

Herzlich Willkommen zur Themenworkshop-Reihe  
„Elektrolyse made in Baden-Württemberg“

**WORKSHOP 2: Steuerung und Sicherheit**

Stuttgart, 20.10. 2020



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# Initiierung einer Elektrolyse- und Komponentenfertigung in Baden-Württemberg



**Bastian Feigl / Andreas Brinner**

**// Steuerung und Sicherheit**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



INNOVATIONSTALLIANZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG



DLR



DEUTSCHE INSTITUTE FÜR  
TEXTIL- + FASERFORSCHUNG



# // Inhalt

1. **Anlagenfunktion / Regelkreise**
2. **Betriebsablauf**
3. **Systemsicherheit**
4. **Instrumentierung**
5. **Produktgas-Überwachung**
6. **Anlagen-Steuerung**
7. **Systemzulassung**



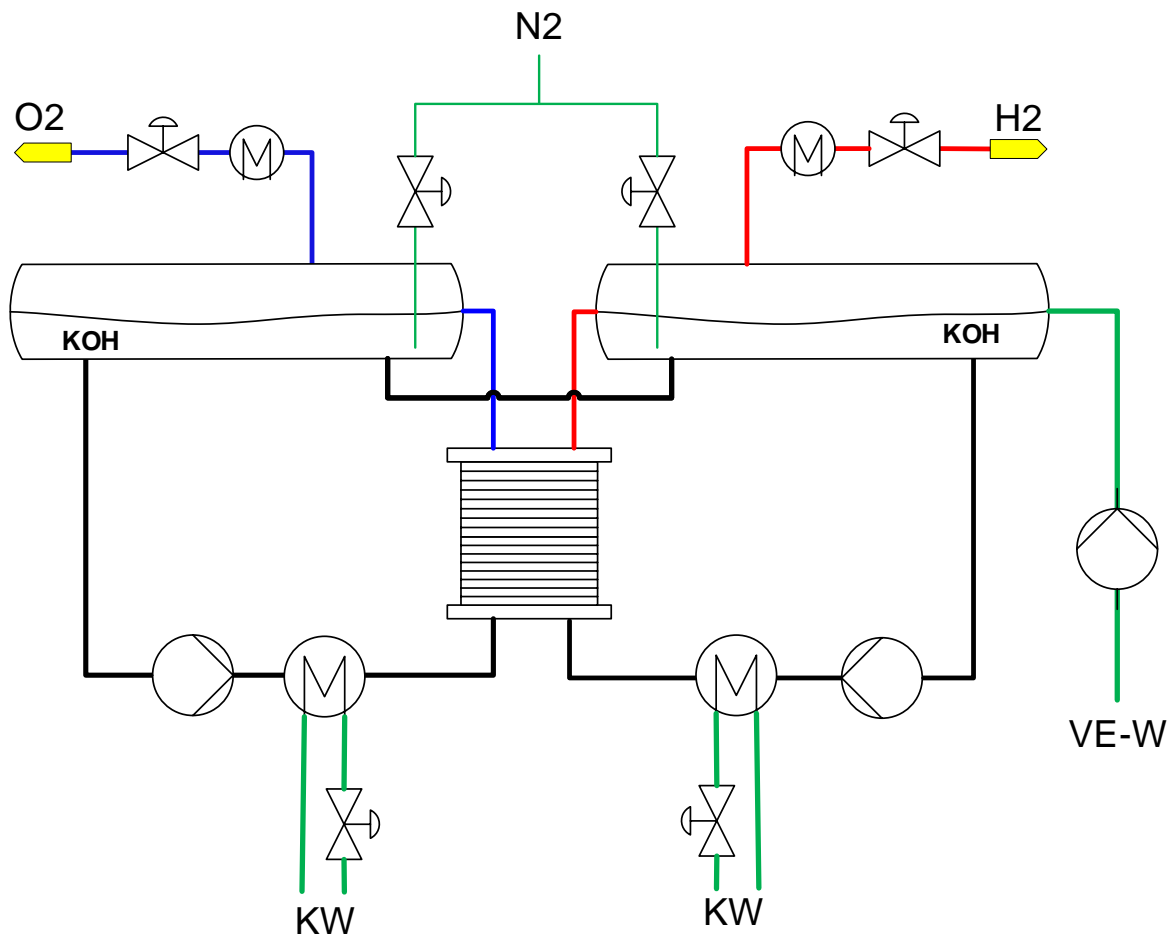
# // Inhalt

- 1. Anlagenfunktion / Regelkreise**
2. Betriebsablauf
3. Systemsicherheit
4. Instrumentierung
5. Produktgas-Überwachung
6. Anlagen-Steuerung
7. Systemzulassung



# // Anlagenfunktion/Regelkreise

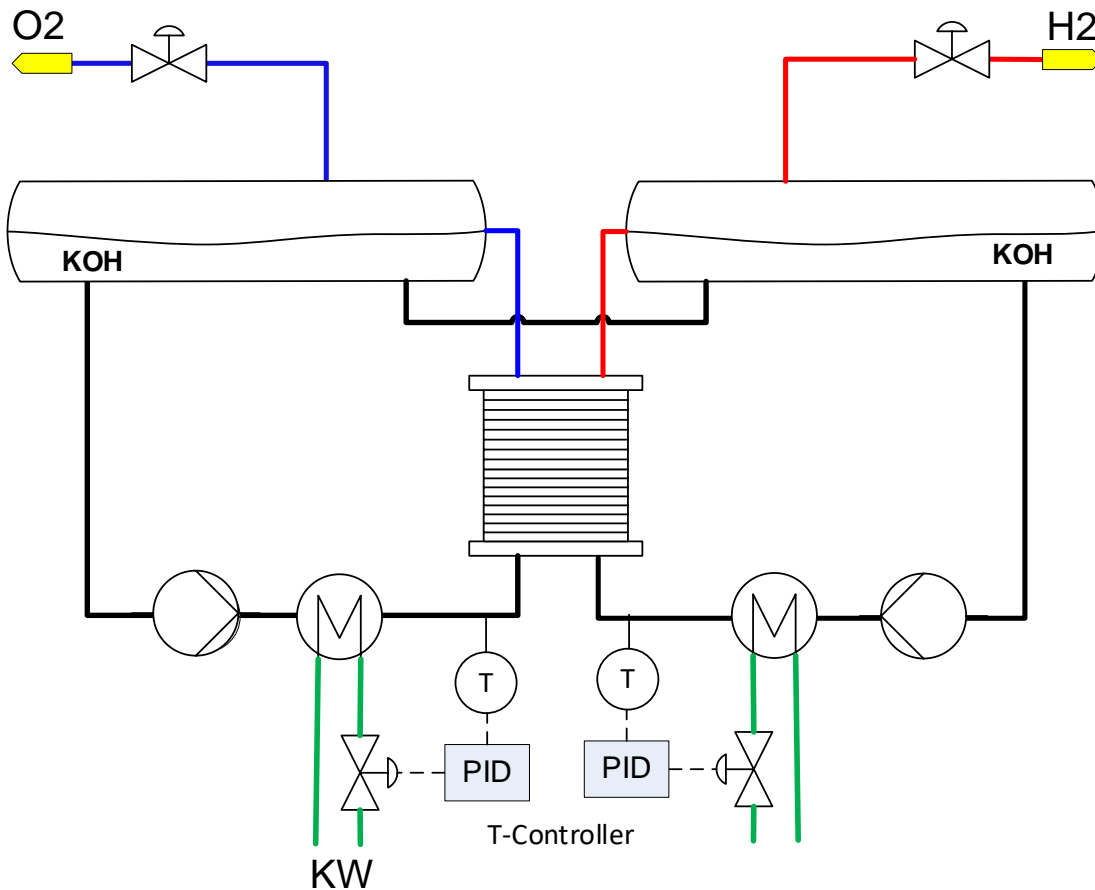
## Allgemeine Beschreibung Kernsystem



- **Gasseparatoren** durch Ausgleichsleitung verbunden (keine Druckdifferenz über Membran, KOH-Konzentrationsausgleich)
- System besteht somit aus zwei „**kommunizierenden Röhren**“
- **Betriebs-Druck** bis 30 bar<sub>g</sub>
- **H<sub>2</sub>-Produktion** doppelt so hoch wie O<sub>2</sub>-Produktion
- Inertisierung durch **Druckwechselpülung mit N<sub>2</sub>**
- Durch Gasproduktion und Feuchte im Produktgas wird **Wasser verbraucht**, Wasser-zufuhr durch Laugenkreislauf
- **Kühlung** für Stack durch Laugenkreislauf-Temperierung

# // Anlagenfunktion / Regelkreise

## Temperatur-Regelung



- Allg.: Wirkungsgrad steigt mit Betriebstemperatur (Ziel: 80 °C)
- Temperatur-Regelung Stack:
  - $T_{\text{Stack}}$ : Betriebstemperatur des Elektrolyse-Stacks wird durch Kühlung der zugeführten Lauge konstant geregelt
  - $\Delta T_{\text{Stack}}$ : Temperatur-Differenz wird durch Variation der KOH-Durchflussmenge eingestellt

### Herausforderungen:

- Temperaturregelung bei Lastwechsel
- Vermeidung zu hoher Temperaturen



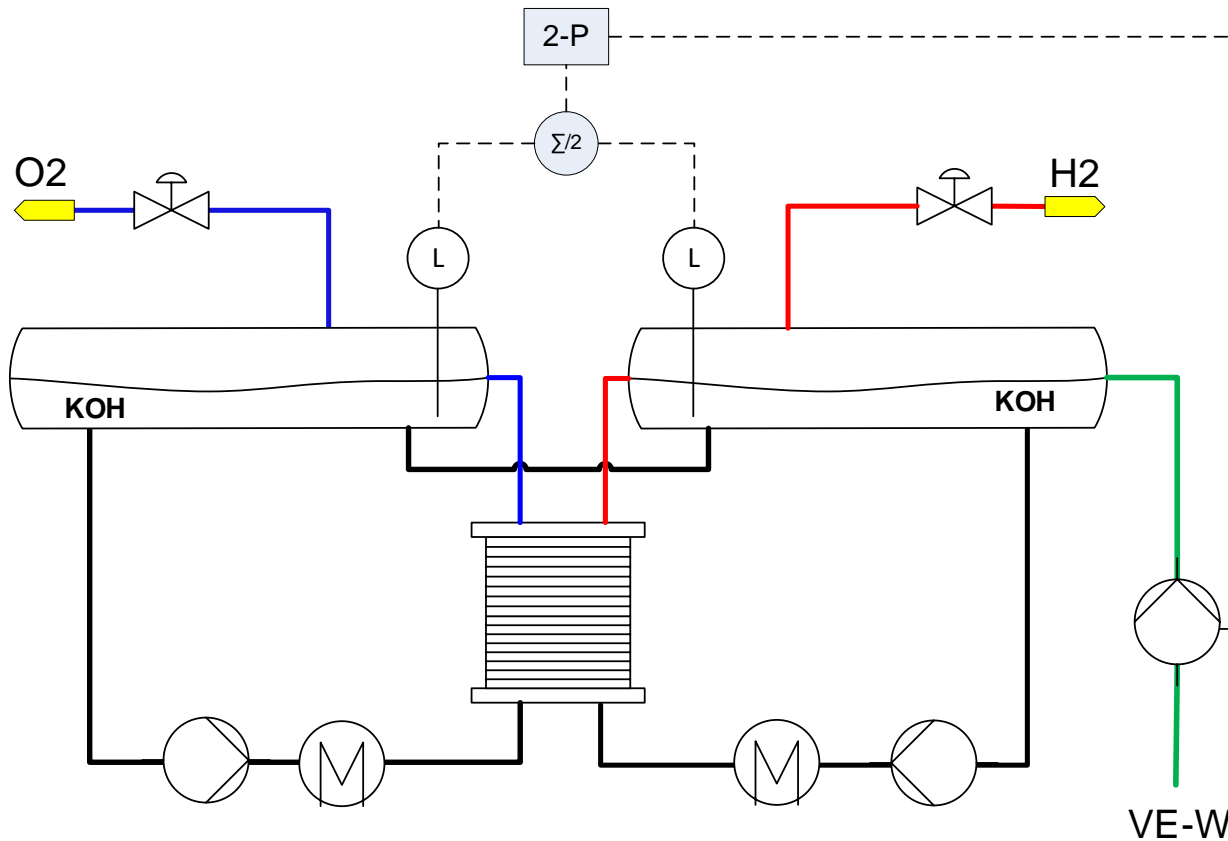
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Anlagenfunktion / Regelkreise

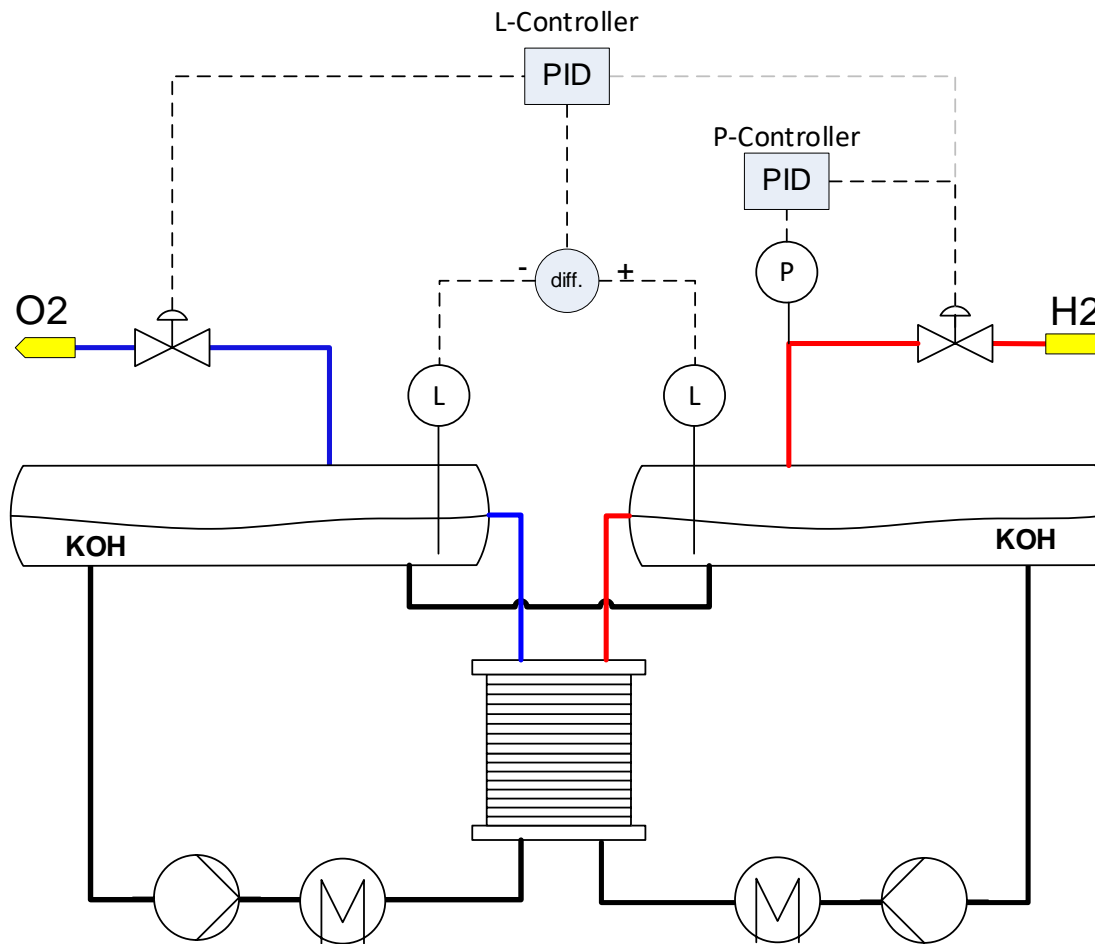
## Wasser-Nachspeisung



- **Wasserverbrauch** durch:
  - Elektrolyse (Gasproduktion)
  - Feuchte im Produktgas
- Frisches Wasser wird durch **Gesamt-Level-Regelung** nachgeführt

# // Anlagenfunktion / Regelkreise

## Druck- / Level-Regelung



### Regelkreise:

- Druck im System wird durch Ablassen von  $H_2$  konstant geregelt
- KOH-Level-Differenz in den Gasseparatoren wird durch Ablassen von  $O_2$  auf Null geregelt

### Herausforderungen:

- während Druckaufbau Level-Regelung durch Ablassen von  $H_2$
- Regelkreise beeinflussen sich gegenseitig  $\rightarrow$  Regler-Einstellung nicht trivial



Baden-Württemberg

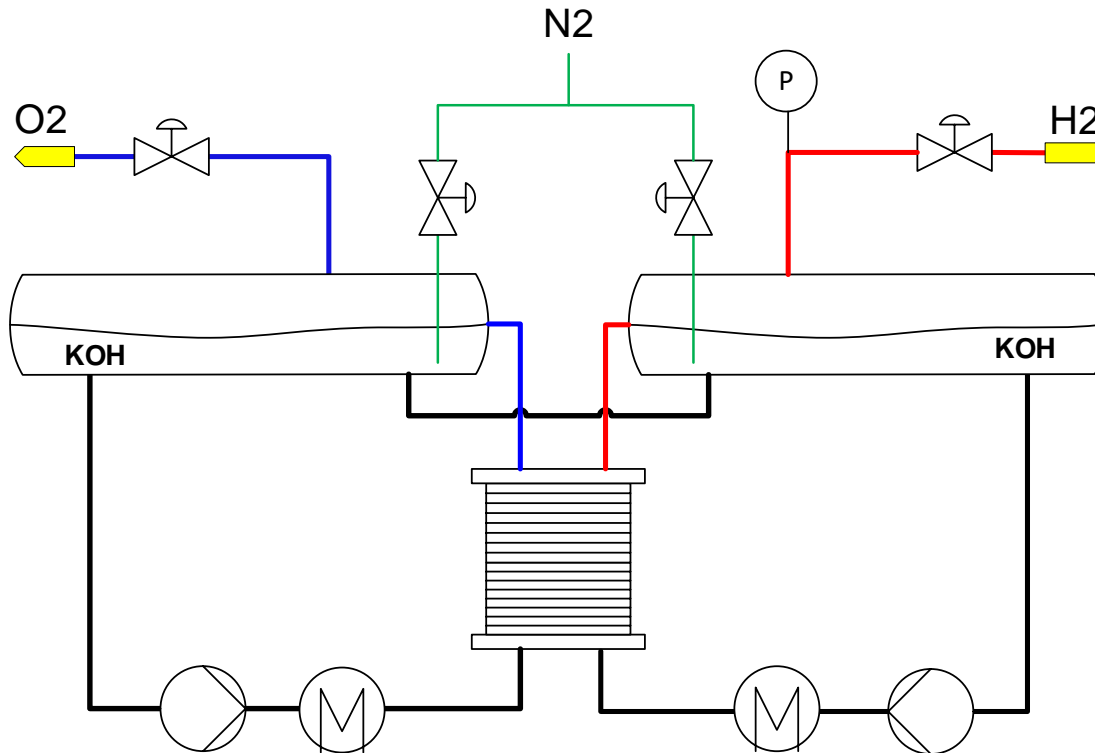
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU





# // Anlagenfunktion / Regelkreise

## Inertisierung (N<sub>2</sub>)



### Herausforderungen:

- Level-Regelung bei Druckaufbau
- Regler-Einstellung der Druck-/Level-Regelung bei geringem Druck

### Gründe für Inertisierung:

- Vor Anfahren aus dem drucklosen Zustand, um Luft aus System zu entfernen
- Vor Öffnen des Systems, um explosionsfähige Gemische im System zu vermeiden

### Inertisierung:

1. Druckaufbau durch N<sub>2</sub>-Zugabe (z.B. bis 0,8 bar<sub>g</sub>)
2. Druckabbau mittels Druck- und Level-Regelung (z.B. 0,2 bar<sub>g</sub>)
3. mehrfache Wiederholung von Schritt 1 und 2
4. Start-Druck zum Anfahren wird durch N<sub>2</sub>-Zugabe aufgebaut (z.B. 1,2 bar<sub>g</sub>)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



innBW  
INNOVATIONSALLIANZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG



Hahn  
Schickard



DLR



DITF  
DEUTSCHE INSTITUTE FÜR  
TEXTIL+FASERFORSCHUNG



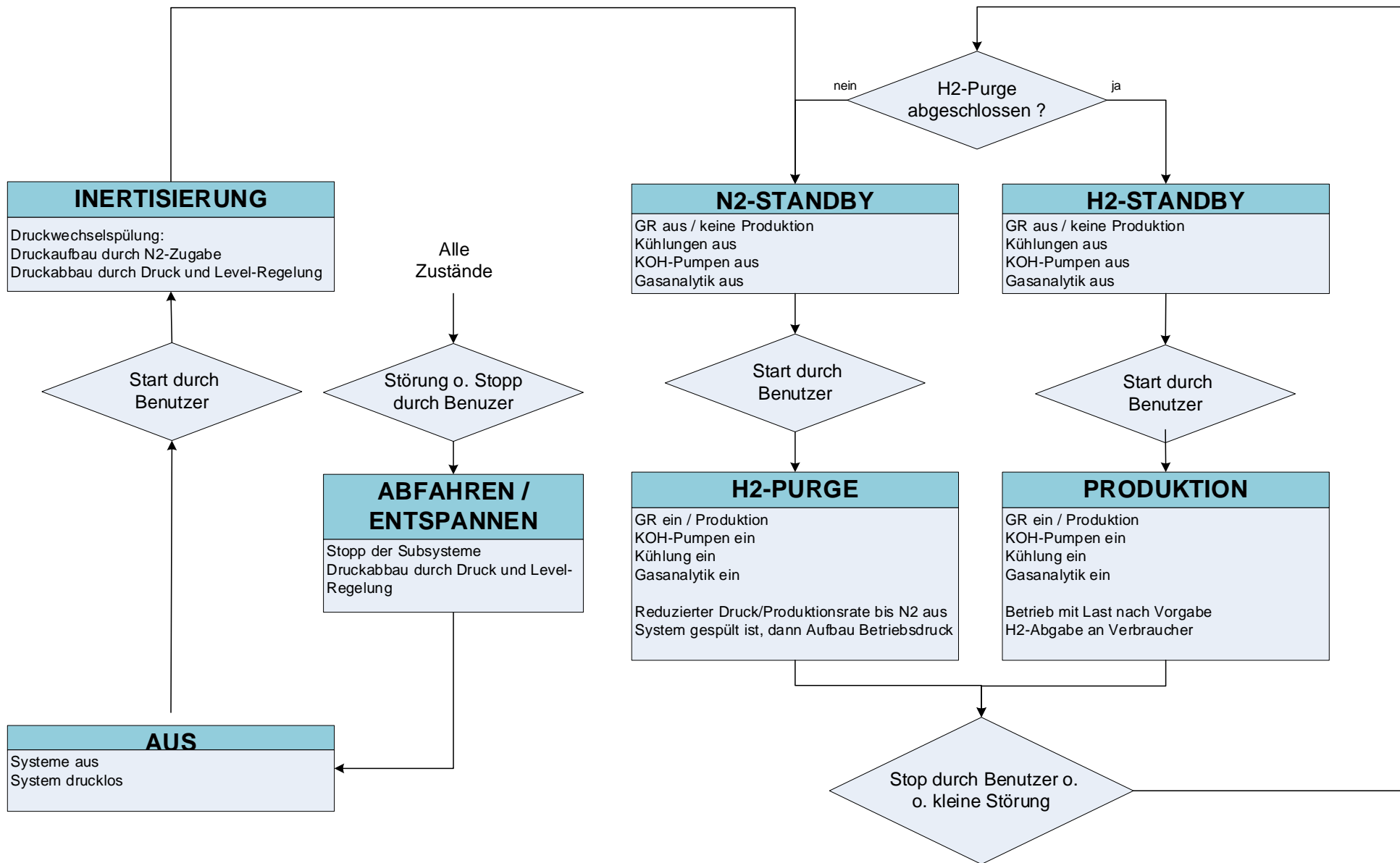
ZSW

# // Inhalt

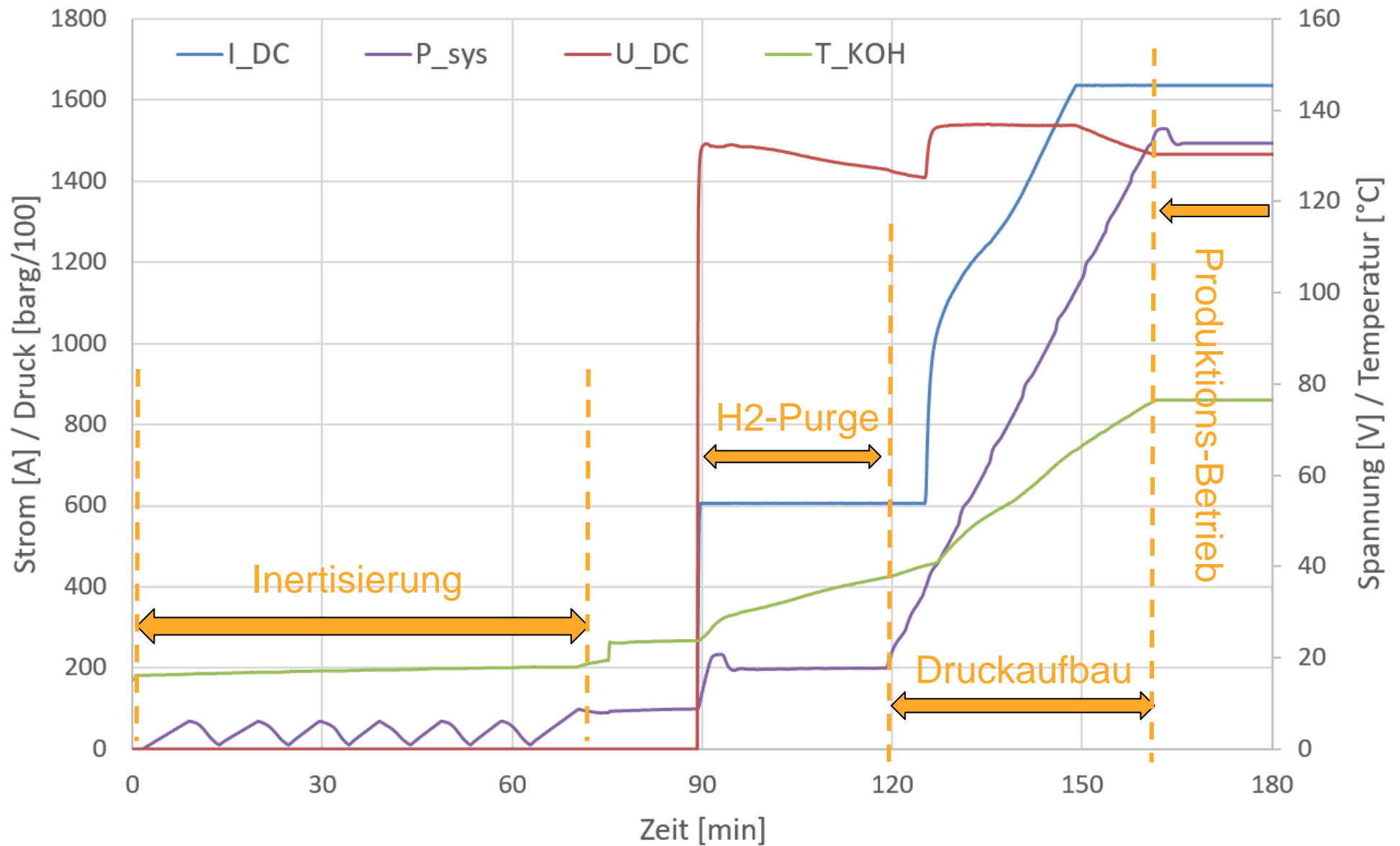
1. Anlagenfunktion / Regelkreise
- 2. Betriebsablauf**
3. Systemsicherheit
4. Instrumentierung
5. Produktgas-Überwachung
6. Anlagen-Steuerung
7. Systemzulassung



# // Betriebsablauf



# // Betriebsablauf



# // Inhalt

1. Anlagenfunktion / Regelkreise
2. Betriebsablauf
- 3. Systemsicherheit**
4. Instrumentierung
5. Produktgas-Überwachung
6. Anlagen-Steuerung
7. Systemzulassung



# // Systemsicherheit

## Hauptgefahren / Sicherheitsmechanismen

### Leckage von Wasserstoff → Gefahr einer Explosion

#### Primäre Maßnahmen:

- dichtes, geprüftes System
- Raumluftüberwachung (Warnung Personal, Stopp Gasproduktion, Abfahren, Abschaltung Zündquellen)
- natürliche Lüftung (passiv)

#### Sekundäre Maßnahmen:

- Vermeidung Zündquellen (ATEX Zone 2, optional technische Lüftung)
- Abschaltung von Zündquellen bei Gas-Detektion im Raum

#### Tertiäre Maßnahmen:

- räumliche Trennung der Betriebsbereiche Gasproduktion und Leistungselektronik / Steuerung / BOP etc.(z.B. 2-geteilter Container)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Systemsicherheit

## Hauptgefahren / Sicherheitsmechanismen

### Leckage von Sauerstoff → Gefahr von Brand

- Raumlüftüberwachung (Warnung Personal, Stopp Gasproduktion, Abfahren)
- natürliche Lüftung (passiv)

### Leckage von Kalilauge → ätzend, leicht wassergefährdend

- AwSV-Wanne (früher WhG-Wanne)
- Leckage-Sensor in Wanne (Stopp Gasproduktion, Abfahren)

### Gasunreinheiten / Vermischung O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub> → Gefahr einer Explosion

- Füllstands-Überwachung in den Separatoren (zur Trennung von H<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Seite)
- Kontinuierliche Produktgasanalyse: H<sub>2</sub>-in-O<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>-in-H<sub>2</sub> (Stopp Gasproduktion)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Inhalt

1. Anlagenfunktion / Regelkreise
2. Betriebsablauf
3. Systemsicherheit
- 4. Instrumentierung**
5. Produktgas-Überwachung
6. Anlagen-Steuerung
7. Systemzulassung





# // Instrumentierung

## Anforderungen an Instrumentierung

### Standardinstrumentierung für

- HT-Kühlwassersystem 30 °C / 40 °C, 3 bar<sub>g</sub>, Wasser/Glykol
- NT-Kühlwassersystem 5 °C / 10 °C, 3 bar<sub>g</sub>, Wasser/Glykol
- VE-Wasser
- Druckluft
- Stickstoff

### Besondere Anforderungen an Instrumentierung in Bereich Kernsystem:

- ATEX-Zulassung für Zone 2 (Ex 2 3G IIC T1)
- Geeignet für Wasserstoff
- Geeignet für Sauerstoff
- Beständigkeit gegen Kalilauge
- Betriebsdruck bis 30 bar<sub>g</sub> (PN40)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Instrumentierung

## Anforderungen an Sensorik

### Druckmessung

- ATEX-Zulassung
- ggf. SIL-Anforderung
- langzeitstabil unter Wasserstoff
- BAM-Zulassung für Sauerstoff
- Beständigkeit gegen Kalilauge

### KOH-Durchflussmessung

- ATEX-Zulassung
- voller Durchgang / kleiner Druckverlust
- Beständigkeit gegen Kalilauge ( $\leq 90$  °C)
- unempfindlich gegen Partikel



BAM: Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



INNOVATIONSALLIANZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG



DEUTSCHE INSTITUTE FÜR  
TEXTIL- + FASERFORSCHUNG



# // Instrumentierung

## Anforderungen an Sensorik

### Level-Messung

- ATEX-Zulassung
- kleine Messstrecke  
(bei liegendem Behälter, z.B. 500 mm)
- ggf. SIL-Anforderung
- variierende Gas-Atmosphäre  
(Druck, Feuchte, Temperatur,  
Gaszusammensetzung)
- geeignet für Wasserstoff
- BAM-Zulassung für Sauerstoff
- Beständigkeit gegen Kalilauge
- variierende Dichte (Gasblasen)
- ggf. Schaumbildung



# // Instrumentierung

## Anforderungen an Aktorik

### Anforderungen Gas-Regelventile und Absperr-Armaturen:

- ATEX-Zulassung
- weiter Dynamikbereich durch Variation von Last, Druck und Gaszusammensetzung (durch Inertisierung)
- BAM-Zulassung für Sauerstoff
- Eignung für Wasserstoff
- Beständigkeit gegen Kalilauge (KOH-Reste als Aerosole)
- geringe Leckage-Raten

### Anforderungen KOH-Pumpen:

- hohe Druckbeständigkeit (PN40) bei geringer Förderhöhe (~100 mbar)
- Beständigkeit und Dichtheit gegen Kalilauge ( $\leq 90$  °C)
- hohe Standzeit
- ggf. ATEX-Zulassung
- unempfindlich gegen Partikel
- Frequenzumrichter-Betrieb



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Inhalt

1. Anlagenfunktion / Regelkreise
2. Betriebsablauf
3. Systemsicherheit
4. Instrumentierung
- 5. Produktgas-Überwachung**
6. Anlagen-Steuerung
7. Systemzulassung



# // Produktgas-Überwachung

## Grundlagen

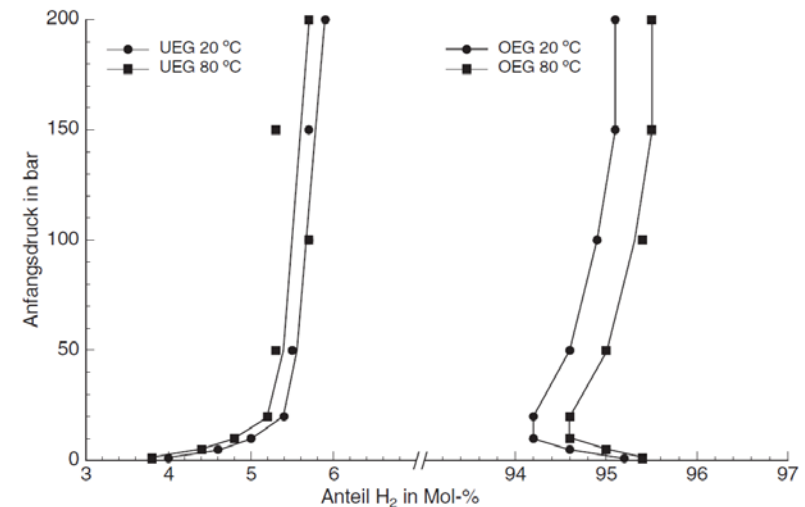
### Ziel: Verhinderung von explosionsfähigem Gasgemisch

Explosionsgrenzen (UEG / OEG): ~ 4% H<sub>2</sub>-in-O<sub>2</sub> resp. O<sub>2</sub>-in-H<sub>2</sub>

-> Abfahren der Anlage bei 50% UEG 2% H<sub>2</sub>-in-O<sub>2</sub> resp. O<sub>2</sub>-in-H<sub>2</sub>

### Ursachen für schlechte Gasqualität:

- gelöste Gase in Lauge (abh. von System)
- Diffusion über Membran (Permeabilität)
  - > Besonders bei Teillast (geringere Gasproduktion bei gleicher Permeationsrate)
- Defekt an Membranen (blockinterne Leckage)
- Defekt von Stack-internen Dichtungen
- keine ausreichende Inertisierung (Anfahren)



Quelle: FZJ, Explosionsgrenzen von Wasserstoff/Sauerstoff-Gemischen bei Drücken bis 200bar, 2003



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Produktgas-Überwachung

## Messaufgabe / Messgas

	H <sub>2</sub> in O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> in H <sub>2</sub>
<b>Messbereich</b>	0-4 %	
<b>Messgenauigkeit</b>	+-1 % FS	
<b>Abschaltswelle ca.</b>	2 % H <sub>2</sub> -in-O <sub>2</sub>	2 % O <sub>2</sub> -in-H <sub>2</sub>
<b>Gaszusammensetzung (Normalbetrieb)</b>	~ 0,5 % H <sub>2</sub> in 99,5 % O <sub>2</sub>	~ 0.25 % O <sub>2</sub> in 99.75 % H <sub>2</sub>
<b>Gaszusammensetzung (Anfahren)</b>	Übergang von N <sub>2</sub> zur o. g. Zusammensetzung	
<b>Feuchtegehalt / Taupunkt (Betrieb)</b>	gesättigt bei 10 °C und 16 (30) bar <sub>g</sub>	
<b>Verunreinigungen</b>	Wasser / ggf. Spuren von KOH	
<b>Gastemperatur</b>	10 - 25 °C	
<b>Gasdruck</b>	2 - 30 (33) bar <sub>g</sub>	
<b>Messgas-Volumenstrom (extraktiv)</b>	ca. 1 l/min	



# // Produktgas-Überwachung

## Anforderungen an das Gasanalyse-System

- Messung in nahezu reinem Wasserstoff bzw. Sauerstoff
- Explosionsschutz Zone 2 (Ex 2 3G IIC T1)
- Sicherheitsrelevante Messung (SIL)
- langzeitstabil (Kalibrierzyklus > 6 M)
- lange Lebensdauer / kein Verschleiß

günstiger Preis möglich?

(keine hochgenaue Messung erforderlich, reproduzierbare Überwachung)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU





# // Produktgas-Überwachung

## Prinzipiell geeignete Messverfahren

### O<sub>2</sub>-in-H<sub>2</sub> Messung:

- Elektrochemisch (Micro Fuel-Cell)
- Laser-Spektroskopie
- Paramagnetismus
- Reaktionswärme

### H<sub>2</sub>-in-O<sub>2</sub> Messung:

- Elektrochemisch (Micro Fuel-Cell)
- Wärmeleitfähigkeit (WLD)
- Reaktionswärme



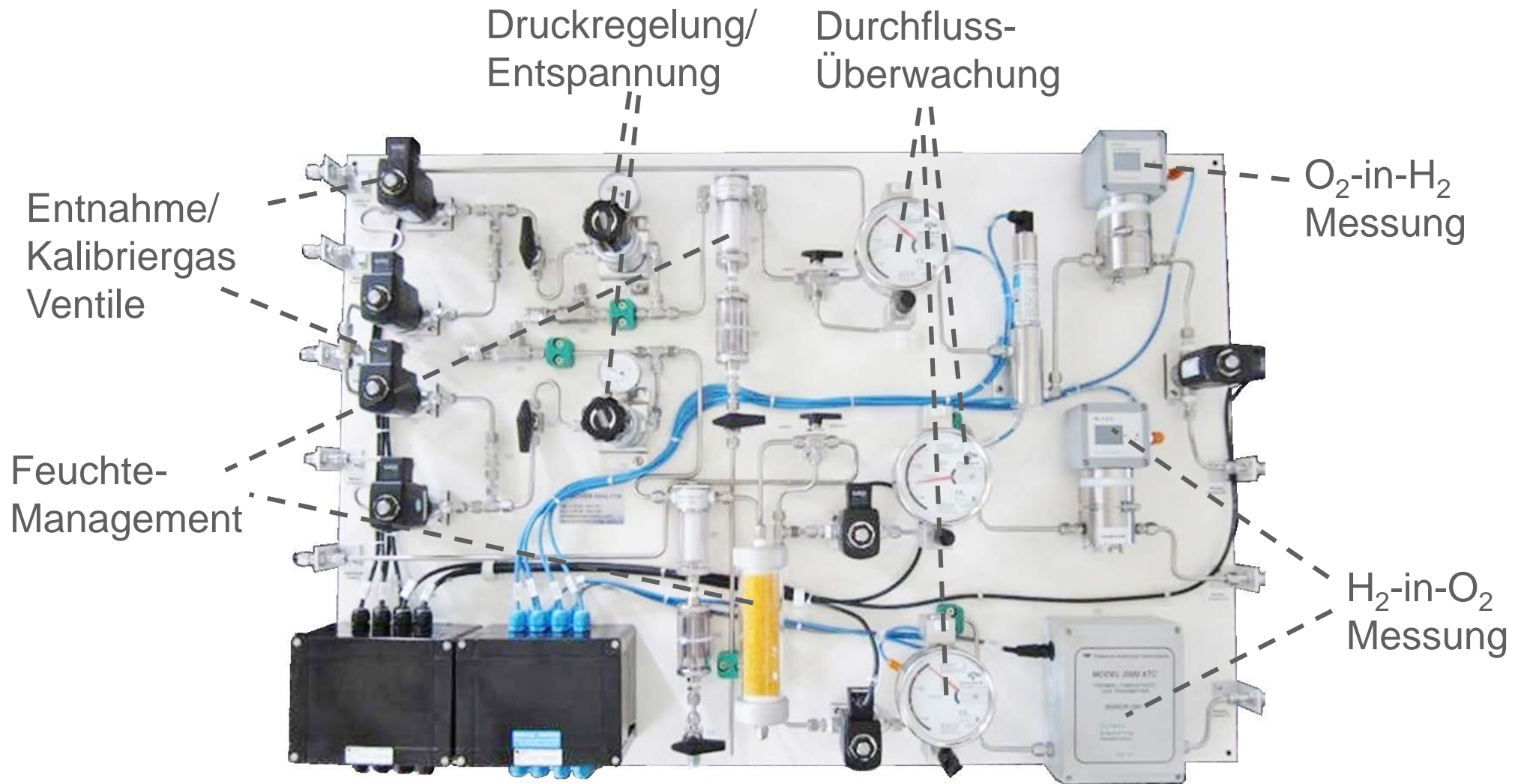
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Produktgas-Überwachung

## Ausführungsbeispiel



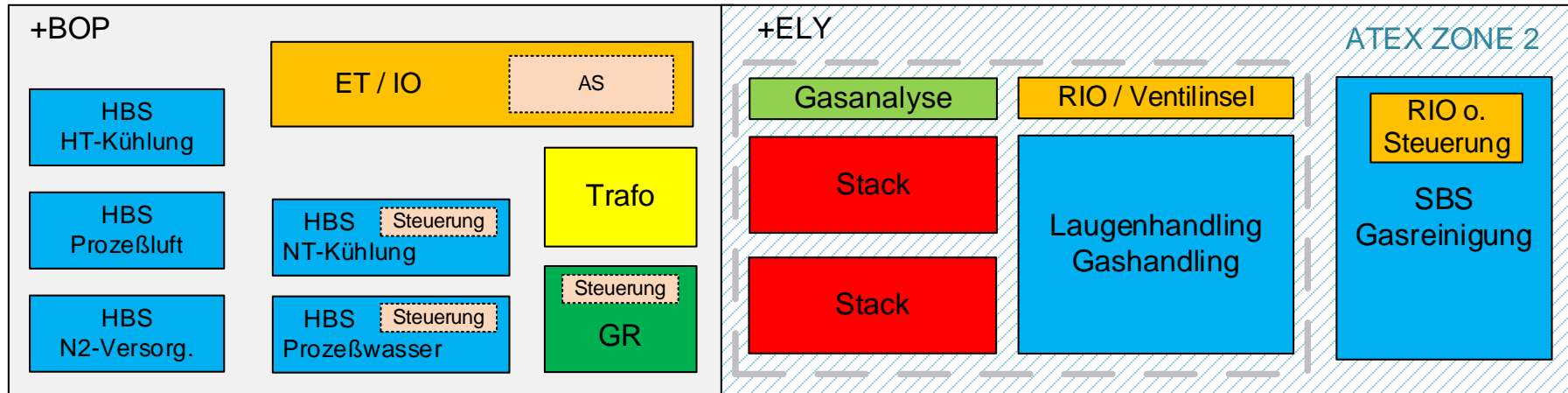
# // Inhalt

1. Anlagenfunktion / Regelkreise
2. Betriebsablauf
3. Systemsicherheit
4. Instrumentierung
5. Produktgas-Überwachung
- 6. Anlagen-Steuerung**
7. Systemzulassung



# // Anlagen-Steuerung

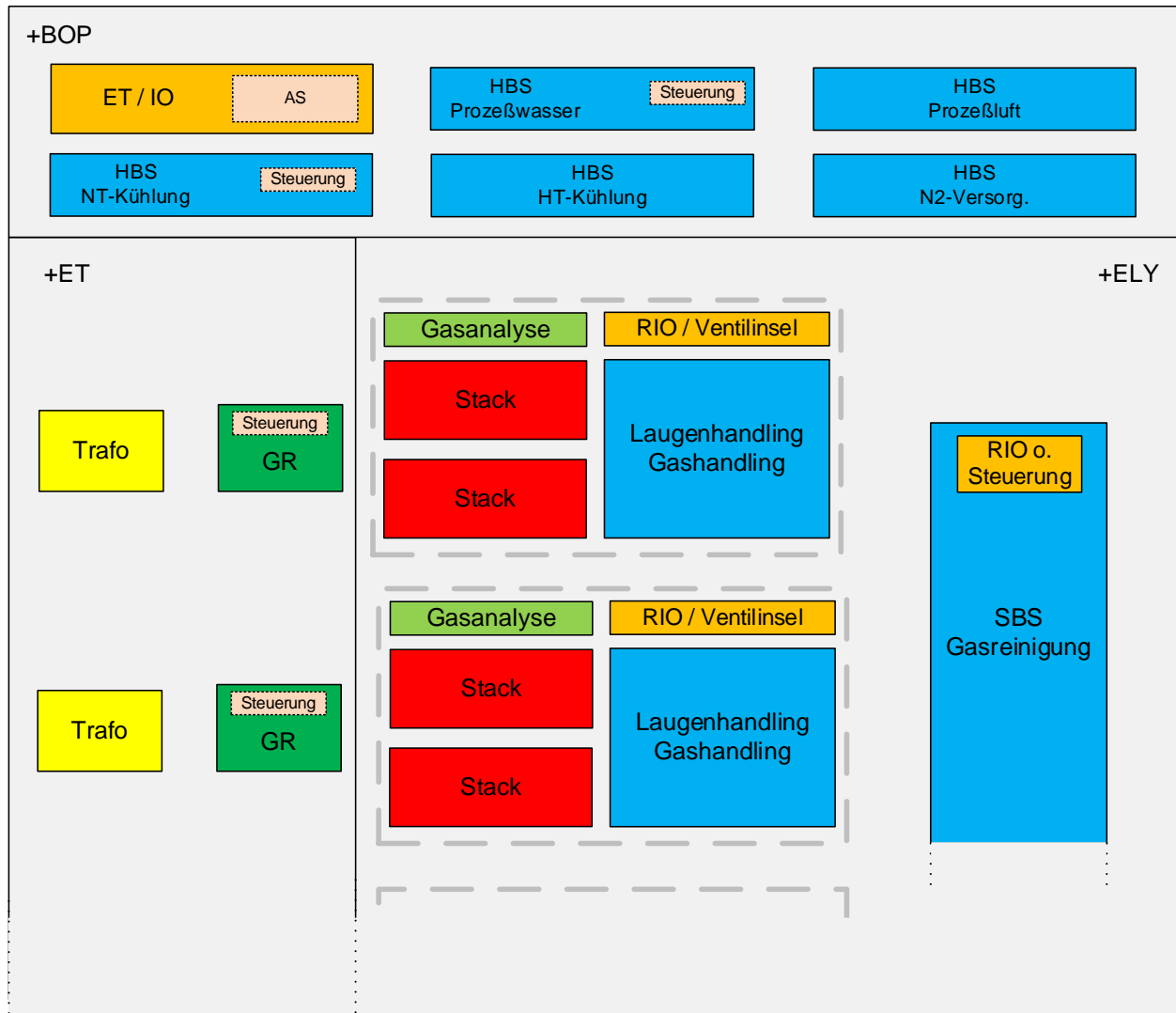
## Einzel-Anlage



- containerintegrierte Anlage
- zwei Betriebsräume
- ATEX-Zone 2
- eigene Steuerung
- Hilfsbausteine abhängig von Standortbedingungen
- Niederspannungsanschluss für GR (400V)

# // Anlagen-Steuerung

## Groß-Anlage



- Hallenaufstellung
- mehreren Basis-Systemen
- Zentrale Hilfs- und Sonder-Bausteine zur Versorgung der Basis-Systeme (z.B. Kühlung, Gasreinigung, Kompression, etc.)
- zentralen Steuerung
- Explosionsschutz abhängig vom Aufstellungsort
- Mittelspannungsanschluss für GR (10-20KV)



# // Anlagen-Steuerung

## Allgemeine Anforderungen

- optionale Hilfs- und Sonderbausteine
- variable Anlagengrößen / Konfiguration
- unterschiedliche Aufstellungsorte / unterschiedliche räumliche Unterteilung
- für separate Fertigung von Grund-, Hilfs- und Sonderbausteine



sinnvolle System-Grenzen zwischen den System-Bausteinen  
(Bausteine enthalten alle nötigen Komponenten / sind für sich funktionsfähig)

- Baustein-interne Verkabelung / Remote-IO
- ggf. eigene Kleinststeuerung
- durchgängiges und einheitliches Automatisierung-System  
(einheitliches I/O-, Sicherheits- und Bus-System, ... )
- gut erweiterbares und anpassbares Automatisierung-System  
(Sicherheits-Steuerung, Visualisierung, ...)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Anlagen-Steuerung

## Sicherheitstechnische Anforderungen

Kombination von steuerungstechnischen und sicherheitsgerichteten Funktionen

- Integrierte Sicherheitssteuerung vs. separate Sicherheitssteuerung

Konzept für Ausfall von Medienversorgung (z.B. für kontrolliertes Abfahren der Anlage):

- Unterbrechungsfreie Stromversorgung
- Ggf. Ersatzfunktionen (für Pneumatik)

Sensorik und Aktorik in Ex-Bereich:

- Realisierung Ex-Schutz / Zündschutzart
- Remote-IO in Ex-Bereich
- pneumatische Antriebe / Ventilinsel
- Spannungsfreischaltung

→ Enge Verzahnung bei Auswahl von Instrumentierung und Automatisierungssystem, insbesondere durch ATEX und Sicherheitsanforderungen



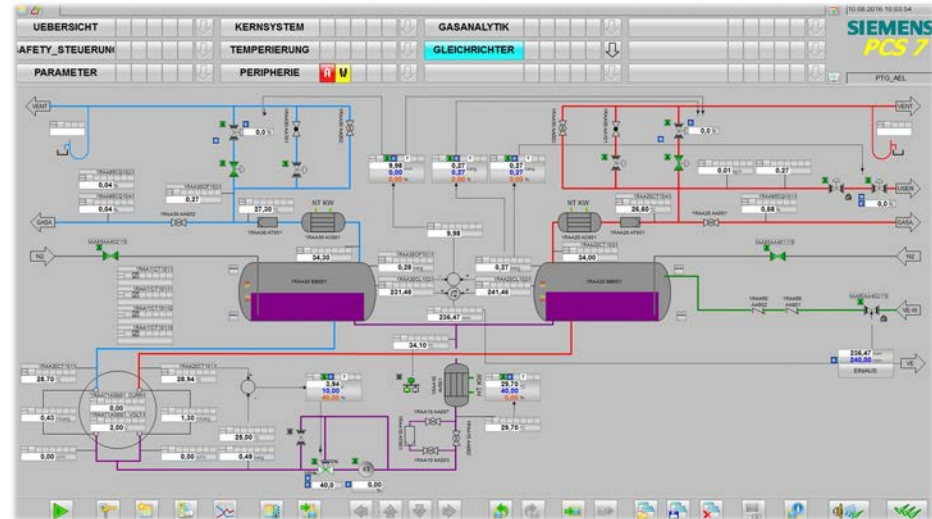
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Anlagen-Steuerung

## Ausführungsbeispiel



(Bild: Bürkert)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

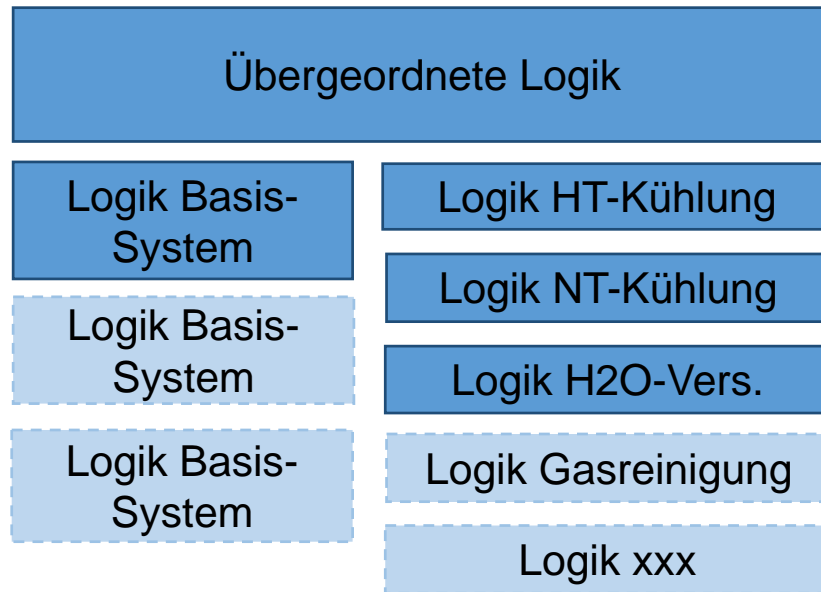


Industriedialog – „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ – Workshop



# // Anlagen-Steuerung

## Steuerungs-Software



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

# // Inhalt

1. Anlagenfunktion / Regelkreise
2. Betriebsablauf
3. Systemsicherheit
4. Instrumentierung
5. Produktgas-Überwachung
6. Anlagen-Steuerung
7. **Systemzulassung**



# // Formalia für den Betrieb von Wasserstoffanlagen

## Grober Ablauf Systementwicklung, Zertifizierung/ Betriebszulassung

1. Systementwicklung → System-Zertifizierung → Konformitätserklärung
2. Beantragung einer Errichtungs- & Betriebserlaubnis nach Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV)
3. Feststellung der Betriebsgelände-Eignung / Bauleitplanung
4. Prüfung vor Erlaubnis zur Inbetriebnahme nach Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
5. Festlegung der Betriebsüberwachung

# // Formalia für den Betrieb von Wasserstoffanlagen

## Anlagenzertifizierung / Konformitätserklärung

### 1) Welche Normen/ Richtlinien müssen angewandt werden?

- |   |                             |                      |
|---|-----------------------------|----------------------|
| 1a) Druckbetrieb:                             | Druckgeräte-Richtlinie      | NoBo muss sein       |
| 1b) Umgang mit brennbaren Gasen:              | Explosionsschutz-Richtlinie | NoBo muss sein       |
| 1c) Nutzung von vollst./ unvollst. Maschinen: | Maschinen-Richtlinie        | NoBo kann sein       |
| 1d) Betrieb von elektrischen Geräten:         | Niederspgs-Richtlinie       | NoBo muss nicht sein |

### 2) Systementwicklung mit einer Zugelassenen Notifizierten Stelle (Notified Body, NoBo)

- 2a) Systematische Gefahrenanalyse des Anlagen-/ Betriebs-/ Sicherheitskonzepts (HAZOP nach PAAG)
- 2b) Systematische MSR-Einrichtungsanalyse mit Festlegung der notwendigen Sicherheitskreise
- 2c) SIL-Kreis-Berechnung der Sicherheitskreise
- 2d) Beurteilung Sicherheitsabschaltungs-Konzept

### 3) Konformitätsverfahren mit NoBo

- 3a) Konformitätsprüfung Elektrolyse-Stack / Baugruppe Elektrolyseur
- 3b) Konformitätsprüfung ATEX-Baugruppen / Maschinen-Richtlinie / Einhaltung Spgs-Richtlinie

### 4) Herstellerpflichten

- 4a) Herstellererklärung
- 4b) Herstellerschild

# // Formalia für den Betrieb von Wasserstoffanlagen

## Beantragung einer Errichtungs- & Betriebserlaubnis nach BImSchG

### 1) In 4. BImSchV ist festgelegt,

dass, außer für FuE-Zwecke zeitlich befristet, Anlagen wie Elektrolyseure zur Herstellung von Wasserstoff (4.1.12) in industriellem Umfang dienen/ dienen können (4.1) und nur als Anlagen nach der Industrieemissions-Richtlinie zugelassen werden dürfen, (E), mit Genehmigungsverfahren gemäß § 10 BImSchG (mit Öffentlichkeitsbeteiligung), (G)

### 2) Konzepte der Anlage erstellen und genau beschreiben

Anlagenkonzept/ Funktion/ Aufbau/ Bauten/Geländebesonderheiten/ Sicherheit

### 3) Vorantragskonferenz durchführen, mit Zulassungsbehörde Art/ Umfang des Verfahrens abklären

### 4) Formellen BImSch-Antrag stellen

### 5) Gutachten beauftragen wie Ausgangszustand, Wasser, Störfallbehandlung, Schall, Emissionen, Ex-Schutz, Umweltverträglichkeit, Brandschutz, Gefahrenabwehr, Ausbreitungsrechnungen

### 6) Antragsfrist beginnt, wenn Vollständigkeit der eingegangenen Unterlagen bestätigt wird

### 7) Möglicherweise Antrag auf vorzeitigem Baubeginn stellen

### 8) Mit Genehmigung auch Baugenehmigung für Gebäude verbunden

### 9) Gebäudebau ab Erhalt der 1. BImSch-Teilgenehmigung möglich

### 10) Anlagenerrichtung nach Vorlage der 2. BImSch-Teilgenehmigung oder Gesamtgenehmigung



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Formalia für den Betrieb von Wasserstoffanlagen

## Prüfung nach BetrSichV (§15) vor Inbetriebnahme

### 1) Ordnungsprüfung

Prüfung aller Anlagenunterlagen inkl. Bauunterlagen, Konformitätserklärung, Explosionsschutzdokument, Gefährdungsbeurteilung, Komponenten-Prüfunterlagen, Einstellbescheinigungen, SIL-Nachweise

### 2) Anlagendurchsicht

Prüfung aller sicherheitsrelevanten Komponenten/ Systeme auf Konformität mit den vorgelegten Unterlagen

### 3) Praktische Prüfung

Vorführung der Anlage im Betrieb, Test der Sicherheitsketten, Beobachtung der Anlagenreaktion/ Vergleich mit vorgegebenen Reaktionen

### 4) Festlegung von wiederkehrenden Prüfungen, Umfang und Fristen

Druckbehälter, Ex-Schutz-Ausstattung, Sicherheitsketten, Anlagenfunktionen, Betriebsunterlagen

### 5) Ergebnisanzeige bei der BImSch-Behörde

zur finalen Abnahme und zur Erteilung der offiziellen Betriebserlaubnis

§15 BetrSichV: Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen für überwachungsbedürftige Anlagen



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



# // Formalia für den Betrieb von Wasserstoffanlagen

## Zertifizierung/ Betriebszulassung im Projekt BW-Elektrolyse

### Durchführung aller Arbeiten mit NoBo und ZÜS in Form abgeschlossener Arbeitspakete

1. Durchführung einer HAZOP
2. Durchführung der SIL-Berechnungen
3. Erstellung eines Explosionsschutz-Dokuments
4. Entwurfsprüfung nach Druckgeräte-Richtlinie DGRL 2014/68/EU, System & Block
5. Konformitätsprüfung Baugruppe Druckgerät Elektrolyseur nach DGRL 2014/68/EU
6. Konformitätsprüfung Druckgerät Elektrolyseblock nach Druckgeräte-RL 2014/68/EU
7. Prüfung nach Maschinen-Richtlinie
8. Prüfung nach ATEX-Richtlinie
9. Prüfungen gemäß BetrSichV vor Inbetriebnahme, Gefahrenfeld Druck
10. Prüfungen gemäß BetrSichV vor Inbetriebnahme Gefahrenfeld Ex-Schutz



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU



## Zeit für Fragen und Diskussion





# // VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

