Initiierung einer Elektrolyse- und Komponentenfertigung in Baden-Württemberg

Frank Baumgart

„Verfahrenstechnische Komponenten“

allgemein und speziell für den Systemdemonstrator

„Elektrolyse made in BW“

2.11.2020

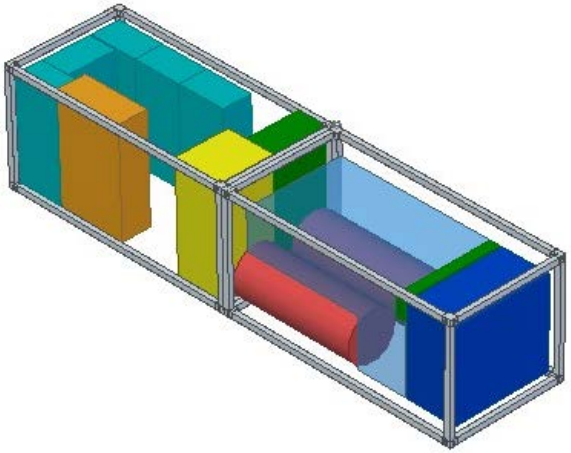
Gliederung

1. Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators „Elektrolyse made in BW“
2. Kernsystem mit Medien-Kreisläufen
3. Medien-Versorgung (Wasseraufbereitung, Druckluft)
4. Kühlung und Temperierung
5. Container
6. Zusammenfassung & weiteres Vorgehen

Anwendung Baukastensystem für den Systemdemonstrator Elektrolyseur „Made in Baden-Württemberg“

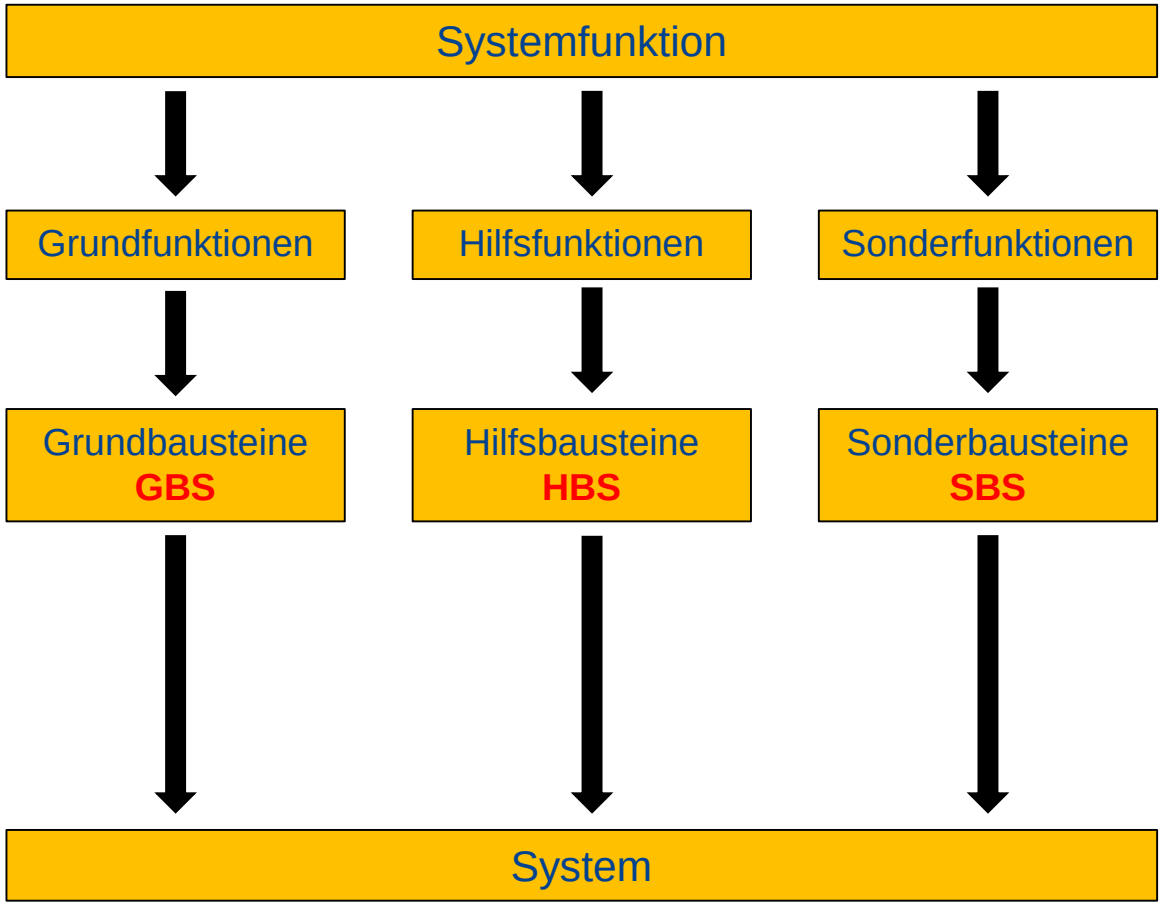
Motivation

- Eindeutige Festlegung von Systemgrenzen z.B. zur Erarbeitung von Pflichten- / Lastenheften
- Thematische Unterteilung zur zielgerichteten Industrieeinbindung
- Modularer und skalierbarer Aufbau



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Einführung in das Baukastensystem
Prinzip Baukastensystem



Wasserstofferzeugung

↓

Definition der Funktionen

↓

Definition der Bausteine

↓

Kombination der Bausteine

↓

Wasserstofferzeuger passend zum Anwendungsfall

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

Prinzip Baukastensystem: Definition der Funktionen und Bausteine

Grundbausteine GBS

- **grundlegend**
- **notwendig**

bestehend aus:

- **Kernsystem**
- **Produktgasanalyse**
- **Gleichrichter/Trafo**
- **Stack**
- **Elektrotechnik/Steuerung**

Hilfsbausteine HBS

- **standortabhängig**

bestehend aus:

- **NT-Kühlung**
- **HT-Kühlung**
- **Prozesswasser**
- **N2-Versorgung**
- **Prozeßluft**

Sonderbausteine SBS

- **Standort- und Anwendungsfall-abhängig**

bestehend aus:

- **Temperierung**
- **Gasreinigung**
- **Container**
- **Kompression**

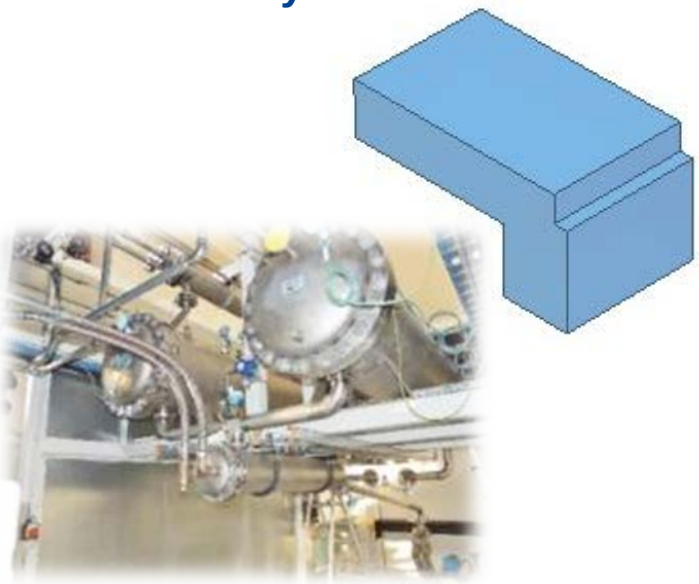
➡ **Eindeutig definierte Schnittstellen**

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

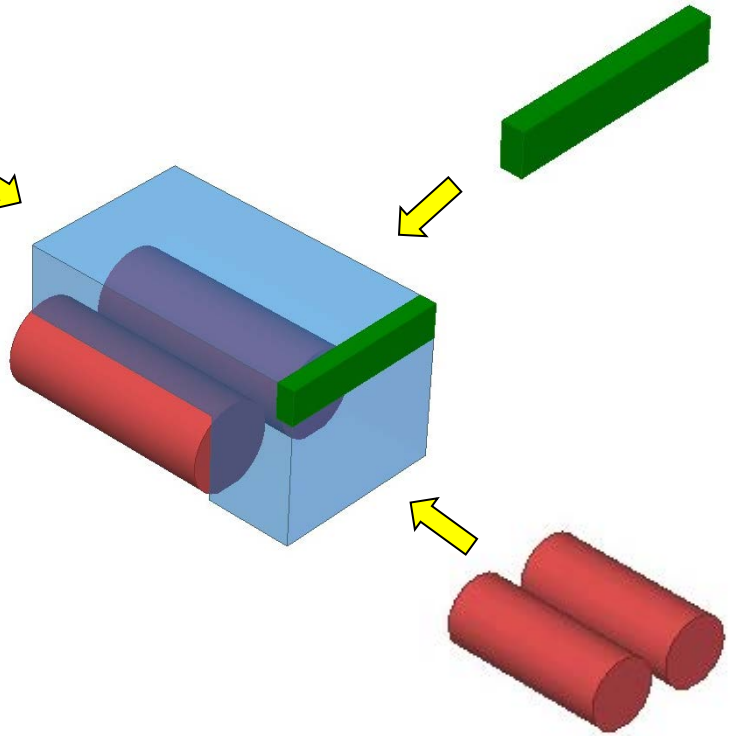
// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

Kombination Grundbausteine (GBS) verfahrenstechnisch

GBS Kernsystem



GBS Gasanalyse



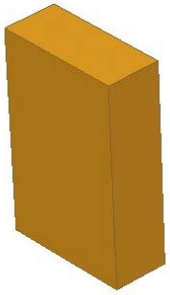
GBS Stack

Systemaufbau erfolgt in Stahlgestell

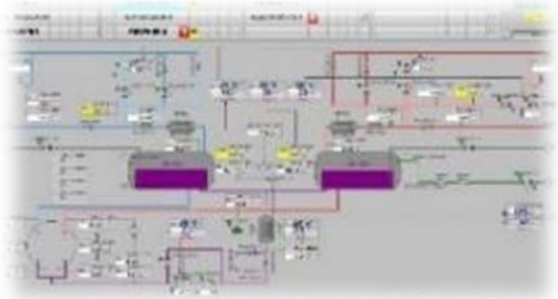
Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

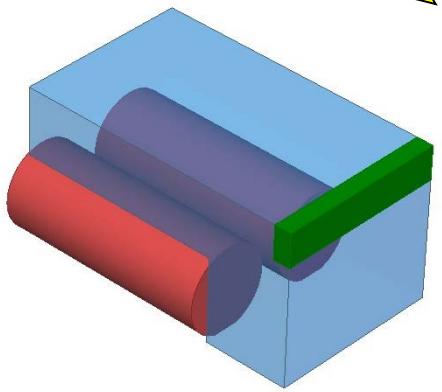
// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

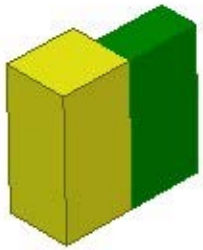
und Grundbausteine (GBS) elektrotechnisch



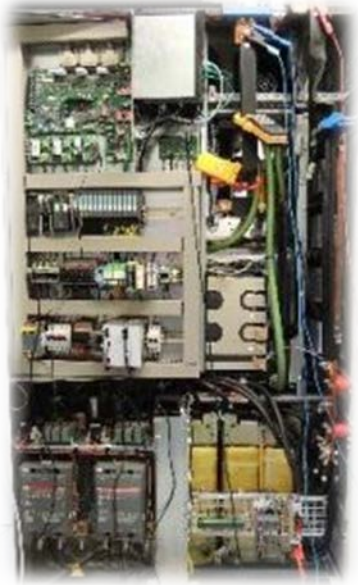
GBS ET / Steuerung







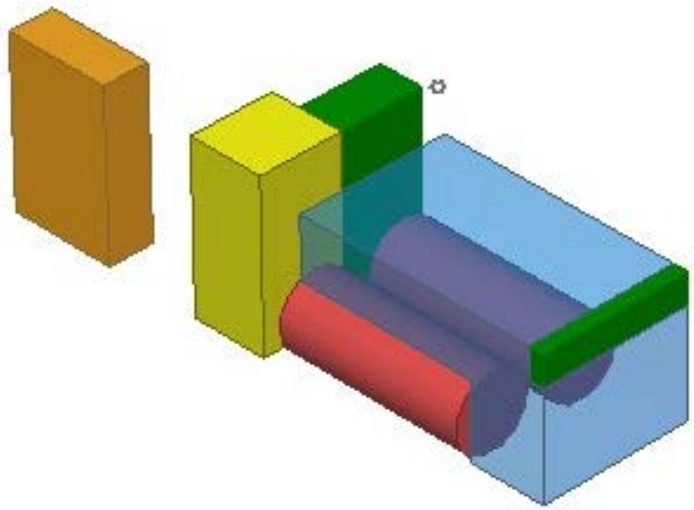
GBS Trafo / Gleichrichter

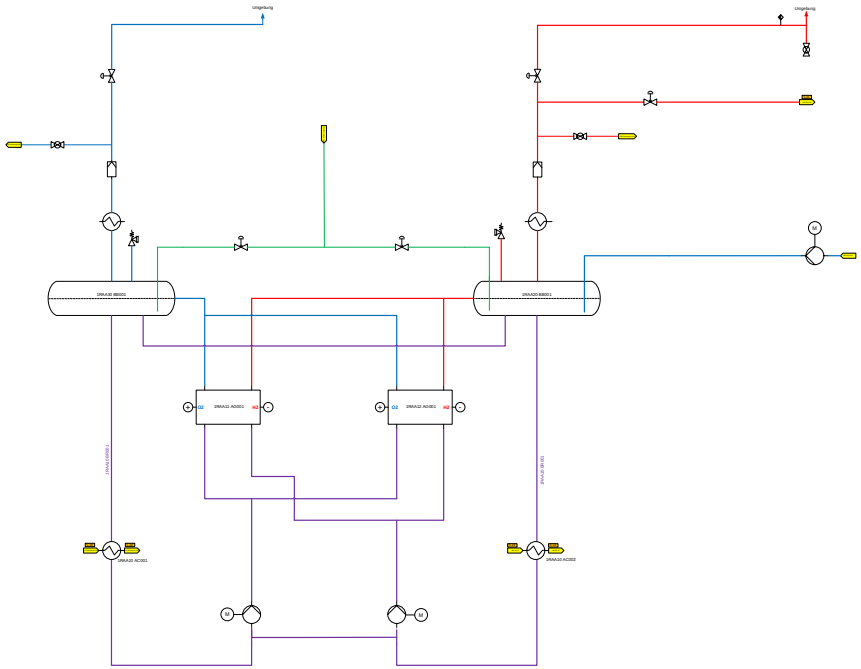


Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

ergeben das Basissystem (BS)





