

Licht trifft Nano

Schulnahe Experimente mit Gold- und Silber-Nanopartikel



Foliensatz





Sonderforschungsbereich 1636

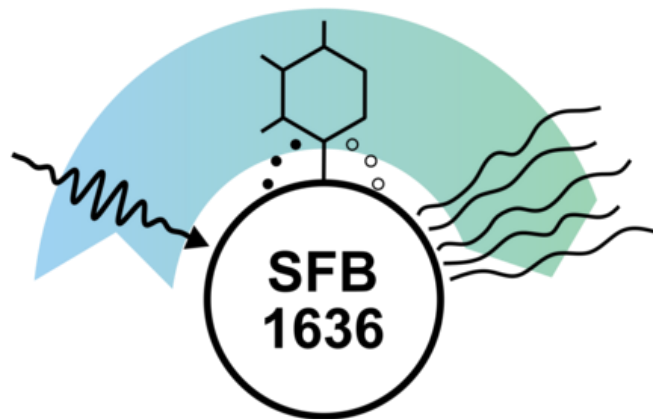


Foto: © GERHARD WESTRICH FOTOGRAFIE | westrichfoto.de



Sonderforschungsbereich 1636



Low-risk



Low-time



Low-tech



Low-cost



Low-scale

Die low-Kriterien nach A. Banerji [1, 2].



Foto: © GERHARD WESTRICH FOTOGRAFIE | westrichfoto.de



Sonderforschungsbereich 1636

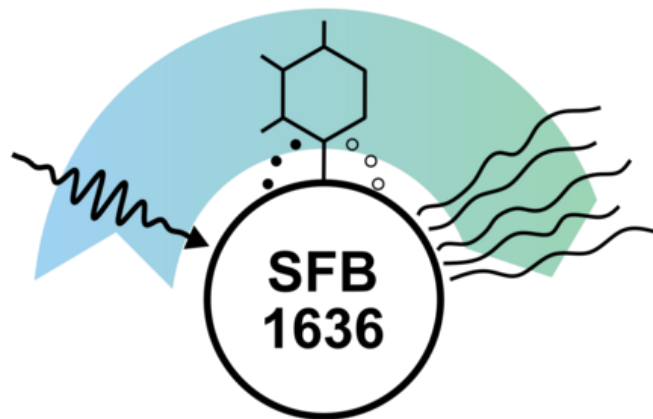
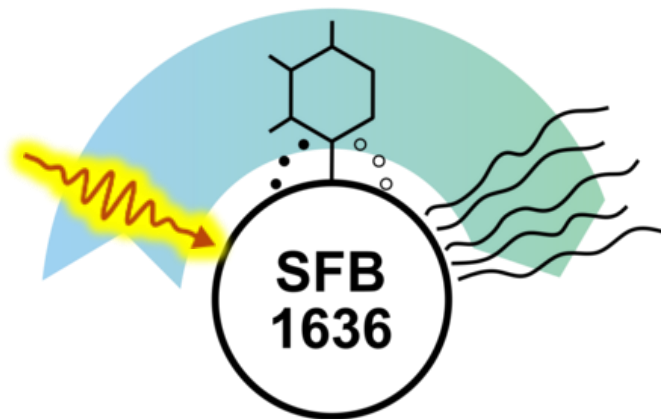


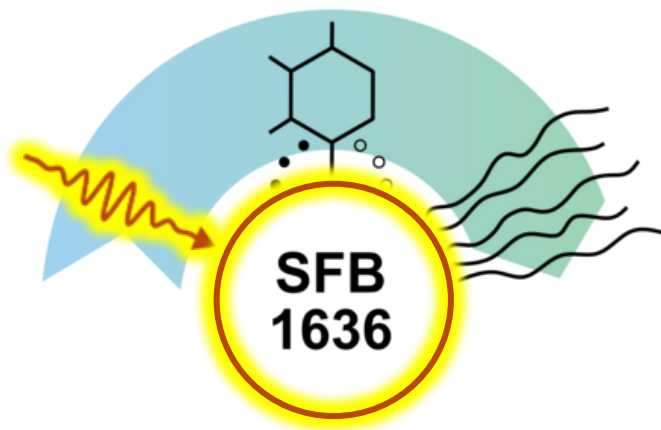
Foto: © GERHARD WESTRICH FOTOGRAFIE | westrichfoto.de



„Elementare Prozesse bei
lichtgesteuerten Reaktionen an
nanoskaligen Metallen“



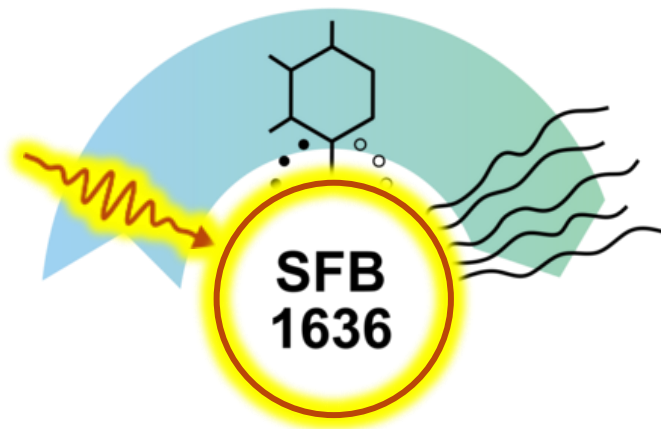
Sonderforschungsbereich 1636



„Elementare Prozesse bei
**lichtgesteuerten Reaktionen an
nanoskaligen Metallen**“



Sonderforschungsbereich 1636



„Elementare Prozesse bei
**lichtgesteuerten Reaktionen an
nanoskaligen Metallen**“



