

### Projektpartner



### Idee

- Hybride Materialien sind neuartige Verbundwerkstoffe
  - neue besondere Eigenschaften
  - Potential für neue Produkte.
- Projektkonsortium: erweiterbarer Kompetenz-Nucleus mit den notwendigen wissenschaftlichen Disziplinen zum kooperativen Kompetenzaufbau.
- Das Pilotprojekt soll Kompetenz- und Forschungsinfrastrukturaufbau implementieren, u.a. am Beispiel „Biogene Filamente für den 3D-Druck“.
- Ergebnisse unterliegen keiner Nutzungsbeschränkung unterliegen.
- Eine gekoppelte Bedarfserhebung bei Unternehmen fließt in die Weiterentwicklung der Technologie- und Forschungsplattform ein.

### Ziele

- **Aufbau einer grenzüberschreitenden Plattform für die Herstellung und Verarbeitung hybrider Materialien,**
- Bearbeitung und Lösung komplexer und interdisziplinären Fragestellungen im Bereich hybrider Materialien.
- Regionalen Unternehmen wird für Innovationen eine Wissensbasis zur Verfügung gestellt.

### Projektpartner



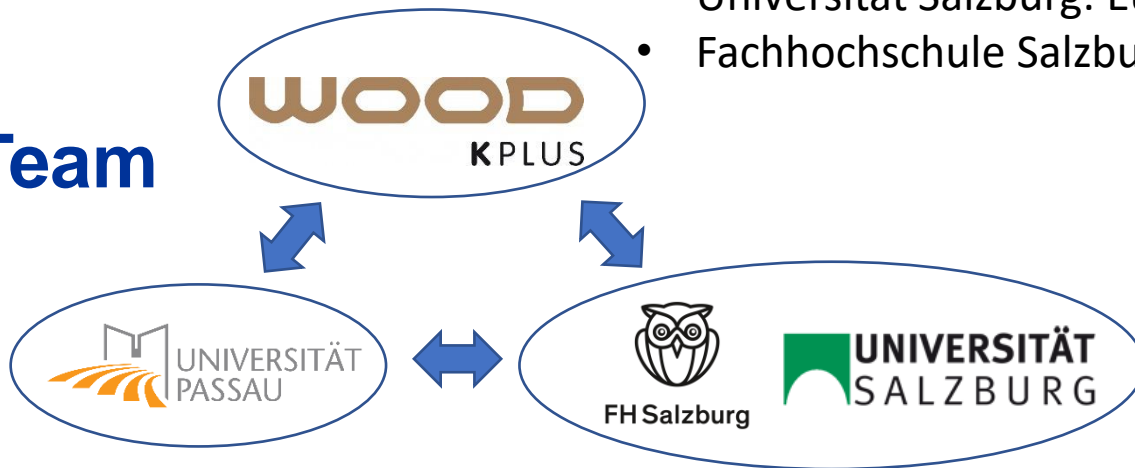
### Projektdauer

- 1.1.2016 – 31.12.2018
- EFRE-Fördervertrag 21.7.2016
- Genehmigte Projektverlängerung bis 31.12.2019

### Projektbudget

- **Gesamt: Euro 1 483 T€**
  - WOOD KPLUS: Euro 817 T€
  - Universität Passau: Euro 295 T€
  - Universität Salzburg: Euro 207 T€
  - Fachhochschule Salzburg: Euro 164 T€

### Team



### Nutzen

- Materialaustausch
- Erfahrungsaustausch
- Dissertationen
- Seit 2019 Salzburg Center for Smart Materials