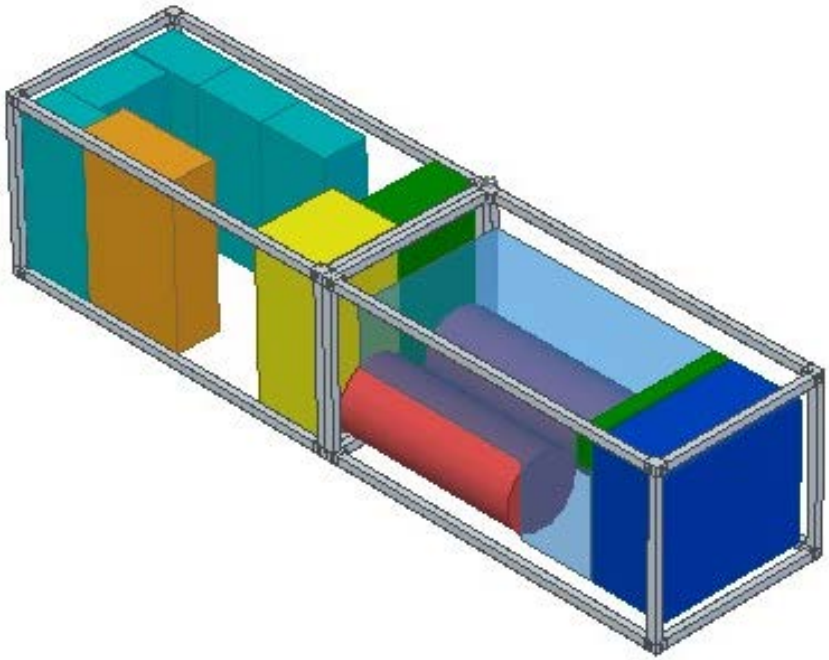
➡ **prinzipiell funktionsfähiger Wasserstofferzeuger ohne Berücksichtigung von Standortbedingungen oder nachfolgender Anwendungsfälle**

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

Erweiterung Basissystem durch Hilfs- und Sonderbausteine

- HBS Prozesswasser
- HBS NT-Kühlung
- HBS HT-Kühlung
- HBS N2-Versorgung
- HBS Prozeßluft



z.B.

- SBS Container
- SBS Gasreinigung

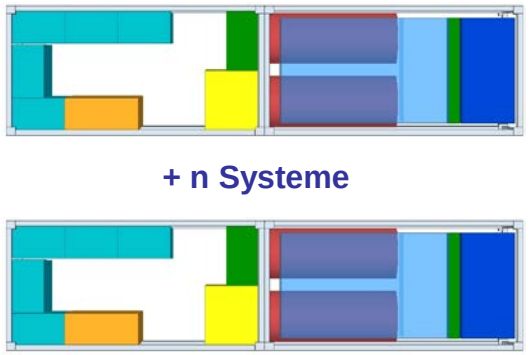
➡ **An den Anwendungsfall angepasster Wasserstofferzeuger unter Berücksichtigung von Standortbedingungen und nachfolgender Anwendungsfälle**

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

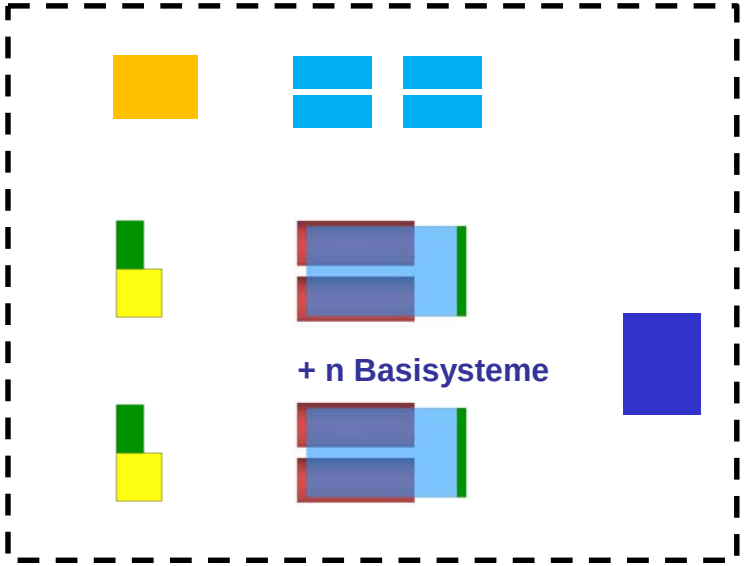
Skalierung

- **Das Basissystem (BS), realisiert durch Grundbausteine, wird nicht skaliert, sondern je nach Anwendung erfolgt hier die Skalierung über die Anzahl der Basissysteme**

Containerintegriert



Hallenaufstellung



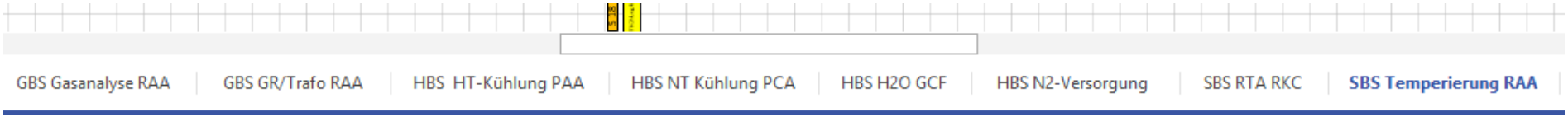
- **Je nach Anlagengröße und Aufstellungskonzept können/müssen insbesondere Hilfs- und Sonderbausteine entsprechend skaliert werden.**

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

Anwendung im Projekt für R&I & CAD

- Trennung der einzelnen **Fließbilder (R&I)** nach Bausteinen (MS Visio)



- Trennung der einzelnen **CAD-Zeichnungen** nach Bausteinen (Solid Edge)

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

Anwendung im Projekt für <u>Bezeichnungen</u>

- Bezeichnungen in Anlehnung an **KKS-System** *(Kraftwerk-Kennzeichensystem)*

- Bezeichnung an Bausteine angepasst

0	1	R	A	A	-	-
(N)	(N)	A	A	A	N	N

R	A	A	Kernsystem
P	A	A	HT-Kühlsystem
P	C	A	NT-Kühlsystem
R	K	C	Gasreinigung
G	C	F	Wasseraufbereitung
U	X	X	Container / Halle

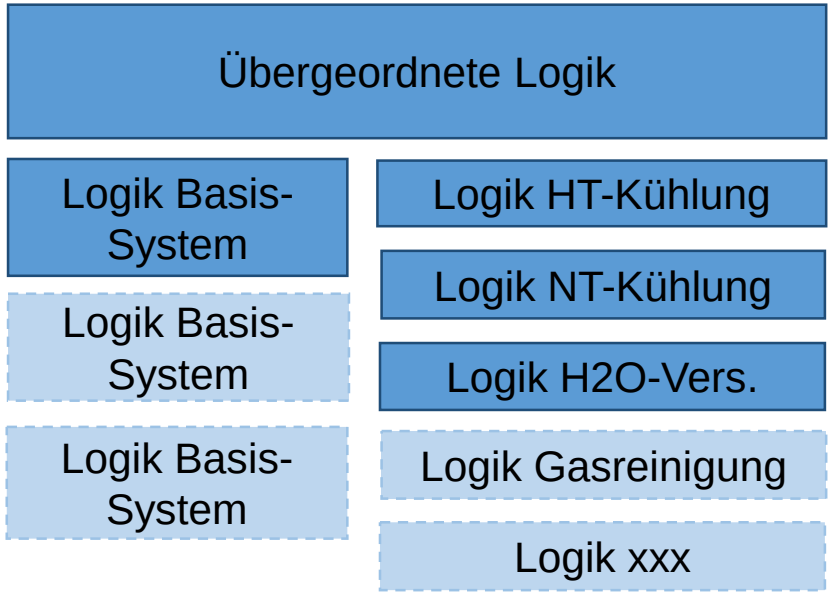
Teilsystem

1	0	KOH-Kreislauf
1	1	Stack 1
1	2	Stack 2
2	0	H2-Strecke (ab Block)
3	0	O2-Strecke (ab Block)
5	0	KW HT
5	1	KW NT
5	3	Temperierung
6	0	Speisewasser (DI)
7	0	Gleichrichter allgemein
7	1	Gleichrichter 1
7	2	Gleichrichter 2
7	3	Trafo
8	0	Infrastruktur allgemein
8	1	Klimatisierung
8	2	
8	3	
8	4	Druckluft
8	5	Stickstoff
8	6	Gasanalyse
9	x	Steuerungstechnik / ET

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

Anwendung im Projekt für <u>Steuerungs-Software</u>



Die Trennung zwischen den einzelnen Anlagen-Bausteinen soll sich auch in der Software widerspiegeln, d.h.:

- Steuerungs-Logiken jeweils für das Basis-System und für Hilfsbausteine als in sich abgeschlossene Programmteile
- definierte Schnittstellen zwischen den Steuerungs-Logiken
- übergeordnete Steuerungslogik steuert alle Basis-Systeme und Hilfsbausteine

// Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators

Fazit und Zusammenfassung

Der Systemdemonstrator wird nach dem Baukastensystem geplant

- Eindeutige Festlegung von Systemgrenzen zur Erarbeitung von Pflichten- / Lastenheften
- Modularer und skalierbarer Aufbau erreichbar
- Skalierung erfolgt durch Vervielfältigung des Basissystems

Vorteile des Baukastensystems können sein

- Schnelles Erstellen von Angeboten da einfache Kostenabschätzung, kein auftragsspezifischer Konstruktionsaufwand
- Standardisiertes Bausteine erleichtern Anpassung an Kundenwünsche
- Hohe Anlagenverfügbarkeit durch einfache Ersatzteilbeschaffung

// Verfahrenstechnische Komponenten
Übersicht Bausteine

GBS Kernsystem

√ GBS Produktgasanalyse → s. WS 2

√ GBS Gleichrichter/Trafo → s. WS 1

√ GBS Stack → s. WS 1

√ GBS Elektrotechnik/Steuerung → s. WS 2

HBS NT-Kühlung

HBS HT-Kühlung

HBS Prozesswasser

√ HBS N2-Versorgung → s. WS 2

HBS Prozessluft

SBS Temperierung

SBS Gasreinigung → s. WS 4

SBS Container

SBS Kompression → s. WS 4

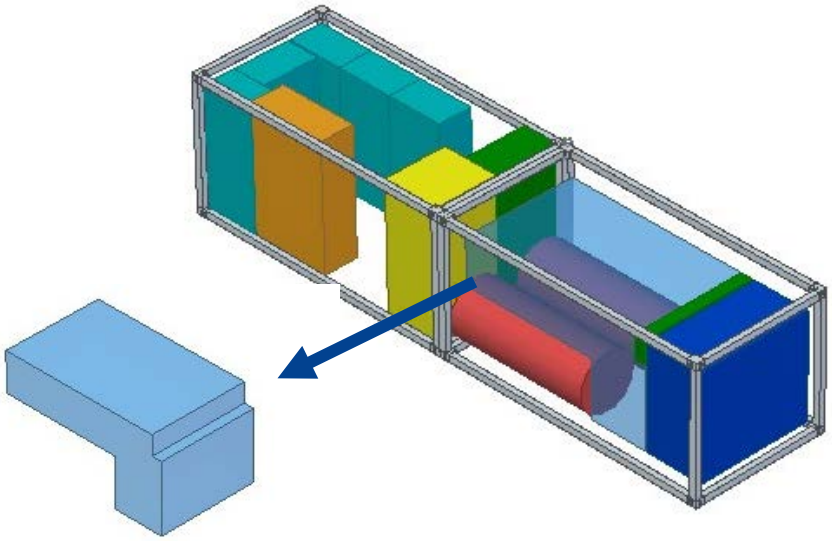
Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

Gliederung

1. Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators „Elektrolyse made in BW“
2. Kernsystem mit Medien-Kreisläufen
3. Medien-Versorgung (Wasseraufbereitung, Druckluft)
4. Kühlung und Temperierung
5. Container
6. Zusammenfassung & weiteres Vorgehen

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Überblick

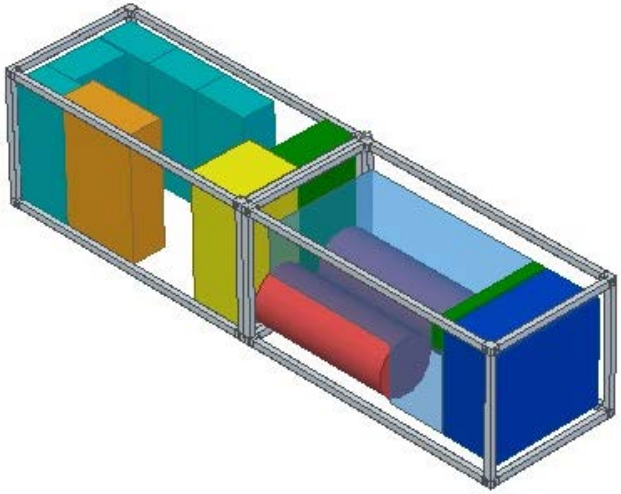
- Der Grundbaustein Kernsystem beinhaltet alle notwendigen verfahrenstechnischen Komponenten, um die Medien zu fördern, zu trennen und zu temperieren bzw. zu kühlen.
  - Behälter (Separatoren)
  - Pumpen
  - Wärmetauscher
  - Sensorik
  - Gasseparatoren
  - RL-Bau
  - Regelventile
  - Kühler
  - Absperrhähne und Ventile



- Das Kernsystem wird in einen laugenführenden Teil und einen gasführenden Teil aufgeteilt.

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Prozess-Kenndaten

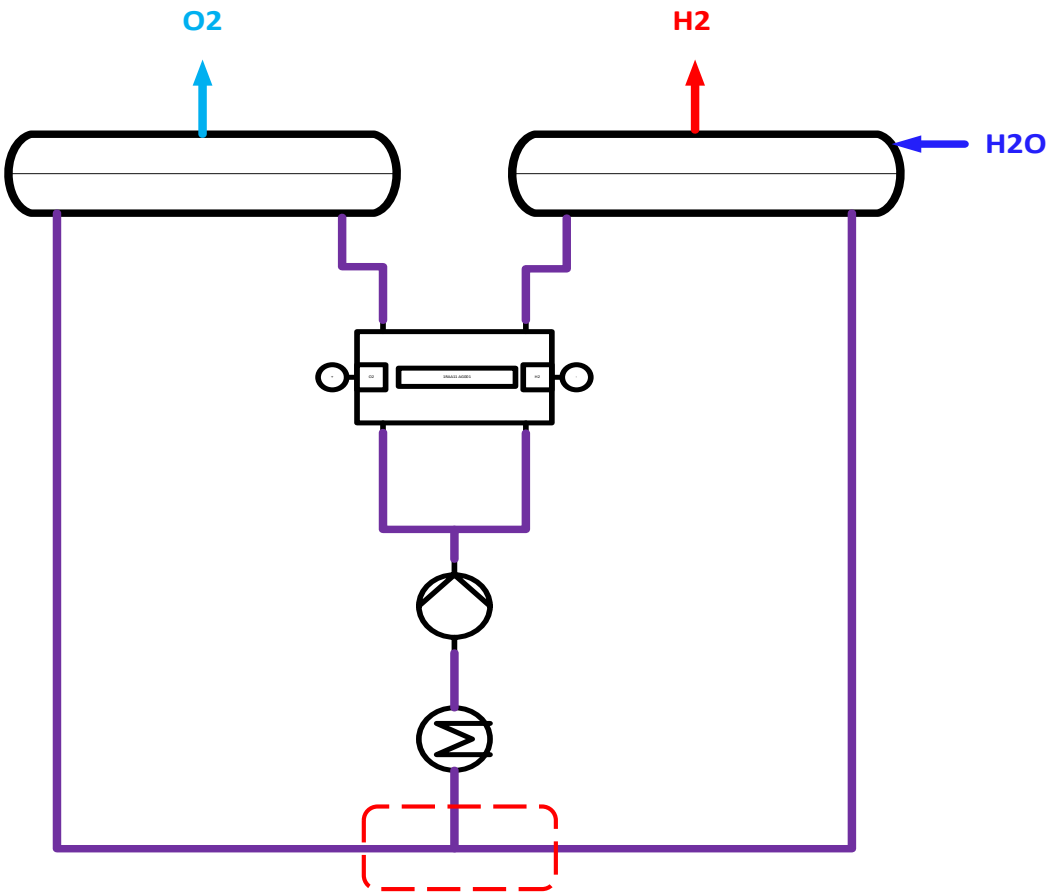


	1 Block	2 Blöcke
max. Produktstrom H_2 [Nm³/h]	30 - 80	60 - 160
max. Arbeitsdruck [barg]	30	30
max. Betriebstemperatur [°C]	80	80

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Laugenführender Teil

Variante 1: Zusammenführung der Laugenkreisläufe



Ladungs- und Konzentrationsausgleich (KOH-Konzentration) sowie Ausgleich Laugenlevel (Ermöglichung „kommunizierende Röhren“)

Vorteile

- weniger Komponenten notwendig
- einfacher Aufbau

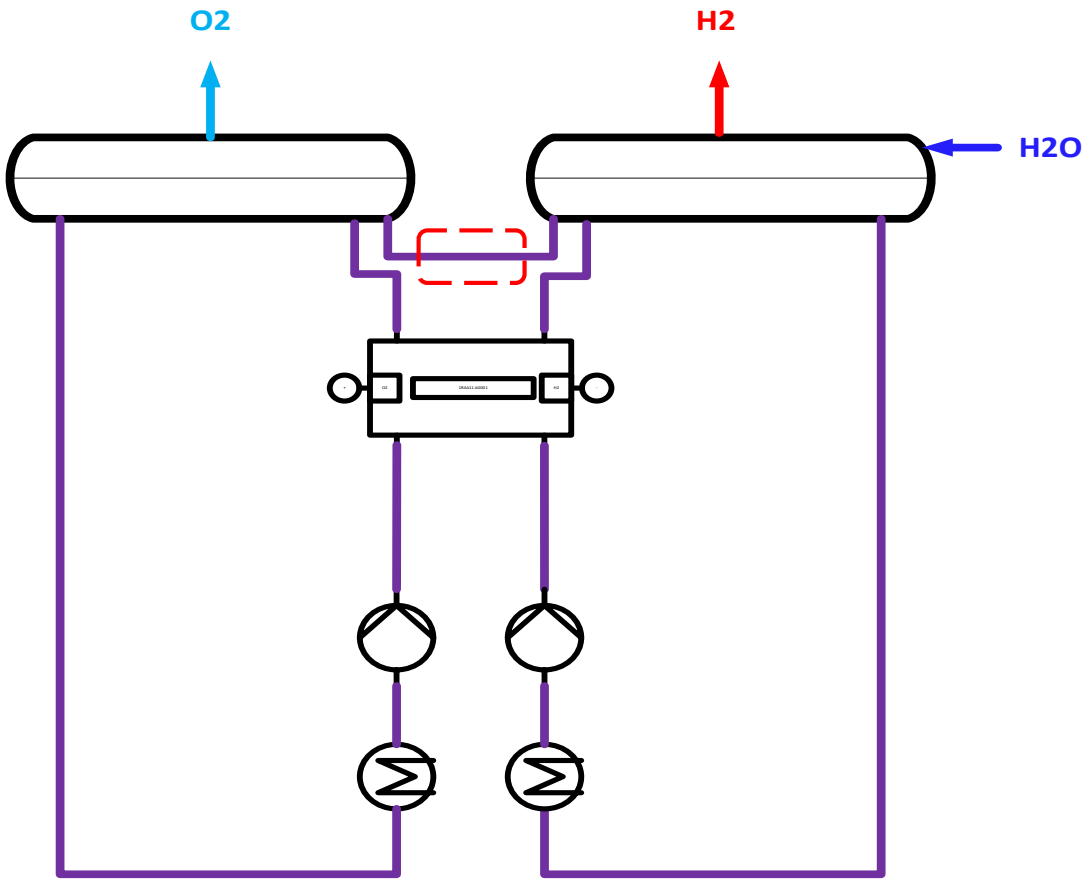
Nachteile

- schlechtere Gasqualität, insbesondere bei höheren Drücken durch steigende Löslichkeit von H_2/O_2 in Elektrolyt

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Laugenführender Teil

Variante 2: Trennung der Laugenkreisläufe



Vorteile

- bessere Gasqualität bei höheren Betriebsdrücken
- positive Auswirkungen auf nachfolgende Gasreinigung

Nachteile

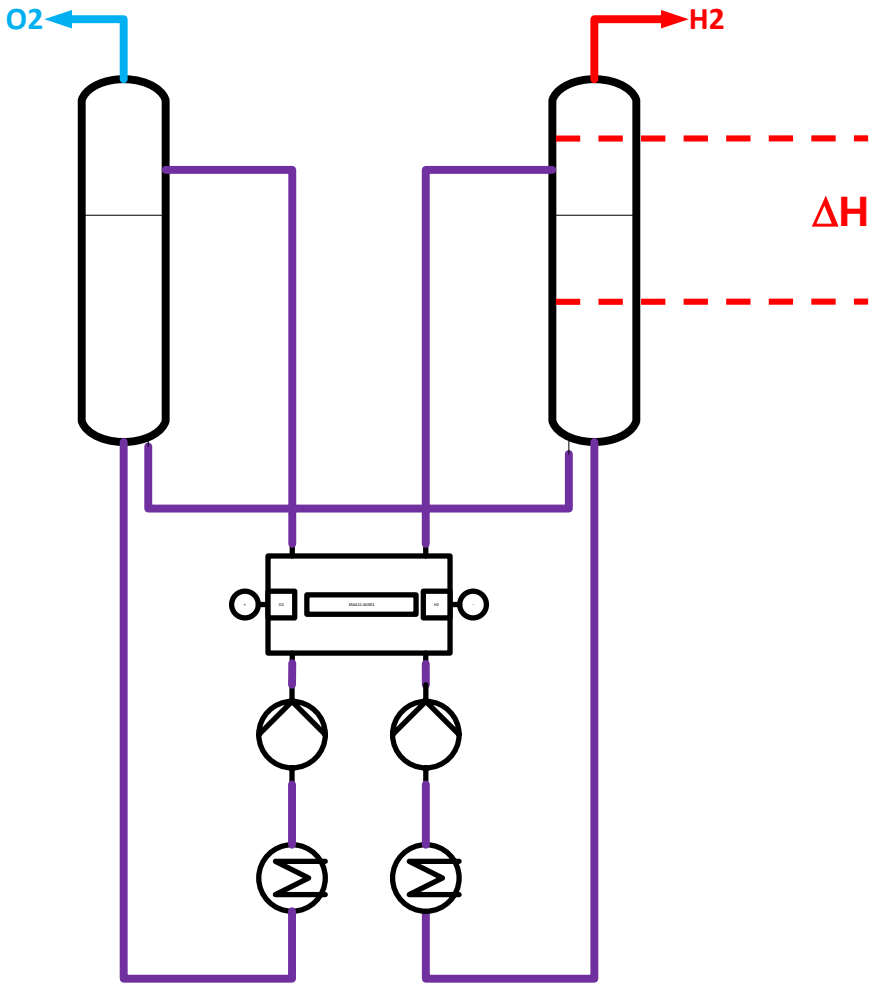
- mehr Komponenten notwendig
- komplexerer Aufbau
- Raumbedarf

Ladungs- und KOH-Konzentrationsausgleich sowie Ausgleich Laugenlevel („kommunizierende Röhren“) durch zusätzliche Ausgleichsleitung

