

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.

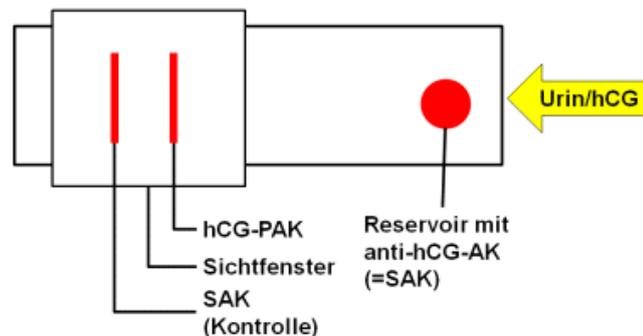


Abb. 1: Test-Streifen eines Schwangerschaftstests graphisch nachgestellt

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].

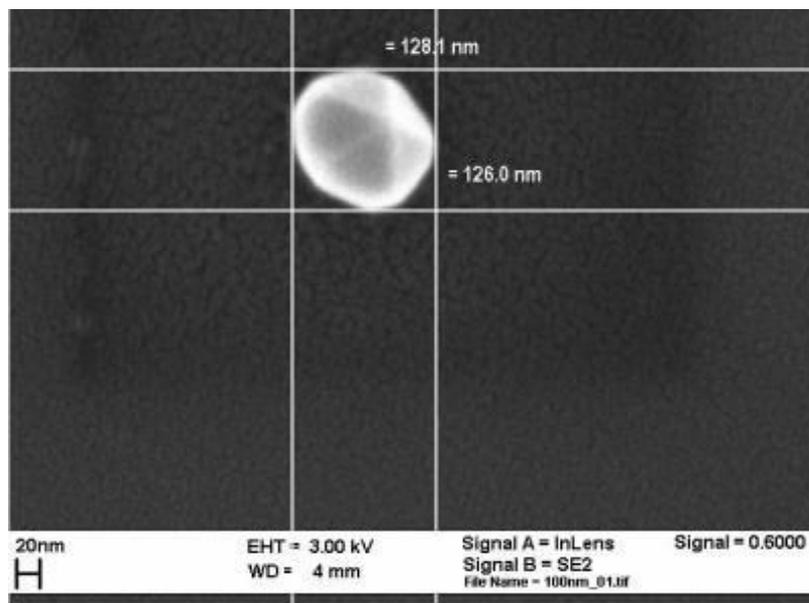


Abb. 2: Nanogold-Partikel, aufgenommen an der Universität Bayreuth

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.

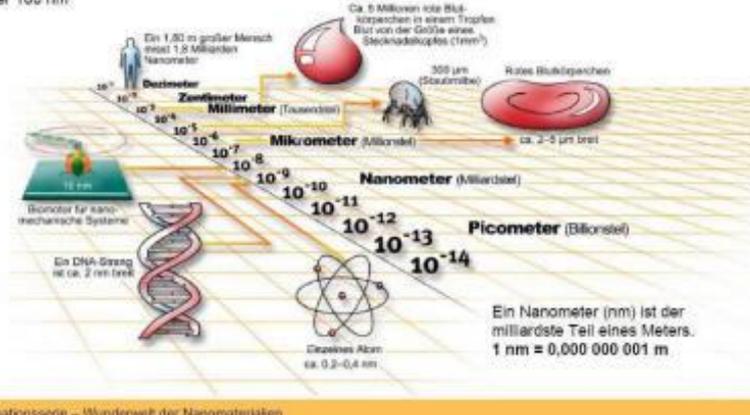


Abb. 3: Vorstellung der Größe nano anhand ausgewählter Vergleichsgrößen [4]

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

 Gefahr
 H314, H317
 P280, P302+P352, P308+P310,
 P301+P330+P331, P305+P351+P338
- **tri-Natriumcitrat-Dihydrat-Lösung**
 CAS-Nr.: 6132-04-3
- **Natriumchlorid-Lösung**
 CAS-Nr.: 7647-14-5
- **VE-Wasser**

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; (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