

## Die Reflexionsverhältnisse ohne Plasmonen- Anregung

Der kritische Winkel der Totalreflexion eines Lichtstrahles ist gegeben durch:

$$\sin \theta_c = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} = \frac{n_2}{n_1}$$

Oberhalb dieses Winkels ist die Reflektivität eines Medienüberganges gleich 1. Obwohl kein Licht bei der totalen Reflexion also auch keine Energie in das Medium 2 (unterer Halbraum - siehe dazu Abbild 1 „Herleitung des Photonen- Wellenvektors „ $k_x$ ““) eingestrahlt wird, erstreckt sich ein elektrisches Feld, ausgehend von den Photonen, über die Grenzfläche des beiden Medien hinaus mit der Weite eines Viertels der anliegenden Wellenlänge.

Somit fällt die Intensität des elektromagnetischen Feldes jenseits der Grenzfläche nicht abrupt auf Null ab. Stattdessen läuft eine gedämpfte harmonische Welle parallel zur Schnittstelle. Ein Teil davon als evaneszentes Feld dringt auch in das optisch dünnere Medium (hier der obere Halbraum). Die Abklingrate des Feldes auf beiden Seiten ist exponentiell.

Ein Prisma, metallisch unbedampft an der Basis, beleuchtet mit dem Winkel „ $\theta$ “ lässt am Detektor folgende Reflektivitäten messen.

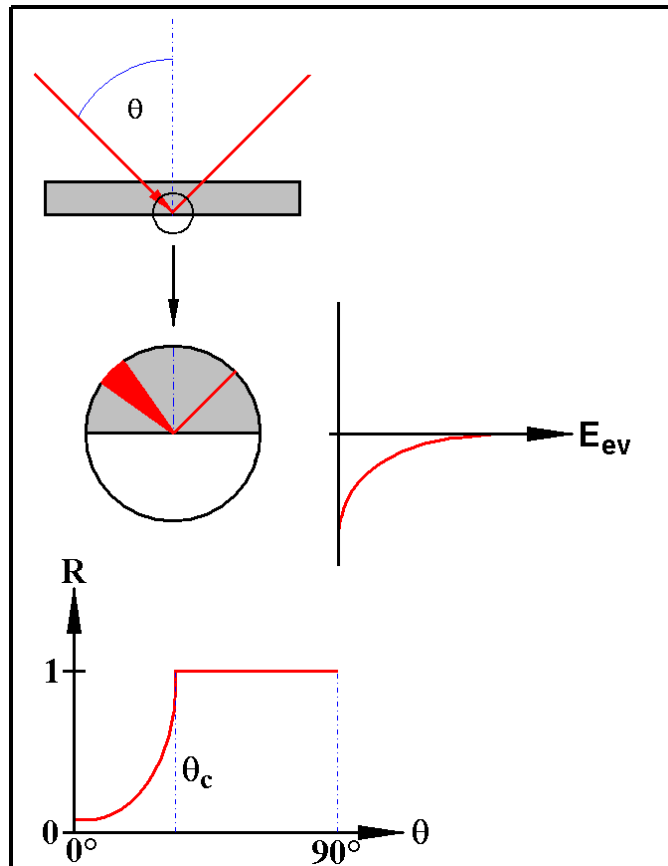


Bild 1: Versuchsaufbau und gemessene Reflektivität. Es wird kein Oberflächen- Plasmon angeregt. Quelle: Eigene Zeichnung.

## Die Reflexionsverhältnisse mit Plasmonen- Anregung

Wenn man auf die Unterseite des oben verwendeten Prismas einen dünnen Metallfilm aufbringt (zum Beispiel mit einer Dicke von 50nm), sind verschiedene Auswirkungen in Bezug der Reflektivität zu beobachten. Unterhalb des kritischen Winkels „ $\theta_c$ “ erhöht sich die (Grund)Reflektivität infolge der Tatsache, dass der Metallfilm als teildurchlässiger Spiegel wirkt. Wird der Winkel oberhalb der Totalreflektionskante geführt, wechselwirkt das evaneszente Feld nun innerhalb des Metallfilms, mit den quasifreien Metall- Elektronengas. Bei einem Winkel „ $\theta_p$ “ koppeln die auftreffenden Photonen resonant mit den Elektronen. Dieser gekoppelte Zustand regt Plasmaschwingungen an und wird als Oberflächen- Plasmon genannt.