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Gasseparatoren

Variante 1: stehende Gasseparatoren



Vorteile

- größere Levelverschiebungen ΔH zulässig
- ggf. einfachere Levelmessung

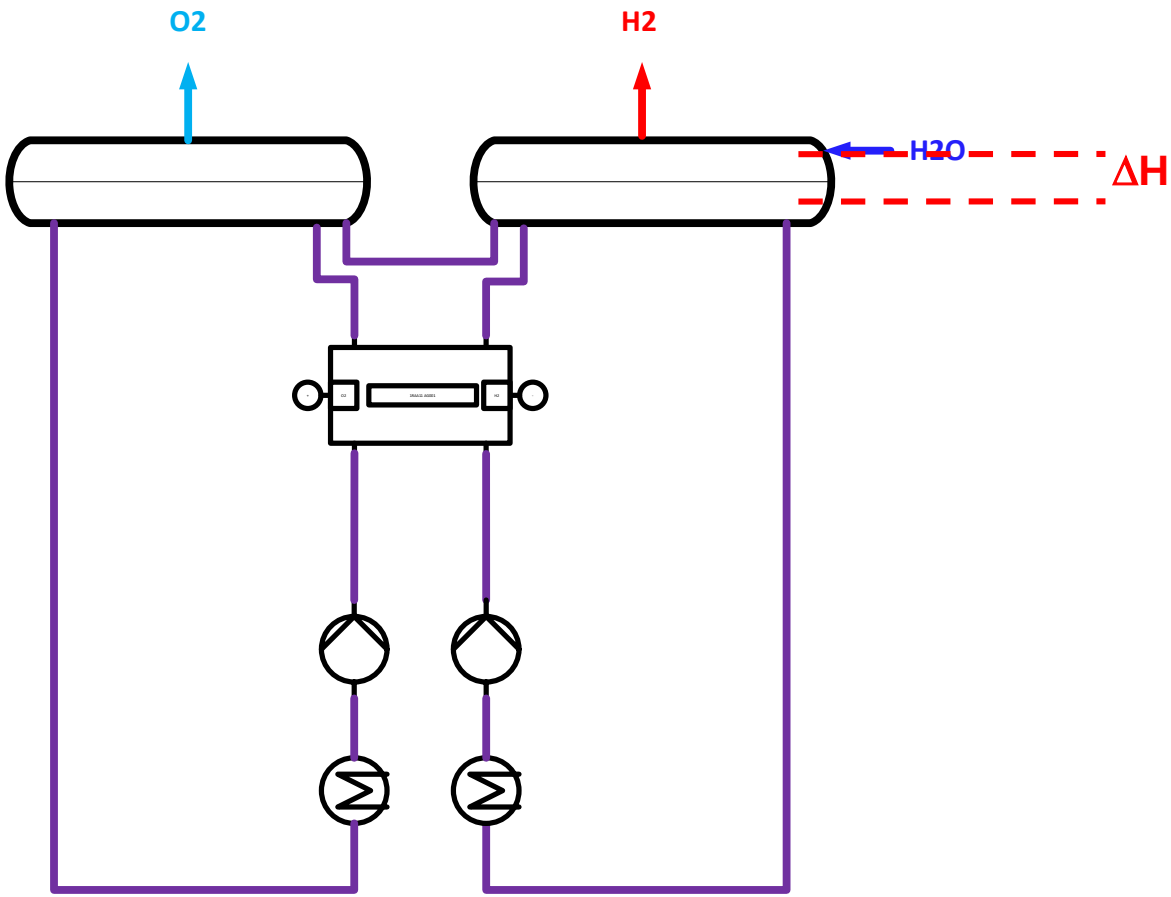
Nachteile

- Größere Bauhöhe (daher oft zusätzlicher Flächenbedarf)
- geringe Laugenoberfläche

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Gasseparatoren

Variante 2: liegende Gasseparatoren



Vorteile

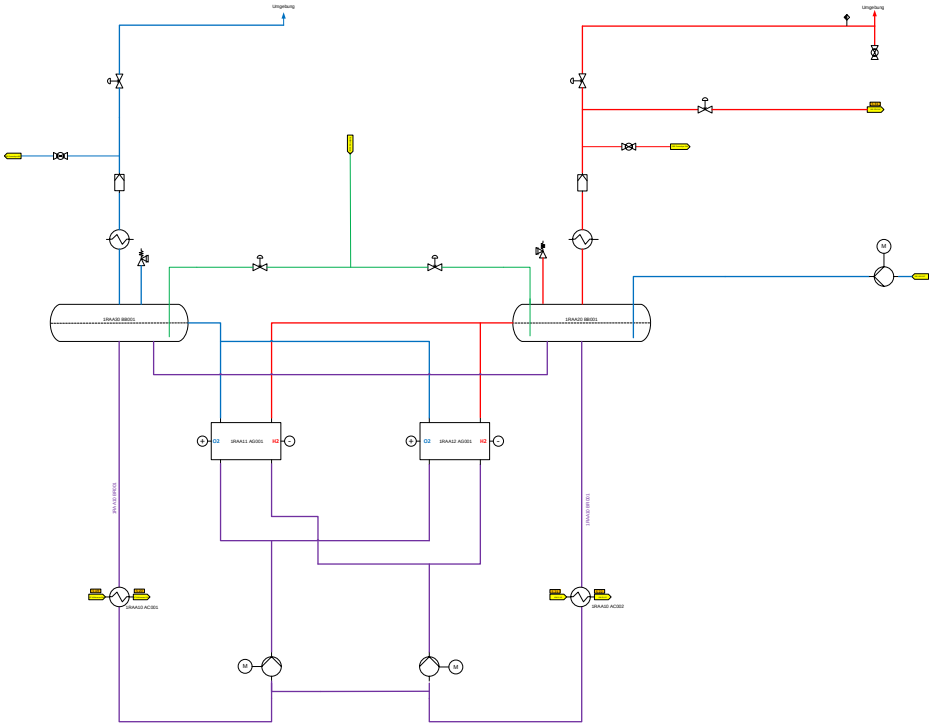
- große Laugenoberfläche
- Geringere Bauhöhe (daher geringerer Flächenbedarf)

Nachteile

- enge Toleranzen bei Laugenlevelverschiebung ΔH
- hochwertigere Sensorik erf.

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Auslegung Systemdemonstrator

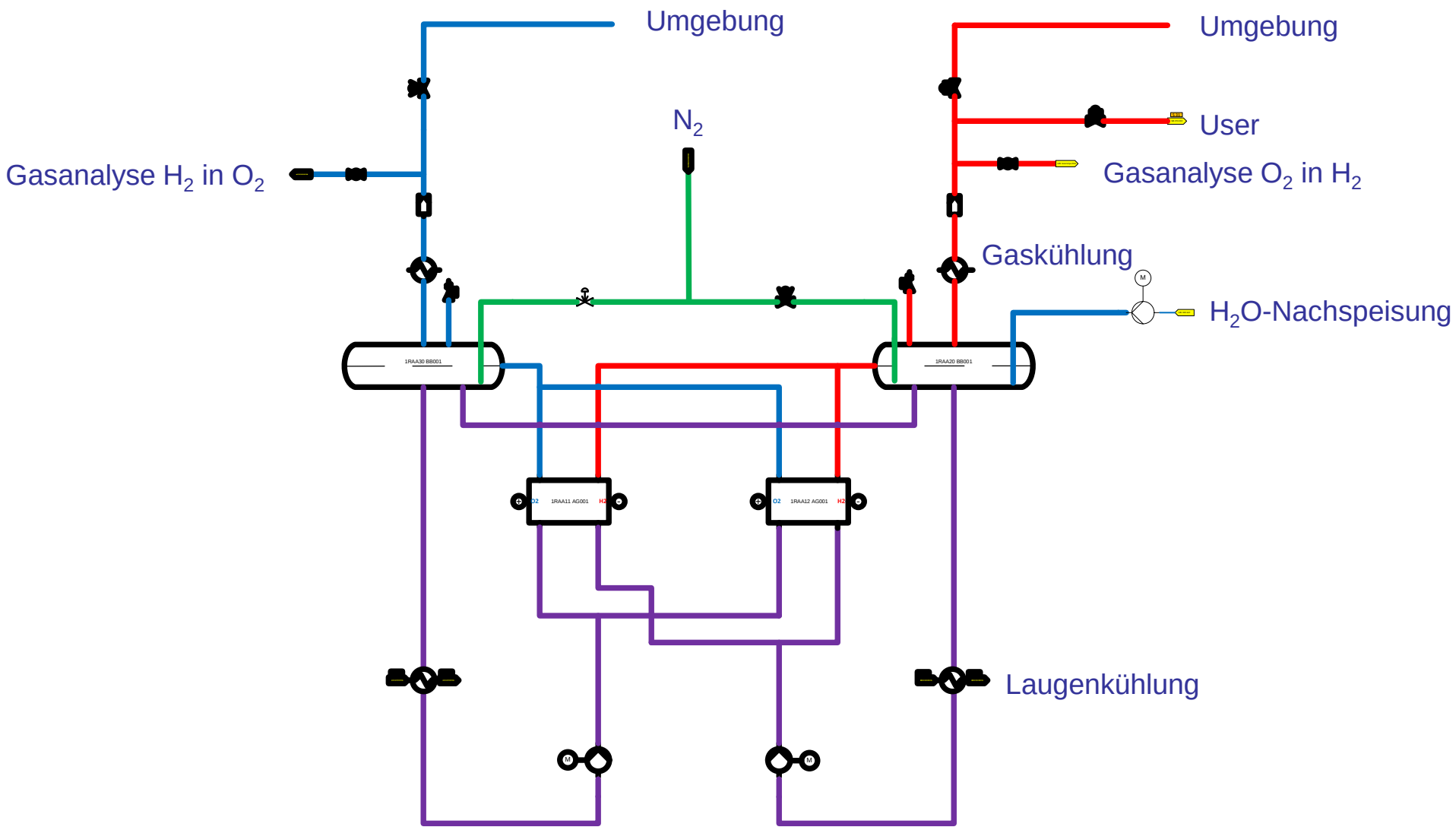


- Gasseparatoren als liegende Behälter
- getrennte KOH-Kreisläufe

Prozessgrößen		
Lastspreizung	[%]	30 - 100
H_2-Produktstrom	[Nm³/h]	30 – 80 (60 – 160)
Arbeitsdruck	[barg]	30
Betriebstemperatur	[°C]	75

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

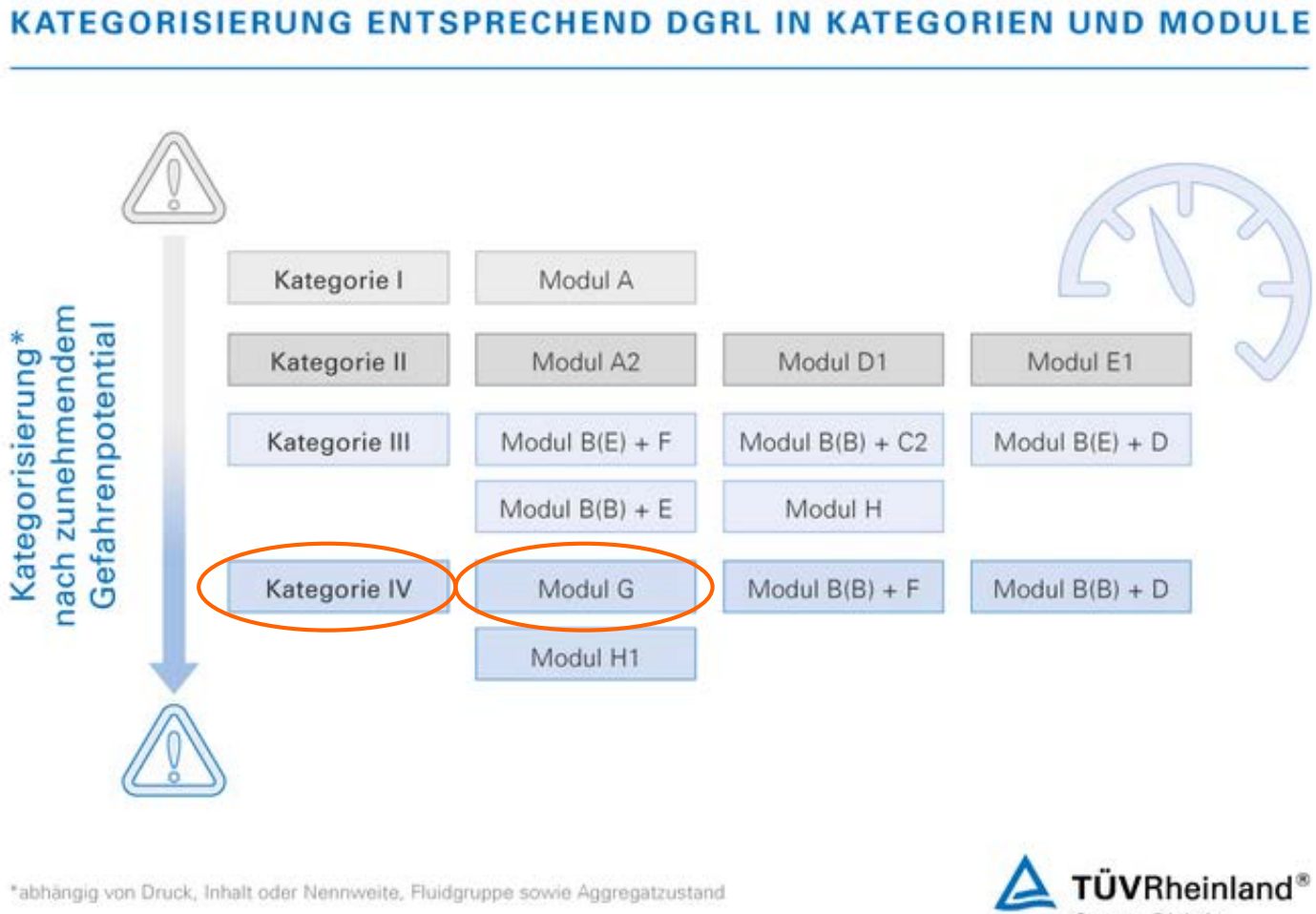
// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Prinzip - Fließbild Systemdemonstrator



// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Herausforderungen Druck & Temperatur

Arbeitsdruck 30 barg bei max. 80 °C

Entwurfsprüfung nach Druckgeräte-Richtlinie DGRL 2014/68/EU



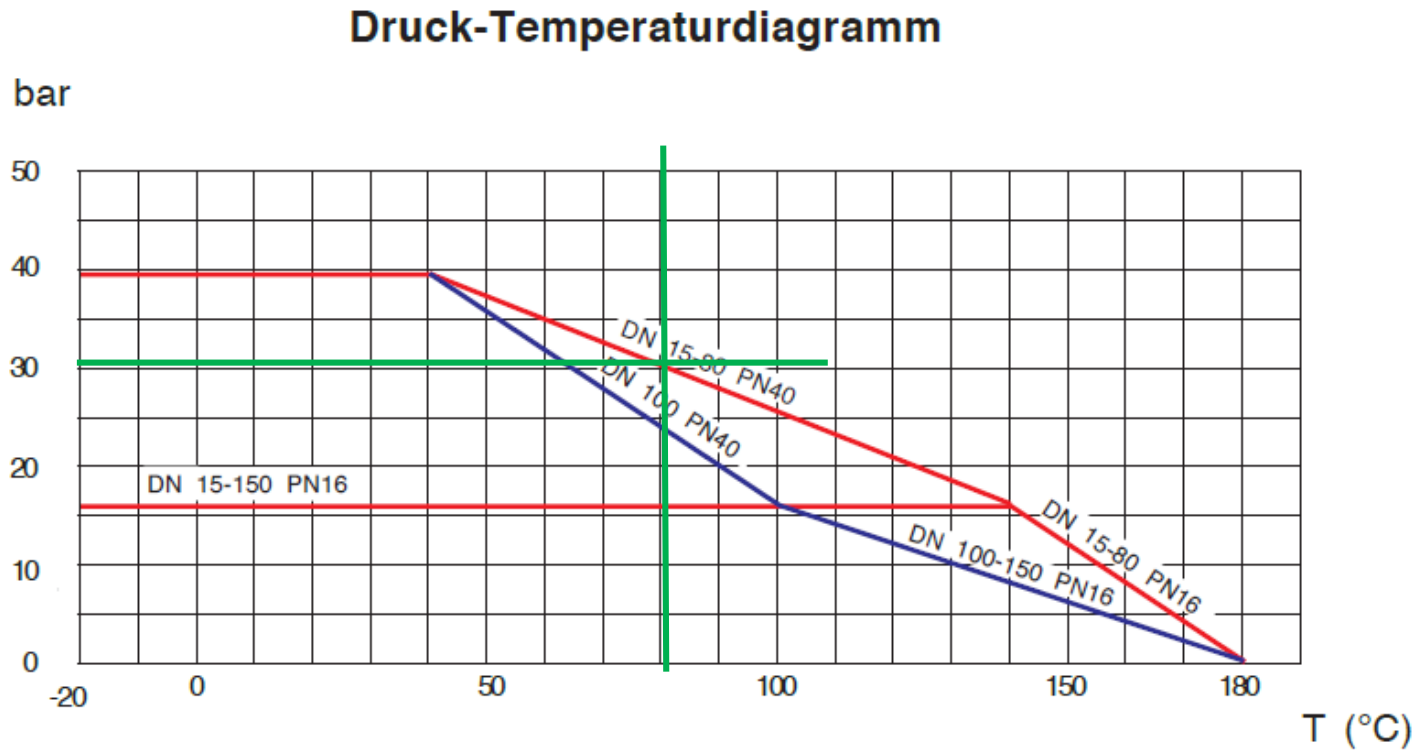
→ ***Ausführung Anlage in PN 40***

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Herausforderungen Druck & Temperatur

Für Ausführung Anlage in PN 40:

- Überprüfung aller Komponenten
- Öffnungsdruck SAV 33 bar



Quelle: Bürkert

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Herausforderungen: Druck

Arbeitsdruck 30 barg H_2 / O_2 / KOH

Auf Dauer technisch dichte Rohrleitungsverbindungen auswählen:

→ Schweißen

→ Für lösbare Verbindungen:

z.B. Flansche mit Nut und Feder

→ Für Armaturen:

z.B. konische Abdichtung bis DN 50 möglich

ggf. technische Maßnahmen mit organisatorischen Maßnahmen kombinieren

Achtung: Lauge besonders schwierig zu handhaben

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Herausforderungen: KOH

Kalilauge 30 %-ig, 80 °C

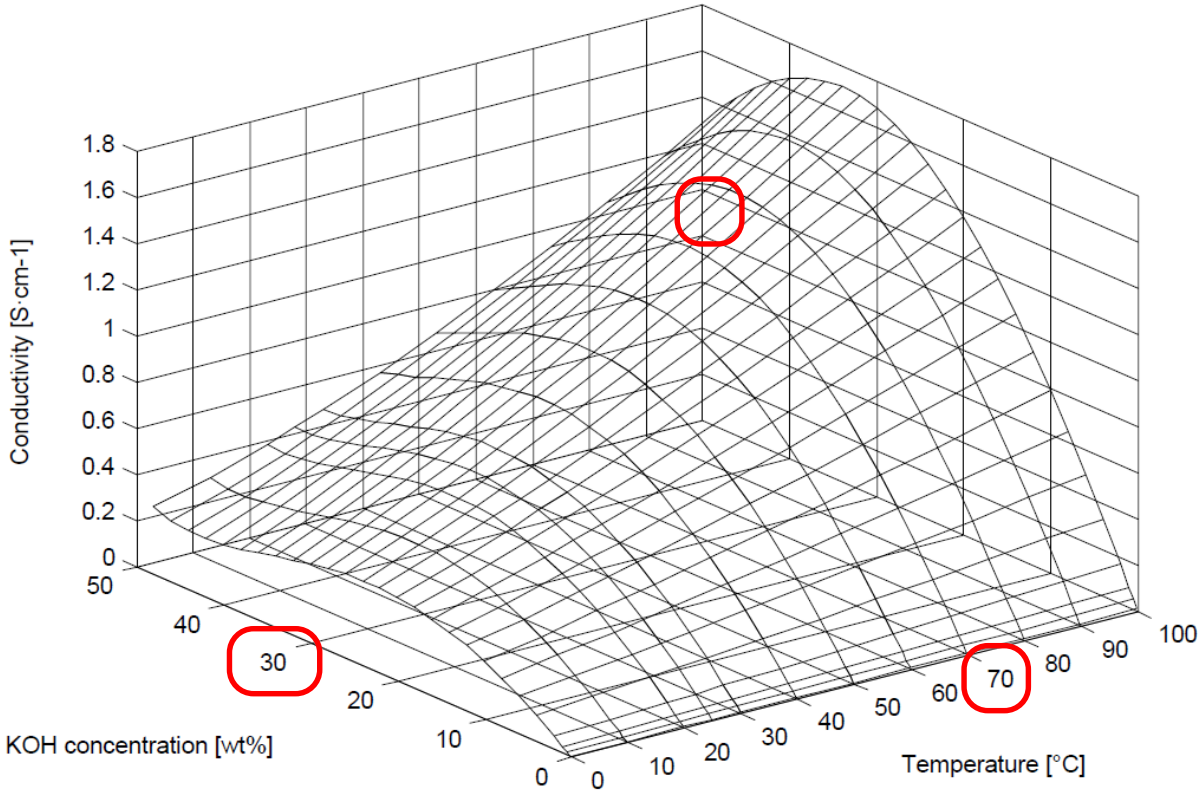
Korrosive Eigenschaften:

Eingesetzte Stähle: 1.4404 (316L)
1.4408 (Guss)

Mit steigender Temperatur aggressiver

El. Leitfähigkeit KOH:

Maximum bei ca. 30 Gew.%
(→ Dichte-Kontrolle)



Corrosion Resistance 1)Good 2)Be Careful 3)Not Usable												
Fluid	Metal											
	Carbon Steel	Cast Iron	302 and 304 Stainless Steel	316 Stainless Steel	Bronze	Durimet	Monel	Hasteloy B	Hasteloy C	Titanium	Cobalt base alloy 6	416 Stainless Steel
Potassium hydroxide	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	na	2

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Herausforderungen: O_2 bei p,T

Sauerstoff bei 80 °C und 30 barg

Adiabatische Verdichtung Durchflussgeschwindigkeiten

- keine schnell öffnenden Ventile
- keine schlagartige Entspannung gegen Armaturen (sonst bei 30 bar lokale Erwärmung bis 500°C)

Materialien / Armaturen

- Selbstentzündungstemperatur beachten
- BAM-Zulassungen: reine Beständigkeitsprüfung reicht nicht aus (Bsp. FKM)

Reinigung

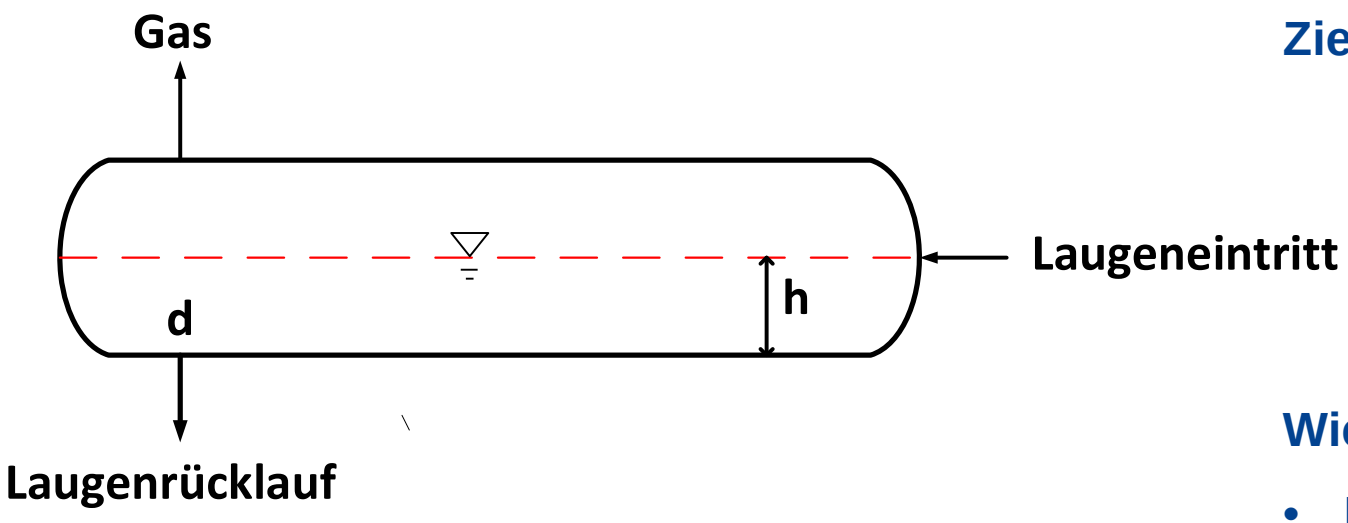
- öl-fettfrei
- keine Partikel im System
- nur zugelassene Schmierstoffe einsetzen

Filter

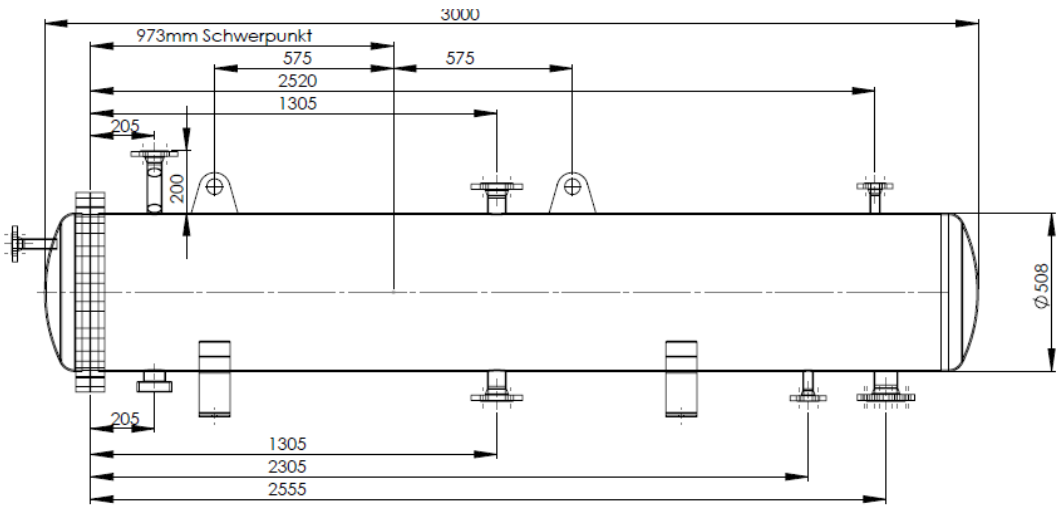
- Anfällig für Selbstentzündung wegen hoher Strömungs-geschwindigkeit und Partikeln

