SERS als Möglichkeit zur Überwachung von Oberflächenfunktionalisierungen

F. Wieduwilt[1], C. Lenth[1], U. Plachetka[2], H. Wackerbarth[1]

1) Laser-Laboratorium Göttingen e.V., Hans-Adolf-Krebs-Weg 1, 37077 Göttingen/DE
2) AMO GmbH, Otto-Blumenthal-Straße 25, 52704 Aachen/DE

Kontakt: hainer.wackerbarth@llg-ev.de

Hintergrund

Optische Biosensoren bestehen grundsätzlich aus einer funktionalisierbaren Oberfläche auf der eine Nanoarchitektur (z.B. Protein, Antikörper, Enzym etc.) als Erfassungsmittel für Zielanalyten immobilisiert wird.

SERS (surface-enhanced Raman scattering) ist trotz sehr niedriger Detektionsgrenzen bislang kaum in analytischen Anwendungen für praktische in-situ-Diagnostik zu finden. Es ist schwierig reproduzierbar robuste sowie günstige (metallische) Substrate herzustellen, deren Beschaffenheit große Feldverstärkungen erlaubt.

Ziele

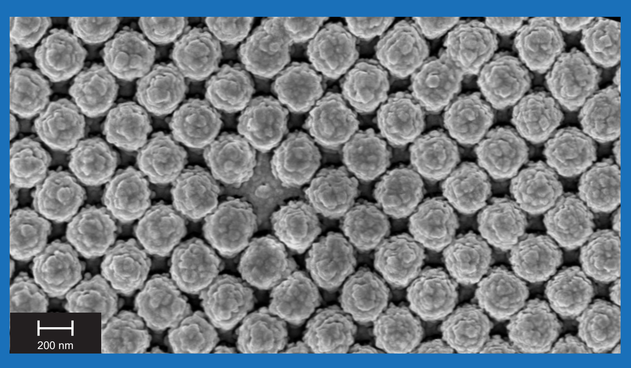
Ziel ist die spektroskopische Überwachung der Oberflächenfunktionalisierung bei der Herstellung von Biosensoren auf der Basis von SERS-Substraten, welche in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner AMO GmbH entwickelt wurden.

Hierzu sollen Oberflächen mit Antikörpern belegt werden, mit denen anschließend Analysen auf Antikörper-Antigen-Reaktionen durchgeführt werden können. An die Antikörper gebundene Analyten sollen mit Hilfe der SERS-Spektroskopie detektiert werden.

Methodik

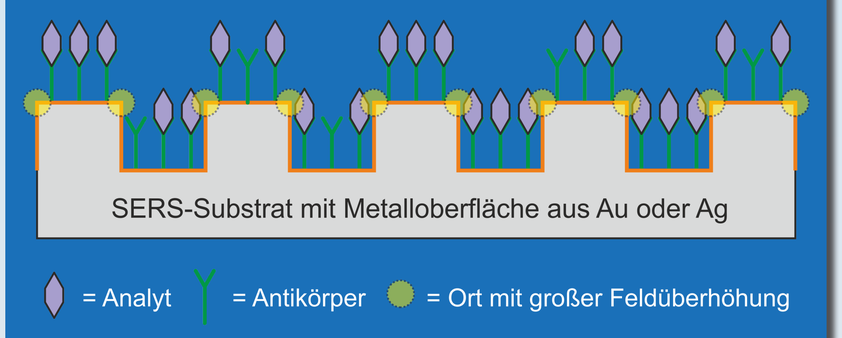
Um die geringen Substanzmengen, die sich in Form einer Monolage auf der Oberfläche befinden, analysieren zu können, soll der Effekt der Feldüberhöhung durch Anregung von Oberflächenplasmonen [1] genutzt werden. Diese Art der Ramanspektroskopie ist unter dem Begriff SERS-Spektroskopie bekannt. Hierzu müssen die Antikörper auf nanostrukturierten Edelmetallofberflächen (Au oder Ag) gebunden werden.

Der SERS-Effekt lässt sich nicht nur für die Bestimmung der Analyte nutzen. Schon bei Herstellung der Sensoroberfläche, kann jeder Syntheseschritt anhand der spezifischen SERS-Spektren überwacht werden.



REM-Aufnahme der nanostrukturierten Oberfläche

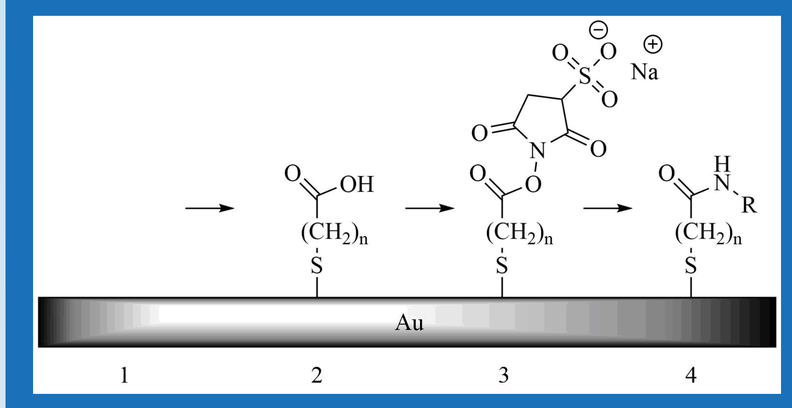
Verwendung finden hierbei nanostrukturierte Oberflächen, welche eine Verstärkung des elektrischen Feldes ermöglichen.



