wobei eine statische IP-Adresse vergeben und die Subnetzmaske eingestellt wurde. Die Netzart wurde auf "3PH-4W-3CT" eingestellt, was für ein 3-Phasen-Netz, vier Leiter und drei Stromwandler steht. Die Stromwandler wurden konfiguriert, wobei das Verhältnis von Primärstrom zu Sekundärstrom auf 50 A zu 1 A eingestellt wurde. Abschließend wurde die Konfiguration überprüft und abgenommen. Werkseitig verfügt das Messgerät über den Pin "0100", um Änderungen zu speichern.

4.4.4 Übertragen der Messdaten in die Datenbank

Zur Übertragung der Messdaten habe ich zunächst auf dem Raspberry Pi 3B+ die erforderliche Version von PIOs installiert. Dies erfolgte mithilfe der entsprechenden Installationssoftware. Nach erfolgreicher Installation habe ich PIOs gestartet und anschließend Node-Red über ein Terminal installiert.

Nach dem Start von Node-Red habe ich zusätzliche Bibliotheken installiert, um das Programmieren mithilfe von Funktionsbausteinen zu ermöglichen.

Da die Daten aus den Messgeräten mittels REST API übertragen werden sollten, habe ich die Daten nach Erstellung der Node mithilfe des HTTP-Request-Bausteins abgefragt. Um alle gemessenen Größen eines Messgeräts zusammenzuführen, habe ich sie mithilfe eines Function-Bausteins in einem Baustein zusammengeführt, um eine bessere Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Diesen Schritt habe ich für die weiteren zwei Messgeräte wiederholt, wobei ich zwischen Hauptverteilung, Unterverteilung 1 und Unterverteilung 2 unterschieden habe. Mithilfe eines InfluxDB-Bausteins aus der InfluxDB-Bibliothek konnten die Messwerte in die Datenbank geschrieben werden. Um sicherzustellen, dass die aktuellen Messwerte kontinuierlich übertragen wurden, habe ich einen Timestamp-Baustein hinzugefügt, der die Daten sekundlich an die Datenbank sendet.

Nachdem ich die Zugangsdaten eingegeben hatte, die ich vom Datenbankadministrator erhalten hatte, habe ich ein eigenes Dashboard erstellt, auf dem ich die ersten Daten dargestellt habe. Bilder sind im Anhang unter 5.1.3 zu finden.

4.4.5 Darstellung der Messdaten auf xplore-dna.de

Um die Messdaten aus der Datenbank auf der Internetseite xplore-dna.de darzustellen, wurden zunächst übersichtliche Dashboards mithilfe von Grafana erstellt.

In Grafana wurde zunächst ein Dashboard angelegt, auf dem die Hauptverteilung sowie die Unterverteilungen 1 und 2 separat dargestellt wurden. Für jedes Messgerät wurden dann jeweils 8 Panels erstellt, die die relevanten Messwerte wie Außenleiterspannung, Leistung, Frequenz usw. anzeigen.

Die Daten wurden als Graphen dargestellt, indem der Code aus dem Script Editor in Grafana eingefügt wurde. Anschließend wurden die Graphen angepasst, indem beispielsweise eine Legende hinzugefügt und die passenden Einheiten zu den Messwerten in den Panels eingestellt wurden. Die Farben der Linien für die verschiedenen Messwerte wurden ebenfalls angepasst, um die Übersichtlichkeit zu verbessern.

Um die fertigen Panels auf der Internetseite darzustellen, wurde eine Schnittstelle von Grafana im Programmcode für die Website eingefügt. Hierbei wurde die Hilfe des Administrators der Website benötigt, da dieser Zugriff auf den Programmcode hatte.

Auf der Website können nun die Messdaten der einzelnen Geräte ausgewählt und angezeigt werden. Zudem ist es möglich, den Zeitbereich festzulegen, in dem die Daten angezeigt werden sollen, beispielsweise die letzten 5 Minuten oder 5 Stunden.

Bilder sind im Anhang unter 5.1.4 zu finden.

4.4.6 Darstellung der Messdaten auf dem HMI-Display

Für die Darstellung der Messdaten auf dem HMI-Display wurde ebenfalls das Programm Node-Red genutzt, genauer gesagt ein Node-Red-Dashboard. Dieses Dashboard ist über den Browser auf dem HMI-Display aufrufbar und bietet somit eine optimale und effiziente Lösung.

Zur Erstellung des Node-Red-Dashboards wurde die Node-Red-Dashboard-Bibliothek in der bereits verwendeten Node-Red-Installation auf dem Raspberry Pi installiert. Da die Daten bereits von den Messgeräten verarbeitet und in die Datenbank geschrieben wurden, wurde die vorhandene Node um zusätzliche Bausteine erweitert.

Um die richtigen Daten aus der Funktion abzurufen, wurde ein SSetze msg-payloadBaustein verwendet. Anschließend wurden die Daten mithilfe eines Dashboard-Bausteins, genauer gesagt eines Text-Bausteins, auf dem Dashboard angezeigt. Diese Anzeige erfolgte auf Wunsch des Auftraggebers, um einen Bezug zu den Anzeigewerten im Werk herzustellen.

Bilder sind im Anhang unter 5.1.5 und 5.1.6 zu finden.

4.5 Kontrollphase

4.5.1 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme gemäß DIN VDE 0100-600 wurde gemeinsam mit Stefan Manemann durchgeführt. Zuvor wurde das Inbetriebnahmeprotokoll an unsere spezifischen Projektanforderungen angepasst, das im Anhang vorliegt.

Während der Inbetriebnahme gingen wir wie folgt vor: Alle Punkte der Sichtprüfung wurden überprüft und ohne Beanstandungen markiert. Anschließend wurde die Durchgängigkeit des Schutzleiters geprüft, ohne Mängel festzustellen. Die geforderten Mindestanforderungen des Isolationswiderstandes wurden ermittelt und keine Beanstandungen bei der Messung festgestellt.

Die Berechnungen für die Schleifenimpedanzmessung wurden durchgeführt, ohne Beanstandungen. Die RCD-Messung wurde ebenfalls durchgeführt, ohne Mängel. Spannungen, Polaritäten und der Drehsinn wurden gemessen, ohne Beanstandungen.

Zum Abschluss wurde eine Funktionskontrolle durchgeführt, ohne Mängel festzustellen. Das Inbetriebnahmeprotokoll ist im Anhang unter 5.9 zu finden.

4.5.2 Fehlerbehebung

Es traten keine Fehler auf weder hardwareseitig, noch softwareseitig.

4.5.3 Übergabe

Die Inbetriebnahme wurde erfolgreich mit der Funktionskontrolle abgeschlossen. Der Auftraggeber wurde über alle Funktionen der Anlage informiert. Alle von mir erstellten Daten

wurden für den Auftraggeber im Laufwerk der BBS2 Wolfsburg gespeichert. Nach Abarbeitung der Übergabecheckliste wurde dem Auftraggeber die Kostenabrechnung übergeben und er bestätigte die Übernahme durch seine Unterschrift.

4.6 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Projekt als erfolgreich betrachtet werden kann, da alle vom Auftraggeber gesteckten Ziele erreicht wurden.

Besonders hervorzuheben ist die Rolle der Multiplikation, die im Rahmen dieses Projekts eine wichtige Bedeutung hatte. Durch mein Projekt erhalten andere Ausbildungsklassen nun die Möglichkeit, ein vertieftes Verständnis für Energie- und Leistungsmessung zu entwickeln. Die übersichtliche Gestaltung der Dashboards ermöglicht zudem einen visuellen Bezug zu Verbrauchswerten, was eine gelungene Alternative zu reinen Zahlen darstellt.

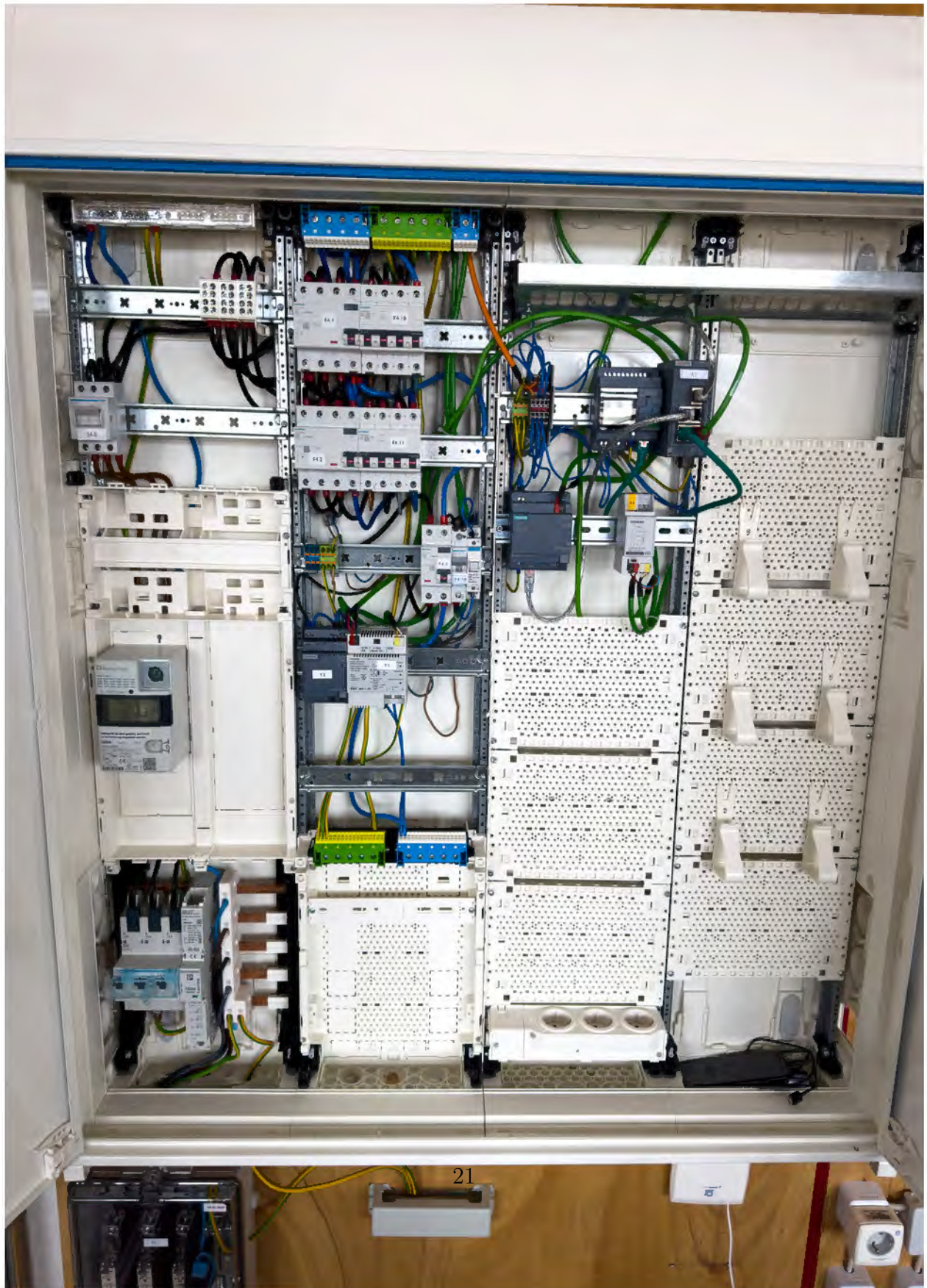
Abschließend möchte ich noch auf weitere Möglichkeiten hinweisen. Dieses Projekt könnte als Vorlage für ein größeres Vorhaben im Zusammenhang mit den Berufsbildenden Schulen 2 in Wolfsburg dienen. Durch die Integration weiterer Messgeräte könnten Verbrauchswerte in der Schule analysiert und ausgewertet werden. Dabei könnten einzelne Laborräume, Werkstätten oder Klassenräume sowie Zusammenhänge zu ganzen Etagen oder Gebäuden berücksichtigt werden.

Auf Basis dieser Daten könnten dann Optimierungsmaßnahmen geplant werden, um den Energieverbrauch der Schule zu optimieren, beispielsweise im Hinblick auf die Nutzung der Werkstätten.

