

PRÜFSTELLE FÜR KÄLTE-, KLIMA- UND LÜFTUNGSTECHNIK

Gesch.-Nr.: KKL/1021/23
Auftrags-Nr.: 81 22 06 75 42

Essen, 6. Februar 2024
JM/GrV

TÜV NORD Systems
GmbH & Co. KG
Immobilien West, Testing
Am TÜV 1
45307 Essen
+49 201 825 - 3204
GBTesting@tuev-nord.de
tuev-nord.de
TÜV®

Bericht Nr.: TR-KKL-2024-004-R1 Prüfung einer Heizungsanlage nach Herstellervorgaben

Auftraggeber	EPEU Next Level GmbH Stahlstr. 12 47137 Duisburg
Prüfobjekt	Heizungsanlage „Wasserstoff-Heizungsanlage H 150“, Seriennummer: --- Labor Prüfobjekt Nr.: TO-KKL-0341
Auftrag	E-Mail von Ismail Ersoy
Auftragsdatum	13.10.2023
Lieferung des Prüfobjekts	15.11.2023
Prüfumfang	Leistungsmessungen: Betriebspunkt 1: Heizbetrieb Betriebspunkt 2: Brauchwarmwasser
Prüfgrundlage	Herstellervorgabe
Prüfzeitraum	28.12.2023 & 02.01.2024

Dieser revidierte Bericht ersetzt den vorherigen Prüfbericht TR-KKL-2024-004 vom 30. Januar 2024

Dieser Bericht besteht aus 11 Seiten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfobjekte.
Die Veröffentlichung von Auszügen aus diesem Bericht ist nicht ohne schriftliche Genehmigung von TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG gestattet.

Sitz der Gesellschaft
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG

Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg

Tel.: 040 8557-0
Fax: 040 8557-2295
info@tuev-nord.de
tuev-nord.de

Vorsitzender des Aufsichtsrates
Dr. Dirk Stenkamp

Amtsgericht Hamburg
HRA 102137
USt.-IdNr.: DE 243031938
Steuer-Nr.: 27/628/00031

Komplementär
TÜV NORD Systems
Verwaltungsgesellschaft mbH, Hamburg

Amtsgericht Hamburg
HRB 88330

Geschäftsführer
Dr. Ralf Jung (Vorsitzender)
Ringo Schmelzer

1 Einleitung

Eine Heizungsanlage der Firma EPEU Next Level vom Typ „Wasserstoff-Heizungsanlage H 150“ wird nach Herstellervorgaben geprüft. Das Ziel der Prüfung ist die Ermittlung des Wirkungsgrads im Heizbetrieb und im Brauchwarmwasserbetrieb.

Kapitel 2 gibt einen Überblick über das Prüfobjekt und die Prüfbedingungen. Kapitel 3 beinhaltet die eingesetzten Messgeräte und die entsprechenden Messunsicherheiten. Die Prüfergebnisse sind in Kapitel 4 dargestellt.

Alle Prüfungen werden durch Mitarbeitende der akkreditierten Prüfstelle für Kälte-, Klima- und Lüftungstechnik (KKL) von TÜV NORD Systems (TNS), Akkreditierung-Nr. D-PL-11074-05-00, durchgeführt. Alle Prüfungen werden auf dem Prüfstand KKL2 von KKL durchgeführt. Die Prüfungen liegen nicht im Akkreditierungsumfang von KKL.

2 Prüfobjekt und Prüfdurchführung

2.1 Beschreibung des Prüfobjekts

Die Abbildung 1 zeigt ein Foto des Prüfobjekts.



Abbildung 1: Foto der Heizungsanlage – „H 150“

Bei dem Prüfobjekt handelt es sich um eine Heizungsanlage, die über einen Stromanschluss und vier Anschlüsse für Wasserleitungen verfügt. Die vier Wasseranschlüsse sind für einen Heizungskreislauf („Vorlauf“/„Austritt Heizung“ und „Rücklauf“/„Eintritt Heizung“) und für die Brauchwarmwassererzeugung („Kaltwassereintritt“ und „Warmwasseraustritt“).

2.2 Prüfdurchführung

Die Prüfung wird in Absprache zwischen TNS und EPEU Next Level ohne spezielle normative Grundlage durchgeführt. Das Prüfobjekt wird über festgelegte Zeiträume im

Heizbetrieb und im Brauchwarmwasserbetrieb betrieben. Die während dieser Zeiträume aufgenommenen Messwerte dienen als Grundlage für weitere Berechnungen.