## Prozesstechnik

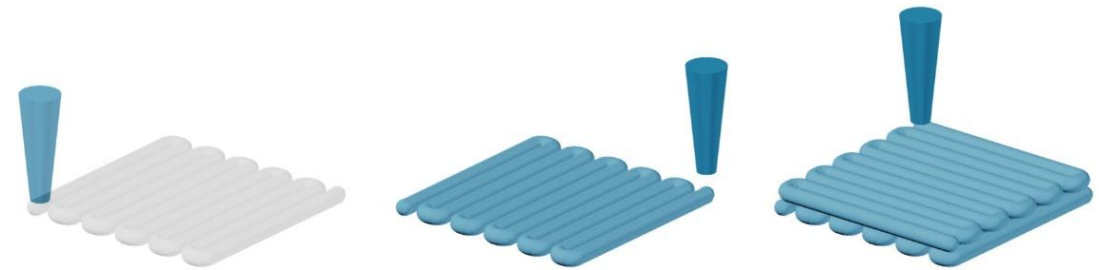


### 3D-Druck

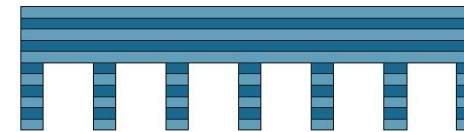
- CAD-System
- Ansteuerung des Druckers

### Verzugskompensation

- Verbesserung der Maßhaltigkeit
- Untersuchung von Standard-Objekten
- Kompensation des Verzugs



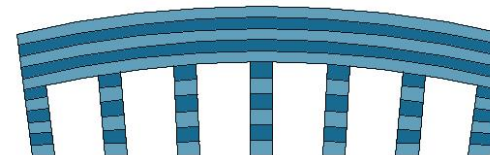
CAD-Bauteil



Ausdruck mit Verzug



Verzugskompensation



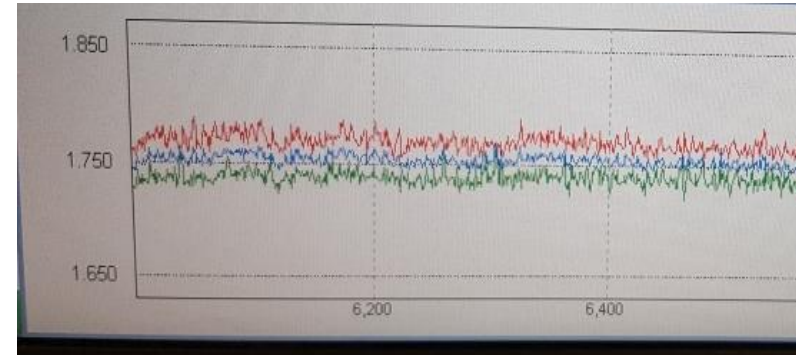
Ausdruck ohne Verzug



# Materialentwicklung / Prozessanpassung

## Materialentwicklung

- Rohstoffdefinition
- Compoundierung
- Filament-Herstellung und Anlagenanpassung



