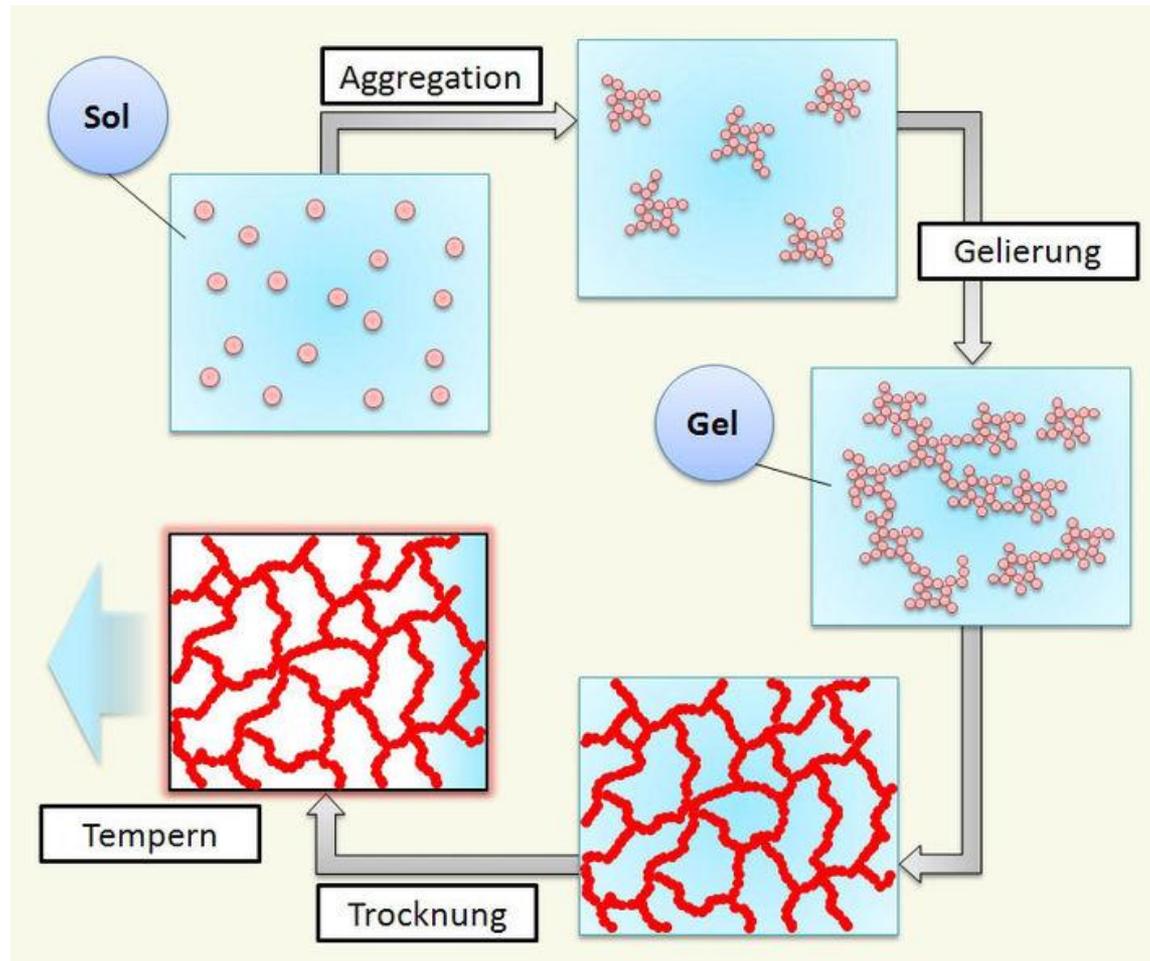


Kolloidale Methoden

Sol-Gel Deposition

- Herstellung nichtmetallischer anorganischer oder hybridpolymerer Materialien aus kolloidalen Dispersionen (Sole)
- Erzeugung von Pulver, Fasern, Schichten, Xerogeale oder Aerogeale
- Solpartikel im Nanometerbereich > Teil der chemischen Nanotechnologiescience

Prinzip des Sol-Gel-Verfahrens



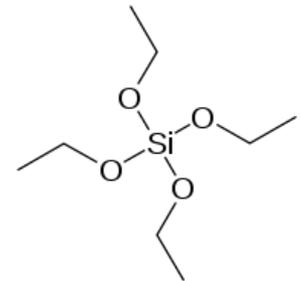
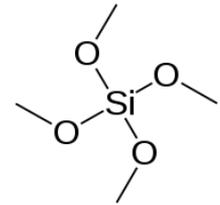
Ausgangsstoffe - Precursors

- metal alkoxides and metal chlorides

- **Silicium:**

- Tetramethylorthosilicat (TMOS)
- Tetraethylorthosilicat (TEOS)
- Tetrakispropylorthosilicat (TPOT)

- **Aluminium:** Aluminium-(2-propylat), Aluminium-(2-butylat)
- **Zirkon:** Zirkonpropylat
- **Titan:** Titanethylat, Titan-(2-propylat)



Grundreaktionen - Hydrolyse

Die Hydrolyse von Precursor-Molekülen und die Kondensation zwischen dabei entstehenden reaktiven Spezies, sind die wesentlichen Grundreaktionen des Sol-Gel-Prozesses.