5 Anhang

5.1 Bilderdokumentation

5.1.1 Anlage vorher



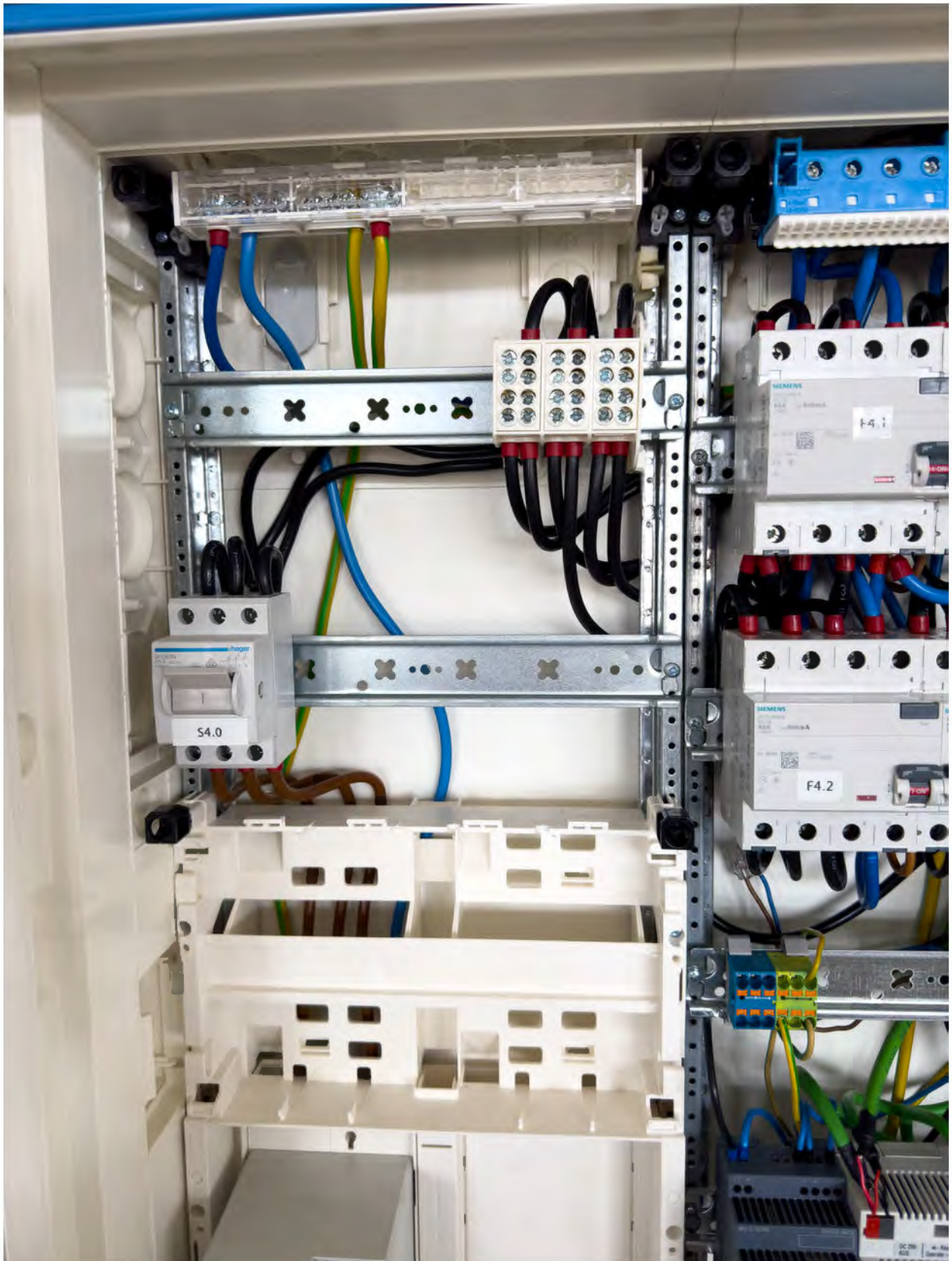


Abbildung 5.2: Hauptverteilung - Messgerät geplant

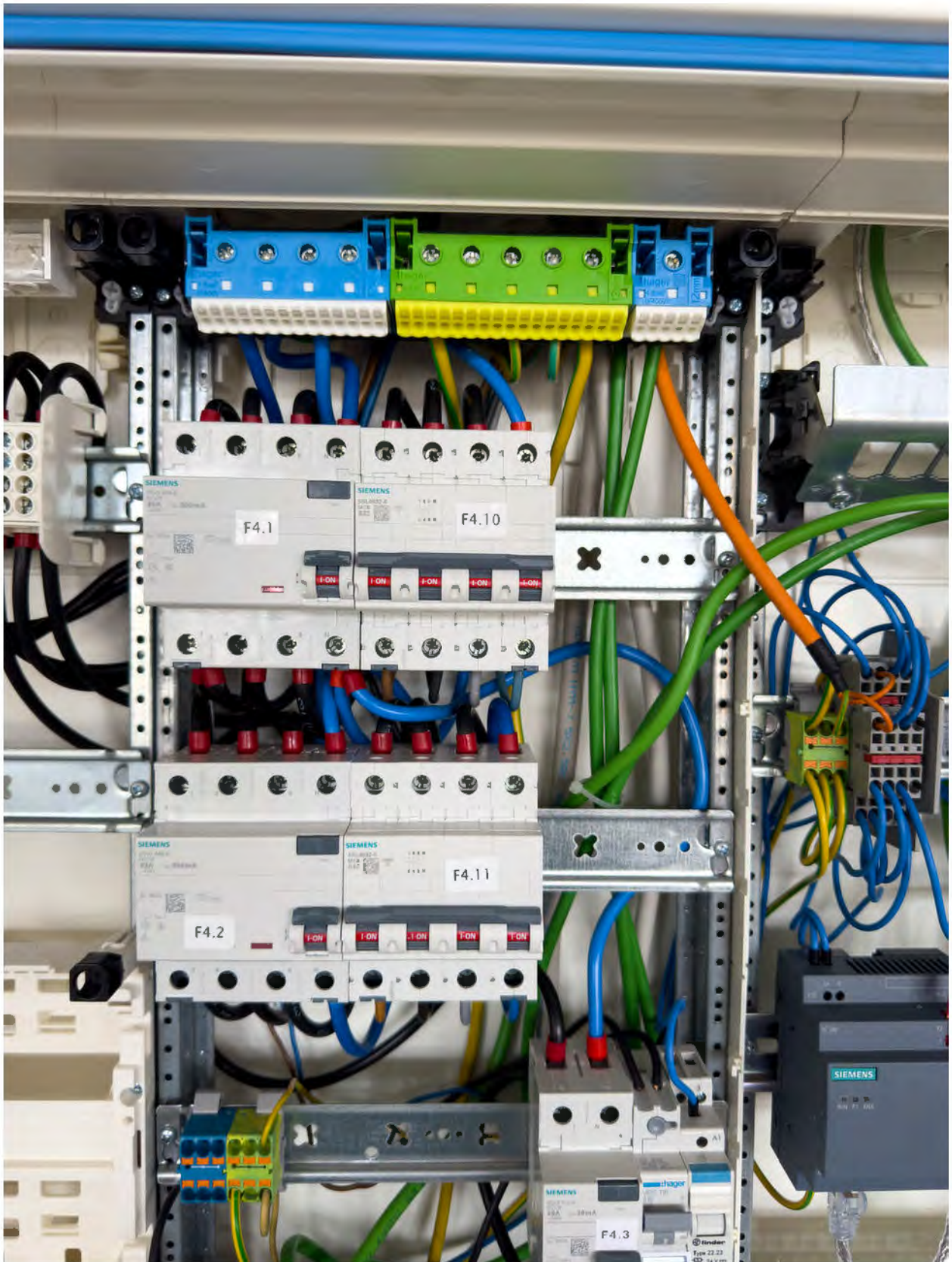


Abbildung 5.3: Hauptverteilung - Abzweigung zu UV's

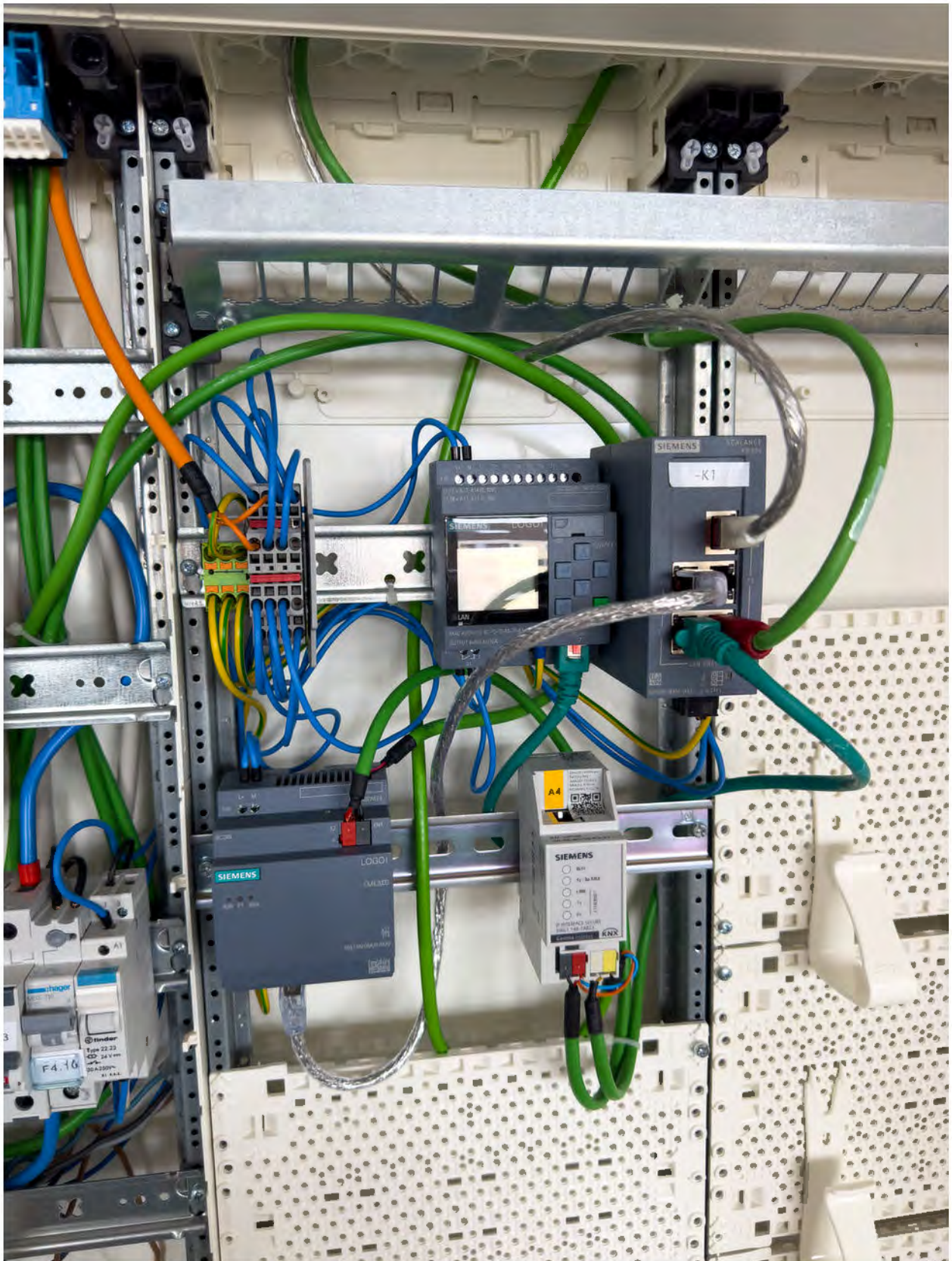


Abbildung 5.4: Hauptverteilung - 24 Volt-System

5.1.2 Netzwerkplan

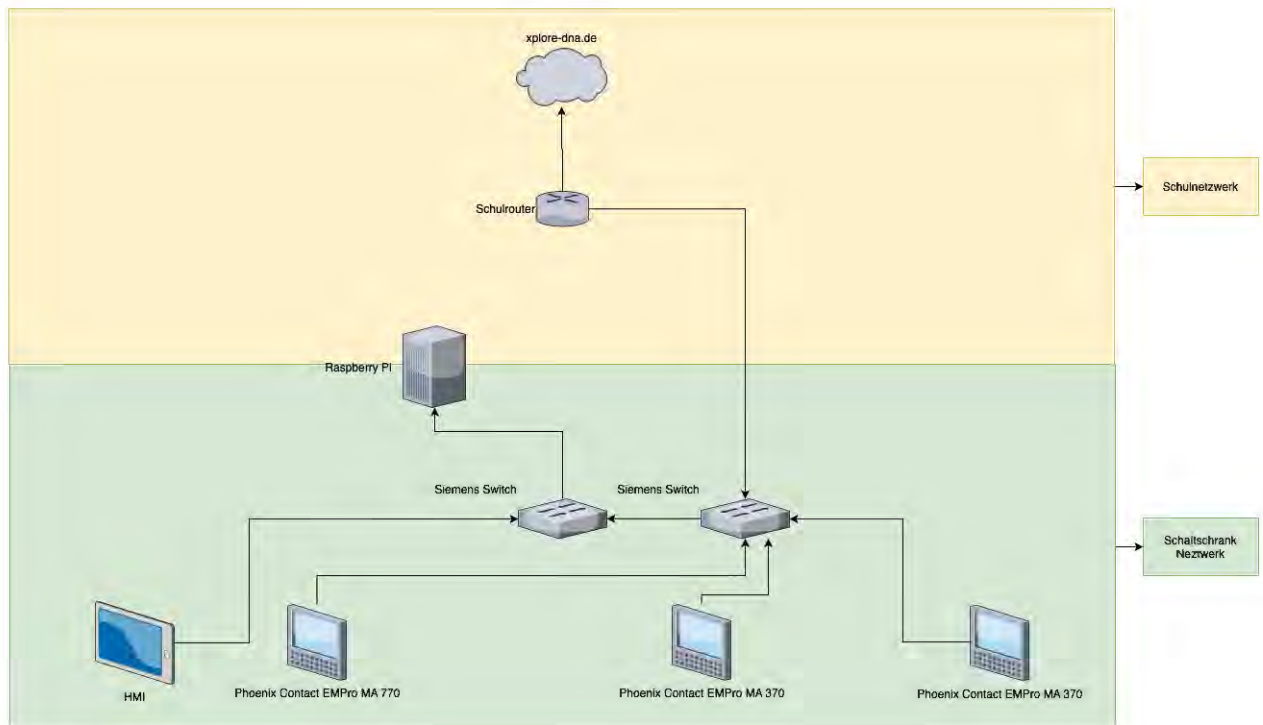


Abbildung 5.5: Netzwerkplan

5.1.3 InfluxDB

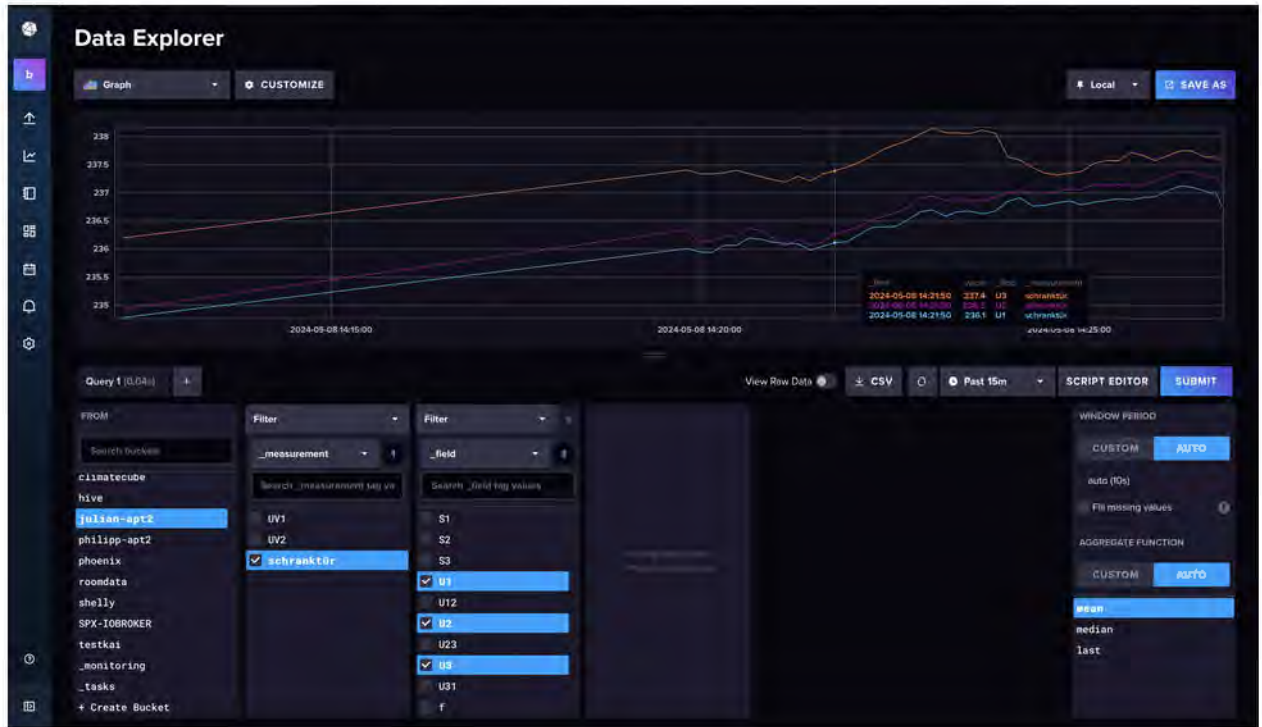


Abbildung 5.6: Influx DB - Messdaten

The screenshot displays the InfluxDB Query Builder interface. The main area shows a query editor with the following query:

```
1 from(bucket: "climatecube")
2   |> range(start: 0s, end: 15m)
3   |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "schranktür")
4   |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "U1")
5   |> aggregateWindow(every: 1m, windowPeriod: 5m, fillPolicy: "none")
6   |> aggregate(fn: mean)
```

The right sidebar shows a list of functions categorized into 'Transformations' and 'Mathematics'. The 'Transformations' list includes: aggregate.rate, chandelMomentumOscillator, columns, cov, covariance, cumulativeSum, date.hour, date.microsecond, date.millisecond, and date.minute. The 'Mathematics' list is currently empty.