Licht & nanoskalige Metalle



Synthese nanoskaliger Metalle



Historische Anwendung



Moderne Anwendung



Ausblick und Abschluss

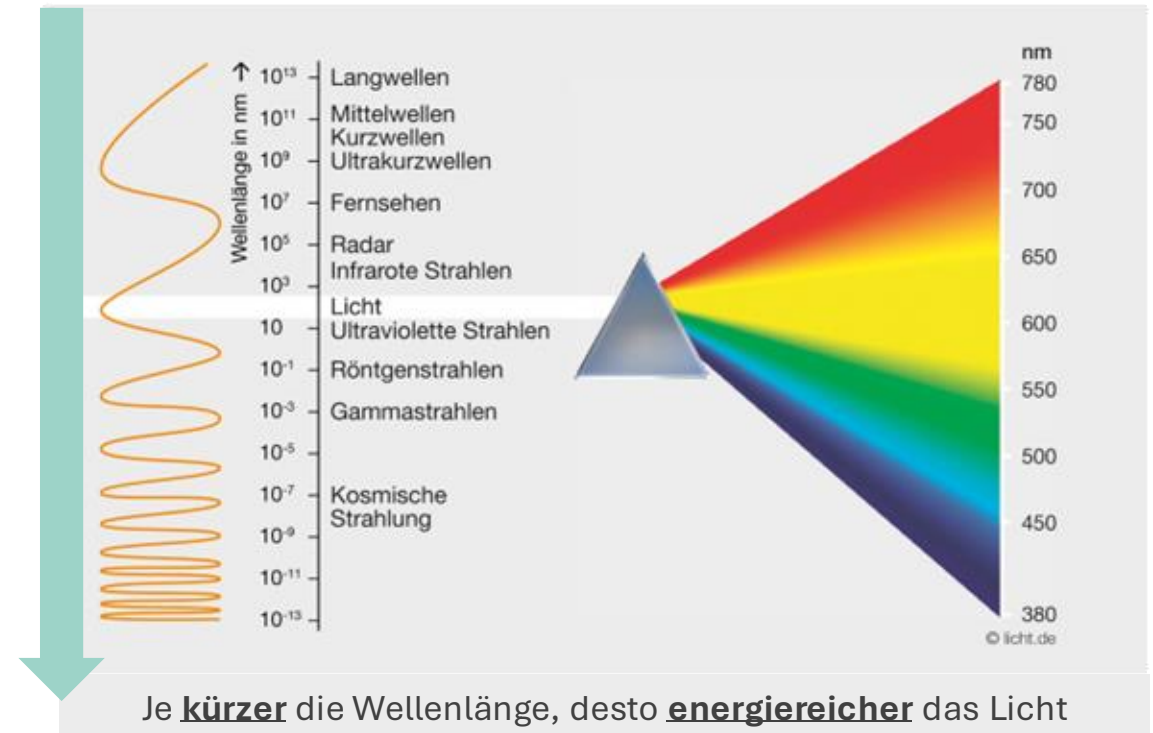
Licht



Licht ist Energie



Elektromagnetisches Spektrum

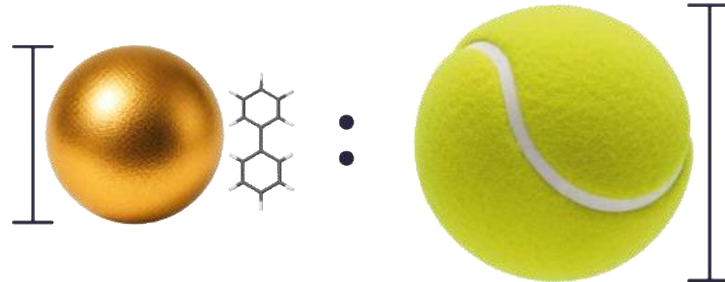


© licht.de



Metall-Nanopartikel

Nanopartikel sind **100 000 000-mal kleiner** als ein Tennisball



1 : 100 000 000

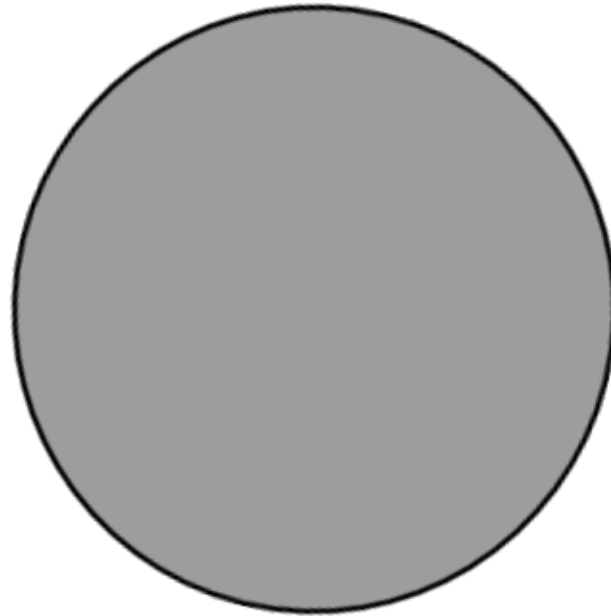
≈



1 : 100 000 000

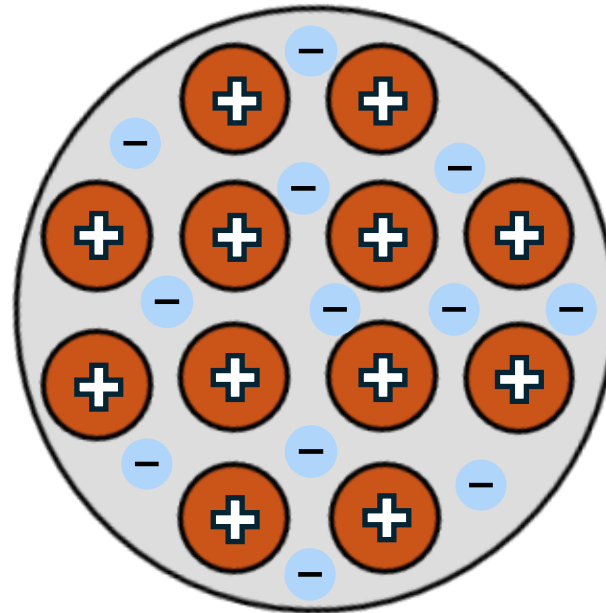


Metall-Nanopartikel





Metall-Nanopartikel



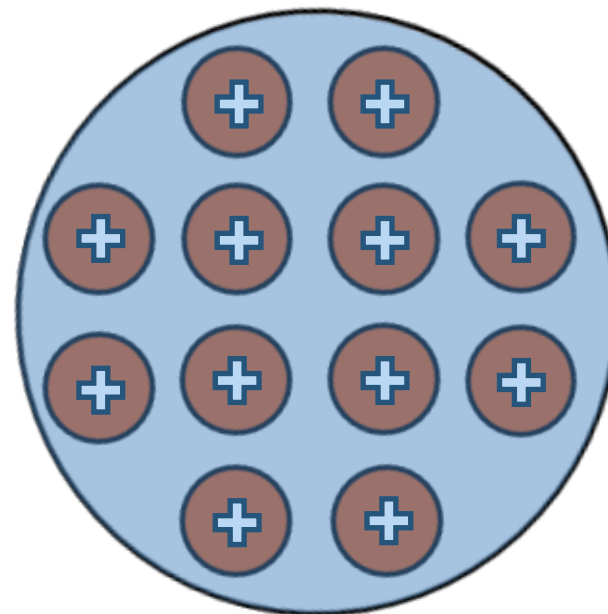
Positiv geladener Atomrumpf



Negativ geladenes Elektronen
(frei beweglich)



Metall-Nanopartikel



Positiv geladener Atomrumpf

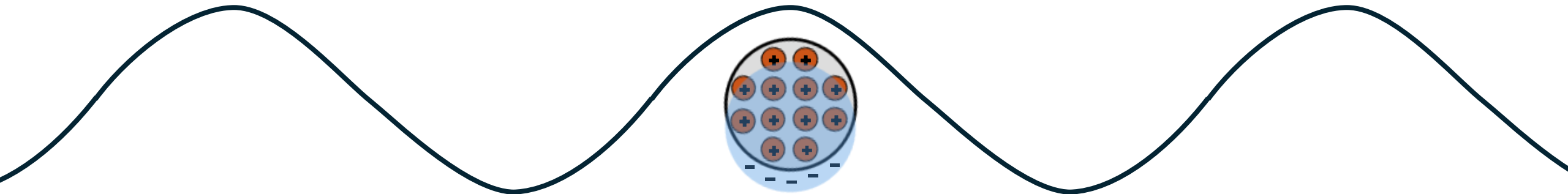


Freibewegliches Elektronengas



Lokalisierte Oberflächenplasmonenresonanz (LSPR)

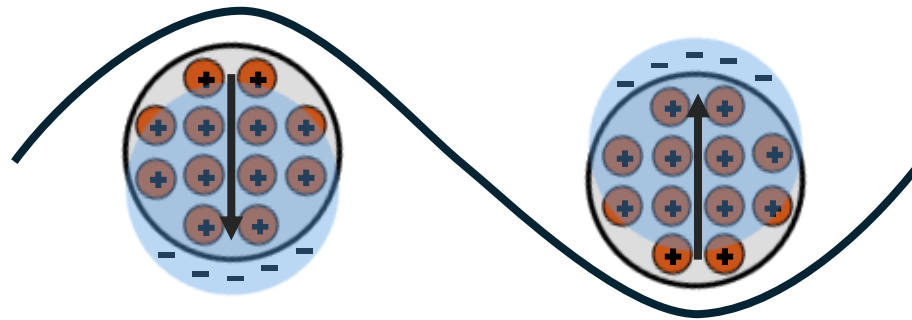
Plasmonische Schwingung





Lokalisierte Oberflächenplasmonenresonanz (LSPR)

Plasmonische Schwingung



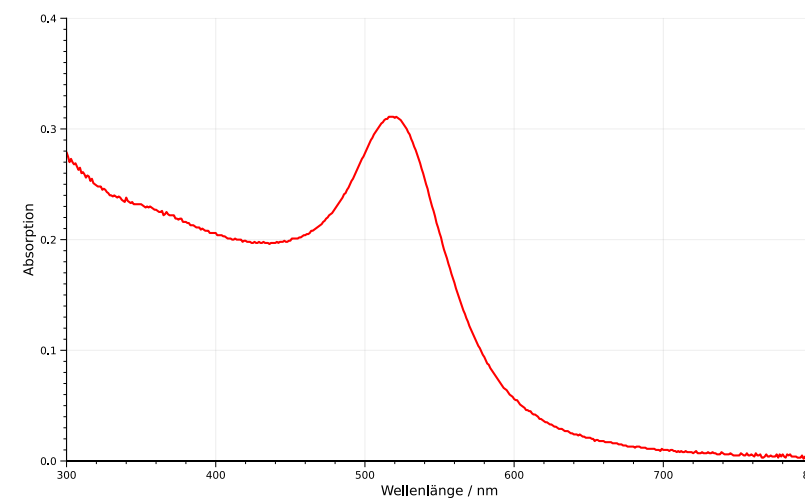
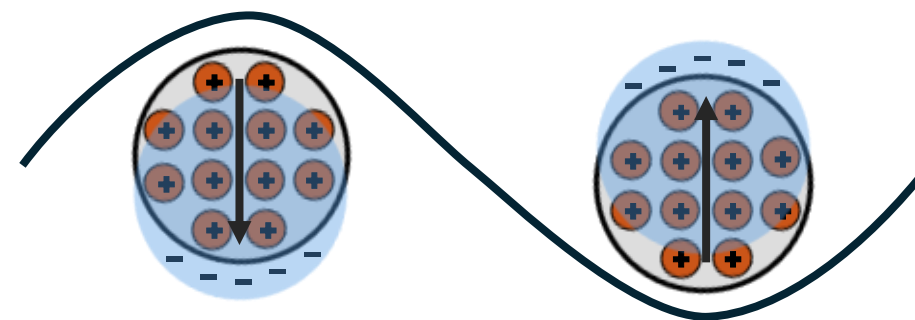
Ladungsverschiebung in einem Nanopartikel aufgrund eines externen elektrischen Feldes
(adaptiert nach Schneider, 2016) [5].