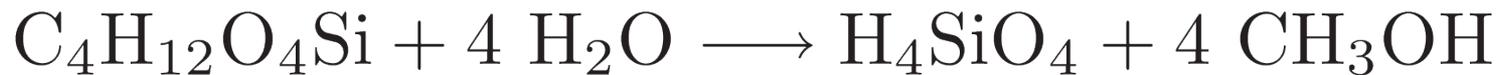
Aus Metallalkoholaten und Wasser entstehen unter Abspaltung von Alkoholmolekülen MOH-Gruppen.



Beispiel:

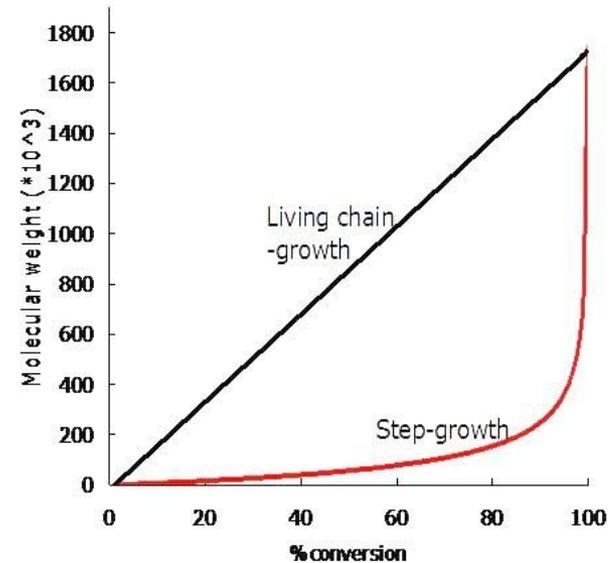
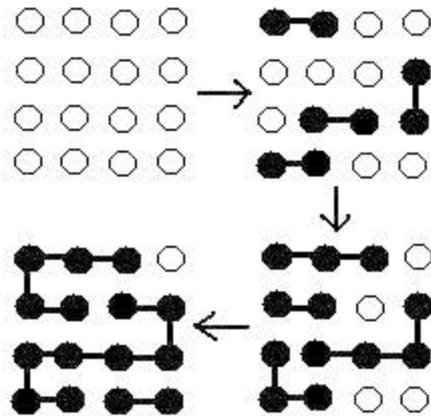
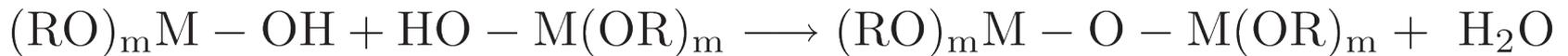
Kieselsäuretetramethylester (TMOS)

