



Bewertung der Primärenergieeinsparung Von Mikro-BHKW nach DIN 4709

Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas
Reutlingen Research Institute (RRI)
Hochschule Reutlingen
bernd.thomas@reutlingen-university.de

- Einleitung
- Primärenergieeinsparung nach EU 2004/8/EU
- Test von Mikro-BHKW nach DIN 4709
- Testergebnisse
- Zusammenfassung



Ziele der deutschen Energiepolitik:

- Verringerung der CO₂-Emissionen* um 40% bis 2020
 Status quo: Reduktion um 25.5% Ende 2012 und >80% bis 2050
 Abschaltung der Atomkraftwerke bis Ende 2022
- Anteil EE-Stromerzeugung 35% bis 2020
 Status quo: 22.9% Ende 2012 80% bis 2050
- Primärenergieeinsparung** um 20% bis 2020
 => **Starker Fokus auf KWK** und 50% bis 2050

*: bezogen auf 1990 **: bezogen auf 2005





Primärenergieeinsparung für KWK-Geräte nach EU-Richtlinie 2004/8/EU

Thermischer und elektrischer Wirkungsgrad KWK-Gerät

$$PEE = \left[1 - \frac{1}{\frac{KWK W_{\eta}}{Ref W_{\eta}} + \frac{KWK E_{\eta}}{Ref E_{\eta}}} \right] \cdot 100\%$$

Thermischer Wirkungsgrad
moderner Gasbrennwertkessel
Ref $W_{\eta} = 90\%$

Elektrischer Wirkungsgrad moderner
Gas-Kraftwerke Ref $E_{\eta 0} = 52.5\%$
mit weiteren Korrekturen für
Umgebungstemp. und Netzverluste

$\geq 1 \text{ MWel}$: PEE > 10% sind „hocheffizient“
 $< 1 \text{ MWel}$: PEE > 0% sind „hocheffizient“

**Alle Wirkungsgrade sind auf
jährliche Energiemengen bezogen!**





Status quo beim Testen von Mikro-BHKW

1. Stationäre Tests bei Volllast
2. Test des KWK-Gerätes ohne Peripherie (Speicher etc.)

Praktischer Einsatz von Mikro-BHKW

1. Instationärer Betrieb (An/Aus oder modulierend)
2. Komplette KWK-Anlage besteht aus KWK-Gerät, Speicher und Regelung

Test nach DIN 4709 (Bestimmung der “Normnutzungsgrade”)

=> Versuche bei variabler Last über einen längeren Zeitraum (24 Stunden)