Abbildung 5.7: Influx DB - Code für Grafana

5.1.4 Grafana

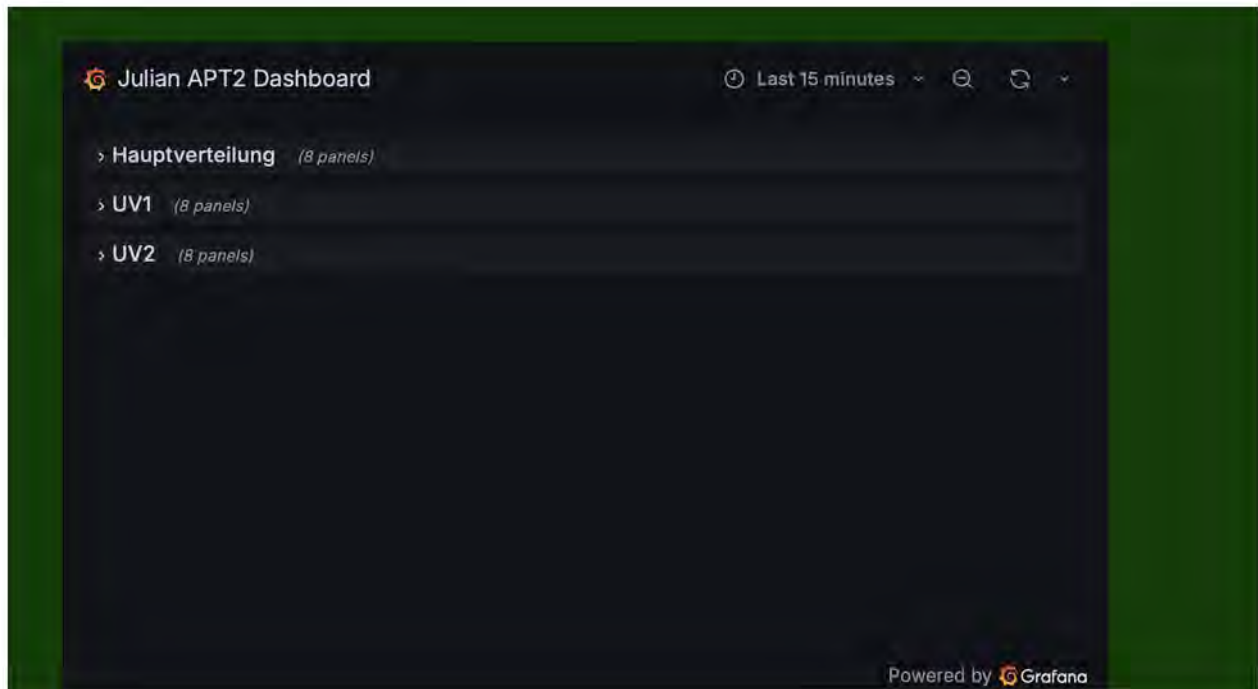


Abbildung 5.8: Grafana Verzweigung auf Website

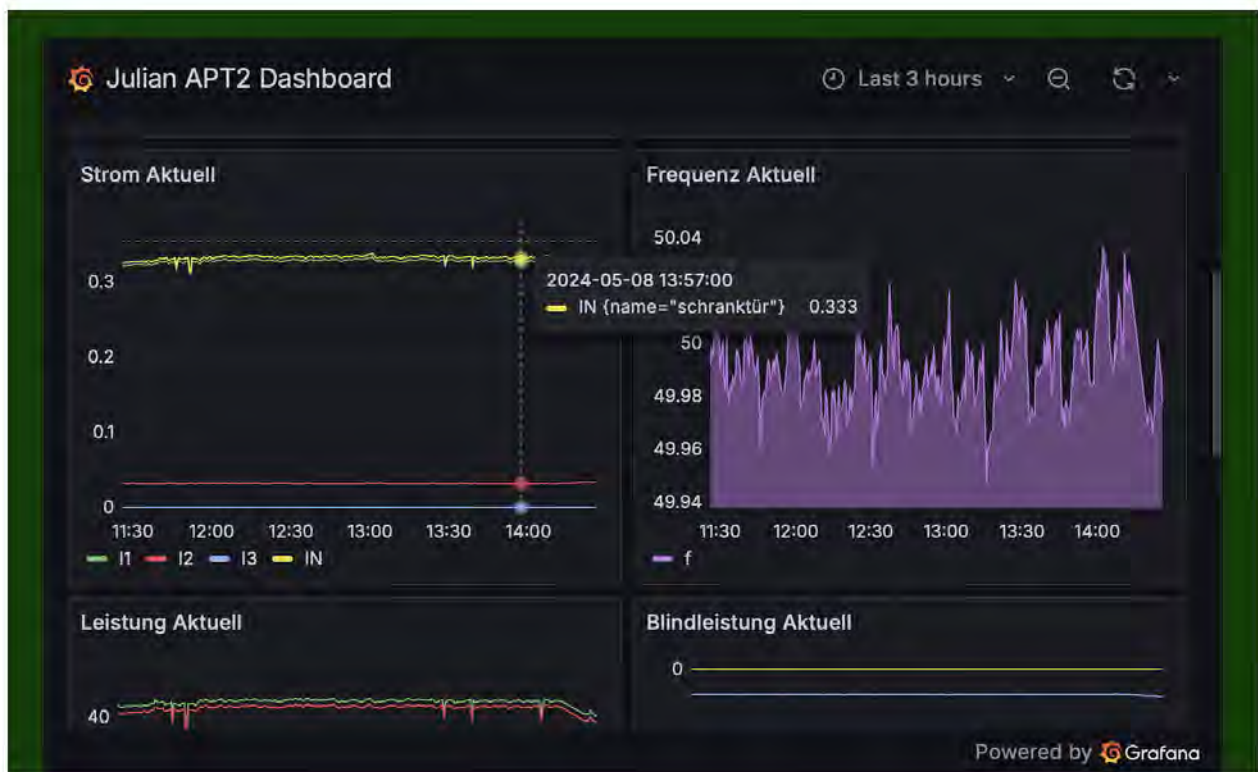


Abbildung 5.9: Messwerte Beispiele Grafana auf Website

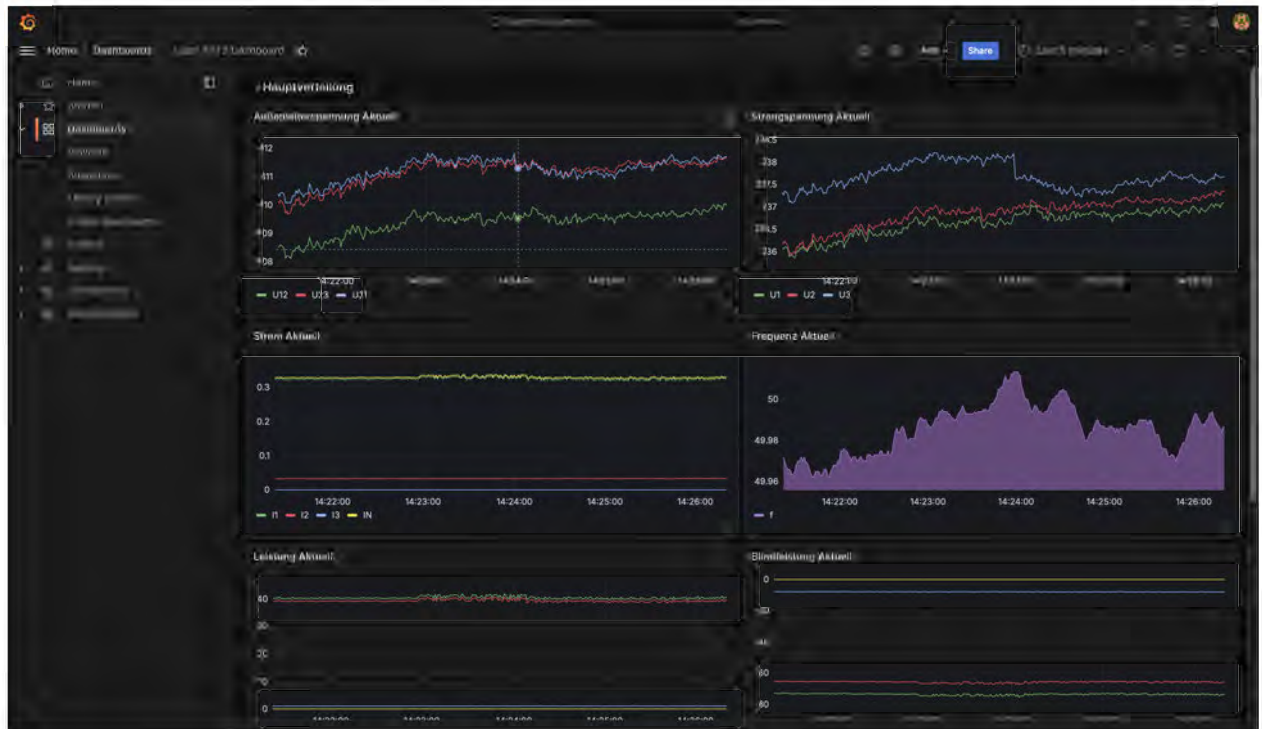


Abbildung 5.10: Grafana Messwerte im Diagramm

5.1.5 Node Red

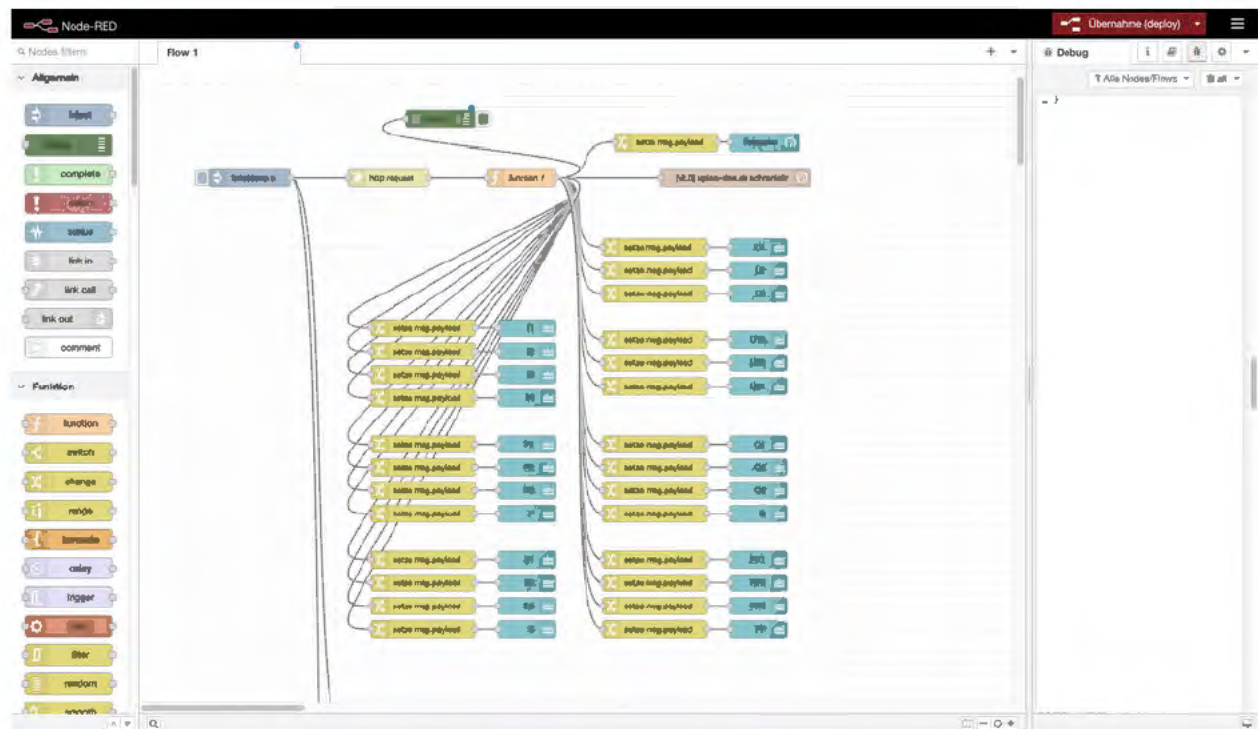


Abbildung 5.12: Node-Red-Messgerät 1

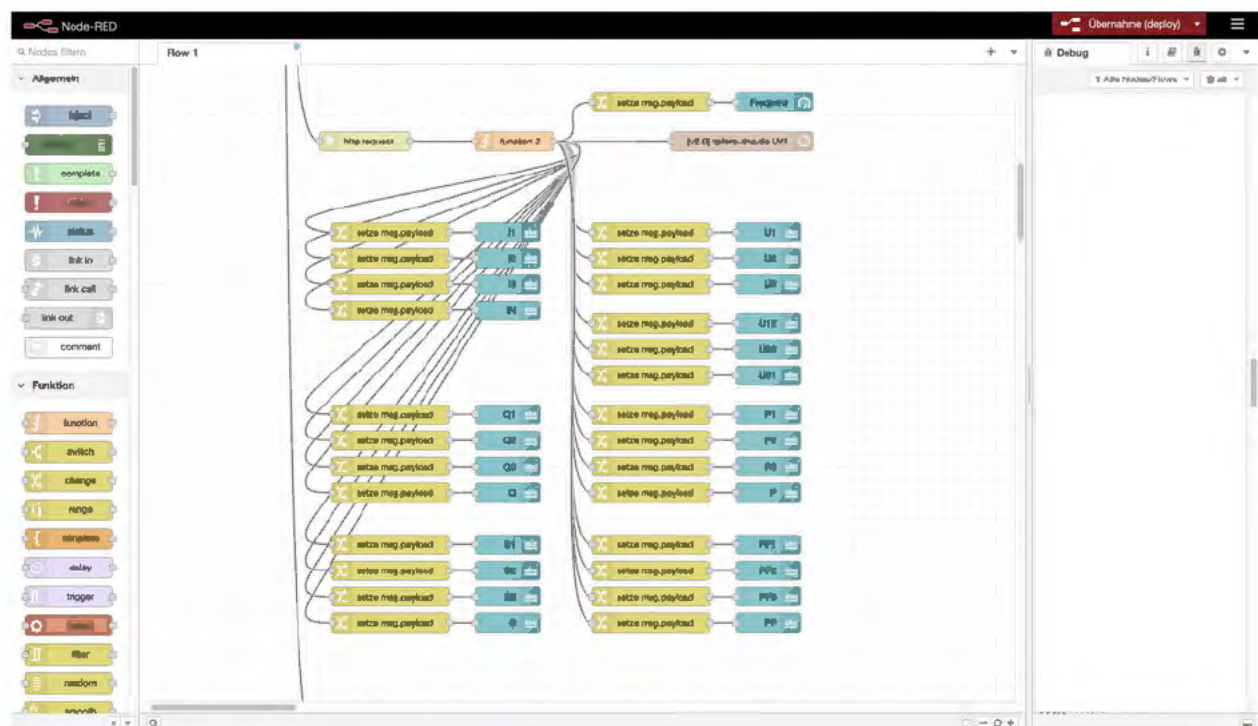


Abbildung 5.13: Node-Red-Messgerät 2

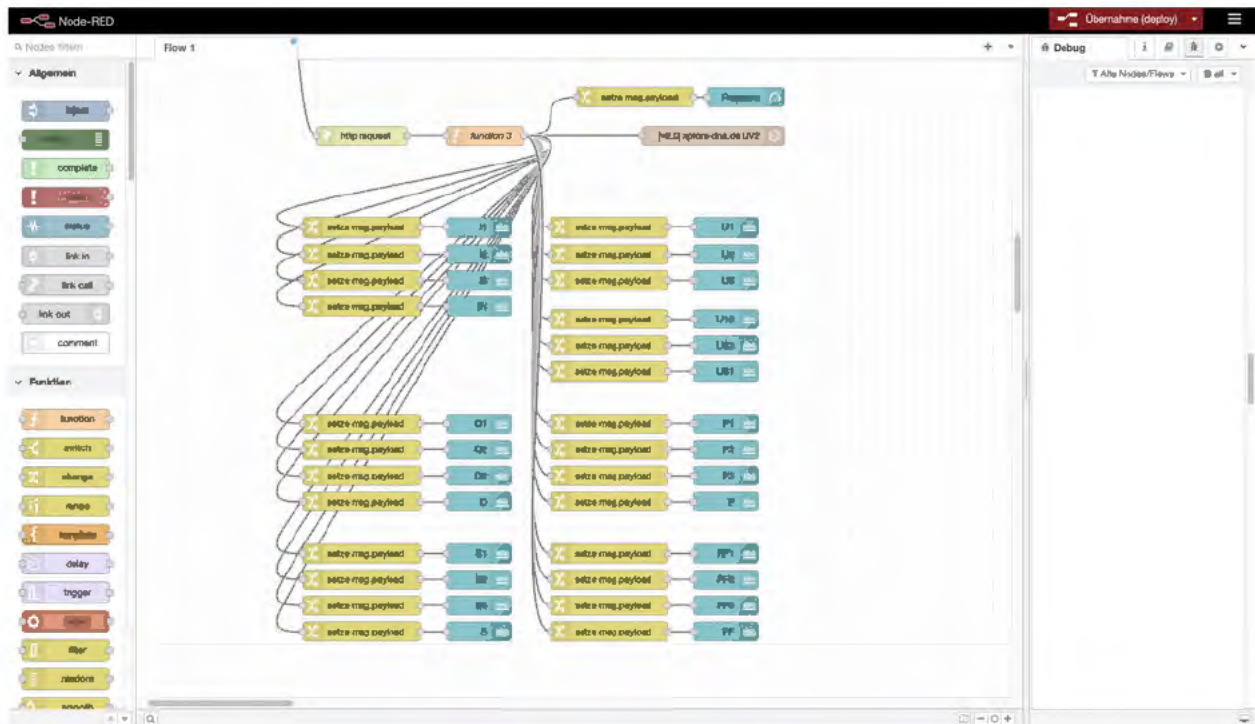


Abbildung 5.14: Node-Red-Messgerät 3

5.1.6 Dashboard und HMI-Display



Abbildung 5.15: Node-Red-Dashboard

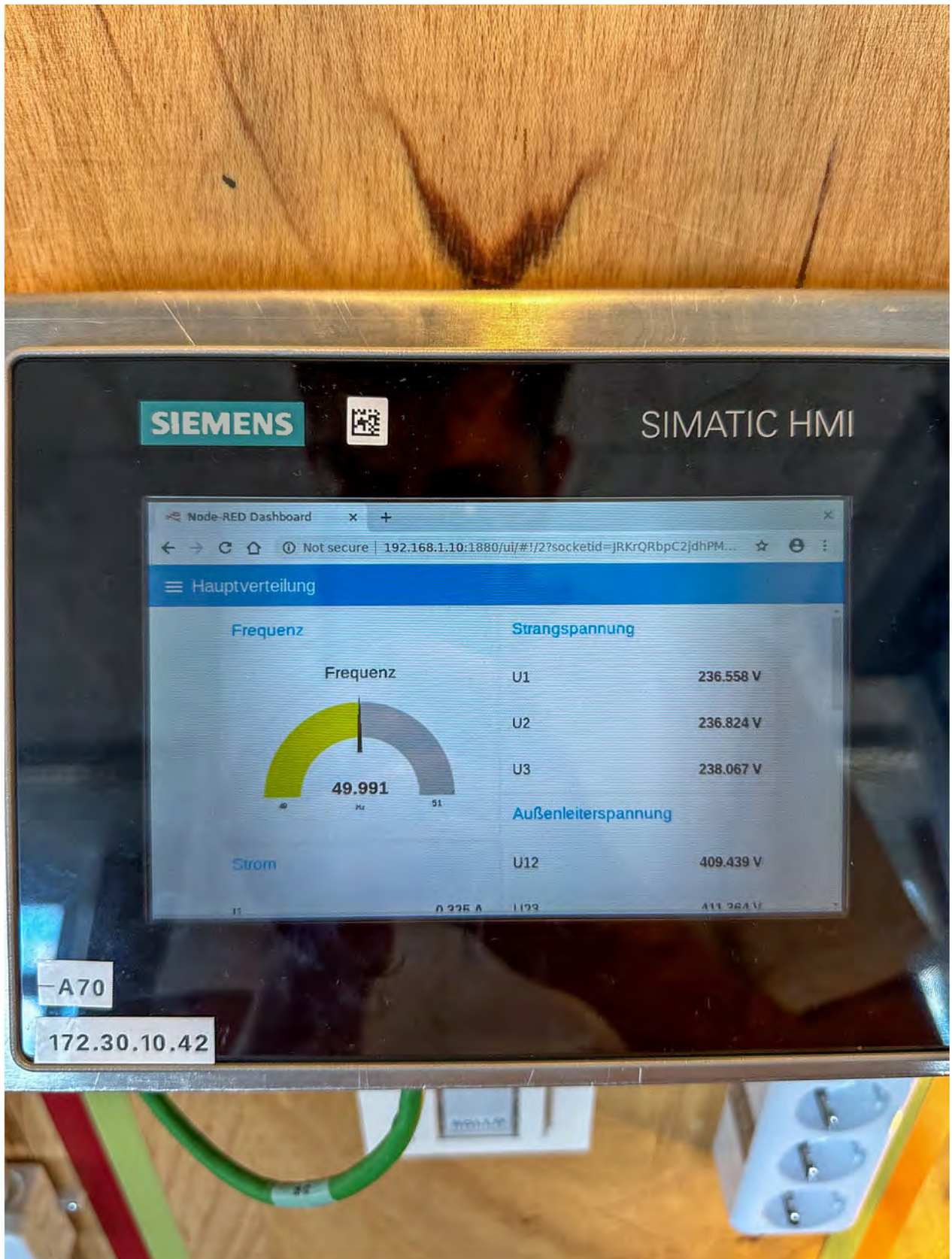


Abbildung 5.16: Node-Red-Dashboard auf HMI-Display

5.1.7 Anlage naher

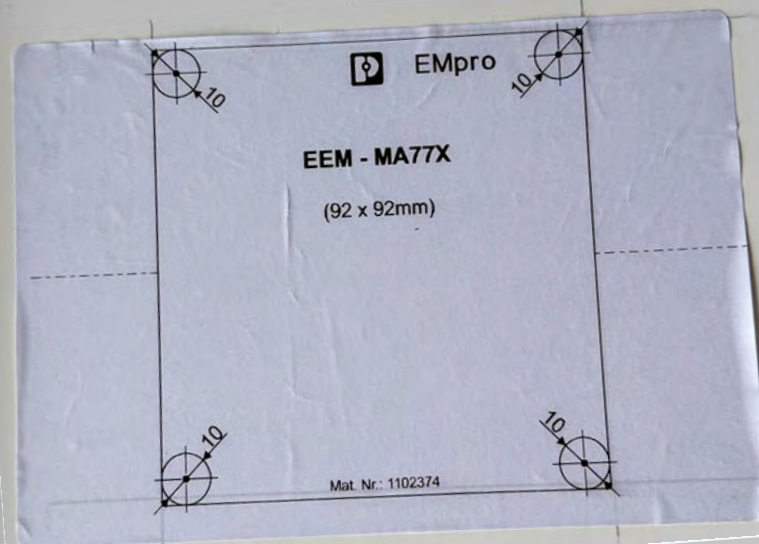




Abbildung 5.18: Messgerät in Tür

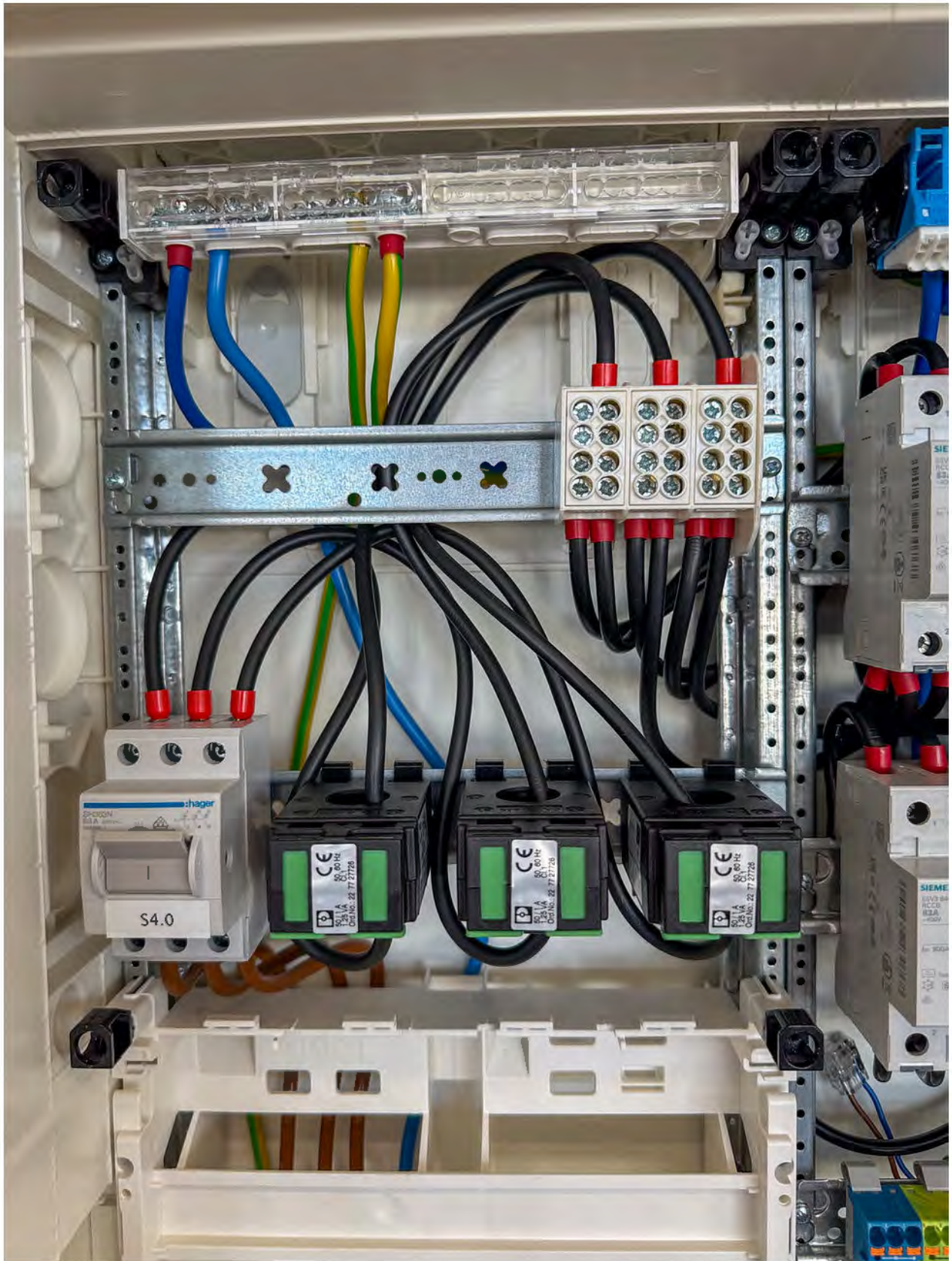


Abbildung 5.19: Einbau Stromwandler

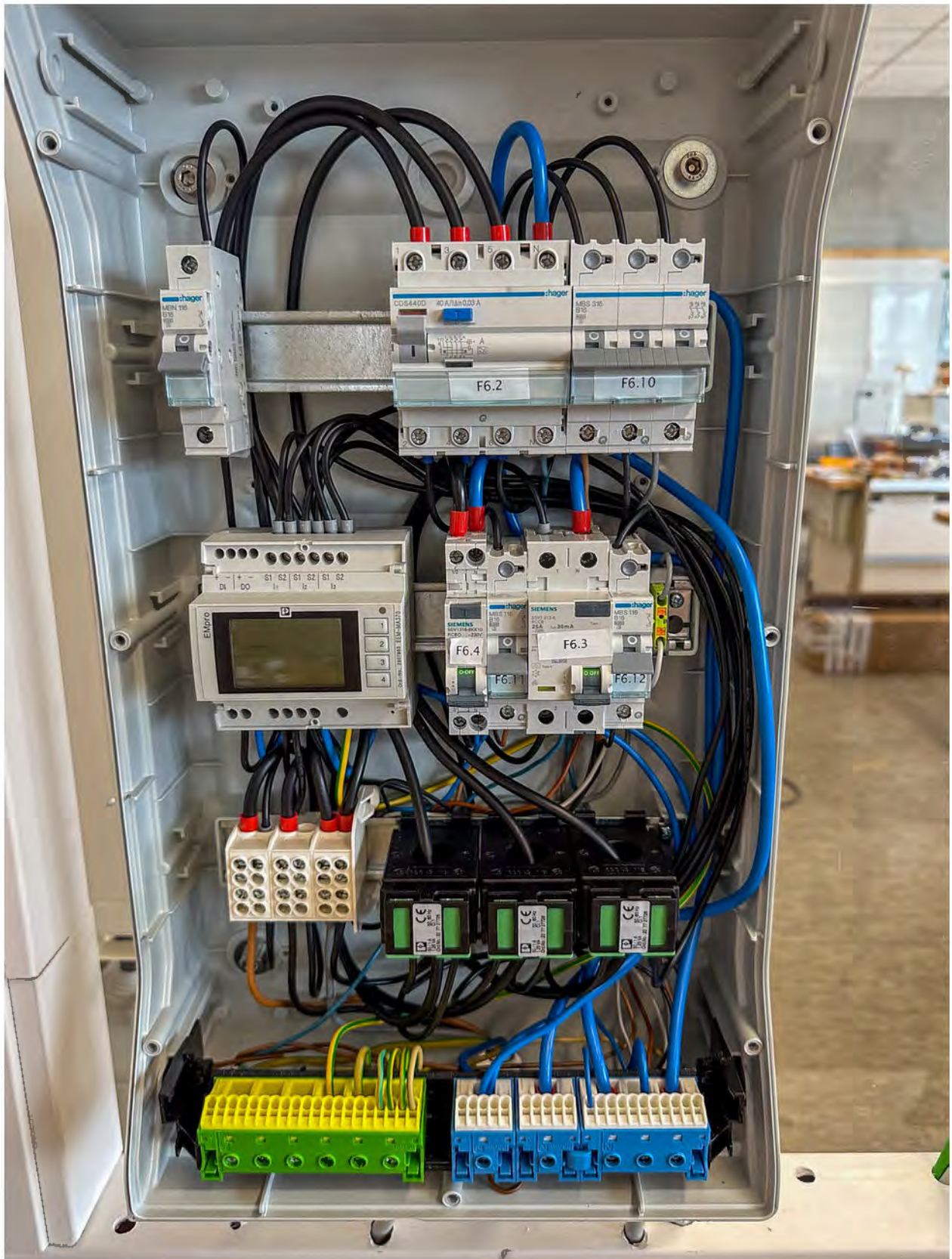


Abbildung 5.20: UV2 in Arbeit

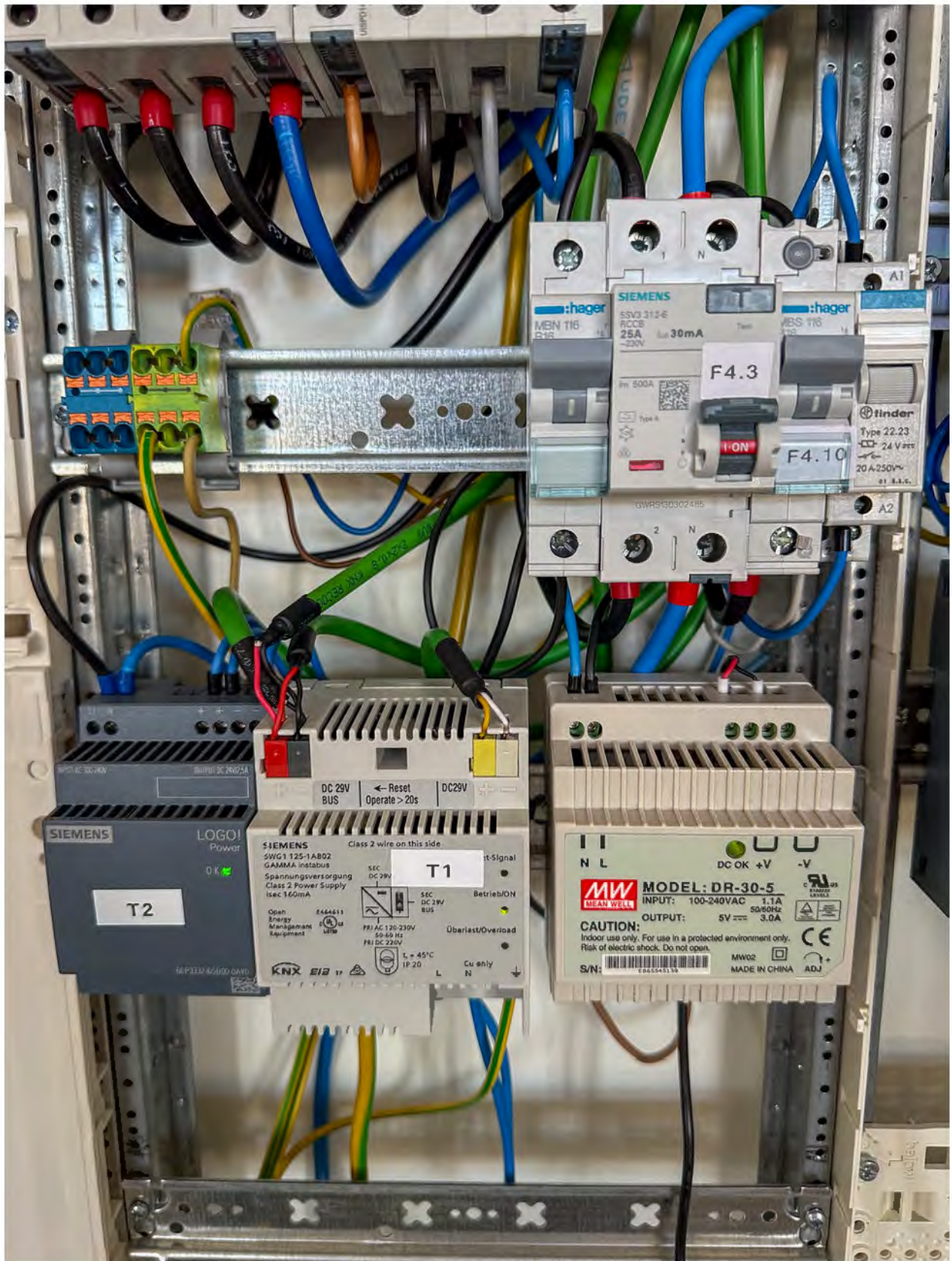


Abbildung 5.21: spannungsversorgung für Raspberry-Pi



Abbildung 5.22: Einbau Switches

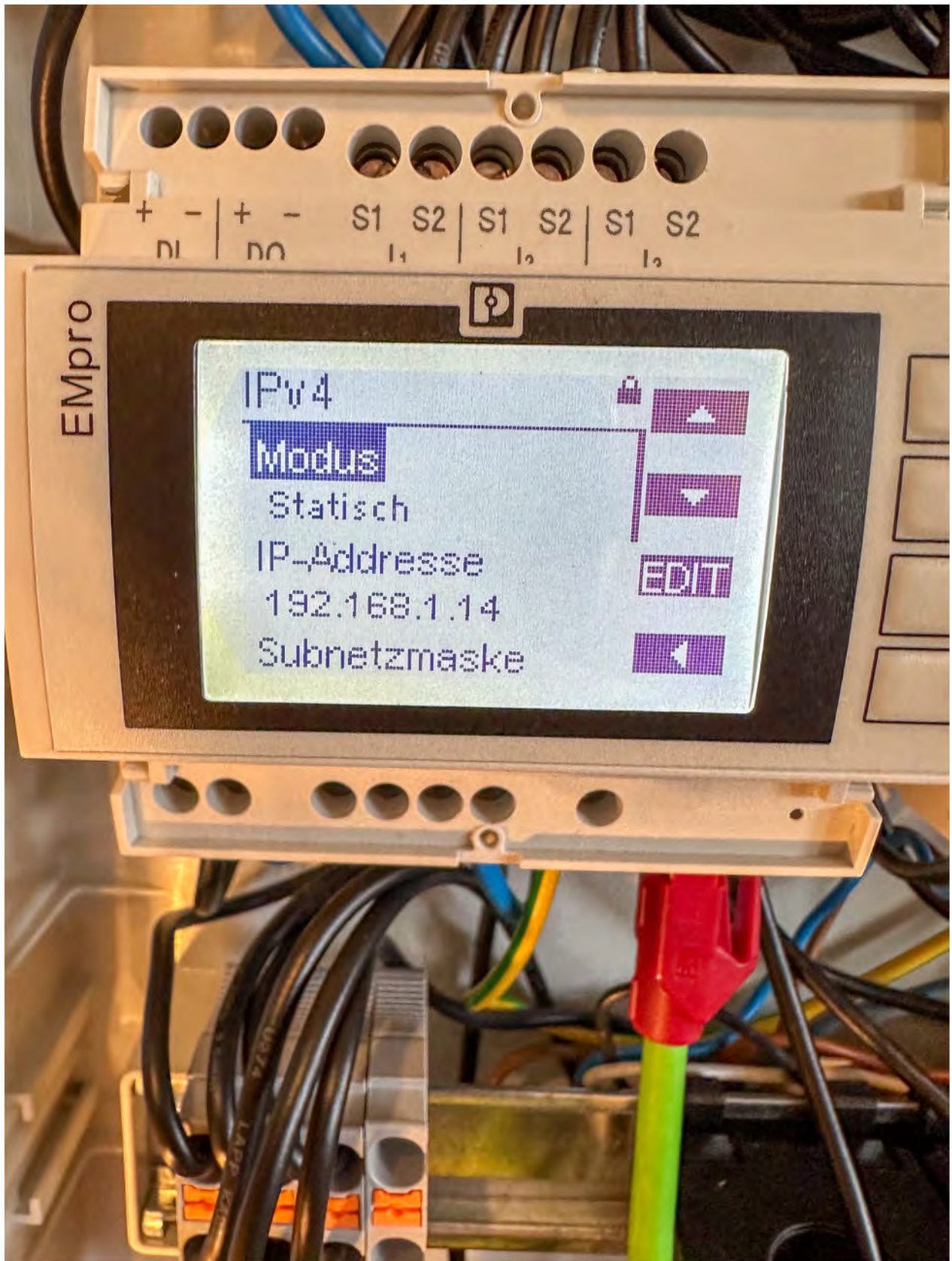


Abbildung 5.23: Einrichtung Messgerät



Abbildung 5.24: Messgerät Rückseite

5.2 Unterweisungen

