

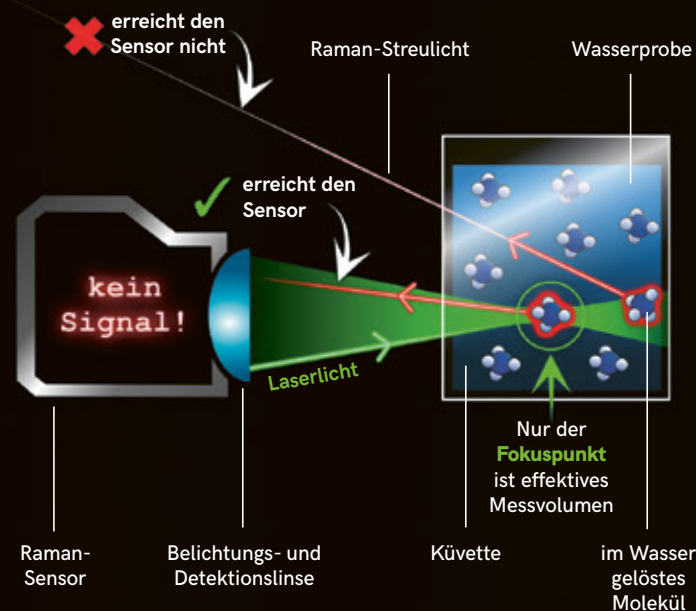
DIE NADEL IM HEUHAUFEN

von Felix Spiske

Die Konzentration mancher im Wasser gelöster Stoffe ist extrem niedrig. Dank einer neuartigen Methode lässt sich ihr molekularer Fingerabdruck verstärken. Wie das geht? Mit fester Luft.

1 Der molekulare Fingerabdruck

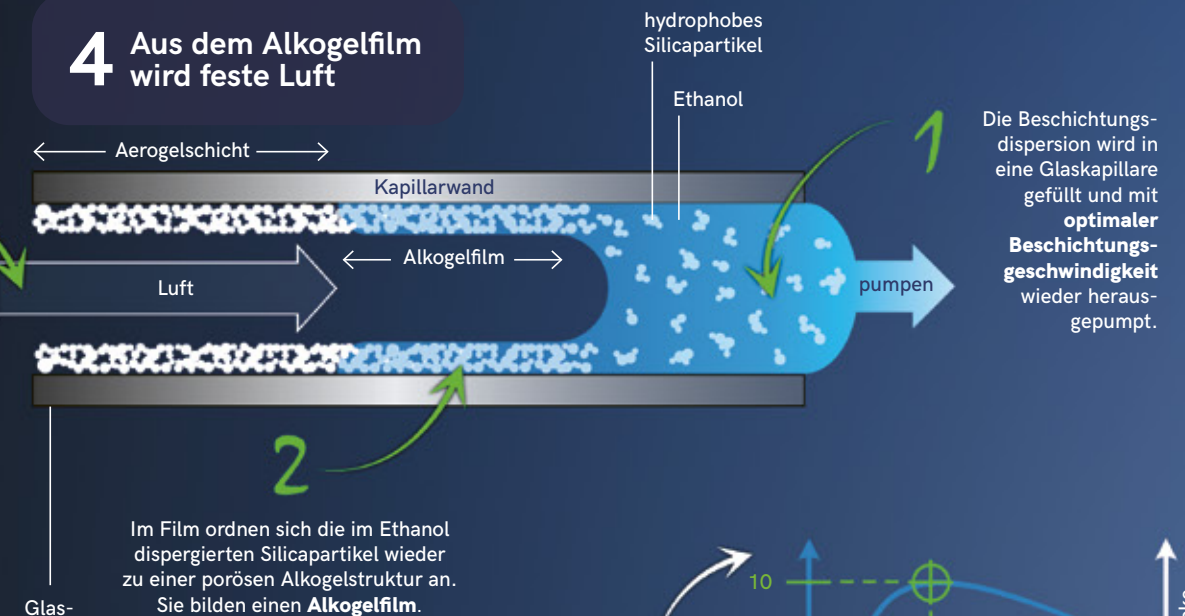
Bei der Bestrahlung von Molekülen mit Laserlicht entsteht **Raman-Streulicht**, dessen Wellenlängenspektrum als „molekularer Fingerabdruck“ dient. Da Raman-Sensoren in einer herkömmlichen Küvette aber nur das Streulicht aus dem **stecknadelkopfgroßen Fokuspunkt** erfassen, entsteht bei sehr geringen Konzentrationen kein messbares Signal (siehe Bild unten). Für einen sicheren Nachweis im Wasser lässt sich jedoch das **effektive Messvolumen vergrößern** und dadurch eine **2 Signalverstärkung** erzielen.



