



Hybride Beheizung von Kammeröfen – Regelungstechnische Herausforderungen bei der Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks

Dr. Bora Özkan, Matthias Rink

1 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



1

Prozess „Regelstrategien“

- Zeit optimiert
- Energie optimiert
- CO₂ optimiert
- Kosten optimiert
- Etc.



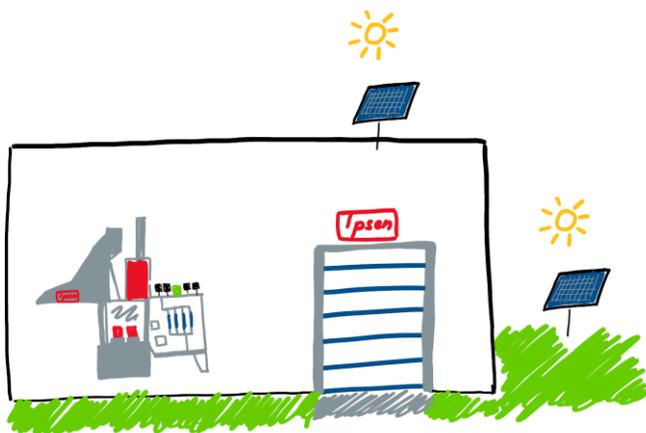
2 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



2

Wie funktioniert Ökostrom?



- Selbst erzeugen auf dem eigenen Grundstück und selbst verbrauchen
→ Tagsüber mit Solarstrom gut möglich
- Strom aus Wind auf dem eigenen Grundstück
→ Sehr schwer möglich
- Stromangebot schwankend mit Tageszeit, Jahreszeit und Wetter

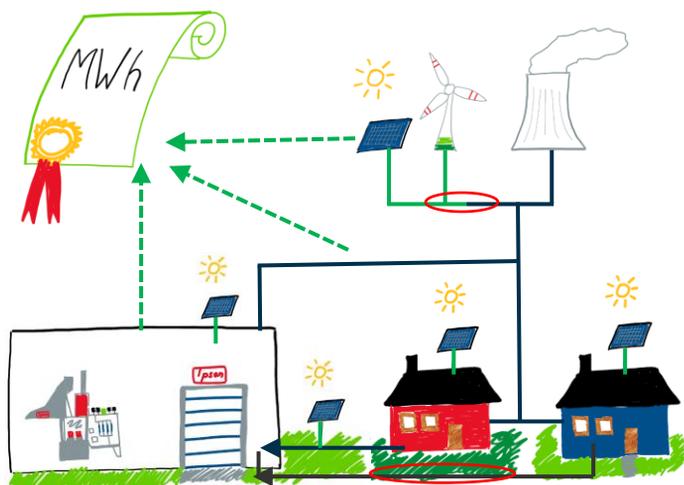
3 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



3

Ökostrom aus dem Netz?



- Selbst erzeugen auf dem eigenen Grundstück und selbst verbrauchen
- Vom Nachbarn beziehen, die Stromleitung wird gekauft/gemietet
- Liegt nur ein Grundstück zwischen Erzeuger und Verbraucher, wird der Bezug schwer
- Wird aus dem Netz bezogen, handelt es sich immer um einen Mix aus erneuerbarer und konventioneller Erzeugung.
- Herkunftsnachweise für Ökostrom werden gehandelt, haben aber meistens keinen physikalischen Bezug zur Lieferung.

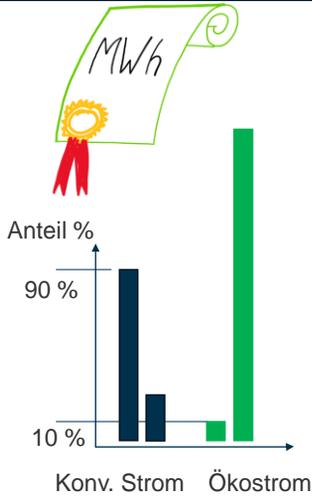
4 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



4

Was ist ein Herkunftsnachweis?



- Herkunftsnachweis (engl. **Guarantee of Origin**) 1 HKN = 1 MWh CO₂-freier Strom
- In Deutschland darf nur ein Energieversorger einen HKN besitzen. In Portugal dürfen auch Industrieunternehmen einen HKN besitzen.
- Bilanz über ein ganzes Jahr (teilw. sogar 18 Monate gültig)
 - Kann im Sommer erzeugt und im Winter verbraucht werden.
 - *Ist das sinnvoll?*
 - *Ja, wenn Hauptanteil konventionell erzeugt wird.*
- Inzwischen 45% und mehr (EU-Ziel 2035: 55%) aus erneuerbaren Trägern erzeugt. An einigen Tagen könnten 100% aus erneuerbaren gedeckt werden. Es gibt sogar zeitw. Überproduktion. Bis 30% können i.d.R. problemlos absorbiert werden.
- Fazit: HKN sind beim aktuellen Energiemix überholt! **Es sind granulare Zertifikate nötig!** Jeder muss HKN besitzen dürfen! Diese scheitern noch an technischen bzw. bürokratischen Hürden.

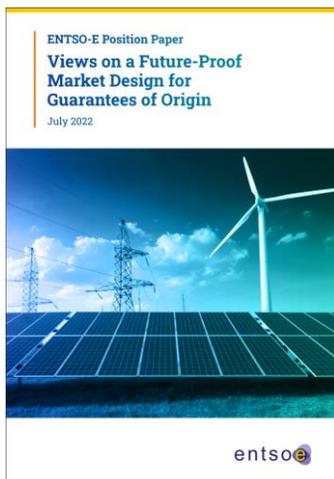
5 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



5

Zukunft Herkunftsnachweise (Zertifikate)



“ENTSO-E believes that temporal matching is a necessary evolution to the GO certification scheme as the current mechanism”

Conventional compute load

Execution of compute tasks throughout the day, regardless of carbon impact



<https://blog.google/inside-google/infrastructure/data-centers-work-harder-sun-shines-wind-blows/>

6 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



6

Zukunft Herkunftsnachweise (Zertifikate)



Hunderte von unterstützenden Organisationen, darunter...



7 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



7

Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie

Steigender Bedarf an elektrischer Energie, schwankende Bereitstellung, Speicher, Preis von Energie

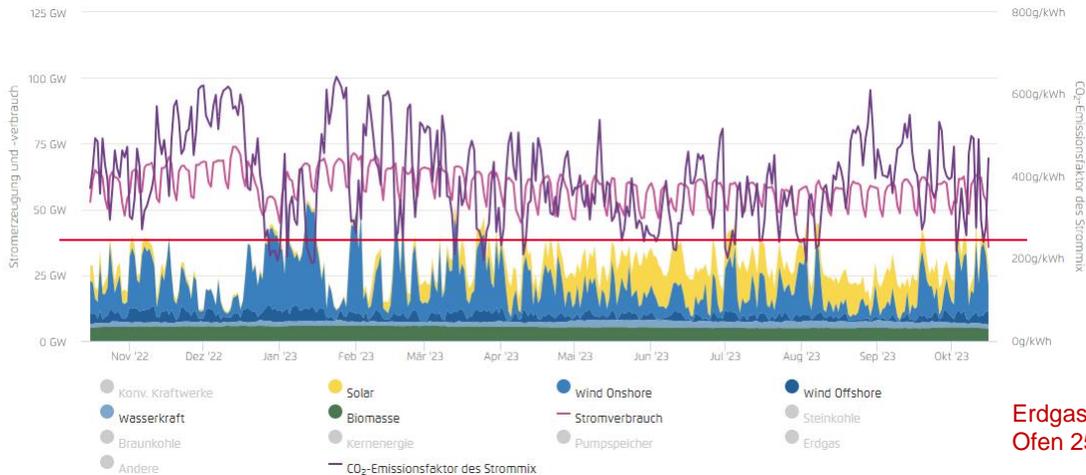
8 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



