



FOR SOCIETY

## Toegepast onderzoek binnen de Minor Disciplines of Applied Science



Martijn van Dongen & Peter Thüne  
Fontys Hogeschool  
Toegepaste Natuurwetenschappen

23 maart 2023

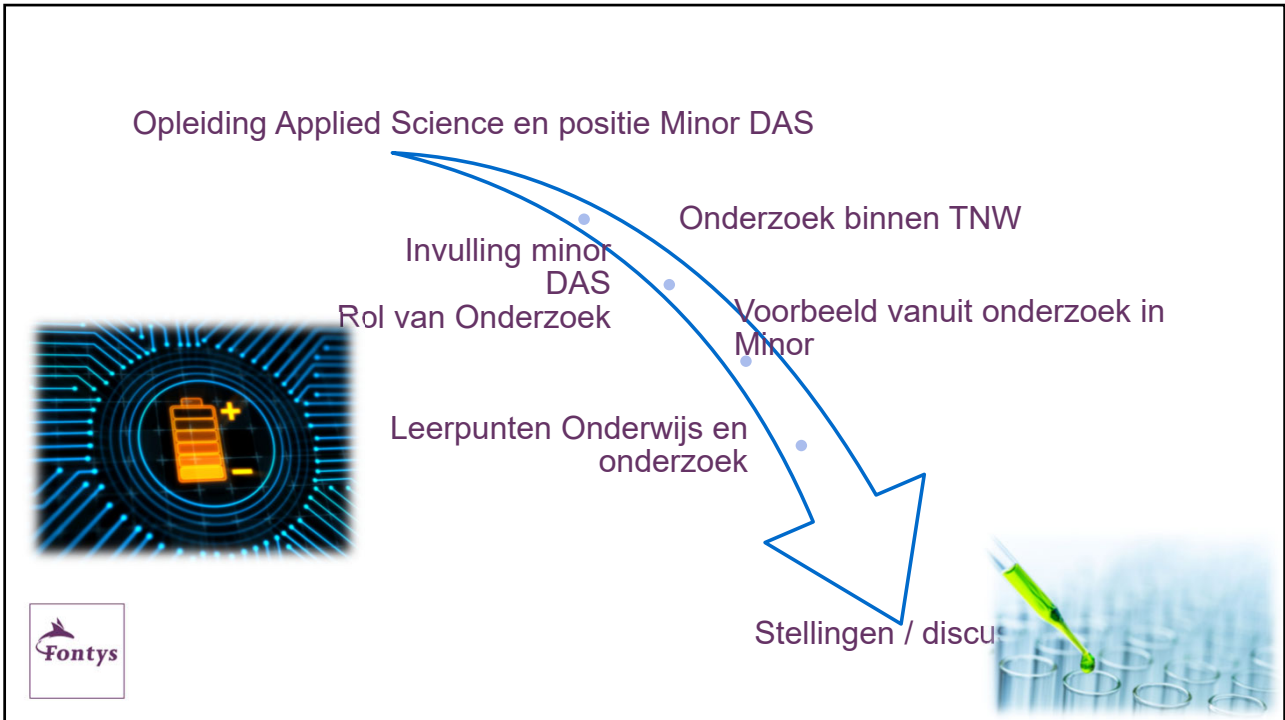
1

## Opleiding Applied Science

- Brede opleiding in het vakgebied van met gemeenschappelijke propedeuse, daarna profilering naar:
  - Life Science
  - Chemie
  - Chemische Technologie
- Competentie gestuurd onderwijs
  - student kan hierin zich profileren in competentieniveau's (binnen grenzen) kiezen, wordt individueel hierop beoordeeld in competentie-examen



2



3

## Minor Disciplines Applied Science

- Gericht op versterken competenties:
  - Onderzoeken
  - Experimenteren
  - Ontwerpen
- Looptijd 3 lesperiodes (3x 10 EC)
  - Drie onderzoeken aangestuurd door experts (docenten) vanuit onderzoeksgroepen
  - Individueel of per koppel
  - Student kiest onderzoek op basis van aanbod

2 <sup>e</sup> jaar	3 <sup>e</sup> jaar	4 <sup>e</sup> jaar
Cursorisch onderwijs	Stage	Minor
Project onderwijs		Vrije invulling
		Afstuderen

↓

2 <sup>e</sup> jaar	3 <sup>e</sup> jaar	4 <sup>e</sup> jaar
Cursorisch onderwijs	Stage	Minor DAS
Project onderwijs		Vrije invulling
		Afstuderen

4

## Minor Disciplines Applied Science



- Vier keer per jaar startmoment
- Looptijd van 10 weken
- Ca. 60 – 80 studenten per ronde
- 30 - 40 onderzoeksopdrachten
- Begeleiding door experts per onderzoek voor ca 15 uur pp. onderwijsbijdrage
  - Wekelijks overleg met feedback op onderzoek en rapportages
  - Beoordeling eindrapportage en conferentie