Orthokieselsäure und Methanol

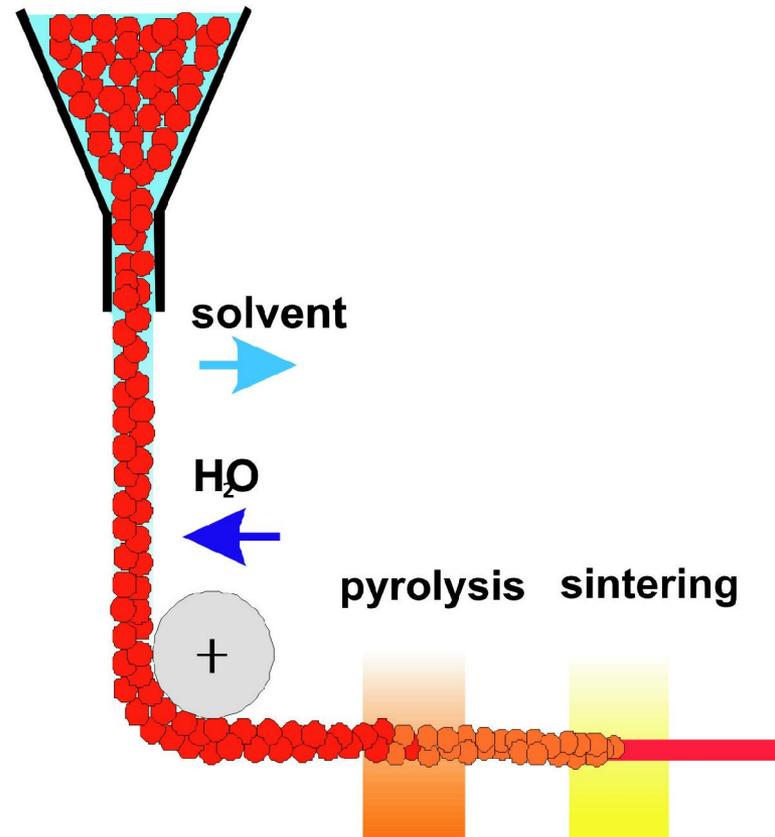
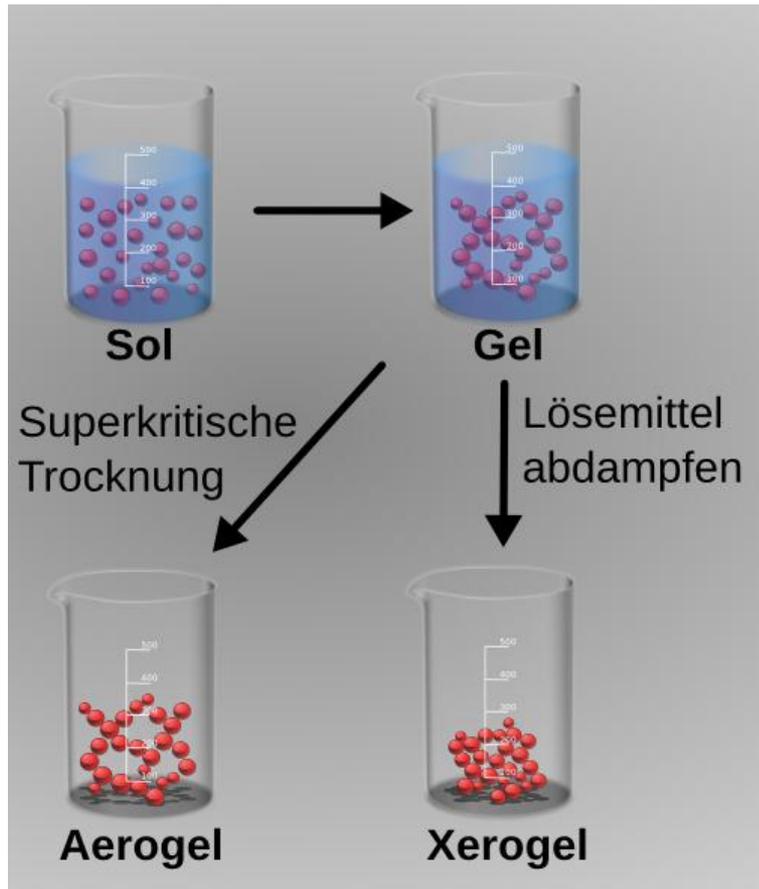


Grundreaktionen - Kondensation

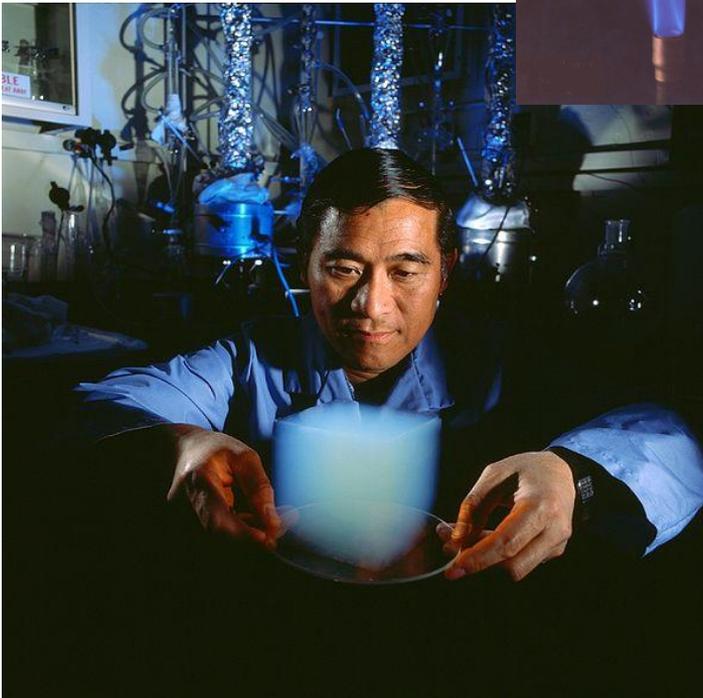
Aus dem Dimer entstehen in der Art einer anorganischen Polykondensationsreaktion Trimere, Tetramere und weitere Oligomere, bis sich schließlich ein Partikel gebildet hat.



Herstellung von Gelen und Fasern



Aerogele

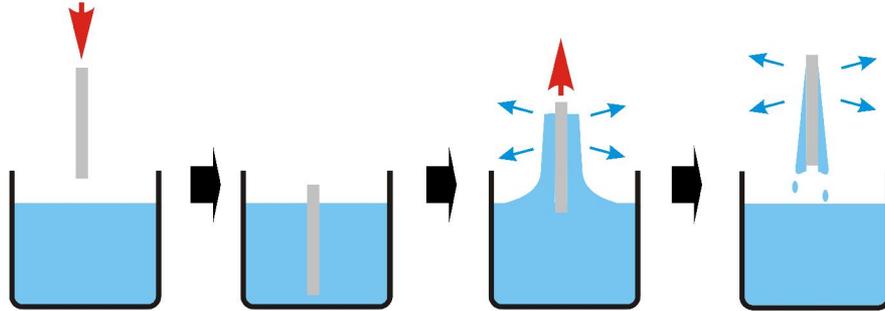


- 99.8% Air
- 39 times more insulating than the best fiberglass insulation
- 1000 times less dense than glass

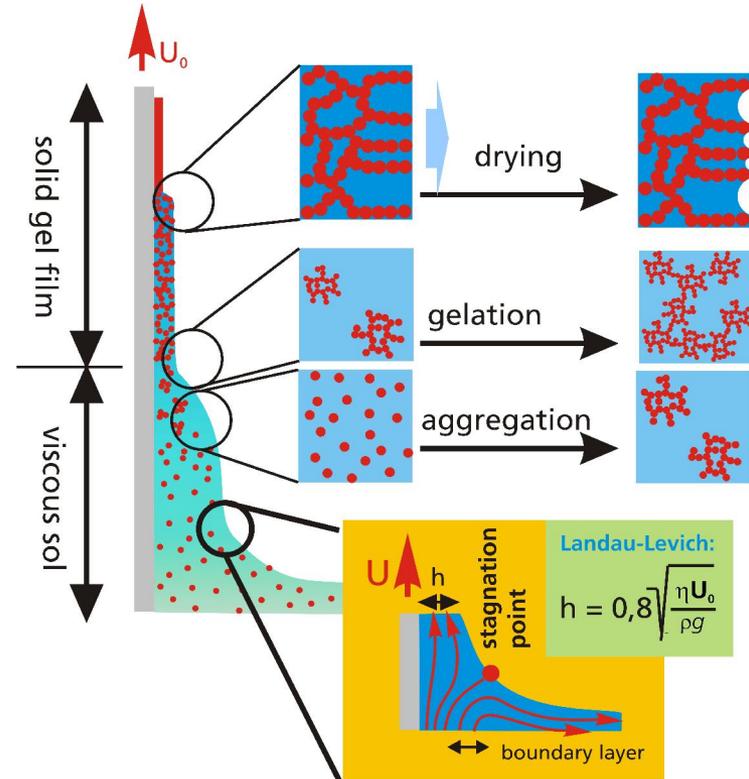
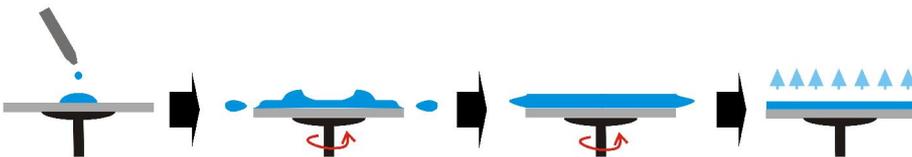
Aerogel-Würfel (Der Physiker Peter Tsou vom Jet Propulsion Laboratory der NASA)

Herstellung von dünnen Schichten

dip-coating

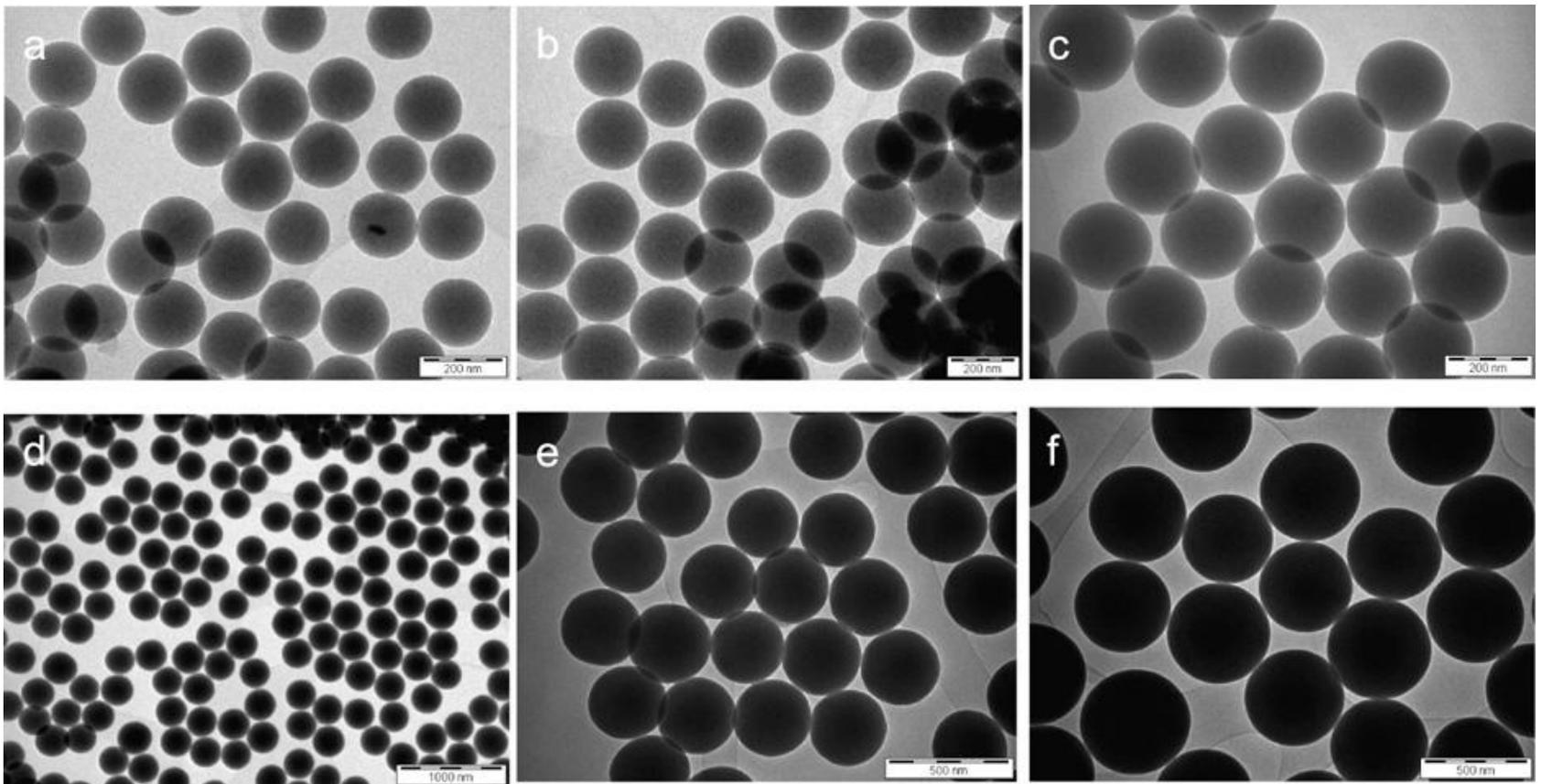


spin-coating



Parameter

Im sogenannten Stöber-Prozess kann durch die Wahl der **Konzentrationen, Temperaturen und Ammoniakmenge** die Partikelgröße im Bereich von ca. 20–500 nm eingestellt werden. Das Verfahren wird beispielsweise zur Herstellung von photonischen Kristallen und künstlichen Opalen verwendet.



