

WETTERAU  
MACHT'S  
EFFIZIENT.



# Herzlich Willkommen zum 2. Energie-Fachforum

Energieeffizienz in den Bereichen

Kraft-Wärme-Kopplung, Druckluft, Abwärmenutzung



Autoren: Dipl.-Ing. Steffen Roß, M.Sc. Julia Rauw, Dipl.-Ing. Klaus Gründler

Datum: 11.09.2019



## Energieconsulting

- Energieeffizienznetzwerke: Qualifizierte Energieberatung und Moderation
- Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001: Aufbau und Implementierung
- Energieaudits nach DIN EN 16247 gemäß EDL-G und BAFA EBM (Förderprogramm für KMU)
- Klassische Energieeffizienzberatung für Industrie, Gewerbe, Krankenhäuser und Kommunen
- Versorgungskonzepte, Nahwärmenetze, Abwärmenutzung, regenerative Energieträger
- Contractingberatung und Umsetzung von Contractingprojekten
- Optimierung Energie-relevanter Steuern, Abgaben und Umlagen für Unternehmen

## Webentwicklung und Webconsulting

- Energie-Software: Kalkulatoren für Industrie, Gewerbe, Stadtwerke/EVU; Statusmonitor
- Webentwicklung mit TYPO3
  - Multimandanten-Plattformen: Energieeffizienzportal für großen Stadtwerkeverbund, Gesetzeskonformer Internetauftritt für Netzbetreiber, Multimandantenplattform Elektromobilität
  - Intranets und Extranets
  - Webauftritte und Microsites
- Beratung zum bestehenden/neuen Webauftritt und Social Media Strategien



## Themenschwerpunkte

- Erarbeitung industrieller Energiekonzepte durch Optimierung der Prozesse, Energieträgerumstellungen, Eigenerzeugung / Kraft-Wärme-Kopplung etc.
- Unterstützung von Unternehmen bei der Einführung u. Fortentwicklung von Energiemanagement nach ISO 50001; Übernahme der Funktion des Energiemanagement-Beauftragten; u.a. Coaching und Führung Energieteam
- Umsetzung der Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung (SpaEfV) und des § 8 EDL-G (Energieaudits nach DIN EN 16247 und Anlage 2) in den Unternehmen
- Referent zu den Themen „Energieeffizienz in der Industrie“, „Energiekosten-Optimierung unter Beachtung aller Umlagen sowie Strom- und Energiesteuern“, „ISO 50001“
- Qualifizierter Energieberater u. Moderator zweier der größten Energieeffizienz-Netzwerke im Rahmen der IEEN: EEN ChePap Rhein-Ruhr I+II (Ergebniss-ChePap I: 80 Maßnahmen; 158 GWh Energieeinsparungen)
- Entwicklung von CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien (Energieeffizienz; Energieträgerumstellung; EE; Elektromobilität; Nutzerverhalten; ...)

## Kurz-Vita

- Studium der Elektrotechnik an der RWTH Aachen (1986 – 1993)
- Von 1993 bis 1998 IC Consult Aachen: kommunale Energiekonzepte, Beratung der EnergieAgentur. NRW bei Aufbau und Umsetzung des Weiterbildungsprogramms RAVEL NRW (EA.NRW)
- Seit 1998 Gründer und Geschäftsführer der WiRo Energie & Konnex Consulting GmbH (Aachen)



## KWK

Grundlagen

Verschiedene Anlagentypen

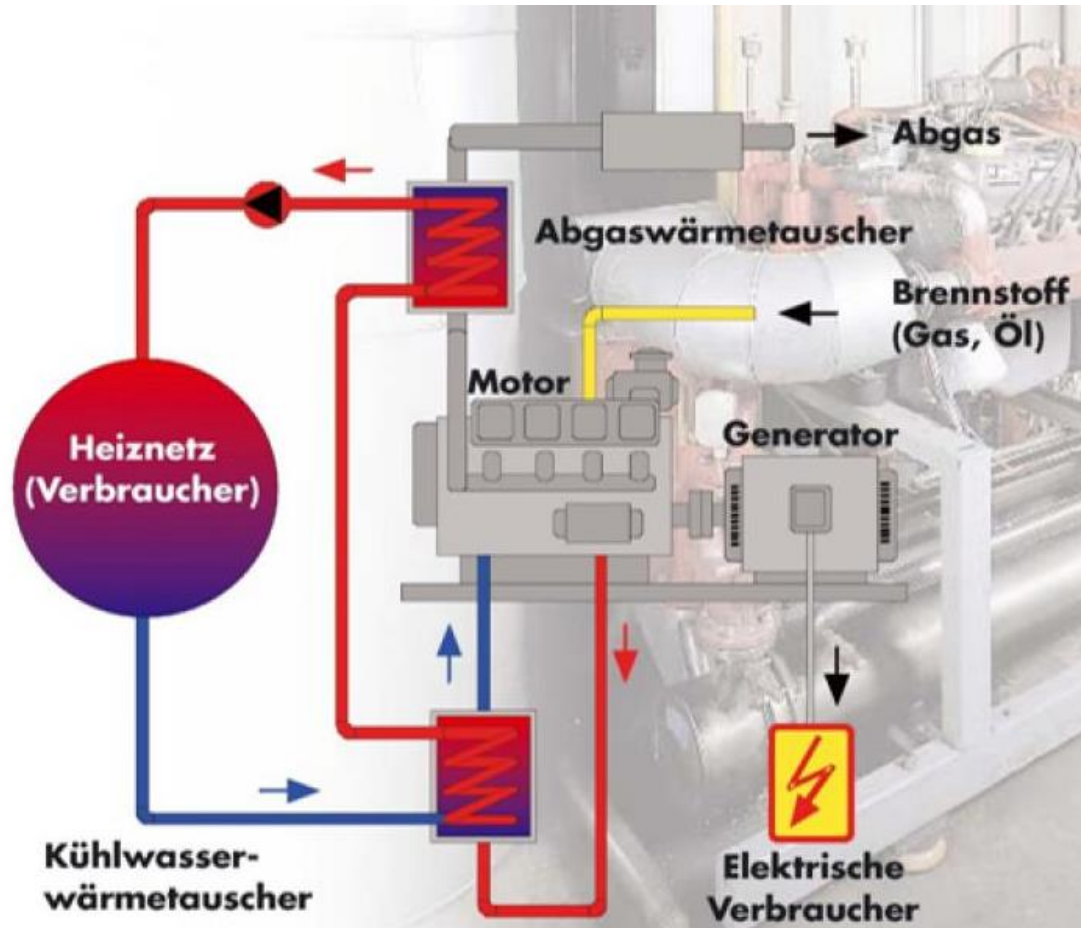
Wirtschaftliche Strom- u. Wärmeerzeugung mit KWK

Beispiele aus der Praxis

Gesetzgebung bzgl. KWK

- **KWK-Gesetz:** Erhöhung dezentraler Stromerzeugung; Förderung Modernisierungen und Neubau von KWK-Anlagen; Förderung Wärme- und Kältenetzen sowie –speicher; Regelung Vergütung KWK-Strom
- **KWK-Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme im Sinne des Gesetzes:**
  - Feuerungsanlage mit Dampfturbinenanlagen (Gegendruckanlagen, Entnahme- und Anzapfkondensationsanlagen)
  - Feuerungsanlagen mit Dampfmaschinen
  - Gasturbinenanlagen
  - Verbrennungsmotor-Anlagen
  - Stirling-Motoren
  - ORC (Organic Rankine Cycle)- Anlagen
  - Brennstoffzellen-Anlagen
- **Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) im Sinne des Gesetzes:**
  - Umwandlung von Nutzwärme aus KWK in Nutzkälte durch thermisch angetrieben Kältemaschinen, in denen Wärme auf hohem Temperaturniveau gezielt zum Antrieb eines Prozesses zur Kälteerzeugung eingesetzt wird (Absorptionskältemaschinen)
- **Andere durch Stromeinsatz geprägte Prozesse der Kälteerzeugung werden so von der Förderung ausgeschlossen**

# Aufbau - Funktionsweise von BHKW's



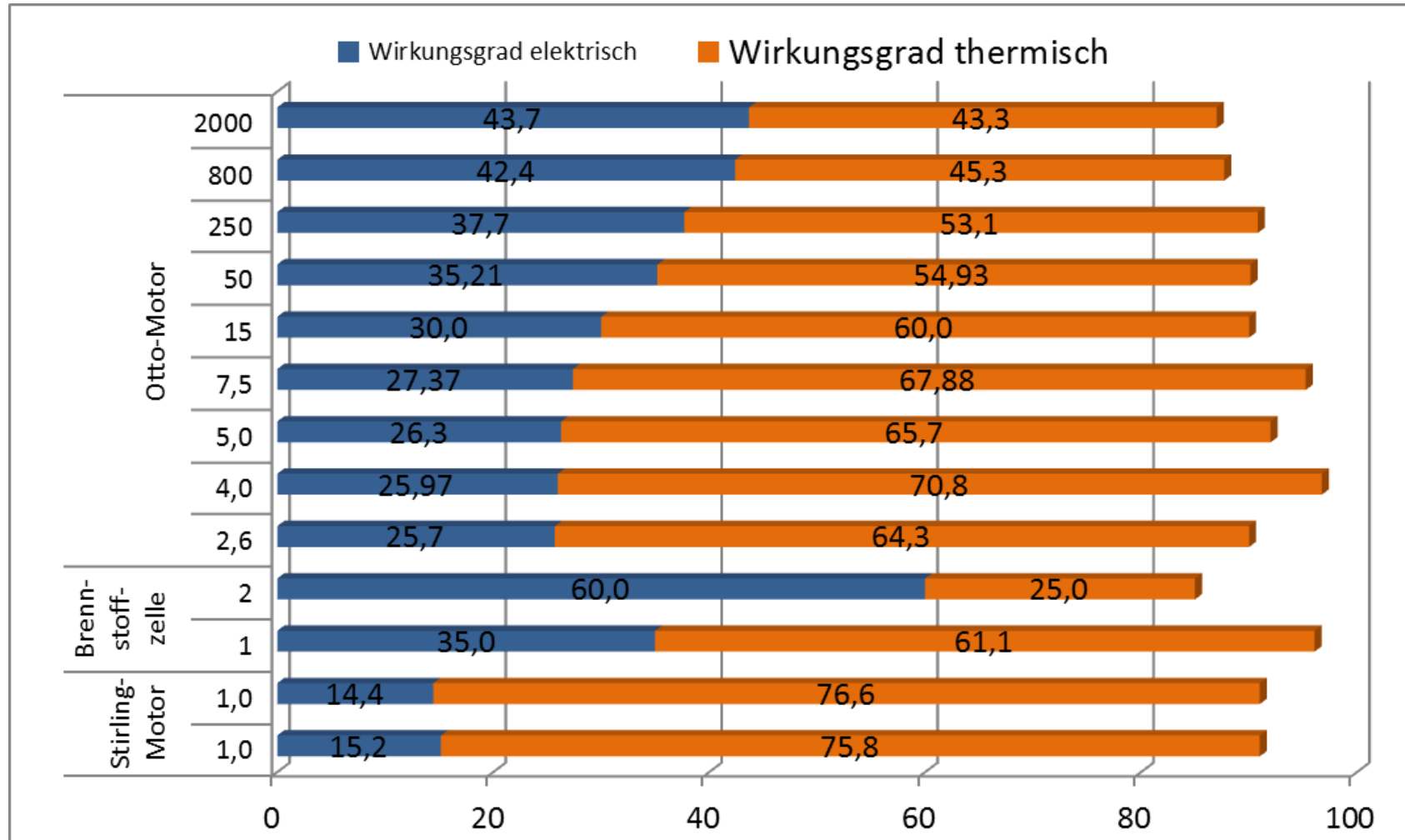
- Grundlegende Parameter:  
**Wärme- und Strombedarf**
- Voraussetzungen für **wirtschaftlichen** Betrieb:
  - Möglichst hoher **gleichzeitiger Bedarf an Wärme und Strom** (Wärmebedarf im Sommer z.B. für eine Absorptionskälteanlage; Eigennutzung der erzeugten elektrischen Energie)
  - möglichst **hohe Vollbenutzungsstunden**
- Minimierung eingesetzter Brennstoffe durch hohen KWK-Nutzungsgrad im Vergleich zum niedrigem Nutzungsgrad von Kondensationskraftwerken
- Anwendung: Hallenbäder, Krankenhäuser, Industrieunternehmen, hochtechnisierte Bürogebäude, klimatisierte Objekte (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung); zukünftig verstärkt in Altenheimen, Verwaltungsgebäuden, Schulen mit Sportanlagen ...

Quelle: <https://goo.gl/x90Dda> Stand: 09.02.2017

# Unterschiedl. BHKW und typische Einsatzbereiche

Einsatzbereich	Art des BHKW	Technik	Elektrische Leistung	Thermische Leistung
Wohnung, Reihenhaus, Einfamilienhaus	Nano-BHKW	Stirling-Motor, Brennstoffzelle	~ 1 kW	1,8 bis 8 kW
2- und 3-Familienhäuser	Nano-BHKW	Stirling-Motor, Brennstoffzelle, Dampf-Expansionsmaschine, Otto-Motor	1 bis 2,5 kW	2 bis 16 kW
Mehrfamilienhaus, kleiner Gewerbebetrieb	Mikro-BHKW	Otto-Motor	2,5 bis 10 kW	5 bis 20 kW
Größeres Wohn- und Nutzgebäude wie Seniorenheim, Schule, Gewerbebetrieb	Mini-BHKW	Otto-Motor	10 bis 50 kW	25 bis 100 kW
Größere Wohn- und Nicht-Wohngebäude, Industriebetriebe, Nah- und Fernwärmenetze	Kleine KWK-Anlage (= großes BHKW)	Otto-Motor	50 kW bis 2 MW	75 kW bis 2 MW
Großer Industriebetrieb, Versorgungswirtschaft	Große KWK-Anlage	Otto-Motor	ab 2 MW	ab 2 MW

# Wirkungsgrade diverser BHKW-Größen und Technologien



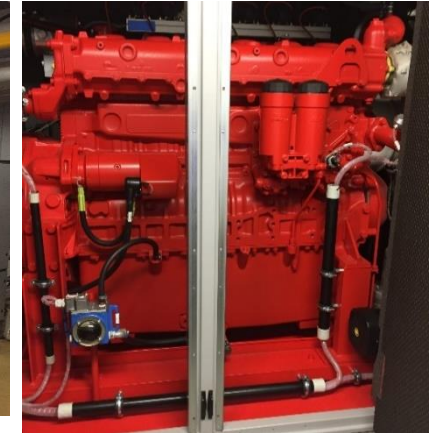
Quelle: Herstellerangaben, Zusammenstellung: WiRo Consultants



# Verbreitete KWK - Systeme

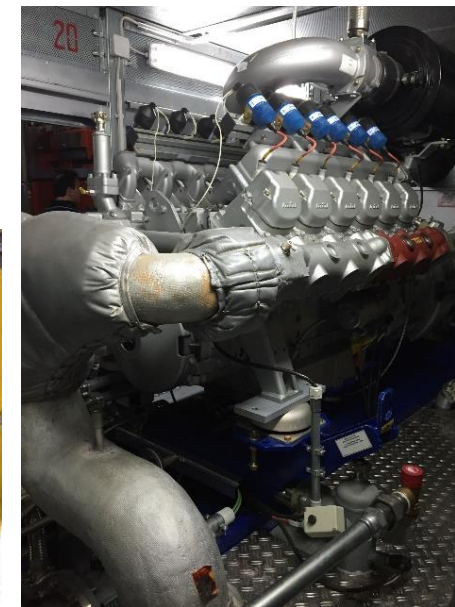
## Elektrizitätswirtschaft

- Heizkraftwerke mit Gegendruck- oder Entnahmekondensationsturbinen
- Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerke (GuD)

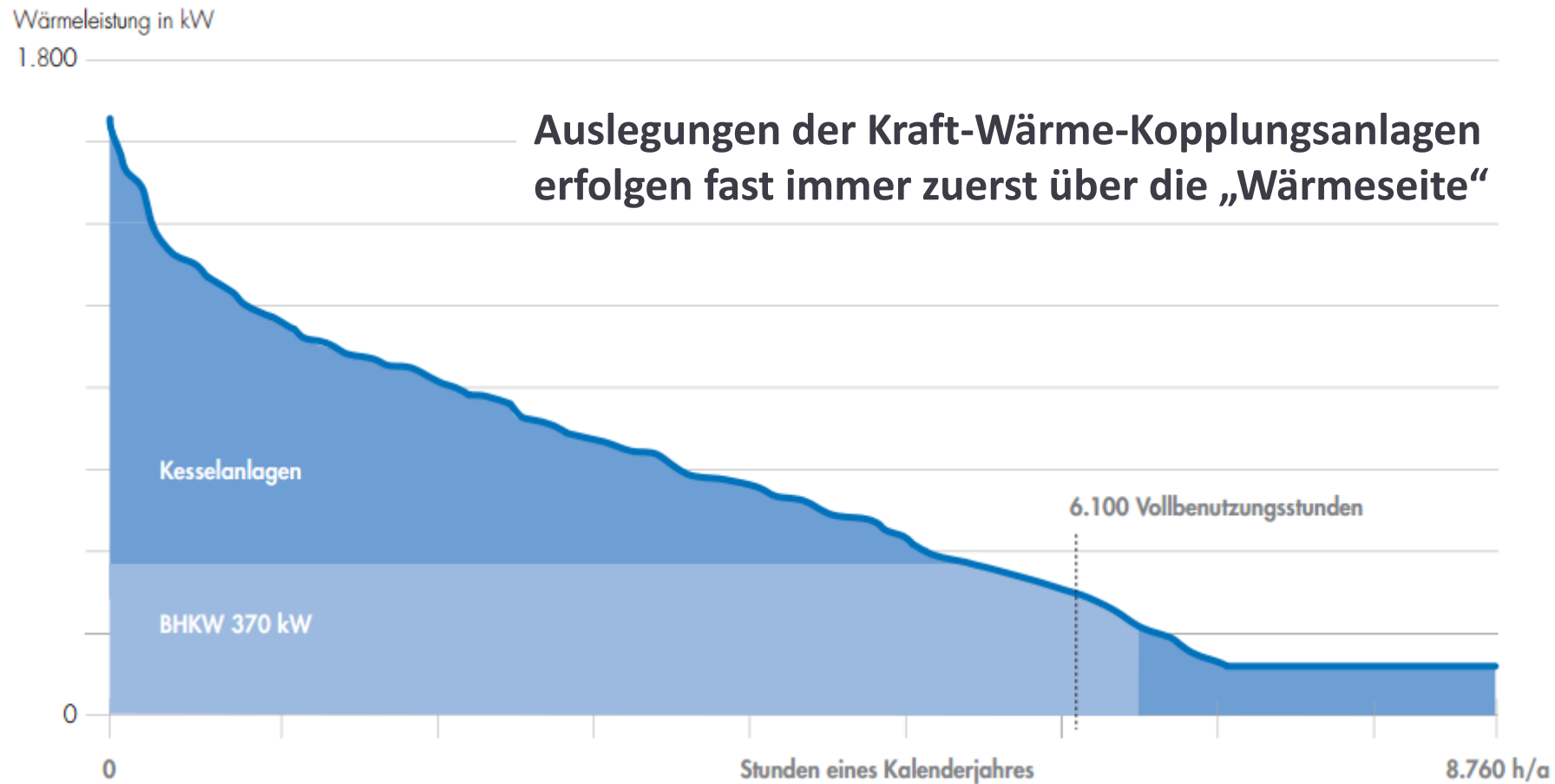


## Industrie und Gewerbe

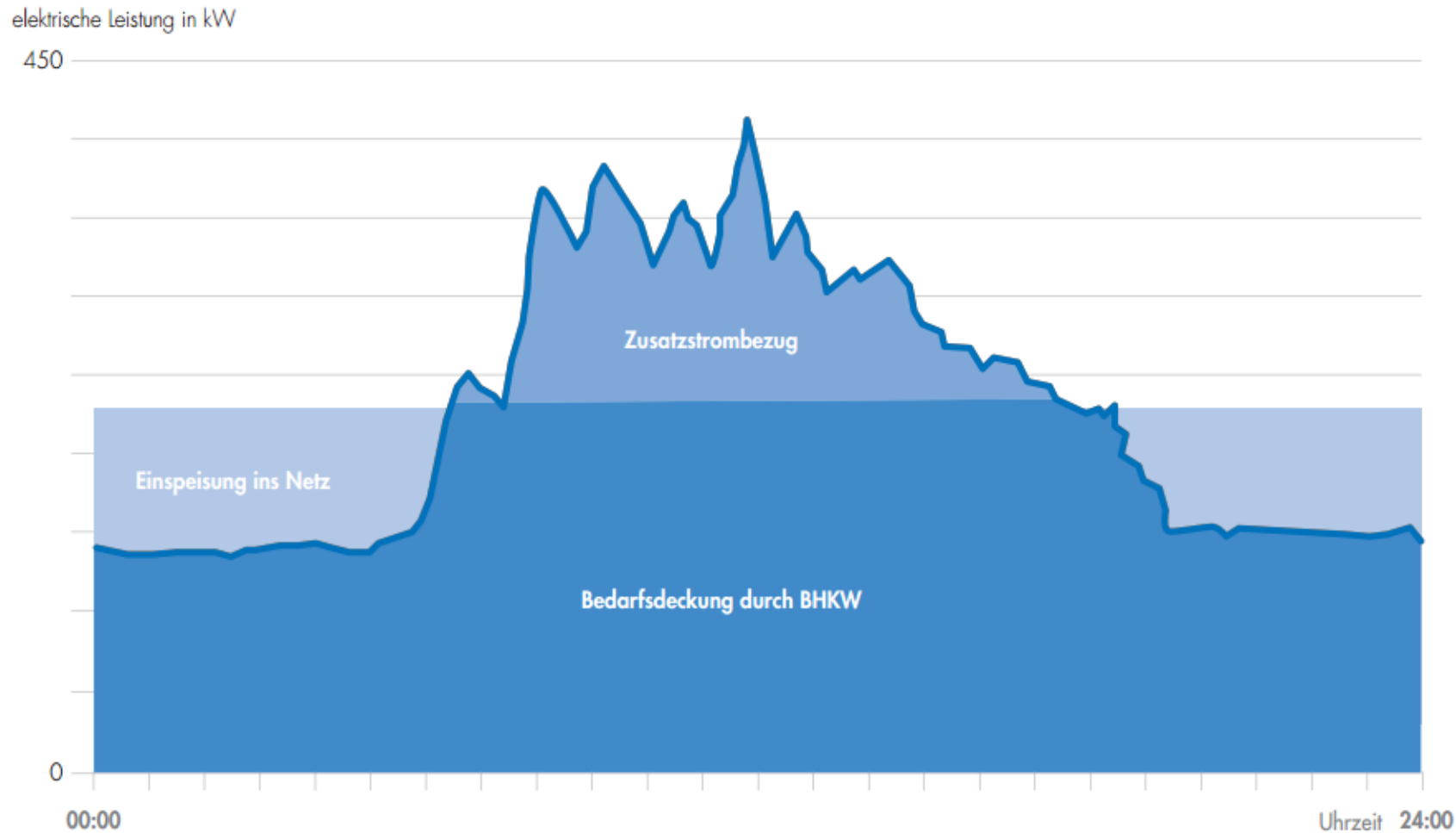
- **Blockheizkraftwerke (BHKW)**; typ. 95°C Heißwasser
- **Gasturbinenheizkraftwerke** (bei hohen Temperaturen und/ oder Dampferzeugung)



# Geordnete Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs; Wärmebedarfsdeckung durch BHKW und Kesselanlagen



# Tageslastgang des Strombedarfs; Bedarfsdeckung durch BHKW, Zusatzstrombezug u. Einspeisung



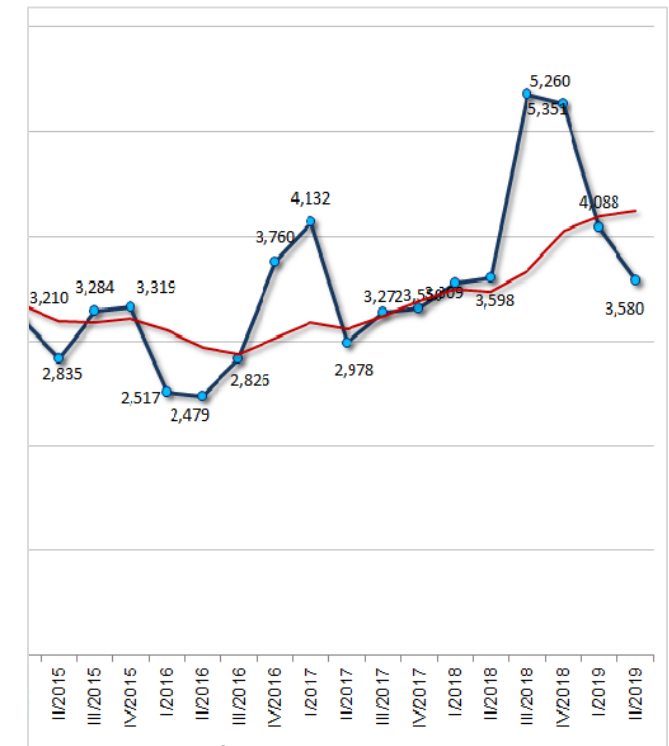
# Zusammensetzung Vergütung KWK-Strom

Vergütung des eingespeisten KWK-Stromes setzt sich zusammen aus:

- **Üblicher Preis** (Durchschnittstrompreis vorangegangenes Quartal der EEX)
- **KWK-Zuschlag**
- **Vermiedene Netznutzungsentgelte** (ca. 0,5 – 2,0 Ct/kWh je nach Netzbetreiber und Spannungsebene)

Wert des eigengenutzten Stromes setzt sich zusammen aus:

- **Anlegbarer Durchschnittspreis für vermiedenen Strombezug**
- **Abzüglich anteilige, abzuführende EEG-Umlage:**
  - Für Altanlagen (vor dem 01.08.14 in Betrieb genommen) bleibt das Eigenstromprivileg bis Ende 2017 bestehen!
  - Für Neuanlagen (Inbetriebnahme nach 31.07. 14) Beaufschlagung des Eigenstroms mit EEG-Umlage geben:
    - 01.08.2014 bis 31.12.2015: **30 %** des jeweils gültigen EEG-Regelsatzes
    - 01.01.2016 bis 31.12.2016: **35 %** des im Jahr 2016 gültigen EEG-Regelsatzes
    - Ab 01.01.2017: **40 %** des im jeweiligen Jahr gültigen EEG-Regelsatzes
- **KWK-Zuschlag**



Quelle: BHKW-Infozentrum.de

# KWK-G 2016: Fördersätze für neue Anlagen, die in das Netz der allg. Versorgung einspeisen!

Anlagen-kategorie	Zuschlag ct/kWh	Anmerkung	KWKG 2016
1. Sehr kleine KWK-Anlage $\leq 2$ kW <sub>el</sub>	8,00 (5,41)	<u>Wahlrecht*</u> ob a) Pauschalierte Zahlung vorab für 60.000 Vollbenutzungstunden je 4 ct./kWh oder b) Einzelabrechnung von 60.000 Vollbenutzungsstunden je 8 ct./kWh	§ 6 Abs. 3 Nr. 1 § 7 Abs. 1 Nr. 1 § 8 Abs. 1 § 9 Abs. 1
2. Kleine KWK-Anlage $\leq 50$ kW <sub>el</sub> ; Ausnahme $\leq 2$ kW <sub>el</sub>	8,00 (5,41)	60.000 Vollbenutzungsstunden (Früher: 10 Jahre oder 30.000 VBh)	§ 6 Abs. 3 Nr. 1 § 7 Abs. 1 Nr. 1 § 8 Abs. 1
3. Neue KWK-Anlagen $> 50$ kW <sub>el</sub>	LA <sup>1</sup> $\leq 50$ kW <sub>el</sub> : 8,00 <sup>** 2</sup> (5,41)	30.000 Vollbenutzungsstunden	§ 6 Abs. 3 Nr. 1 § 7 Abs. 1 Nr. 1 - 5 § 8 Abs. 2
	Neu: LA <sup>1</sup> $> 50$ kW <sub>el</sub> und $\leq 100$ kW <sub>el</sub> : 6,00 <sup>** 2</sup> (4,00)		
	LA <sup>1</sup> $> 100$ kW <sub>el</sub> und $\leq 250$ kW <sub>el</sub> : 5,00 <sup>** 2</sup> (4,00)		
	LA <sup>1</sup> $> 250$ kW <sub>el</sub> und $\leq 2$ MW <sub>el</sub> : 4,40 <sup>** 2</sup> (2,40)		
	LA <sup>1</sup> $> 2$ MW <sub>el</sub> : 3,10 <sup>** 2</sup> (1,80)		

# Fördersätze für neue Anlagen, die **nicht** in das Netz der allg. Versorgung einspeisen!

Anlagenkategorie	Zuschlag ct/kWh	Anmerkung	KWKG 2016
1. Sehr kleine KWK-Anlage $\leq 2 \text{ kW}_{\text{el}}$	4,00 (5,41)	<u>Wahlrecht*</u> ob a) Pauschalierte Zahlung vorab für 60.000 Vollbenutzungstunden je 4 ct./kWh oder b) Einzelabrechnung von 60.000 Vollbenutzungsstunden je 4 ct./kWh	§ 6 Abs. 4 Nr. 1 § 7 Abs. 3 Nr. 1 a) § 8 Abs. 1 § 9 Abs. 1
2. KWK-Anlage mit $\leq 50 \text{ kW}_{\text{el}}$ (Ausgenommen sehr kleine Anlage)	4,00 (5,41)	60.000 Vollbenutzungsstunden	§ 6 Abs. 4 Nr. 1 § 7 Abs. 3 Nr. 1 a) § 8 Abs. 2
3. KWK-Anlage $> 50 \text{ kW}_{\text{el}}$ aber $\leq 100 \text{ kW}_{\text{el}}$ ;	LA <sup>1</sup> $\leq 50 \text{ kW}_{\text{el}}$ : 4,00 <u>**</u> (5,41)	30.000 Vollbenutzungsstunden	§ 6 Abs. 4 Nr. 1 § 7 Abs. 3 Nr. 1 a) und b) § 8 Abs. 1
	LA <sup>1</sup> $> 50 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $\leq 100 \text{ kW}_{\text{el}}$ : 3,00** (4,00)		
4. Anlagen, die in Kundenanlagen oder geschlossenen Verteilernetzen (dritte) Letztverbraucher beliefern und dafür die volle EEG-Umlage entrichtet wird (keine Selbstbelieferung!)  -> Der Anlagenbetreiber muss bei der Datenmeldung die Zahlung der EEG-Umlage nachweisen!	LA <sup>1</sup> $\leq 50 \text{ kW}_{\text{el}}$ : 4,00 <u>**</u> (5,41)	30.000 Vollbenutzungsstunden	§ 6 Abs. 4 Nr. 2 § 7 Abs. 3 Nr. 2 a-e § 8 Abs. 2
	Neu: LA <sup>1</sup> $> 50 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $\leq 100 \text{ kW}_{\text{el}}$ : 3,00** (4,00)		
	LA <sup>1</sup> $> 100 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $\leq 250 \text{ kW}_{\text{el}}$ : 2,00** (4,00)		
	LA <sup>1</sup> $> 250 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $\leq 2 \text{ MW}_{\text{el}}$ : 1,50** (2,40)		
	LA <sup>1</sup> $> 2 \text{ MW}_{\text{el}}$ : 1,00** (1,80)		

# Kopplung KWK-G 2016 und EEG 2017

- Neue Fördersätze (KWK-Zuschläge) seit dem KWK-G 2016
  - **Erstmalige Kopplung zwischen Regelungen KWK-G und EEG seit Inkrafttreten EEG 2017**
- Wegfall KWK-Zuschlag für erzeugten und eigengenutzten Strom aus Anlagen  $> 100 \text{ kW}_{el}$  für Anlagen mit Inbetriebnahme ab dem 01.01.2017
  - **Außer bei Drittbeförderung mit vollständiger EEG-Umlage**
- Auszahlung des KWK-Zuschlags für ins Netz eingespeisten Strom anteilig der Leistungsstufen
  - **Wichtig: Zusätzliche Direktvermarktung des eingespeisten Stroms**
- Für Inbetriebnahme ab dem 01.01.2018 erfolgt für eigenerzeugten und eigengenutzten KWK-Strom nach **EEG 2017 §61e Abs. 2** für Anlagen mit Bestandsschutz („erneuerte Bestandsanlage“) eine EEG-Umlage in Höhe **20 %** EEG-Regelsatz

# Neuregelung zur EEG-Umlage auf KWK-Eigenstrom vom 17.12.2018 (5-Jahres-Betrachtung)

Neuregelung zur EEG-Umlage auf KWK-Eigenstrom																																
Betroffene Jahre:	KWK-Bestandsanlagen - IBN vor 01.08.14 - IBN 01.08.14-31.12.14 mit Genehm. Vor 23.01.14 BISchV - Bis 31.12.17 erneuert, erweitert, ersetzt mit P <sub>el,max</sub> +30% - IBN nach 01.09.11 ohne Stromleitung durch das Netz - IBN vor 01.09.11 u. Erneuerung nach 01.08.14 ohne Stromleitung durch das Netz			Ersetzung von KWK-Bestandsanlagen (IBN vor 01.08.14) nach 31.12.2017 - Ab 01.01.18 erneuert, erweitert, ersetzt (ohne Erweiterung von P <sub>el&lt;</sub> )			KWK-Neuanlagen bis 1 MW IBN nach 31.07.14 (Hocheff. gem. §53 EStG / Jah.Ntzgr. o. Mon.Ntzgr. >70% / Gas-betrieben)			KWK-Neuanlagen 1 - 10 MW IBN 01.08.14 bis 31.12.15 (Hocheff. gem. §53 EStG / Jah.Ntzgr. o. Mon.Ntzgr. >70%)					KWK-Neuanlagen 1 - 10 MW IBN 01.01.16 bis 31.12.16 (Hocheff. gem. §53 EStG / Jah.Ntzgr. o. Mon.Ntzgr. >70%)					KWK-Neuanlagen 1 - 10 MW IBN 01.01.17 bis 31.12.17 (Hocheff. gem. §53 EStG / Jah.Ntzgr. o. Mon.Ntzgr. >70%)					KWK-Neu 1 - 10 MW IBN ab 01.01.18 (Hocheff. gem. §53 EStG / Jah.Ntzgr. o. Mon.Ntzgr. >70%)							
	Ab 2018 "dauerhaft"		Ab 2018 "dauerhaft"		Ab 2018 "dauerhaft"			Übergangsregel nur 2018			Regelung für die Jahre 2019 bis 2022			2018-2022	Übergangsregel 2018 und 2019			Regelung für die Jahre 2020 bis 2022			2018-2022	Übergangsregel 2018, 2019, 2020			Regelung für die Jahre 2021, 2022			2018-2022	Ab 2018 bis 2022			
	Auslastung KWK-Anlage in kWh/a (Vollbenutzungsstunden)	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	%-Satz EEG	EEG auf Eigenstrom	EEG auf Eigenstrom Durchschnitt	
0 - 500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%
501 - 1.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%
1.001 - 1.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%
1.501 - 2.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%
2.001 - 2.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%
2.501 - 3.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%
3.001 - 3.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	40%	2,562	40%	40%	40%	2,562	40%
3.501 - 4.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	48%	160%	10,248	55%	54%	100%	6,405	48%	160%	10,248	55%	52%	100%	6,405	48%	160%	10,248	55%	51%	160%	10,248	55%	
4.001 - 4.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	53%	160%	10,248	67%	64%	100%	6,405	53%	160%	10,248	67%	61%	100%	6,405	53%	160%	10,248	67%	59%	160%	10,248	67%	
4.501 - 5.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	58%	160%	10,248	76%	72%	100%	6,405	58%	160%	10,248	76%	69%	100%	6,405	58%	160%	10,248	76%	65%	160%	10,248	76%	
5.001 - 5.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	62%	160%	10,248	84%	79%	100%	6,405	62%	160%	10,248	84%	75%	100%	6,405	62%	160%	10,248	84%	71%	160%	10,248	84%	
5.501 - 6.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	65%	160%	10,248	90%	85%	100%	6,405	65%	160%	10,248	90%	80%	100%	6,405	65%	160%	10,248	90%	75%	160%	10,248	90%	
6.001 - 6.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	68%	160%	10,248	95%	90%	100%	6,405	68%	160%	10,248	95%	84%	100%	6,405	68%	160%	10,248	95%	79%	160%	10,248	95%	
6.501 - 7.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	70%	160%	10,248	100%	94%	100%	6,405	70%	160%	10,248	100%	88%	100%	6,405	70%	160%	10,248	100%	82%	160%	10,248	100%	
7.001 - 7.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	72%	100%	6,405	100%	94%	100%	6,405	72%	100%	6,405	100%	89%	100%	6,405	72%	100%	6,405	100%	83%	100%	6,405	100%	
7.501 - 8.000	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	74%	100%	6,405	100%	95%	100%	6,405	74%	100%	6,405	100%	90%	100%	6,405	74%	100%	6,405	100%	84%	100%	6,405	100%	
8.001 - 8.500	0%	0,000	20%	1,281	40%	2,562	40%	100%	6,405	75%	100%	6,405	100%	95%	100%	6,405	75%	100%	6,405	100%	90%	100%	6,405	75%	100%	6,405	100%	85%	100%	6,405	100%	



# EEG-Umlage-Kostenvorteile → Pachtmodelle anstatt klassisches Energieliefer-Contracting

<b>EEG-Umlage-Kostenvorteile für im Kundenunternehmen genutzten KWK-Strom durch Pachtmodelle anstatt des klassischen Energieliefer-Contractings</b>		
<b>Inbetriebnahme</b>	<b>KWK-Anlage &lt; 100 kW<sub>el</sub></b>	<b>KWK-Anlage &gt; 100 kW<sub>el</sub></b>
Vor 01.08.2014 (Altanlage)	- 100 % des EEG-Satzes	- 100 % des EEG-Satzes
01.08.2014 - 31.12.2015 (Neuanlage)	- 70 % des EEG-Satzes	- 70 % des EEG-Satzes
01.01.2016 - 31.12.2016 (Neuanlage)	- 65 % des EEG-Satzes	- 65 % des EEG-Satzes
Ab 01.01.2017 (Neuanlage)	- 60 % des EEG-Satzes	- 60 % des EEG-Satzes
Bis 31.12.2017 (Erneuerte Bestandsanlage) (El. Leistung max. + 30 %; mind. 50 % Invest. im Vergleich zu Neuanlage)	- 100 % des EEG-Satzes	- 100 % des EEG-Satzes (Hinweis: Ab 2017 Wegfall KWK-Zuschlag für eigenerzeugten und eigengenutzten Strom, wenn KEINE Belieferung Dritter mit vollständiger EEG-Umlage erfolgt!)
Ab 01.01.2018 (Erneuerte Bestandsanlage) (Ohne Leistungssteigerung; mind. 50 % Invest. im Vergleich zu Neuanlage)	- 80 % des EEG-Satzes	- 80 % des EEG-Satzes (Hinweis: Ab 2017 Wegfall KWK-Zuschlag für eigenerzeugten und eigengenutzten Strom, wenn KEINE Belieferung Dritter mit vollständiger EEG-Umlage erfolgt!)

# Energiesteuererstattung bei KWK- Anlagen nach dem EnergieStG

- § 53: Steuerentlastung für die Stromerzeugung in Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von mehr als zwei MW
- § 53a: Vollständige Steuerentlastung für die gekoppelte Erzeugung von Kraft und Wärme
  - Hocheffizienzkriterium → mehr als 10 % Primärenergieeinsparung
  - Mind. 70 % Nutzungsgrad
  - i.H.v. 5,50 €/MWh
  - i.H.v. 4,42 €/MWh nach Ende der Anlagen-Abschreibung

**→ Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die aktuellen „Kosten-Randbedingungen“ („verdrängter“ Strombezugspreis; Erdgaspreis; EEX-Baseload; KWK-Zuschlag; EEG-Abgabe; Stromsteuer-, Energiesteuer-Erstattungen; etc.) beachten**



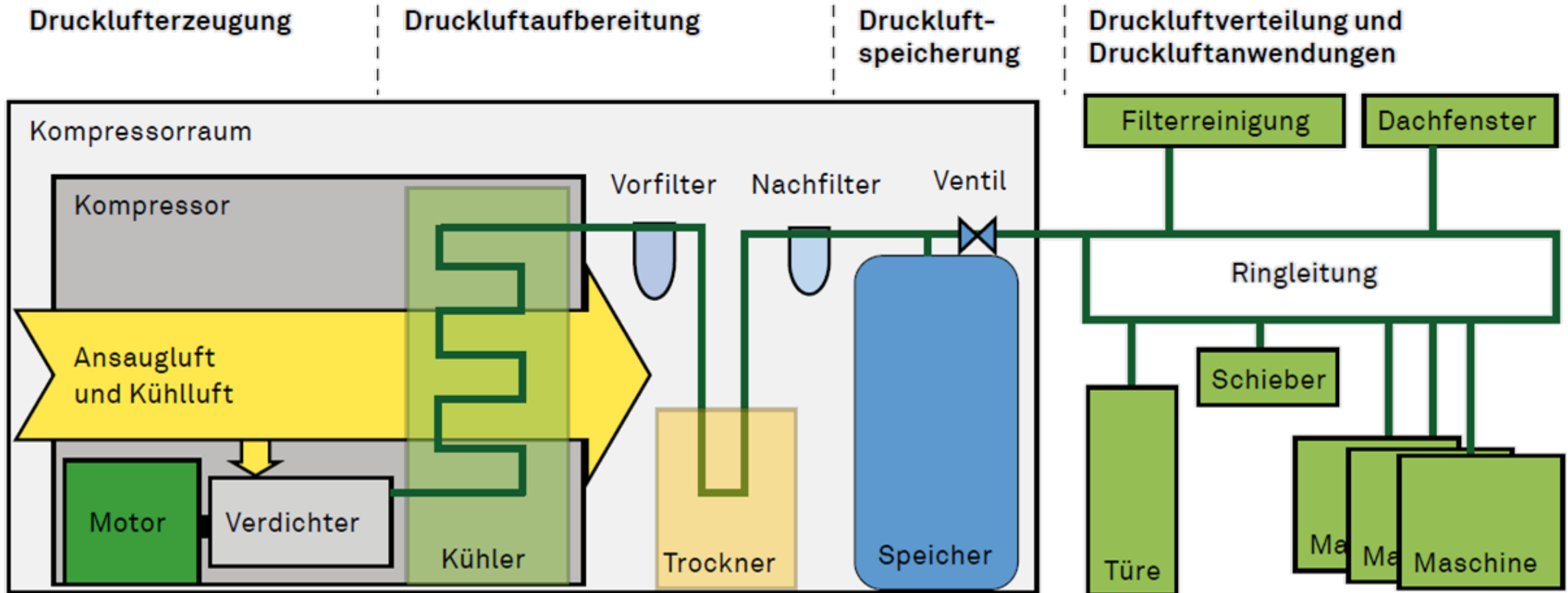
## Druckluftanlagen

Erzeugung  
Wärmerückgewinnung  
Aufbereitung  
Regelung und Verteilung  
Anwendung

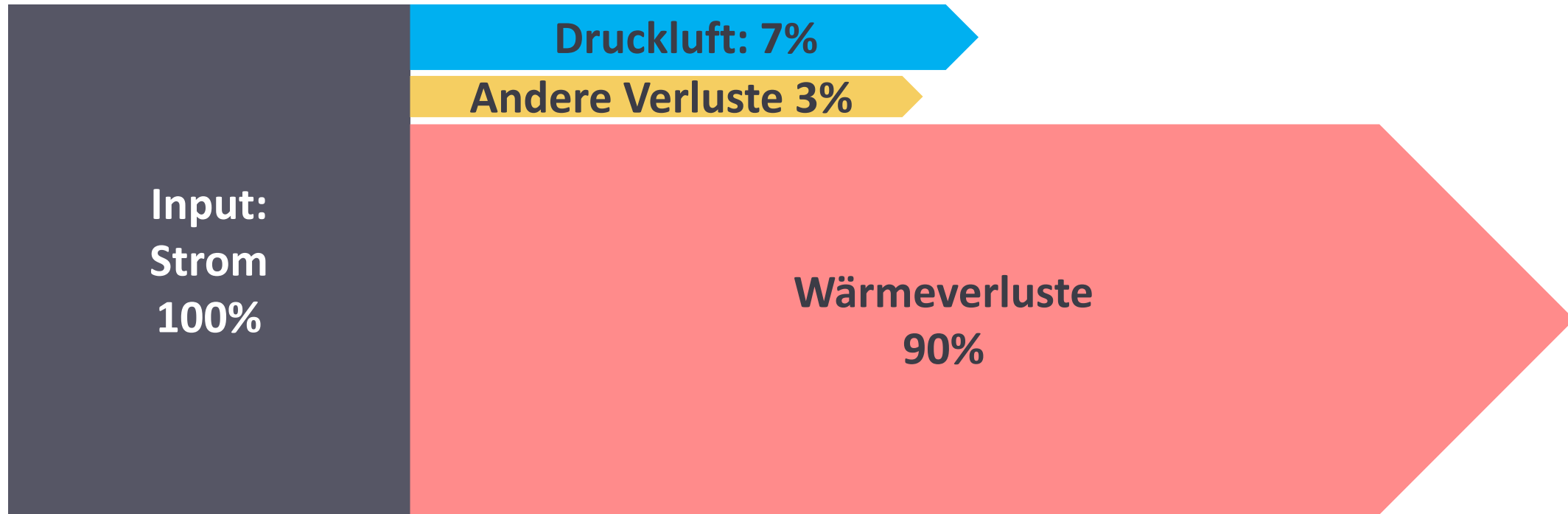
# Druckluft bleibt wichtiger Energieträger in der Industrie

- Hohe kurzfristig verfügbare Leistung (durch Speicher)
- Gutes Regelverhalten, konstante Randbedingungen (Drehmomente, Kraft)
- Ex-Schutz
- Gute EMV-Verträglichkeit
- Vernachlässigbarer Wärmeeintrag über das Werkzeug (Wärme wird im Kompressor abgeführt; eher Abkühlung durch adiabatischen Effekt)
- Besseres Werkzeughandling (höhere Leistungsdichte, geringere Vibration, niedrigerer Schallpegel)
- Selbst die EnergieAgentur.NRW geht nur von einem Substitutionspotential für Druckluft (Kühlen, Antriebe, Förderung, Reinigung etc.) von max. 26 % aus
- **ABER:** Kosten für elektrische Energie machen 90 % der Lebenszykluskosten aus

# Schema der Druckluftherzeugung



# Energieflussbild der Druckluftherzeugung



Quelle: Contitech

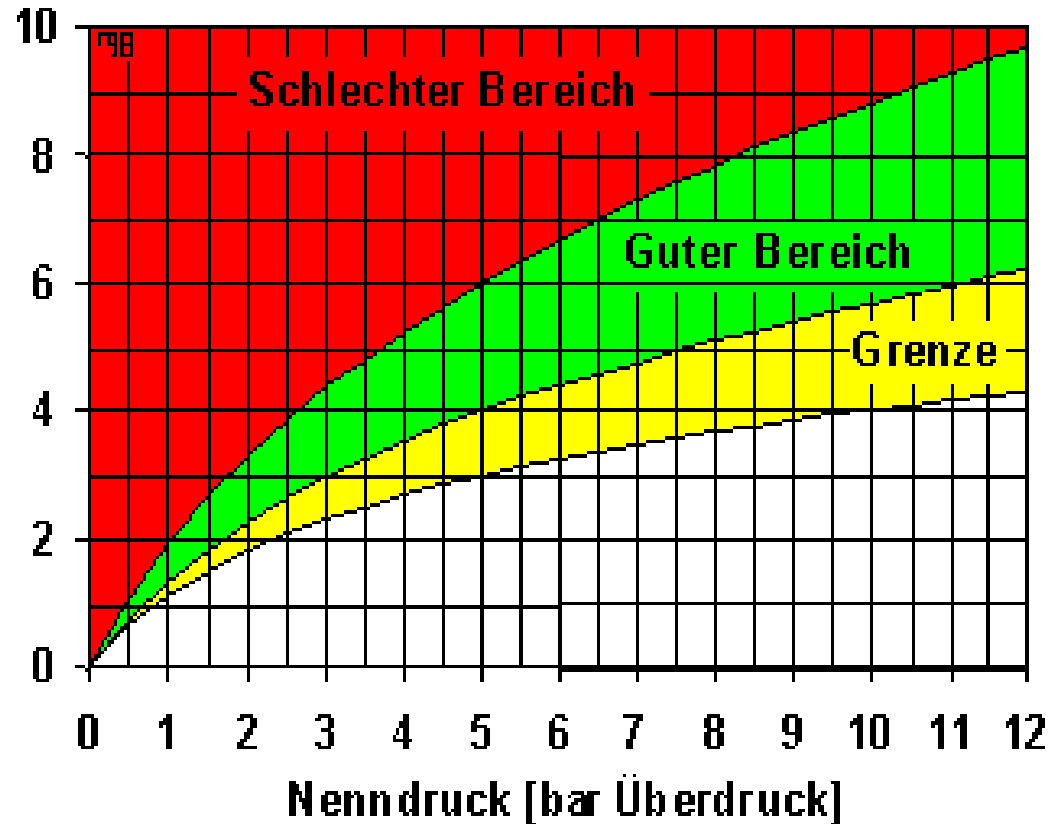
Der Schlüssel zur Energieeffizienz liegt in

- Ökonomischer Verwendung der Druckluft
- Gutes Design der Gesamtanlage
- Wartung

Druckluft ist teuerster Endenergieträger; durch Gesamtwirkungsgrad von typ. 7 % mechanisch nutzbarer Energie beträgt Preis der Druckluft rund  $(17 \text{ Ct./kWh}_{\text{el}} / 0,07 =) 2,43 \text{ €/kWh}_{\text{mech}}$

# Wie erkennt man energieeffiziente Kompressoren

Leistung [kW] pro [m<sup>3</sup>/min]



Quelle: „Druckluft Effizient“

Wichtige Kennwerte	Mittelwert	Energieeffizientes System
Leistungsbedarf bei 8 bar	<b>7,8</b> kW/(m <sup>3</sup> /min)	<b>Ca. 6</b> kW/(m <sup>3</sup> /min)

# Max. Kennwerte von DL-Kompressoren gemäß Bafa-Förderprogramm Querschnittstechnologien

kW	Nenndruck in bar Überdruck							
	5	6	7	8	9	10	11	12
4	6,57	6,99	7,40	7,90	8,65	9,35	9,97	10,79
5,5	6,33	6,74	7,13	7,61	8,29	8,91	9,51	10,24
7,5	6,15	6,56	6,92	7,40	8,02	8,59	9,17	9,83
9	6,01	6,41	6,76	7,23	7,81	8,34	8,91	9,51
11	5,90	6,29	6,62	7,09	7,63	8,13	8,69	9,24
15	5,80	6,18	6,50	6,97	7,48	7,96	8,50	9,02
18,5	5,71	6,09	6,40	6,86	7,35	7,80	8,34	8,83
22	5,63	6,01	6,32	6,77	7,24	7,67	8,19	8,66
25	5,57	5,94	6,24	6,69	7,14	7,55	8,07	8,51
30	5,51	5,88	6,17	6,62	7,05	7,44	7,95	8,38
37	5,45	5,82	6,10	6,55	6,96	7,35	7,85	8,26
45	5,40	5,77	6,04	6,49	6,89	7,26	7,76	8,15
55	5,35	5,72	5,99	6,43	6,82	7,18	7,67	8,05
75	5,31	5,67	5,94	6,38	6,75	7,10	7,59	7,95
90	5,27	5,63	5,89	6,33	6,69	7,03	7,52	7,87
110	5,23	5,59	5,84	6,28	6,64	6,97	7,45	7,78
132	5,19	5,55	5,80	6,24	6,58	6,90	7,38	7,71
160	5,16	5,51	5,76	6,20	6,53	6,85	7,32	7,64
200	5,13	5,48	5,73	6,16	6,49	6,79	7,26	7,57
250	5,10	5,45	5,69	6,12	6,44	6,74	7,21	7,51

$kW_{mech}$  } Maximale Kennwerte in  $kW_{mech}/[m^3/min]$



# Energieeffizienz-Komponenten bei modernen Druckluft-Kompressoren

- Permanent erregter Synchron-Motor
- Schraubenkompressor mit Direktantrieb
- Integrierter Trockner
- Hocheffizienter FU

## DRIVE TRAIN

- 1 Interior Permanent Magnet (IPM) motor**
- Very high efficiency: IE4.
  - Compact, customized design for optimal cooling by oil.
  - Designed in-house in Belgium.
  - IP66 vs. IP55.
  - No cooling air flow required.
  - Oil-lubricated motor bearing: no (re)grease(ing), increased uptime.

- 2 Element**
- Made by Atlas Copco.
  - Robust and silent.



Quelle: Atlas Copco



- 3 Direct drive**
- Vertical design, fewer parts.
  - Oil-cooled, pressure-tight.
  - No gears or belts, no shaft seal.
  - Compact: footprint down 60%.

- 9 VSD+ cubicle**
- VSD+ superior to idling machines.
  - Electrical components remain cool, enhancing lifetime of components.
  - Dedicated drive for IPM technology motors.
  - 5% DC choke as standard.
  - Heat dissipation of inverter in separate compartment.

- 5 Robust oil filter/separator**
- Integrated bypass valve with the oil filter.
  - Easy maintenance.

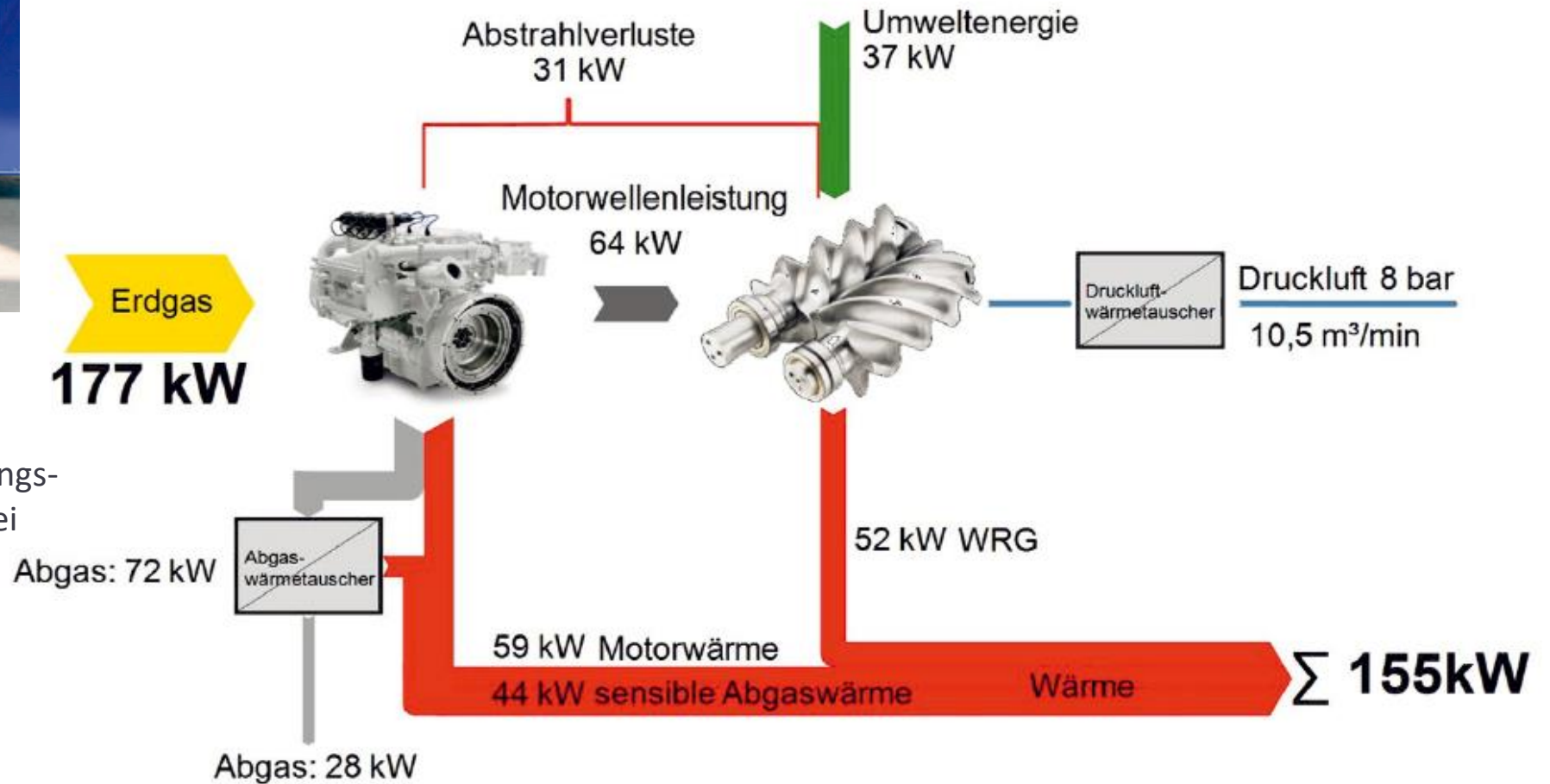
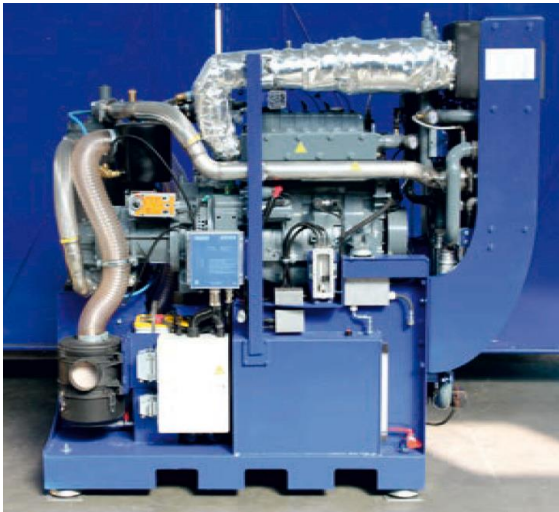
- 6 Electronic no-loss water drain**
- Included as standard.
  - Efficient removal of condensate without loss of compressed air.
  - Manual integrated bypass for effective condensate removal in case of power failure.

- 7 Elektronikon® controller**
- Integrated smart algorithms reduce system pressure and energy consumption.
  - Warning indications, maintenance scheduling and online status visualization.
  - Graphic display of key parameters (day, week, month) and 32 language settings.

- 8 Sentinel valve**
- No inlet arrester.
  - No blow off losses.
  - Maintenance free.



# Variante Druckluft-Wärme-Kraftwerk



## Aspekte:

- Günstige Energie Erdgas
- Allerdings niedrigerer Wirkungsgrad des Erdgasmotors als bei E-Motoren
- Einsparung EEG-Umlage
- Energiesteuererstattung

# Druckverluste in Druckluftnetzen und Folgekosten durch zu enge Leitungen

Bei optimal ausgelegten Druckluftnetzen ergeben sich folgende Verluste:

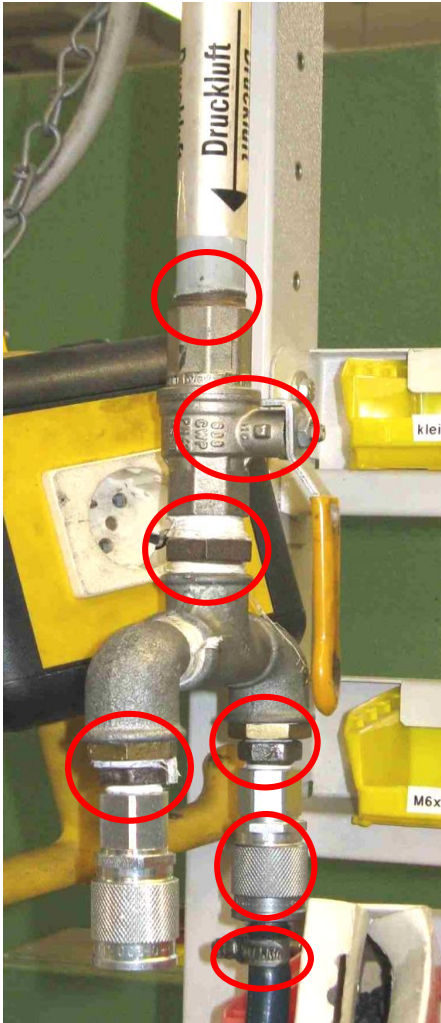
- 0,03 bar in der Hauptleitung
- 0,03 bar in den Verteilerleitungen
- 0,04 bar in den Anschlussleitungen
- 0,3 bar beim Anschlusszubehör

Typische Folgekosten durch zu geringe Rohrdurchmesser

Rohrinnen- durchmesser	Druck- abfall	Investitions- kosten	Energiekosten zur Kompensation des Druckabfalls
90 mm	0,04 bar	10.000 EUR	150 EUR/a
70 mm	0,2 bar	7.500 EUR	600 EUR/a
50 mm	0,86 bar	3.000 EUR	3.270 EUR/a

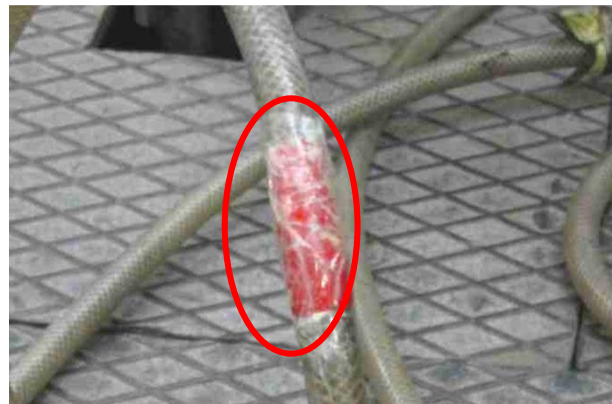
Quelle: WiRo Consultants

# Druckluft-Leckagen in Druckluft-Leitungssystemen



**Druckluftleckagen findet man typischerweise an:**

- undichten Schraub- und Flanschverbindungen
- Schlauchschellen
- Steckkupplungen
- Schläuchen
- Armaturen (Kugelhähne etc.)
- korrodierten Leitungen



Quelle: WiRo Consultants

# Was kostet Druckluft und vor allen Dingen was kosten Druckluftleckagen?

<b>Lochgröße</b>	<b>Luftverluste bei 7 bar (ü) in m<sup>3</sup>/min</b>	<b>Verlustleistung in kW</b>	<b>Verlustkosten pro Jahr</b>
○ 1 mm	0,07	0,55	504 €/Jahr
○ 2 mm	0,28	2,2	1.980 €/Jahr
○ 4 mm	1,10	8,8	7.920 €/Jahr
○ 6 mm	2,40	19,3	17.460 €/Jahr

Quelle: Eigene Berechnungen WiRo Consultants

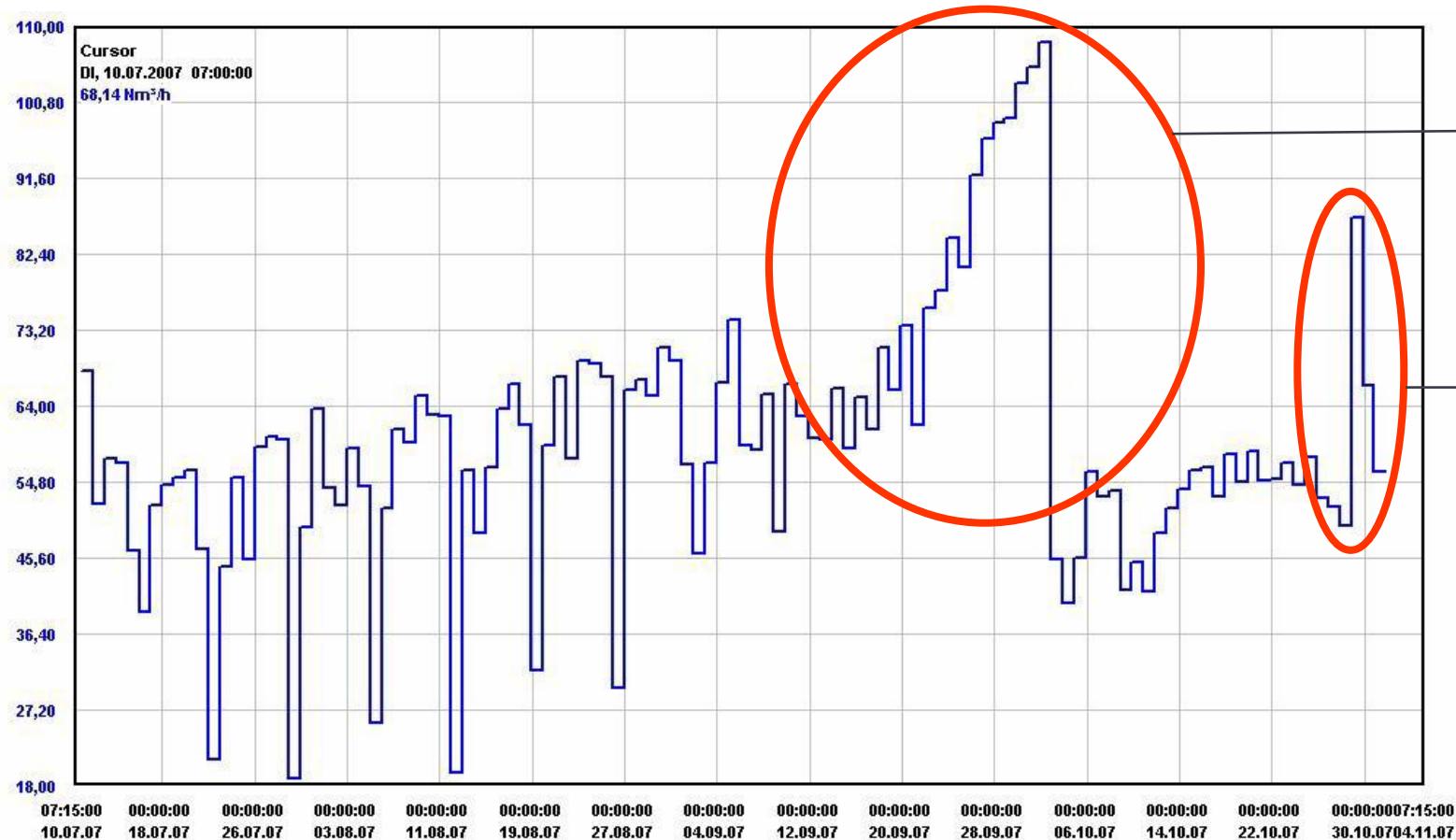
# Leckage-Ortungsgerät

## Grundsätzliche Funktionsweise; Beispiele

- In der Regel als Ultraschall-Prüfgerät
- Ausgabe über Lautsprecher oder Kopfhörer
- Luftschallsensor zur Messung von Luftultraschallsignalen (meist inkl. Ziellaser und LED-Leuchte)
- Zur Erhöhung der akustischen Signalstärke
  - Kleines akustisches Horn für den Nahbereich
  - Großes akustisches Horn für größere Entfernungen



# Lastgang Reifenkonfektionsmaschine



Undichtigkeit Ventil  
7.900 EUR/a

Ausfall Druckregler  
4.600 EUR/a

Gewählter Zeitraum: DI, 10.07.2007 07:15 - SO, 04.11.2007 07:15 Basis: 24 h Mittelwerte

Zähler-Nr	Name	Einheit	Cursor	Min	Datum/Zeit	Mittel	Max	Datum/Zeit	Menge	01.11.2007 10:16
LKW-DLU-45-067 i	45 Druckluft 12 LKW SAV 8 Karkass + Bomb. i	Nm³/h	68,14	18,84	29.07.2007 00:00	59,37	107,95	02.10.2007 00:00	161020,10	73,80

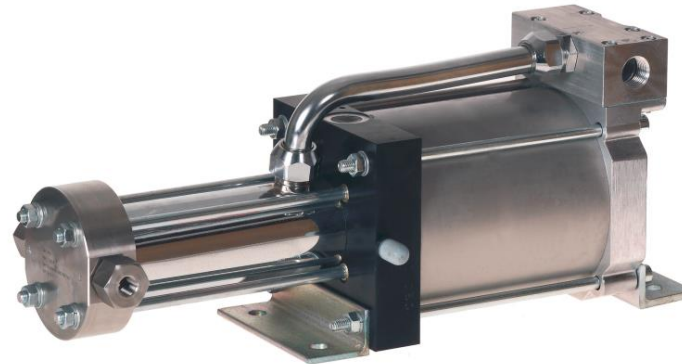
Quelle: Continental

# Druckluftnachverdichter für die Druckerhöhung für einzelne Verbraucher oder kleinere Teilnetze

- Nach dem Erreichen des Enddruckes kein Energieverbrauch
- Einsatz der mechanischen Kolben-Nachverdichter im Ex-Bereich !



Quelle: Merz Drucklufttechnik

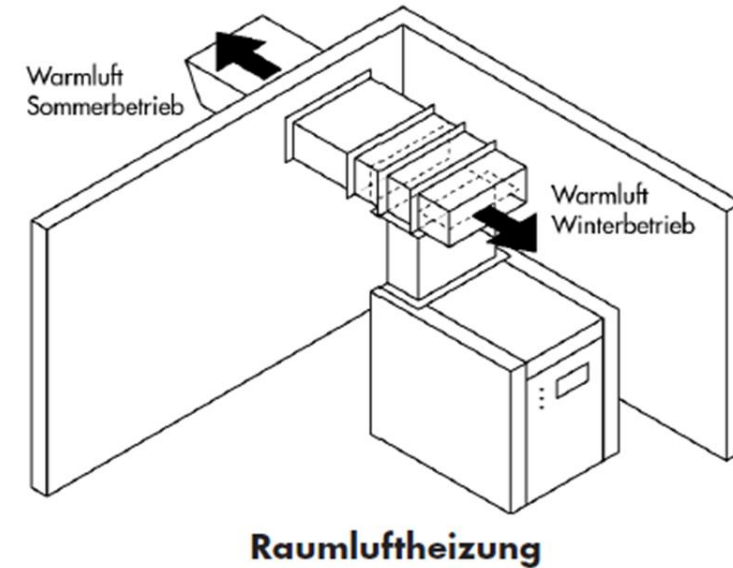
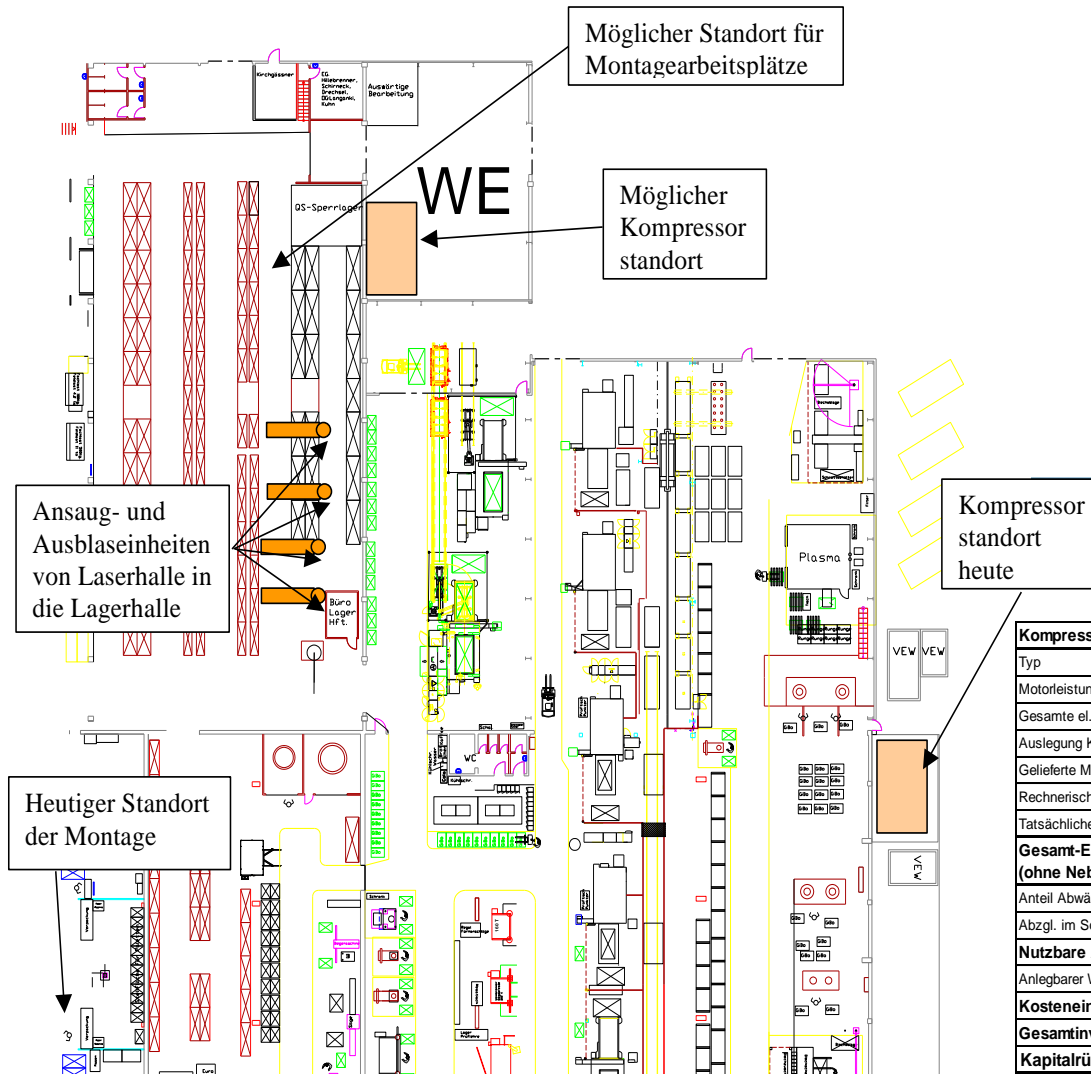


Quelle: Maximator

- Auch als aktive Druckluft-Booster mit Elektromotor erhältlich
- Erreichung deutlich höherer Drücke und Liefermengen

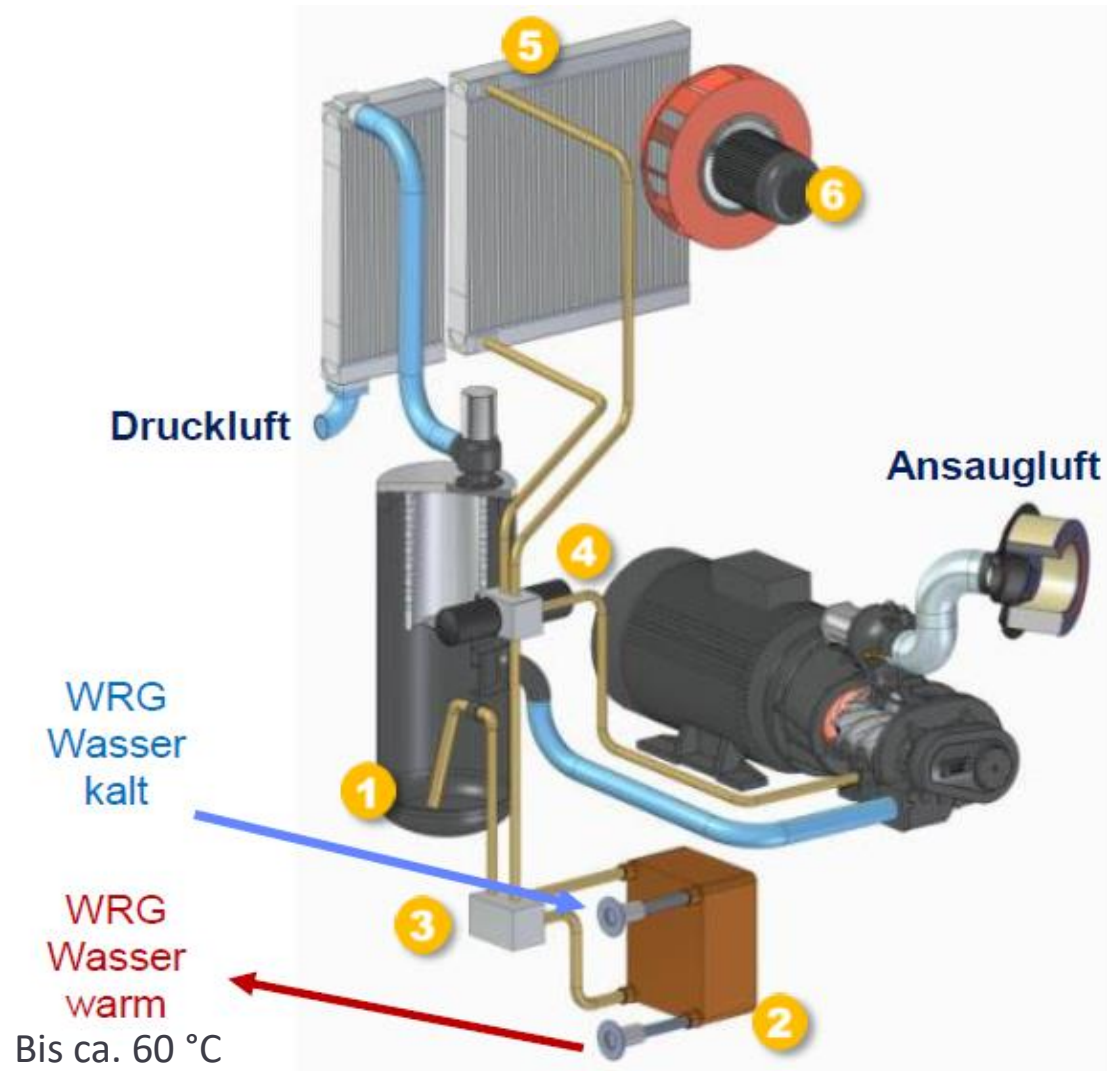


# Auto-Zubehör-Hersteller: Ergebnis Wirtschaftl. „Abwärmennutzung aus Kompressoren“



Kompressor-Nummer		1	2	3	4	Gesamt
Typ		Boge 50	Boge 50	Boge 50	Boge 100	
Motorleistung	kW	37	37	37	75	186
Gesamte el. Leistung	kW	40,3	40,3	40,3	81,1	202,0
Auslegung Kompressor	m³/min	6,35	6,35	6,35	12,10	31,15
Delivered Menge Sep 08 - Aug 09	m³	626.000	653.000	695.000	4.155.000	6.129.000
Rechnerische Vollbenutzungsdauer	h/a	1.643	1.714	1.824	5.723	3.279
Tatsächliche Betriebsstunden	h/a	1.799	1.876	1.997	5.723	
<b>Gesamt-Elektroenergiebedarf Kompressoren (ohne Nebenaggregate)</b>	<b>kWh/a</b>	<b>72.500</b>	<b>75.603</b>	<b>80.479</b>	<b>464.135</b>	<b>692.717</b>
Anteil Abwärme	%					75
Abzgl. im Sommer nicht nutzbarer Wärme	%					15
<b>Nutzbare Abwärme aus Kompressoren</b>	<b>kWh<sub>th</sub>/a</b>	<b>&lt; 1,7 Jahre</b>				<b>415.630</b>
Anlegbarer Wärmevergleichspreis (netto)	Ct./kWh					
<b>Kosteneinsparung durch Abwärmennutzung (netto)</b>	<b>Euro/a</b>					<b>28.263</b>
<b>Gesamtinvestition für die Maßnahme</b>	<b>Euro</b>					<b>47.000</b>
<b>Kapitalrückflusszeit</b>	<b>Jahre</b>					<b>1,66</b>

# Professionelles System zur Kompressor-Abwärmenutzung (fluidgekühlter Kompressor)



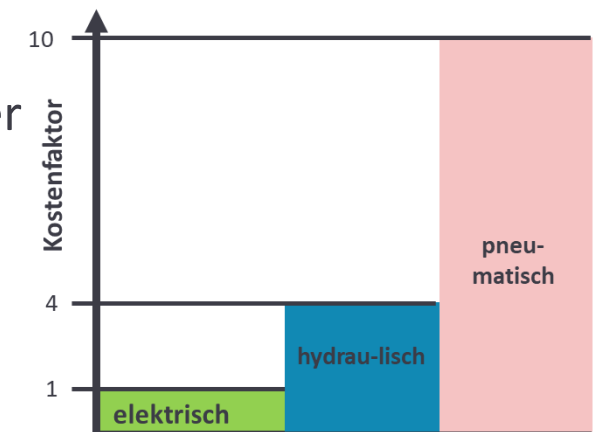
- 1 Heißes Kühlfluid
- 2 Plattenwärmetauscher
- 3 Thermoventil für Wärmetauscher
- 4 Thermoventil für internen Fluidkreislauf
- 5 Kühler
- 6 Lüfter

## Aspekte zur Effizienz von Druckluftanlagen (1/2)

- Ansaugluft möglichst kalt und sauber
- Nachlaufzeiten reduzieren (angepasste Steuerung, FU-Kompressor)
- Genaue Anpassung Druckliefermenge an aktuelle betriebliche Erfordernisse durch drehzahlgeregelte Kompressoren
- Prüfung, ob einzelne Druckluftanwendungen durch energiesparendere mechanische Anwendungen substituiert werden können
- Regelmäßige Wartung der Anlagen und regelmäßiger Filterwechsel
- Prüfung: dezentraler Einsatz kleinerer Druckluftbehälter zur Stützung des Netzes zur Vermeidung von Druckverlusten durch hohe Strömungsgeschwindigkeiten oder zu lange Druckluftleitungen
- Einsatz elektr. betätigter Absperrarmaturen für einzelne Netzbereiche, zur Minimierung der Leckageverluste außerhalb der Betriebszeiten
- Reinigung mit Druckluft mögl. vermeiden u. Kühlung mittels Gebläse statt mit Druckluft
- Betriebsdruck im Druckluftnetz nur so hoch, wie unbedingt notwendig
- Bestimmung der Leckage durch Behälterentleerung, Einschaltdauermessung, Leckkontrolle
- Mitarbeiter über hohe Druckluftkosten informieren

## Aspekte zur Effizienz von Druckluftanlagen (2/2)

- Grundsätzlich im Zusammenhang mit der Druckluftherzeugung prüfen, ob Kompressor-Abwärme genutzt werden kann (Luftvorwärmung, Wassererwärmung, Prozesswärme etc.)
- Die Leistungsangabe bei Druckluftkompressoren ist immer die mechanische Leistung des Kompressor-Antriebs
- Schraubenkompressoren sind zur Zeit Stand der Technik (> 90 % in Industrie)
- Kompressor-Kennwert in  $\text{kW}_{\text{mech}}/(\text{m}^3/\text{min.})$  ist zu ermitteln und mit Vorgaben Kennwerte-Diagramm vergleichen
- Bei Druckluftkompressoren mit untersch. Druckbereichen laut Herstellerdatenblatt über Kennwerte-Verfahren feststellen, ob Kompressor aus energetischer Sicht für Betriebsnetz der richtige ist
- Druckluftnetz-Optimierung: Leckagen vermeiden und Leitungen ausreichend groß dimensionieren
- Leckagen (bzw. „Löcher-Summen“ ...) von z.B. äquivalent 6 mm Durchmesser verursachen Zusatz-Stromkosten im 7 bar Netz von rund 20 T €/a
- Faustformel für Verhältnis der Stromkosten:  
Pneumatik : Hydraulik : Elektro-Direktantrieb = 10 : 4 : 1





## Abwärmennutzung

Grundlagen

Anwendungsbereiche

Beispiele aus der Praxis

- Rund 2/3 industrieller Endenergie wird für Prozesswärme benötigt; bei vielen dieser Prozesse entsteht Abwärme, also „die eine Anlage verlassende Wärme, ausgenommen die tatsächliche Nutzwärme“
- Die Abwärmenutzungsanlage ist ein System zur Energierückgewinnung mittels Wärmetauscheranlage, um die in der Abluft bzw. dem Abgas bzw. in Flüssigkeiten gespeicherte Wärmeenergie zu entziehen und auf andere Medien (Luft, Wasser, Thermalöl, Dampf) zur Weiterverwendung zu übertragen
- Durch den Einsatz einer Wärmerückgewinnungsanlage bieten sich hohe Einsparpotentiale im Hinblick auf die einzusetzenden Brennstoffe gegenüber einer separaten Erzeugung von Prozesswärme
- Abwärmequellen können Produktionsmaschinen oder -Anlagen sein, die Verlustwärme an die Umgebung abstrahlen, Öfen, Abwässer aus Wasch-, Färbe- oder Kühlungsprozessen, aber auch Kühlanlagen, Motoren oder die in Produktionshallen anfallende Abluft
- Wichtige Punkte zur Abwärmenutzung:
  - Werks-Layout heranziehen und Wärmequellen und Wärmesenken mit deren jeweiligen Temperatur-Niveaus einzeichnen
  - Die Abwärmenutzung erfolgt in der Regel über Wärmetauscher und ggf. angeschlossenen „Wärmeverarbeiter-Anlagen“ (Wärmepumpe, ORC-Anlage...)
  - Nutzung der „Kühlung“ zum Beispiel über die adiabatische Kühlung in raumluftechnischen Anlagen ist eine Form der „Kälte-Rückgewinnung“

# Bereiche der Wärmerückgewinnung/ Abwärmennutzungsanlage

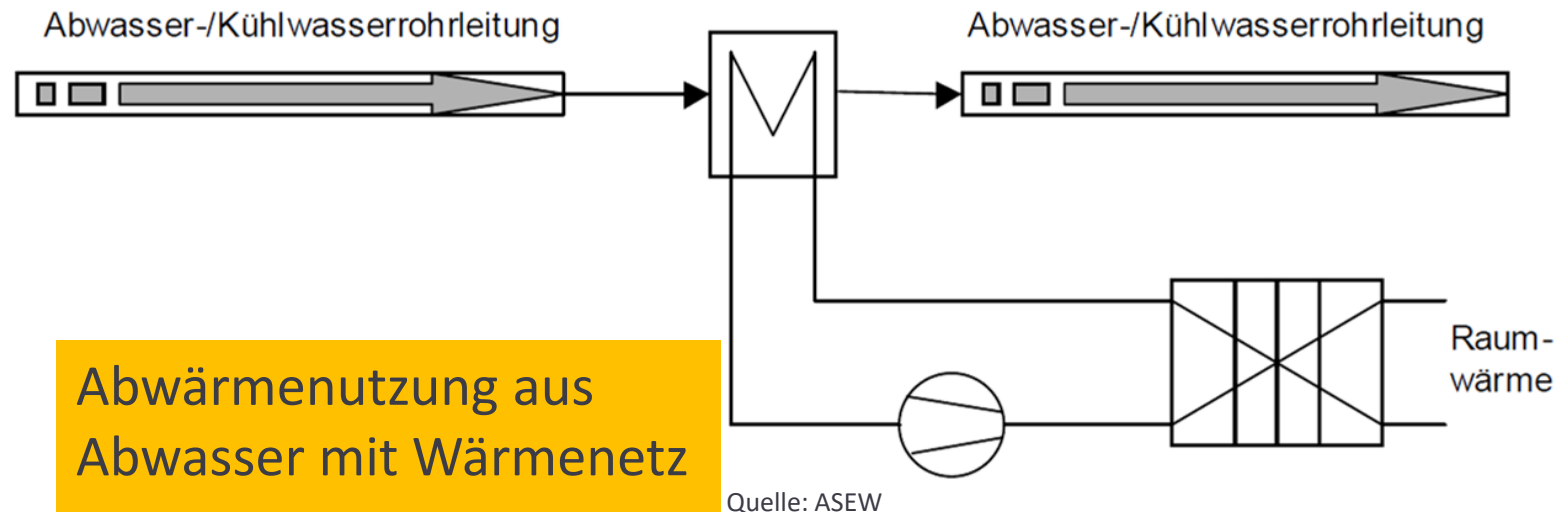
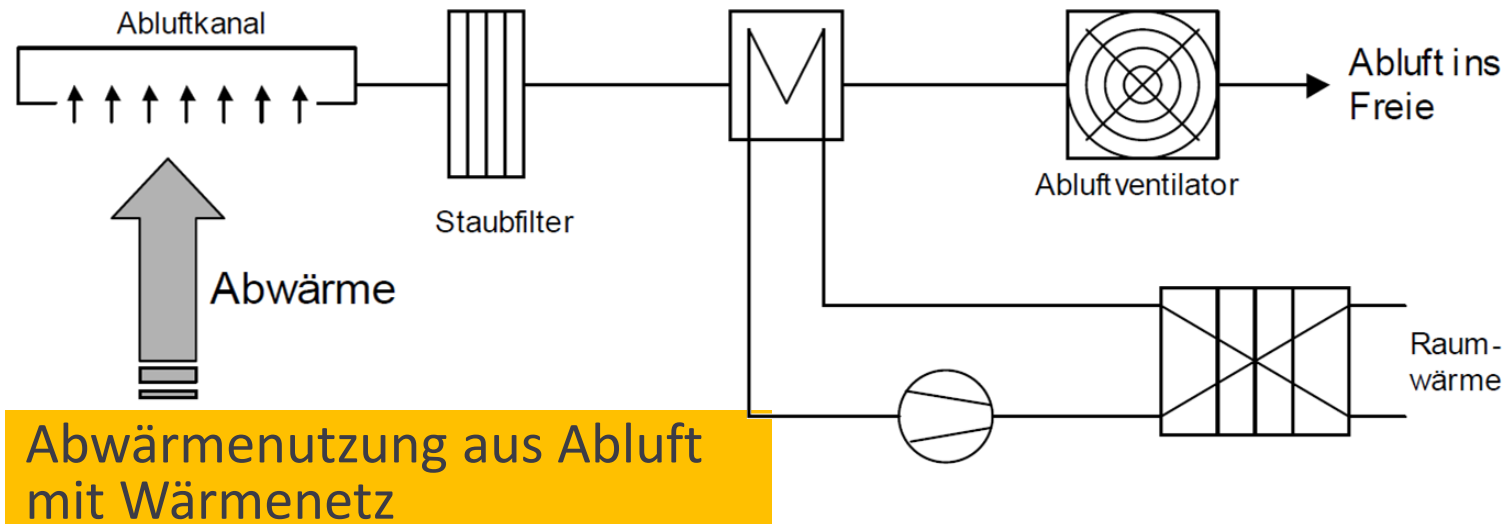
## Anwendungsbereiche

1. Warm-/Heisswassererzeugung zur Weiterverwendung zur Stromproduktion (ORC)
2. Dampferzeugung zur Weiterverwendung für die Stromproduktion (Dampfturbine)
3. Economizer zur Nutzung überschüssiger Abgaswärme bei z.B. Dampfkesseln
4. Einfachere Wärmerückgewinnung über Plattenwärmetauscher oder Rohrbündelwärmetauscher (i.d.R. nicht für Trinkwasser geeignet)
5. Wärmerückgewinnung über **Sicherheitswärmetauscher** (für Trinkwasser und damit insbesondere für die chemische und pharmazeutische Industrie geeignet)

## Mögliche Installationsbereiche

- Stahlerzeugung und Stahlverarbeitung
- Glaswerke, Porzellanwerke und Ziegelindustrie
- Keramikindustrie und Industrie für technische Keramik
- Chemische Industrie
- Baustoffindustrie und Zementwerke
- Produktionsabluft
- Rauchgas- und Abluftreinigung
- Stationäre Verbrennungsmotoren und Gasturbinen (Motorabwärme bzw. Abwärme in Abgasen)
- Biogas- und Biomassekraftwerke

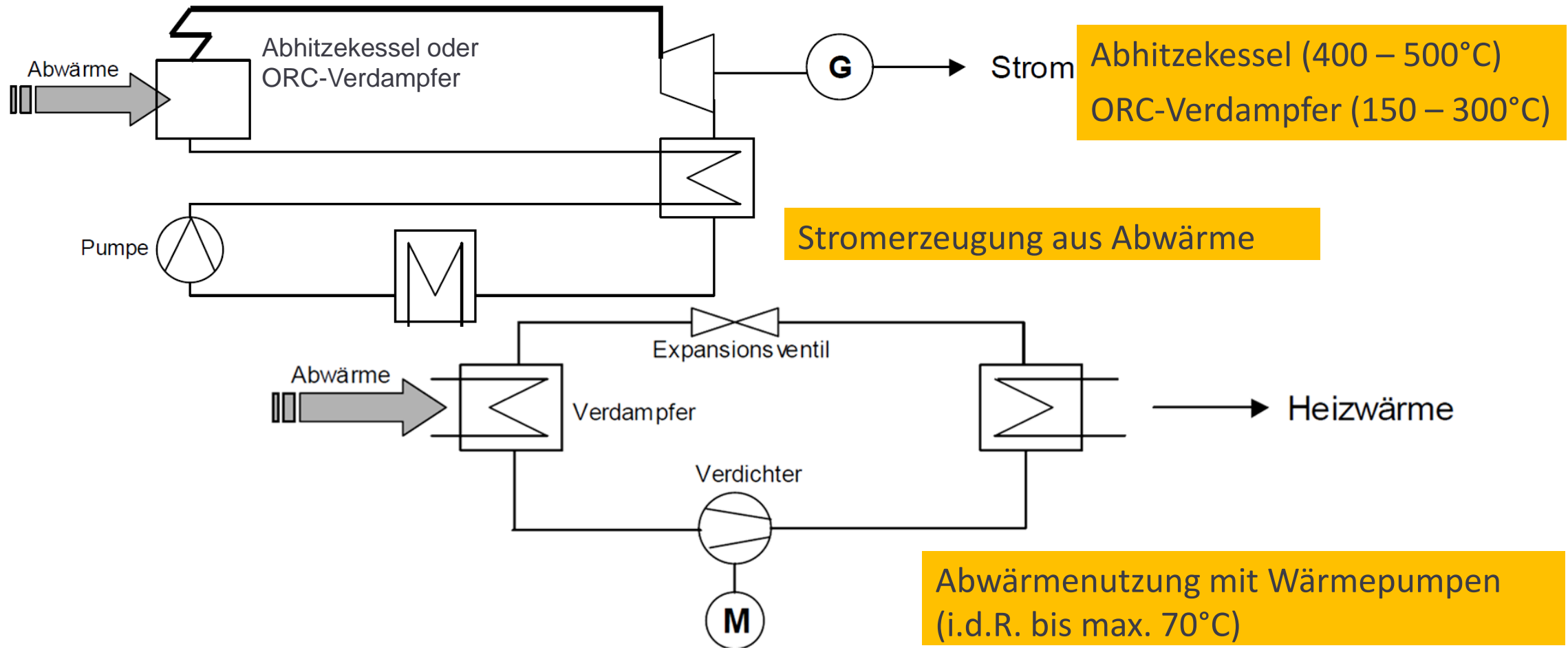
# Möglichkeiten der Abwärmenutzung (1/2)



Quelle: ASEW



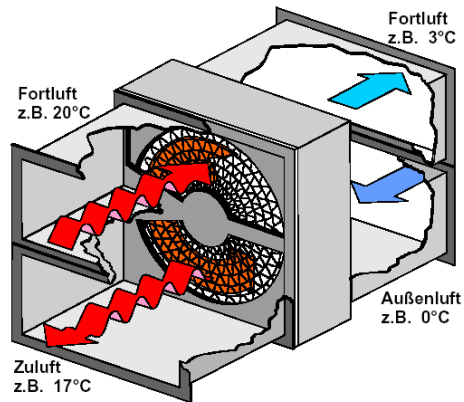
# Möglichkeiten der Abwärmenutzung (2/2)



Quelle: ASEW

UND auch Abwärmenutzung mit Hilfe von Absorptionskälteanlagen (> 90°C)