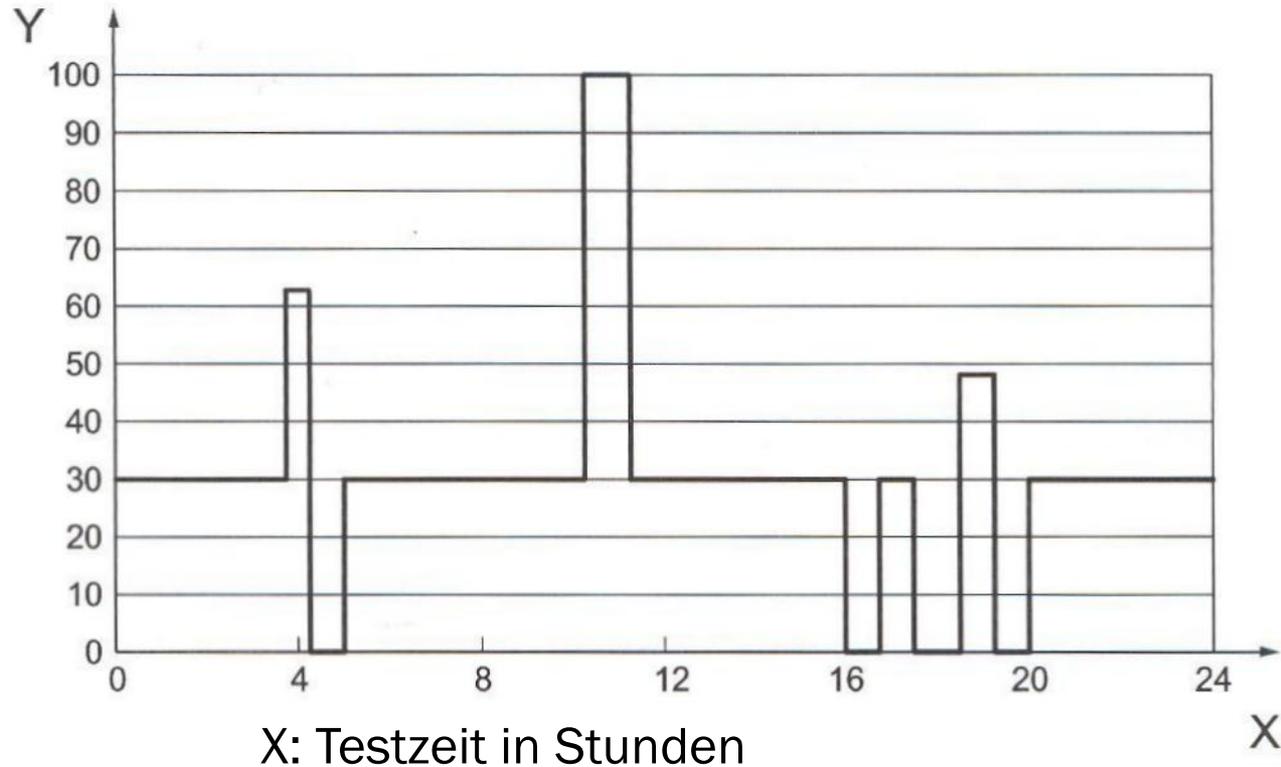
=> Test der kompletten KWK-Anlage





24h Lastprofil nach DIN 4709

Y: Wärmebedarf in %
der thermischen
Nennleistung des
KWK-Gerätes



Weitere Randbedingungen:

