

# Was ist **nano** in der Chemie?

Christin Langner, WS 11/12

## Gliederung

- 1 Prinzip des Schwangerschaftstests ..... 1
- 2 Nano-Gold ..... 2
- 3 Experiment zur Nanogold-Herstellung ..... 3

**Einstieg:** Wenn man den Begriff Nano-Technologie hört, denkt man zum Beispiel an wasserabweisende Schichten, den sogenannten Lotus-Effekt. Dieser wird in Lacken für die Automobil-Industrie nutzbar gemacht. Nano ist aber noch viel mehr: Vermutet eine junge Frau schwanger zu sein, wird sie sich einen Schwangerschaftstest besorgen und nutzt auch so die Nano-Technologie.

## 1 Prinzip des Schwangerschaftstests

Die am häufigsten angewandte Methode zum Schwangerschaftsnachweis ist der Urin-Test. Der Laie schaut, ob das Ergebnis positiv oder negativ ausfällt. Der Chemiker in uns würde sich nun Gedanken machen, welches chemische Phänomen hinter diesem hochpräzisen Verfahren steckt.

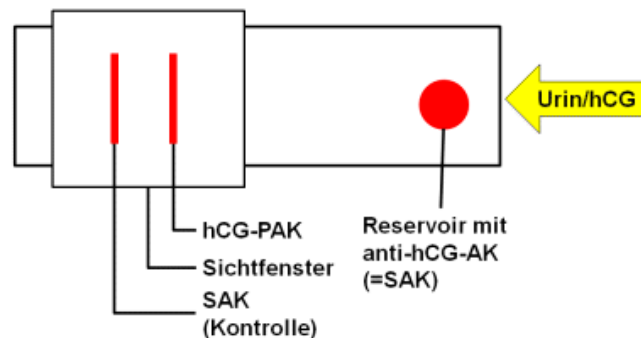


Abb. 1: Test-Streifen eines Schwangerschaftstests graphisch nachgestellt

Nach dem Entfernen des Kunststoff-Gehäuses befindet sich im Inneren ein Test-Streifen, der nur teilweise im Sicht-Fenster zu sehen ist. In diesem Streifen verbirgt sich die Chemie des Schwangerschaftstests. Die Funktionsweise ist das Prinzip eines klassischen Immun-Assays, um verschiedenste Stoffe mit Hilfe der Bindung eines Antigens an einen Antikörper nachzuweisen. Im Falle einer Schwangerschaft wäre im Urin das **hCG-Hormon** (humanes Choriongonadotropin) nachweisbar. Dies dient als Antigen. Am Anfang des Test-Streifens befindet sich ein Reservoir von Antikörpern, die an einen Farbstoff gebunden sind. Ein oft benutzter Farbstoff ist Nano-Gold. Gelangt Urin auf den Test-Streifen bindet das hCG-Hormon den Farbstoff des Antikörper-Reservoirs und „wandert“ im Test-Streifen weiter. Weiterhin befinden sich 2 Antikörper-Bindestellen als dünne Streifen auf dem Test, diese sind bei einer vorliegenden Schwangerschaft im Sicht-Fens-

ter des Kunststoff-Gehäuses sichtbar. Die erste primäre AK-Bindestelle (= PAK) liegt immobilisiert vor und bindet hochspezifisch das Hormon hcG. Falls dieses im Urin vorliegt, erscheint an dieser Stelle ein Farb-Streifen.

Die 2. Bindestelle, der sekundäre Antikörper (= SAK), ist ein Kontroll-Streifen und entsteht immer, wenn der Test funktionsfähig ist. Das heißt, dass ein Streifen nicht schwanger und 2 Streifen schwanger heißt. Wie sieht nun aber der Farbstoff aus, der aus Nanogold-Partikel besteht?

## 2 Nano-Gold

Nano-Gold ist genau dasselbe Material wie das Gold im Makro-Bereich, besitzt aber vollkommen andere Eigenschaften. Schon vor vielen Jahren wurde das Phänomen ausgenutzt, da winzige Gold-Partikel in die Kirchen-Fenster eingearbeitet wurden und bei Licht-Einstrahlung rot oder auch blau-violett erschienen. Erklären konnte man es sich zu dieser Zeit noch nicht [3].