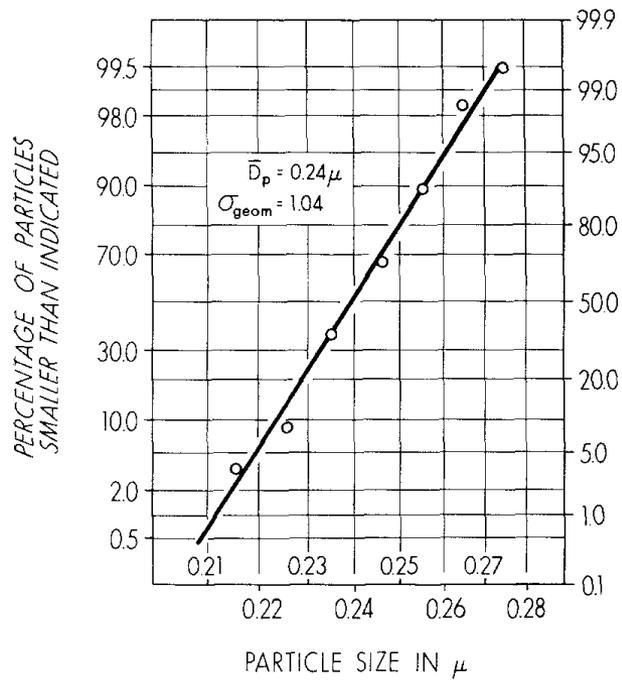
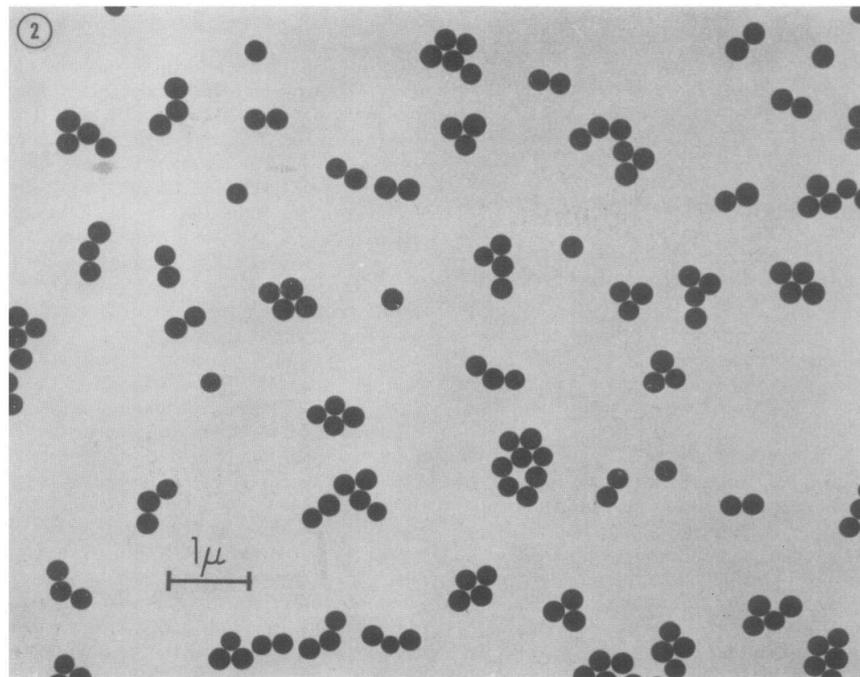
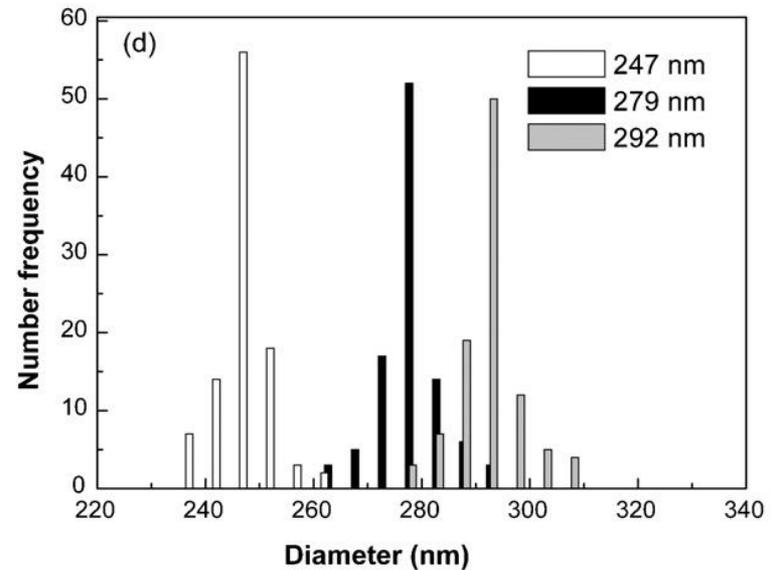
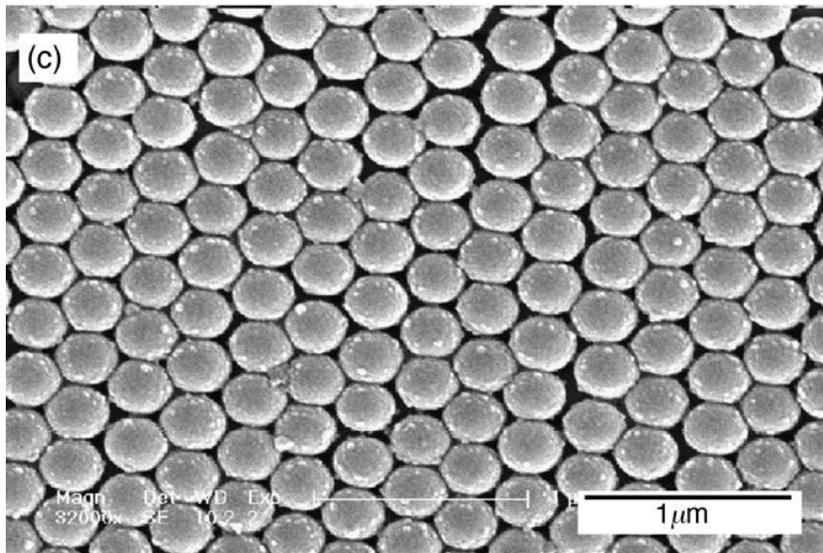
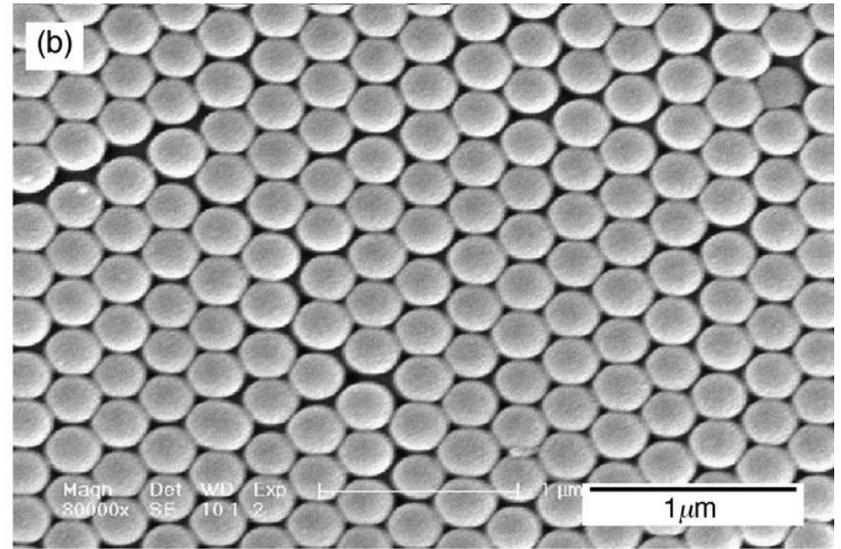
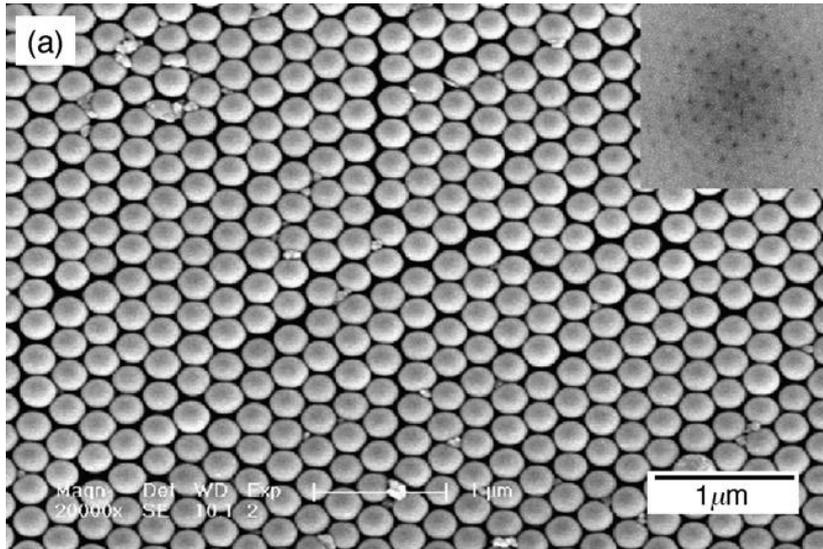