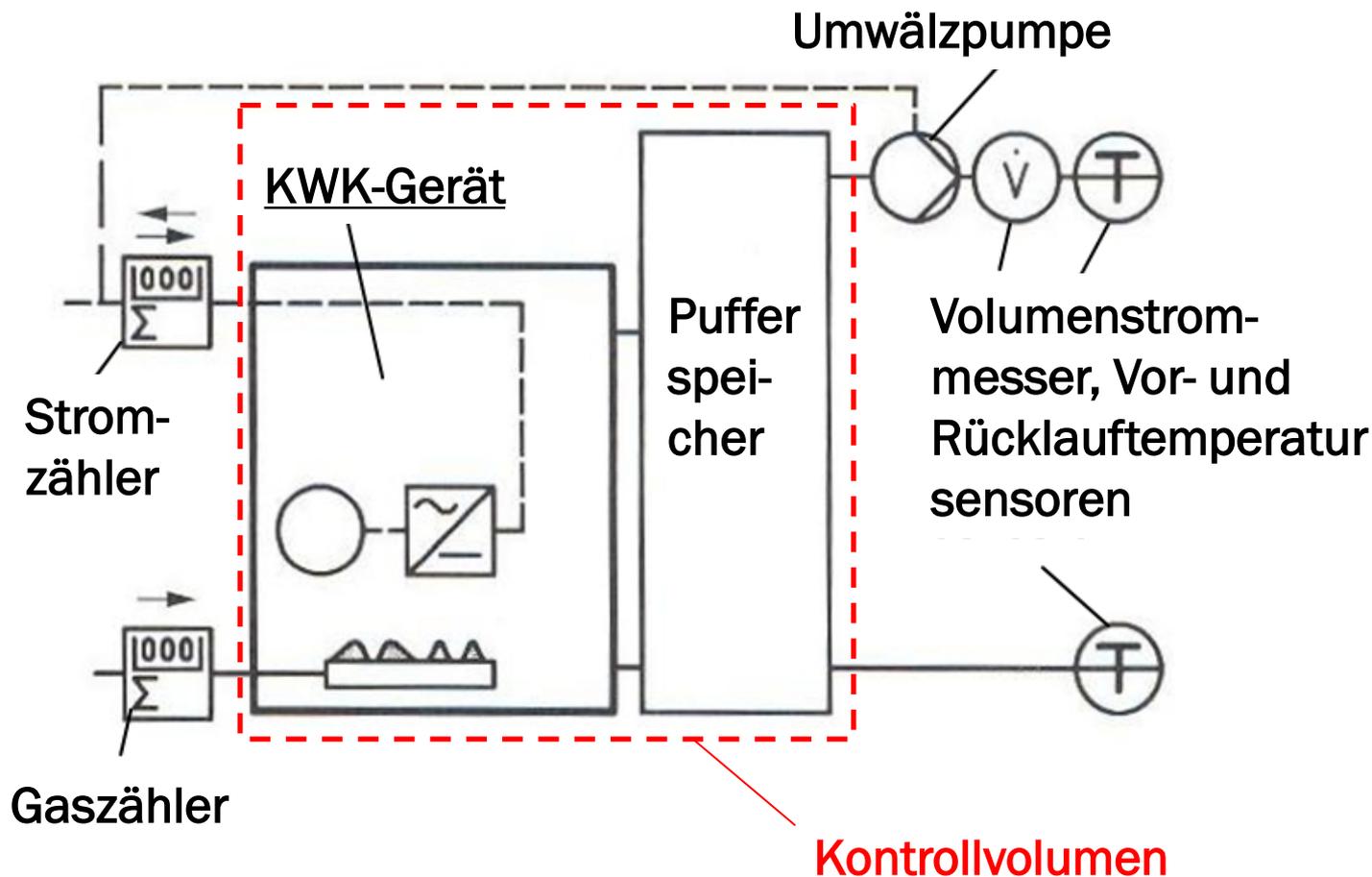
Konstante Rücklauftemperatur 30°C

Konstante Vorlauftemperatur 50°C





Testaufbau nach DIN 4709





Mikro-BHKW EC Power XRGI 15[®] and XRGI 20[®]



Herstellerangaben:

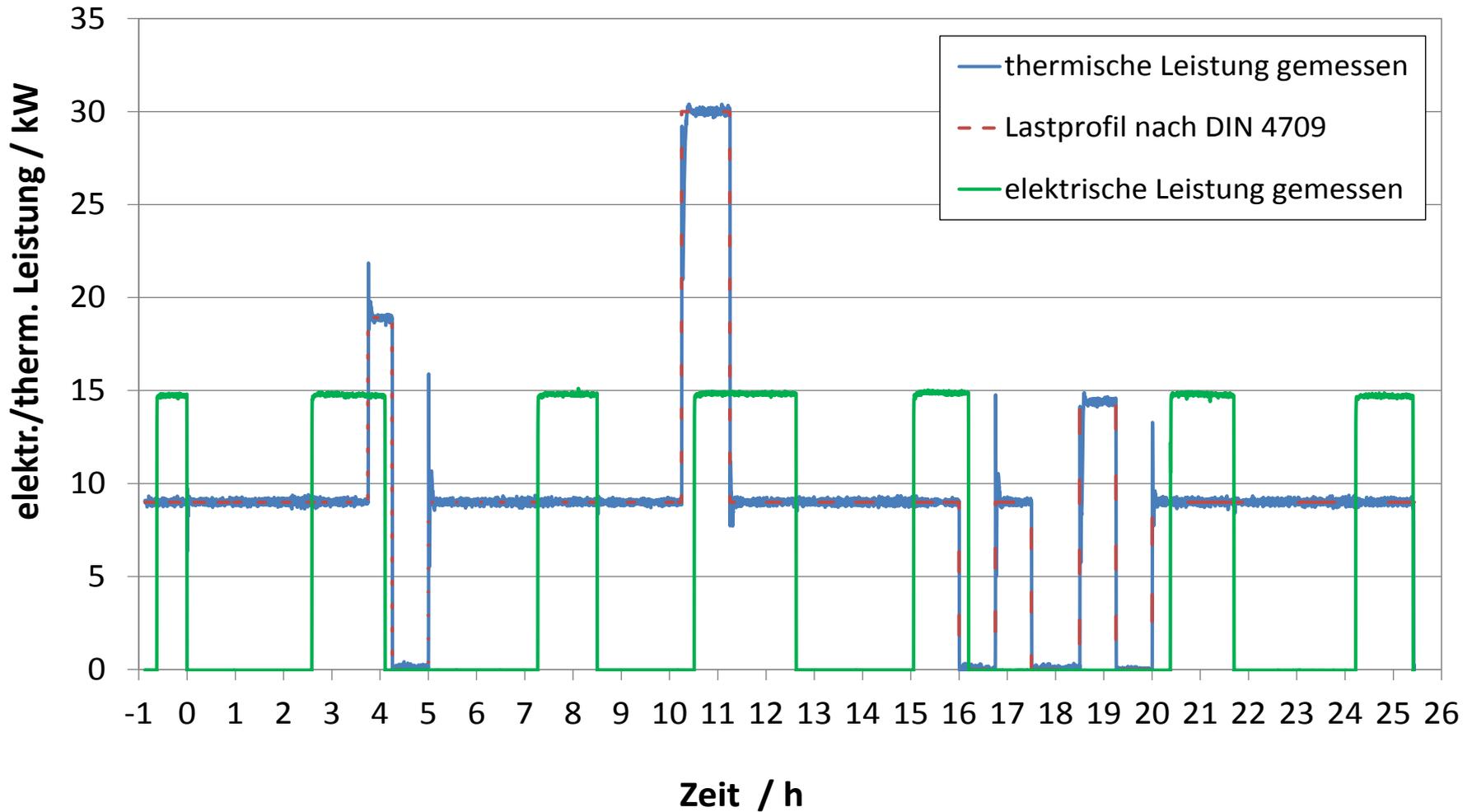
	XRGI 15[®]	XRGI 20[®]
Elektrische Leistung	6-15 kW	10-20 kW
Elektr. Wirkungsgrad	30 %	32 %
Thermische Leistung	17-30 kW	25-40 kW
Therm. Wirkungsgrad	62 %	64 %
Gesamtwirkungsgrad	92 %	96 %
Max. therm. Leistung mit BrennwertWT	33 kW	44.5 kW