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: Gasseparatoren



Ziel: Trennung von Produktgas und Kalilauge

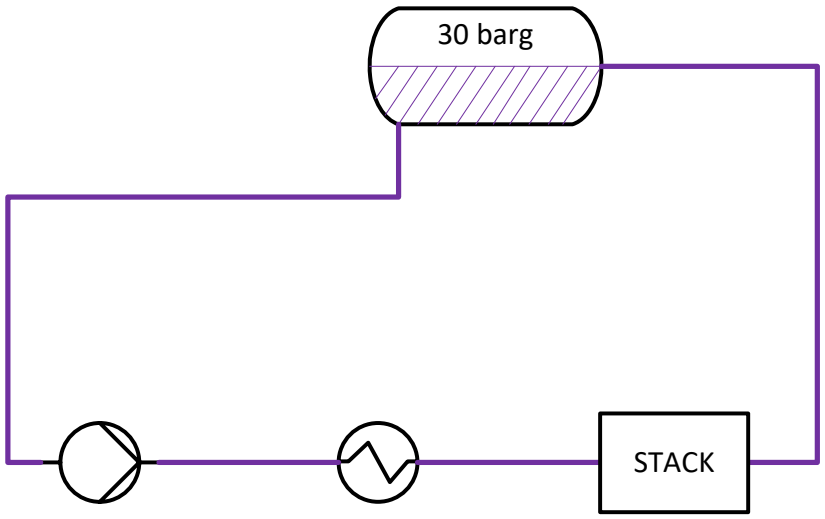


Wichtig für Auslegung:

- Blasenaufstiegsgeschwindigkeit in Flüssigkeit
- Tropfensinkgeschwindigkeit in Gasraum
- Strömungsberuhigung / Verteilung vorteilhaft
- Strudelbildung am KOH-Austritt: Mindestlaugenhöhe h < 4 bis 6 d

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: KOH-Pumpe



Umlaufpumpe analog Heizkreislauf:

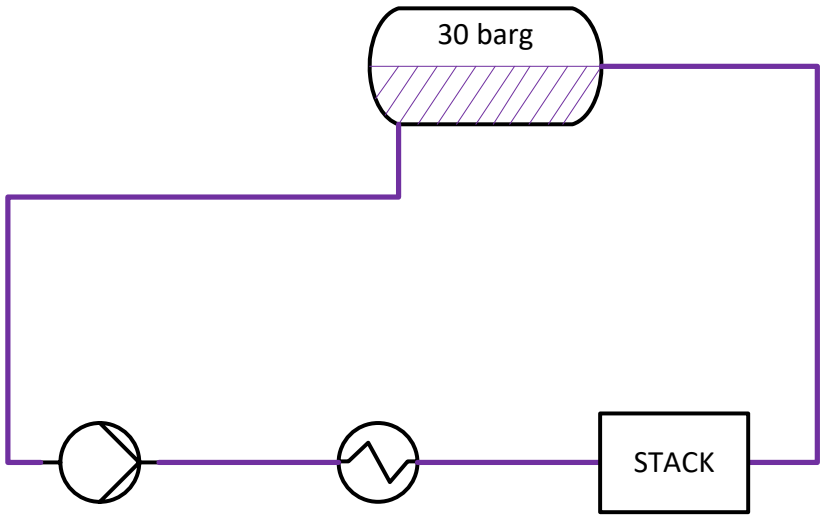
- ➡ Keine hohen Förderdrücke notwendig, nur zur Überwindung von Druckverlust in „geschlossener“ Anlage (= dynamischer Anteil)
- ➡ Hohe Druckdifferenz gegen Umgebung

Beständigkeit gegen KOH & Feststoffpartikel:

- ➡ Gleitringdichtung ungeeignet
- ➡ Ggf. Ablagerungen von Ni an Magnetkupplung ?

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
GBS Kernsystem: KOH-Pumpe



Pulsation zu vermeiden:

- Verdrängerpumpen wie z.B. Kolbenpumpen ungeeignet
- Verdrängerpumpen wie z.B. Zahnrad- / Drehkolbenpumpen prinzipiell geeignet aber anfällig gegen Feststoffe und teuer
- Kreiselpumpe geeignet (unempfindlich gegenüber Partikel & Gasblasen)

Anpassung KOH-Umlaufmenge durch:

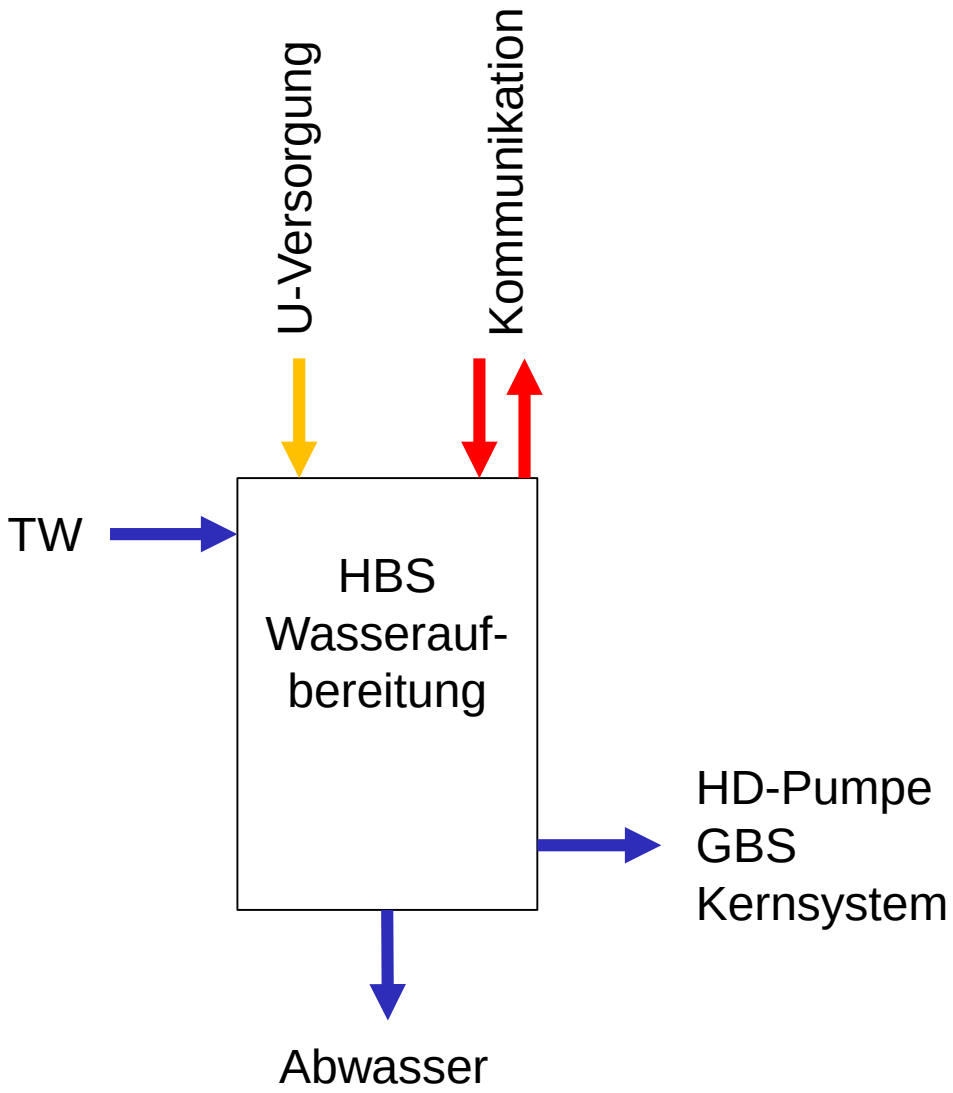
- Frequenzumrichter-Betrieb
- Bei Bedarf (für erhöhte Flexibilität): Verschieben der Anlagenkennlinie durch Drosselung

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

Gliederung

1. Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators „Elektrolyse made in BW“
2. Kernsystem mit Medien-Kreisläufen
3. Medien-Versorgung (Wasseraufbereitung, Druckluft)
4. Kühlung und Temperierung
5. Container
6. Zusammenfassung & weiteres Vorgehen

// Verfahrenstechnische Komponenten
HBS Wasseraufbereitung



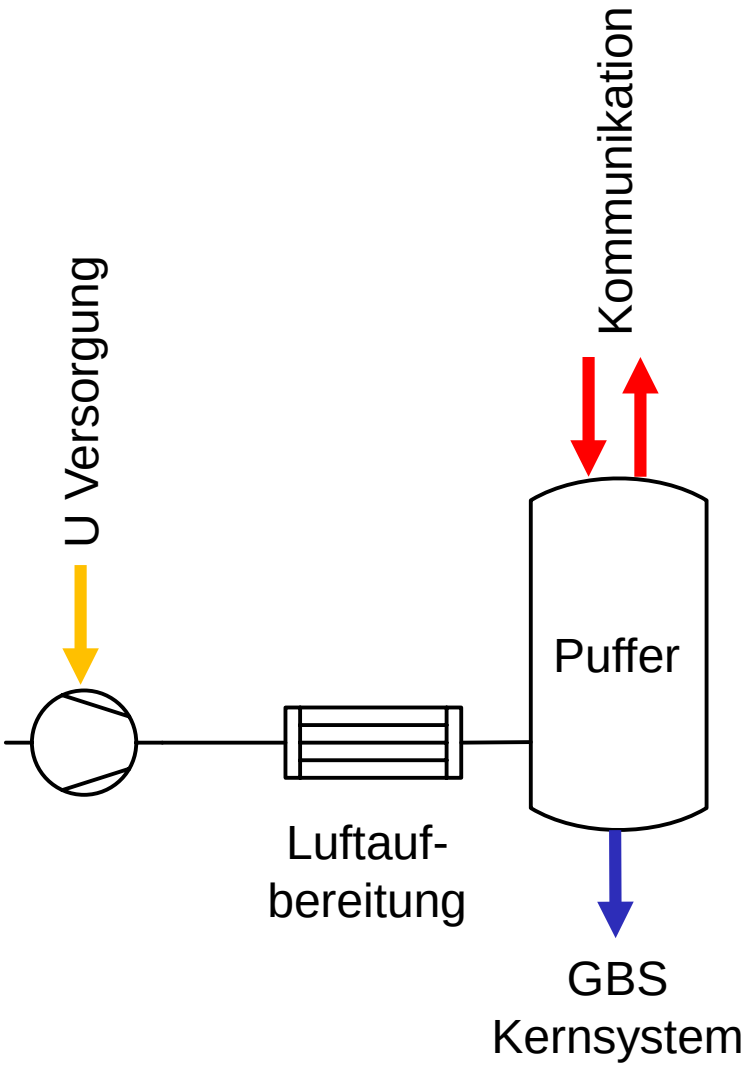
- Prozesswasser-Bedarf: 0,8 kg H_2O / Nm³ H_2
- El. Leitfähigkeit: max. 5 µS/cm @ 20°C
- Drucklose Bereitstellung (Hochdruck(HD)-Pumpe ist GBS Kernsystem zugeordnet)
- Befüllung Vorlage-Behälter über 2-Punkt-Regelung

Nachspeisung Prozesswasser über längeren Zeitraum notwendig

Genauere Anforderungen an Prozess-wasserqualität je nach Standort-bedingungen

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
HBS Druckluftversorgung



- **Reinheitsklasse nach ISO 8573-1:2010**

  Herstellerangaben von z.B. pneumatisch betriebenen Regelventilen beachten

- **Puffergröße**

  Bei Dimensionierung des Puffervolumens: beachte Druckluftbedarf zum Abfahren der Anlage in einen sicheren Zustand (bei Einsatz von pneum. Ventilen)

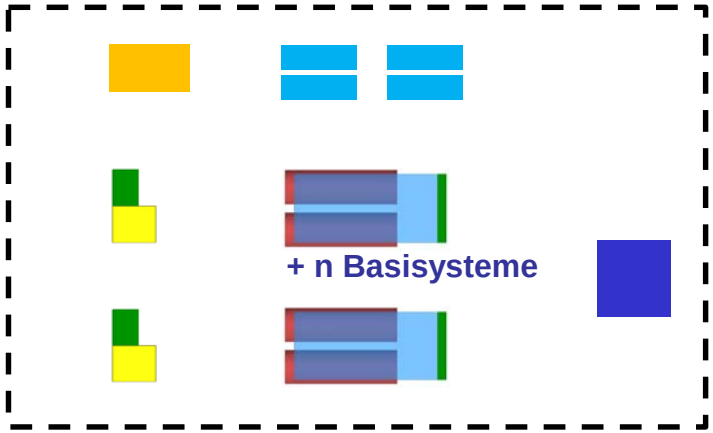
Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

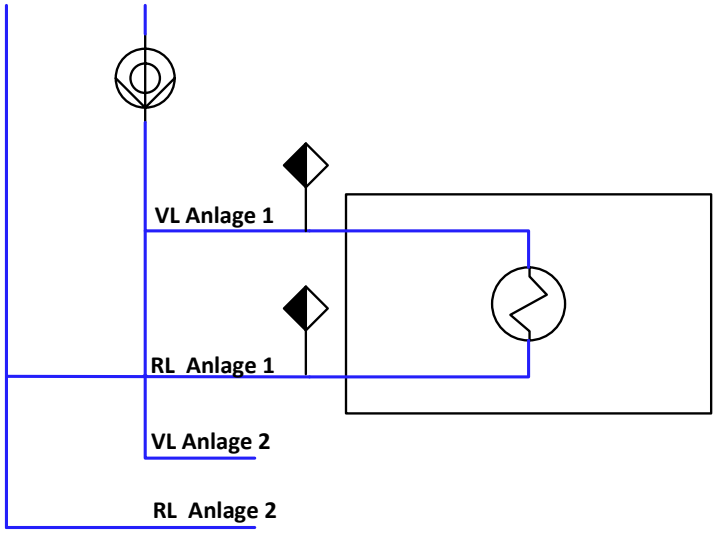
Gliederung

1. Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators „Elektrolyse made in BW“
2. Kernsystem mit Medien-Kreisläufen
3. Medien-Versorgung (Wasseraufbereitung, Druckluft)
4. Kühlung und Temperierung
5. Container
6. Zusammenfassung & weiteres Vorgehen

// Verfahrenstechnische Komponenten
HBS HT-Kühlung

Aufstellung mit zentraler Kühlung bei z.B. Hallenaufstellung



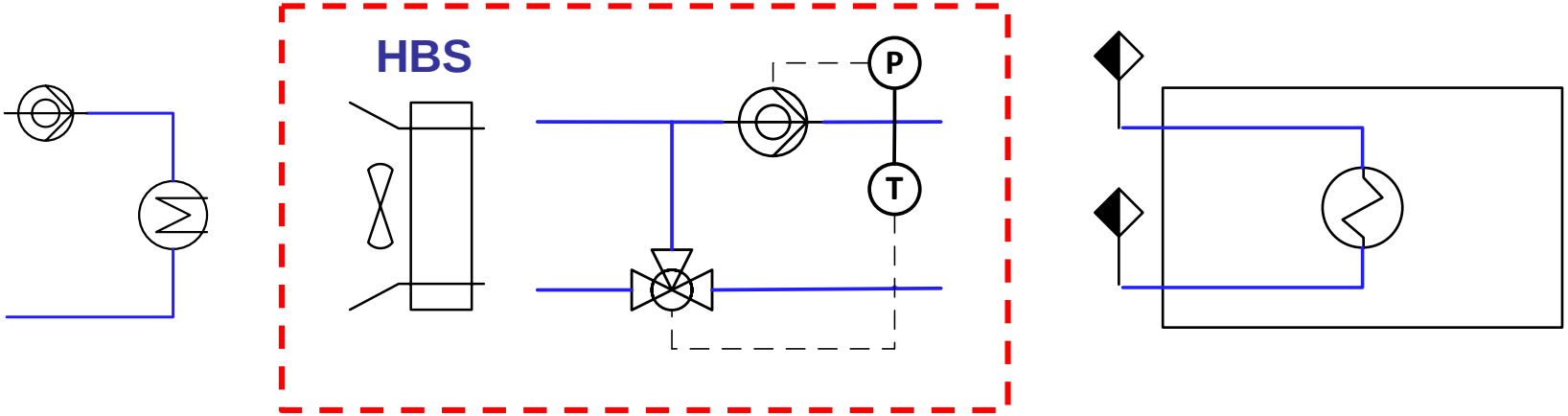


- Zentrale Pumpe hält Druck im Kühlwasser(KW)-System
- Kühlwassertemperatur wird zentral geregelt
- Qualität des Kühlwassers muss gewährleistet werden

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
HBS HT-Kühlung

Ausführung mit Anlagen-integrierter Kühlung

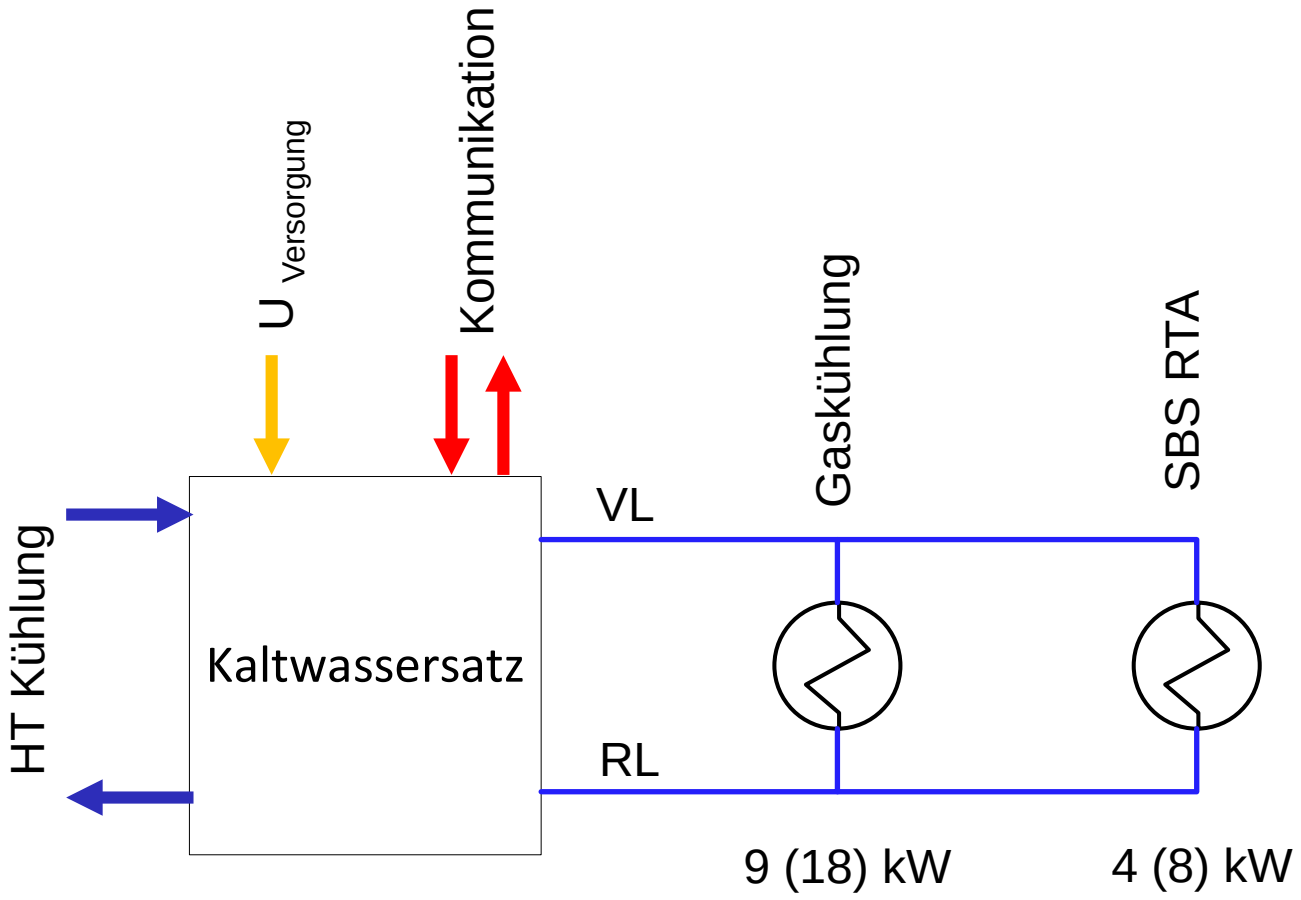


- Pumpe hält Druck im Kühlwasser(KW)-System konstant
- Bypassventil regelt Kühlwasser-Vorlauf(VL)-Temperatur
- Möglichkeit zur Trennung der Kühlkreisläufe je nach Kühlwasser-Anforderung

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
HBS NT-Kühlung

Ziel: Taupunkteinstellung der Prozessgase (→ Restfeuchtegehalt)

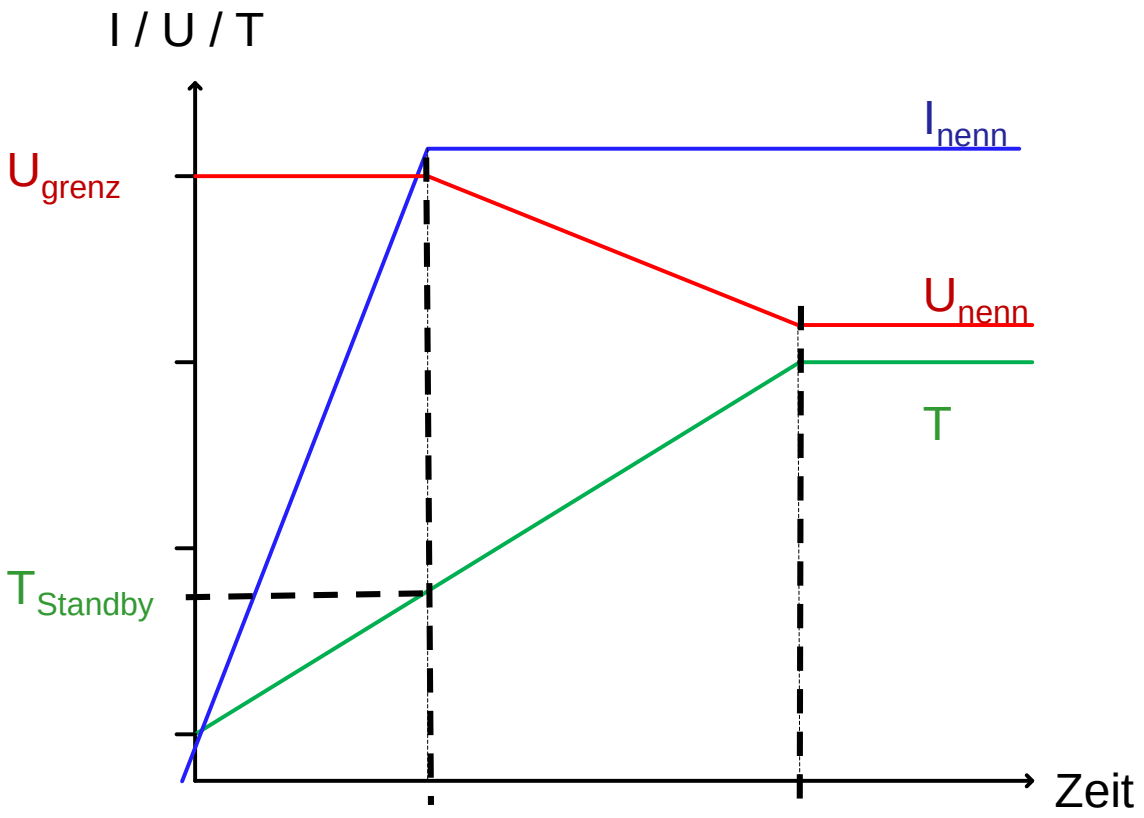


- Vorlauftemp.: VL 8°C
- Kälteleistung: 13 (26) kW

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
SBS Temperierung

Ziel: Temperierung von Stack und Anlage auf $T_{Standby}$ (z.B. durch el. Beheizung oder Abwärmenutzung), um schnell auf Volllast fahren zu können (z.B. für Sekundär-regelleistung)



- Bei Erreichen von Nennstrom I_{nenn} ist max. Wasserstoffproduktion erreicht.
- Ab diesem Punkt wird Wasserstoff mit steigendem Wirkungsgrad erzeugt (Zellspannung bzw. U fällt).
- Ab U_{nenn} wird Wasserstoff mit bestem Wirkungsgrad erzeugt.
- Ab Standbytemperatur kann max. Wasserstoffmenge produziert werden, ohne Grenzspannung U_{grenz} zu erreichen

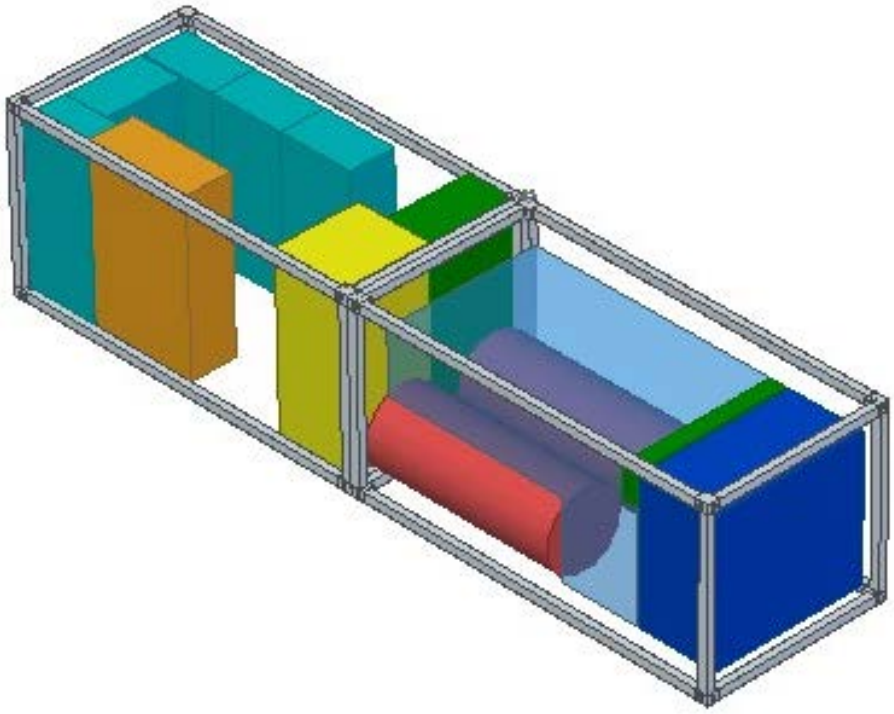
Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

Gliederung

1. Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators „Elektrolyse made in BW“
2. Kernsystem mit Medien-Kreisläufen
3. Medien-Versorgung (Wasseraufbereitung, Druckluft)
4. Kühlung und Temperierung
5. Container
6. Zusammenfassung & weiteres Vorgehen

// Verfahrenstechnische Komponenten
SBS Container

Planung generell

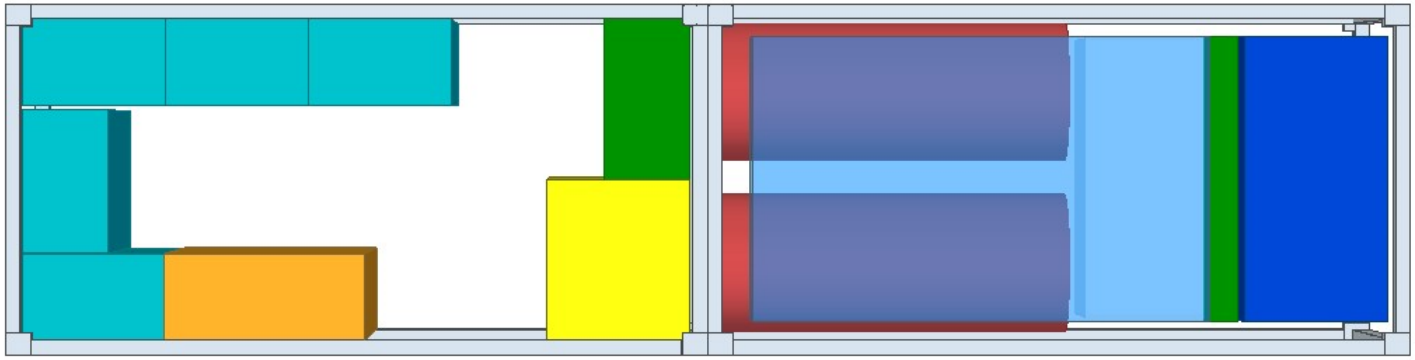


- 2-Container-Lösung
- Transportmaße möglichst einhalten:
  H = 4m; B = 2,55m; L = 16,50m
- gut kranbar
- Transport möglichst mit Vollausbau
  (Statik prüfen)
- Nachweis Erdbebensicherheit
  (Statik prüfen)

// Verfahrenstechnische Komponenten
SBS Container

Planung Zugänglichkeit

Einbringung
Basissystem & Stack



Draufsicht

Bedienung

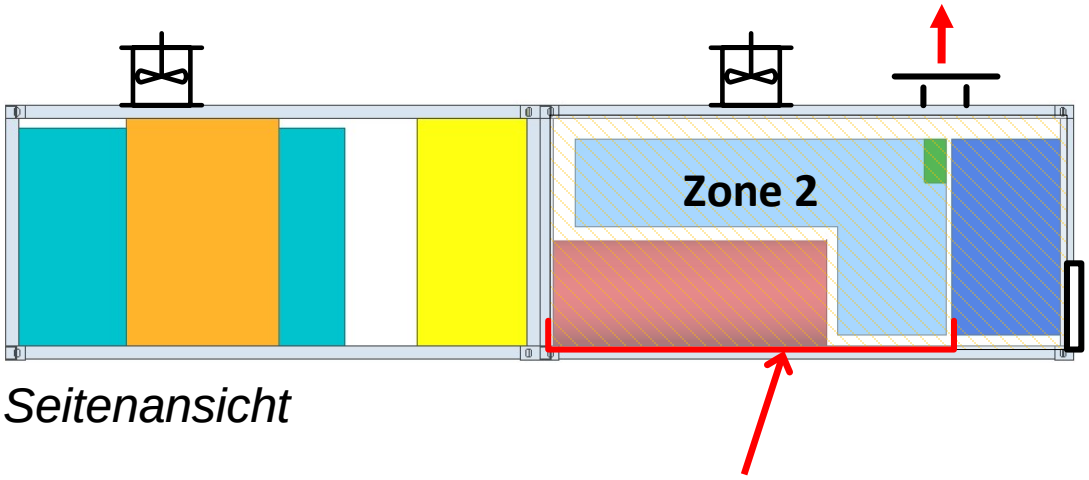
Einbringung
Basissystem & Stack

Service/Einbringung

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten
SBS Container

Planung speziell



Seitenansicht

AwSV / WhG
Wanne

- Zurückhalten ausgetretener Kalilauge (max. ca. 2000 l)
- Natürliche Entlüftung
- Ventilatoren zur Klimatisierung
- Trennwand nach ATEX
- Ausreichend Raum für Montage von GBS / HBS / SBS
- Ausreichend Öffnungen für Einbringung / Bedienung / Service

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

Gliederung

1. Einführung in das Baukastensystem des Systemdemonstrators „Elektrolyse made in BW“
2. Kernsystem mit Medien-Kreisläufen
3. Medien-Versorgung (Wasseraufbereitung, Druckluft)
4. Kühlung und Temperierung
5. Container
6. Zusammenfassung & weiteres Vorgehen

// Verfahrenstechnische Komponenten Zusammenfassung

<u>Planung</u> BW-Elektrolyse Systemdemonstrator mit folgenden Bausteinen:

GBS Kernsystem	HBS NT-Kühlung	SBS Temperierung
GBS Produktgasanalyse	HBS HT-Kühlung	SBS Gasreinigung
GBS Gleichrichter/Trafo	HBS Prozesswasser	SBS Container
GBS Stack	HBS N_2-Versorgung	
GBS Elektrotechnik/Steuerung	HBS Prozessluft	

Vollausbau Elektrolyse: 2 Blöcke → ca. 160 Nm³ H_2 / h

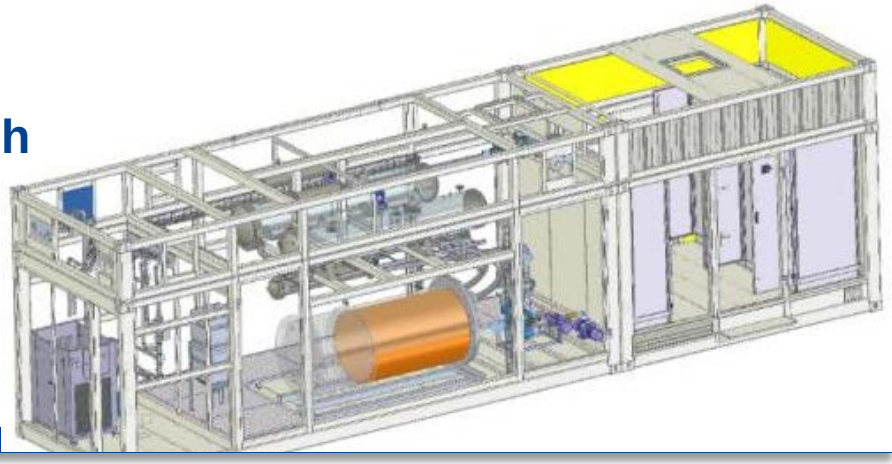
// Verfahrenstechnische Komponenten Zusammenfassung

<u>Realisierung</u> BW-Elektrolyse Systemdemonstrator mit folgenden Bausteinen:

GBS Kernsystem	HBS NT-Kühlung	SBS Temperierung
GBS Produktgasanalyse	HBS HT-Kühlung	~~SBS Gasreinigung~~
GBS Gleichrichter/Trafo	HBS Prozesswasser	SBS Container
GBS Stack	~~HBS N_2-Versorgung~~	
GBS Elektrotechnik/Steuerung	~~HBS Prozessluft~~	

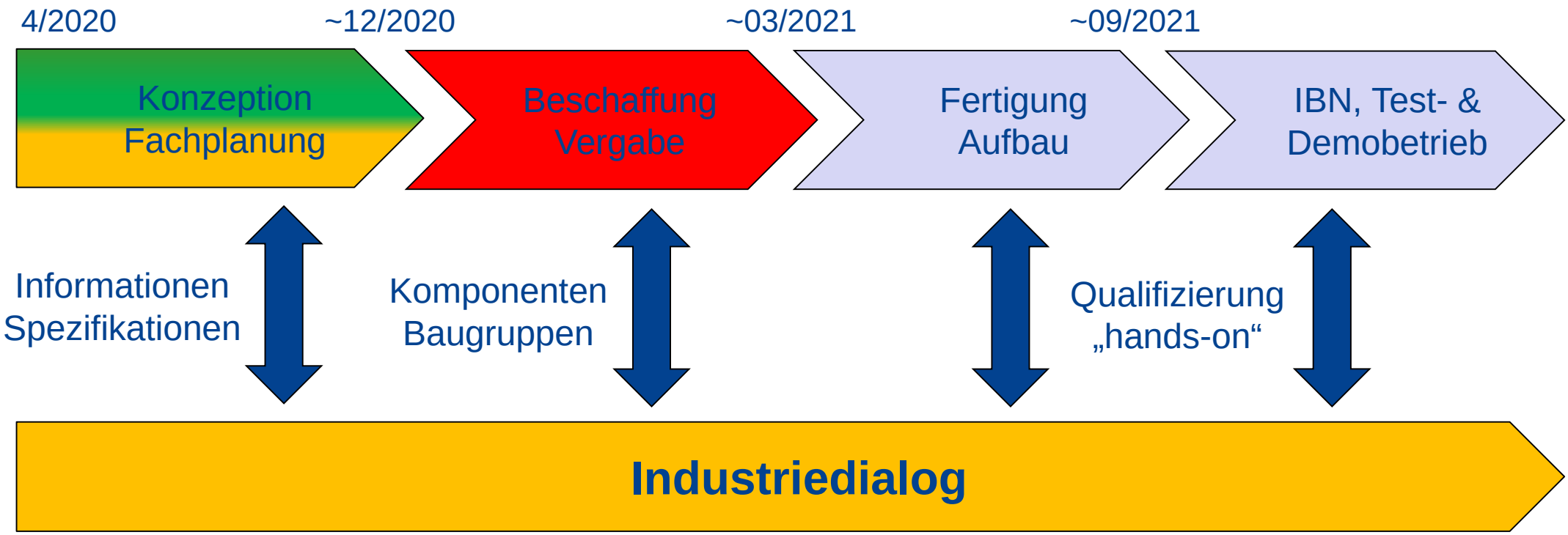
Teilausbau Elektrolyse: 1 Block → max. 80 Nm³ H_2 / h

Anlage kann jederzeit um nicht-realisierte Bausteine erweitert werden.



Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// Verfahrenstechnische Komponenten weiteres Vorgehen

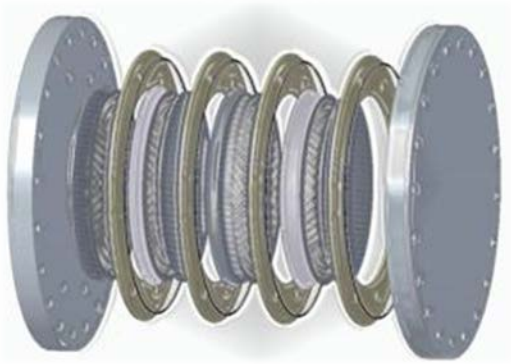


- Containerbau
- NT-Kühlgerät
- RTA
- Wasseraufbereitung
- Armaturen

- Anlagenbau Basissystem (inkl. RL, Druck, TÜV, …)
- Lieferung Subsysteme

Baden-Württemberg MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU
innBW INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Hahn Schickard
DLR
DITF DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG
ZSW

// VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

Hahn Schickard

DLR

DITF
DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL+FASERFORSCHUNG

innBW
INNOVATIONSALLIANZ BADEN-WÜRTTEMBERG

ZSW