8

Carbon Footprint Stromerzeugung in Deutschland



Erdgasbeheizung
Ofen 255 g/kWh



9 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.
https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation/16.10.2022/16.10.2023/today/

9

Schwankende Verfügbarkeit = Schwankende Preise



- Waschmaschinen sollen laufen, wenn die Sonne scheint.
- Elektroautos sollen laden, wenn der Wind weht.
- Öfen sollen dann elektrisch heizen, wenn die Sonne scheint.
- Öfen sollen dann elektrisch heizen, wenn der Wind weht.
- und ...
- Wenn Strom günstig ist.

Aber zu anderen Zeiten **keinen** teuren und CO₂-intensiven Strom verbrauchen.



10 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.

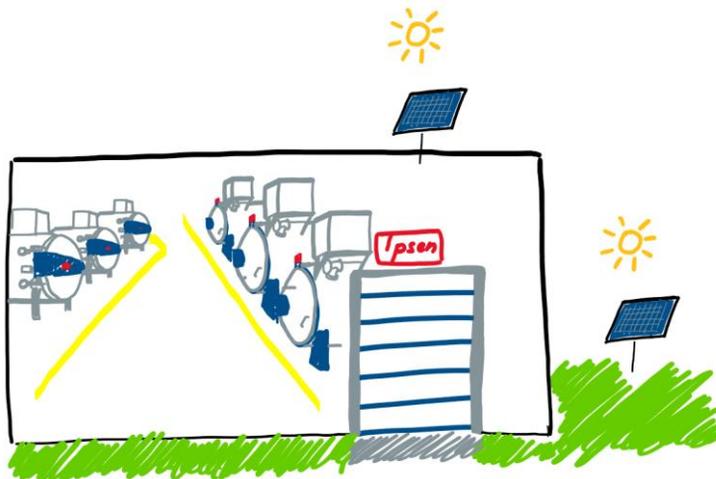
10

Rein elektrische Öfen

Härterei mit vielen Vakuumöfen errichtet große PV-Anlage:

Da bekomme ich doch meine Energie aus der PV-Anlage immer verbraucht!

Richtig: Aber, wenn aus der PV-Anlage nichts kommt, steigt der Bezug aus dem Netz.



11 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



11

Energetisch relevante Eigenschaften eines WärmebehandlungsOfens



- Temperaturbereich > 200 °C (typischerweise 900°C)
→ Gehört zum Hochtemperatur-Energiebedarf (50% am industriellen Gesamtbedarf in Deutschland). Wärmepumpe technisch unmöglich.
- Läuft 24/7, 330 Tage im Jahr
- Verbraucht sehr große Energiemengen (1 Ofen ≈ 62 durchschnittliche Haushalte)
- Kann mit unterschiedlichen Quellen beheizt werden (Strom/Brenngas)
- Ist ortsfest: mehr Gewicht kein Nachteil, feste Stromleitung möglich.
- Energiebedarf kann einige Stunden im Voraus gut geschätzt werden. Ggf. kann die Produktionsplanung an Energieverfügbarkeit angepasst werden.
- Vollautomatische Maschine