5

## Organisatie Onderzoek

- Lectoraat Applied Natural Sciences
  - Thin Films & Functional materials
  - Life Sciences
  - Energy for the Future
  - Polymers
  - Detection & Measurement
- Onderzoeksgroepen (aanvullend)
  - Sustainable Process Technology (w/o Food Technology)
  - Molecular Analytics
- Bronnen Onderzoeksthema's
  - Subsidietrajecten RAAK, Groiefonds, Interreg .....
  - Directe samenwerking met bedrijven
  - Eigen inbreng vanuit opleiding



6

## Voorbeelden onderzoek in Minor

### Onderzoeksthema:

Biosensor ontwikkeling voor het continu monitoren van bijvoorbeeld patiënten in het ziekenhuis of industriële processen in de voedselindustrie.

### Korte omschrijving van het onderzoek:

De Molecular Biosensing group (MBx) van de Technische Universiteit Eindhoven heeft in samenwerking met de start up Helia Biomonitoring een sensor techniek ontwikkeld om continu biomarkers te detecteren in verschillende vloeistoffen, zoals bloed of melk. Deze sensor techniek heet

Biosensing by Particle Mobility (BPM) en is voor meerdere toepassingen interessant, zoals de gezondheidszorg, de voedselindustrie en het milieu. De onderzoeksgroep is onder andere

geïnteresseerd in het testen van verschillende soorten deeltjes die gebruikt worden in deze techniek, het testen van matrix effecten voor een specifieke assay en het screenen van binder dichtheden voor het ontwikkelen van een nieuwe assay voor een nieuwe biomarker.



### Onderzoeksthema:

Biogas is een van de alternatieven voor fossiele brandstoffen, en is een stap in de richting die gaat bijdragen aan de komende energietransitie.

### Korte omschrijving van het onderzoek:

Het voordeel van biogas is dat de grondstof bestaat uit afvalproducten, wat bijdraagt aan een circulaire economie. Daarnaast wordt het economisch steeds aantrekkelijker vanwege de stijgende gasprijzen. Dit onderzoek doen we momenteel samen met het FECT en het bedrijf Ecoson (Rendac), en is gestart met een literatuuronderzoek en een eerste ontwerp voor een opstelling.

Realiseren van een eerste opstelling, bekijken of digestaat van Ecoson nog verder vergist kan worden met hun micro-organismen, maken en sluiten van de materiaalbalansen. Onderzoek waar de grenzen van deze technologie liggen wat betreft biogasproductie of eventueel produceren van grondstoffen of andere toepassingen.



