

Start von seriellen Wasserstofflösungen für mittelgroße Wärmeerzeuger

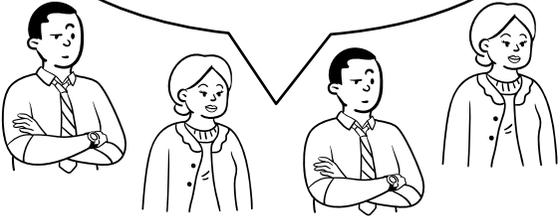
Till Wodraschka, Portfoliomanager Bosch Home Comfort

Buderus



Glaubenssätze vs. technische Möglichkeiten

Verbrennungs-
technik ist alt, schmutzig
und nicht innovativ?



Buderus

Technologische
Weiterentwicklung!



Transformation einer bewährten Technologie
hin zur **Klimaneutralität**



Ausgelegt für den Betrieb mit
100% **grünem Wasserstoff**



Bis zu 350 Tonnen **CO₂-
Einsparung** pro Kessel und
Jahr verglichen mit Erdgas-
Verbrennung



Wir sind die ersten im Commercial-
Segment, die eine 100% H₂-Lösung
anbieten

Buderus

Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)

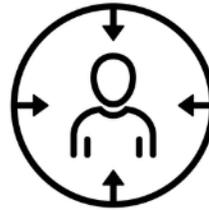


Kundenbedürfnisse:

- Kunden möchten ihren CO₂-Ausstoß minimieren und den Anteil der erneuerbaren Energien erhöhen.
- Der Gesetzgeber zwingt die Kunden, einen erneuerbaren Energieanteil von min. 65% zu nutzen (GEG).
- Stromnetze sind teilweise nicht für die Bereitstellung von hohen Leistungen ausgelegt, die insbesondere für den Betrieb von größeren Wärmepumpen notwendig sind.
- Kunden möchten eine einfache und schnell zu installierende Lösung, die zukunftssicher ist und gleichzeitig Versorgungssicherheit bietet.
- Kunden aus dem Industriebereich haben Wasserstoff eventuell als "Abfallprodukt" aus lokalen chemischen Prozessen verfügbar.
- Gewerblich regenerativ erzeugte Energiemengen sind oftmals zu groß oder volatil um sie ausschließlich in Batterien speichern zu können. Daher benötigen Kunden alternative Speichermöglichkeiten, wie z.B. in Form von Wasserstoff.

Das können wir unseren Kunden bieten:

- Der Betrieb des SB625 (640kW) mit grünem Wasserstoff kann im Vergleich zum Erdgasbetrieb bis zu 350 Tonnen CO₂ pro Kessel und Jahr einsparen.
- Wasserstoff ist eine Erfüllungsoption des GEG, z.B. wenn die kommunale Wärmeplanung den Ausbau von Wasserstoffnetzen vorsieht.
- Getestete und werkseitig-voreingestellte Kessel-Brenner-Lösung für den Betrieb mit 100% Wasserstoff. Aufgrund der beiden Gasstrecken kann der Kessel jederzeit auch mit 100% Erdgas betrieben werden. Dies ist sinnvoll wenn z.B. während der Inbetriebnahme noch kein grüner Wasserstoff verfügbar ist oder auch als "Back-up".
- Wir bieten unseren Kunden die Möglichkeit ihren grünen Wasserstoff zu Heizzwecken zu nutzen.



CUSTOMER CENTRICITY



Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)



BESCHREIBUNG

IDEE

Idee/Kundenbedürfnis:

- **Transformation** der klassischen Verbrennungstechnik hin zur **CO₂ - Neutralität**
- **Gewerbliche/Industrielle Anwendungen** mit 100% Wasserstoffverbrennung in Verbindung mit einem Edelstahl-Brennwertkessel
- **Technologieführer:** Wir sind der erste Heiztechnik-hersteller, der in diesem Leistungsbereich eine abgestimmte serienreife **100% H₂** -Lösung anbietet



ZIEL

Zielgruppe: Industrie / Gewerbe / WoWi (Neubau) / EVUs

Energie-Resource:

Lokal produzierter grüner Wasserstoff

Segmenteigenschaften:

- Reduzierung der CO₂ Emissionen und Erhöhung des regenerativen Anteils am Energieverbrauch.
- Marktentwicklung aufgrund neuer gesetzlicher Anforderungen (z.B. EEG (DE), H2 Strategie (UK))
- Technische Einschränkungen bei der Elektrifizierung im Austausch fossiler Brennstoffe

MARKT



KEY Facts

DATEN

- Weiterentwicklung der bestehenden Produktlinie **Logano plus SB625** 145 - 640 kW
- Kooperation mit der Dunphy Combustions Ltd., die über mehr als 25 Jahre Erfahrung mit Wasserstoffbrennern verfügt
- Einziger CE-zertifizierte 100% Wasserstoffbrenner auf dem europäischen Markt in diesem Leistungsbereich
- Abgestimmte, voreingestellte und optimierte Kessel-Brenner-Kombination



Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)



- Neue abgestimmte und voreingestellte Kessel Brenner-Kombination für **100% Wasserstoffbetrieb (H₂)**
- Alternativer Betrieb mit 100% Erdgas (G20) möglich (z.B. als Backup oder wenn noch kein H₂ verfügbar)
- Niedrige NOx Emissionswerte (ErP, < 56mg/kWh) für Erdgas- und Wasserstoffbetrieb durch Abgas-Rezirkulation (ARF)
- Inbetriebnahme, Service und Wartung aus einer Hand (Bosch Industriekessel)
- Brenner-Hersteller Dunphy mit mehr als 25 Jahre Erfahrung mit Wasserstoffbrennern (Sitz in Rochdale (Manchester, UK); ca. 100 Mitarbeiter; langjähriger Lieferant für Bosch UK).
- Brenner CE-Zertifiziert für Wasserstoffbetrieb

Prinzipdarstellung. Eventuelle Abweichungen (z.B. Farbe Gasleitung) möglich.

Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)



- 1 Schaltschrank (nur 145kW) inkl. FM (Lamtec CMS)
- 2 H₂ Gasstrecke (100mbar)
- 3 Erdgas-Gasstrecke (20/40mbar)
- 4 Abgas-Rückführung (ARF) DN100, PN16, Edelstahl
- 5 Klappe für ARF-Steuerung
- 6 Montagerahmen