2.2.1 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau wird von Mitarbeitenden von TNS durchgeführt. Das Prüfobjekt wird vom Auftraggeber nach Installation in Betrieb genommen.

Der Prüfaufbau besteht aus zwei Teilen. Mit den Wasseranschlüssen für den Heizungskreislauf wird das Prüfobjekt an einen geschlossenen Wasserkreislauf angeschlossen, in dem sich ein Wärmeaustauscher, ein Massenstrommessgerät und zwei Pt100-Temperatursensoren befinden. Im Rücklauf direkt vor dem Prüfobjekt ist die mitgelieferte Pumpe eingebaut, die elektrisch mit dem Prüfobjekt verbunden wird. Die Temperatursensoren befinden sich ebenfalls so nah wie möglich am Prüfobjekt, einer direkt vor der Pumpe und der zweite am Vorlauf des Prüfobjektes. Mit dem Wärmeaustauscher wird die Verbrauchsstelle simuliert und das Wasser im Heizungskreislauf temperiert.

Der zweite Teil des Prüfaufbaus beschreibt die Anschlüsse für Kaltwassereintritt und Warmwasseraustritt am Prüfobjekt. Am Kaltwassereintritt befindet sich ein Pt100-Temperatursensor und ein Massenstrommessgerät. Davor wird die Leitung an einen Frischwasseranschluss angeschlossen. Am Warmwasseraustritt befindet sich ein Pt100-Temperatursensor. Das ausströmende Wasser wird in einen Bodenablauf geleitet. Abbildung 2 zeigt eine Schemazeichnung des Prüfaufbaus. Fotos des Prüfaufbaus sind in Abbildung 3 und Abbildung 4 zu sehen.

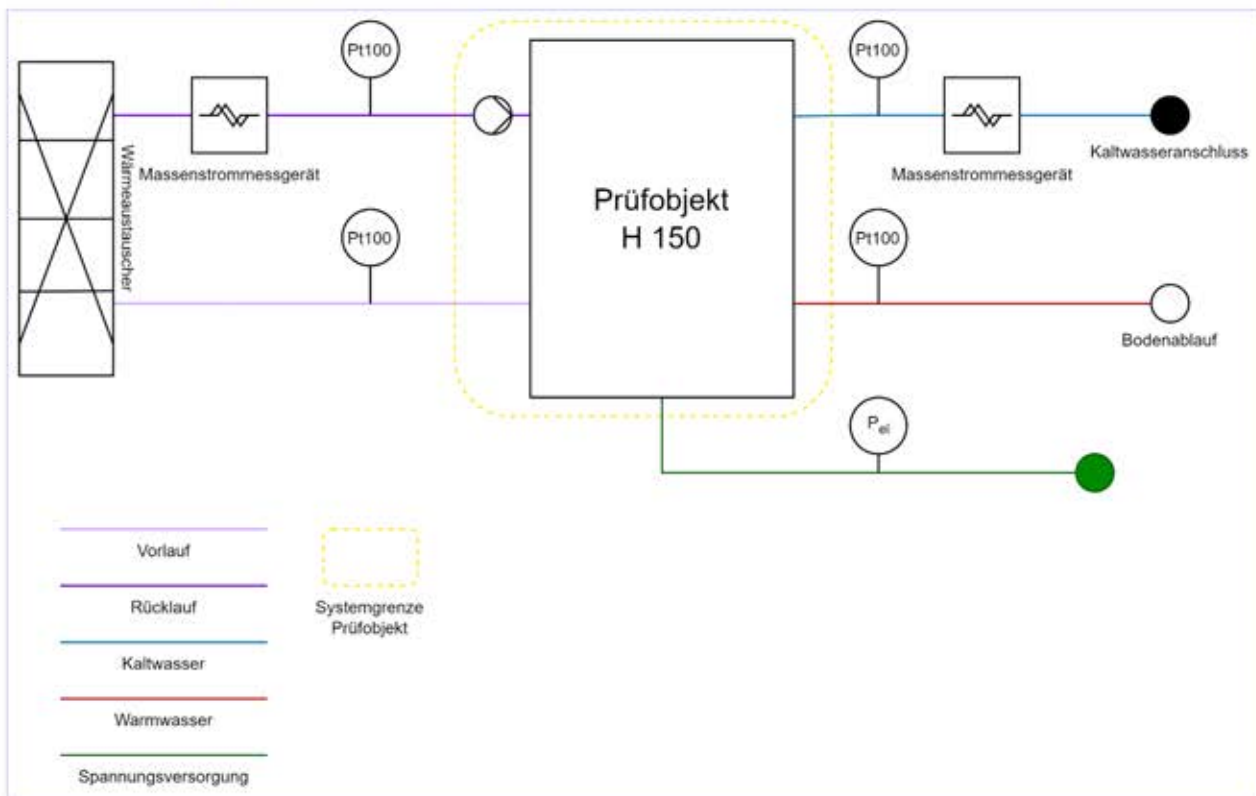


Abbildung 2: Schemazeichnung des Prüfaufbaus

Alle Pt100-Tempersensoren befinden sich direkt im Wasser. Die Spannungsversorgung des Prüfobjektes ist an ein elektrisches Leistungsmessgerät angeschlossen. Die Umgebungsbedingungen Temperatur (Pt100), Luftdruck (Differenzdruckaufnehmer) und Taupunkttemperatur (Taupunktspiegel) werden während der gesamten Messdauer aufgezeichnet.



Abbildung 3: Prüfaufbau, Ansicht 1



Abbildung 4: Prüfaufbau, Ansicht 2

2.2.2 Prüfdurchführung

Es werden zwei Messungen durchgeführt. Im Prüfobjekt befindet sich ein Wasserspeicher. Vor Beginn der ersten Messung wird das Prüfobjekt eingeschaltet und gewartet, bis es bei Betriebsbedingungen angekommen ist. Sobald bei der elektrischen Leistungsaufnahme ein regelmäßiges Verhalten erkennbar ist, beginnt die erste Messung. Dabei wird der elektrische Energieverbrauch des Prüfobjektes und der nutzbare Energiegehalt des Heizungswassers

im Heizbetrieb ermittelt. Die Pumpe im Heizkreis, die elektrisch mit dem Prüfobjekt verbunden ist, fördert den gesamten Wassermassenstrom im Heizungskreislauf. Die Messdauer beträgt drei Stunden.

Die zweite Messung wird am Anschluss durchgeführt. Dabei wird der elektrische Energieverbrauch des Prüfobjektes und der nutzbare Energiegehalt des Brauchwarmwassers im Warmwasserbetrieb ermittelt. Dazu wird der Anlagenteil zur Brauchwassererwärmung konstant mit Wasser durchspült. Es wird ein Zeitraum von zwei Stunden betrachtet.

Bei beiden Messungen werden alle zehn Sekunden Messwerte aufgenommen. Abbildung 5 zeigt die Einstellwerte am Bedienpanel des Prüfobjektes während der Messung. Die Einstellungen sind während beiden Messungen identisch.



Abbildung 5: Einstellwerte am Display des Prüfobjektes

2.2.3 Berechnungen

Im Rahmen der Auswertung werden die folgenden Berechnungen vorgenommen. Es wird die elektrische Arbeit für jeden Messzyklus berechnet:

$$W_{el_n} = \frac{P_{el_n} * (t_n - t_{n-1})}{3600 \text{ s/h}}$$

Dabei ist

- W_{el_n} die elektrische Arbeit für einen Messzyklus in kWh;
- P_{el_n} die gemessene elektrische Leistungsaufnahme zu einem Messzeitpunkt in kW;
- t_n der Zeitstempel von einem Messzyklus in Sekunden;
- t_{n-1} der Zeitstempel vom vorhergegangenen Messzyklus in Sekunden.

Um die elektrische Arbeit über die gesamte Messdauer zu bestimmen, wird die Summe aus den einzelnen Messzyklen gebildet:

$$W_{el_{ges}} = \sum_{n=1}^{n_{ges}} W_{el_n}$$

Dabei ist

- $W_{el_{ges}}$ der gesamte elektrische Energieverbrauch während einer Messung in kWh;
- n_{ges} die Anzahl an Messzyklen während einer Messung;
- W_{el_n} die elektrische Arbeit für einen Messzyklus in kWh.

Die Berechnung des nutzbaren Energieinhaltes erfolgt bei beiden Messungen auf die gleiche Weise. Für jeden Messzyklus wird dieser wie folgt berechnet:

$$Q_n = \frac{\frac{\dot{m}_n * (t_n - t_{n-1})}{3600 \text{ s/h}} * c_{p_n} * (\theta_{aus_n} - \theta_{ein_n})}{3600 \text{ s/h}}$$

Dabei ist

- Q_n der nutzbare Energieinhalt des Wassers für einen Messzyklus in kWh;
- \dot{m}_n der Wassermassenstrom zu einem Messzeitpunkt in kg/h;
- t_n der Zeitstempel von einem Messzyklus in Sekunden;
- t_{n-1} der Zeitstempel vom vorhergegangenen Messzyklus in Sekunden;
- c_{p_n} die mittlere spezifische Wärmekapazität des Wassers zu einem Messzeitpunkt in kJ/(kg * K);
- θ_{aus_n} die Temperatur des Wassers am Austritt des Prüfobjektes in °C;
- θ_{ein_n} die Temperatur des Wassers am Eintritt des Prüfobjektes in °C.

Aus den nutzbaren Energieinhalten des Wassers für jeden Messzyklus wird der gesamte nutzbare Energieinhalt für eine Messung berechnet:

$$Q_{ges} = \sum_{n=1}^{n_{ges}} Q_n$$

Dabei ist

- Q_{ges} der gesamte nutzbare Energiegehalt während einer Messung in kWh;
- n_{ges} die Anzahl an Messzyklen während einer Messung;
- Q_n der nutzbare Energieinhalt für einen Messzyklus in kWh.

Aus dem elektrischen Energieverbrauch und dem nutzbaren Energiegehalt wird ein Wirkungsgrad während einer Messung ermittelt:

$$\eta = \frac{Q_{ges}}{W_{el_{ges}}}$$

Dabei ist

η	der Wirkungsgrad während einer Messung;
Q_{ges}	der gesamte nutzbare Energiegehalt während einer Messung in kWh;
$W_{el_{ges}}$	der gesamte elektrische Energieverbrauch während einer Messung in kWh.

3 Messgeräte und Messunsicherheiten

Die verwendeten Messgeräte und die zugehörigen Messunsicherheiten sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 1: Messgeräte

Messgröße	Messgerät	Messunsicherheit
Temperatur		
Luft	Pt100, Vier-Leiter-Technik	0,1 K
Flüssigkeit	Pt100, Vier-Leiter-Technik	0,1 K
Temperaturdifferenz	Pt100, Vier-Leiter-Technik	0,1 K
Taupunkttemperatur	Taupunktspiegel MBW 573	0,2 K
Umgebungsdruck	Differenzdrucktransmitter Jumo 404304	0,1 %
Flüssigkeits- differenzdruck	Differenzdrucktransmitter Siemens SITRANS PDS III	1 %
Elektrische Leistung, Spannung, Strom	Leistungsmessgerät HIOKI 3169-21	0,5 %
Flüssigkeits- Massenstrom	Massenstrommessgerät Siemens Flowsensor MASS 1100/2100	< 0,5 %

Tabelle 2: Messdatenerfassungssystem und Auswerteprogramme

Prüfschritt	Ausrüstung
Datenerfassungssystem	Keysight 34980A mit Multiplexer-Modul 34921A
Datenerfassungs- software	MEDAER 2010
Berechnung und Auswertung	TÜV NORD Programm Auswertung_Heizen-BWW

4 Prüfergebnisse

4.1 Heizbetrieb

Tabelle 3: Ergebnis der Messung im Heizbetrieb

Zeitraum	02.01.2024	
	09:00 - 12:00	
Umgebungsbedingungen		
Luftdruck	98,15	kPa
Temperatur	20,73	°C
Taupunkt	8,74	°C
Heizbetrieb		
Gesamter nutzbarer Energiegehalt Q_{ges} des Heizungswassers während der Messung	58,34	kWh
Gesamter elektrischer Energieverbrauch W_{el-ges} während der Messung	59,72	kWh
Wirkungsgrad η während der Messung	97,68	%