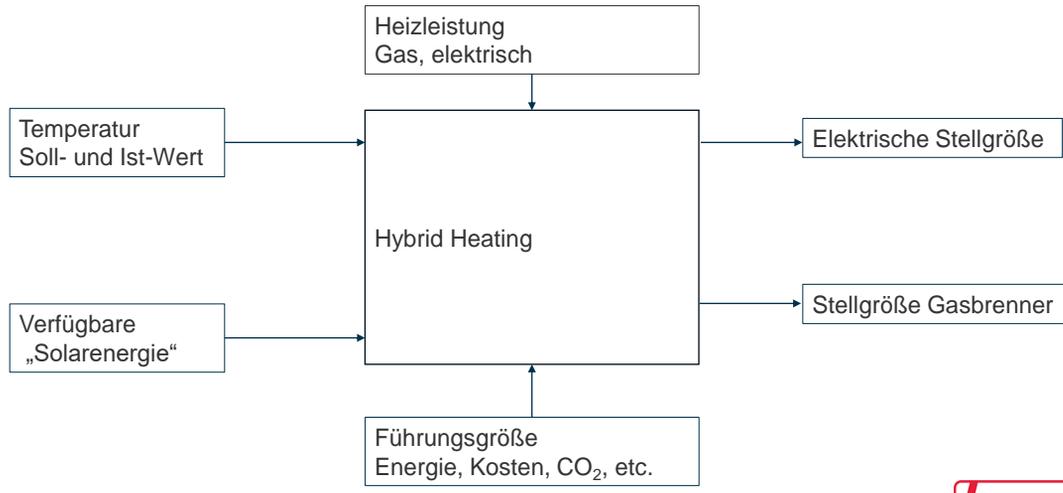
12 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



12

Heizungsregelung



13 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



13

Ofenklassen



AMS 2750

Ofenklasse	Temperaturgleichmäßigkeit in K
1	+/- 3
2	+/- 6 (+/-5)
3	+/- 8
4	+/- 10
5	+/- 14
6	+/- 28

DIN 17052-1

Class-number	Arbeitstemperaturbereich		Temperaturbereich in K		
	von	bis	A	B	C
03	-	300	4	6	10
07	300	750	8	10	15
10	750	1000	10	15	20
13	1000	1300	15	20	30

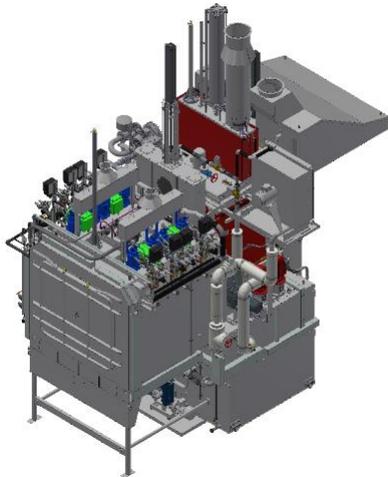
14 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



14

Flexibles Hybrid-Beheizungssystem



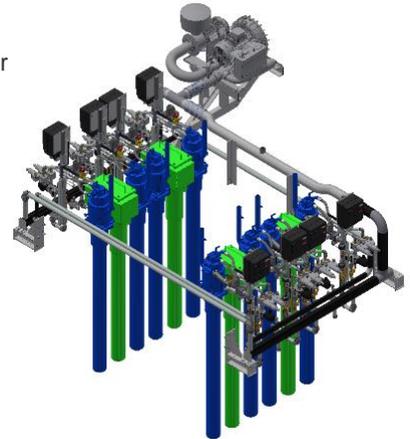
● Wasserstoff / Multi-Gas-Brenner

● Elektroheizung

8 Brenner
4 Elektroheizungen

Möglich sind auch:

8 Elektro + 4 Brenner
6 Elektro + 6 Brenner (nicht symmetrisch)
etc.



Meistens ist eine Quelle bevorzugt.

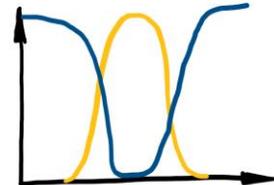
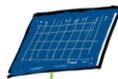
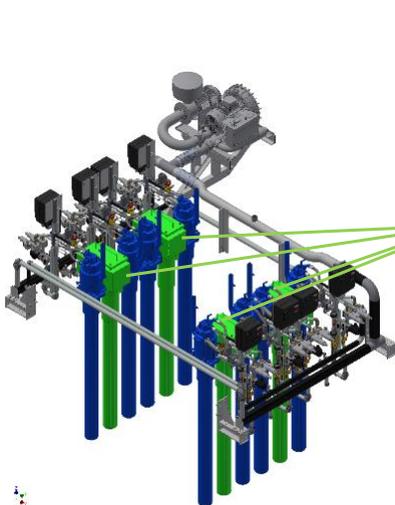
15 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