2 Signalverstärkung an fester Luft

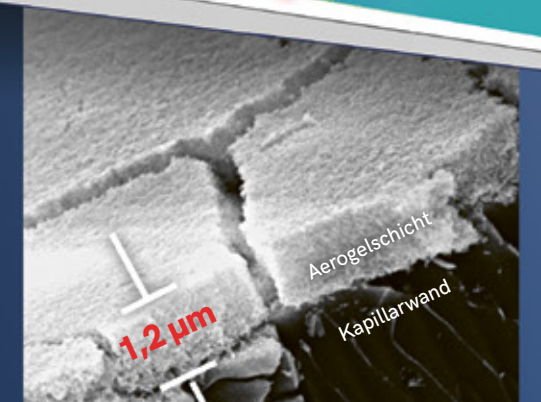
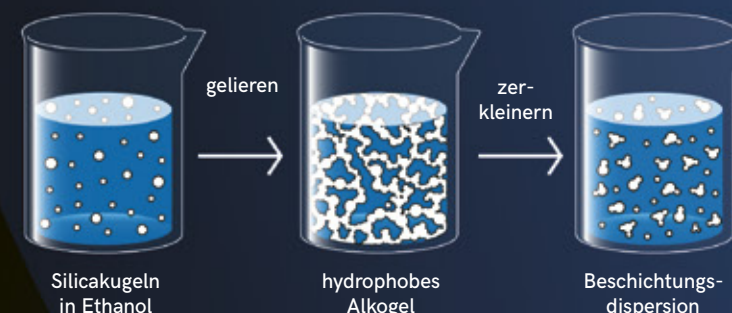
In **aerogelbeschichteten Kapillaren** ist die Wasserprobe von einer hochporösen hydrophoben Schicht aus **3 Silicapartikeln** umgeben. Sie besteht hauptsächlich aus luftgefüllten Poren. Diese Schicht aus „fester Luft“ besitzt eine fast **luftgleiche optische Dichte**, die deutlich niedriger ist als die der Wasserprobe. Raman-Streulicht, das fern vom Sensor-Fokuspunkt entsteht, wird deshalb an der Probe-Aerogel-Grenzfläche **total-reflektiert** und in den Fokuspunkt geleitet (siehe Bild links). Das effektive Messvolumen wird also auf das gesamte Kapillarvolumen vergrößert und das Probensignal verstärkt.

3 Ein Luftstrom trocknet das Ethanol aus den Alkogelporen und **verwandelt den Alkogelfilm auf diese Weise in eine Aerogelschicht**. Weil die Silicapartikel hydrophob sind, kann die Wasserprobe nicht in die Aerogelporen eindringen und die für die Totalreflexion benötigte Luft verdrängen.



3 Ein hydrophobes Gel liefert die Bausteine für feste Luft

In flüssigem Ethanol gelieren nanometerkleine Silicakugeln zu einer porösen Silicastruktur mit ethanolgefüllten Poren, einem „Alkogel“. Durch chemische Prozesse wird die Silicastruktur hydrophob. Anschließend wird das hydrophobe Alkogel in 50 bis 100 Nanometer große hydrophobe Silicapartikel zerkleinert, die in Ethanol dispergiert bleiben. Diese Dispersion wird anschließend zur **4 Beschichtung einer Glaskapillare** verwendet.



5 Wichtig: die Dicke der Aerogelschicht

Bei zu hoher Beschichtungsgeschwindigkeit wird die Schicht **zu dick und rissig** (siehe Bild), bei zu niedriger zu dünn; in beiden Fällen kommt es zu einer **verlustreichen Totalreflexion** und zu einer reduzierten Signalverstärkung.