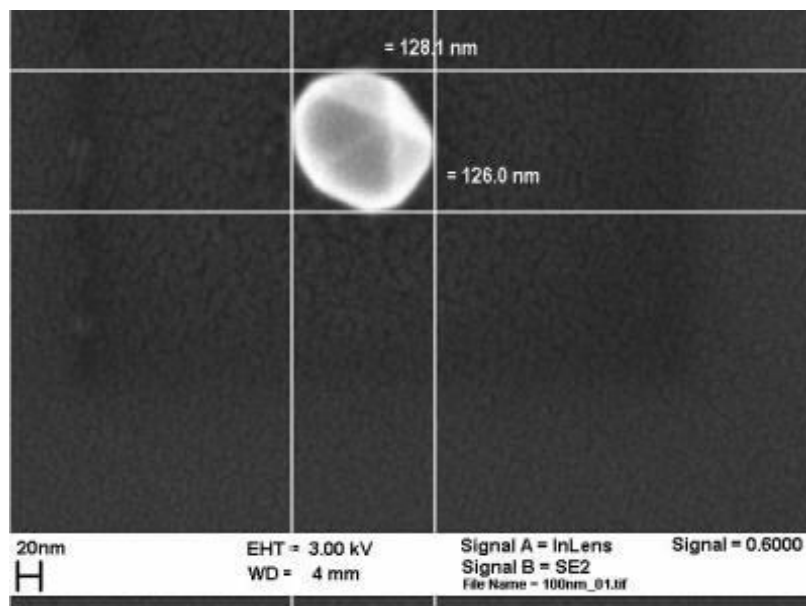


Abb. 2: Nanogold-Partikel, aufgenommen an der Universität Bayreuth

Mein Dank für das zur Verfügung gestellt Bild-Material gilt Florian Schwaiger (Lehrstuhl Experimentalphysik 4)

Die Einarbeitung in die Nanogold-Partikel und allgemein in die Nano-Technologie war erst mit der Entwicklung der Raster-Mikroskopie möglich. Wir verlassen den Bereich fürs sichtbare Auge und wenden uns den nichtsichtbaren Bereichen zu.

### Was ist Nanotechnik?

Untersuchung, Herstellung und Anwendung von Strukturen unter 100 nm.

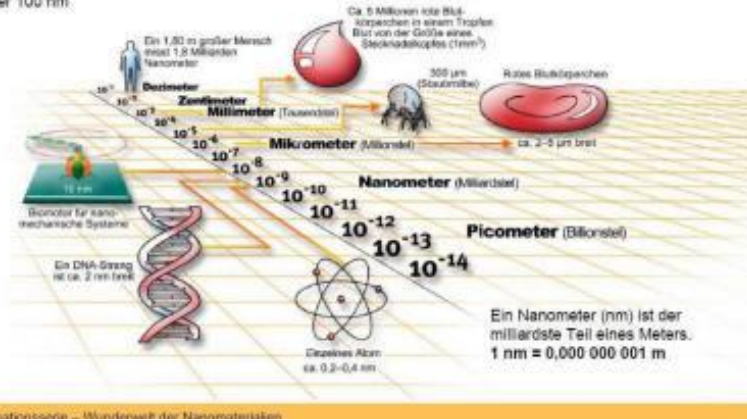


Abb. 3: Vorstellung der Größe nano anhand ausgewählter Vergleichsgrößen [4]

## 3 Experiment zur Nanogold-Herstellung

**Experiment:** Herstellung von Gold-Kolloiden und das Sichtbarmachen der Farbgebung rot und blau

### Material:

- 3 Reagenzgläser
- Reagenzglas-Gestell
- Waage
- Pasteur-Pipetten, Hütchen
- Brenner, Feuerzeug

### Chemikalien:

- **Tetrachlorogold(III)-säure-Lösung**  
 $\text{AuHCl}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
CAS-Nr.: 16961-25-4
- **tri-Natriumcitrat-Dihydrat-Lösung**  
CAS-Nr.: 6132-04-3
- **Natriumchlorid-Lösung**  
CAS-Nr.: 7647-14-5
- **VE-Wasser**