FIG. 3. Log-probability plot of the cumulative size distribution curve of the sample shown in Fig. 2.



silica opals

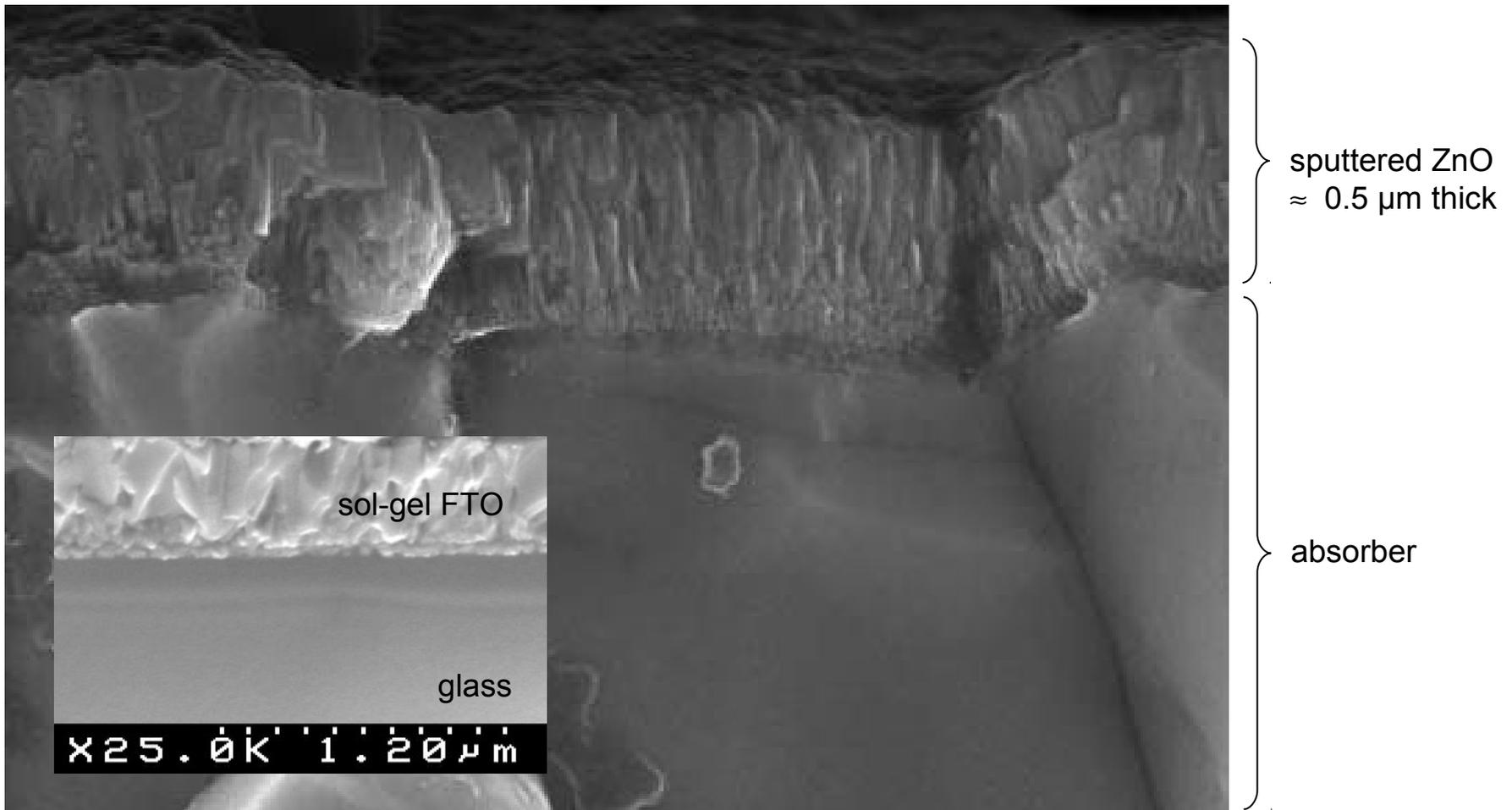
switching photonic crystals (279 nm silica opal infiltrated with para-xylene)