EC Power XRGI 15[®] am Prüfstand der Hochschule Reutlingen



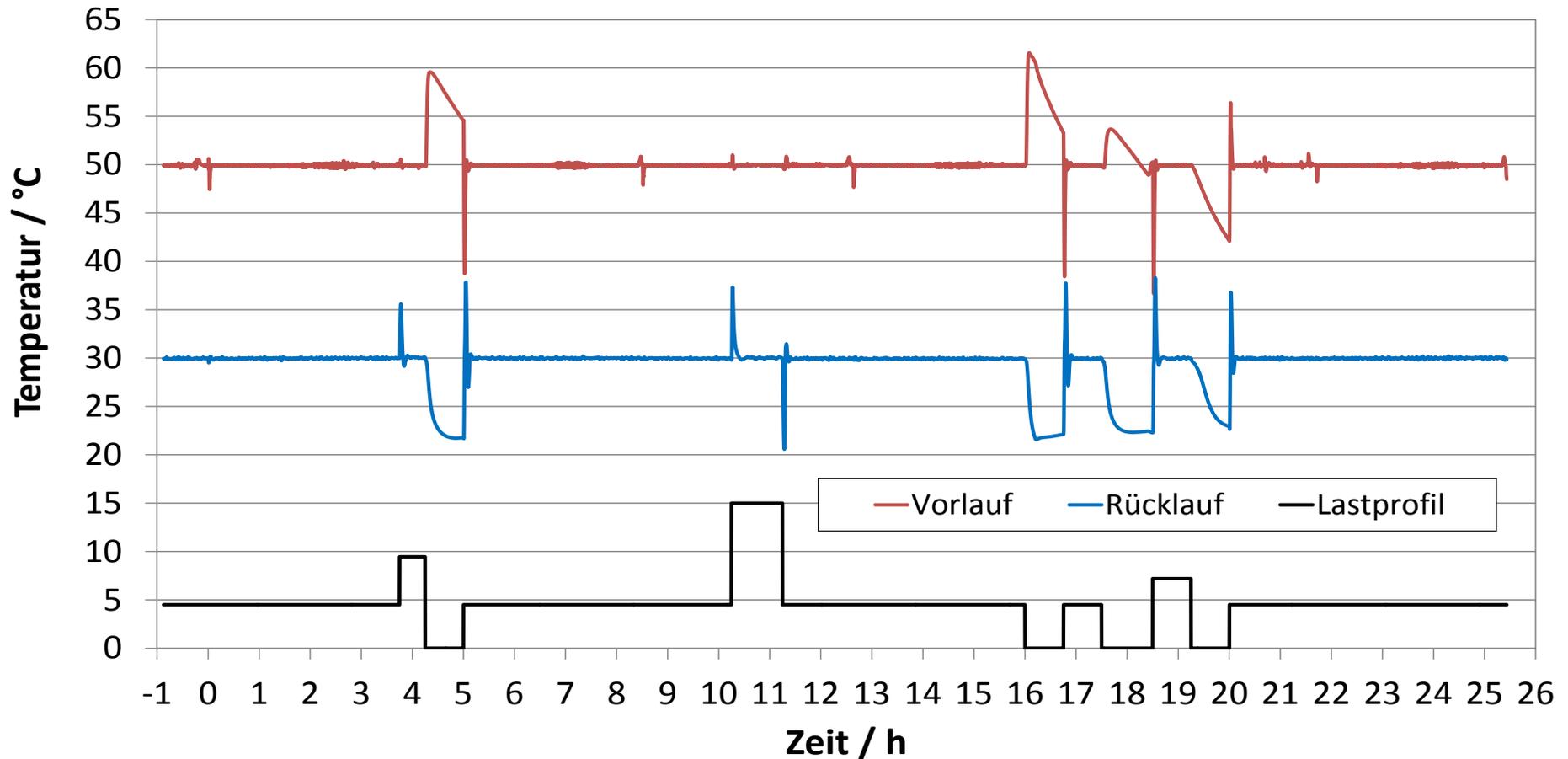


EC Power XRGI 15[®], 500 l Speicher: Leistungen





EC Power XRGI 15[®], 500 l Speicher: Temperaturen



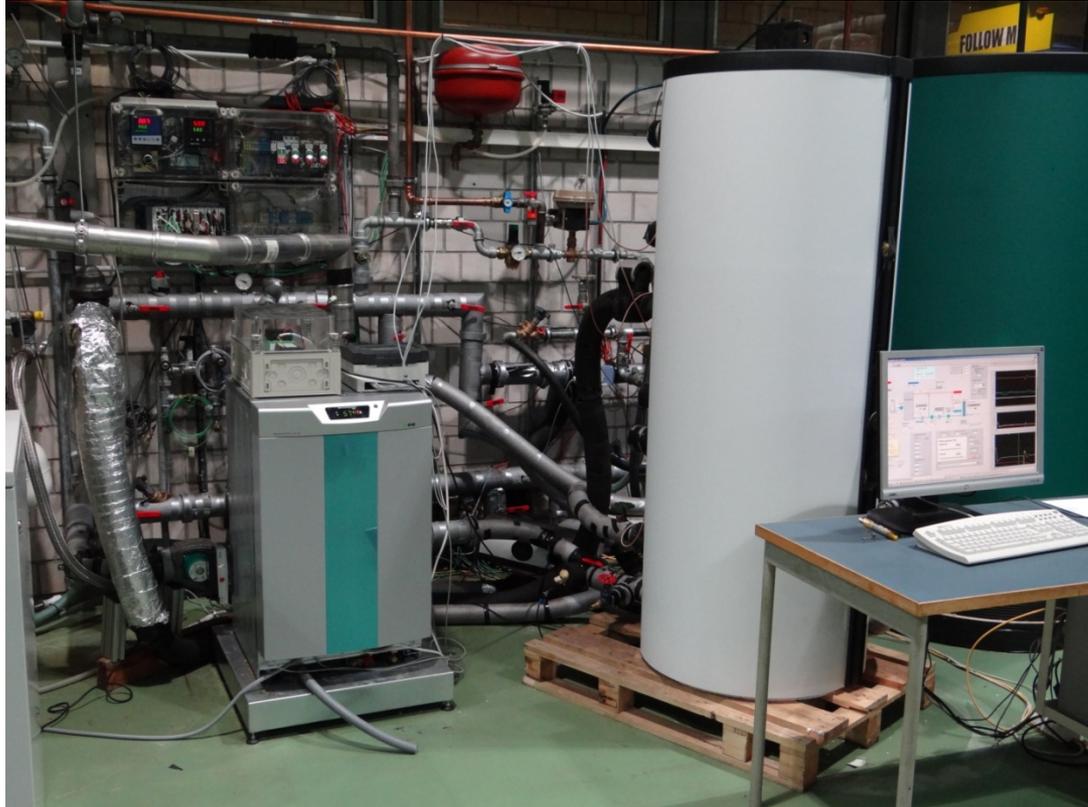


Ergebnisse für die BHKW EC Power XRGI 15[®] und XRGI 20[®]