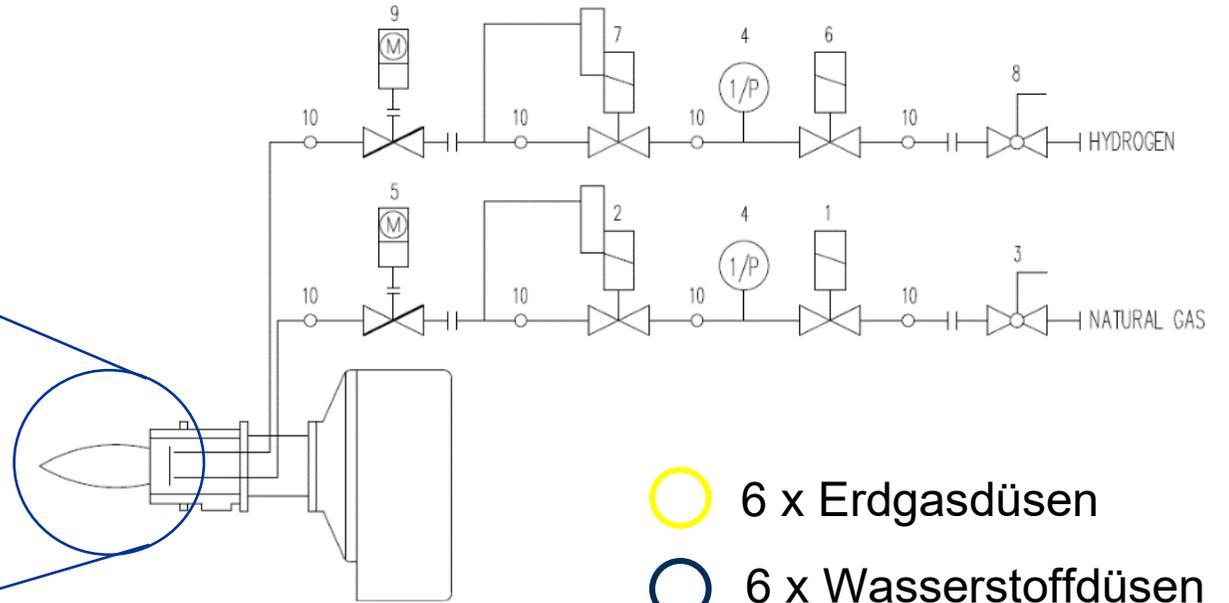
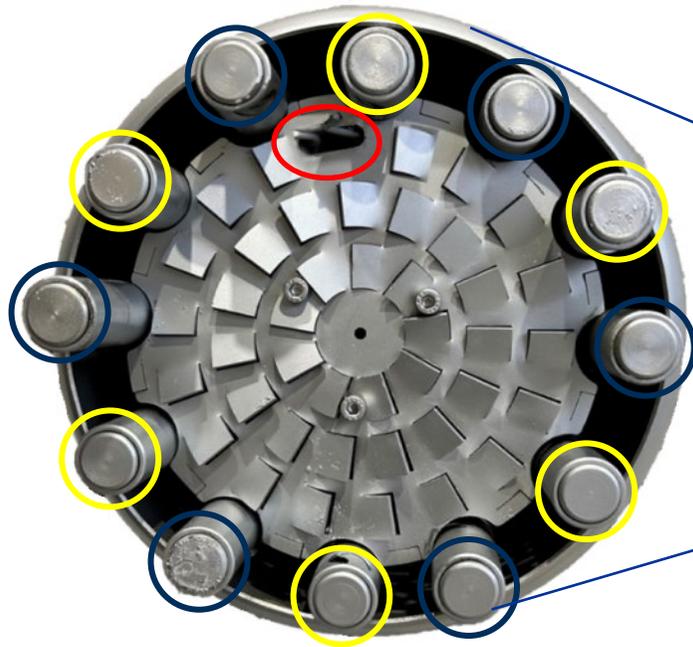


- 7 Brennerplatte inkl. Dichtung und Schrauben
- 8 Brenner (voreingestellt auf Kesselgröße) inkl. Drehzahlregelung, anschlussfertig
- 9 Wartungs-Set

Prinzipdarstellung. Eventuelle Abweichungen (z.B. Farbe Gasleitung) möglich.

Komplette anschlussfertige Ausstattung! Gasstrecken & ARF wahlweise link oder rechts.

