

DAMALS *Kathodenentladung auf kurzen Distanzen*

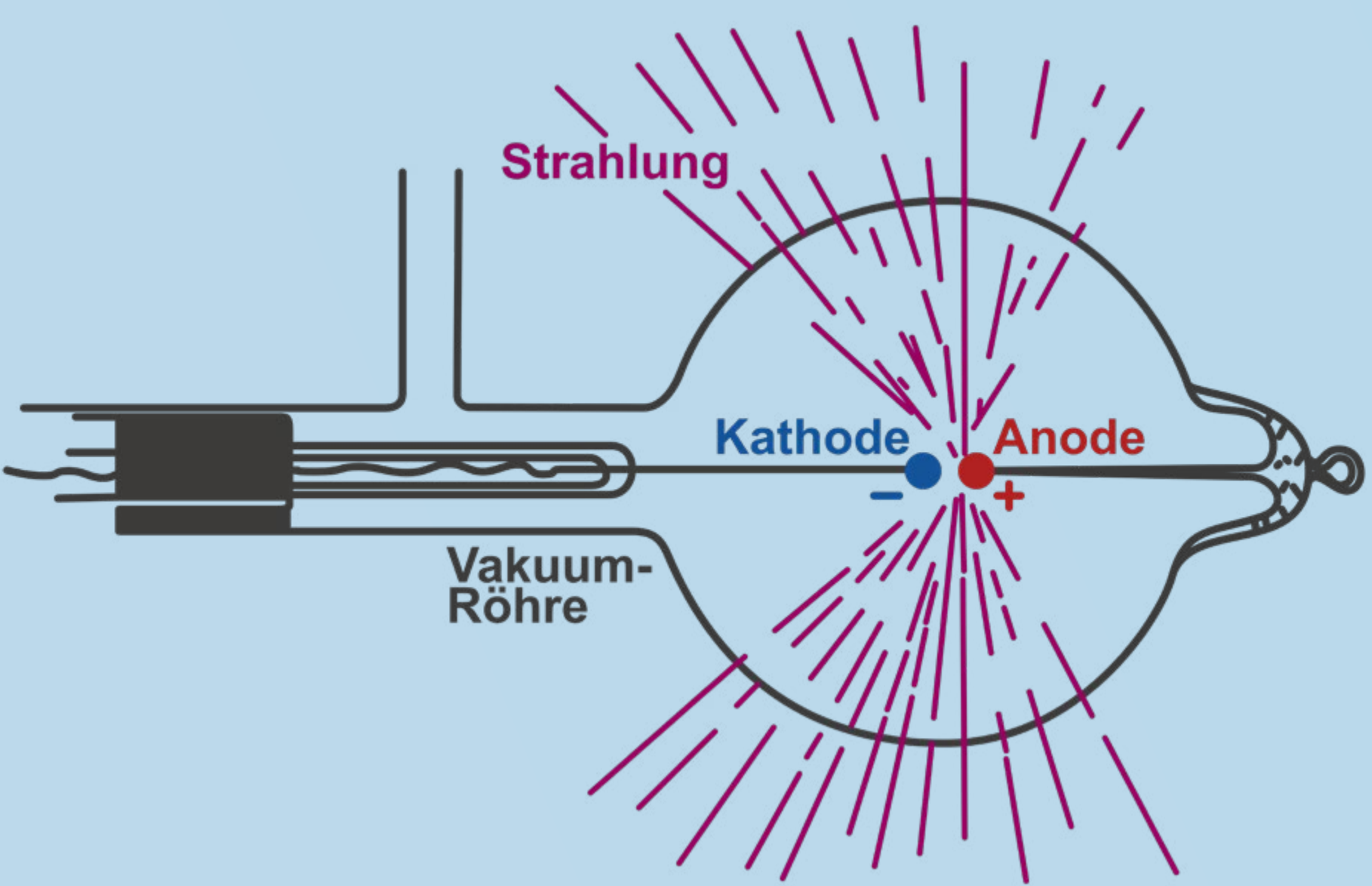


Abb. 22 Schmbild zur Erzeugung von Röntgenstrahlen
Nach der Originalpublikation:
R. W. Wood, Phys. Rev. (Ser. I)
5, 1 (1897)

Robert W. Wood beschreibt in seiner Veröffentlichung von 1897, wie er versucht, möglichst effizient Röntgenstrahlen zu erzeugen. Wie in Abbildung 22 gezeigt, ist die verwendete Versuchsanordnung dabei ähnlich der Hittorf'sche Röhre, lediglich mit einem viel kleineren Abstand zwischen kleinen, kugelförmigen Elektroden. Er beschreibt, dass bei sehr kleinen Abständen von Kathode und Anode die Erzeugung von Röntgenstrahlen schnell zusammenbricht. Dies ist auf den Tunneleffekt zurückzuführen. Man kann sich den Tunneleffekt wie in Abbildung 23 dargestellt erklären.