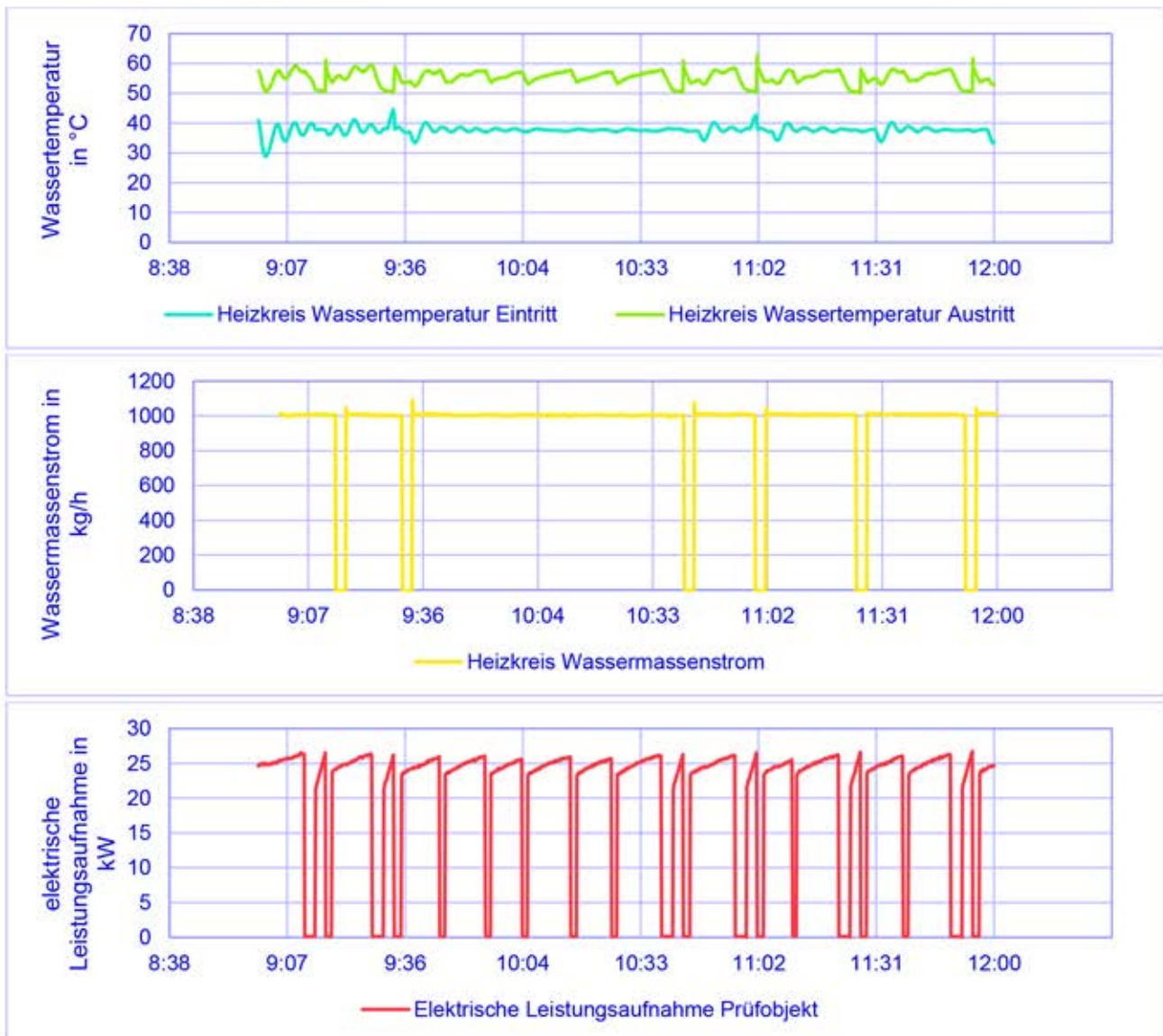


Abbildung 6: Zeitlicher Verlauf der wesentlichen Messgrößen während der Messung „Heizbetrieb“

4.2 Brauchwarmwassererzeugung

Tabelle 4: Ergebnis der Messung bei der Brauchwarmwassererzeugung

Zeitraum	02.01.2024	
	13:00 - 15:00	
Umgebungsbedingungen		
Luftdruck	97,93	kPa
Temperatur	21,09	°C
Taupunkt	9,36	°C
Brauchwarmwasser		
Gesamter nutzbarer Energiegehalt Q_{ges} des Brauchwarmwassers während der Messung	46,63	kWh
Gesamter elektrischer Energieverbrauch W_{el-ges} während der Messung	47,07	kWh
Wirkungsgrad η während der Messung	99,05	%