Mit Sicherheit - Separate Gasstrecken bis zum Flammkopf

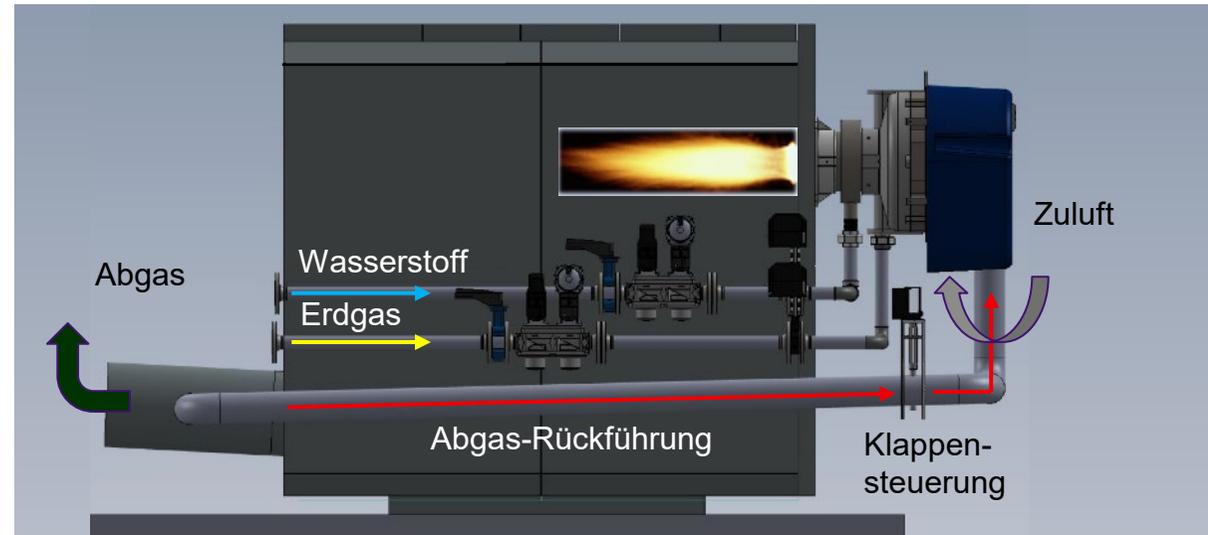


-  6 x Erdgasdüsen
-  6 x Wasserstoffdüsen
-  Zündelektroden

**Hohe Sicherheit: Kein explosives Gas-Luftgemisch (CH_4 und H_2 mit O_2) vor Zündung/Verbrennung.
Kein Flammenrückschlag aufgrund fehlenden O_2 in den Gasleitungen.**

NOx Reduktion mittels ARF - Technologie

- Durch die Beimischung von Abgas zur regulären Verbrennungsluft verringert sich die Sauerstoffdichte und damit das Sauerstoffangebot in der heißen Reaktionszone.
- Darüber hinaus erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit, wodurch die Verweildauer von Stickstoff und Sauerstoff in der Reaktionszone verkürzt wird.
- Mit diesem System, das für gasförmige Brennstoffe gedacht ist, können extrem niedrige NOx-Emissionen erreicht werden.
- Mit Wasserstoff kann generell eine höhere ARF-Rate erreicht werden (höhere Flammenstabilität) → „Nachteil“ der hohen Flammentemperatur der H₂-Verbrennung (= höhere NOx) kann somit ausgeglichen werden!



Kessel-Brenner Abstimmungs-Tests (2023): Ergebnisse



- Die technischen (Leistungs-) Daten und Effizienz von Wasserstoff sind mit denen von Erdgas vergleichbar.
- Kein Problem hinsichtlich der Kesseltemperaturen (z. B. Überhitzung) durch Betrieb mit einem Wasserstoffbrenner.
- Ziel 56mg/kWh (ErP) und sogar 40mg/kWh (UK) wird mittels ARF in allen Leistungsstufen erreicht.
- Es wurden Tests zur richtigen Positionierung und Einstellung von Düsen sowie für die Voreinstellung der Brenner durchgeführt.

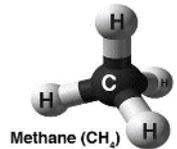


Grundlagen der Wasserstoffverbrennung



Unterschiede der Erdgas bzw. Methan und Wasserstoff - Verbrennung

Methan - Verbrennung:



Wasserstoff - Verbrennung:



Treibhausgas – Intensität von Wasserstoff nach Quellen



*CCUS = Carbon Capture, Utilization, and Storage
GHG = Greenhouse gas

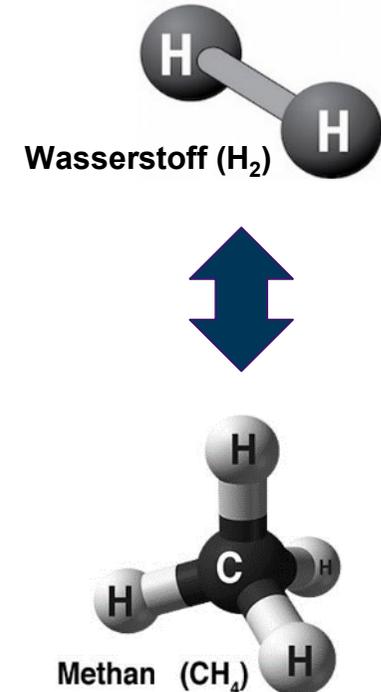
Production from	Terminology	Process	Fuel Source	GHG Intensity (relative)
Water	Green	Electrolysis	Renewable electricity	
	Pink / Red / Purple		Nuclear electricity	
	Yellow		Mixed grid electricity	
Fossil Fuels	Blue	Thermal reforming + CCUS*	Natural Gas	
	Turquoise	Pyrolysis	Natural Gas	Solid carbon byproduct
	Grey	Thermal reforming	Natural Gas	
	Brown	Gasification	Coal (lignite)	
	Black		Coal (black)	