15

Flexibles Hybrid-Beheizungssystem



● Wasserstoff / Multi-Gas-Brenner

● Elektroheizung

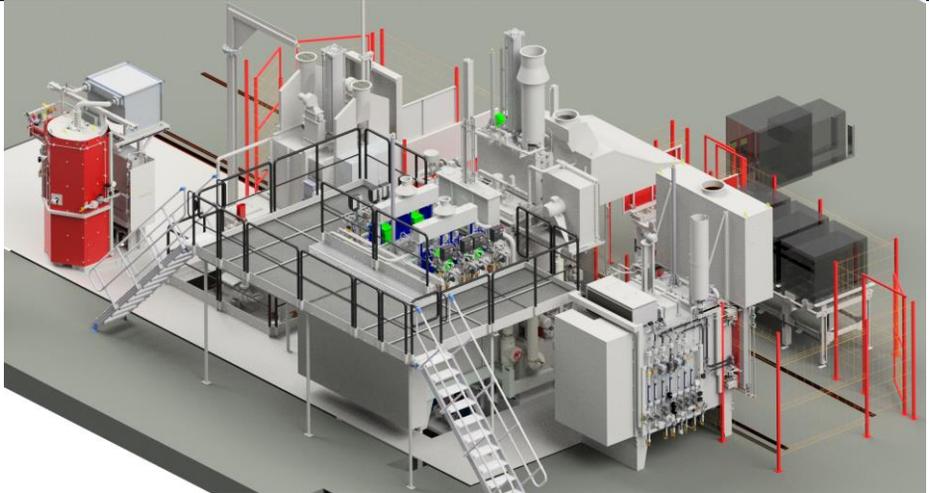
16 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



16

Hybrid-Heizung im Ipsen Future Lab



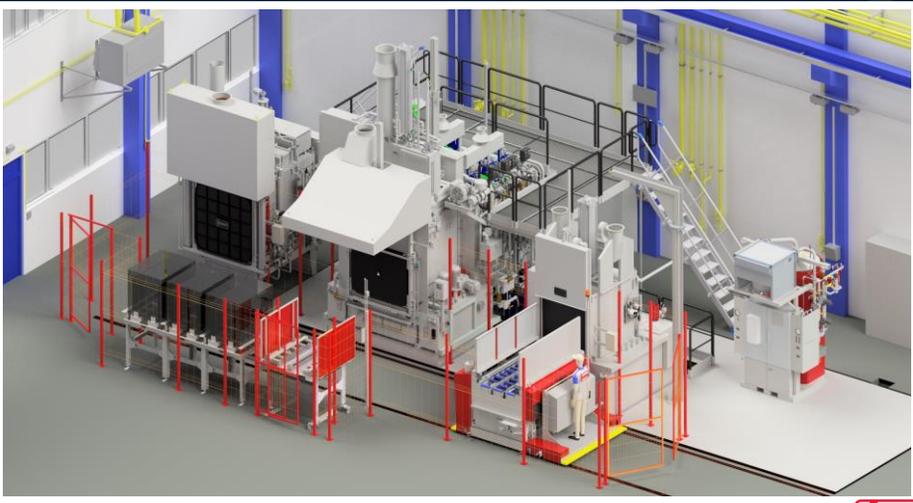
17 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



