



Wirtschaftlichkeit von BHKW in der Objektversorgung und innovative Ansätze

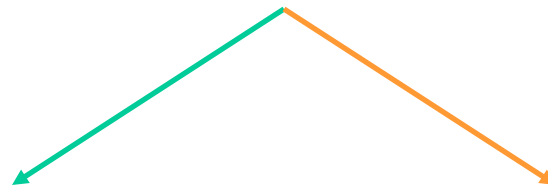
Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas
Hochschule Reutlingen / RRI
Alteburgstr. 150
72762 Reutlingen
Tel.: 07121/271-7041
Email: bernd.thomas@reutlingen-university.de

- Einführung
- BHKW in der Objektversorgung
- Innovative Ansätze
- Fazit



Motivation

Ressourcenschonung Minderung der CO₂-Emissionen



**Einsatz erneuer-
barer Energien**

+

**Energieeffizienz =
sparsamer Einsatz
konventioneller
Energien**





Forschungsthema BHKW an der Hochschule Reutlingen

Projekte:

- Vergleichende Untersuchung von Mini-BHKW (mittlerweile 7 Mini und Mikro-BHKW vermessen)
- Bio- und Klärgasverstromung mit Stirlingmotor-BHKW und Mikrogasturbinen
- Intensivmessprogramm am Biogas-BHKW Unterer Lindenhof
- Bestimmung des Primärenergiefaktors für das BHKW EC Power XRGI 15G-T0
- Planungsrechnungen für den Einsatz von Mini und Mikro-BHKW in Ein- und Mehrfamilienhäusern





Forschungsthema BHKW an der Hochschule Reutlingen

Literatur:

- „Mini-BHKW – noch zu groß für Ein- und Zweifamilienhäuser?“
eBWK Bd. 60 (2008) Nr. 6
- „Der Primärenergiefaktors für Blockheizkraftwerke“,
BWK Bd.62 (2010) Nr.3
- “Mini-Blockheizkraftwerke - Grundlagen, Gerätetechnik,
Betriebsdaten“, Vogel-Verlag, Würzburg, 1.Aufl., 2007



Mitgliedschaften:

- VDI Fachausschuss Mikro-KWK sowie Richtlinien-
ausschuss VDI 4656 „Planung und Dimensionierung von
Mikro-KWK-Anlagen
- Leitung des Arbeitskreises DEZENT am WM BW

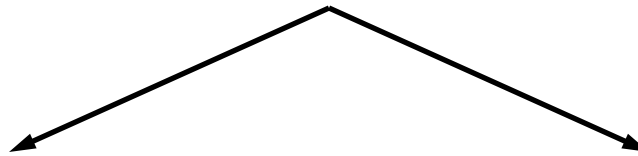




Warum sind BHKW nicht Standard i. d. Heizungstechnik ?

Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb von BHKW:

- guter elektrischer Wirkungsgrad
- hohe jährliche Laufzeit
- geringe Anschaffungs- und Wartungskosten



**Mehrfamilienhäuser,
kleine Gewerbebetriebe etc.**

Einfamilienhäuser





Anwendung von BHKW in Mehrfamilienhäusern etc.

- guter elektrischer Wirkungsgrad ✓ > (27) 30%
- hohe jährliche Laufzeit ✓ Grundlastbetrieb, > 5000 Bh/a
- geringe Anschaffungs- und Wartungskosten





Planungsrechnungen für Mini-BHKW in MFH

Laufzeiten – thermische und elektrische Deckungsgrade

		Strombedarf	Wärmebedarf
MFH 1	14 WE	32.092 kWh/a	84.201 kWh/a
MFH 2	34 WE	78.123 kWh/a	190.930 kWh/a
MFH 3	48 WE	101.479 kWh/a	252.853 kWh/a

- Bedarfsprofile nach VDI 4655
- Stromoptimierter Betrieb der BHKW





Planungsrechnungen für Mini-BHKW in MFH

Laufzeiten – thermische und elektrische Deckungsgrade

BHKW	Elektr. Leistung	Therm. Leistung
Dachs	5,5 kW	13,5 kW*
EC Power	15,2 kW	30 kW
Höfler	25 kW	47 kW
Comuna Metall	52 kW	97 kW