Auf Makroskopischer Ebene



Submikroskopische Ebene

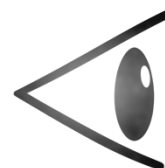




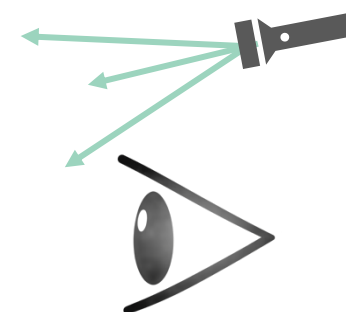
Auf Makroskopischer Ebene



Transmission

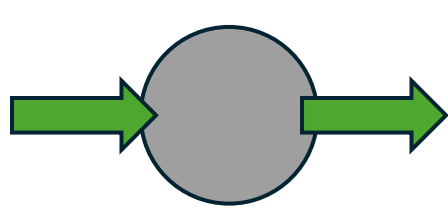


Reflexion

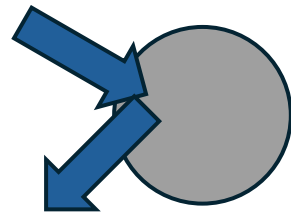




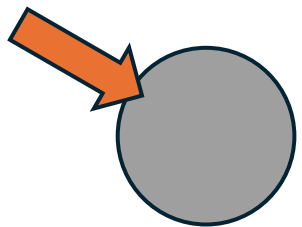
Auf Makroskopischer Ebene



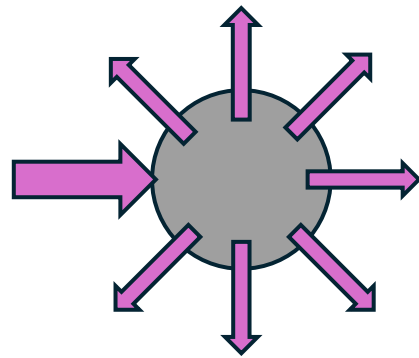
Transmission



Reflexion

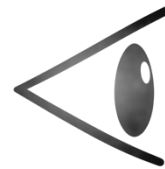


Absorption

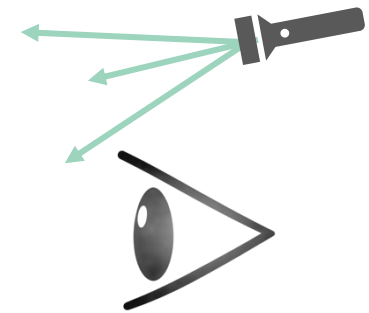


Streuung

Transmission



Reflexion





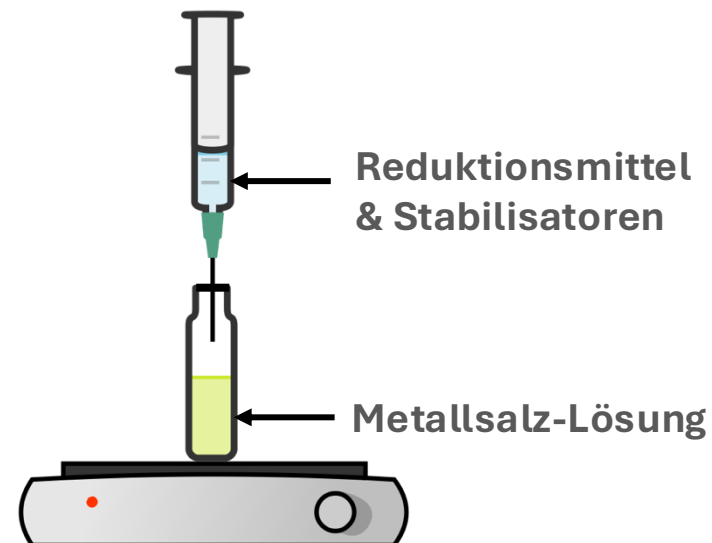
Top-Down vs. Bottom-Up

Top-Down



Gold-Nugget

Bottom-Up





Synthese Metall-Nanopartikel im Schulkontext



Gold-Nanopartikel Synthese mit Hilfe eines Flambierers
- nach Heinzerling & Oetken 2018 [9].

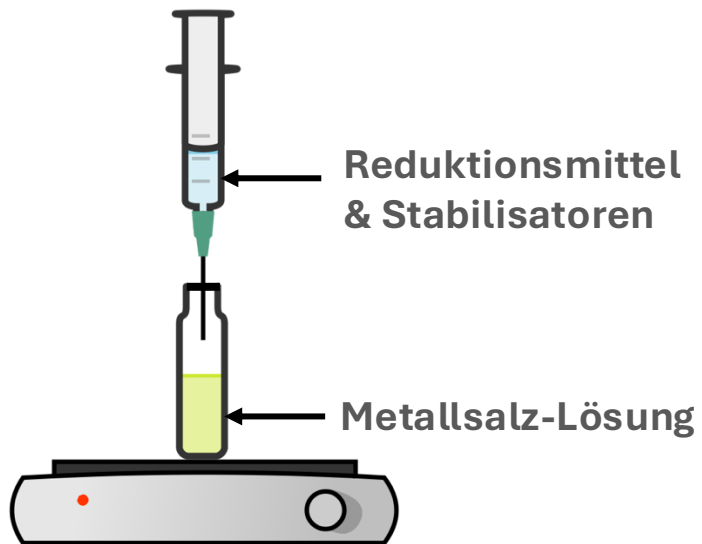


Reaktionsverlauf der Gold-Nanopartikel Synthese im Leidenfrost-Reaktor
(von links nach rechts) - aus Schwarzer et al. 2016 [10].

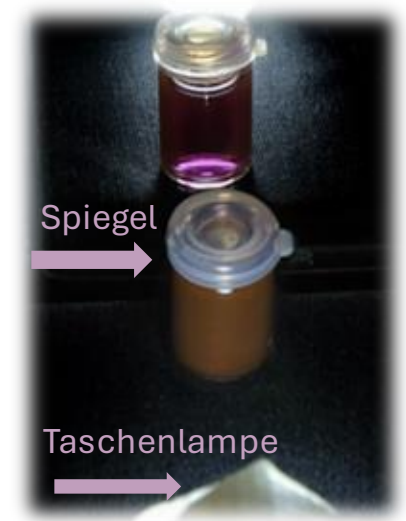


Synthese (dichroitischer) Gold-Nanopartikel

Versuchsaufbau



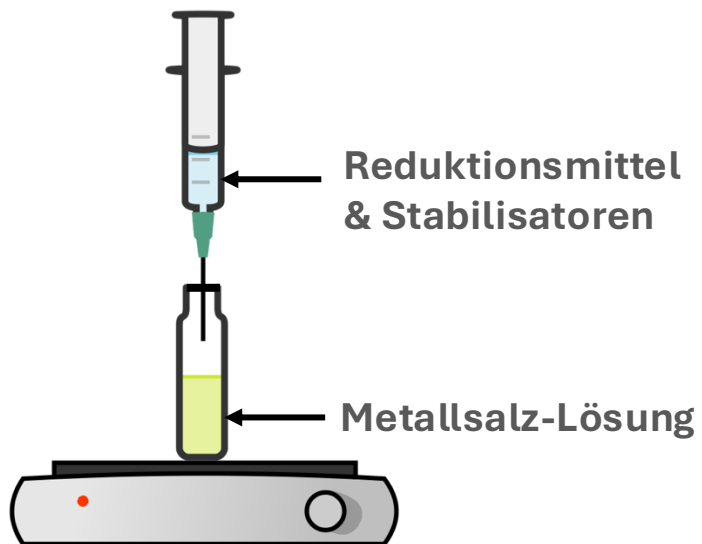
Molverhältnis Au:Asc Au:Cit	Farbe
1:2,5 -	violett (Transmission) braun (Reflexion)
1:2,5 1: 1,7	rot (Transmission) braun (Reflexion)
1:2,5 1:4,25	rot





Synthese (dichroitischer) Gold-Nanopartikel

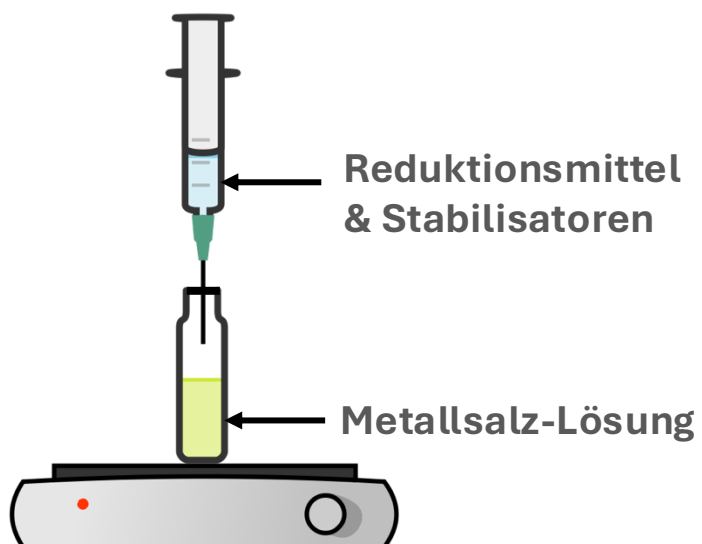
Versuchsaufbau





Synthese (dichroitischer) Gold-Nanopartikel

Versuchsaufbau



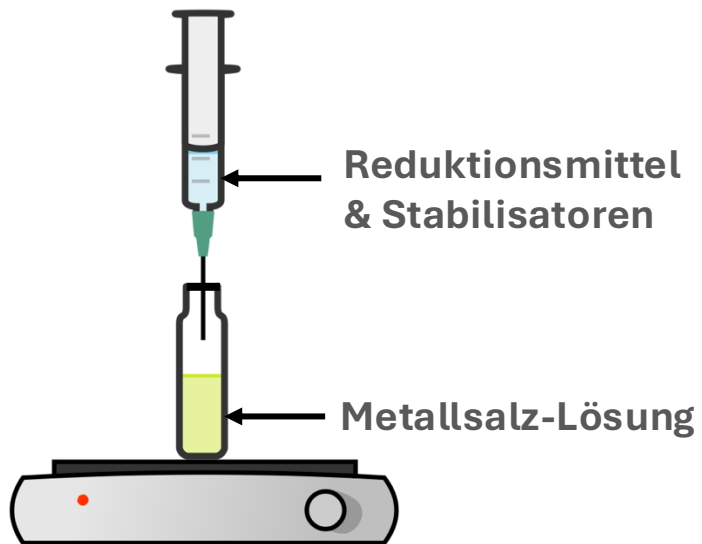
Kostenrechnung

Stoff	Preis
Goldsäure 1 mM, 2 mL	~ 0,196€ (1 g, 249€ Carl-Roth Stand 14.09.26)
Ascorbinsäure 50 mM, 0,1 mL	~ 0,00007€ (500 g, 39,50€ Carl-Roth Stand 14.09.2026)
Trinatriumcitrat 38,75 mM, 0,25 mL	~ 0,000095€ (1 kg, 33,50€ Carl-Roth Stand 14.09.2026)
~0,20€ pro Ansatz	



Synthese (dichroitischer) Silber-Nanopartikel

Versuchsaufbau



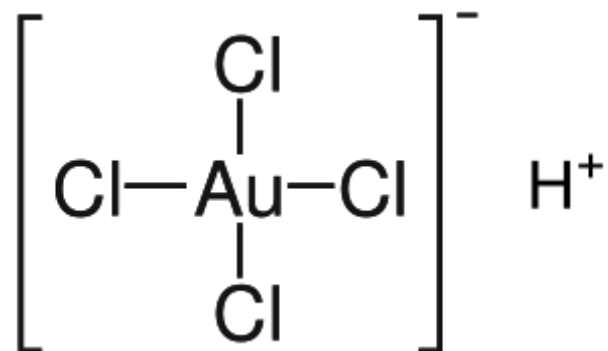
ph-Wert	Farbe
7	gelb (Transmission) hellgrau-grün (Reflexion)
10	orange-braun (Transmission) dunkelgrau-grün (Reflexion)





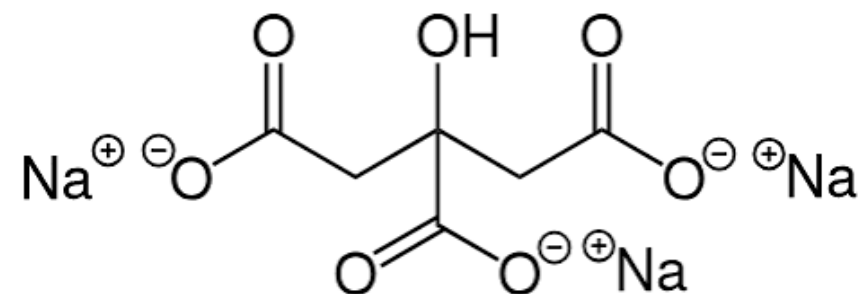
Bildung von Nanopartikeln

Tetrachlorogoldsäure

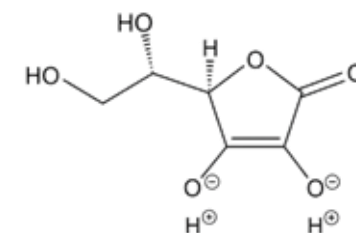


+

Trinatriumcitrat



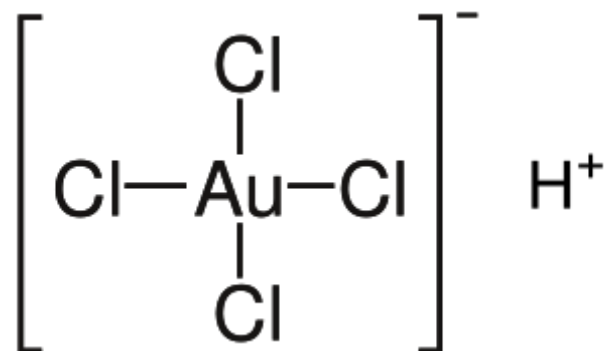
Ascorbinsäure





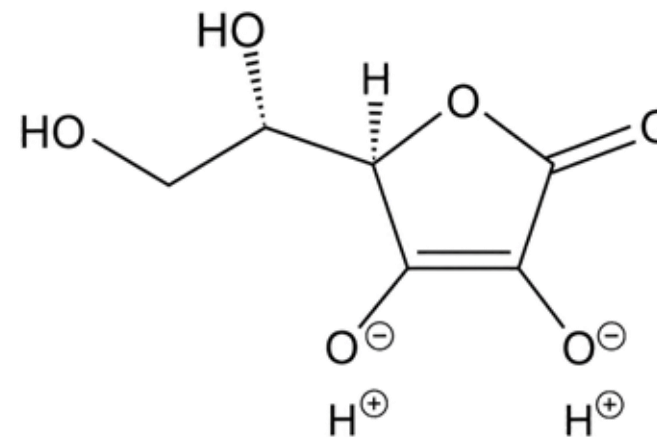
Bildung von Nanopartikeln

Tetrachlorogoldsäure



+

Ascorbinsäure



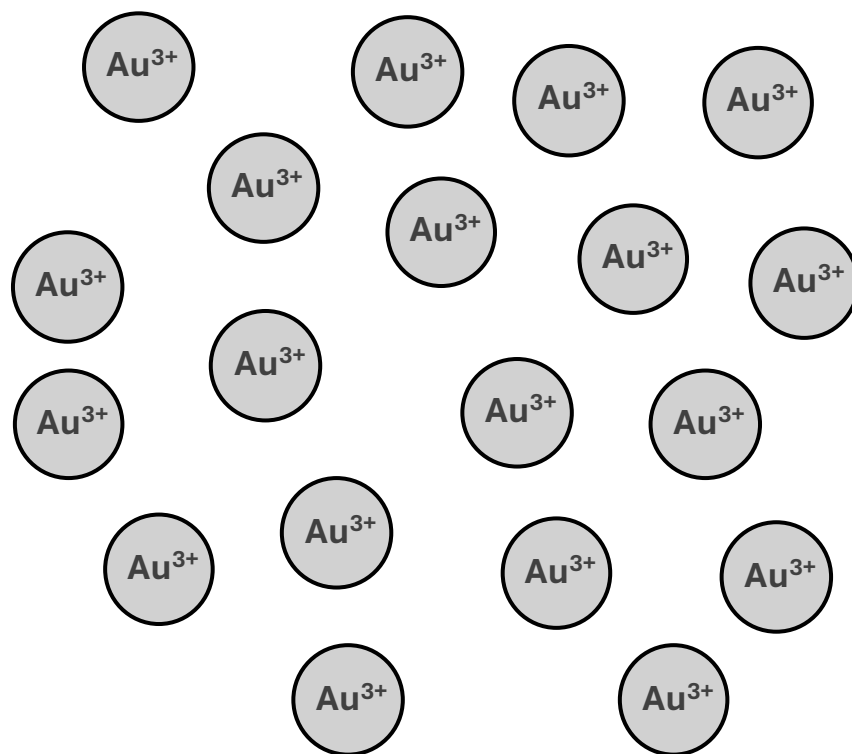


Bildung von Nanopartikeln



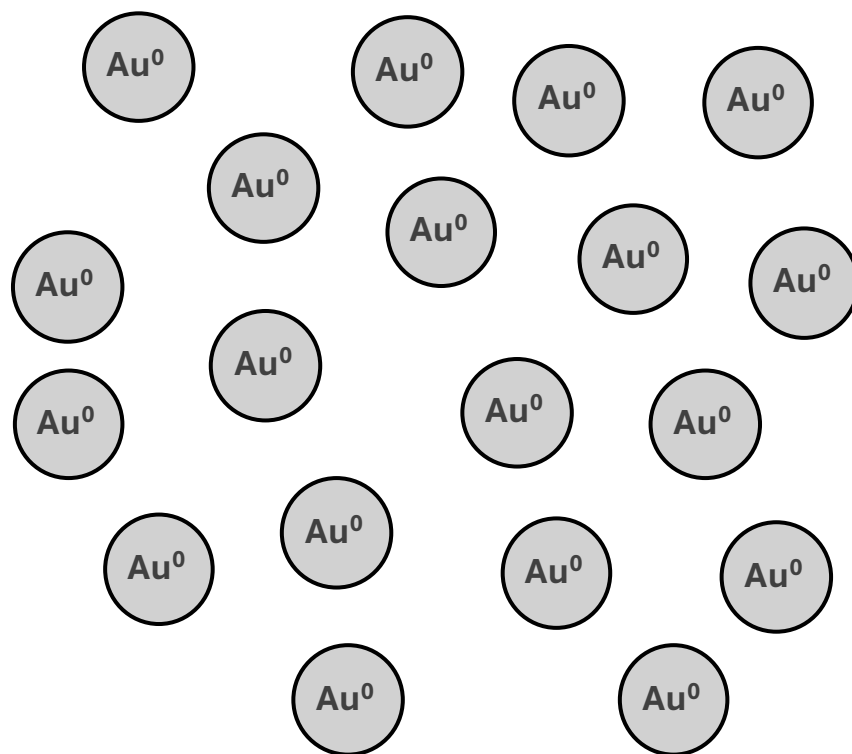


Bildung von Nanopartikeln



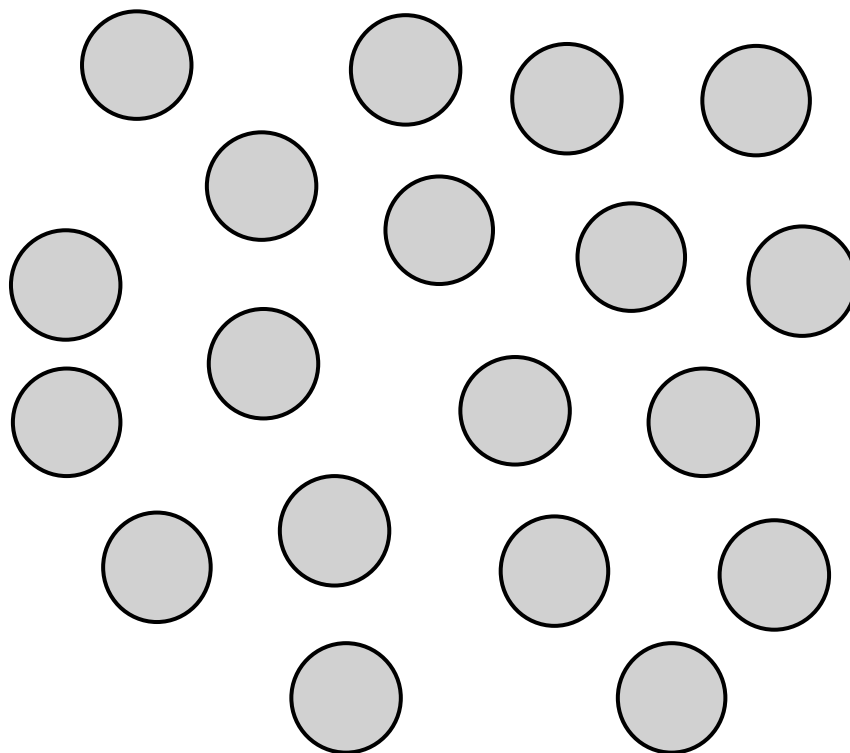


Bildung von Nanopartikeln



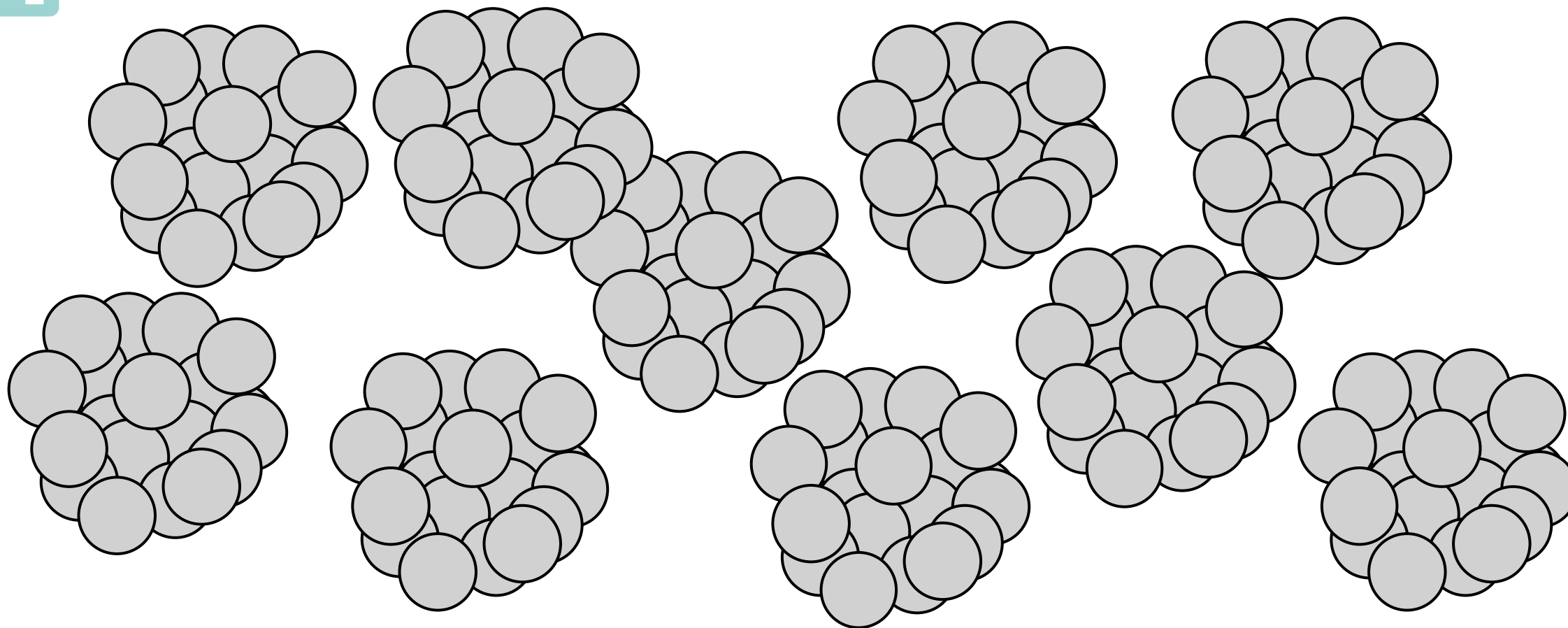


Bildung von Nanopartikeln



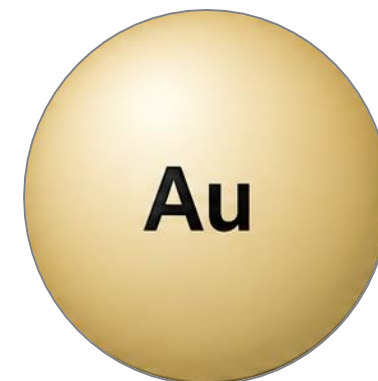
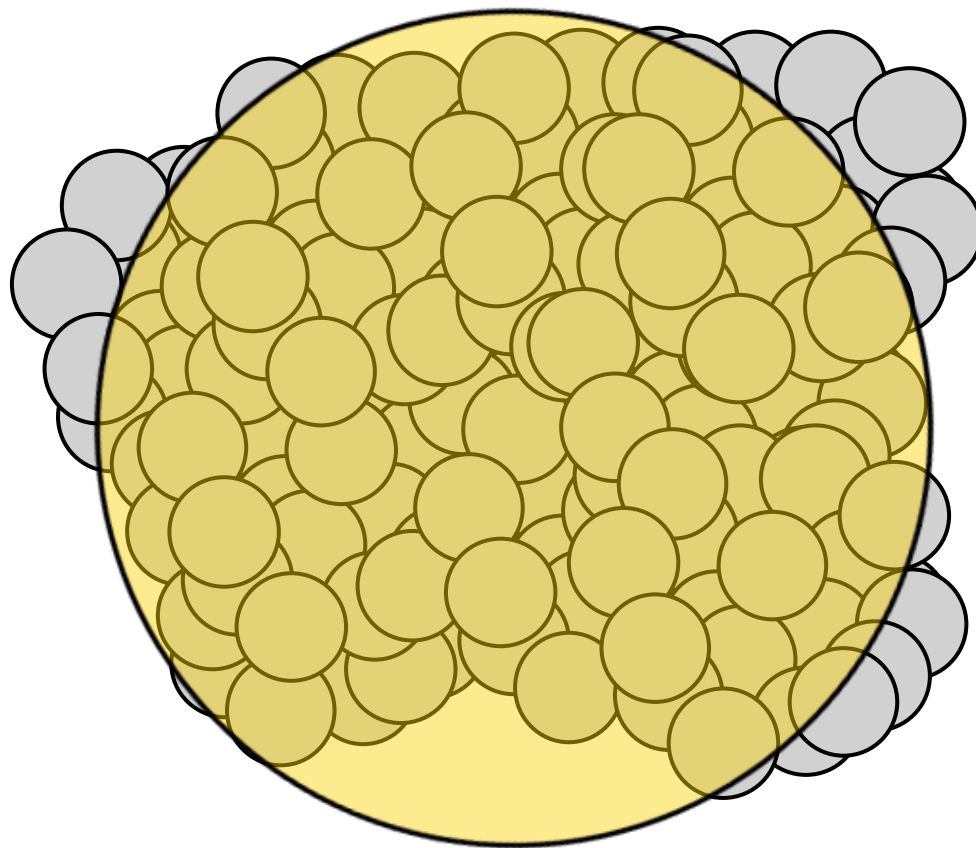


Bildung von Nanopartikeln





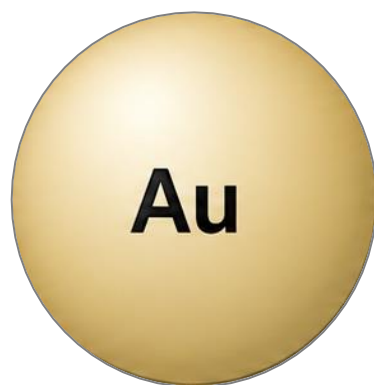
Bildung von Nanopartikeln



Radius	Atome
2 nm	250 - 300
5 nm	4000
30 nm	800.000



Aggregation von Nanopartikeln



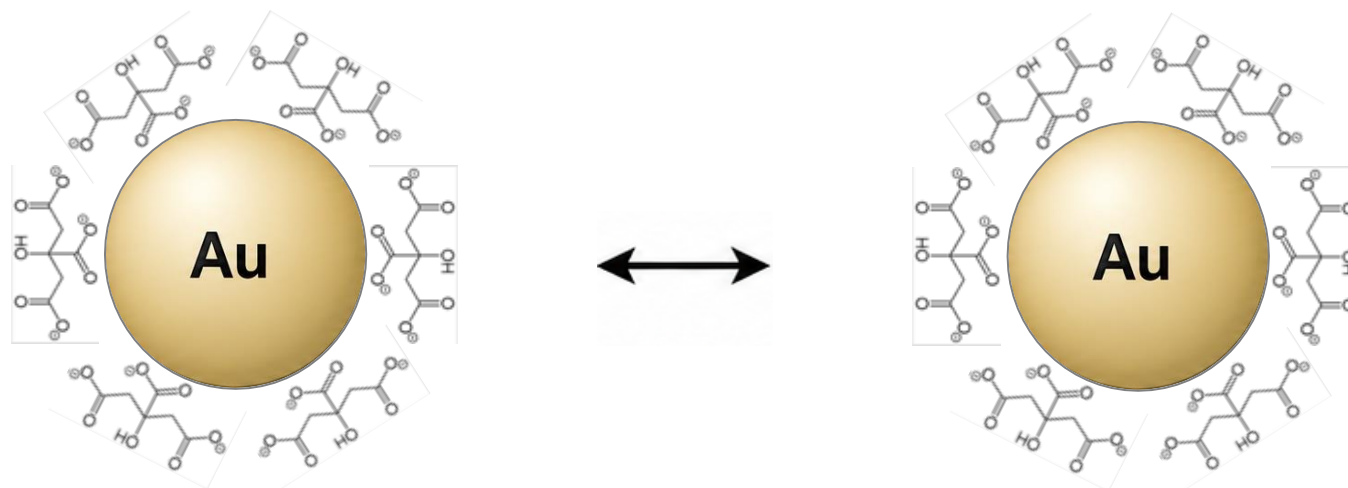
Aggregation von
Gold-Nanopartikeln



Gold-Flakes



Stabilisation von Nanopartikeln





Vorbereitung Experiment



AgNP-Filterpapier



9 Stücken in Methylenblau-Lösung



Blaulicht-Reaktor

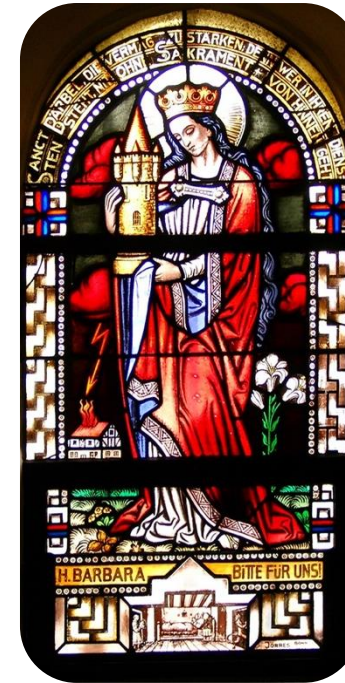


Gold-Nanopartikel seit der Antike

Goldrubinglas



Kirchenglasfenster





Goldrubinglas-Herstellung



Muffelofen

⌚ 24 h
→



Goldrubinglas nach
Heinzerling et. al



Selfmade Goldrubinglas-Perle

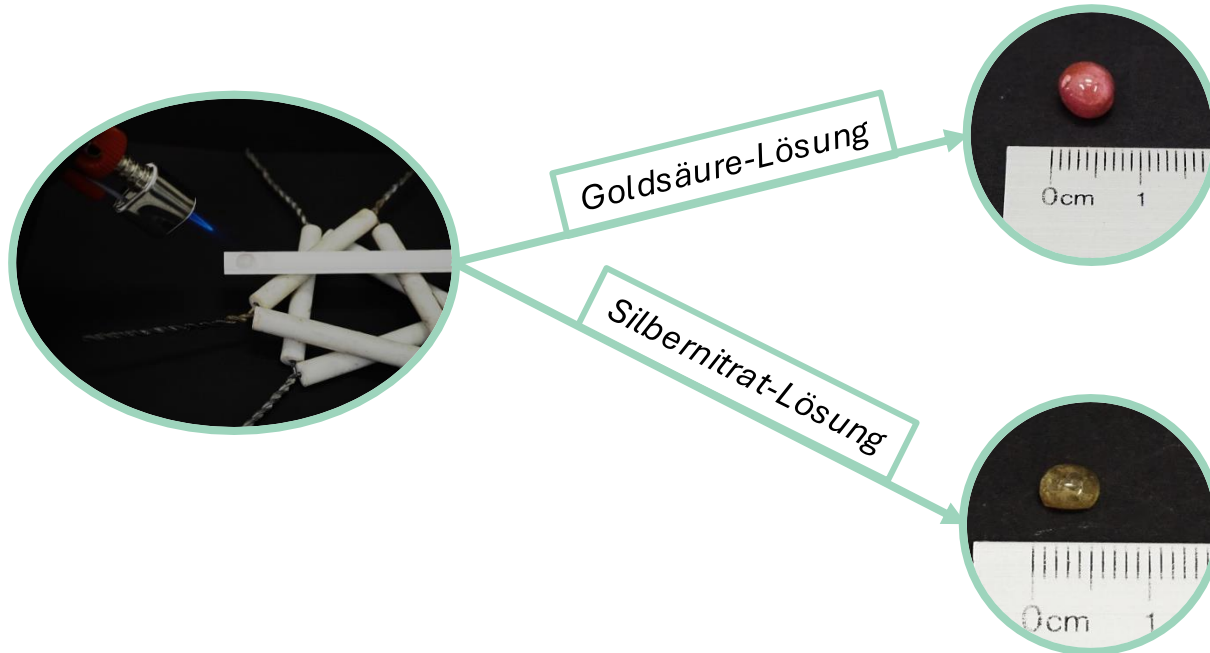
Gemörsertes Bruchglas

Körnungsgröße < 1 mm





Selfmade Goldrubinglas-Perle



2 HAuCl₄

8 HCl_(g)

Einfluss verschiedener Konzentrationen der Goldsäure-Lösung
von 1 mM bis 5 mM (von links nach rechts).

2 AgNO₃

3(g)

Einfluss verschiedener Konzentrationen der Silbernitrat-Lösung
von 1 mM bis 10 mM (von links nach rechts).

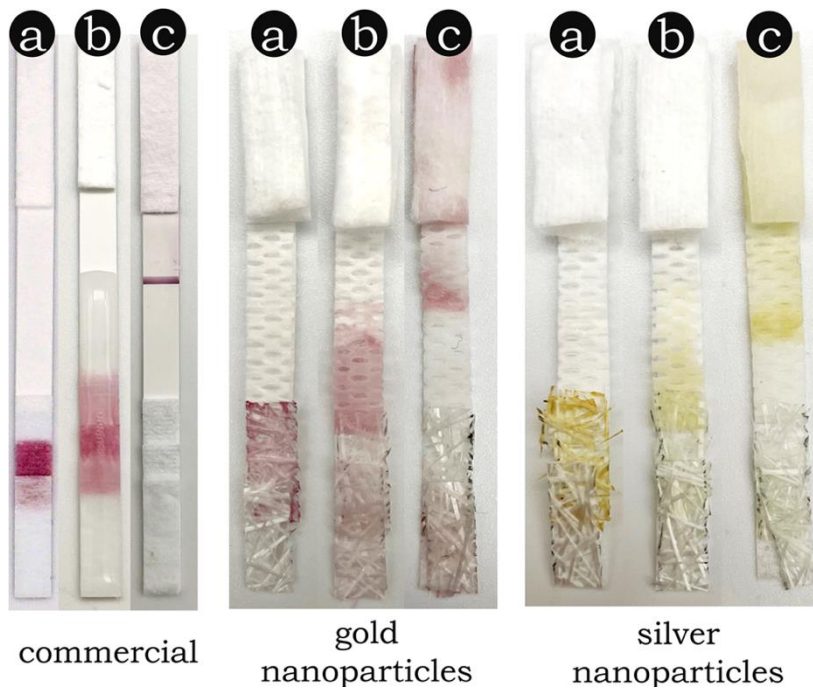
Sonnenschutz & Corona-Test



Titandioxid-Nanopartikel dienen als Sonnenschutz
in Sonnencremes.



Hands-on Corona-Test



Wasserverschmutzung durch Medikamente

2012

WELT

FEHLENDE RICHTLINIEN

Medikamente und Chemie grenzenlos im Wasser

Von Gisela Gross

Veröffentlicht am 01.08.2012 | Lesedauer: 8 Minuten

2019

**Deutsches
Ärzteblatt**

Politik

Arzneimittelrückstände im Wasser in Mecklenburg-Vorpommern nachgewiesen

Donnerstag, 16. Mai 2019

2025

taz

Schadstoffe im Abwasser

Wie viele Pillen verträgt ein Fluss?

Chemikalien aus Industrie und Pharmazie verschmutzen die Wasserreserven – die ohnehin belastet sind. Die EU arbeitet an einer neuen Richtlinie.

21.9.2025 20:03 Uhr

↑ teilen



Wasserverschmutzung durch Medikamente - Lösung?

ACS **APPLIED**
NANO MATERIALS

Open Access

This article is licensed under [CC-BY 4.0](#)

www.acsanm.org

Article

Nanocellulose Membranes for Plasmon-Enhanced Removal of Organic Pollutants from Water

Sivoney Ferreira de Souza,^{*} Christina Beresowski, Sabine Kosmella, João Ameixa, Bhanu Kiran Pothineni, Adrian Keller, Matthias Hartlieb, Andreas Taubert, and Ilko Bald^{*}



Cite This: *ACS Appl. Nano Mater.* 2026, 9, 1129–1141

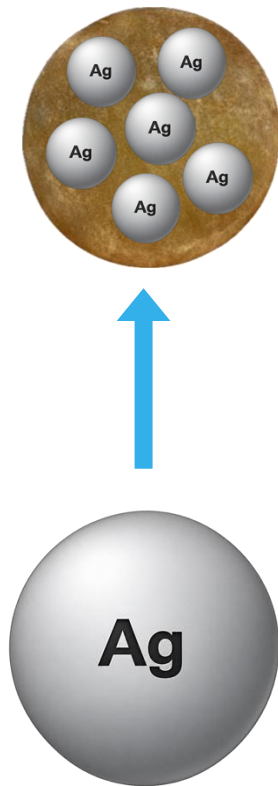


Read Online

Ferreira de Souza, S. et al. *ACS Applied Nano Materials* **2026** 9 (2), 1129-1141
DOI: 10.1021/acsanm.5c04857 [27]



Synthese eines AgNP-Filterpapiers

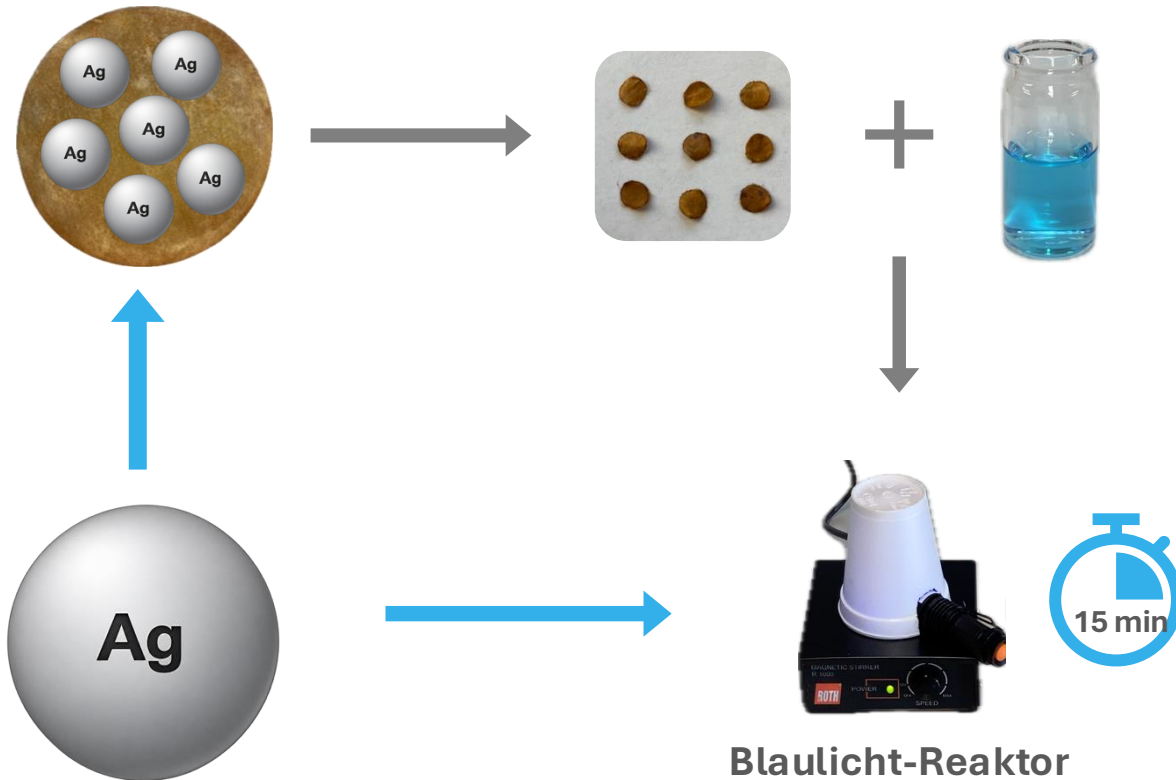


Synthese eines Silbernanopartikel dotierten Filterpapiers

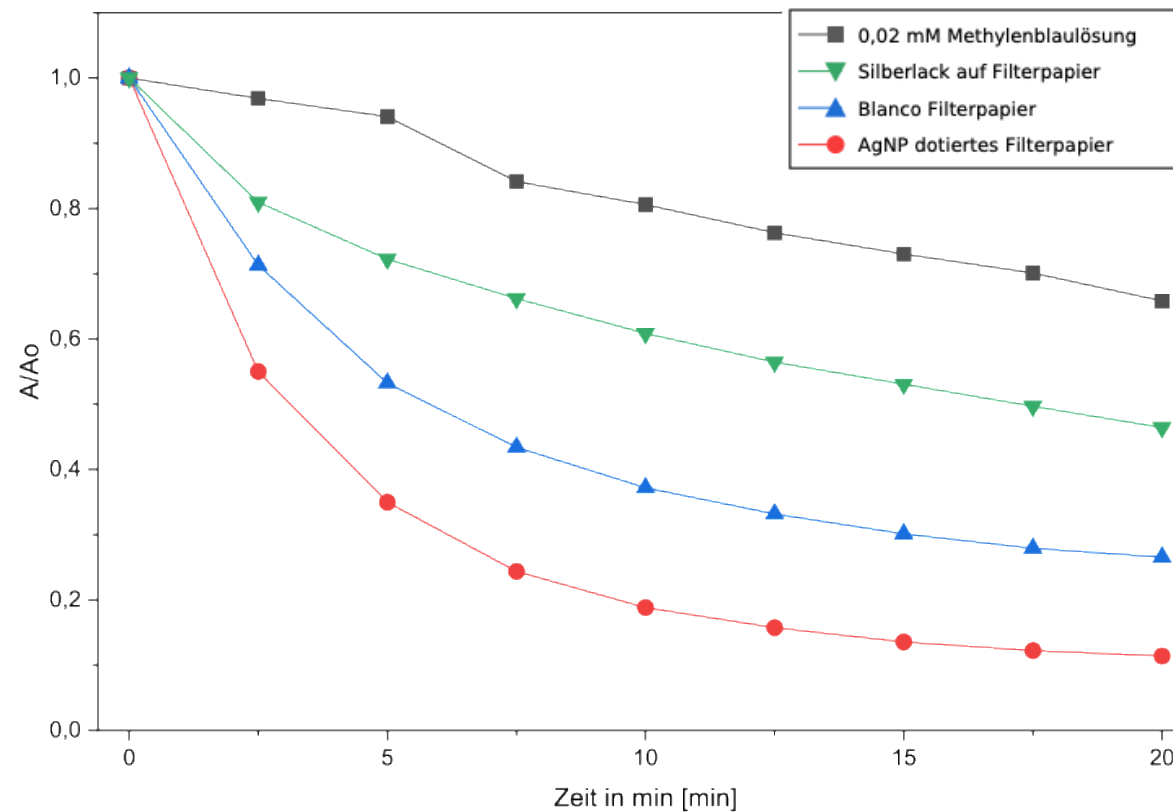


Photokatalytischer Abbau von Methylenblau

9 Stücken in Methylenblau-Lösung



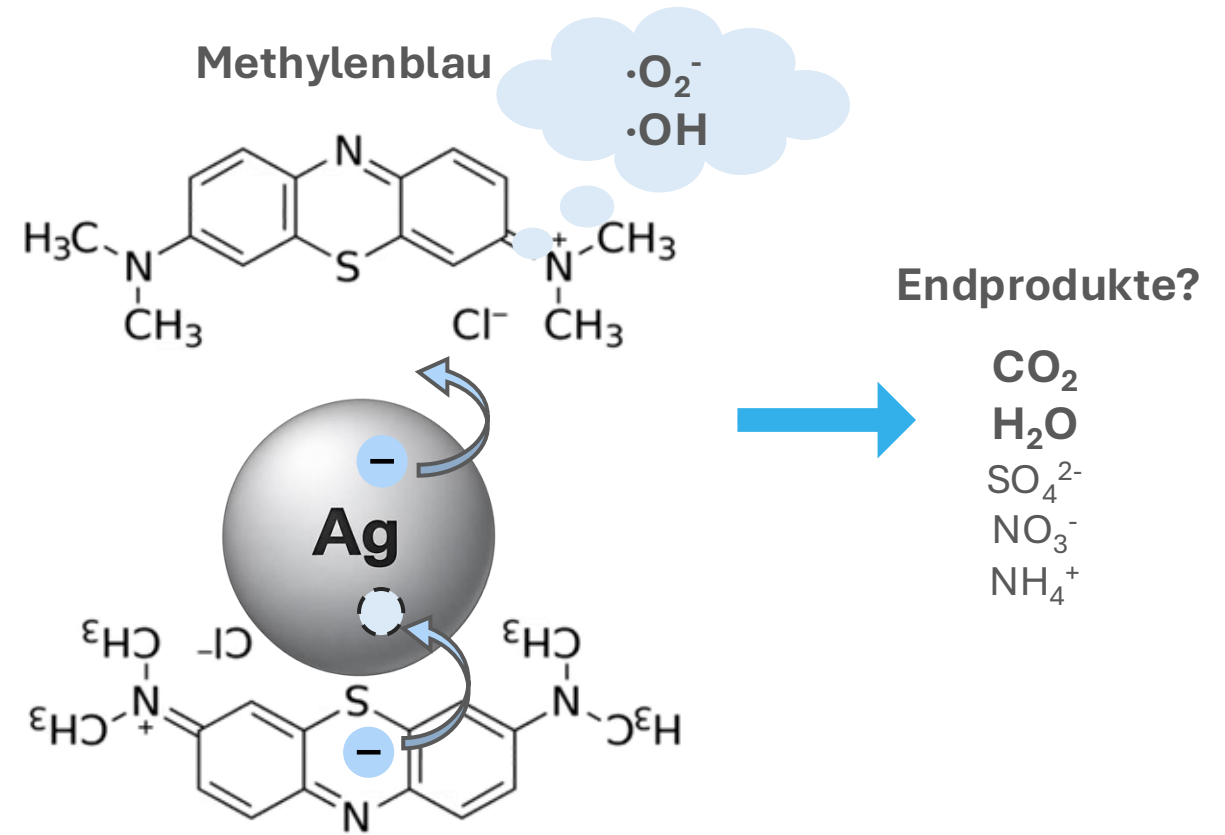
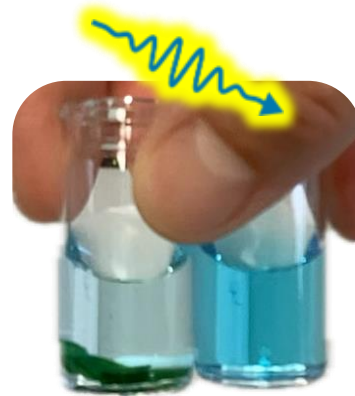
Photokatalytischer Abbau von Methylenblau



Photokatalytischer Abbau von Methyleneblau



Blaulicht-Reaktor





Licht & nanoskalige Metalle



Synthese nanoskaliger Metalle



Historische Anwendung



Moderne Anwendung



Ausblick und Abschluss



Licht & nanoskalige Metalle



Synthese nanoskaliger Metalle



Historische Anwendung



Moderne Anwendung



Licht trifft Nano – Eine Schülerlaboreinheit



Licht & nanoskalige Metalle

dichroitische Nanopartikel-Lösung



Historische Anwendung

Goldrubinglas-Perlen



Synthese nanoskaliger Metalle

Gold-Nanopartikel-Lösungen



Moderne Anwendung

Photokatalytische Wasserreinigung



NANO-LABOR

von Professor Nano

START

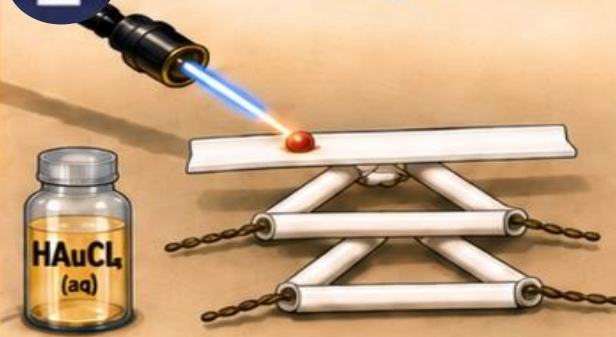
1

Dichroitische Gold-Nanopartikel-Lösung



2

Goldrubinglas



3

Photokatalytische Wasserreinigung



4

Silber-Nanopartikel-Filterpapier



ZIEL





Take Home Messages



Metall-Nanopartikel sind **winzige Teilchen**, die besonders **gut mit Licht** interagieren können.



Sie können **chemische Reaktionen** als **Photokatalysatoren** vorantreiben.



Literatur- & Bildquellen

- [1] Banerji, A. (2026). Das 5i-Modell - ein Framework für die Curriculare Innovationsforschung. <https://curriculare-innovation.de>
- [2] Halbrügge, L., Banerji, A. & Meerholz, K. (2022). Hallo Zukunft! Gedruckte Elektronik als Hands-on-Experiment für die Lehre in den Naturwissenschaften an (Hoch-)Schulen. CHEMKON, 29(S1), 355–361. DOI: 10.1002/ckon.202200030.
- [3] licht.de. Spektralfarben. licht.de. <https://www.licht.de/de/grundlagen/lichtlexikon/details-lichtlexikon/spektralfarben>. (letzter Zugriff 02.09.2026)
- [4] Tennisballanalogie. Konzipiert von Natalia Velk für das SFB1636-Poster im Rahmen der Bauzaunausstellung (Potsdam, 2026).
- [5] Schneider, C. (2016). Licht in der Welt der Nanotechnologie: Ein verständlicher Einstieg in die Grundlagen und Anwendungen. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Spektrum. ISBN 978-3-658-14310-7.
- [6] Eckardt, T.; Schröter, T.; Bald, I.; Banerji, A. (2026). Vom römischen Artefakt zur Nanochemie. Nachrichten aus der Chemie, 74(6), 27–30. <https://doi.org/10.1002/nadc.20264156248>
- [7] Demtröder, W. (2017). Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik. 7., korr. und erw. Aufl. Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum. ISBN 978-3-662-55789-1.
- [8] Gold-Nugget - Gold & Silver World. <https://www.gold-and-silver-world.com/australier-finden-goldnuggets/> (letzter Zugriff 02.09.2026)



Literatur- & Bildquellen

- [9] Heinzerling, P.; Oetken, M. (2018). Nanochemistry – A Split between 18th Century and Modern Times. World Journal of Chemical Education, 6(1), 1–7. DOI: 10.12691/wjce-6-1-1.
- [10] Schwarzer, S.; Abdelaziz, R.; Elbahri, M.; Wilke, T. (2016). Wenn ein Wassertropfen zum Nanolabor wird – Gold-Nanopartikel aus dem Tropfenreaktor. CHEMKON, 23(4), 188–190, <https://doi.org/10.1002/ckon.201610287>.
- [11] Eckardt, T.; Schröter, T.; Banerji, A. (Manuskript in Vorbereitung). „Synthese 2.0 – Gold- und Silber-Nanopartikel reloaded“
- [12] Gao, Y.; Torrente-Murciano, L. (2020). Mechanistic insights of the reduction of gold salts in the Turkevich protocol. Nanoscale, 12(4), 2740–2751. DOI: 10.1039/C9NR08877F.
- [13] Poklepovich-Caride, S.; Oestreicher, V.; Zalduendo, M. M.; Bordoni, A. V.; Soler-Illia, G. J. A. A.; Angelomé, P. C. (2022). A versatile one-pot room temperature approach for the synthesis of gold nanoparticles with multiple sizes and shapes. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 646, 128890. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2022.128890.
- [14] Gold-Flakes. SLOFOODGROUP. <https://www.slofoodgroup.com/products/gold-flakes-edible-gold-flakes-for-garnishing-and-decoration?srsId=AfmBOooDBNn2YMWhPjdBgM7r1TLXCt9X797Ky2auQKp82QsPbq2ft2J9> (letzter Zugriff 15.09.2026)
- [15] Oliveira, A. E. F.; Pereira, A. C.; Resende, M. A. C.; Ferreira, L. F. (2023). Gold Nanoparticles: A Didactic Step-by-Step of the Synthesis Using the Turkevich Method, Mechanisms, and Characterizations. Analytica, 4(2), 250–263. DOI: 10.3390/analytica4020020.
- [16] Goldrubinglas - museum-digital:brandenburg - Becher aus Goldrubinglas mit geschnittenem Rankendekor. <https://brandenburg.museum-digital.de/object/37671> (letzter Zugriff 02.09.2026)



Literatur- & Bildquellen

- [17] Kirchenglasfenster - Katholische Kirchengemeinde St. Martin Rheinbach - Kirchenfenster Heilige Barbara. <https://www.katholische-kirche-rheinbach.de/kirchen-einrichtungen/kirchen/st-aegidius-oberdrees/Kirchenfenster/index.html> (letzter Zugriff 02.09.2026)
- [18] Muffelofen – Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Muffelofen> (letzter Zugriff 15.09.2026)
- [19] Heinzerling, P.; Boymans, N.; Schneider, J. (2012). Goldrubinglas – von alchemistischer Glaskunst bis zur chemischen Nanotechnologie. CHEMKON, 19(4), 163–170. DOI: 10.1002/ckon.201210182.
- [20] Eckardt, T., Andréé, S., Banerji, A. (2026, in Revision). Der Sonderforschungsbereich 1636 stellt sich vor – Metallnanopartikel von der Antike bis zur Moderne. CHEMKON
- [21] Sonnenschutz- mit Hilfe von OpenAI (ChatGPT 4.1) generiert.
- [22] Corona-Test - Bayern 1- Positiver Corona Schnelltest. <https://www.br.de/radio/bayern1/corona-schnelltest-positiv-102.html> (letzter Zugriff 02.09.2026)
- [23] Pölloth, B.; Röhrig, H.; Schwarzer, S. (2022). Why Is There a Red Line? A High School Experiment to Model the Role of Gold Nanoparticles in Lateral Flow Assays for COVID-19. Journal of Chemical Education, 99(7), 2579–2587. DOI: 10.1021/acs.jchemed.2c00094.
- [24] WELT – Gisela Gross (2012). Fehlende Richtlinien: Medikamente und Chemie grenzenlos im Wasser. <https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article108433644/Fehlende-Richtlinien-Medikamente-und-Chemie-grenzenlos-im-Wasser.html> (letzter Zugriff 15.09.2026)



Literatur- & Bildquellen

- [25] Deutsches Ärzteblatt (2019). Arzneimittelrückstände im Wasser in Mecklenburg-Vorpommern nachgewiesen. <https://www.aerzteblatt.de/news/arzneimittelrueckstaende-im-wasser-in-mecklenburg-vorpommern-nachgewiesen-2033afa0-fbf3-4fa4-b315-fa09216ee71f> (letzter Zugriff 15.09.2026)
- [26] TAZ (2025). Schadstoffe im Wasser: Wie viele Pillen verträgt ein Fluss? <https://taz.de/Schadstoffe-im-Abwasser/!6114483/> (letzter Zugriff 15.09.2026)
- [27] de Souza, S. F.; Beresowski, C.; Kosmella, S.; Ameixa, J.; Pothineni, B. K.; Keller, A.; Hartlieb, M.; Taubert, A.; Bald, I. (2026). Nanocellulose Membranes for Plasmon-Enhanced Removal of Organic Pollutants from Water. ACS Applied Nano Materials, 9(2), 1129–1141. DOI: 10.1021/acsanm.5c04857.
- [28] Eckardt, T.; Banerji, A. [weitere Autor:innen noch festzulegen](2026, in Vorbereitung). Blaues Licht, sauberes Wasser - Ein innovatives Hands-on-Experiment zur plasmonischen Katalyse mit Silber-Nanopartikeln auf Filterpapier.

Abschluss

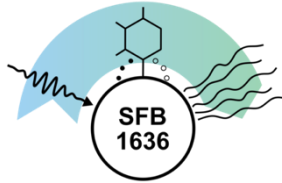
Foliensatz



Website



Didaktik der Chemie
AG Banerji



Danksagung

Studierende der Universität Potsdam



Tobias Schröter



Scott Andree



Fina-Marie Mende



Seike Taraba



Willi Märker

SFB 1636 – Universität Potsdam



Dr. Sivoney Ferreira de Souza

Christina Beresowski

Prof. Dr. Ilko Bald

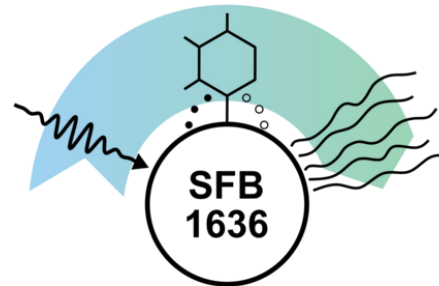
Dr. Martin Reifarth

Florian Schmitt

Dr. Marek Bekir

Prof. Dr. Berndt Schmidt

Daniel Voigt



Funded by

DFG

Deutsche
Forschungsgemeinschaft
German Research Foundation



AG-Banerji