7



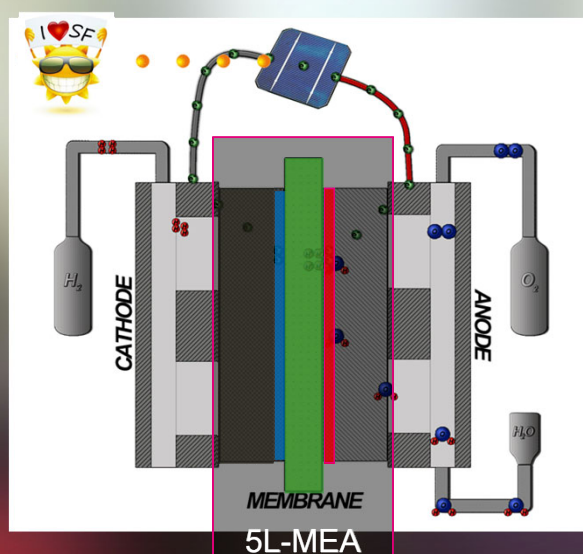
## ALMA & Minor DAS

Affordable electrodes and

eLectrode/Membrane

Assemblies...for the production of green hydrogen

Peter Thüne  
DAS conferentie 23-03-2023



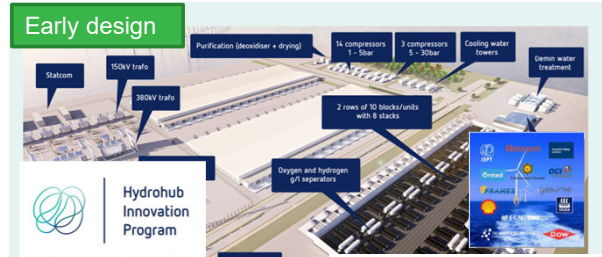
8



# Water electrolysis plants: pilots and ambitions



10 MW PEM 2020 <https://refhyne.eu/construction-progressing-at-the-refhyne-site/>



1 GW LA 2022

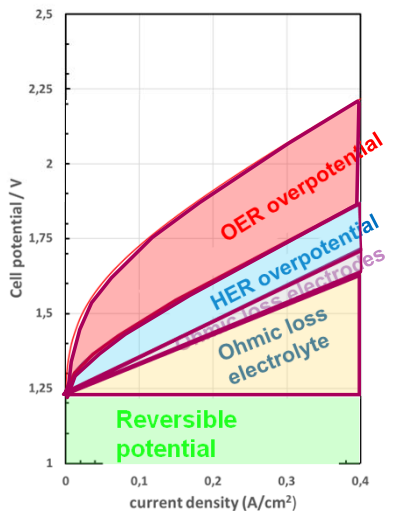
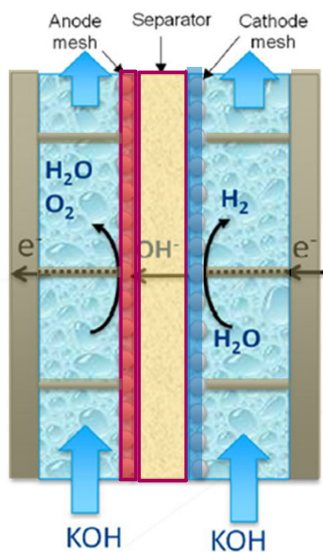
ISPT-public-report-gigawatt-green-hydrogen-plant.pdf



We need ca 100 GW of water electrolyzers in Europe by 2030  
 “Accelerate Hydrogen” newsletter; March 2023

9

## Liquid alkaline electrolysis in nutshell

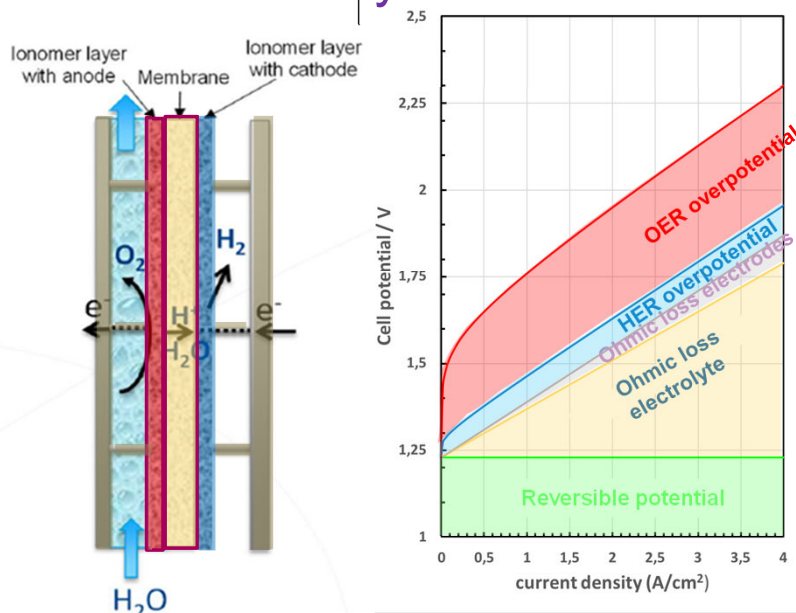


Cell voltage 2V  $\approx$  70% EE  
 Current density  $\approx$  2,5 kA/m<sup>2</sup>

- Ohmic loss in electrolyte
- OER overpotential

10

## PEM electrolysis in a nutshell



1.5 MW PEM (310 Nm<sup>3</sup>/h)



Cell voltage 2V  $\approx$  75% EE  
Current density  $\approx$  25 kA/m<sup>2</sup>