Gefahr

H314, H317  
P280, P302+P352, P308+P310,  
P301+P330+P331, P305+P351+P338

**Durchführung:** Die 3 Lösungen vorbereiten. Ca. 3 mL Tetrachlorogold(III)säure-Lösung in ein Reagenzglas vorlegen und zum Sieden bringen. Anschließend 3 – 4 Tropfen Tri-natriumcitrat-Dihydrat-Lösung hinzugeben und nochmals erhitzen. Beim Abkühlen entsteht eine Dispersion. Danach einige Tropfen der Natriumchlorid-Lösung hinzufügen.

**Beobachtung:** Nach dem die ersten beiden Lösungen hinzugegeben wurden, entsteht eine rötliche Farbe. Nach der Zugabe der Natriumchlorid-Lösung erscheint eine blaue Färbung.

**Interpretation:** Herstellung von Gold-Kolloiden erfolgt durch die Reduktion von Goldchlorid-Aquat in Lösung zu elementarem Gold und als Reduktionsmittel dient tri-Natriumcitrat. Die Dispersion schimmert rot. Gibt man jetzt Natriumchlorid hinzu, stören die Natrium-Ionen das Ionen-Gleichgewicht und die Farbe der Dispersion wird blau. Es bilden sich Gold-Aggregate, die vorher durch das Citrat eine Aggregation verhinderten. Durch die unterschiedlichen Nanopartikel-Größen in den Dispersionen erhält man unterschiedliche Streuungen des Lichts und verschiedene Farb-Wahrnehmungen.

**Demonstration:** Die Interpretation des Experimentes wird mit Hilfe zweier Mandarinen erklärt. Jede Mandarine entspricht einem Goldnano-Partikel, die nach der Zugabe von tri-Natriumcitrat-Dihydrat vorerst mit Folie umwickelt sind. Die Folie symbolisiert eine Schutzhülle (Citrat-Anionen), die eine Aggregation der Gold-Partikel verhindert. Die Zugabe von Natriumchlorid stört das Ionen-Gleichgewicht (Folie um die Mandarine ist weg) und eine Aggregation der Gold-Partikel kann erfolgen.

*Abschluss: Die Vorsilbe nano, altgr. [nannos], bedeutet so viel wie Zwerg und ist eine Dimension, die mit bloßem Auge nicht mehr sichtbar ist.*

$$1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ m} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

*Nano-Teilchen besitzen andere chemische, physikalische und biologische Eigenschaften. Umso kleiner die Strukturen werden, desto mehr Teilchen liegen an der Oberfläche und können mit ihrer Umgebung wechselwirken.*

**Zusammenfassung.** Neben den Schwangerschaftstest begegnet man dem Begriff nano oft im Alltag. Man findet Schuhsprays auf Nanotechnologie-Basis oder nanobeschichtete Pfannen. Es gibt Fenster-Gläser, die nanobeschichtet sind und eine höhere Schmutz-Abweisung besitzen. Im iPod werden viele Informationen in Kohlenstoffnano-Röhrchen gespeichert und auch die Universität Bayreuth beteiligt sich an der Entwicklung der Nano-Technologie. Sie entdeckten Diamant-Nanoteile, die zur Nutzung von verschleißarmen Werkzeugen nutzbar gemacht werden können. Die Nano-Technologie ist ein breites, zukunftsorientiertes Feld und wird im Alltag mehr und mehr eine wichtige Rolle spielen.

#### **Quellen:**

1. Heinz Schmidkunz (2007): Unterricht Chemie, Nanochemie, Seelze, Friedrich Verlag
2. [http://www.swissnanocube.ch/uploads/tx\\_rfnanoteachbox/snc\\_nanochemie\\_NAG\\_text.pdf](http://www.swissnanocube.ch/uploads/tx_rfnanoteachbox/snc_nanochemie_NAG_text.pdf); (Quelle verschollen, 20.11.2020)
3. <http://www.heise.de/tp/artikel/28/28492/1.html>; Zugriff am 24.09.2012
4. Fonds der Chemischen Industrie (2009): Wunderwelt der Nanomaterialien, Nürnberg, Novadruck