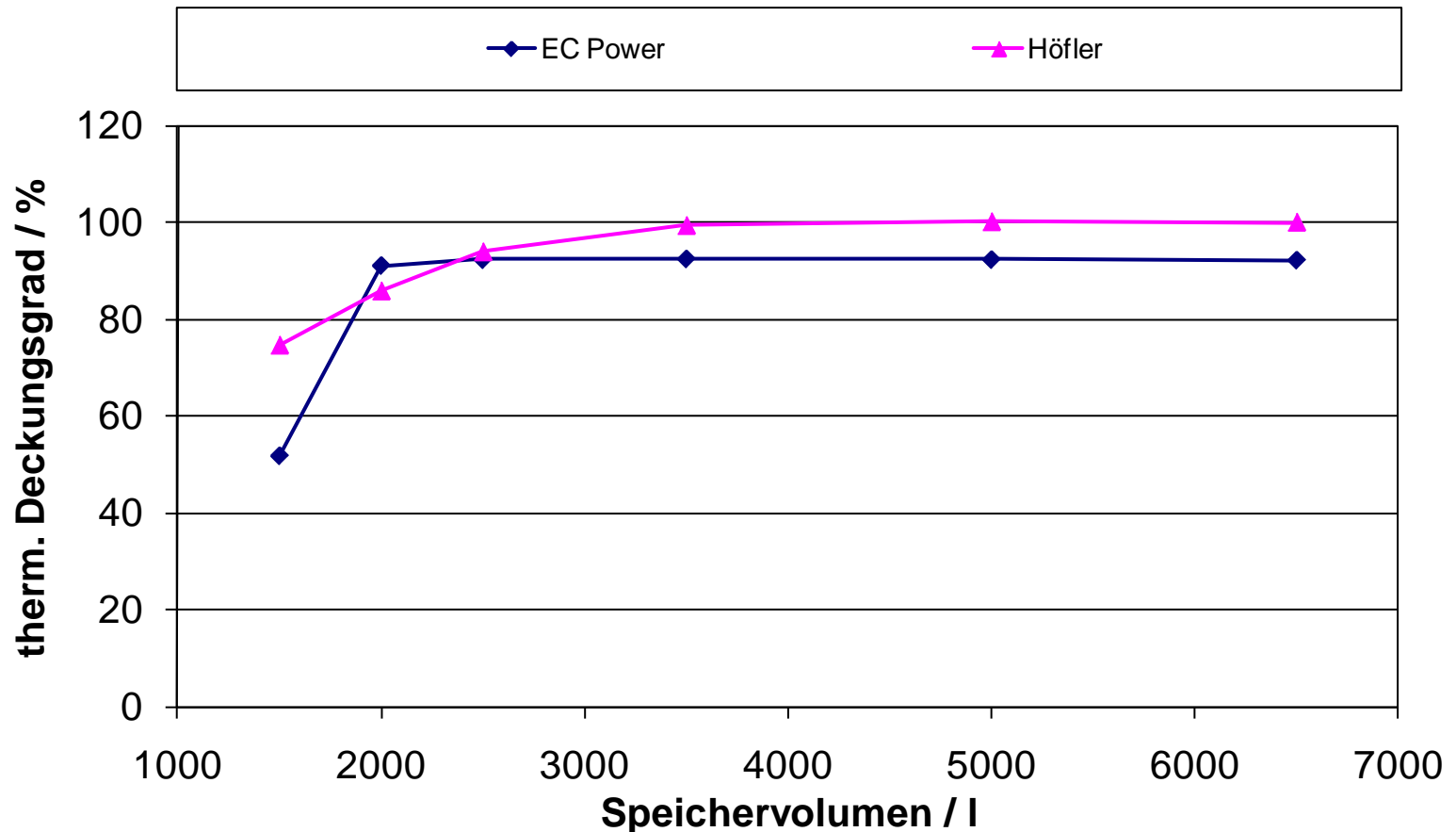
* Mit Kondensator





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 2

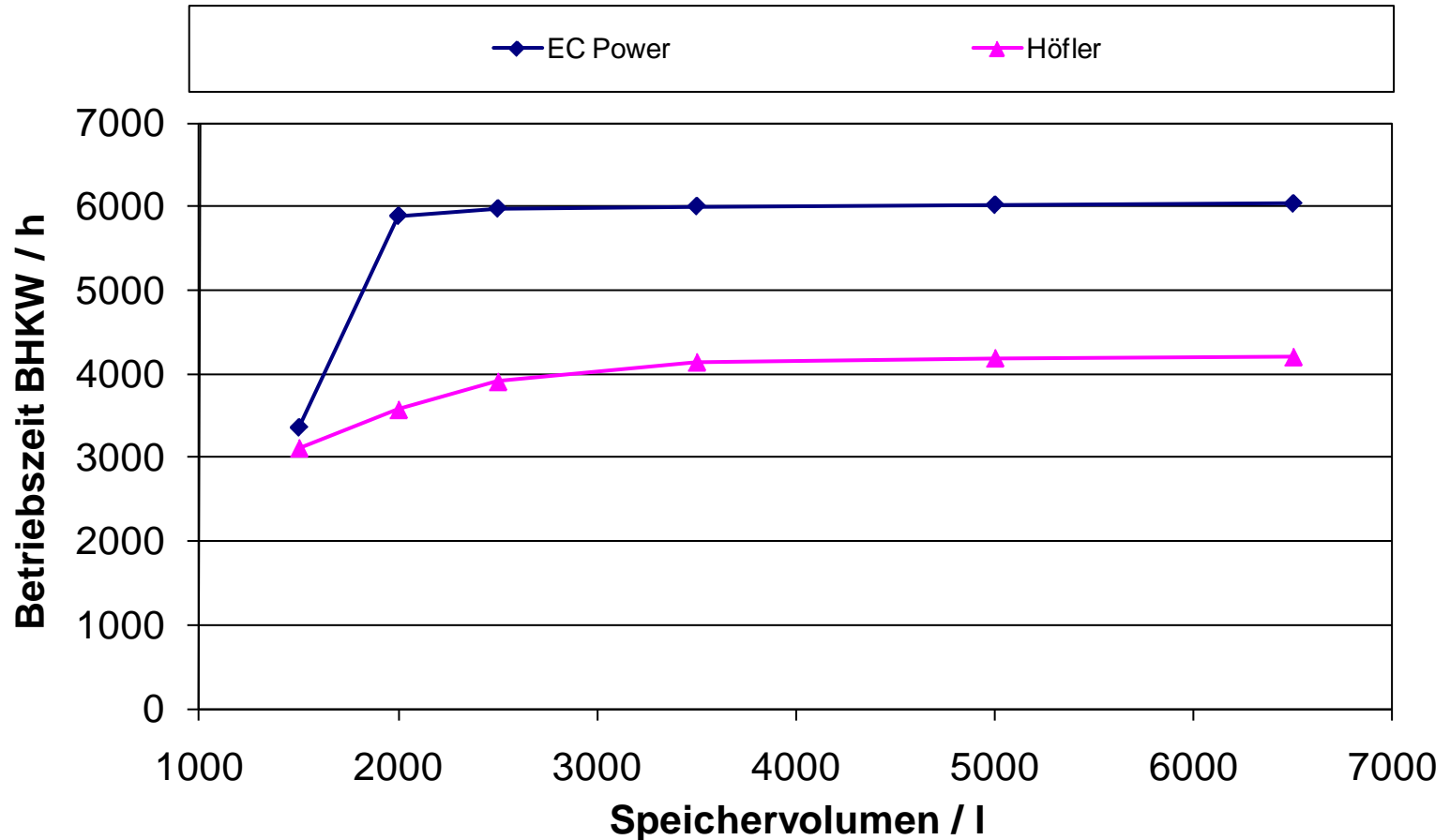
MFH 2 34 WE Wel = 78123kWh/a Qheiz = 190930kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 2

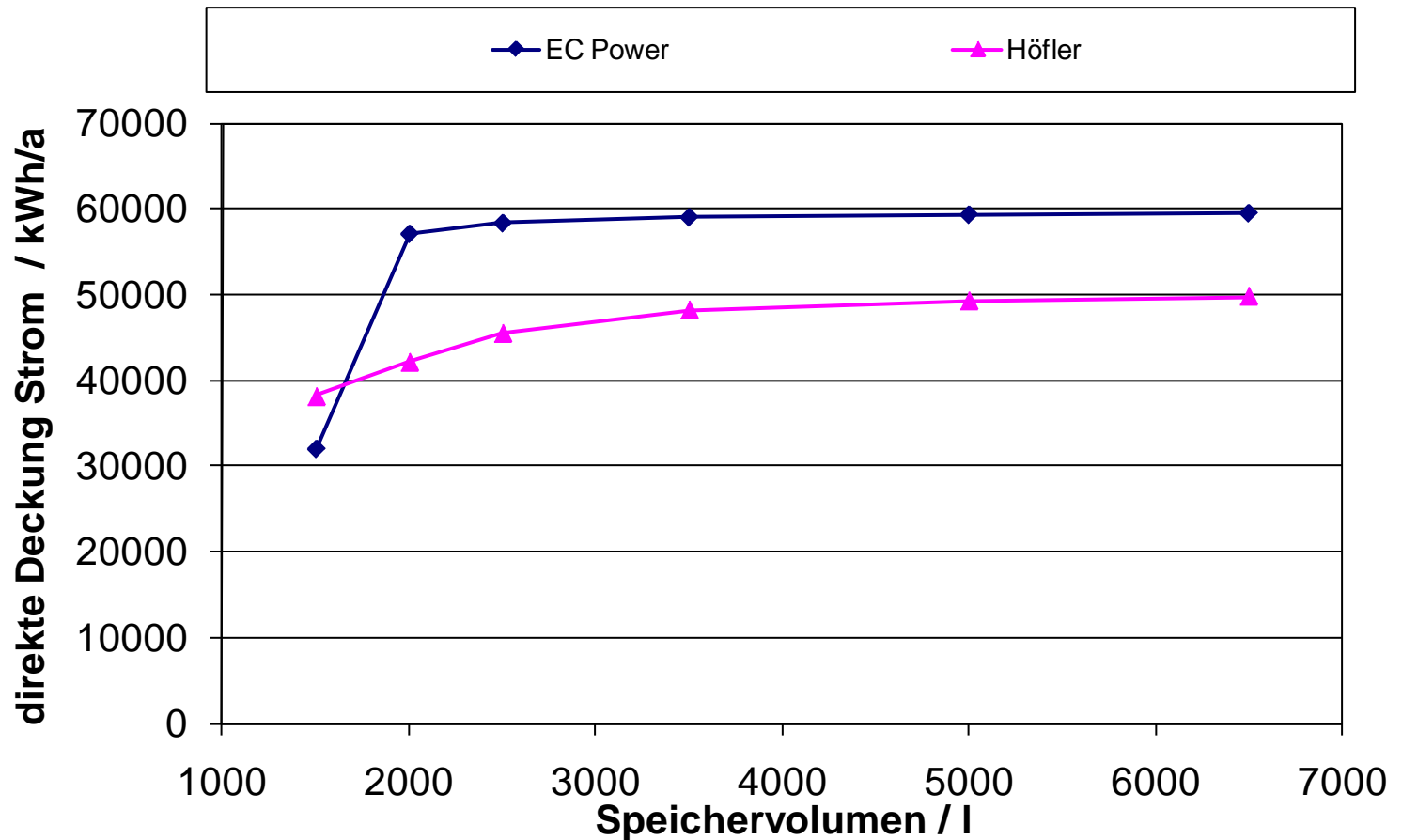
MFH 2 34 WE Wei = 78123kWh/a Qheiz = 190930kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 2

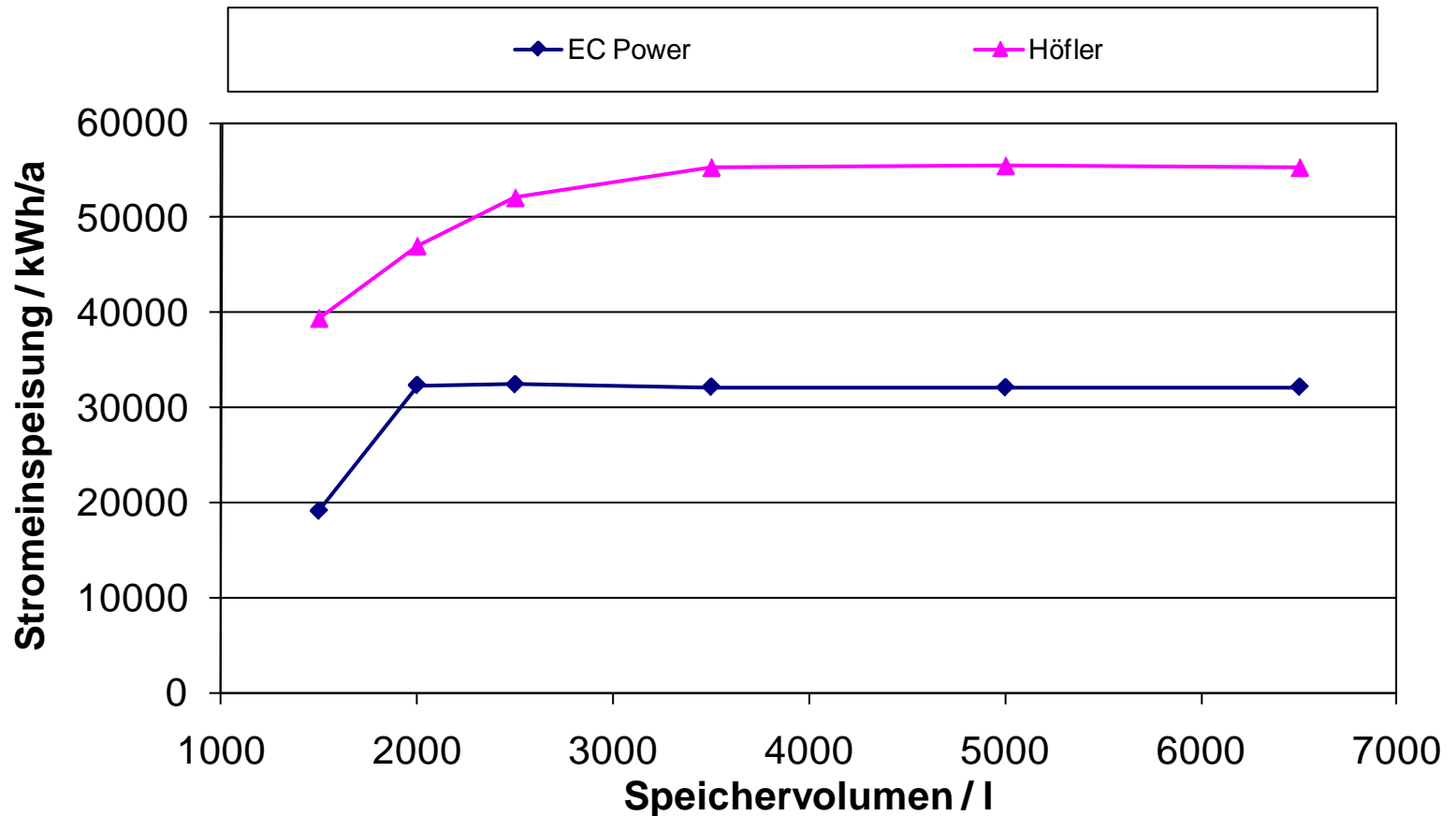
MFH 2 34 WE Wel = 78123kWh/a Qheiz = 190930kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 2

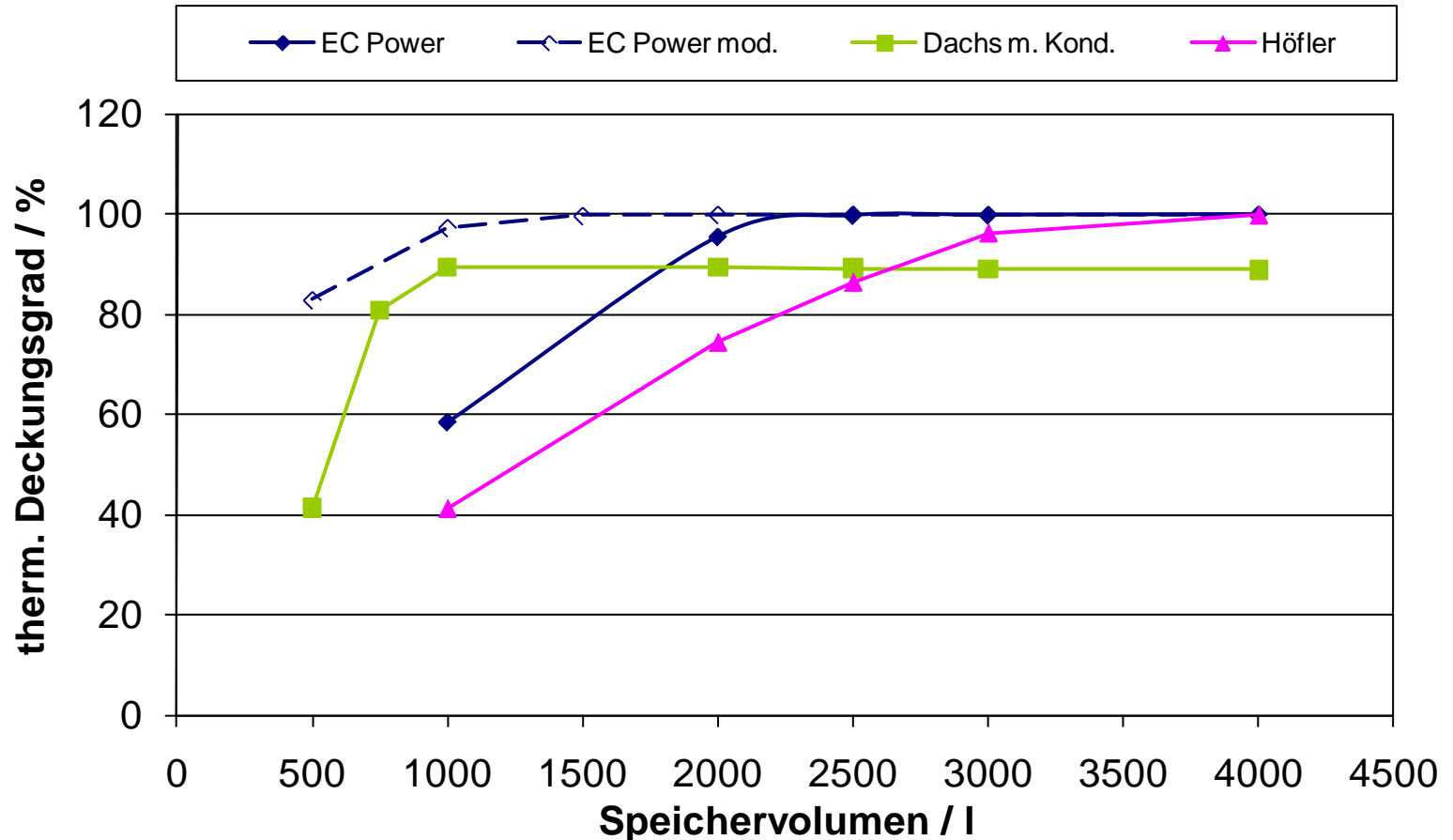
MFH 2 34 WE Wel = 78123kWh/a Qheiz = 190930kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 1

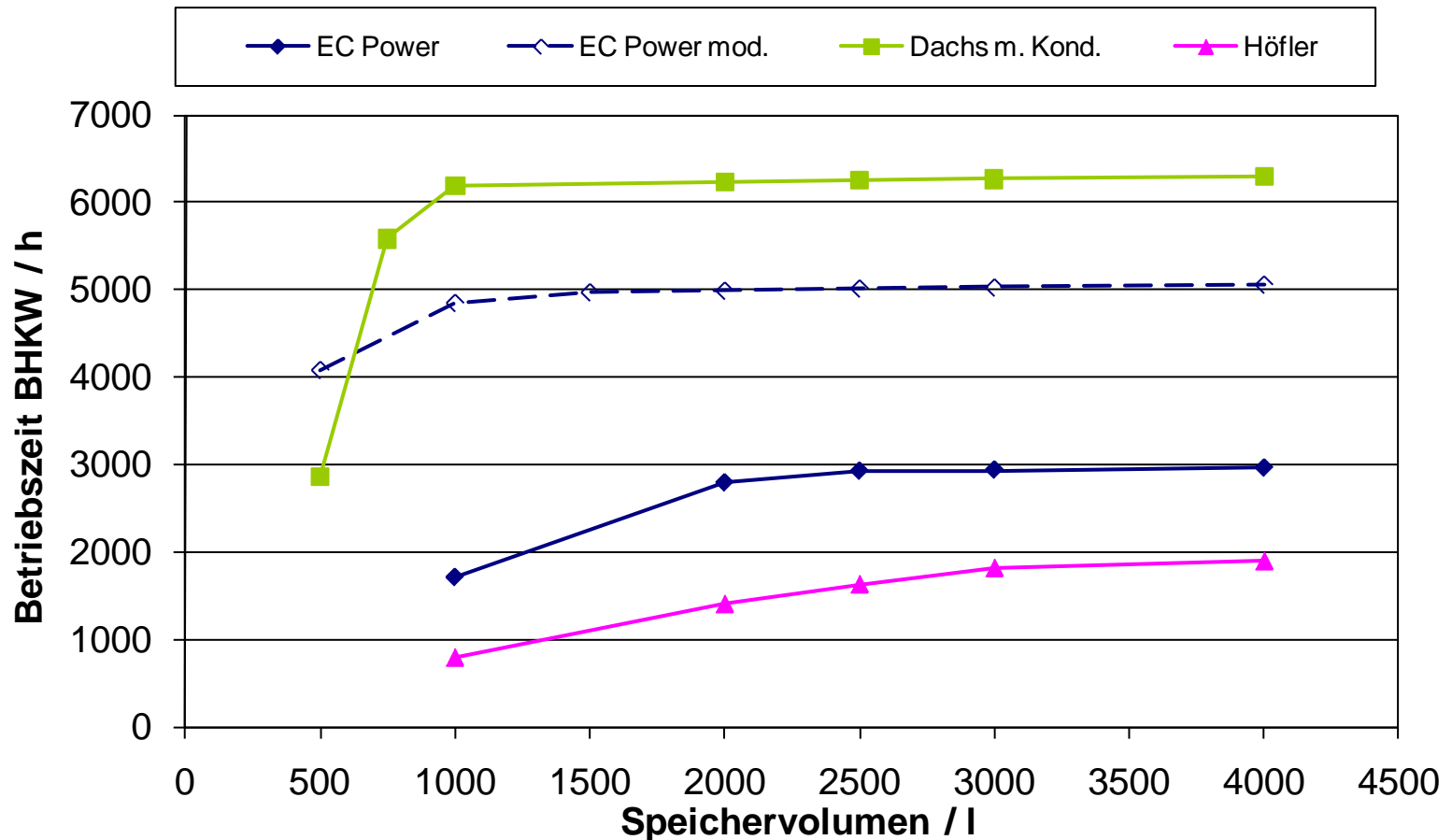
MFH 1 14 WE Wel = 32092kWh/a Qheiz = 84201kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 1

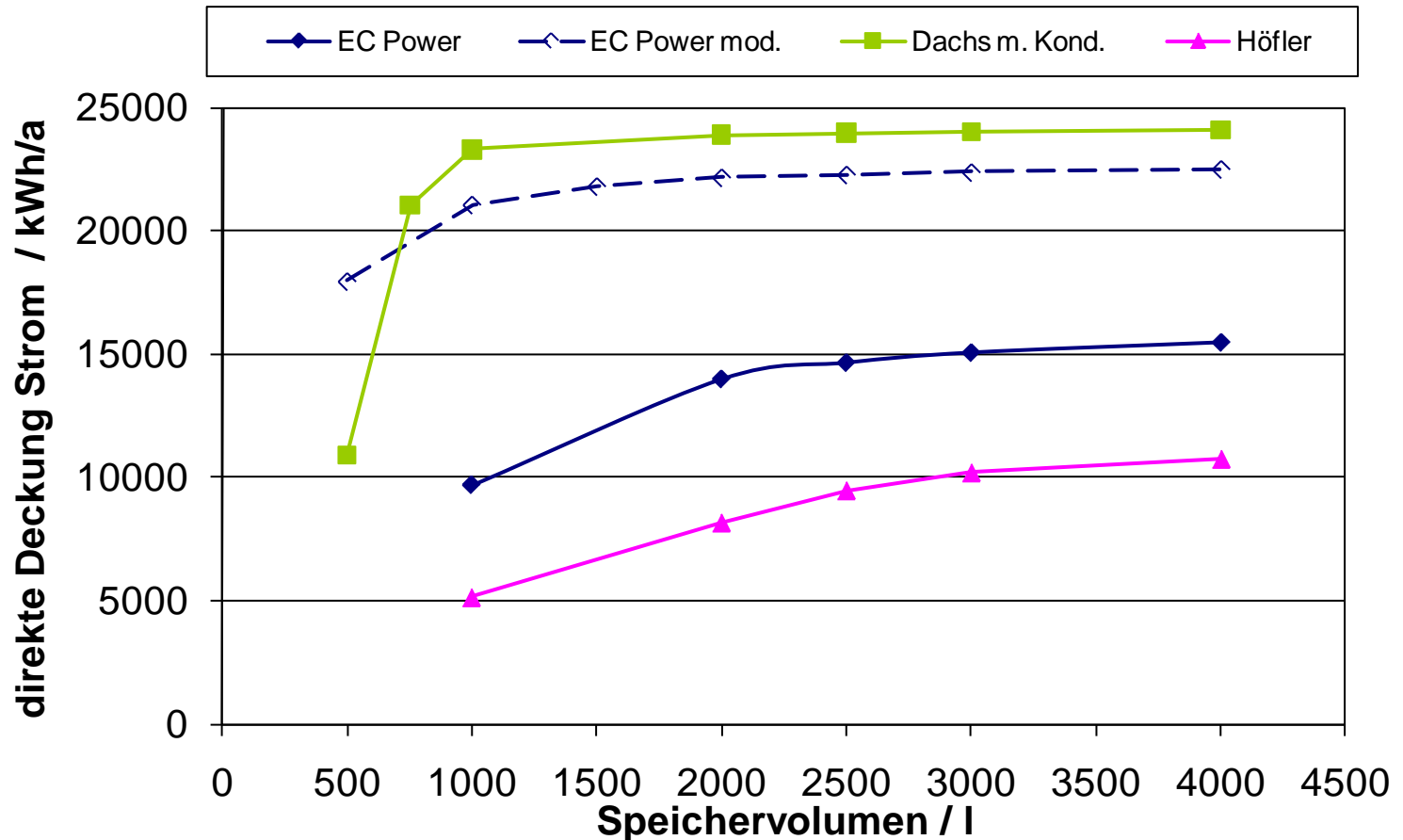
MFH 1 14 WE Wei = 32092kWh/a Qheiz = 84201kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 1

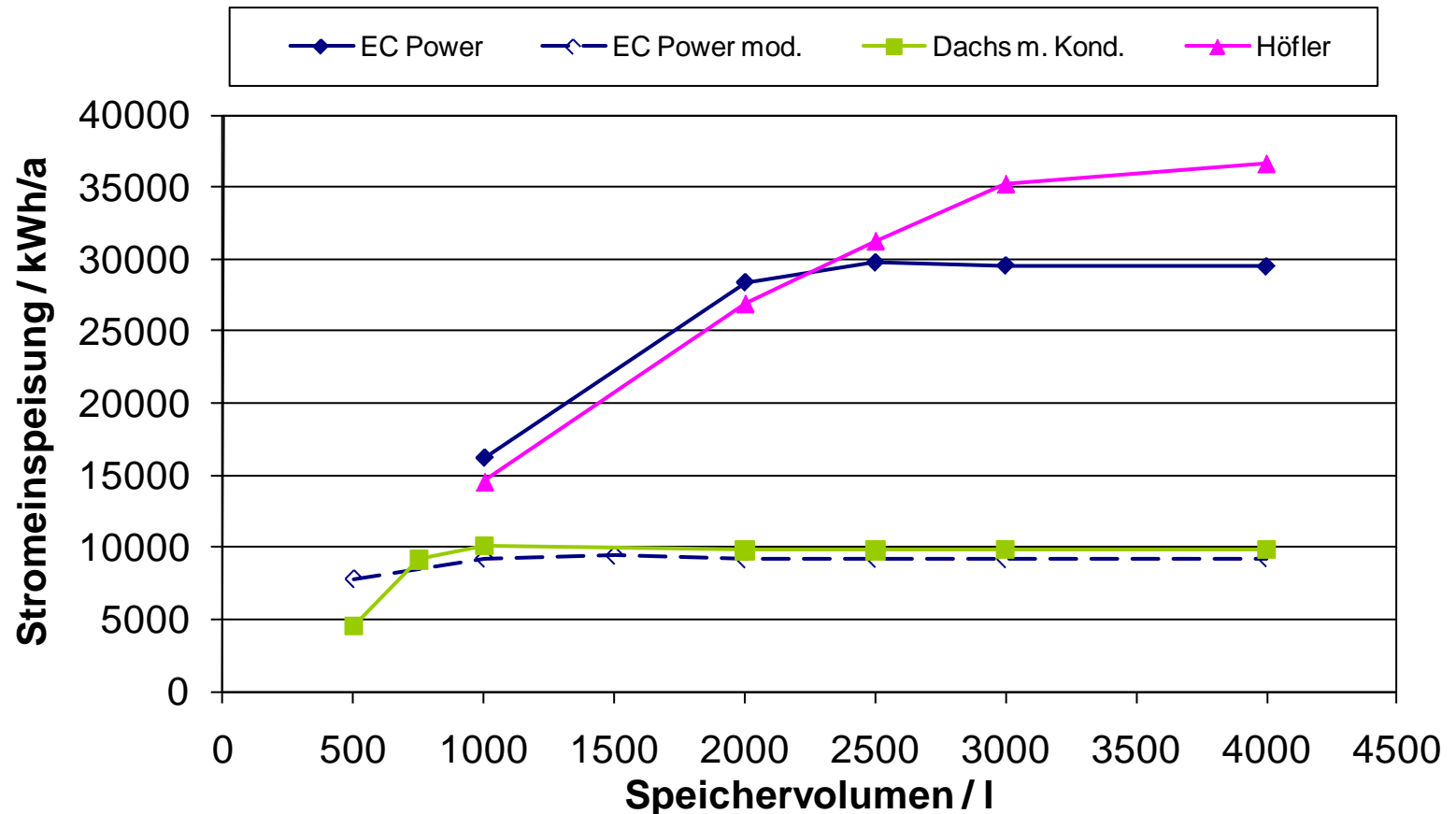
MFH 1 14 WE Wei = 32092kWh/a Qheiz = 84201kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 1