# Funktionsweise Rotationswärmetauscher „Wärmerad“: Energie- u. Feuchte-Rückgewinnung

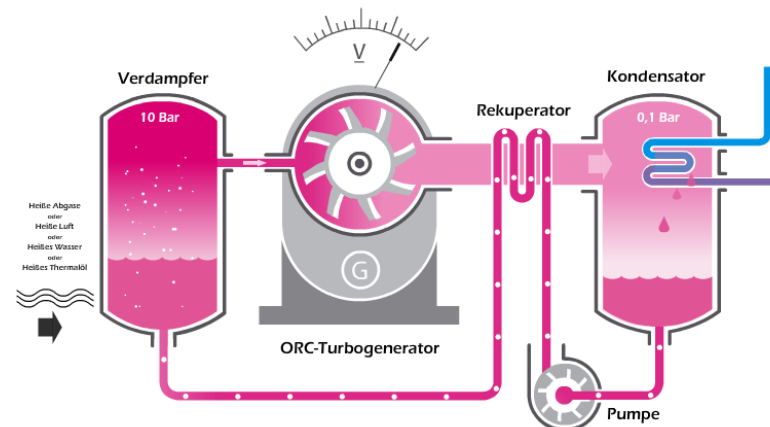


ROTOR		robatherm the air handling company	
Auftrags-Nr.	86736.4	Baujahr	6/2013
Typ	RL 21/30	Luftleistung	18000 m³/h
Erh. Medium	WRG	Rotor - WRG	194,24 kW
Rückwärmzahl	0,72		



# Abwärmennutzung über den ORC-Prozess (Organic-Rankine-Cycle)

- Thermodynamischer Prozess, in dem an Stelle von Wasser ein niedrig siedender, **organischer Stoff als Arbeitsmedium** (z.B. Kohlenwasserstoffe, Silikonöle) zirkuliert
- Der ORC arbeitet bei niedrigen Temperaturen und Drücken
- Auch kleine Quellen thermischer Energie können wirtschaftlich in Elektroenergie umgewandelt werden
- Generieren von elektr. Energie aus Abwärme (300°C – 450°C), aus Geothermie (100°C – 200°C), aus Biomasse (1.000°C) o. aus Solarthermie
- Typischer Leistungsbereich 200 kW<sub>el</sub> bis 2 MW<sub>el</sub>
- Elektrischer Wirkungsgrad ca. 14 – 20 % (bei niedrigen Temperaturen auch < 8%)



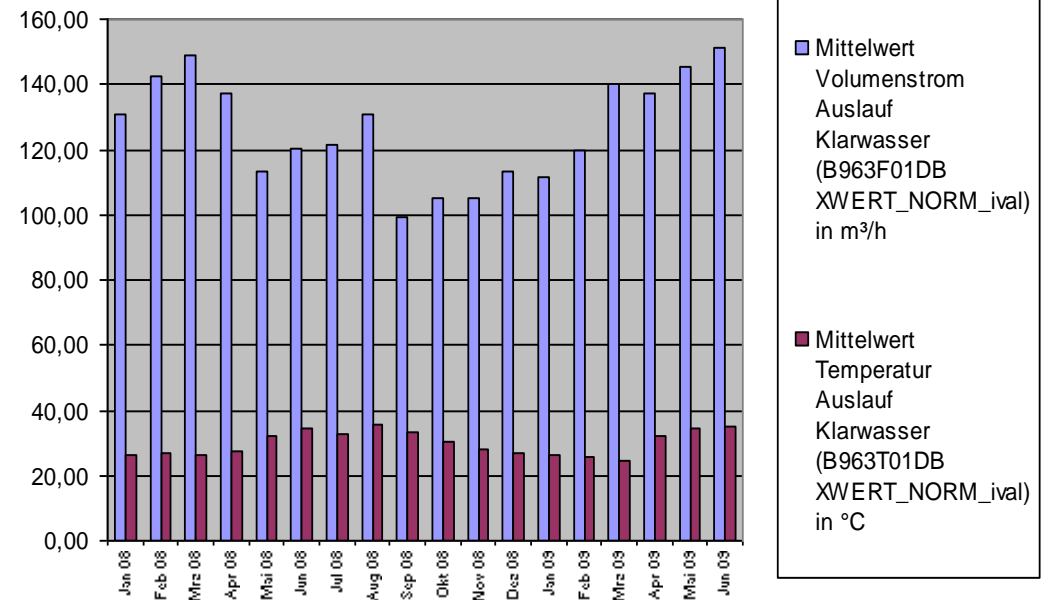
Quelle: Intec GMK

# Abwärmennutzung mit Hilfe von Wärmepumpen

- Wärmepumpen bieten die Möglichkeit, Wärme niedrigen Temperaturniveaus durch Zufuhr höherwertiger Energie (beispielsweise elektrischer Strom oder Gas) auf nutzbare Temperaturniveaus zu bringen
- Der Wärmepumpen-Prozess ist vierstufig:
  - Zunächst verdampft die zugeführte Abwärme ein im Kreislauf geführtes Kältemittel
  - In einem Verdichter wird es dann auf hohen Druck gebracht (Elektromotor, Gasmotor). Dessen Abwärme kann im Prozess genutzt werden
  - Im Kondensator kondensiert das Kältemittel und gibt die Wärme auf höherem Temperaturniveau wieder ab
  - In einem Expansionsventil wird dann das Kondensat entspannt. Die Temperatur fällt unter das Temperaturniveau der zugeführten Abwärme
- Da das Temperaturniveau von Abwärme bereits deutlich höher ist als das von üblichen Wärmequellen von Wärmepumpen (Umgebungsluft, Grundwasser, Erdwärme), ist erforderliche Energie zum „Pumpen“ auf ein höheres Temperaturniveau deutlich niedriger. Dies führt zu hohem Coefficient of Performance (COP) (Quotient aus abgegebener Heizwärmeleistung und zugeführter (elektrischer oder Brennstoff-Energie))
- Wärmepumpen stehen mit einer Heizleistung bis zu etwa 34 MW zur Verfügung

# Energieträgerumstellung Pharmaindustrie: Abwärmennutzung aus Klarwasserablauf

- Klarwasser: 100 – 150 m<sup>3</sup>/h
- Temperatur: Ca. 25 - 35°C
- Auskühlung: 8 Kelvin im Mittel
- Ca. 7,5 Mio. kWh/a Wärme entziehbar
- Wärmepumpe erforderlich!



Quelle: WiRo Consultants

- **Abhitzesysteme** nutzen bestehende Energiequellen zur effizienten Erzeugung von Heizwärme, Prozesswärme oder Strom. Das Ergebnis: Hohe Wirtschaftlichkeit, geringe Emissionen, Kostenreduzierung und Ressourcenschonung.
- **Eigenbefeuerter Abhitzekessel:** Der konventionell befeuerte Kessel erzeugt Heiz- oder Prozesswärme bei gleichzeitiger Nutzung des Wärmepotenzials aus Abhitzequellen; es sind konventionelle Heißwasser- oder Dampfkesselvarianten mit einem zusätzlich integrierten separatem Rauchrohrzug zur Abwärmenutzung. Verwendung finden sie überwiegend in Kombination mit BHKW oder Gasturbinen. Im Abhitzestrang werden die heißen Rauchgase aus vorgelagerten Verbrennungsprozessen genutzt, um die Erzeugung von Heiz- oder Prozesswärme zu unterstützen.
- Bei Einsatz von **Abhitzekesseln ohne Zusatzfeuerung** werden üblicherweise zusätzliche Spitzenlastkessel notwendig. Auf diese kann bei der Konstruktionsvariante aufgrund der Eigenfeuerung häufig verzichtet werden. Investitionskosten, Platzbedarf und Ausrüstungsaufwand reduzieren sich

# Hemmnisse bei der Abwärmenutzung und deren Überwindung

- Strukturelle Hemmnisse:
  - Fehlender weiterer Wärmebedarf vor Ort / im eigenen Unternehmen
  - Schwierige belastbare Kalkulation der tatsächlich zur Verfügung stehenden Abwärme
  - Weiterverkauf an Dritte: Bau Nahwärmenetz (Heizwasser, Dampf) notwendig; zudem muss Wärmeabnahme beim Dritten zeitlich u. leistungsmäßig in etwa des Abwärmefalles entsprechen; vertr. Lieferzusagen erhöhen techn. Aufwand (z.B. Einsatz v. Stütz- bzw. Spitzenlastkesseln)
- Finanzielle Hemmnisse:
  - Individuelle Lösungen zur Abwärmenutzung i.d.R. kostenintensiver
  - Betriebliche Vorgaben (z.B. ROI < 3 oder 2 Jahren) verhindern sehr häufig ökologische und langfristig sehr kostensparende Investitionen
  - Bei Bau eines Nahwärmenetzes u. Belieferung von Dritten bleiben Risiken hinsichtlich Investitionssicherheit (Stichwort Insolvenz des Dritten)
- Konsequente Energiesparlösungen wie die Abwärmenutzung erfordern entsprechend QUALIFIZIERTES UND MOTIVIERTES Personal
- Rechtliche Hemmnisse bzgl. Baugenehmigungen, Umweltrecht, Wasserrecht etc. spielen große Rolle
- Technologische Hemmnisse können aus zu wenig erprobten Materialien und zu wenig verbreiteten Prozess-Technologien herrühren (z.B. ORC-Technik)

Vorgenannte Hemmnisse sind durch gute Planung u. Beratung (technisch sinnvolle und erprobte Lösungen; Nutzung von Förderprogrammen), Motivation der Entscheider (→ langfristige Kosteneinsparung insbes. bei steigenden Energiepreisen u. Umlagen; Imagegewinn) u. der Umsetzer im Unternehmen (soziale Anerkennung, Sicherung des höher qualifizierten Arbeitsplatz, Energieverantwortlichkeit u.U. im Sinne des Energiemanagementbeauftragten, Verfügung über Budgets) u. klare vertr. Vereinbarungen mit zu beliefernden Wärmekunden zu überwinden

# Abwärmennutzung auch bei ungünstigsten Betriebsverhältnissen möglich

- Installation von Abwärmennutzungsanlagen auch für Prozesse mit hoher Staubbelastung bzw. schädigenden Abgasbestandteilen
- Automatische Abreinigung des Wärmetauscherrohrbündels mittels Kugelregenreinigung oder Schallabreinigung
- Automatische Abreinigung des Wärmetauscherrohrbündels durch äußere Spülung mittels Wasser oder Reinigungslösung
- Verschiedenste Beschichtungen an der Oberfläche des Wärmetauscherrohrbündels zur Verminderung bzw. leichten Ablösbarkeit eventueller Anhaftungen
- Ausführung des Wärmetauscherrohrbündels in verschiedensten Werkstoffen - abgestimmt auf den Anwendungsfall
- Ausführung der Abwärmennutzung mit zwei oder mehr internen Medienkreisen unterschiedlichen Temperaturniveaus zur Vermeidung von Kondensation einzelner schädlicher Abluft-/Abgasbestandteilen



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit**



## **Ihre Ansprechpartner bei WiRo Consultants**

**WiRo Energie&Konnex Consulting GmbH**  
Theaterstr. 30-32  
D-52062 Aachen  
+49 (0) 241 / 565 285-0  
[www.wiro-consultants.com](http://www.wiro-consultants.com)

**Dipl.-Ing. Steffen Roß**  
Geschäftsführer  
+ 49 (0) 241 / 565 285-25  
+49 (0) 151 / 210 160 60  
[ross@wiro-consultants.com](mailto:ross@wiro-consultants.com)



**Dipl.-Ing. Klaus Gründler**  
Senior Consultant, Projektleiter  
+49 (0) 241 / 565 285-45  
+49 (0) 151 / 571 491 08  
[gruendler@wiro-consultants.com](mailto:gruendler@wiro-consultants.com)



**Julia Rauw (M.Sc.)**  
Energie Consultant  
Tel.: +49 (0) 241 / 565 285-25  
Mobile: +49 (0) 151 / 210 160 60  
Mail: [rauw@wiro-consultants.com](mailto:rauw@wiro-consultants.com)



# ZUSATZ: Informationen über Förderungen und Beihilfen

- **„Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft (BAFA und 295 KfW)**
  - Modul 1: Querschnittstechnologie (30 % bzw. 40 % förderfähig)
  - Modul 2: Prozesswärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (45 % bzw. 55 % förderfähig)
  - Modul 3: Mess-, Steuer- u. Regelungstechnik, Sensorik u. Energiemanagementsoftware (30 % bzw. 40 % förderfähig)
  - Modul 4: Energiebezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen (30 % bzw. 40 % förderfähig)
- **BMW-Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft – Förderwettbewerb**  
→ Es gilt eine **maximale Förderquote von 50 Prozent der effizienzbezogenen Kosten**. Die max. Fördersumme beträgt **5 Mio. Euro pro Investitionsvorhaben**
- **BAFA Förderprogramm von gewerblichen Kälte- und Klimaanlageanlagen 2019**  
→ Förderung ist auf 150.000 € pro Maßnahme sowie auf max. 50 % förderfähiger Ausgaben begrenzt
- **KWKG 2019 (BAFA)**
- **Wärme- und Kältenetze mit neuen Fördervoraussetzungen (BAFA)**
- **KfW-Programm Erneuerbare Energien – Premium**  
→ Kredit bis zu 25 Mio. € pro Vorhaben mit Tilgungszuschuss (plus 10 % für KMU auf Zuwendungsbetrags (i.d.R gleich Investition); zusätzlich plus 20 % höherer Tilgungszuschuss für den Austausch besonders ineffizienter Heizungsanlagen
- **KfW Energieeffizient Bauen und Sanieren - Zuschuss Brennstoffzelle (aus Anreizprogramm Energieeffizienz): Energieeffizienz steigern mit Förderung von Heizungen mit Brennstoffzelle bis max. 5 kW<sub>el</sub>**  
→ Bis 28.200 € Zuschuss je Brennstoffzelle