## 3D FFF Druck

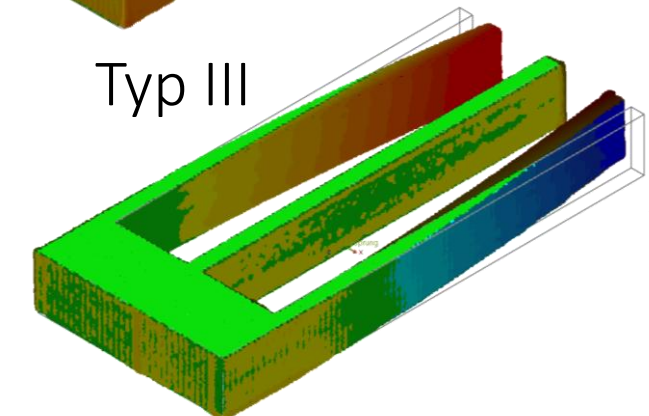
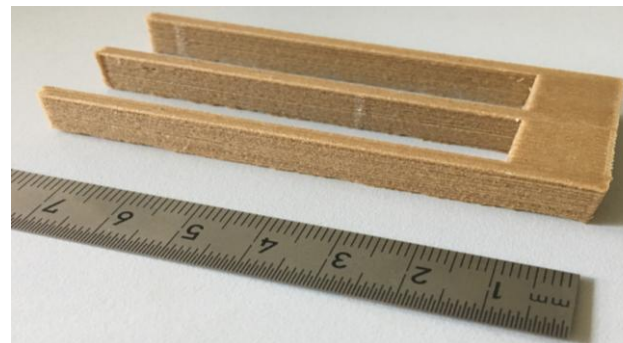
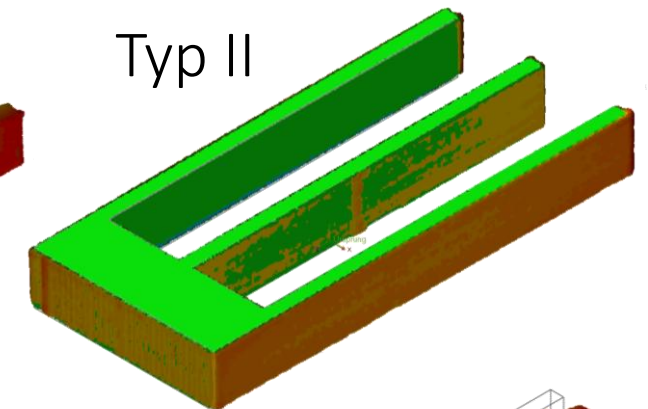
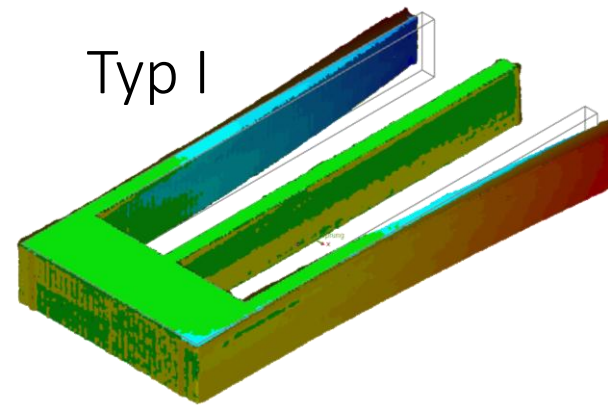
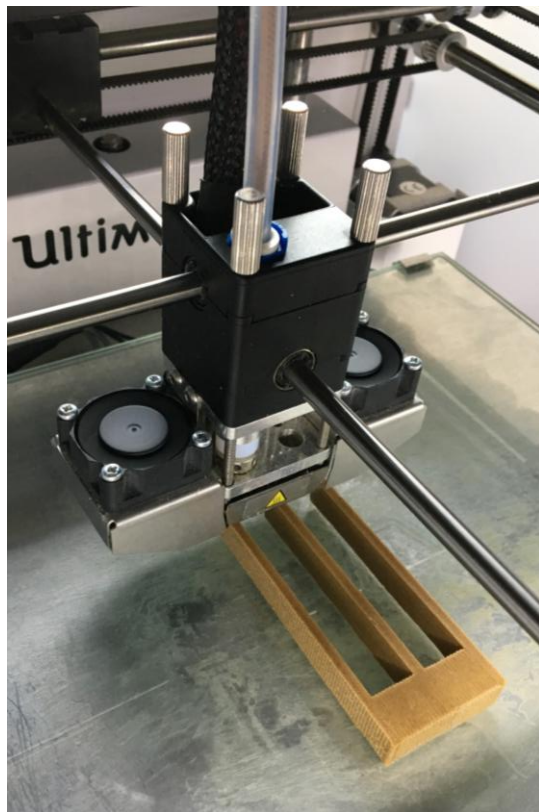
- Prozessparameter je Formulierung
- Maßhaltigkeitsüberprüfung mit 3D Scanner
- Druckeranpassung und Realisierung 3D FFF Druck