	DIN 4709	Stationäre Werte
	XRGI 15[®]	
Elektrischer Wirkungsgrad	30.4 %	30 %
Thermischer Wirkungsgrad	55.5 %	62 %
Gesamtwirkungsgrad	85.9 %	92 %
<u>Primärenergieeinsparung</u>	<u>20.5 %</u>	<u>24.2 %</u>
	XRGI 20[®]	
Elektrischer Wirkungsgrad	30.9 %	32 %
Thermischer Wirkungsgrad	59.0 %	64 %
Gesamtwirkungsgrad	89.9 %	96 %
<u>Primärenergieeinsparung</u>	<u>23.5 %</u>	<u>27.9 %</u>



WhisperGen EU1 mit 300 Liter Pufferspeicher



Stationäre Werte bei 30 °C
Rücklauftemperatur

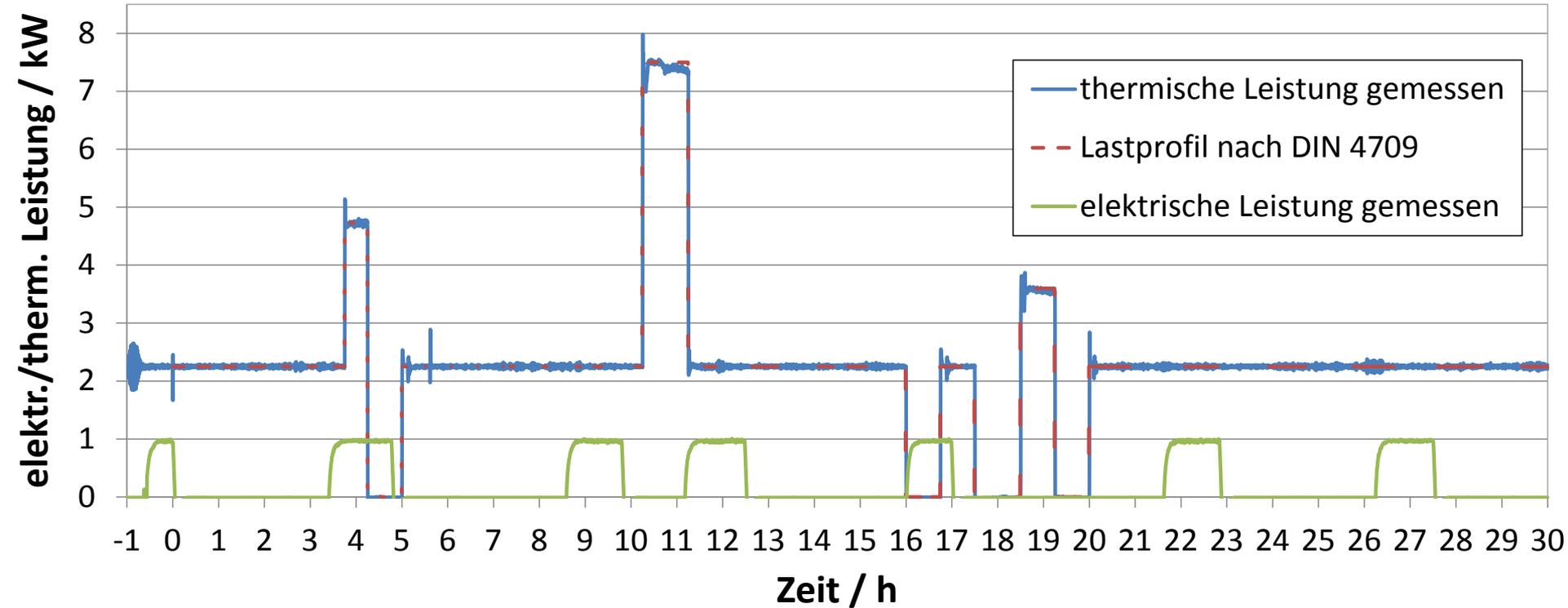
	WhisperGen
Elektrische Leistung	1 kW
Elektr. Wirkungsgrad	10 %
Thermische Leistung	7.5 kW
Therm. Wirkungsgrad	91.5 %
Gesamtwirkungsgrad	101.5 %