Source: Global Energy Infrastructure, "Hydrogen – data telling a story," 2021.

Wasserstoff-Verbrennung: Eigenschaften H₂ vs. CH₄



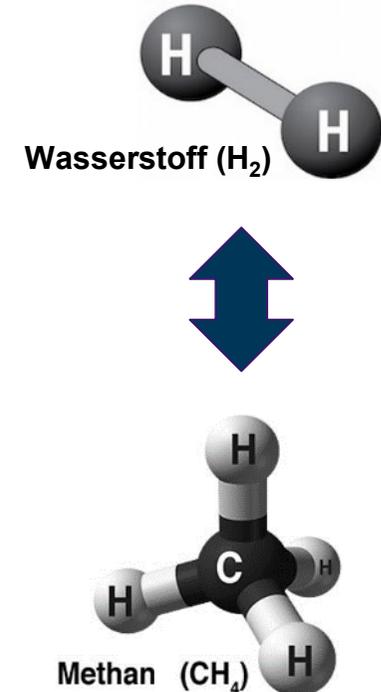
- ~ 1/3 des volumetrischen Heizwerts → höherer Durchsatz
- **Geringere Dichte** → höherer Durchsatz
- **Wobbe-Index vergleichbar** (H₂ etwas geringer). Bedingt durch die Kompensierung der geringeren Dichte bei geringerer Viskosität → Dimensionierung von Zu- und Abgasleitungen, Zuluftöffnungen etc. kann auf Basis von Erdgas erfolgen.
- **Höherer Taupunkt** ~ 69°C (Erdgas ~56°C) → Höherer Brennwertnutzen bei H₂
- **Höhere Flüchtigkeit und Diffusionscharakteristik** → Installationsmaterial und Dichtungen müssen für den Wasserstoffeinsatz zugelassen sein
- **“Wasserstoff führt zur Materialversprödung”** → überwiegend unkritisch, da nur unter bestimmten Bedingungen zutreffend (z. B. Temperaturen > 200°C)
- **Höheres “Reaktionsverhalten”** → „härtere“ und schnellere Zündung, kürzere Flamme bis zum Brennerkopf, höhere Sicherheitsanforderungen



Wasserstoff-Verbrennung: Eigenschaften von H₂ vs. CH₄



- **Höhere Flammentemperatur** (bis zu 2000°C) → höheres NO_x-Risiko (kann durch eine höhere ARF-Rate ausgeglichen werden!)
- **Unterschiedliches Flammenbild** (kürzere Flamme) → Brennerkopf-Material
- **Transparente Flamme**
- **Geruchlos** (keine Beimischung von Geruchsstoffen) → höhere Sicherheitsanforderungen (H₂ - Detektor)
- **Anforderungen an die H₂ Qualität:** 99.9% hydrogen (grade N3.0), Type I, Grade B (ISO 14687)



“Wasserstoff Checkliste” für Planer und Installateure: Hinweise und Empfehlungen bezüglich Planung, Installation und Betrieb → Da kein Regelwerk derzeit hierzu vorhanden.