- Ohmic loss in electrolyte
- OER overpotential

11

## Mission Raak-Pro ALMA:

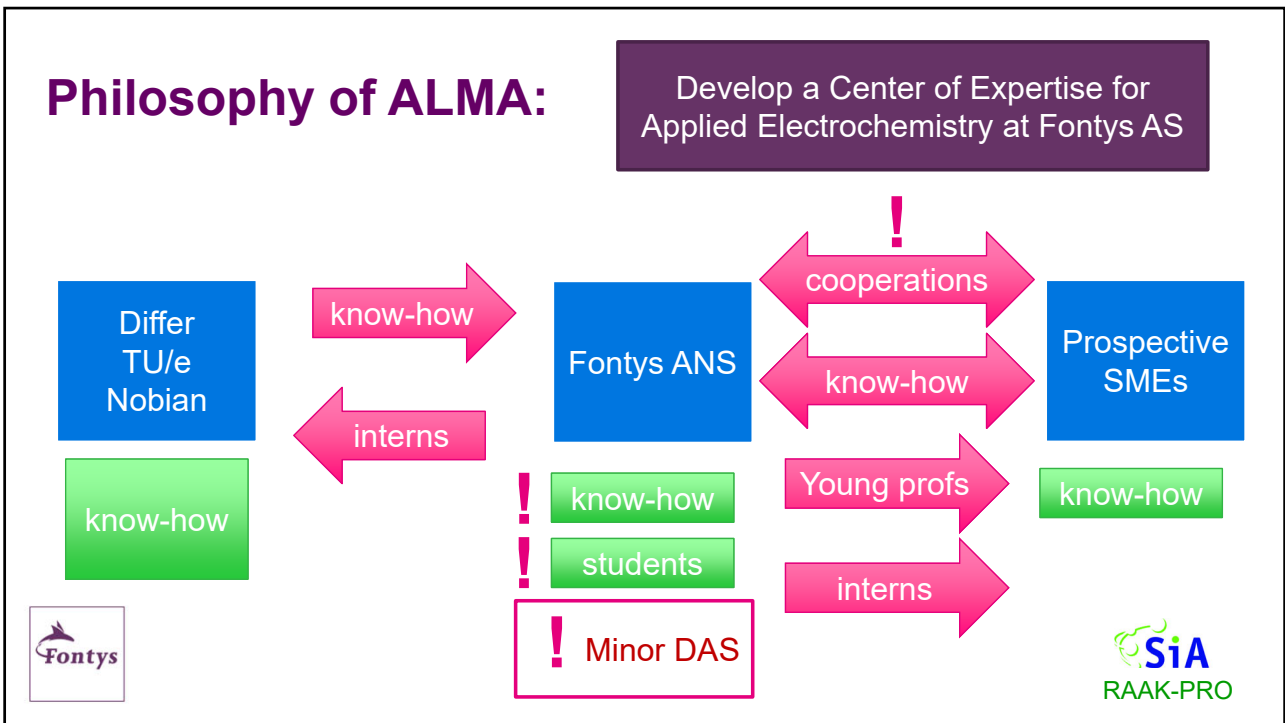


Create knowhow regarding applied electrochemistry  
i.e. the production of **cheap, stable and efficient electrodes** for water electrolysis. **Minimize use of critical materials** (e.g. noble metals)

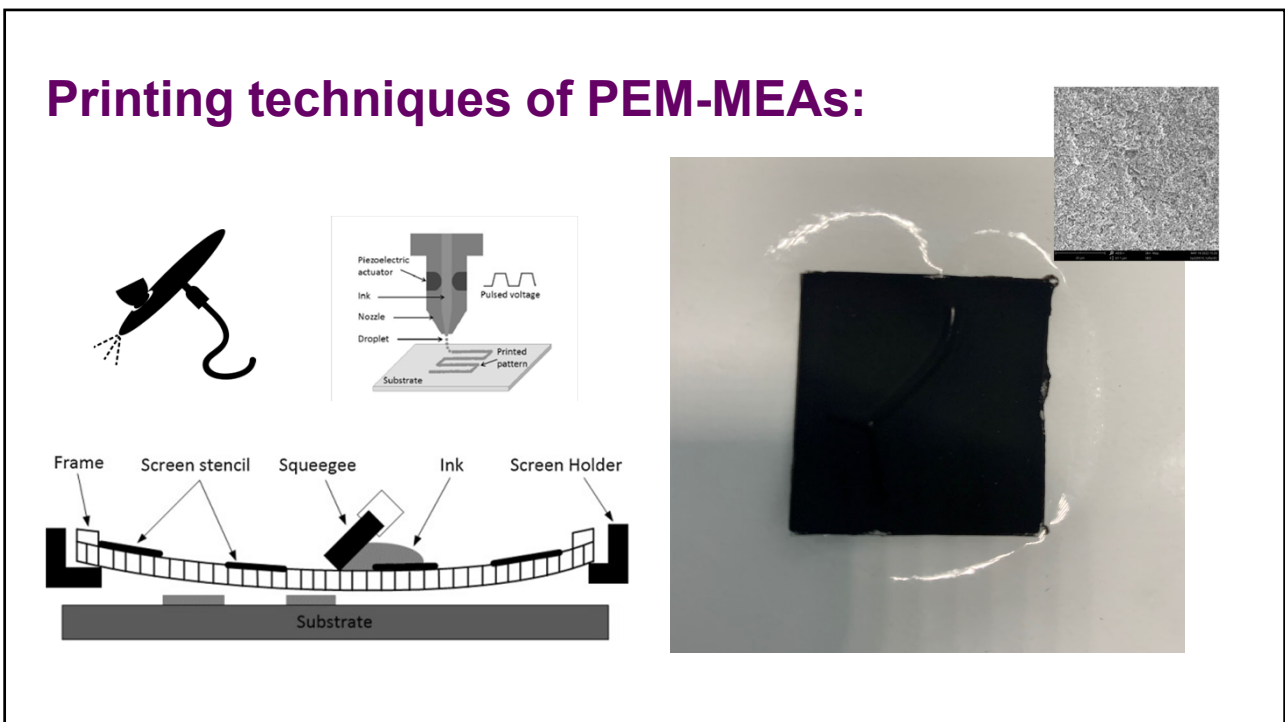
- Explore and optimize **fabrication protocols** of electrodes and MEAs
- Develop **EC testing protocols** to access activity and stability of the electrolyser electrodes and MEAs



12



13

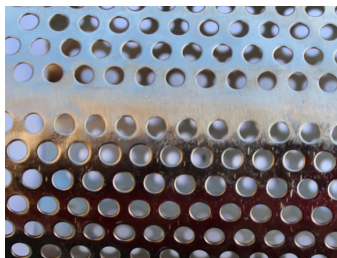


14

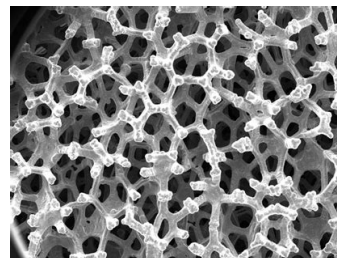
## Optimise chemistry and morphology of LAWE catalyst electrode



woven grid



perforated plate

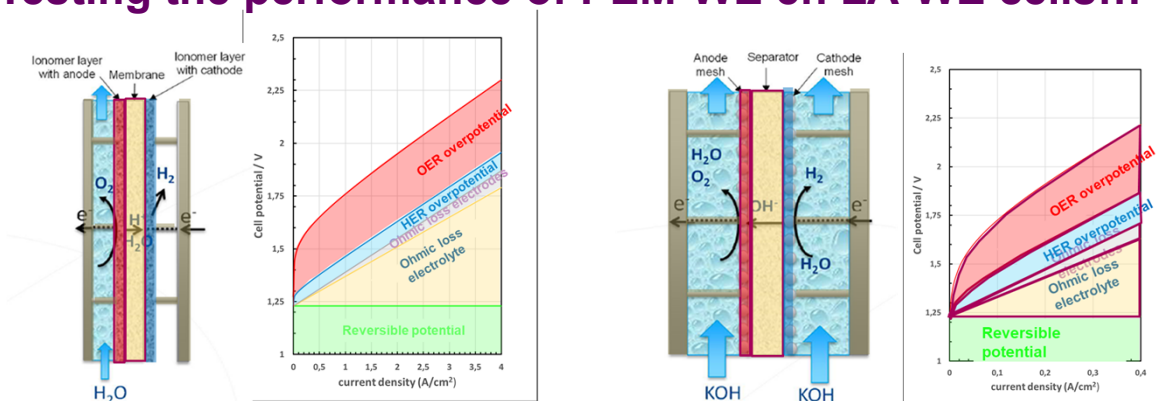


foam



15

## Testing the performance of PEM-WE en LA-WE cells...

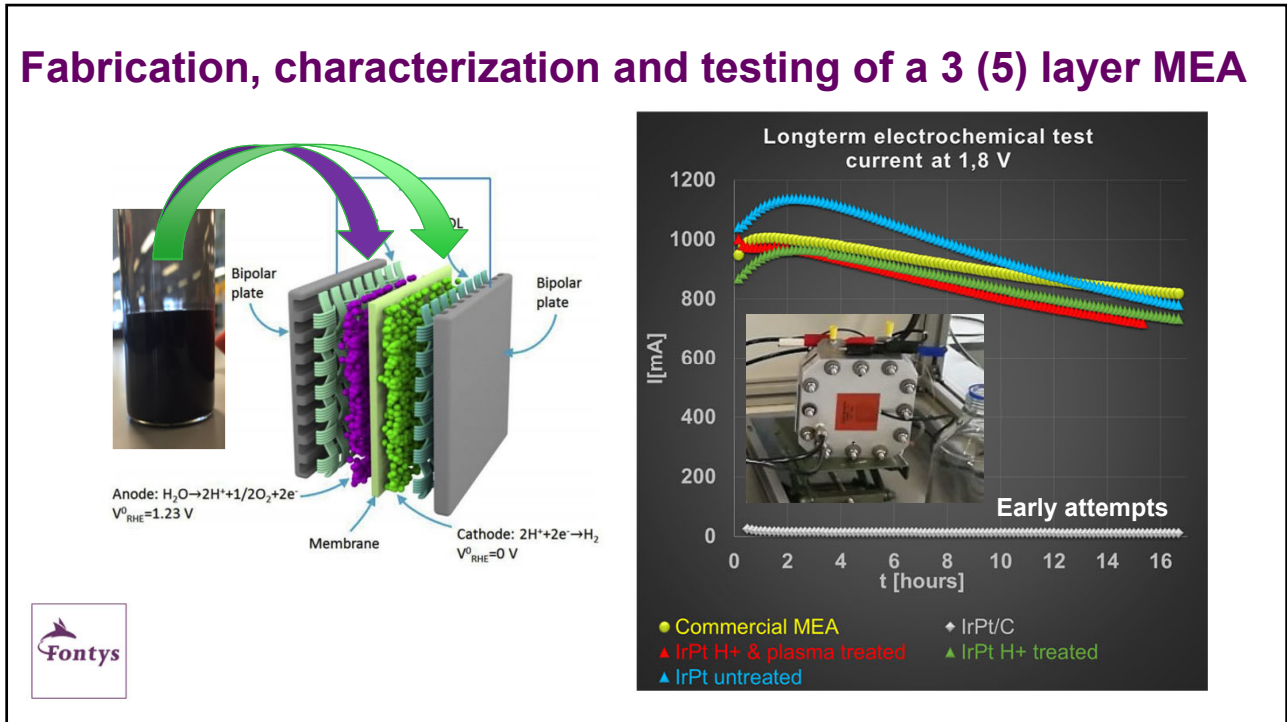


$$E_{Cell} = E_{Rev} + |\eta_C| + |\eta_A| + (IR)_C + (IR)_A + (IR)_m$$

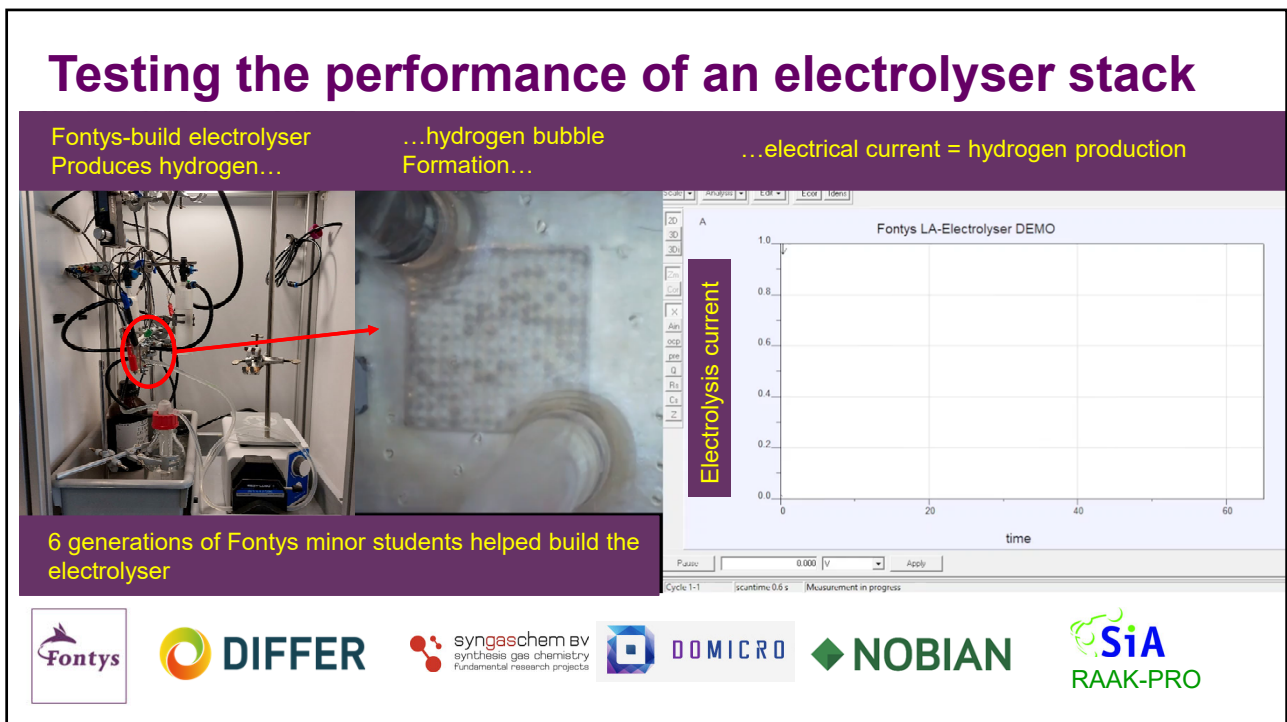
...Separating the contribution of each cell component in order to optimize performance

16





17



18

## Research @ ALMA is done by students

Work packages	
WP1	Preliminary testing of candidate electrocatalysts
WP2	Material Characterization: SEM, TEM, XPS ...
WP3	Ink Formulation
WP4	Fabrication of Electrode, MEAs for electrolysis in solid state electrolyte (SSE)
WP5	Fabrication of electrodes for electrolysis in liquid electrolyte (LE)
WP6	Electrode and MEA testing in LE and SSE electrolyser

- 21 students completed internships or graduation projects involving all project partners (1 student 800 h or 1200 h)
- 21 minor projects were completed mainly at Fontys-ANS (1-2 students each 280 h)
- 6 Fontys teachers/researchers are involved in the project



19

## Overview Das Projects

**D2**

**DASE4F**

Home page  
Class Notebook

**Channels**

General

- E4F034 3d-printed LA elektrolysecel
- E4F035 CO2 elektroreductie (Mierenzuur en CO)
- E4F036 katalytische hydrogenering van glucose
- E4F037 screen printed MEAs 4 water electrolysis**
- E4F038 - Tests van Nikkel elektrodes in LA
- E4F039 - CO2 elektroreductie naar CO
- E4F040 screen printed MEAs 4 PEMWE
- E4F041 CO2ER 4 AS1
- E4F042 CO2 elektroreductie naar CO @ ANS
- E4F043 - OER in LAWE
- E4F044 - screen printed MEAs 4 PEM electrolysis

+ New Upload Edit in grid view Share Copy link Sync Download

**E4F037 screen printed MEAs 4 water electrolysis > Oplevermap**

Name	Modified	Modified By
Beoordelingsformulieren	July 11, 2022	Velzen,Sander S. van
EC data verwerking en ruwe EC data E4F037	July 11, 2022	Velzen,Sander S. van
Handleiding+template EC data verwerking	July 11, 2022	Velzen,Sander S. van
<b>Presentaties</b>	July 11, 2022	Velzen,Sander S. van
Sleutelbronnen	July 11, 2022	Velzen,Sander S. van
Urenregistratie	July 11, 2022	Velzen,Sander S. van
Werkplannen	July 11, 2022	Velzen,Sander S. van
Abstract E4F037.docx	June 21, 2022	Velzen,Sander S. van
Exploded View Electrolyser E4F037.pptx	July 7, 2022	Velzen,Sander S. van
labjournal E4F037.xlsx		

**Transparent and accountable !!!**

20

## DAS Groupmeetings / Planning

Datum	Activiteit / deadline	opmerkingen
13 februari	<ul style="list-style-type: none"> <li>Groene waterstof en de energietransitie</li> </ul>	HW: kijk na "lesmateriaal" HW: <b>beoordelingsformulier</b> invullen zvm
27 februari	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Uitleg opdracht, project definitie en PVA</b></li> </ul>	5 slides(10 minuten) <b>Bespreek concept abstract</b> met begeleider
20 maart	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Tussenpresentatie</b></li> <li>Tussenbeoordeling /feedback</li> <li>Tussenfeedback van begeleider</li> </ul>	5 slides <b>Inleveren tussenproducten</b> Inleveren abstract DAS-conf. <b>Beoordelingsformulier verder invullen inclusief cijfer</b>
10 april	<ul style="list-style-type: none"> <li>Groep feedback</li> <li><b>Inleveren concept eindproducten</b></li> <li><b>Feedback Conceptposter</b></li> </ul>	5 – 10 slides (10- 15 minuten) presentatie Bespreek <b>conceptposter op tijd</b> met begeleider
11 april	<ul style="list-style-type: none"> <li>DAS conferentie (smiddags)</li> </ul>	Posterpresentatie (landscape)
17april	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Interne oplevering Das projecten</b></li> <li>Presentaties Stagiairs</li> </ul>	DAS projecten en E4F interns
17april	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>inlevering finale versie opleverproducten</b></li> <li>Eindbeoordeling</li> </ul>	Verslag in powerpointvorm Presentaties, Poster Onderlegger



21

## Moederpresentatie = Report in Powerpoint

The screenshot shows a PowerPoint presentation with the following structure:

- Introduction:** Slides 4, 5, and 6. Slide 4 is the title slide. Slide 5 discusses the project's goals and objectives. Slide 6 outlines the research plan.
- Theoretical background:** Slides 7, 8, 9, and 10. Slide 7 covers the theoretical background of PEM electrolysis. Slide 8 shows a schematic of a PEM electrolyser. Slide 9 discusses the characteristics of the electrolyser. Slide 10 shows a graph of current density vs. voltage.
- Components in the PEM electrolyser:** Slides 11, 12, 13, 14, 15, and 16. Slide 11 lists the components of the PEM electrolyser. Slide 12 shows a schematic of the PEM electrolyser. Slide 13 discusses the proton exchange membrane (PEM). Slide 14 discusses the catalyst. Slide 15 discusses the bipolar plates. Slide 16 shows a schematic of the PEM electrolyser.
- Materials and method:** Slides 17, 18, 19, and 20. Slide 17 discusses the materials used. Slide 18 discusses the method used. Slide 19 shows a schematic of the PEM electrolyser. Slide 20 shows a schematic of the PEM electrolyser.

22

## Project report and supporting information

### Moederpresentatie = Verslag in powerpointvorm

- Eindpresentatie
- Poster DAS conferentie
- Abstract DAS conferentie

### Onderlegger

- Werkplannen
- Plan van aanpak experimenten
- Labjournaal (xls)
- Data (raw en xls)
- Berekeningen / overzicht experimenten (xls)
- Sleutelbronnen als download (pdf)

### Projectmanagment

- Urenverantwoording 280 uur
- Beoordelingsformulier

Transparent and accountable !!!