Erstunterweisungen (E) / Wiederholungsunterweisungen (W) am Arbeitsplatz

Datum	E/W	Anlass*	Thema der Unterweisung (§ 12 ArbSchG; § 81 BetrVG)	Unterschrift Beschäftigter	Unterschrift Vorgesetzter
25.08.2021	E	1	FRH Allgemein	J. Knigge	
25.08.2021	E	1	Unterweisung gem. BVO 4/20	J. Knigge	
03.09.2021	E	1	Belehrung nach § 10 Mutterschutzgesetz	J. Knigge	
02.02.2022	E	2	Gefahren des elektrischen Stroms	J. Knigge	
02.02.2022	W	2	FRH Teil A	J. Knigge	
02.02.2022	W	2	Sonderunterweisung Covid-19 nach BVO 4/20	J. Knigge	
02.02.2022	E	2	S Sicherheitsregeln	J. Knigge	
14.02.2022	E	2	UVV Löten	J. Knigge	
19.07.2022	E	2	Unterweisung Bohrer- und Schleifmaschine	J. Knigge	
15.08.2022	E	2	Unterweisung Stichsäge	J. Knigge	
29.08.2022	E	2	Elektro UVV nach DLMV Vorschrift 3	J. Knigge	
12.09.2022	E	2	Unterweisung Datenschnitt	J. Knigge	
23.09.2022	E	2	Unterweisung Führerschein	J. Knigge	
06.10.2022	W	2	S Sicherheitsregeln	J. Knigge	
06.10.2022	W	2	Gefahren des elektrischen Stroms	J. Knigge	
12.07.23	W	2	FRH Allgemein	J. Knigge	
22.08.23	W	2	Allgemeine Unterweisung	J. Knigge	
22.08.23	E	2	elektrische Sicherheit APT 1	J. Knigge	
08.03.24	E	2	Leiterschleifen, Kettenschleifen und ungeschützter Kontakt	J. Knigge	

*Einstellung = 1 | Versetzung = 2 | Versetzung mit Entgeltveränderung = 3 | sonstige Veränderungen im Aufgaben- bzw. Arbeitsbereich = 4