BUDERUS Checkliste für Planung und Installation (1/2)



Checklist für Planer und Installateure für Heizungsanlagen mit Wasserstoffverbrennung bis zu 100% H₂ (für Buderus Logano plus SB625 145-640kW)

Nr	Prüfkriterium	Beschreibung	Anmerkung	Geprüft und o.k.?
1	Restförderdruck des Abgases am Kesselende	Das Rauchgas bzw. Abgasleitung oder der Schornstein ist für einen Druck von > 0 Pa am Kesselaustritt ausgelegt. Ein Unterdruck ist nicht zulässig.	Notwendig für die korrekte Funktion der ARF	
2	H ₂ Gasmelder	Der Aufstellraum muss entsprechend den örtlichen Vorschriften mit Sicherheitseinrichtungen für den Wasserstoffbetrieb ausgestattet sein.	Da Wasserstoff geruchlos ist, lässt sich ein möglicher Wasserstoffgehalt in der Raumluft nicht am Geruch erkennen. Im Vergleich zu Erdgas kommt beim Wasserstofflieferanten keine Geruchsbeimischung zum Einsatz.	
3	Auslegung der Gasleitungen (Fließdruck)	Für Erdgas- und Wasserstoffversorgung vor dem Gasventil: Wasserstoff (H ₂): 100 mbar Erdgas: 40 mbar (optional 20 mbar)	Für niedrigere verfügbare Fließdrücke wenden Sie sich bitte an Buderus.	
4	Persönliche Schutzausrüstung	Für Personen, die im Wasserstoffbetrieb am Wasserstoffheizgerät arbeiten, steht ein persönlicher H ₂ -Detektor und Gehörschutz zur Verfügung. Eine entsprechende Anweisung ist im Eingangsbereich des Heizungs- bzw. Heizraumes ausgehängt.	Da Wasserstoff geruchlos ist, lässt sich ein möglicher Wasserstoffgehalt in der Raumluft nicht am Geruch erkennen. Im Vergleich zu Erdgas kommt beim Wasserstofflieferanten keine Geruchsbeimischung zum Einsatz.	
5	Kondensatentleerung	Der Kondensatableiter ist für den Betrieb mit 100 % Wasserstoff ausgelegt	Information, dass bei Wasserstoff: - eine höhere Kondensationsrate (bis zu 3-fach höher) berücksichtigt werden muss - die Zusammensetzung von Wasserstoffkondensat ähnlich wie bei Erdgas ist (z. B. pH-Werte) - wenn eine Neutralisation geplant ist, muss die Kondensationsrate höher sein bei der Bemaßung berücksichtigt	
6	Zusätzlicher Kondensatablauf am unteren Ende der Abgasleitung vor dem Rücklauf des Kondensats in den Kessel.	Um die höhere Kondensatmenge der Abgasanlage (Schornsteins) abzudecken (je nach Abgasauslegung durch den Planer/Installateur), ist ein zusätzlicher Kondensat-Abfluss inklusive Siphon auf der Kesselseite nach dem ARF-Anschluss für das im Schornstein anfallenden Kondensats dringend zu empfehlen.	-	

BUDERUS Checkliste für Planung und Installation (2/2)



Checklist für Planer und Installateure für Heizungsanlagen mit Wasserstoffverbrennung bis zu 100% H₂ (für Buderus Logano plus SB625 145-640kW)