23

## How to combine a subsidized research in a new research field with Minor DAS student projects

- How to create synergy between research and teaching
- Start up of the research group with part time researchers
- How to organize research with very inexperienced students within the Minor DAS framework
  - Organize teams for workpackages
  - Develop group culture, knowledge exchange, discussions,
  - Organize dokumentation, knowledge transfer and project continuation
  - Facilitate learning experience for the students



24

## Start up of the research group with part time researchers

- Electrochemistry is terrifying – only few brave teachers/researchers dare to step out of their comfort zone
- Minimal 0.2 FTE commitment for each teachers/researchers
- Start into the field by coaching interns at expert groups
- Make time for some hands-on experience in the lab
- Organize at least ½ day per week as research group day – you need a room and make sure everybody is free from teaching obligations.



25

## How to create synergy between subsidized research and teaching

- Many extra hours guidance and meaningful student coach interaction
  - 20 hours per student couple via Fontys as teaching commitment
  - 2 \* 30 hours extra via ALMA project
- Very realistic research experience
- Real challenge - real progress
- One teacher plays the role of very invested client
- One teacher acts as very supportive and experienced colleague
- Rest of the group plays the role of interested discussion partners

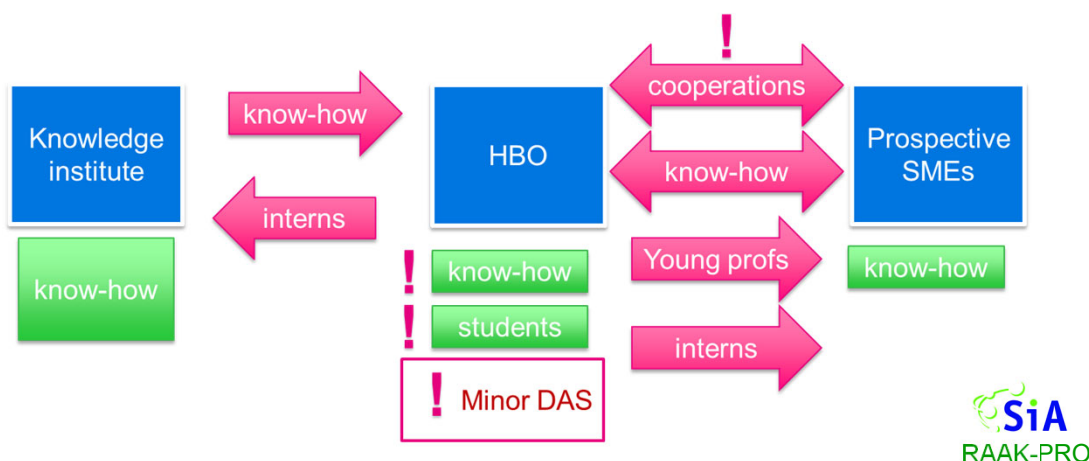


26



Large and long-term research projects can help HBO

- Gain new knowledge base in emerging fields
- Transfer this knowledge to the students



27



## The RAAK.PRO03.122 - ALMA team



Michail Tsampas  
Marek Lavorenti



Yvonne van Lith  
Karel Planken  
Willem Oerlemans  
Jolien Hermans  
Peter Thüne  
Albert Jansen van Rosendaal



Foteini Sapountzi  
Hans Fredriksson



Marcel Grooten  
Lars Wienholts



Thijs de Groot  
Rodrigo Barros



Bart Smulders; Berend Kuiper; Daan Zuur; Gradie Ven; Isabel van den Heuvel; Jasper van Soolingen; Jens Groenen; Jochem vd Sande; Kees Buijter; Keren Kooiman; Lieke Koppens; Martijn Jonker; Paul Tils; Renate Langeler; Rene Linders; Rob Willems; Sander van Velzen; Sjoerd Klomp; Stijn Algae; Tom Vroomen; Toon Peeters; Vlad Marchenkow; Boj Kemper; Mike Jansen; Jasper Soolingen; Veerle Dijke; Sven Havermans

28

## Leerpunten / knelpunten

- **Onderwijs**
  - Onderzoeksprojecten bieden studenten goede indruk van werkveld
  - Student leert in beroepscontext onderzoek doen
  - Goede voorbereiding op afstuderen
  
  - Student moet al behoorlijk zelfstandig kunnen werken
  - Begeleiding vraagt veel inzet van grote groep docenten (is ook pluspunt ivm professionalisering) en kan vanuit onderzoek (deels) worden bekostigd
- **Onderzoek**
  - Realistisch onderzoeksopdrachten
  - Studenten zien meerwaarde van onderzoek in praktijk
  - Bijdrage van studenten is essentieel voor uitvoering onderzoek
  - Inhoudelijke betrokkenheid van docenten en externe partijen
  
  - Organisatie rond onderzoek en Onderwijs moet gestroomlijnd zijn