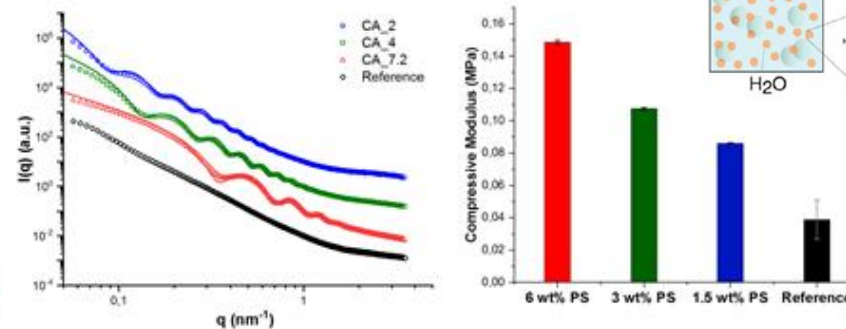
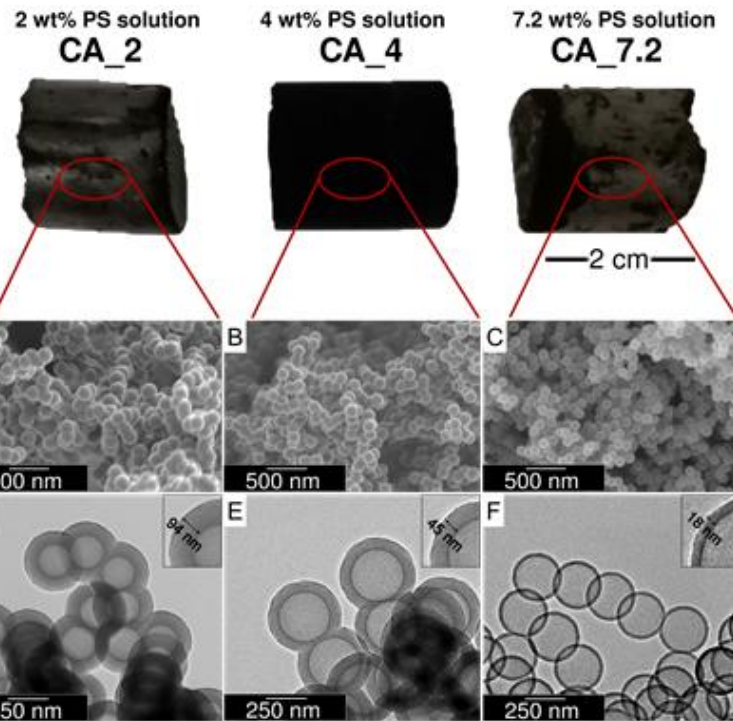
# Feuchteinduzierte Formänderung (4D-Druck)

Auswirkungen verschiedener Druckrichtungen auf das Verformungsverhalten



## Entwicklung von **Carbon Spherogels**:

diese sind eine Variante von monolithischen Kohlenstoff-Aerogelen, die nur aus Nanohohlkugeln aufgebaut sind, mit einer sehr hohen Homogenität und mit einem mechanisch reversibel komprimierbaren Verhalten.



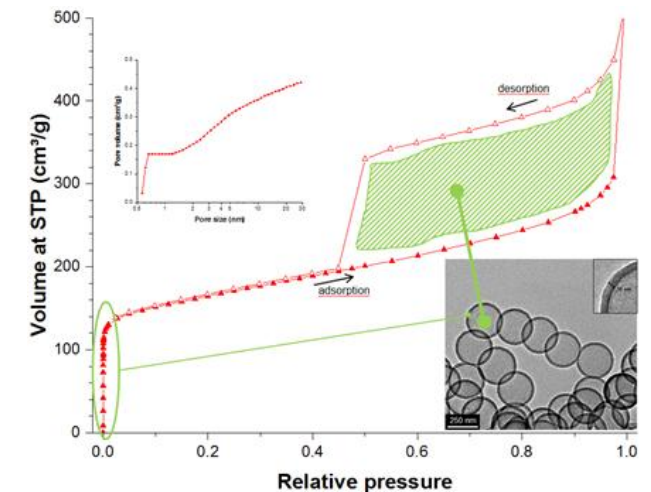
**Fig. 2.** SAXS curves of CA\_2, CA\_4, CA\_7.2, and reference (0 wt% PS solution). The curves are vertically shifted for better visibility; Bar chart illustrating the compressive moduli of spherogel monoliths with decreasing sol PS concentrations (CA\_6: 6 wt% PS; CA\_3: 3 wt% PS; CA\_1.5: 1.5 wt% PS) and pristine reference sample (black)

Sample	SSA (QSDFT) (m <sup>2</sup> /g)	Inner diameter* (TEM) (nm)	Wall thickness* (TEM) (nm)	Wall thickness (SAXS) (nm)	Micropore diameter (SAXS) (nm)	Specific pore volume** (QSDFT) (cm <sup>3</sup> /g)	Micropore volume*** (QSDFT) (cm <sup>3</sup> /g)	$\rho_{bulk}$ (g/cm <sup>3</sup> )
Reference	584	-	-	-	-	0.44	0.17	0.06±0.01
CA_2	612	196±3	94±2	78±0.3	0.76±0.02	0.21	0.18	0.06±0.01
CA_4	667	200±5	45±1	48±0.9	0.78±0.04	0.26	0.19	0.06±0.01
CA_7.2	680	202±3	18±1	18±0.6	0.72±0.06	0.43	0.20	0.06±0.01

\*Determination of the inner diameter and wall thickness by evaluation of transmission electron micrographs of 15 spheres; \*\* <30 nm; \*\*\* <2 nm



*Salihovic et al. Carbon 2019, 153, 189*



**Fig. 1.** Scanning electron micrographs (A,B,C) and corresponding transmission electron micrographs (D,E,F) of polystyrene-templated carbon spherogels with 2 wt% (CA\_2), 4 wt% (CA\_4), and 7.2 wt% PS solution (CA\_7.2) as the templating agent.



**Projektpartner**



**Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

## Prozesstechnik



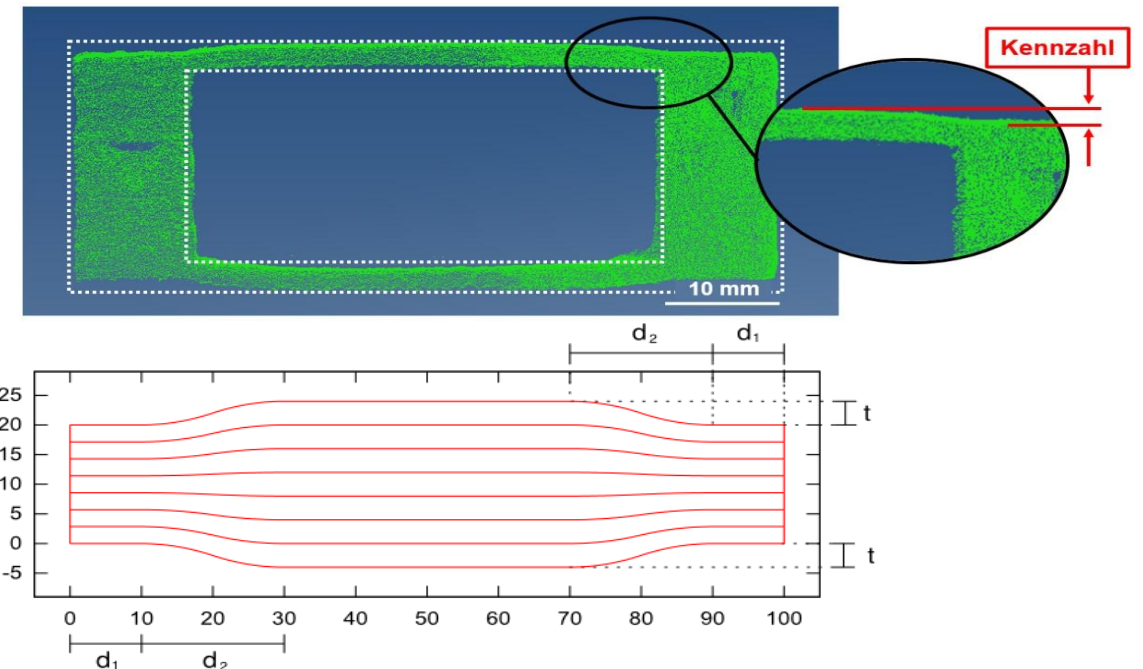
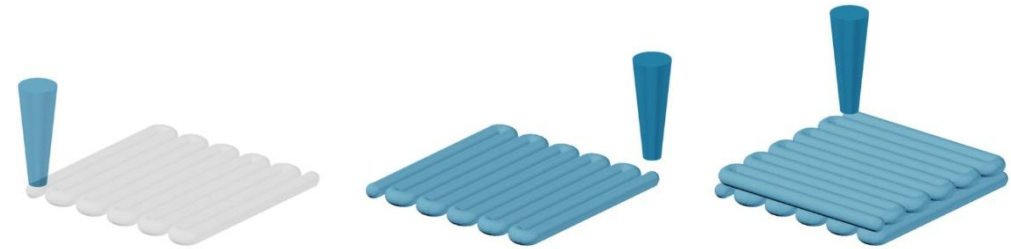
### 3D-Druck

- CAD-System
- Ansteuerung des Druckers

### Verzugskompensation

- Verbesserung der Maßhaltigkeit
- Untersuchung von Standard-Objekten
- Kompensation des Verzugs

## TFP-HyMat (AB97) Technologie und Forschungsplattform “Hybrid Materials”

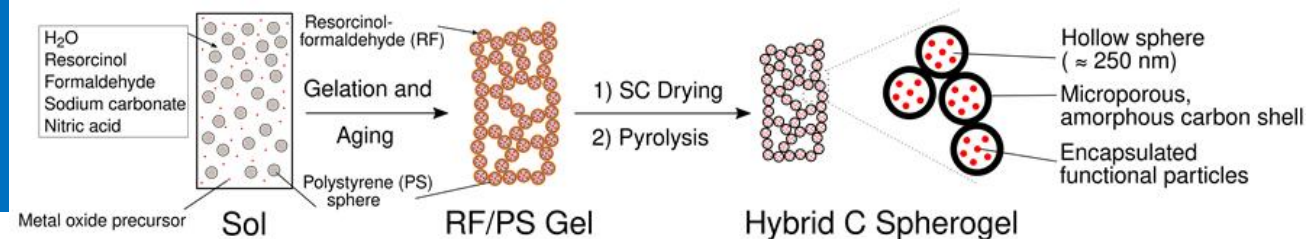




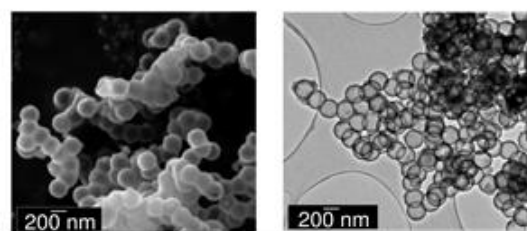
## Development of

## Hybrid Carbon Spherogels:

monolithic carbon aerogels, solely composed out of hollow spheres, filled with an additive, functional (inorganic) component

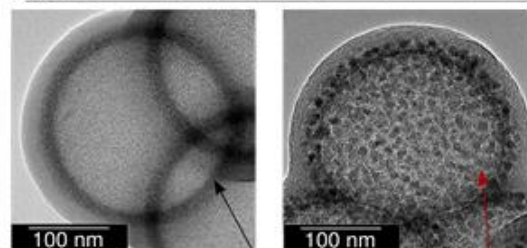


### Carbon/Titania Spherogels



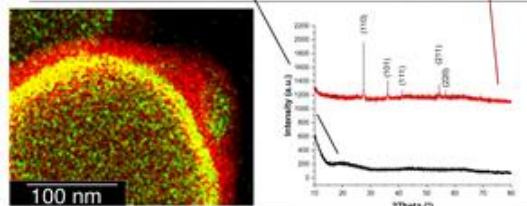
Left side: SEM image, right side TEM image of a hybrid carbon/titania (25 wt%  $\text{TiO}_2$ ) spherogel, carbonization temperature 800 °C (PS templating spheres 250 nm)

TEM images at different magnifications of a hybrid carbon/maghemite spherogel, the right image shows carbon/maghemite spheres embedded in a carbon aerogel network



TEM image of a hybrid carbon/titania spherogel; left side: 800 °C carbonization temperature, right side 1300 °C carbonization temperature, showing the formation of rutile/anatase crystallites (size: 50/25 nm)

STEM EDX images of a carbon/maghemite carbon sphere, characterizing elements carbon, iron and oxygen



Left side: STEM EDX image of a carbon/titania sphere; green: titanium, red: carbon; yellow color due to overlap of green and red. Right side: XRD analysis identifying the rutile crystal structure after annealing at 1300 °C/Ar.

Images showing a carbon/maghemite monolith being lifted by a magnet

### Carbon/Maghemite Spherogels