WhisperGen EU1 am Prüfstand der Hochschule Reutlingen





WhisperGen EU1, 300 | Speicher: Leistungen





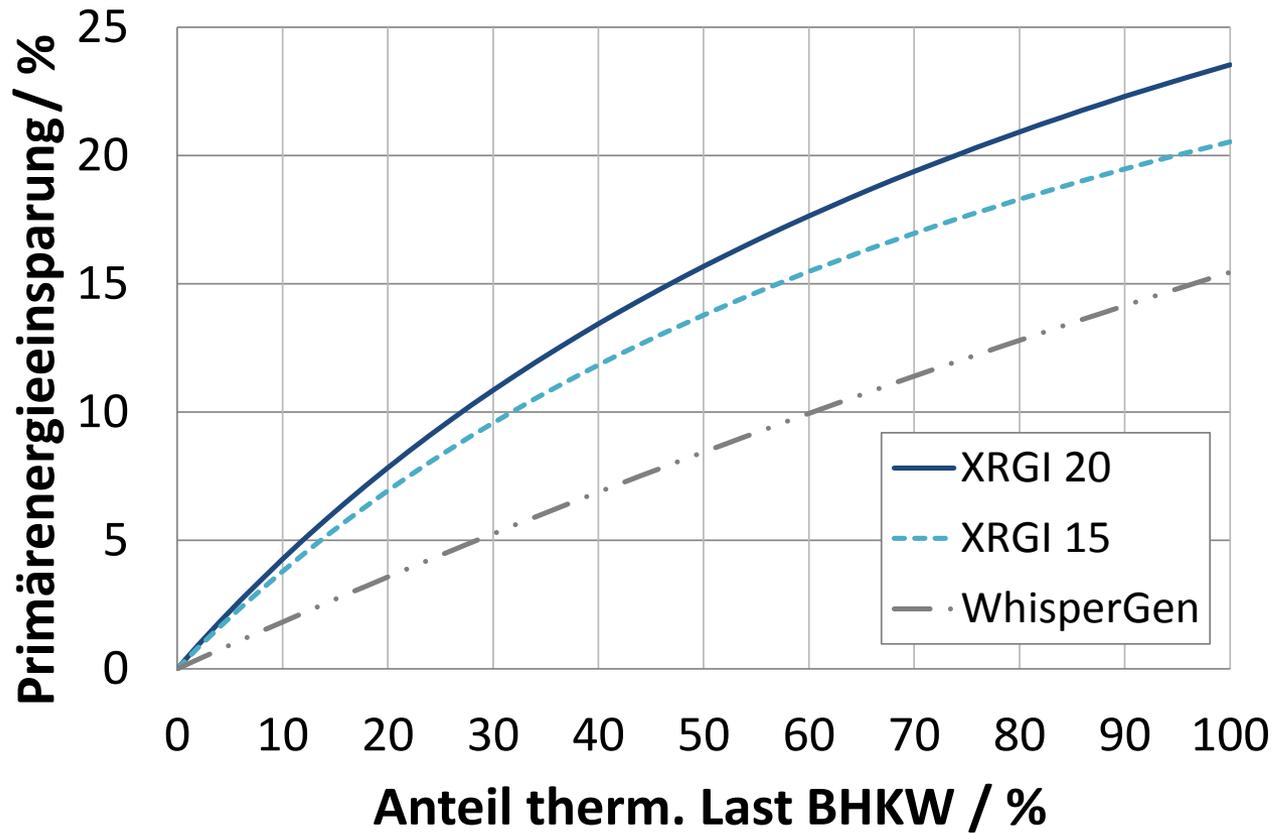
Ergebnisse für das BHKW WhisperGen EU1

	DIN 4709	Stationäre Werte
	WhisperGen EU1	
Elektrischer Wirkungsgrad	9.5 %	10 %
Thermischer Wirkungsgrad	88.4 %	91.5 %
Gesamtwirkungsgrad	97.9 %	101.5 %
<u>Primärenergieeinsparung</u>	<u>15.5 %</u>	<u>18.6 %</u>





Reduktion der Primärenergieeinsparung bei Betrieb des Zusatzkessels





Zusammenfassung

- Die Wirkungsgrade („Normnutzungsgrade“) nach DIN 4709 bilden den praktischen Betrieb von Mikro-BHKW besser ab
- Insbesondere bei den thermischen Wirkungsgrade ergeben sind nach DIN 4709 geringere Werte im Vergleich zu stationären Messungen aufgrund
 - der An-/Abfahrverluste
 - der Speicherverluste
- Der Betrieb des Zusatzkessel für zu einer Reduktion der Primärenergieeinsparung der Gesamtanlage





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Bernd Thomas

Reutlingen Research Institute (RRI)

Reutlingen University

email: bernd.thomas@reutlingen-university.de

Tel: 07121 271-7041