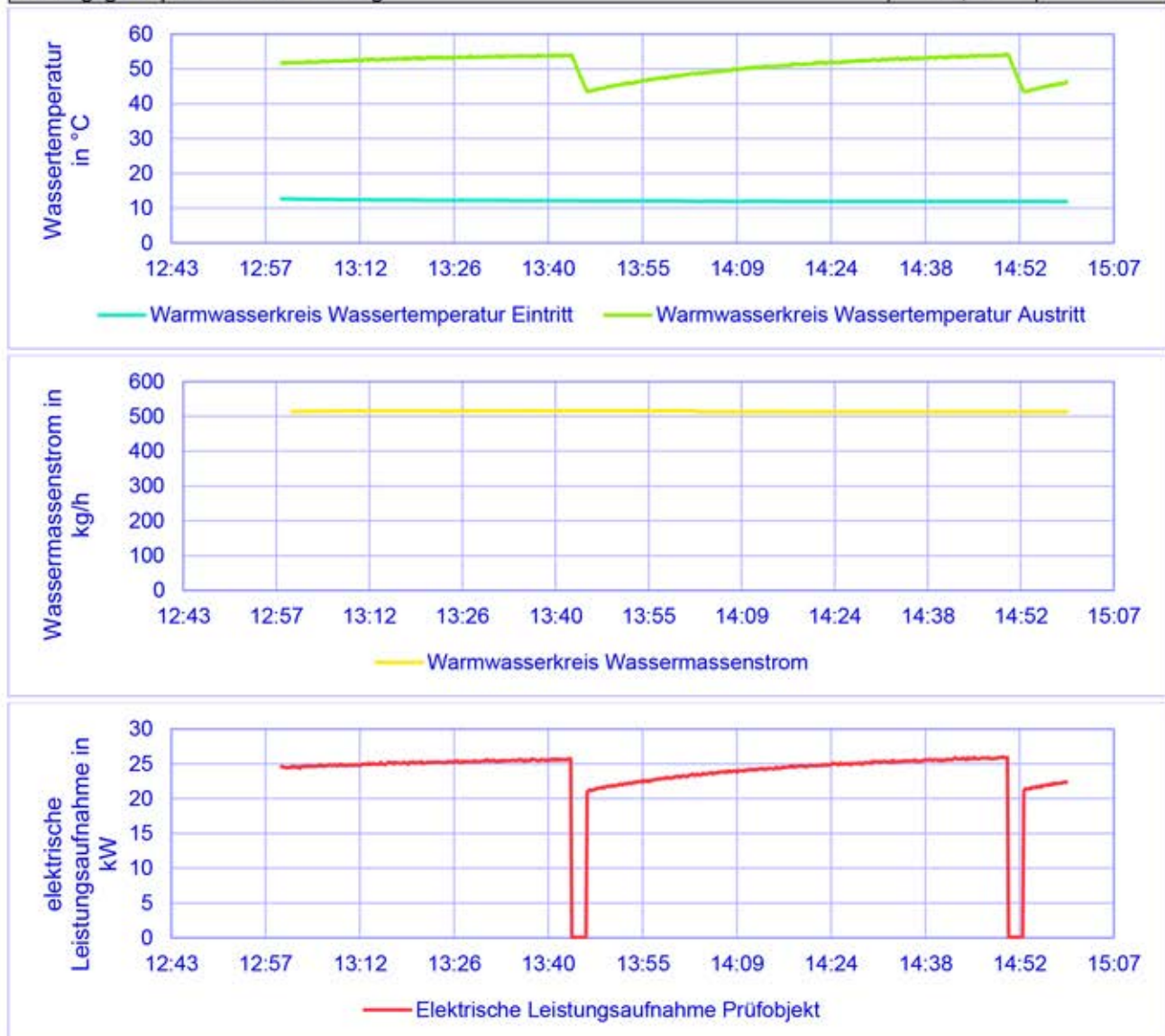


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der wesentlichen Messgrößen während der Messung „Brauchwarmwasser“

5 Zusammenfassung

EPEU Lotus-Next Level hat die Prüfstelle für Kälte-, Klima- und Lüftungstechnik von TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG beauftragt, eine Prüfung an einer Heizungsanlage „Wasserstoff-Heizungsanlage H 150“ nach Herstellervorgabe durchzuführen. Dabei ergab sich für den Heizbetrieb ein Wirkungsgrad von $\eta = 97,68\%$ und für den Brauchwarmwasserbetrieb ein Wirkungsgrad von $\eta = 99,05\%$. Die Ergebnisse sind detailliert in Kapitel 4 dieses Berichts ausgeführt.

Essen, 6. Februar 2024

TÜVNORD

Digitally signed by Metzelaars
Jan
Date: 2024.02.06 16:18:35 +01'00'

B.Eng. Jan Metzelaars

Sachverständiger der Prüfstelle für Kälte-, Klima und Lüftungstechnik