Funktionalisierung

1) Bedampfung der nanostrukturierten Oberfläche mit Au (200 nm)
2) Aufbau einer sich selbstorganisierenden Monolage von Ankermolekülen durch Anbindung von Mercaptocarbonsäuren an die SERS-aktive Oberfläche
3) Überführung der Carboxy-Termini in aktivierte N-Hydroxysuccinimid-Ester über die Zwischenstufe eines Carbodiimid-Derivates
4) Funktionalisierung des N-Hydroxysuccinimid-Esters zu einem Amid (über Amin aus anbindendem Protein)

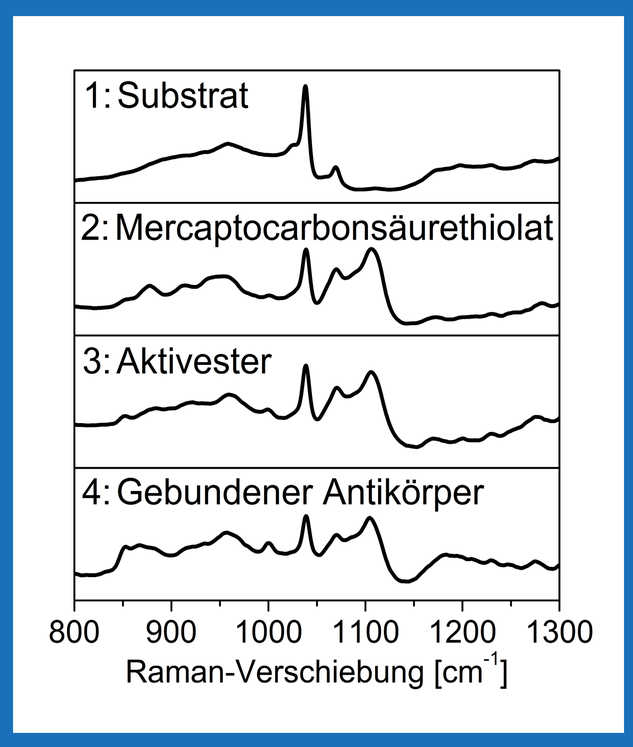
→ Somit wird die Immobilisierung von Antikörpern als Fängermoleküle ermöglicht

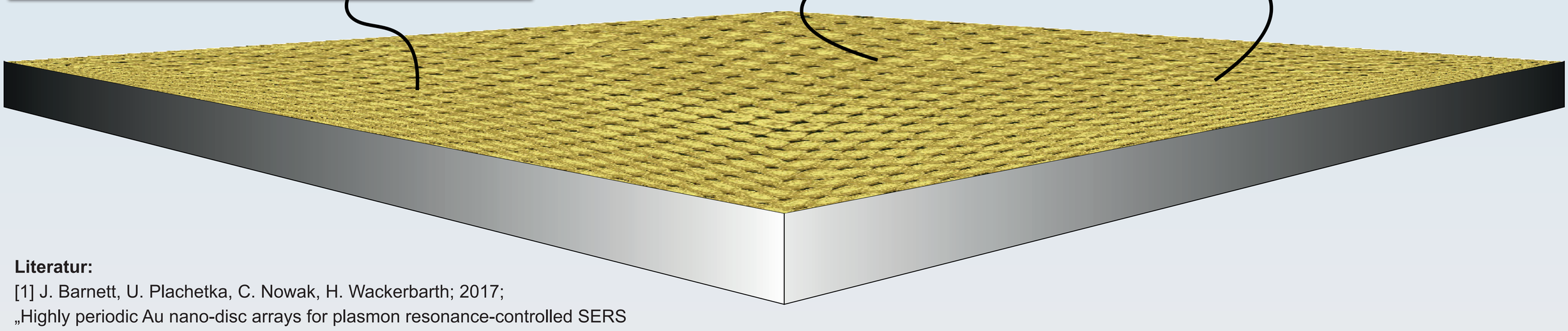


Der Ablauf der Oberflächenfunktionalisierung wird anhand von SERS-Spektren Schritt für Schritt detektiert und analysiert

Ergebnisse

- Durch Verwendung der SERS-Spektroskopie lässt sich eine Oberflächenfunktionalisierung grundsätzlich überwachen
- Signaturen einzelner Zwischenstufen können sich jedoch teilweise sehr ähnlich sein, sodass spezifische Bindungen nicht durchgehend identifiziert werden können





Literatur:

[1] J. Barnett, U. Plachetka, C. Nowak, H. Wackerbarth; 2017;
„Highly periodic Au nano-disc arrays for plasmon resonance-controlled SERS structures on fused silica using UV-NIL based double-layer lift-off process“; Microelectron. Eng.; 72; 45-48.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung