



BENUTZERHANDBUCH

Präparation & Anwendung von Gold-auf-Glas Substraten

Schritt-für-Schritt-Anleitung zur thermischen Rekonstruktion (Flame Annealing) für atomar flache Au(111)-Terrassen.

arrandee™ Precious Metal Coated Substrates

Dr. Dirk Schröer • Werther, Deutschland

Version 2.1 • Stand: Juli 2026

1. Einführung in arrandee™ Substrate

arrandee™ stellt hochreine, goldbeschichtete Borosilikatglas-Substrate her, die speziell für die hochauflösende Mikroskopie (Rastertunnelmikroskopie/STM und Rasterkraftmikroskopie/AFM) sowie für die Erforschung selbstorganisierender Monoschichten (SAMs) entwickelt wurden.

Die Substrate bestehen aus einem präzise geschnittenen Borosilikatglas-Träger (D263, Dicke ca. 0,7 mm), auf den ohne zusätzliche Haftsichten (wie Chrom oder Titan) eine Schicht aus hochreinem Gold (99,999 %) aufgedampft wird. Die nominale Golddicke beträgt standardmäßig 250 nm.

VORTEIL OHNE HAFTVERMITTLER

Durch den Verzicht auf Chrom- oder Titan-Haftsichten wird eine thermische Diffusion von Fremdatomen an die Oberfläche beim Ausheizen verhindert. Dies garantiert ein chemisch absolut reines Gold-Substrat für sensitive Oberflächenanalysen.

2. Transport, Lagerung & Handhabung

Um die herausragende Reinheit und Qualität der arrandee™ Substrate zu bewahren, müssen strenge Sauberkeitsstandards eingehalten werden:

- **Lagerung:** Lagern Sie die unbenutzten Substrate stets in ihrer Originalverpackung unter Inertgas (Stickstoff oder Argon) oder im Vakuum-Exsikkator. Dadurch wird das Adsorbieren von organischen Verunreinigungen aus der Umgebungsluft minimiert.
- **Handhabung:** Fassen Sie die Substrate ausschließlich an den Kanten mit speziell gereinigten Edelstahl- oder Teflon-Pinzetten an. Berühren Sie niemals die beschichtete Goldoberfläche.
- **Sauberkeit im Labor:** Arbeiten Sie nach Möglichkeit unter einer Laminar-Flow-Box oder in einer extrem staubarmen Laborumgebung.

3. Die thermische Rekonstruktion (Flame Annealing)

Im frisch gelieferten Zustand weist die aufgedampfte Goldschicht eine polykristalline, körnige Struktur auf. Um atomar flache, ausgedehnte Terrassen mit der gewünschten **Au(111)-Ausrichtung** zu erhalten, muss das Substrat unmittelbar vor der Messung thermisch behandelt ("ausgeheizt") werden. Das Flammenheizen (Flame Annealing) ist hierfür die effizienteste und bewährteste Methode im Laboralltag.

Erforderliche Ausrüstung

1. Ein kleiner Gasbrenner, betrieben mit **Wasserstoff (empfohlen)**, Propan oder Butan.
2. Eine absolut saubere Quarzglas-Platte oder ein Keramikträger als hitzebeständige Unterlage.
3. Eine feine, hitzebeständige Pinzette (z. B. aus Keramik oder Edelstahl).

4. Eine abgedunkelte Laborumgebung (ermöglicht die genaue optische Beurteilung der Glühtemperatur).

SICHERHEITSHINWEIS ZUM UMGANG MIT GASEN

Beim Betrieb von offenen Gasbrennern – insbesondere mit Wasserstoff – besteht Explosions- und Brandgefahr. Arbeiten Sie zwingend unter einem funktionsfähigen Abzug, tragen Sie Schutzbrille und hitzebeständige Handschuhe und halten Sie Feuerlöschanlagen bereit.

Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. **Vorbereitung:** Platzieren Sie das arrandee™ Substrat mit der Goldseite nach oben auf der sauberen Quarzglas-Unterlage. Dunkeln Sie den Raum so weit ab, dass Sie ein schwaches Glühen gut erkennen können.
2. **Zündung:** Entzünden Sie den Brenner und stellen Sie eine feine, nicht-rußende, hellblaue Flamme ein (ca. 2–3 cm Länge).
3. **Vorheizen:** Führen Sie die Flamme langsam in kreisenden Bewegungen über das gesamte Substrat, um das Glas gleichmäßig zu erwärmen und thermische Spannungsrisse zu vermeiden.
4. **Das eigentliche Annealing:** Richten Sie den heißen Teil der Flamme direkt auf das Substrat. Bewegen Sie die Flamme stetig und gleichmäßig über die Goldoberfläche. Das Substrat sollte dabei ein **ganz schwaches, matt-orangerotes Glühen** zeigen. Dies entspricht einer Temperatur von ca. 650 °C bis maximal 750 °C.
Dauer: ca. 30 bis 60 Sekunden kontinuierliche Bewegung.
5. **Abkühlung:** Entfernen Sie die Flamme langsam, um die Temperatur schrittweise zu senken. Lassen Sie das Substrat auf der Quarzplatte an der Luft (oder unter einem leichten Stickstoffstrom) für mindestens 2 Minuten abkühlen, bevor Sie es bewegen.

4. Technische Spezifikationen

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten physikalischen Parameter der arrandee™ Gold-auf-Glas Substrate zusammengefasst:

Parameter	Spezifikation / Wert
Trägermaterial	Borosilikatglas D263 (kontrollierte Flatness, ca. 0,7 mm Dicke)
Gold-Reinheit	99,999 % (schmelzmetallurgisch zertifiziert)
Nennschichtdicke Gold	250 nm (± 10 %)
Haftschicht (Adhesion Layer)	Keine (frei von Chrom, Titan oder Fremdmetallen)
Terrassengröße (nach Annealing)	Typischerweise 100 nm bis zu mehreren 100 nm flache Au(111)-Domänen

5. Häufig gestellte Fragen (FAQs)

F: Warum reißt das Glas beim Heizen?

A: Dies liegt meist an einem zu schnellen, punktuellen Aufheizen oder Abkühlen. Achten Sie darauf, das Substrat im ersten Schritt flächig und langsam vorzuwärmen, um thermischen Schock im Borosilikatglas zu vermeiden.

F: Woran erkenne ich, dass das Gold überhitzt wurde?

A: Wenn das Glühen zu hell (gelb-orange bis gelb) wird, schmilzt das Gold lokal auf. Es zieht sich aufgrund der Oberflächenspannung zu makroskopischen Goldtröpfchen zusammen, wodurch die flache Oberfläche zerstört wird. Das Substrat ist dann unbrauchbar.

F: Wie lange nach dem Flammenheizen bleibt das Substrat sauber?

A: An normaler Laborluft beginnt die Adsorption organischer Moleküle sofort. Wir empfehlen zwingend, das Substrat innerhalb von 10 bis 15 Minuten nach dem Abkühlen für die Messung oder die Modifikation (z.B. Einlegen in Thiol-Lösungen) zu verwenden.