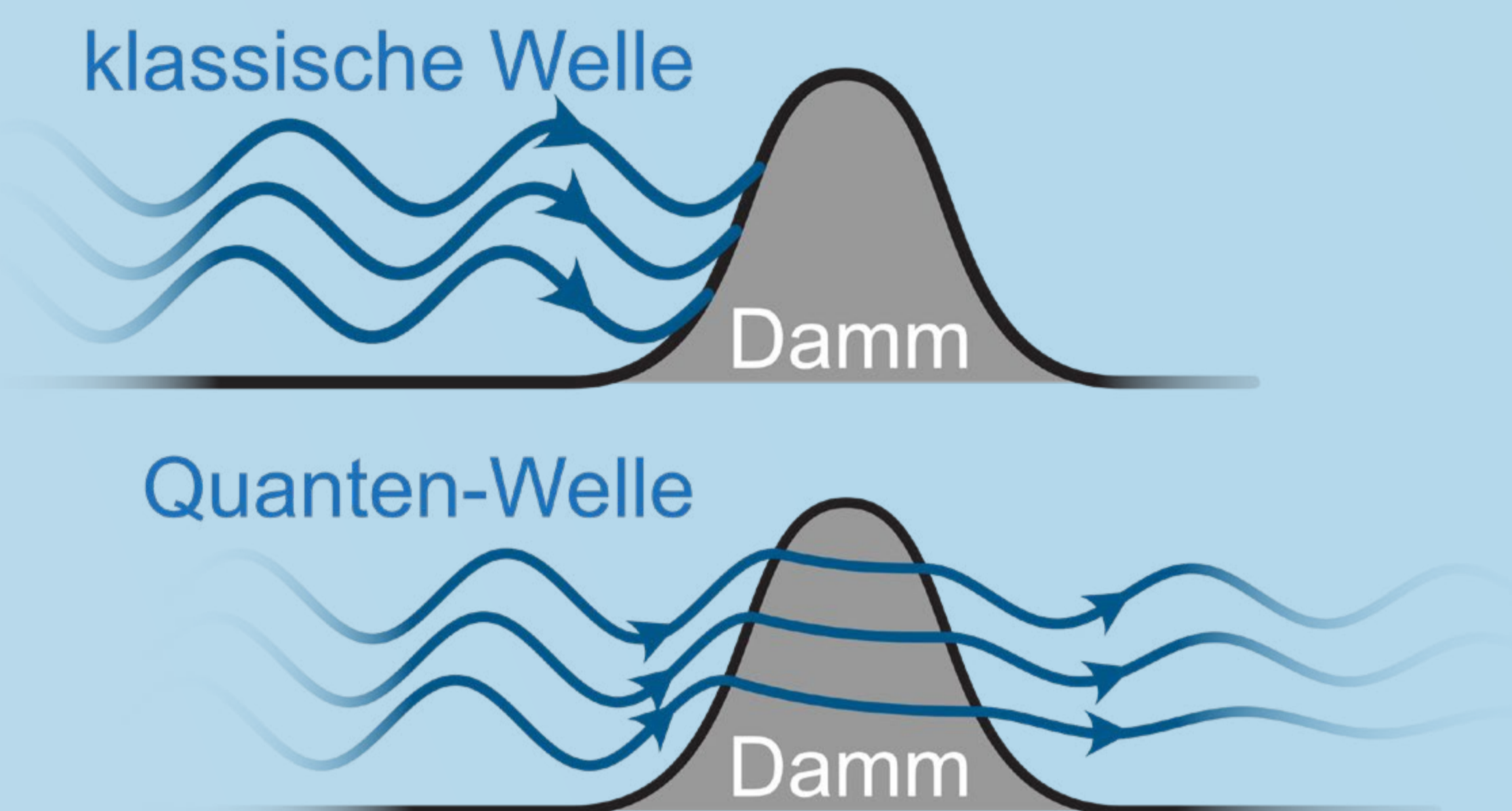


Abb. 23 Schematische Darstellung des Tunneleffekts

Treffen klassische Wellen auf einen Damm, werden sie aufgehalten. Quanten-Wellen können aber den Damm passieren, wobei sie jedoch abgeschwächt werden. Das Konzept der Quanten-Wellen wurde jedoch erst 1925 von Erwin Schrödinger entwickelt. Schrödingers Theorie sagt vorher, dass sich Teilchen aufgrund ihrer Wellennatur durch Bereiche hindurchbewegen können, die energetisch verboten sind. Dadurch konnte der Tunneleffekt vollständig erklärt werden.

HEUTE *Rastertunnelmikroskopie* (Physikalisches Institut)