17

Ipsen Future Lab

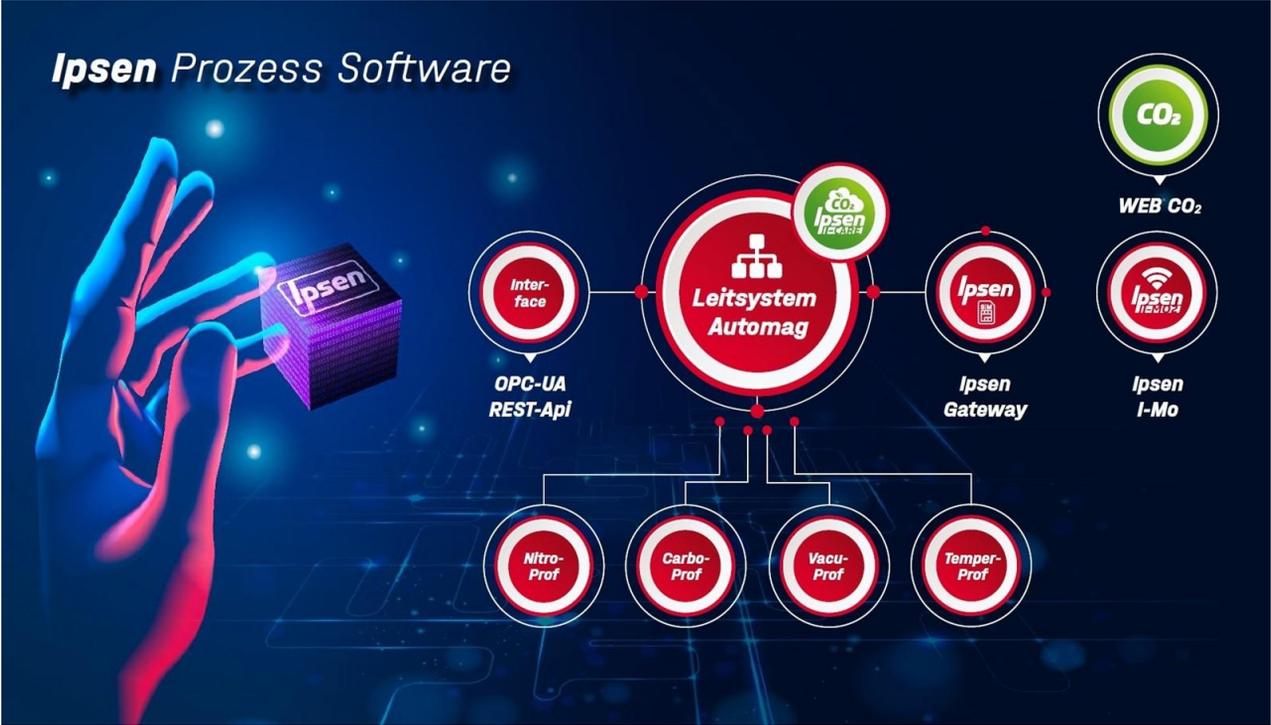


18 | © 2023 Ipsen

Dieses Dokument enthält urheberrechtliche geschützte Informationen von Ipsen. Der Inhalt ist vertraulich und darf nicht vervielfältigt bzw. für andere Zwecke benutzt oder an Dritte weitergeleitet werden ohne schriftliche Genehmigung von Ipsen.



18



19

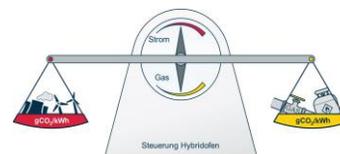
Ipsen – MobileMonitoring



20

Zusammenfassung und Ausblick

- Eine hybride Beheizung kann bei Mehrzweckkammeröfen realisiert werden.
- Bei anderen Ofenkonzepten, insbesondere kontinuierlichen Anlagen, ist die Realisierung schwieriger.
- Für eine Optimierung müssen die Energiekosten und -verfügbarkeit sowie CO₂ Äquivalente pro Zeitintervall bekannt bzw. abrufbar sein.
- Bei der Ansteuerung der unterschiedlichen Heizelemente darf die geforderte Temperaturgleichmäßigkeit nicht vernachlässigt werden
- Ausblick: Bei geeigneten Brennern, ist auch eine Umstellung automatische Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff möglich



IpsenGlobal.com