5.3 Lastenheft

Lastenheft	Energie- und Leistungsmessung in Gebäuden/Produktionsanlagen	Datum: 17.04.2024 Version: 2.0
Auftraggeber	Stefan Manemann	
Projektleiter	Stefan Manemann	
Projektteam	Julian Knigge/Philipp Kühn	
Zeitplanung	Start: 17.04.24 Ende: 14.05.24	
Projektmotivation	In Zeiten von steigenden Energiepreisen und wachsenden Umweltbewusstsein ist die Erfassung von eingespeister und verbrauchter Energie wichtiger als je zuvor.	
Beschreibung des geplanten Projekts	• es müssen zwei Systeme zur Energie- und Leistungsmessung (Siemens und Phoenix) in eine bestehende Anlage installiert werden • die vorhandenen Schaltpläne werden erweitert • Wenn möglich, soll auf dieser Basis auch der Stromverbrauch der BBS II erfasst werden. • die erfassten Daten sollen lokal sowie global (webbasiert) abgerufen werden können • die Energie- Leistungserfassung werden für die einzelnen Energiemessgeräte separat dargestellt • lokal sollen die Daten über ein bereits installiertes Display angezeigt werden • global werden die Daten über eine webbasierte Oberfläche dargestellt • die webbasierte Darstellung der Daten erfolgt durch Charts und Zahlen • die Speicherung der Daten erfolgt durch eine Datenbank • die Anlage muss nach der Erweiterung erneut abgenommen werden	
Vorgaben	• es sollen zwei verschiedene Systeme zur Energie- und Leistungsmessung verwendet werden • jeder im Projektteam soll jeweils ein System installieren	
Beschreibung IST-Zustand	• eine bestehende Anlage mit Schaltplänen ist bereits vorhanden • bestehende Anlage ist eine Installationswand in Form eines Gebäudes mit verschiedenen Räumen für Unterrichtszwecke (EducationWall) • Anlage wurde abgenommen	
Anlagen	• Dokumentation der bestehenden Anlage	
Budget	• offen	
Termine	• Start: 17.04.24 Ende: 14.05.24	

INTERNAL

5.4 Verwendete Normen

Norm	Titel	Inhalt
DIN VDE 0100-410	Errichten von Niederspannungsanlagen – Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag	- Schutzmaßnahmen gegen den elektrischen Schlag sowie dazugehörige Anforderungen an den Basischutz und den Fehlerschutz - Zusätzliche Schutzmaßnahmen
DIN VDE 0100-520	Errichten von Niederspannungsanlagen – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen	- Verlegearten von Leitungen, Verwendung flexibler Leitungen - Auswahl der Leiter nach Umgebungseinflüssen und Schutz der Leiter gegen diese. Zum Beispiel Zugentlastung gegen mechanische Beanspruchung - Auswahl der geeigneten Leiterquerschnitte - Klemmenauswahl zur normgerechten Verbindung der Betriebsmittel
DIN VDE 0100-600	Errichtung von Niederspannungsanlagen – Prüfungen	- Anforderungen und Ablauf der Erstprüfung und der wiederkehrenden Prüfung von ortsfesten Niederspannungsanlagen - Erläuterung der Prüfschritte Besichtigen und Erproben und Messen sowie der zugehörigen Messungen: Durchgängigkeit der Leiter, Isolationsmessung, Messung der Fehlerschleifenimpedanz, Spannungspolarität, Prüfen von zusätzlichen Schutzeinrichtungen - Informative Anhänge (z.B. spezifischer Leiterwiderstand für Kupferleiter verschiedenen Querschnitts)
DIN VDE 0105-1	Betrieb von elektrischen Anlagen – Allgemeine Anforderungen	- Werkzeuge, Ausrüstungen, Schutz- und Hilfsmittel - Maßnahmen für den Notfall - Schaltpläne und Unterlagen - Arbeiten im spannungsfreien Zustand mit den fünf Sicherheitsregeln

DIN VDE 0113-1	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Allgemeine Anforderungen	- Identifizierung von Leitern durch deren Farbe - Warnschilder - Prüfungen (Durchgängigkeit, Isolation, Fehler-schleifenimpedanz sowie Rechenformel) - Festlegen der Anforderungen an die Ausrüstung von elektrischen Maschinen. Jede elektrische Ausrüstung ist gegen den elektrischen Schlag abzuschern.
DIN VDE 0413	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen	- Teil 2: Anforderungen an Messgeräte zur Messung des Isolationswiderstandes im spannungsfreien Zustand - Teil 3: Anforderungen an Messgeräte zur Messung der Fehlerschleifenimpedanz - Teil 6: Anforderungen an Messgeräte zur Prüfung von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD). Verweis auf DIN VDE 0664-101
DIN EN 60617-2	Graphische Symbole für Schaltpläne	Kumuliert die elektrischen Schaltzeichen zur Erstellung von Schaltplänen
DIN EN 81346	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte - Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung	Kennzeichnung von Betriebsmitteln durch Kennbuchstaben in Abhängigkeit ihrer spezifischen Aufgabe
ISO 25010	Qualitätskriterien von Software, IT-Systemen und Software-Engineering	Definition der externen und der internen Qualität eines Softwareproduktes im Hinblick auf Effektivität, Effizienz, Sicherheit, Zufriedenheit, Kontextabdeckung und Risikofreiheit

5.5 Datenblätter

5.5.1 Phoenix Contact EMPro MA770

EEM-MA770 - Messgerät

2907945

<https://www.phoenixcontact.com/de/produkte/2907945>

Bitte beachten Sie, dass die in diesem PDF-Dokument angezeigten Daten aus unserem Online-Katalog generiert wurden. Bitte finden Sie die vollständigen Daten in der Benutzer-Dokumentation. Es gelten unsere Allgemeinen Nutzungsbedingungen für Downloads.



Multifunktionales Energiemessgerät mit integrierter Modbus/TCP-Schnittstelle zur Messung elektrischer Parameter in Niederspannungsanlagen bis 690 V. (phoenixcontact.com/empro-help)

Kaufmännische Daten

Artikelnummer	2907945
Verpackungseinheit	1 Stück
Mindestbestellmenge	1 Stück
Verkaufsschlüssel	J1 - MSR-Technik
Produktschlüssel	CK4C21
Katalogseite	Seite 202 (C-5-2019)
GTIN	4055626260389
Gewicht pro Stück (inklusive Verpackung)	536,5 g
Gewicht pro Stück (exklusive Verpackung)	522,3 g
Zolltarifnummer	90303100
Ursprungsland	DE

Technische Daten

Artikeleigenschaften

Produkttyp	Energiemessgerät
Produktfamilie	EMpro

Elektrische Eigenschaften

Maximale Verlustleistung bei Nennbedingung	10 VA
Netzart	3-phasig (3- oder 4-Leiter), 2-phasig (2-Leiter) und 1-phasig (1-Leiter)

Galvanische Trennung

Prüfspannung	4 kV AC (50 Hz, 60 s)
Verschmutzungsgrad	2

Galvanische Trennung Gehäuse gegen alle Potenziale IEC 61010-1

Normen/Bestimmungen	IEC 61010-1
Überspannungskategorie	III (300 V AC) II (600 V AC)
Isolierung	verstärkte Isolierung

Galvanische Trennung Versorgung gegen alle anderen Potenziale IEC 61010-1

Normen/Bestimmungen	IEC 61010-1
Überspannungskategorie	III (300 V AC) II (600 V AC)
Isolierung	verstärkte Isolierung

Galvanische Trennung Spannungsmesseingang gegen alle anderen Potenziale IEC 61010-1

Normen/Bestimmungen	IEC 61010-1
Messkategorie	III (300 V AC) II (600 V AC)
Isolierung	verstärkte Isolierung

Galvanische Trennung Strommesseingang gegen alle anderen Potenziale

Isolierung	Funktionsisolierung
------------	---------------------

Galvanische Trennung Digitale I/Os

Isolierung	Funktionsisolierung
------------	---------------------

Galvanische Trennung Kommunikationsschnittstelle

Isolierung	Funktionsisolierung
------------	---------------------

Versorgung

Versorgungsspannungsbereich	100 V AC ... 400 V AC (± 20 %) 150 V DC ... 250 V DC (± 20 %)
Leistungsaufnahme	≤ 4 W
Nennfrequenz	50 Hz ... 60 Hz (AC Sinus)

Eingangsdaten

Allgemein

Messprinzip	Echt-Effektivwertmessung (TRMS)
Messgröße	AC Sinus (50 Hz/60 Hz)
Erfassung von Oberschwingungen	bis zur 63. Harmonischen
Beschreibung des Eingangs	Digitaler Eingang nach IEC/EN 61131-2 (Typ 3)
Anzahl	1
Eingangssignal Spannung	24 V DC 0 V DC ... 30 V DC
Eingangssignal Strom	2 mA ... 15 mA
Absicherung	250 mA (flink)

Messen: Spannung

Benennung Eingang	Spannungsmesseingang V1, V2, V3
Eingangsspannungsbereich direkt	35 V AC ... 690 V AC (Phase/Phase) 20 V AC ... 400 V AC (Phase/Neutralleiter)
Eingangsspannungsbereich über externe Wandler	60 V AC ... 2000000 V AC (primär) 60 V AC ... 400 V AC (sekundär)
Überspannungsbelastbarkeit	760 V AC (Phase/Phase)
Genauigkeit	0,2 %
Leistungsaufnahme	< 2 VA

Messen: Strom

Benennung Eingang	Strommessung I1, I2, I3
Eingangsstrom	1 A (sekundär) 5 A (sekundär)
Messbereich	1 A ... 20000 A (primär)
Überstrombelastbarkeit	6 A (I_{max})
Ansprechschwelle vom Messbereichsnennwert	10 mA (1 A) 50 mA (5 A)
Genauigkeit	0,2 %
Stromüberlast	50 A für 1 s
Leistungsaufnahme	< 0,5 VA

Messen: Leistung

Genauigkeit	0,5 %
Wirkenergie (IEC 62053-22)	Klasse 0,5 S
Blindenergie (IEC 62053-23)	Klasse 2
ANSI C12.20	Klasse 0,5 S

Ausgangsdaten

Beschreibung des Ausgangs	Digitaler Ausgang nach IEC/EN 61131-2 (Typ 3)
Anzahl	1
Ausgangssignal Strom	≤ 100 mA

Ausgangssignal Spannung	24 V DC
Absicherung	250 mA (flink)

Anschlussdaten

Strom / Spannung / Versorgung

Anschlussart	Schraubanschluss
Abisolierlänge	8 mm
Schraubengewinde	M3
Leiterquerschnitt starr	0,2 mm² ... 6 mm²
Leiterquerschnitt flexibel	0,2 mm² ... 4 mm²
Leiterquerschnitt AWG	24 ... 10
Anzugsdrehmoment	0,5 Nm ... 0,6 Nm

Digitale I/O / Kommunikation

Anschlussart	Schraubanschluss
Abisolierlänge	7 mm
Schraubengewinde	M3
Leiterquerschnitt starr	0,14 mm² ... 2,5 mm²
Leiterquerschnitt flexibel	0,14 mm² ... 1,5 mm²
Leiterquerschnitt AWG	26 ... 14
Anzugsdrehmoment	0,5 Nm ... 0,6 Nm

Schnittstellen

Daten: Netzwerk-Schnittstelle

Kommunikationsprotokoll	Modbus/TCP
	REST
Anschlussart	RJ45

Maße

Breite	96 mm
Höhe	96 mm
Tiefe	58 mm

Materialangaben

Farbe	grau (RAL 7042)
-------	-----------------

Umwelt- und Lebensdauerbedingungen

Umgebungsbedingungen

Schutzart (Gehäuse)	IP20 (Gehäuse)
Schutzart (Display)	IP54 (Display (+ EEM-MA-IP))
Umgebungstemperatur (Betrieb)	-25 °C ... 70 °C
Umgebungstemperatur (Lagerung/Transport)	-30 °C ... 80 °C
Höhenlage	≤ 2000 m
Max. zul. Luftfeuchtigkeit (Betrieb)	≤ 95 % (nicht kondensierend)

5.5.2 Phoenix Contact EMPro MA370

EEM-MA370 - Messgerät

2907983

<https://www.phoenixcontact.com/de/produkte/2907983>

Bitte beachten Sie, dass die in diesem PDF-Dokument angezeigten Daten aus unserem Online-Katalog generiert wurden. Bitte finden Sie die vollständigen Daten in der Benutzer-Dokumentation. Es gelten unsere Allgemeinen Nutzungsbedingungen für Downloads.



Multifunktionales Energiemessgerät mit integrierter Modbus/TCP-Schnittstelle zur Messung elektrischer Parameter in Niederspannungsanlagen bis 690 V. (phoenixcontact.com/empro-help)

Kaufmännische Daten

Artikelnummer	2907983
Verpackungseinheit	1 Stück
Mindestbestellmenge	1 Stück
Verkaufsschlüssel	J1 - MSR-Technik
Produktschlüssel	CK4C21
Katalogseite	Seite 203 (C-5-2019)
GTIN	4055626260532
Gewicht pro Stück (inklusive Verpackung)	328,8 g
Gewicht pro Stück (exklusive Verpackung)	260 g
Zolltarifnummer	90303100
Ursprungsland	DE

Technische Daten

Artikeleigenschaften

Produkttyp	Energiemessgerät
Produktfamilie	EMpro

Elektrische Eigenschaften

Maximale Verlustleistung bei Nennbedingung	10 VA
Netzart	3-phasig (3- oder 4-Leiter), 2-phasig (2-Leiter) und 1-phasig (1-Leiter)

Galvanische Trennung

Prüfspannung	4 kV AC (50 Hz, 60 s)
Verschmutzungsgrad	2

Galvanische Trennung Gehäuse gegen alle Potenziale IEC 61010-1

Normen/Bestimmungen	IEC 61010-1
Überspannungskategorie	III (300 V AC) II (600 V AC)
Isolierung	verstärkte Isolierung

Galvanische Trennung Versorgung gegen alle anderen Potenziale IEC 61010-1

Normen/Bestimmungen	IEC 61010-1
Überspannungskategorie	III (300 V AC) II (600 V AC)
Isolierung	verstärkte Isolierung

Galvanische Trennung Spannungsmesseingang gegen alle anderen Potenziale IEC 61010-1

Normen/Bestimmungen	IEC 61010-1
Messkategorie	III (300 V AC) II (600 V AC)
Isolierung	verstärkte Isolierung

Galvanische Trennung Strommesseingang gegen alle anderen Potenziale

Isolierung	Funktionsisolierung
------------	---------------------

Galvanische Trennung Digitale I/Os

Isolierung	Funktionsisolierung
------------	---------------------

Galvanische Trennung Kommunikationsschnittstelle

Isolierung	Funktionsisolierung
------------	---------------------

Versorgung

Versorgungsspannungsbereich	100 V AC ... 230 V AC (± 20 %)
	150 V DC ... 250 V DC (± 20 %)
Leistungsaufnahme	≤ 4 W
Nennfrequenz	50 Hz ... 60 Hz (AC Sinus)

Eingangsdaten

Allgemein

Messprinzip	Echt-Effektivwertmessung (TRMS)
Messgröße	AC Sinus (50 Hz/60 Hz)
Erfassung von Oberschwingungen	bis zur 63. Harmonischen
Beschreibung des Eingangs	Digitaler Eingang nach IEC/EN 61131-2 (Typ 3)
Anzahl	1
Eingangssignal Spannung	24 V DC 0 V DC ... 30 V DC
Eingangssignal Strom	2 mA ... 15 mA
Absicherung	250 mA (flink)

Messen: Spannung

Benennung Eingang	Spannungsmesseingang V1, V2, V3
Eingangsspannungsbereich direkt	35 V AC ... 690 V AC (Phase/Phase) 20 V AC ... 400 V AC (Phase/Neutralleiter)
Eingangsspannungsbereich über externe Wandler	60 V AC ... 2000000 V AC (primär) 60 V AC ... 400 V AC (sekundär)
Überspannungsbelastbarkeit	760 V AC (Phase/Phase)
Genauigkeit	0,2 %
Leistungsaufnahme	< 2 VA

Messen: Strom

Benennung Eingang	Strommessung I1, I2, I3
Eingangsstrom	1 A (sekundär) 5 A (sekundär)
Messbereich	1 A ... 20000 A (primär)
Überstrombelastbarkeit	6 A (I_{max})
Ansprechschwelle vom Messbereichsnennwert	10 mA (1 A) 50 mA (5 A)
Genauigkeit	0,2 %
Stromüberlast	50 A für 1 s
Leistungsaufnahme	< 0,5 VA

Messen: Leistung

Genauigkeit	0,5 %
Wirkenergie (IEC 62053-22)	Klasse 0,5 S
Blindenergie (IEC 62053-23)	Klasse 2
ANSI C12.20	Klasse 0,5 S

Ausgangsdaten

Beschreibung des Ausgangs	Digitaler Ausgang nach IEC/EN 61131-2 (Typ 3)
Anzahl	1
Ausgangssignal Strom	≤ 100 mA

Ausgangssignal Spannung	24 V DC
Absicherung	250 mA (flink)

Anschlussdaten

Strom / Spannung / Versorgung

Anschlussart	Schraubanschluss
Abisolierlänge	8 mm
Schraubengewinde	M3
Leiterquerschnitt starr	0,2 mm² ... 6 mm²
Leiterquerschnitt flexibel	0,2 mm² ... 4 mm²
Leiterquerschnitt AWG	24 ... 10
Anzugsdrehmoment	0,5 Nm ... 0,6 Nm

Digitale I/O / Kommunikation

Anschlussart	Schraubanschluss
Abisolierlänge	7 mm
Schraubengewinde	M3
Leiterquerschnitt starr	0,14 mm² ... 2,5 mm²
Leiterquerschnitt flexibel	0,14 mm² ... 1,5 mm²
Leiterquerschnitt AWG	26 ... 14
Anzugsdrehmoment	0,5 Nm ... 0,6 Nm

Schnittstellen

Daten: Netzwerk-Schnittstelle

Kommunikationsprotokoll	Modbus/TCP
	REST
Anschlussart	RJ45

Maße

Breite	90 mm
Höhe	90 mm
Tiefe	71,9 mm

Materialangaben

Farbe	grau (RAL 7042)
-------	-----------------

Umwelt- und Lebensdauerbedingungen

Umgebungsbedingungen

Schutzart (Gehäuse)	IP20 (Gehäuse)
Schutzart (Display)	IP40 (Display)
Umgebungstemperatur (Betrieb)	-25 °C ... 70 °C
Umgebungstemperatur (Lagerung/Transport)	-30 °C ... 80 °C
Höhenlage	≤ 2000 m
Max. zul. Luftfeuchtigkeit (Betrieb)	≤ 95 % (nicht kondensierend)

5.5.3 Phoenix Contact Stromwandler PACT MCR-V1-21-44

PACT MCR-V1-21-44 - Stromwandler

2277268/IP00500/IS01/C10/P125

<https://www.phoenixcontact.com/de/produkte/2277268?orderkey=Mjl3NzI2OC9JUDAwNTAwL0lTMDEvQzEwL1AxMjU>



Bitte beachten Sie, dass die in diesem PDF-Dokument angezeigten Daten aus unserem Online-Katalog generiert wurden. Bitte finden Sie die vollständigen Daten in der Benutzer-Dokumentation. Es gelten unsere Allgemeinen Nutzungsbedingungen für Downloads.