Nr	Prüfkriterium	Beschreibung	Anmerkung	Geprüft und o.k.?
7	Für verwendete Materialien und Geräte für Wasserstoff liegt eine Zertifizierung und/oder Herstellerfreigabe vor	Das verwendete Installationsmaterial (Rohre, Dichtungen, Flansche, ...) in H ₂ -Leitungen muss für den Einsatz von Wasserstoff geeignet sein. Alle entsprechenden Herstellerfreigaben und Bestätigungen für den Einsatz von Wasserstoff liegen vor.	Lokale und/oder nationale Vorschriften müssen eingehalten werden, z.B. wenn die Rohrleitungen zwischen Flanschen usw. geerdet werden müssen.	
8	Dichtheitsprüfung der Wasserstoffleitung	Da H ₂ eine deutlich geringere Dichte als Erdgas hat, sollten Wasserstoffrohrnetze sorgfältig auf Dichtheit geprüft werden, z.B. mit Helium (auch niedriger Dichte)	Örtliche Vorschriften müssen geprüft und eingehalten werden!	
9	Abgasleitung	Folgende Anforderungen wurden erfüllt: - Material: Edelstahl (empfohlen mit Klemmringen). Es darf kein Material aus Kunststoff (PP) verwendet werden - bei Mehrkesselanlagen wird pro Kessel ein separates und individuelles Abgassystem eingesetzt (für ARF notwendig) - Druckstoßfestigkeit nach EN15502 geprüft (150Pa)	Generell können die Konstruktions- bzw. Dimensionierungsprinzipien der Abgas-/Rauchgasanlage für Erdgas auch für den Wasserstoffbetrieb genutzt werden, z.B. Durchmesser, max. Anzahl der Bögen usw. Nationale Gesetze und Vorschriften müssen eingehalten werden.	
10	ARF Isolierung	Eine bauseitige Isolierung der AGR-Verrohrung des Brennersets wird empfohlen (Wirkungsgrad und Berührungsschutz (Temperatur)).	Eventuell diesbezügliche (nationale) Vorschriften müssen geprüft und eingehalten werden.	
11	Massenstrom-Durchflussmessgerät für Wasserstoff	Als zwingende Voraussetzung für Inbetriebnahme und Service ist der Einbau eines Massendurchflussmessers (oder zumindest eines Volumendurchflussmessers) in die Wasserstoffversorgungsleitung erforderlich.	Um unabhängiger von „externen“ Parametern wie Temperatur, Geod. Höhe, Atmosphärendruck zu sein, sollte ein Massendurchflussmesser in der Wasserstoffgasleitung oder ein kombinierter Massen- und Volumendurchflussmesser verwendet werden.	
12	Platzbedarf	Der Platzbedarf an Kessel, Brenner, Gasleitungen und ARF wird erfüllt	-	
13	Fernzugriff	Fernzugriff sollte vorgesehen sein sein! (Control Center Commercial Plus)	-	
15	Zuluftöffnung	Kann wie bei Erdgas für die gleichen Bedingungen (Ausgangslast usw.) berechnet werden.	-	



Prinzipdarstellung. Eventuelle Abweichungen (z.B. Farbe Gasleitung) möglich.

- Brenner sind warm geprüft und auf die jeweilige Kesselgröße voreingestellt (Erdgas & Wasserstoff)
- Daher geringerer Zeitbedarf für Inbetriebnahme
- Inbetriebnahme des Dunphy-Brenners immer entweder durch geschulten eigenen Service oder Dunphy.
- O₂ – Regelung optional
- Geplante Lieferfähigkeit ab 01.07.2024 (neuer Buderus Katalog, Online – Update)

Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)



Kessel	Leistung [kW]	Dunphy – Brenner Type/Model
Logano plus SB625	145	Dunphy TDG02.12 – 145kW 20/40mbar
Logano plus SB625	185	Dunphy TDG03.34 – 185kW 40mbar Dunphy TDG03.34 – 185kW 20mbar
Logano plus SB625	240	Dunphy TDG03.34 – 240kW 40mbar Dunphy TDG03.34 – 240kW 20mbar
Logano plus SB625	310	Dunphy TDG04.45 – 310kW 40mbar Dunphy TDG04.45 – 310kW 20mbar
Logano plus SB625	400	Dunphy TDG04.45 – 400kW 40mbar Dunphy TDG04.45 – 400kW 20mbar
Logano plus SB625	510	Dunphy TDG05.100 – 510kW 40mbar Dunphy TDG05.100 – 510kW 20mbar
Logano plus SB625	640	Dunphy TDG05.100 – 640kW 40mbar Dunphy TDG05.100 – 640kW 20mbar
Logano plus SB625	alle	Dunphy O2-Regelung
Logano plus SB625	alle	Dunphy Brenner Wartungs-Kit

Prinzipdarstellung. Eventuelle Abweichungen (z.B. Farbe Gasleitung) möglich.

Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)



Technische Details

Beschreibung	Spezifikation
Gasart, -qualität, Wobbe Index	Erdgas (G20): Voreinstellung des Brenners für 10,3 kWh/m ³ Wasserstoff (H ₂): 99.9% H ₂ (Qualität N3.0), Typ I, Klasse B (ISO 14687)
Nenngasanschlussdruck (Fließdruck) Erdgas G20 und H ₂	G20: 25-40 mbar (→ 40mbar Gasstrecke), max. 500mbar 17.5-21 mbar (→ 20mbar Gasstrecke), max 500mbar H₂: 70 - 500 mbar (→ 100mbar Gasstrecke) für 145-310kW 100 – 500 mbar (→ 100mbar Gasstrecke) für 400-640kW
Geodätische Höhe	< 500m (bei über 500m bitte Kontaktaufnahme mit Buderus)
Stromversorgung	230V +- 5%, 50Hz +/- 1% (→ 145 – 400kW) 400V 3-Phasen AC (entkoppelt vom Logamatic Regelgerät mit externer Stromversorgung) (→ 510-640kW)
Umgebungstemperatur	min: 0°C (frostfrei); max 50°C
Modulation	Voreinstellung: 1:6 (Modulationserweiterung möglich bei Inbetriebnahme)
Rauchgaseitiger Überdruck des Brenners am Kesselende	>150Pa Achtung: Die Berechnung der Abgasanlage muss einen Überdruck (> 0 Pa) am Kesselende ermöglichen (um die ARF-Funktion sicherzustellen!)
Brennstoff-Umschaltung	Modbus RTU, Brennerschalter
Logamatic Anschluss, Leistungsregelung	7-poliger Standardstecker, 4...20mA (Leistungsregelung)

Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)



Technische Details

Beschreibung	Spezifikation
Werkseinstellung (basierend auf G20) des CO ₂ -Gehalts (in Voll- und Teillast (mit NO _x = 56 mg/kWh))	9,0% +/-0,5%
CO ₂ , Erdgas	9,0 % (maximale Kesselleistung wird erreicht)
O ₂ , Hydrogen	4 % (Bei Standard-Einstellungen muss die maximale Kesselleistung eingehalten werden)
NO _x (Werkseinstellung für < 56 mg/kWh)	Erdgas und H ₂ : < 56 mg/kWh (Einstellungen für < 40 mg/kWh bei Inbetriebnahme durch höhere ARF-Rate möglich)
CO-Emissionen für Erdgas	< 50 mg/kWh für alle Leistungen
Feuerungs-Manager (Typ)	Lamtec: Combustion Management System (CMS)

Leistungsdaten der entsprechenden Kesselunterlagen bleiben bestehen!

Logano plus SB625 mit Wasserstoffverbrennung

Abgestimmte Kessel-Brenner-Unit mit 100% Wasserstoff (145-640kW)



Zusammenfassung

- **Komplett:** Anschlussfertig Ausstattung!
- **Flexibel:** Gasstrecken und ARF können von links oder rechts angeordnet werden!
- **Niedrige Emissionen:** NOx < 56 mg/kWh (< 40 mg/kWh möglich) für Erdgas & Wasserstoff!
- **Zukunftssicher:** Vorteil wenn zukünftig NOx-Anforderungen der ErP auch für H₂ gelten!
- **Versorgungssicher:** Erdgasnutzung jederzeit möglich (Backup oder wenn kein H₂ verfügbar ist)
- **Anpassung:** Möglichkeit auch 2 vordefinierte Mischungen (G20 & H2) auszuführen (auf Anfrage)
- **Invest:** Voreingestellt zur Minimierung von Inbetriebnahmezeit/-kosten. Zweistofflösung!
- **Einsparung:** Abgestimmte Lösung für höchste Effizienz und geringste Emissionen
- **Betriebskosten:** 1 x Wartungsset ist im Lieferumfang enthalten. Option Wartungsvertrag
- **Service:** Aus einer Hand - ein Ansprechpartner (Inbetriebnahme & Wartung)
- **CO₂-Einsparung:** Bis zu 350t pro Kessel & Jahr (Vergleich zur Erdgasverbrennung) – grüner H₂!
- Geplanter Lieferstart 07/2024



Erster Hersteller (EU) einer abgestimmten serienreifen 100% H₂- Lösung (145-640kW)

Buderus

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