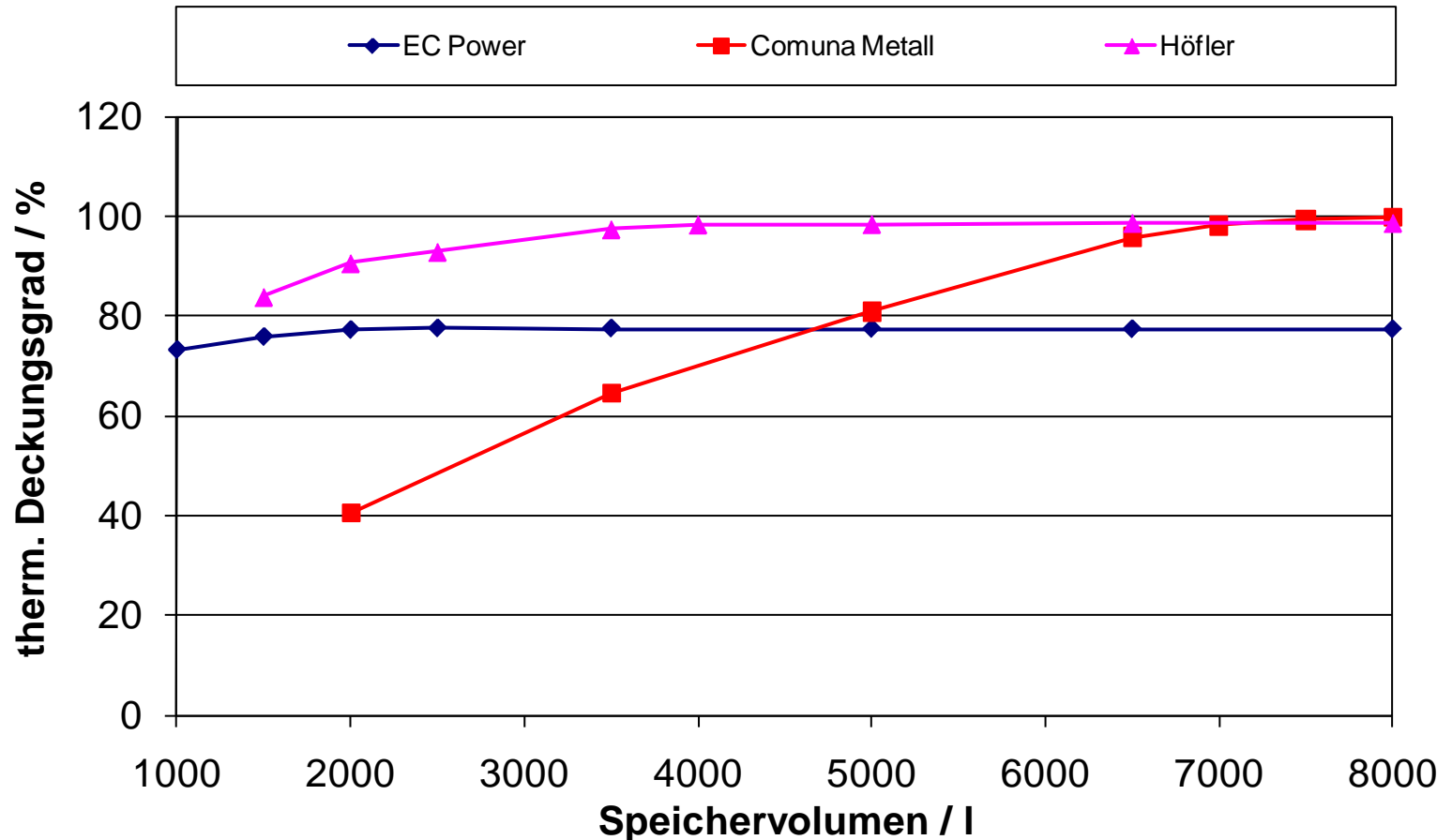
MFH 1 14 WE Wei = 32092kWh/a Qheiz = 84201kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 3

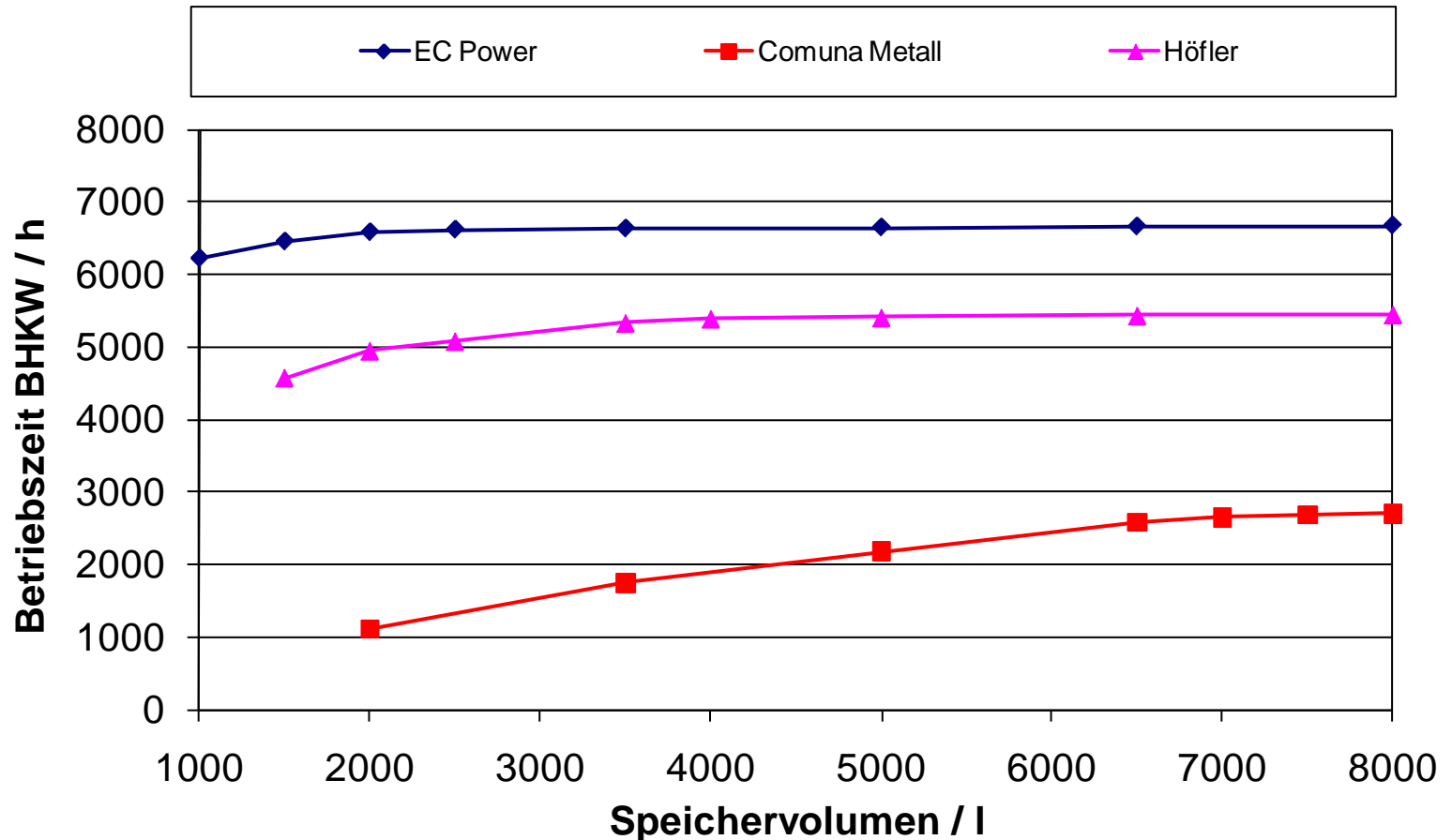
MFH 3 48 WE Wei = 101479kWh/a Qheiz = 252853kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 3