Rohrstabstromwandler, Primärstrom wählbar von 50...500 A AC; Sekundärstrom wählbar 1 A AC oder 5 A AC; Genauigkeitsklasse wählbar 0,5 oder 1; Bemessungsleistung wählbar

Kaufmännische Daten

Artikelnummer	2277268/IP00500/IS01/C10/P125
Verpackungseinheit	1 Stück
Mindestbestellmenge	1 Stück
Hinweis	Auftragsgebundene Fertigung (keine Rücknahme)
Verkaufsschlüssel	J1 - MSR-Technik
Produktschlüssel	CK4A11
Katalogseite	Seite 211 (C-5-2019)
Gewicht pro Stück (inklusive Verpackung)	219,8 g
Gewicht pro Stück (exklusive Verpackung)	207,3 g
Zolltarifnummer	85043129
Ursprungsland	DE

PACT MCR-V1-21-44 - Stromwandler



2277268/IP00500/IS01/C10/P125

<https://www.phoenixcontact.com/de/produkte/2277268?orderkey=Mjl3Nzl2OC9JUDAwNTAwL0lTMDEvQzEwL1AxMjU>

Technische Daten

Artikeleigenschaften

Produkttyp	Stromwandler
------------	--------------

Elektrische Eigenschaften

Bemessungsisolationsspannung	1 kV (Phase/Neutraleiter)
------------------------------	---------------------------

Allgemein

Eichfähig	nein
Wandlertyp	Rohrstab-Stromwandler

Eingangsdaten

Stromwandler

Bemessungsleistung	1,25 VA
	1,5 VA
	2 VA
	2,5 VA
	3,75 VA
	5 VA
	7,5 VA
	10 VA
Thermischer Bemessungskurzzeitstrom	$I_{th} = 60 * I_n$
Thermischer Bemessungsdauerstrom	$I_d = 1,2 * I_n$
Bemessungsstoßstrom	$I_{dyn} = 2,5 * I_{th}$
Bemessungsfrequenz f_n	50 Hz
	60 Hz
Primärer Bemessungsstrom I_{pn}	0 A AC ... 50 A AC
	0 A AC ... 75 A AC
	0 A AC ... 100 A AC
	0 A AC ... 125 A AC
	0 A AC ... 150 A AC
	0 A AC ... 200 A AC
	0 A AC ... 250 A AC
	0 A AC ... 300 A AC
	0 A AC ... 400 A AC
Primärer Bemessungsstrombereich	1 A AC ... 4000 A AC (typabhängig)
Eichfähig	nein
Wandlertyp	Rohrstab-Stromwandler

Ausgangsdaten

Signal

Benennung	Stromausgang
-----------	--------------

PACT MCR-V1-21-44 - Stromwandler



2277268/IP00500/IS01/C10/P125

<https://www.phoenixcontact.com/de/produkte/2277268?orderkey=Mjl3Nzl2OC9JUDAwNTAwL0lTMDEvQzEwL1AxMjU>

Sekundärer Bemessungsstrom I_{sn}	1 A AC (typabhängig)
	5 A AC (typabhängig)
Überstrom-Begrenzungsfaktor	FS 5
Genauigkeitsklasse	0,5 (typabhängig)
	1 (typabhängig)

Anschlussdaten

Anschlussart	Schraubanschluss
Leiterquerschnitt flexibel	2x 2,5 mm ² ... 4 mm ² (Sekundärklemmen)

Maße

Artikelabmessungen

Breite	30 mm
Höhe	66 mm
Tiefe	44 mm

Artikelabmessungen bei alternativer Montage

Breite	44 mm
Höhe	66 mm
Tiefe	30 mm

Rundleiter

Durchmesser	21 mm
-------------	-------

Materialangaben

Farbe	schwarz (RAL 9005)
Material Gehäuse	PA 6.6

Umwelt- und Lebensdauerbedingungen

Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur (Betrieb)	-25 °C ... 40 °C
Umgebungstemperatur (Lagerung/Transport)	-25 °C ... 40 °C
Höhenlage	≤ 1000 m
Zulässige Luftfeuchtigkeit (Betrieb)	Einsatz nur in Innenräumen, keine Betauung

Zulassungen

CE

Zertifikat	CE-konform
------------	------------

UKCA

Zertifikat	UKCA-konform
------------	--------------

UL, USA / Kanada

Kennzeichnung	XODW8.E323953
---------------	---------------

PACT MCR-V1-21-44 - Stromwandler



2277268/IP00500/IS01/C10/P125

<https://www.phoenixcontact.com/de/produkte/2277268?orderkey=Mjl3Nzl2OC9JUDAwNTAwL0lTMDEvQzEwL1AxMjU>

UL-Daten

Primärer Bemessungsstrombereich	50 A AC ... 400 A AC
	500 A AC ... 800 A AC
	1000 A AC ... 1600 A AC
Temperaturerhöhung	55 °C (bei primärem Bemessungsstrom von 50 A AC ... 400 A AC)
	65 °C (bei primärem Bemessungsstrom von 500 A AC ... 800 A AC)
	80 °C (bei primärem Bemessungsstrom von 1000 A AC ... 1600 A AC)
Umgebungstemperatur (Betrieb)	-25 °C ... 30 °C (bis zum primären Bemessungsstrom von 1600 A AC)

Normen und Bestimmungen

Normen/Bestimmungen	EN 61869
---------------------	----------

Montage

Montageart	Tragschienenmontage
------------	---------------------

5.5.4 DR-30-5 Hutschienen Netzteil



30W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

DR-30 series

- Features :
- Universal AC input / Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- Isolation class II
- LED indicator for power on
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty



SPECIFICATION

MODEL		DR-30-5	DR-30-12	DR-30-15	DR-30-24
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	15V	24V
	RATED CURRENT	3A	2A	2A	1.5A
	CURRENT RANGE	0 ~ 3A	0 ~ 2A	0 ~ 2A	0 ~ 1.5A
	RATED POWER	15W	24W	30W	36W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75 ~ 5.5V	10.8 ~ 13.2V	13.5 ~ 16.5V	21.6 ~ 26.4V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
INPUT	SETUP, RISE TIME	100ms, 30ms/230VAC 100ms, 30ms/115VAC at full load			
	HOLD UP TIME (Typ.)	100ms/230VAC 21ms/115VAC at full load			
	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC 120 ~ 370VDC			
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	74%	81%	82%	83%
PROTECTION	AC CURRENT (Typ.)	0.88A/115VAC 0.48A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 15A/115VAC 30A/230VAC			
	OVERLOAD	105 ~ 160% rated output power Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V	27.6 ~ 32.4V
		Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +60°C (Refer to "Derating Curve")			
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 85% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)			
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min, each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6			
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved, Design refer to EN50178			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P: 3KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P: 100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH			
	EMC EMISSION	Compliance to EN55011, EN55032 (CISPR32) Class B, EN61000-3-2, -3			
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN55024, EN61000-6-2, EN61204-3, heavy industry level, criteria A			
OTHERS	MTBF	441.5K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)			
	DIMENSION	78*93*56mm (W*H*D)			
	PACKING	0.27Kg; 48pcs/14Kg/1.02CUFT			
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF & 47uF parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives.				

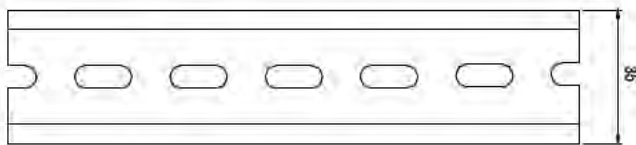
File Name: DR 30 SPEC 2017 07 07

Mechanical Specification

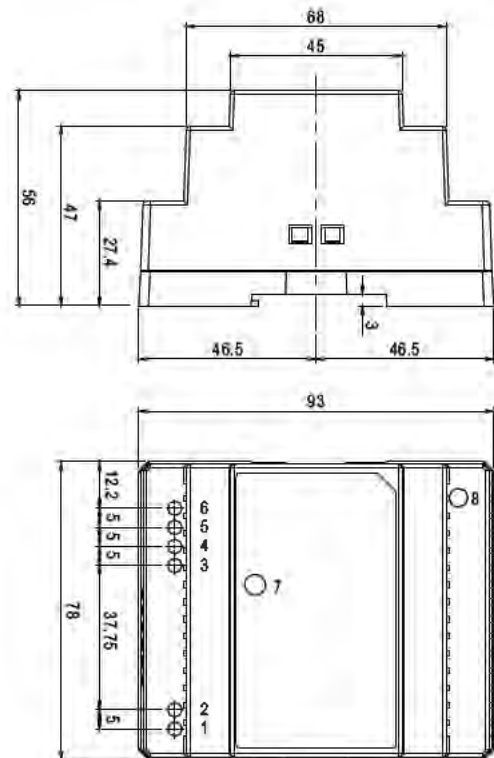
Case No. 918B Unit:mm

Terminal Pin No. Assignment

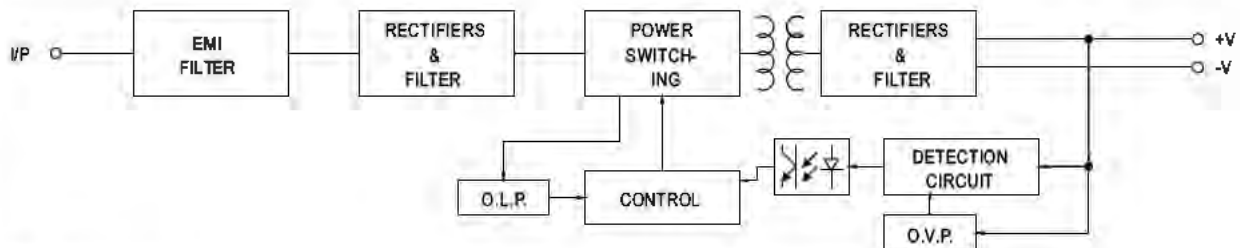
Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/N	5,6	-V
2	AC/L	7	LED
3,4	+V	8	+V ADJ.



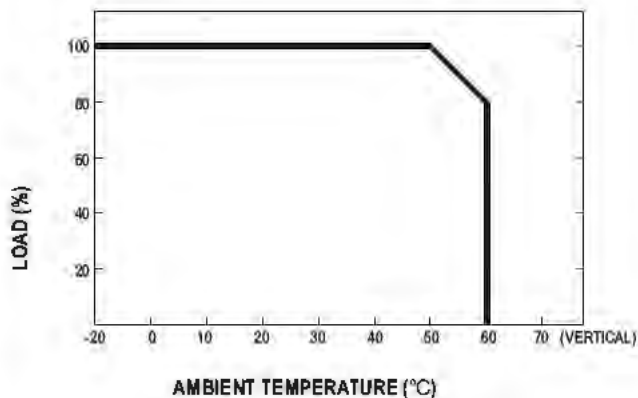
ADMISSIBLE DIN-RAIL: TS35/7.5 OR TS35/15



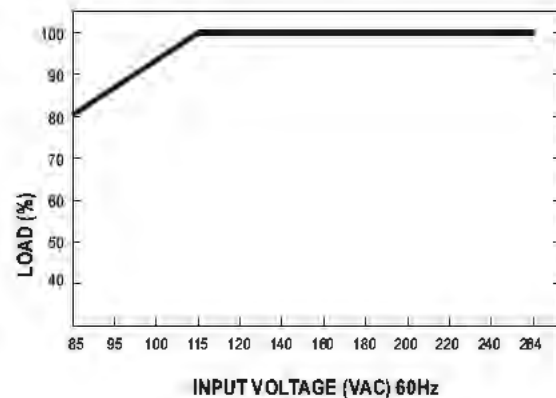
Block Diagram



Derating Curve



Output Derating VS Input Voltage



5.5.5 Raspberry-Pi 3B+



Datenblatt

Raspberry Pi 3 Modell B+



Artikel-Nr.:	RPI3-BP
Hersteller:	Raspberry Pi Foundation
EAN:	5060214370165
Herkunftsland:	Großbritannien
Zolltarifnummer:	84714900
Gewicht:	0.1 kg

Der Raspberry Pi 3 Model B+ ist die neueste Version des Raspberry Pi 3 Modell B.

Mehr Prozessorgeschwindigkeit. Die 4 Kern CPU des Modell B+ arbeitet mit 1,4 GHz ca. 20% schneller als beim Raspberry Pi 3 Modell B.

Verbesserung der Netzwerkfunktionalität. Das Modell 3 B+ besitzt zusätzlich zum 2,4 GHz Wireless LAN nun auch die Möglichkeit mit 5 GHz WLAN Netzwerken zu kommunizieren. Des weiteren ist die Platine mit einem Gigabit Ethernet Port und dem Bluetooth Standard 4.2/BLE ausgestattet.

PoE ready. Über ein optional erhältliches PoE HAT ist der Raspberry Pi Modell B+ bereit über den Ethernet Port mit Strom versorgt zu werden.

Technische Daten

- **Prozessor**
 - Broadcom BCM2837B0 Chipsatz
 - 64 bit Quad Core ARM Cortex-A53 @ 1,4 GHz
- **Arbeitsspeicher**
 - 1 GB LPDDR2
- **Konnektivität**
 - 2,4 GHz und 5 GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac Wireless LAN
 - Bluetooth 4.2 BLE
 - Gigabit Ethernet (Über USB 2.0 Bridge, maximaler Datendurchsatz limitiert auf 300 Mbps)
 - 4x USB 2.0 Anschluss
- **Zugriff**
 - 40 Pin GPIO Header
- **Bild & Ton**
 - 1x HDMI Typ A Anschluss
 - MIPI DSI Display Port
 - MIPI CSI Kamera Port
 - Kombinierte 3,5mm 4-Pin Klinkenbuchse für Analog Audio und Composite Video
- **Multimedia**
 - H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
- **SD-Kartenunterstützung**
 - Micro SD Format zum Laden des Betriebssystems und als Datenspeicher
- **Stromversorgung**



- 5V/2,5A DC über Micro USB Typ B Buchse
- 5V DC über GPIO Header
- Power over Ethernet (PoE) - erfordert ein optional erhältliches PoE HAT
- **Abmessungen**
 - 85 x 56 x 17 mm
 - Durchmesser Bohrungen: 2,75mm

Hinweis:

Bitte beachten Sie, dass der Raspberry Pi 3 Modell B+ nicht lauffähig ist mit Images vor dem 13.03.2018!

Verfügbare Downloads:

[Download Raspberry-Pi-Model-B--Product-Brief](#)

Weitere Bilder:



5.5.6 LS-Schalter Hager B16

SIEMENS**Datenblatt****5SL6116-6**LEITUNGSSCHUTZSCHALTER 230/400V 6KA, 1-
POLIG, B, 16A

Abbildung ähnlich

Ausführung		
Produkt-Markenname	SENTRON	
Produkt-Bezeichnung	Leitungsschutzschalter	
Ausführung des Produkts	Leitungsschutzschalter 5SL	
Allgemeine technische Daten		
Polzahl	1	
Polzahl / Anmerkung	1P	
Auslösecharakteristikkategorie	B	
Leistungsschalter / Grundtyp	5SL6	
mechanische Lebensdauer (Schaltspiele) / typisch	20 000	
Überspannungskategorie	3	
Spannung		
Spannungsart	AC/DC	
Isolationsspannung		
• bei Einphasen-Betrieb / bei AC / Bemessungswert	V	440
• bei Mehrphasen-Betrieb / bei AC / Bemessungswert	V	440

Versorgungsspannung

Versorgungsspannungsfrequenz / Bemessungswert	Hz	50
---	----	----

Schutzart und Schutzklasse

Schutzart IP	IP20, mit angeschlossenen Leitern
Energiebegrenzungsklasse	3

Schaltvermögen

Schaltvermögen Strom

• gemäß EN 60898 / Bemessungswert	kA	6
• gemäß IEC 60947-2 / Bemessungswert	kA	6

Verlustleistung

Verlustwirkleistung

• bei Bemessungswert Strom / bei AC / bei warmem Betriebszustand / je Pol	W	1,9
---	---	-----

Strom

Bemessungsstrom I _n / IEC, DIN/VDE / bei 40 Cel	A	15,22659
Strom / bei AC / Bemessungswert	A	16

Hauptstromkreis

Betriebsspannung

• minimal	V	24
• bei DC / Bemessungswert / maximal	V	60
• bei Einphasen-Betrieb / bei AC / maximal	V	250
• bei Mehrphasen-Betrieb / bei AC / maximal	V	440

Produktdetails

Produktausstattung / Berührungsschutz	Ja
---------------------------------------	----

Produkteigenschaft

• halogenfrei	Ja
• plombierbar	Ja
• siliconfrei	Ja

Produkterweiterung / einbaubar / Zusatzeinrichtungen	Ja
--	----

Produktfunktion

Produktfunktion / mitschaltender Neutralleiter	Nein
--	------

Anzahl

Anzahl der Testzyklen / für Umweltprüfung / gemäß IEC 60068-2-30	6
--	---

Anschlüsse

anschließbarer Leiterquerschnitt / mehrdrähtig

• minimal	mm²	0,75
• maximal	mm²	35

anschließbarer Leiterquerschnitt		
• eindrätig		
— minimal	mm ²	0,75
— maximal	mm ²	35
• feindrätig / mit Aderendbearbeitung		
— minimal	mm ²	0,75
— maximal	mm ²	25
Anzugsdrehmoment / bei Schraubanschluss		
• minimal	N·m	2,5
• maximal	N·m	3

Mechanischer Aufbau		
Höhe	mm	90
Breite	mm	18
Tiefe	mm	76
Einbaulage		beliebig
Einbautiefe	mm	70
Anzahl der Breiten-Teilungseinheiten		1
Nettogewicht	g	115

Umgebungsbedingungen		
Verschmutzungsgrad		2
Einfluss der Umgebungstemperatur		zeitweise +55°C, max. 95% Feuchte
Umgebungstemperatur		
• minimal	°C	-25
• maximal	°C	45
• während Lagerung / minimal	°C	-40
• während Lagerung / maximal	°C	75

Approbationen Zertifikate		
Betriebsmittelkennzeichen		
• gemäß DIN EN 61346-2		F
• gemäß DIN EN 81346-2		F

5.5.7 RCBO Hager B10

SIEMENS

Datenblatt

5SV1316-6KK10



FI/LS kompakt 1TE 1P+N 6kA Typ A 30mA B10

Abbildung ist nicht

Ausführung	
Produkt-Markename	SENTRON
Produkt-Bezeichnung	FI/LS-Schalter
Ausführung des Produkts	unverzögert
Allgemeine technische Daten	
Polzahl	2
Polzahl mit Absicherung	1
Ausführung der Pole	1P+N
Auslösecharakteristikkategorie	B
mechanische Lebensdauer (Schaltspiele) typisch	10 000
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Spannung	
Spannungsart der Betriebsspannung	AC
Isolationsspannung (Ui) Bemessungswert	253 V
Stoßspannungsfestigkeit Bemessungswert	4 000 V
Stoßstromfestigkeit bei (8/20) µs	1 kA
Auslösefehlerstrom Bemessungswert	30 mA
Betriebsstrom	
• bei 30 °C Bemessungswert	10 A
• bei 40 °C Bemessungswert	9,4 A
• bei 45 °C Bemessungswert	9,1 A
• bei 50 °C Bemessungswert	8,8 A
• bei 55 °C Bemessungswert	8,4 A
• bei 60 °C Bemessungswert	8,1 A
• bei 65 °C Bemessungswert	7,7 A
• bei 70 °C Bemessungswert	7,4 A
• bei AC Bemessungswert	10 A
Fehlerstromtyp	A
Versorgungsspannung	
Versorgungsspannung	
• bei AC Bemessungswert	230 V
• für Prüfeinrichtung minimal	195 V
Betriebsfrequenz	50 Hz
Versorgungsspannungsfrequenz Bemessungswert	50 Hz
Schutzart und Schutzklasse	

5SV13166KK10
Seite 1/5

25.04.2024

Änderungen vorbehalten
© Copyright Siemens

Schutzart IP	IP20, bei Verteilereinbau, mit angeschlossenen Leitern
Schaltvermögen	
Ausschaltvermögen Kurzschlussstrom (I _{cn}) gemäß EN 61009-1 Bemessungswert	6 kA
Schaltvermögen Strom	
• gemäß EN 60898 Bemessungswert	6 kA
• gemäß IEC 60947-2 Bemessungswert	25 kA
Bemessungsfehlerschaltvermögen (I _{Δm}) gemäß IEC 61009-1	4,5 kA
Energiebegrenzungsklasse	3
Verlustleistung	
Verlustleistung [W]	
• maximal	2,2 W
Produktdetails	
Produkteigenschaft	
• halogenfrei	Ja
• siliconfrei	Ja
Anschlüsse	
anschließbarer Leiterquerschnitt eindrätig	
• minimal	0,75 mm ²
• maximal	16 mm ²
anschließbarer Leiterquerschnitt mehrdrätig	
• minimal	0,75 mm ²
• maximal	16 mm ²
anschließbarer Leiterquerschnitt feindrätig mit Aderendbearbeitung	
• minimal	0,75 mm ²
• maximal	10 mm ²
Anzugsdrehmoment bei Schraubanschluss	
• minimal	1,2 N·m
• maximal	2 N·m
Position des Netzanschlusskabels	wahlweise oben oder unten
Mechanischer Aufbau	
Höhe	90 mm
Breite	18 mm
Tiefe	77 mm
Einbautiefe	70 mm
Anzahl der Breiten-Teilungseinheiten	1
Einbaulage	beliebig
Nettogewicht	117 g
Gewicht mit Verpackung	133 g
Umgebungsbedingungen	
Einfluss der Umgebungstemperatur	max. 95% Feuchte
Umgebungstemperatur während Betrieb	
• minimal	-25 °C
• maximal	45 °C
Umgebungstemperatur während Lagerung	
• minimal	-40 °C
• maximal	75 °C
Anzahl der Testzyklen für Umweltprüfung gemäß IEC 60068-2-30	28
Umwelt-Fußabdruck	
Siemens Ökoprofil (SEP)	Siemens EcoTech
Approbationen Zertifikate	
allgemeine Produktzulassung	



[Bestätigung](#)



5.7 Materialliste

5.7.1 Materialliste

Projekt Energie- und Leistungsmessung in Gebäuden/Produktionsanlagen(Phoenix)

Stand: 26.04.24

Pos.	Stück	Hersteller	Artikelnummer	Typ	Funktion/ Produktbeschreibung	Lieferant	vorhanden/bestellen
Messgeräte und Zubehör							
1.	1	Phoenix Contact	2907945	EEM-MA770 - Messgerät	Multifunktionales Energiemessgerät mit	Phoenix Contact	bestellen
2.	2	Phoenix Contact	2907983	EEM-MA120 - Messgerät	Multifunktionales Energiemessgerät mit	Phoenix Contact	bestellen
3.	3	Phoenix Contact	2277268/IP06500/ISO1/C10/P125	PACT MCR-V1-21-44 - Stromwandler	Strommesswandler für Energie- und	Phoenix Contact	bestellen
4.	3	Phoenix Contact	2277268/IP06500/ISO1/C10/P126	PACT MCR-V1-21-44 - Stromwandler	Strommesswandler für Energie- und	Phoenix Contact	bestellen
5.	3	Phoenix Contact	2277268/IP06500/ISO1/C10/P127	PACT MCR-V1-21-44 - Stromwandler	Strommesswandler für Energie- und	Phoenix Contact	bestellen
IoT-Geräte und Netzwerkzubehör							
6.	1	Raspberry Pi Foundation	RASPBERRY PI 3B+	Raspberry Pi 1 Model 3B+	Einplatinen-Computer, Übertragung der Daten	BBS II Wolfsburg	vorhanden
7.	2	Siemens	6ES7300-0BA00-1AB2	SIEMENS SIMATIC NET SCALANCE XB005	SCALANCE XB005 unmanaged Industrial Ethernet Switch für 10/100 Mbit/s; zum Aufbau von kleinen Stern- und	BBS II Wolfsburg	vorhanden
8.	1			Ethernet-Kabel	Übertragung von Daten in einem lokalen	BBS II Wolfsburg	vorhanden
Schutzeinrichtungen							
9.	3	Hager	3250614314735	Leitungsschutzschalter MBS116	Überstromschutzeinrichtung für Leitungen, 1-	BBS II Wolfsburg	vorhanden
10.	1	Siemens	4.001876-12	RCBO B10	Siemens 5S/1316-BKK10 FI/L-Schalter 6kA	BBS II Wolfsburg	vorhanden
Leitungen und Zubehör							
11.	1	LAPP KABEL	8120012	LAPP KABEL H07V-K 1X2,5 BK	Einzelader, feindrähtig; 1X2,5; schwarz; Rng; U0/U: 450/750 V; PVC; VDE-zertifiziert, feste	BBS II Wolfsburg	vorhanden
12.	1	LAPP KABEL	8120012	LAPP KABEL H07V-K NH 1X2,5 BU	Einzelader, feindrähtig; 1X2,5; blau; Rng; U0/U: 450/750 V; PVC; VDE-zertifiziert, feste	BBS II Wolfsburg	vorhanden
13.	1	LAPP KABEL	4520141	LAPP KABEL H07V-K 1X1,5 DBU	Einzelader, feindrähtig; 1X1,5; dunkelblau; Rng; U0/U: 450/750 V; PVC; HAR-zertifiziert	BBS II Wolfsburg	vorhanden
14.	1	Norbert Kordes Kabel und Leitungen GmbH u. Co. KG	2196050303	H07V-K 1X2,5 GRNYE	Einzelader, feindrähtig; 1X2,5; grüngelb; Rng; U0/U: 450/750 V; PVC Typ T11; HAR-zertifiziert; VDE-zertifiziert, feste Verflechtung	BBS II Wolfsburg	vorhanden
15.	1	ECOGAMMA	-	H07V-K 1X10 BK	Einzelader, feindrähtig; 1X10; schwarz; U0/U: 450/750 V; PVC Typ T11; HAR-zertifiziert	BBS II Wolfsburg	vorhanden
16.	1	Wolfschäfer	64978015	Sertiment Aderendhülsen von 0,5 bis 16 mm²	Schutz der abisolierten Enden von	BBS II Wolfsburg	vorhanden

Abbildung 5.25: Teil 1 Materialliste

Sonstiges						
17.	1	Phoenix Contal	3030190	FBS 5-S - Steckbrücke	Steckbrücke, Rastermaß: 5,2 mm, Polzahl: 5, Schutzleiter-Reihenklemme, Anzahl der	BBS II Wolfsburg
18.	3	Phoenix Contact	3212850	PT 6-QUATTRO-PE - Schutzleiter-Reihenklemme	Anschlüsse: 4, Anschlussart: Push-In-	Phoenix Contact
19.	8	Phoenix Contact	694990	PT 6-QUATTRO BU - Durchgangsklemme	Durchgangsklemme, Nennspannung: 1000 V, Nennstrom: 41 A, Anzahl der Anschlüsse: 4, Anschlussart: Push-In-Anschluss	Phoenix Contact
20.	1	Phoenix Contact	3031539	STTB 2.5-PV - Doppelstockklemme	Doppelstockklemme, mit Potenzialverbinder, Nennspannung: 500 V, Nennstrom: 22 A, Anschlussart: Zufederanschluss 1. und 2.	BBS II Wolfsburg
21.	2	Phoenix Contact	3212863	D-PT 6-QUATTRO - Abschlussdeckel	Abschlussdeckel, Tiefe: 36 mm, Breite: 2,2 mm, Höhe: 90,5 mm, Farbe: grau, Schutz vor	
22.	1	Phoenix Contact	3030747	ATP-STTB 4 - Ableitungstrennplatte	Ableitungstrennplatte, Tiefe: 53 mm, Breite: 2	BBS II Wolfsburg
23.	6	RECYLING FABRIK		Micro-USB-Kabel		
24.	1	RECYLING FABRIK	-	rPLA Filament Polarweiß	Halterung für den Raspberry Pi	BBS II Wolfsburg
Verbrauchsmaterial						

Abbildung 5.26: Teil Materialliste
70

5.7.2 Werkzeug- und Prüfmittelliste

Tabelle 5.1: Das für die Durchführung des Auftrags benötigte Werkzeug

Werkzeug	Anzahl
Schraubendreher Kreuz	1
Schraubendreher Schlitz	1
Abisolierzange	1
Abmantelmesser	1
Bügelsäge mit Unversalsägeblatt	1
Bleistift	1
Crimpzange für Aderendhülsen	1
Betätigungswerkzeug für Zugfederklemmen	1
Seitenschneider	1
Beschriftungsgerät	1
Messgeräte	Anzahl
Fluke 1664 FC Multifunction Tester	1
Multimeter U1232A True RMS Multimeter	1

5.8 Schaltpläne

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2400 mm
1208 mm

LED-Leuchte 230 V

LED-Leuchte KNX

LED-Leuchte DALI

Hauptverteiler HV1



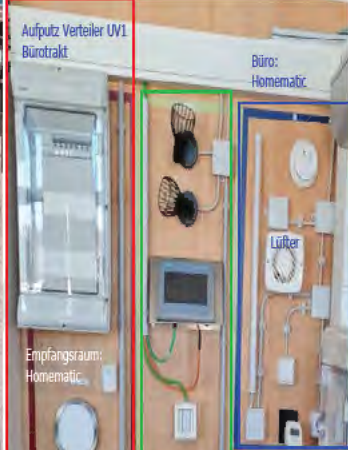
Potentialausgleichschiene



Hausanschlusskasten



Aufputz Verteiler UV1 Bürotrakt



Büro: Homematic



Besprechungsraum: KNX Touchpanel



Präsenzmelder KNX



Aufputz Verteiler UV2 im Raum 10

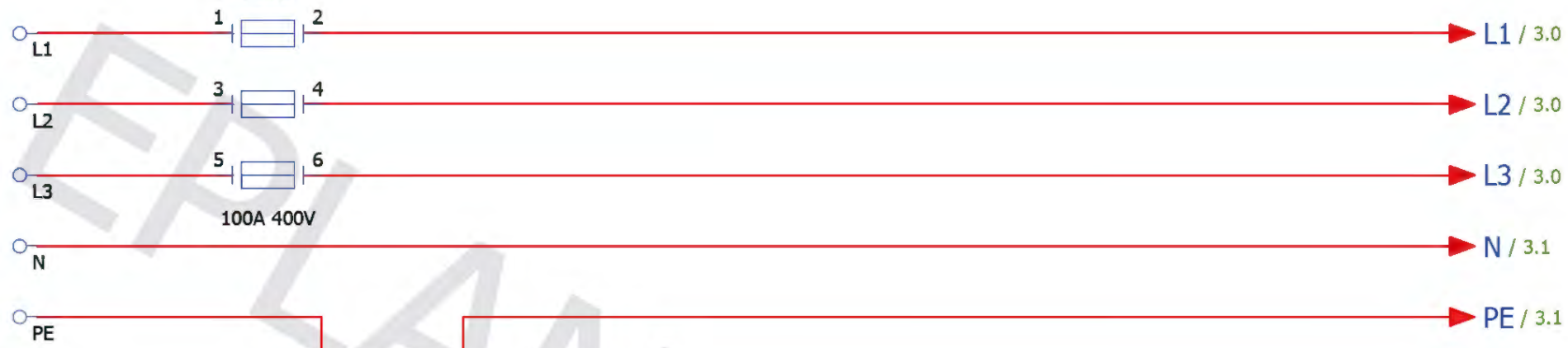


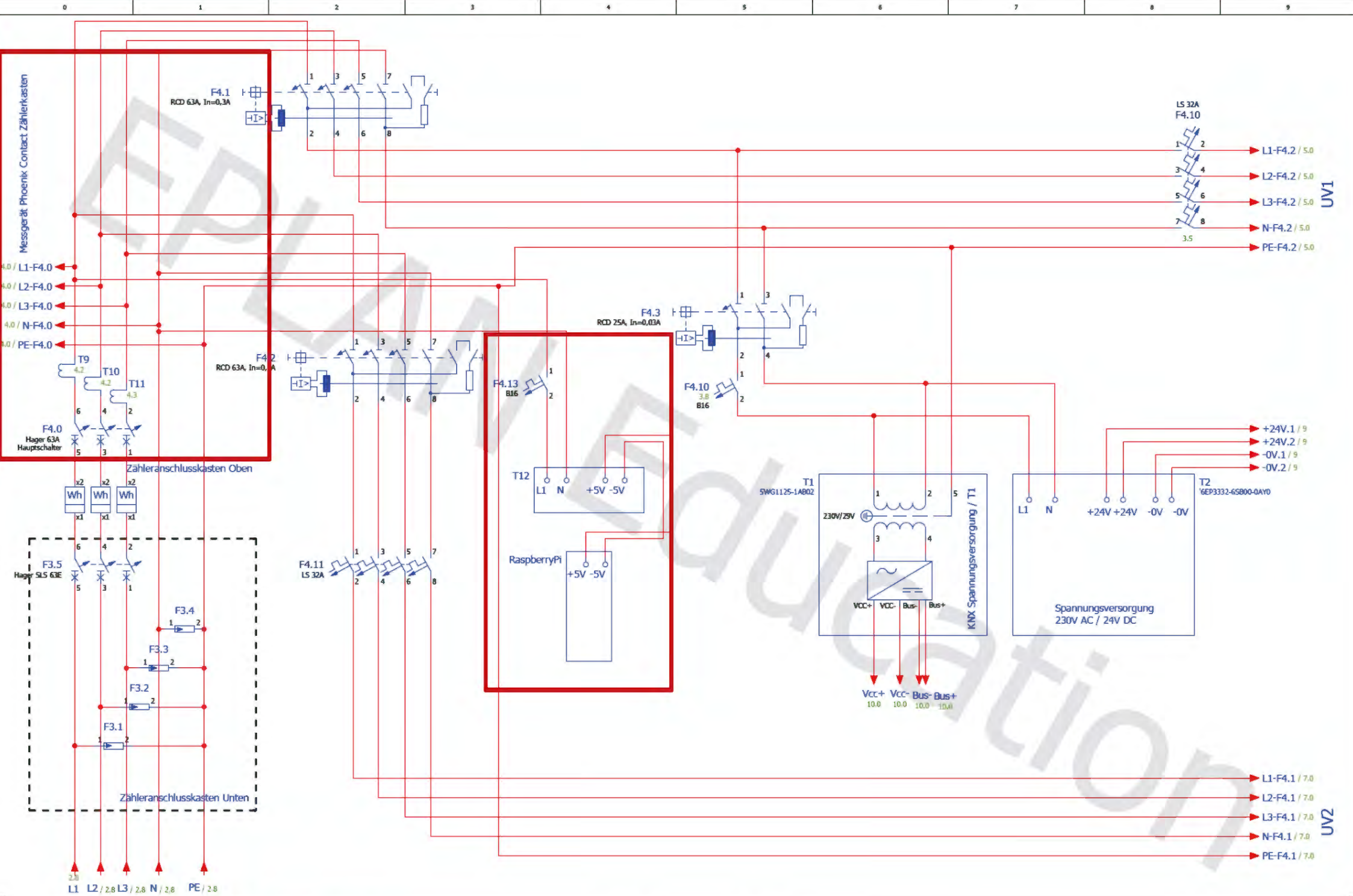
Wand im rechten Winkel zur linken Wand mit Alurahmen und Plexiglasscheibe

			Datum	24.02.2024	BBS 2 Wolfsburg	BBS 2 Wolfsburg	Installationswand		
			Erstb.	Stefan Mennemann					
			Gepr.		Projekt EducationWall				
Arbeitsg.	Datum	Name	Unger.		Erstellt von	Erstellt durch		Rev. 0001	Blatt 1/18

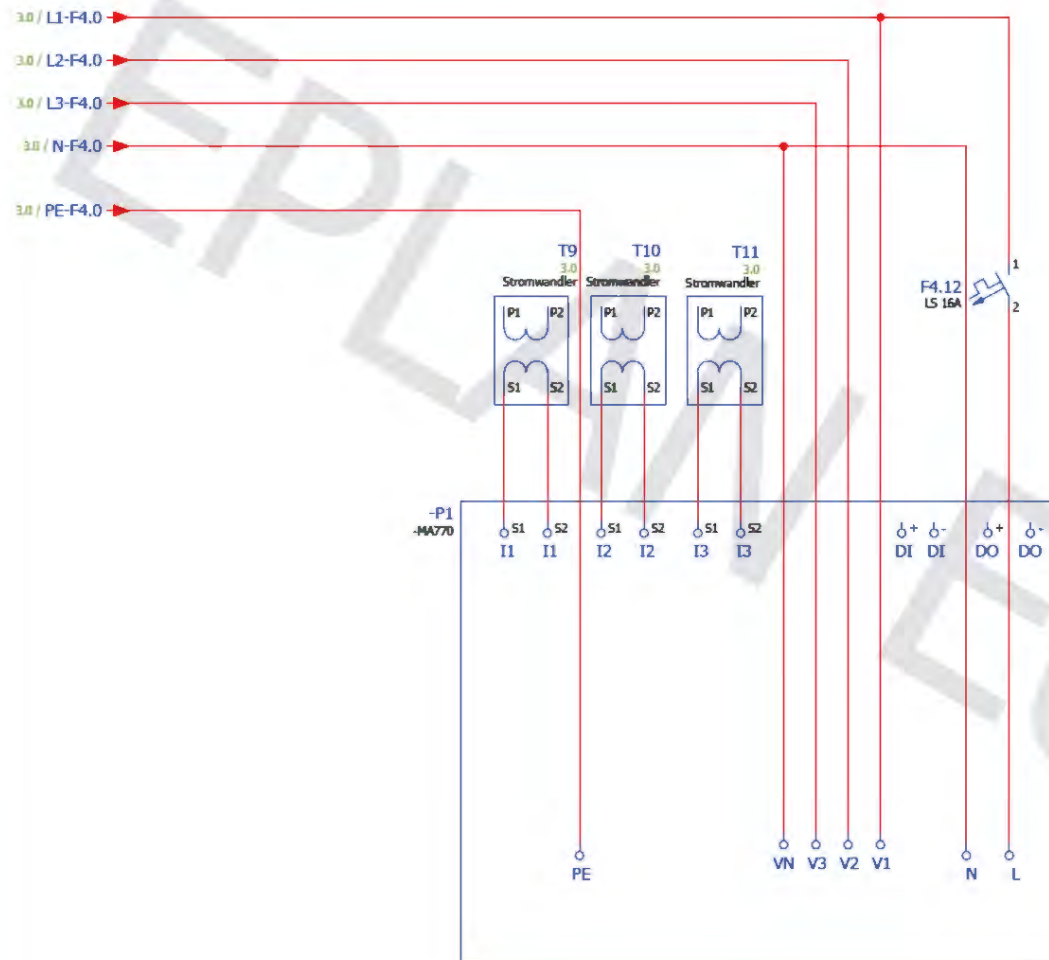
CEE

NH-Sicherung
F2.1

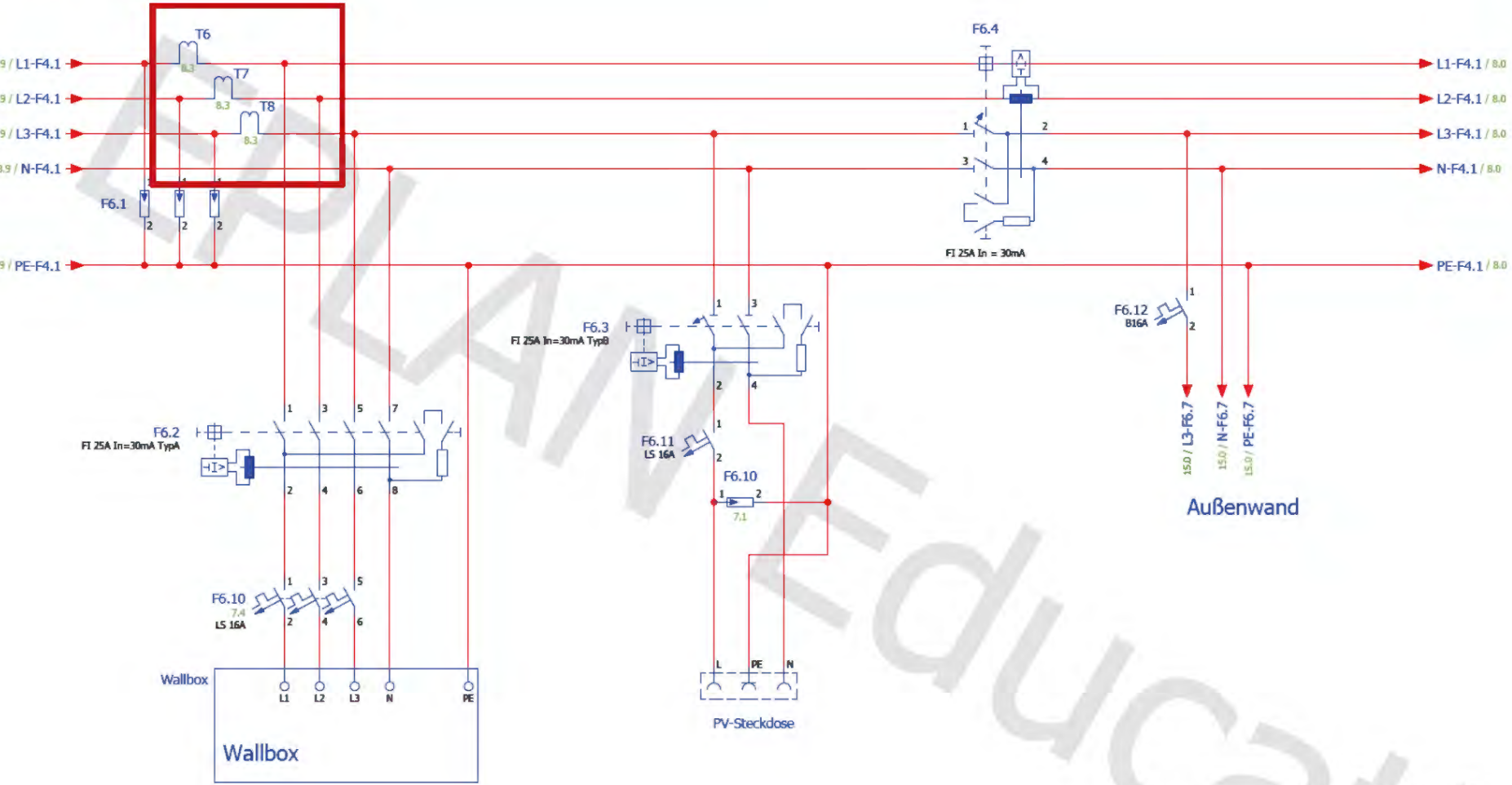




Messgerät Phoenix Contact Zählerkasten

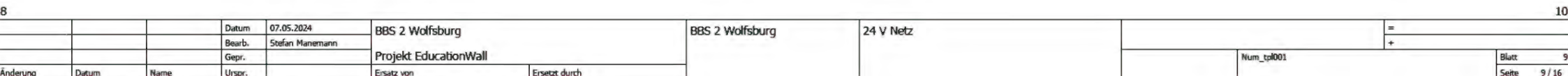


UV2 im Raum 10



Messgerät Phoenix Contact UV2

Außenwand



5.9 Inbetriebnahmeprotokoll

Abnahmeprotokoll (Blatt 1)

Auswahl nach DIN VDE 100-600

Prüfer: Stefan Manemann, Julian KniggeDatum: 13.05.24

Anlage: Smart Building	Anlagennummer: BBS2WOB.2024.002
Typ: Education Wall / Lerninsel	Hersteller: BBS 2 Wolfsburg
Netzspannung: 400 V / 230 V AC	Leistung: max. 11 kW
	Baujahr: 2023

Grund der Prüfung:

☐ Erstprüfung ☐ Wiederholungsprüfung ☒ Änderung ☐ Instandsetzung

1. Sichtkontrolle

Achtung: Die Sichtkontrolle ist im spannungslosen Zustand durchzuführen.



Nr.	Sichtkontrolle	Keine Mängel vorhanden		
		Ja	Nein	Anmerkung
1	Richtige und saubere Bezeichnung aller Bauteile	X		
2	Richtige Betriebsmittelmontage	X		
3	Fachgerechter und sauberer Anschluss der Sicherungen	X		
4	Fachgerechter und sauberer Anschluss der Klemmleisten	X		
5	Fachgerechtes Verlegen der Leitungen	X		
6	Die elektrischen Betriebsmittel stimmen mit der technischen Dokumentation überein	X		
7	Richtige Auswahl der Leiterfarben und des Leiterquerschnitts	X		
8	Richtiger Anschluss der Betriebsmittel	X		
9	Richtige Einstellung von Schutz- und Überwachungseinrichtungen	X		
10	Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	X		
11	Vorhandensein der Schaltungsunterlagen	X		
12	Vorhandensein von Warnhinweisen	X		
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Blatt 1

2. Messungen (Blatt 2)

Sichtkontrolle in Ordnung

(Blatt 1) i.O.



Messungen		Messwert	geeigneter Wert	in Ordnung	nicht in Ordnung
Schutzleitersystemprüfung (Schutzleiterdurchgang R_{SL} (R_{LO}))					
1	PE-Klemme > Phoenix Messgerät MA770 Schaltschranktür	20mΩ	27mΩ	☒	
2	PE-Klemme > Phoenix Messgerät MA370 UV1	30mΩ	22,8mΩ	☒	
3	PE-Klemme > Phoenix Messgerät MA370 UV2	0mΩ	22,1mΩ	☒	
4					
5					
6					
7					
Berechnung des geeigneten Wertes des Schutzleiterdurchgangs: Leiterwiderstand bei einem Querschnitt von 1,5mm ² = 12,575 mΩ/m // 2,5 mm ² = 7mΩ/m Übergangswiderstand = 10mΩ pro Klemmstelle Berechnung: Geeigneter Wert = Länge * Leiterwiderstand + Übergangswiderstand * Klemmenanzahl Klemmenanzahl/Länge: PE-Klemme / Phoenix Messgerät MA770: 2/1m -> 27mΩ PE-Klemme / Phoenix Messgerät MA370 UV1: 2/0,4m -> 22,8mΩ PE-Klemme / Phoenix Messgerät MA370 UV2: 2/0,3m -> 22,1mΩ					
10	Isolationsprüfung ($U_{\text{prüf}} = 500 \text{ VDC}$) (L1 - PE)	> 6 MΩ	> 1 MΩ	☒	
11	Isolationsprüfung ($U_{\text{prüf}} = 500 \text{ VDC}$) (L2 - PE)	> 6 MΩ	> 1 MΩ	☒	
12	Isolationsprüfung ($U_{\text{prüf}} = 500 \text{ VDC}$) (L3 - PE)	> 6 MΩ	> 1 MΩ	☒	
13	Isolationsprüfung ($U_{\text{prüf}} = 500 \text{ VDC}$) (N - PE)	> 6 MΩ	> 1 MΩ	☒	
14					
15					
Schleifenimpedanzmessung Z_S					
16	Schleifenimpedanz Z_S Einspeisung Schaltschrank	0,66	1,917 Ω	☒	
17	L1	0,66	1,917 Ω	☒	
18	L2	0,66	1,917 Ω	☒	

19	L3	0,66	1,917 Ω	☒	
Berechnung des/der geeigneten Werte(s) der Schleifenimpedanz: $\frac{230 \text{ V}}{80 \text{ A}} \cdot \frac{2}{3} = 1,917 \text{ } \Omega$					

weiter auf Blatt 3

weiter Messen (Blatt 3)

RCD-Messung: erforderlich ■ nicht erforderlich □		Messwert	Grenzwerte	in Ordnung	nicht in Ordnung
20	Berührungsspannung U_L	0 V	≤ 50 V	☒	
21	Auslösestrom I_F	21 mA	≤ 30 mA	☒	
22	Auslösezeit t_a	25,2 ms	≤ 400 ms	☒	
23	RCD löst aus:			☒	

weitere Messungen				in Ordnung	nicht in Ordnung
24	Spannungsmessung	Leiterspannung	Strangspannung	☒	
		406,9V	233,1V		
25	Kleinspannung			☒	
26	Polarität der Kleinspannung			☒	
	Drehsinnprüfung			☒	



3. Erproben

Messungen in Ordnung

□ i.O. - wenn i.O., dann darf mit der Erprobung fortgefahren werden.

Erproben		in Ordnung	nicht in Ordnung
E1	Wirksamkeit der Schutzleiter: LS-Schalter	☒	

4. Funktionskontrolle

Funktionsprüfung der Anlage nach Blatt 4		in Ordnung	nicht in Ordnung
F1	Entspricht den Vorgaben/Teilfunktionen laut folgender Seite	☒	

Verwendete Messgeräte	
Hersteller	Typ
Fluke	1664 FC Multifunction Tester
Agilent	U1232A True RMS Multimeter

Anmerkungen:

Unterschriften

Wolfsburg, den 13.05.2024
Ort, Datum,

4. Funktionskontrolle (Blatt 4)

Prüfer: Stefan Manemann, Julian Knigge

Datum: 13.05.24



Anlage: Educationwall / Lerninsel

Achtung: Sofern bei Sichtkontrolle, Messungen und Erprobung keine Mängel festgestellt wurden, erfolgt die Funktionskontrolle. Die Funktionskontrolle erfolgt unter Spannung!
Die Funktionskontrolle ist Bestandteil des Abnahmeprotokolls.

		Funktion i.O.		
Nr.	Funktionskontrolle	Ja	Nein	Anmerkung
Anmerkungen:				
1	Die Eingebauten Messgeräte starten nach Umlegen der Sicherungen (F4.13, F5.18 und F6.13) automatisch.	x		
2	Die Eingebauten Siemens Switche starten automatisch.	x		
3	Das HMI-Display startet automatisch und öffnet den Browser, wo das Dashboard angewählt werden kann.	x		
4	Der Raspberry-Pi startet automatisch und stellt eine Verbindung zum Netzwerk her, was durch die rote Leuchte am Gerät selber angezeigt wird.	x		
5	Die Eingebauten Messgeräte zeichnen die aus dem Datenblatt vorgegebenen Messwerte sinngemäß auf.	x		
6	Die ermittelten Messwerte können direkt an den jeweiligen Messgeräten abgelesen werden.	x		
7	Die aufgenommenen Messwerte sind auf der Seite xplora-dna.de dargestellt.	x		
8	Es kann selbständig der Zeitbereich auf der Internetseite ausgewählt werden.	x		
9	Die Messwerte auf dem HMI-Display können abgelesen werden.	x		
10	Es kann auf dem HMI-Display zwischen den jeweiligen Messgeräten entschieden werden.	x		
11				
12				
13				
14				
15				
16				

5. Übergabeprotokoll (Blatt 5)

Prüfer: Stefan Manemann, Julian Knigge

Datum: 13.05.24



Anlage: Educationwall / Lerninsel

Nr.	Dokumentation	Vorhanden		
		Ja	Nein	Anmerkung
1	Erweiterter Schaltplan des Schaltschranks + digital abgelegt	X		
2	Programme für Grafana und HMI-Display digital abgelegt	X		
3	3D Druckmodell digital abgelegt	X		
4	Zeitplanung digital abgelegt	X		
5	Stückliste digital abgelegt	X		
6	Werkzeugliste, Prüfmittel und Softwareliste digital abgelegt	X		
7	Kostenkalkulation digital abgelegt	X		
8	Anlage inbetriebgenommen und Protokoll digital abgelegt	X		
9	Funktion der Anlage in Ordnung	X		
10	Alle notwendigen Dokumente digital abgelegt	X		
11	Komplette Dokumentation als eine PDF-Datei mit allen Dokumenten: Projektdoku, Schaltplan, eingescanntes Messprotokoll,	X		
12	Übergabe unterschrieben und Auftrag beendet	X		

5.10 3D-Druck