In dem normierten Reflektionsgrafen tritt durch beschriebene Kopplung ein scharfes Minima auf. Grund der Schärfe dieses Einbruches ist, dass die gesamte Energie der Photonen im Metallfilm absorbiert wird. Umgangssprachlich wird bei „ $\theta_p$ “ die „Reflektion zerstört“.

Oberflächen- Plasmonen können nicht direkt an Luft/Metall- Grenzflächen angeregt werden. Ebenfalls nicht für Wasser/Metall. Grund ist die Nichterfüllbarkeit der Impulserhaltung „ $p$ “ bzw. der Kopplung der Wellenvektoren „ $k$ “ (Die E- Felder entlang der Grenzfläche erfüllen nicht die Stetigkeitsbedingung).

$$p = \hbar \cdot k \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{c}$$

Ausweg ist die Einkopplung der Photonen über Prismen oder aufgebrauchte optische Gitter.

Die beschriebene Plasmaschwingung erzeugt ein eigenes Feld, das dem evaneszenten Feld ohne Anregung vergleichbar ist. Dieses erstreckt sich auf beiden Seiten der Metall- Glas- Grenzfläche. Auch dieses ist ein evaneszentes Feld (die Amplitude fällt exponentiell innerhalb der Plasmonenwellenlänge ab). Aus oben beschriebenen Grund muss auch hier die Stetigkeitsbedingung erfüllt werden, bedeutet, das evaneszente Plasmonenfeld muss die gleiche Wellenlänge haben wie die des evaneszenten Feldes des einfallenden Photons.

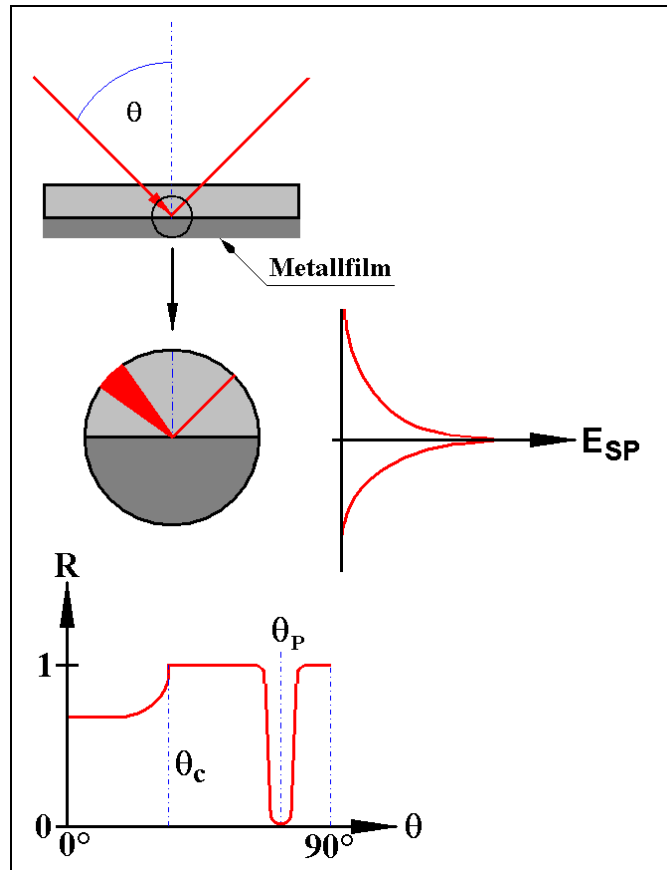


Bild 2: Versuchsaufbau und gemessene Reflektivität. Es wird ein Oberflächen-Plasmon angeregt. Quelle: Eigene Zeichnung.