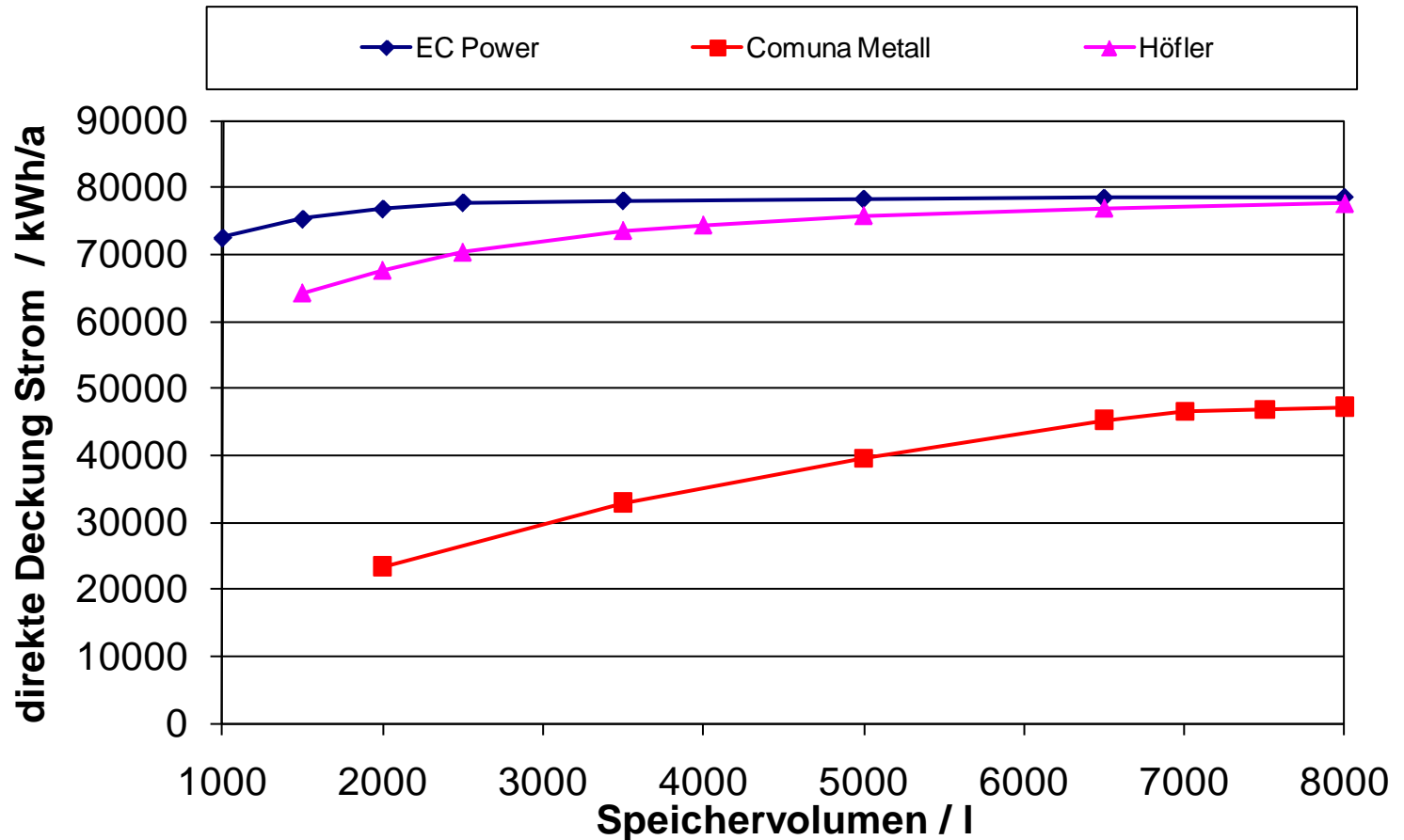
MFH 3 48 WE Wel = 101479kWh/a Qheiz = 252853kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 3

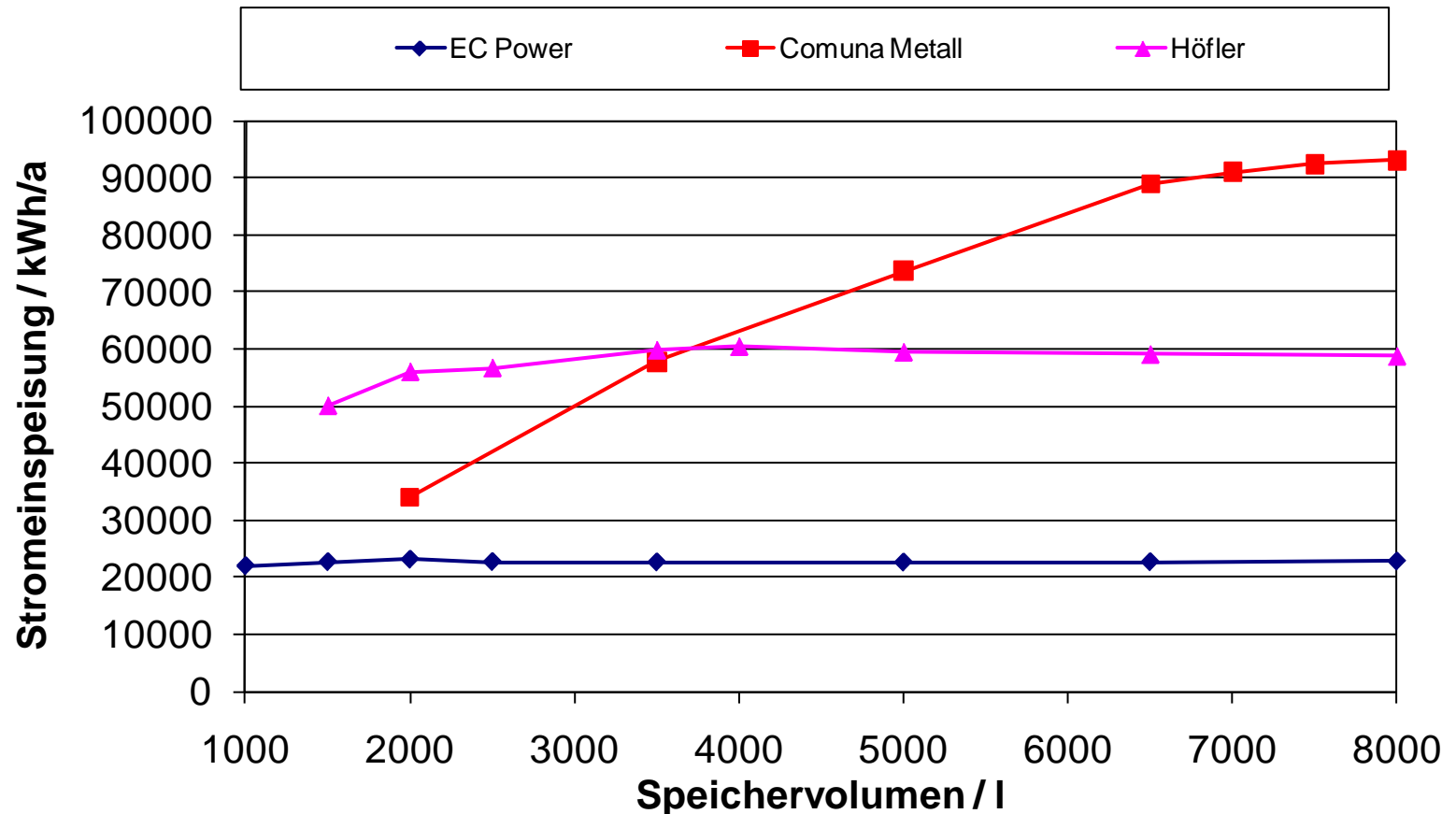
MFH 3 48 WE Wel = 101479kWh/a Qheiz = 252853kWh/a





Planungsrechnungen für Mini-BHKW – MFH 3

MFH 3 48 WE Wei = 101479kWh/a Q_{heiz} = 252853kWh/a





Anwendung von Mini-BHKW in Mehrfamilienhäusern etc.