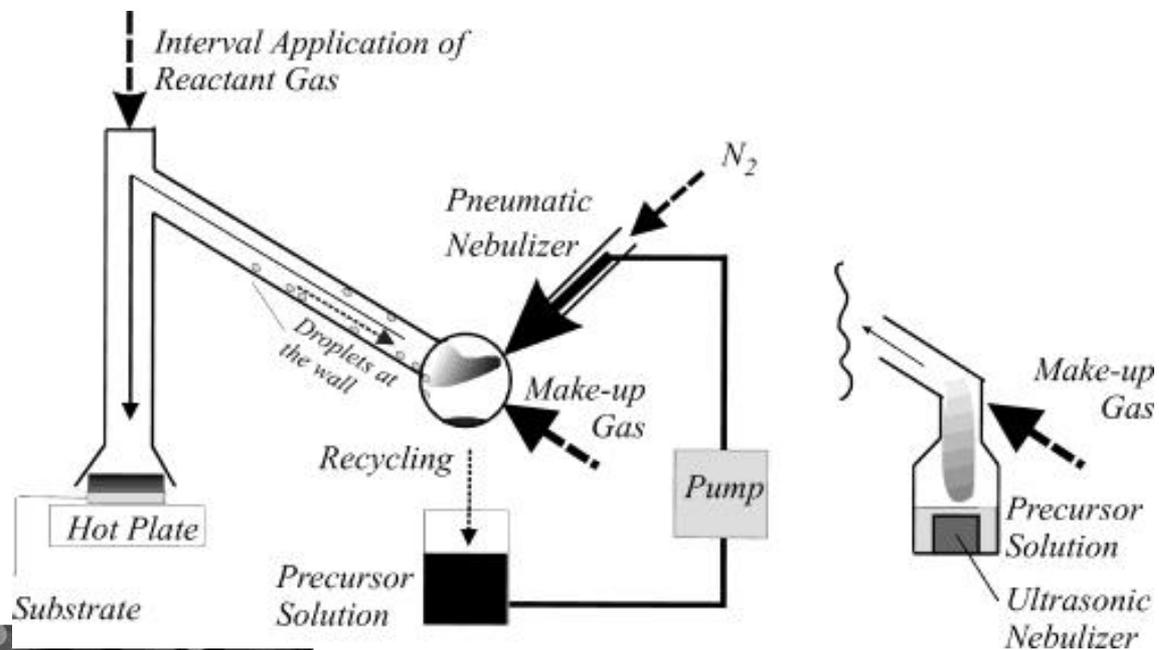
Morphology of TCO layers

TCO layers consist of grains of single crystals

details depend on the metal oxide, deposition technique, deposition temperature, doping, ...
interestingly: huge variation of morphologies possible with metal oxides (layer, nanowires...)



Spray-Ion Layer Gas Reaction (ILGAR)



(a)