- guter elektrischer Wirkungsgrad ✓ > (27) 30%
- hohe jährliche Laufzeit ✓ Grundlastbetrieb, > 5000 Bh/a
- geringe Anschaffungs- und
Wartungskosten ✓ < 2000-4000 €/kW_{el}
Wartungsintervall: 8000h

Problem: Stromeinspeisung oder Selbstnutzung ?





Wirtschaftlichkeitsrechnung BHKW in MFH 2

Gebäude: MFH 2, 34 WE, Strombedarf: 78.123 kWh/a
Wärmebedarf: 190.930 kWh/a

BHKW: EC Power XRGI 15G-T0 (15,2 kW_{el}, 30 kW_{th})
Pufferspeicher 2000 Liter



Berechneter Betrieb (auf Basis Referenzlastprofile VDI 4655):
jährliche Betriebszeit: 5882 h/a
thermische Deckung: 91,0 %
elektrische Deckung: 73,1 %





Wirtschaftlichkeitsrechnung BHKW in MFH 2

Szenario 1: Nutzung des erzeugten elektrischen Stroms zu
73,1% im Objekt
(Tarif: ca. 16 ct/kWh_{el} (netto) + 5,11 ct/kWh_{el})

Amortisation nach **6,3 Jahren** (ohne Zuschuss)

Szenario 2: komplette Rückspeisung des erzeugten elektrischen
Stroms
(Tarif: ca. 3,876 ct/kWh_{el} + 5,11 ct/kWh_{el} +
0,5-1 ct/kWh_{el})

keine Amortisation möglich





Anwendung von BHKW in Einfamilienhäusern

- guter elektrischer Wirkungsgrad **10 - 20%**
- hohe jährliche Laufzeit **nur bei kleinen therm. Leistungen (< 7 kW)**
- geringe Anschaffungs- und Wartungskosten **> 6.500 €/kW_{el}**

Lösungsmöglichkeiten ? Innovative Ansätze





1. Stirlingmotor-BHKW

Stirlingmotor-BHKW haben das Potenzial für niedrige Wartungskosten (kein Ölwechsel)

Freikolben-Stirlingmotoren können wartungsfrei betrieben werden.

Problem: (noch) hohe Herstellungskosten

Weitere Infos:

3. dt. Stirlingkongress auf der CEP in Stuttgart (Neue Messe) am 25.2.2010



Quelle: WhisperTech Ltd.



Quelle: SenerTec GmbH/
Baxi Group

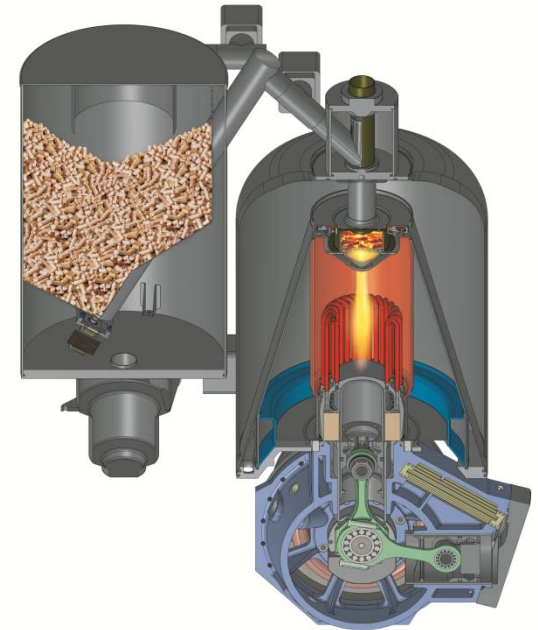




2. Biomasse-Stirlingmotor-BHKW

Aufgrund der äußeren Wärmezufuhr können Stirlingmotoren mit beliebigen Brennstoffen (u.a. Holzhackschnitzel und Holzpellets) betrieben werden.

**Herstellungskosten,
Verbrennungsverfahren ?**



Quelle: Sunmachine GmbH





3. Mikro Gas-Ottomotor-BHKW

Gas-Ottomotor-BHKW auf der Grundlage von
(Groß)Serienmotoren

z.B. Honda Ecowill (1 kW_{el} , $2,8 \text{ kW}_{\text{th}}$)
in Japan und USA über 60.000 Stück
installiert

Lebensdauer, Wartungsaufwand ?



Quelle: Honda Motor Co., Ltd.





4. Brennstoffzellen-BHKW

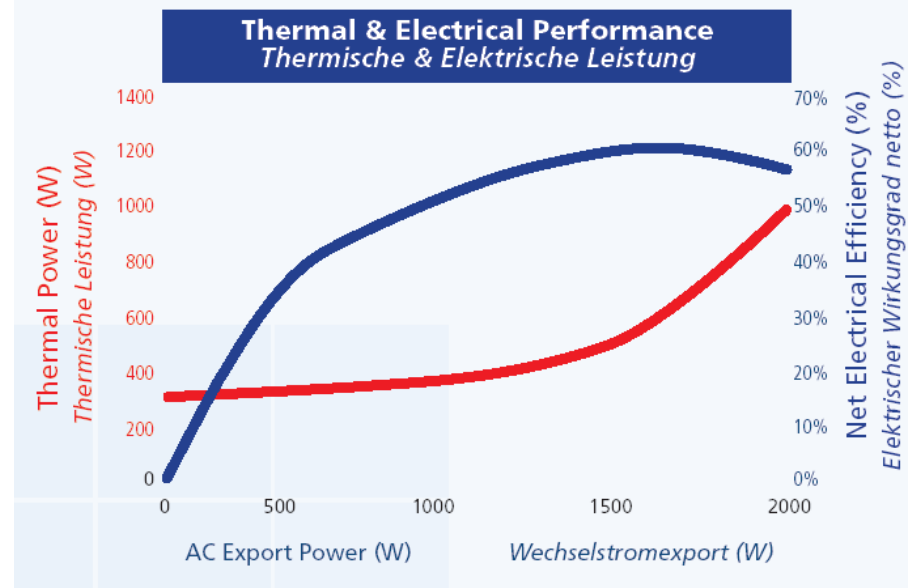
Brennstoffzellen-BHKW bieten höchste elektrische Wirkungsgrade im kleinsten Leistungsbereich.

z.B. BlueGen™ von CFCL Ltd.
(2 kW_{el}, 1 kW_{th})

Zelldegradation,
Herstellungskosten ?



Quelle: CFCL Ltd.





Fazit

- Mini-BHKW sind technisch ausgereift und bieten eine signifikante Primärenergieeinsparung
- Die breite Markteinführung von Mini-BHKW kann gelingen, wenn:
 - in Mehrfamilienhäusern der eigene Verbrauch des erzeugten Stroms ermöglicht wird.
 - für Einfamilienhäuser Geräte mit gutem elektrischen Wirkungsgrad und geringen Anschaffungs- und Wartungskosten erhältlich sind.