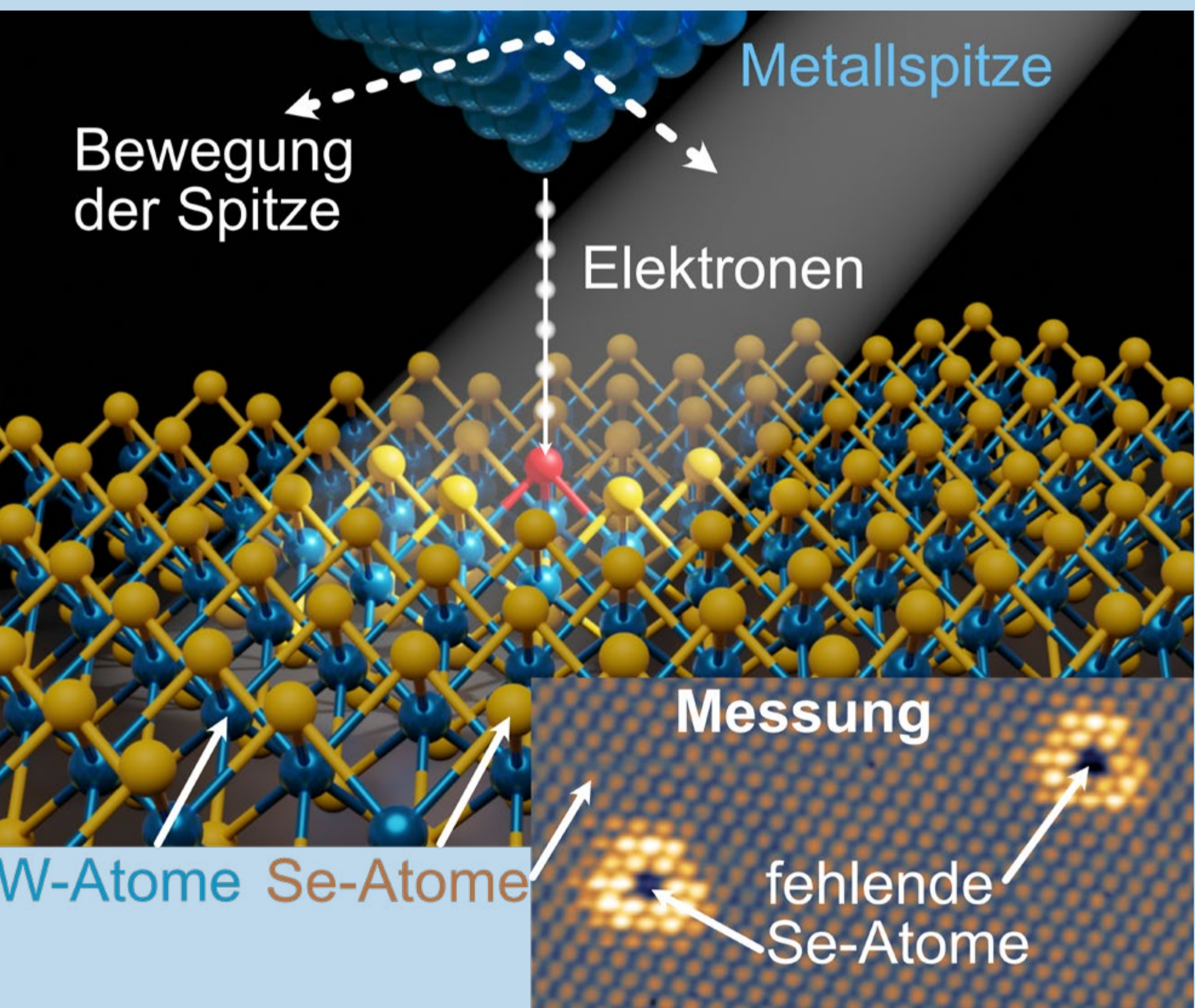


Abb. 24 Schemabild zur Rastertunnelmikroskopie
© AG Schlenhoff, Uni Münster

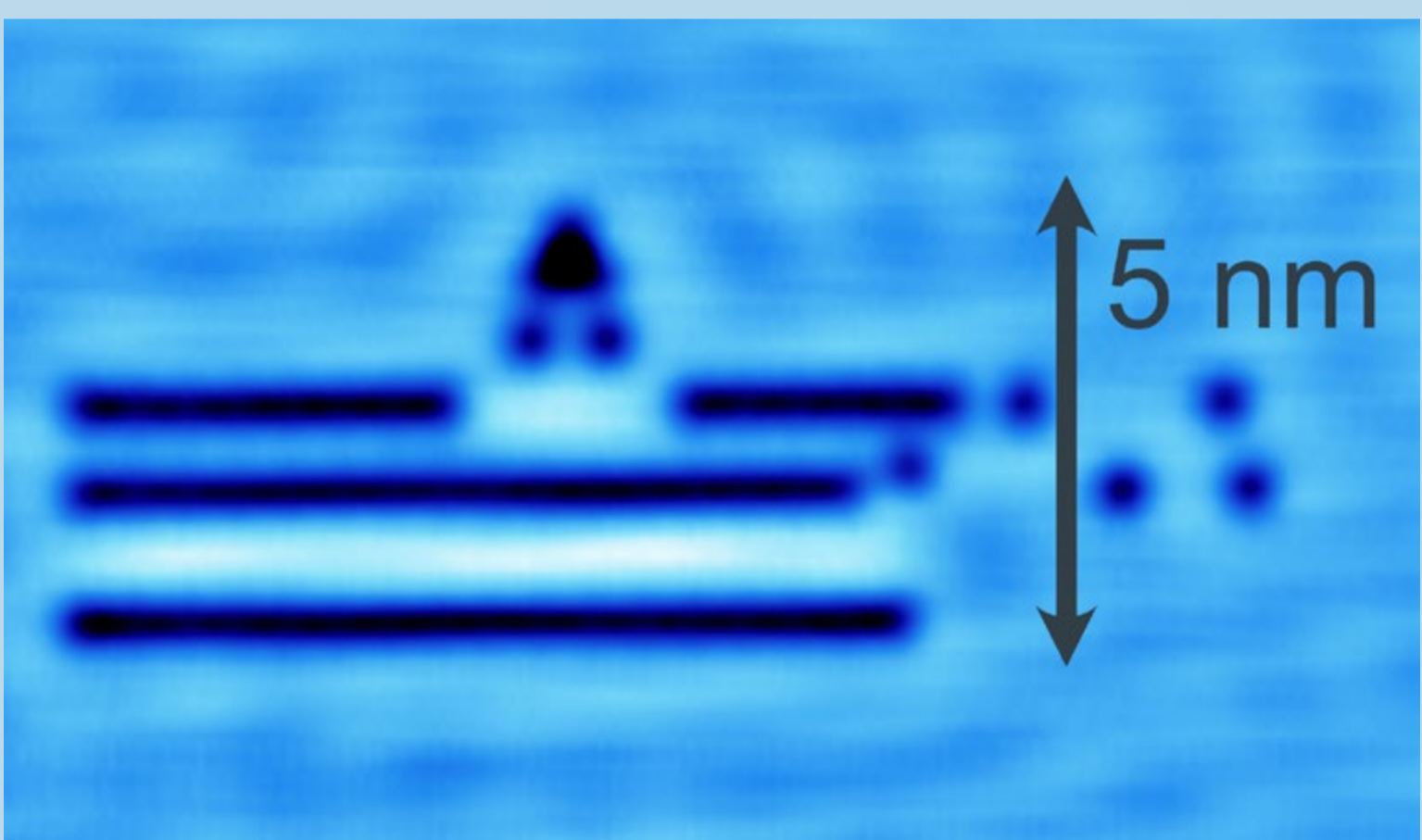


Abb. 25 Logo der Uni Münster aufgebaut aus Molekülen
© AG Wegner an der Uni Münster, jetzt Radboud Universität, Nijmegen

Abb. 26 Vakuumkammer eines Rastertunnelmikroskops
© AG Schlenhoff, Uni Münster

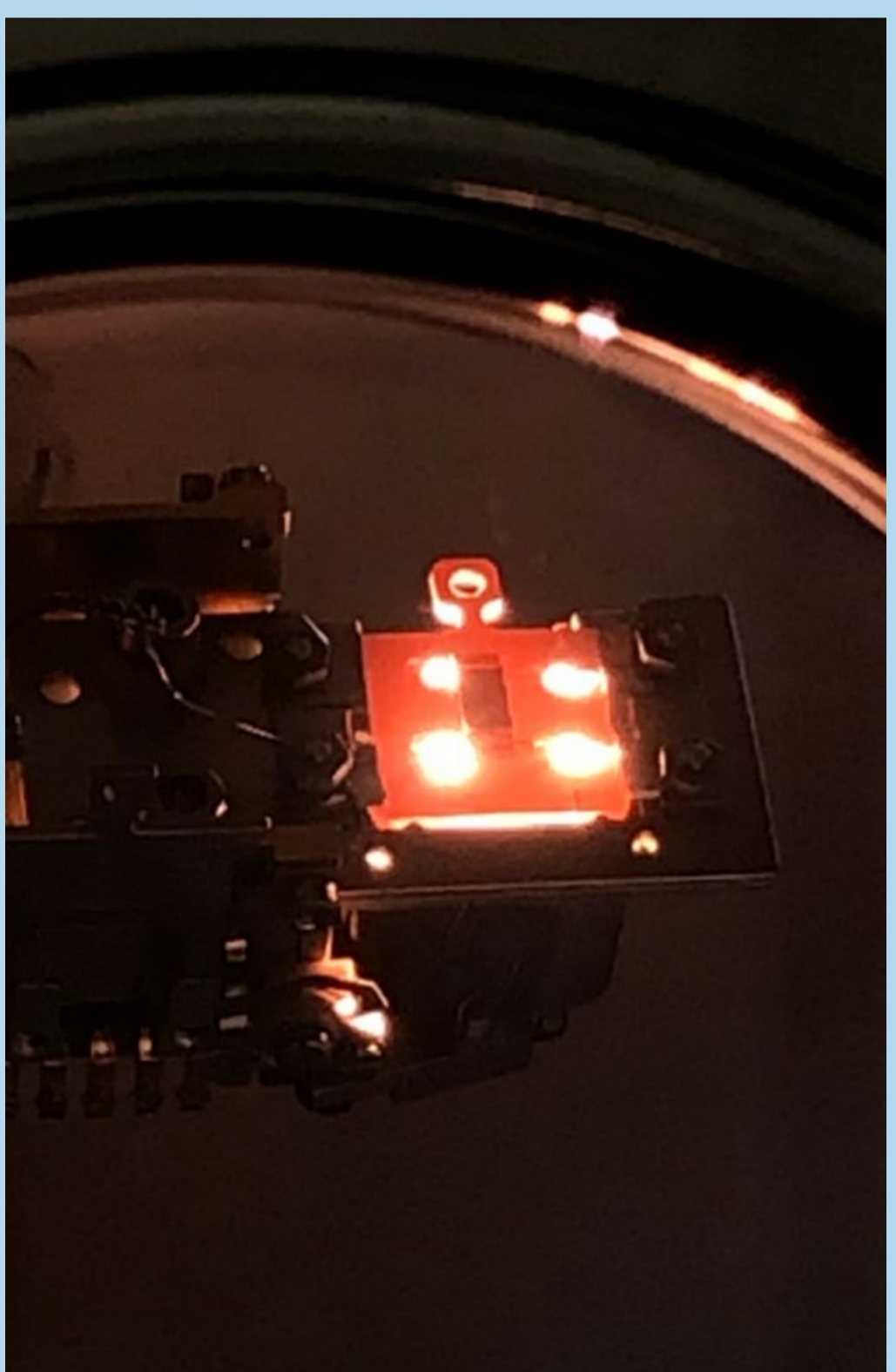
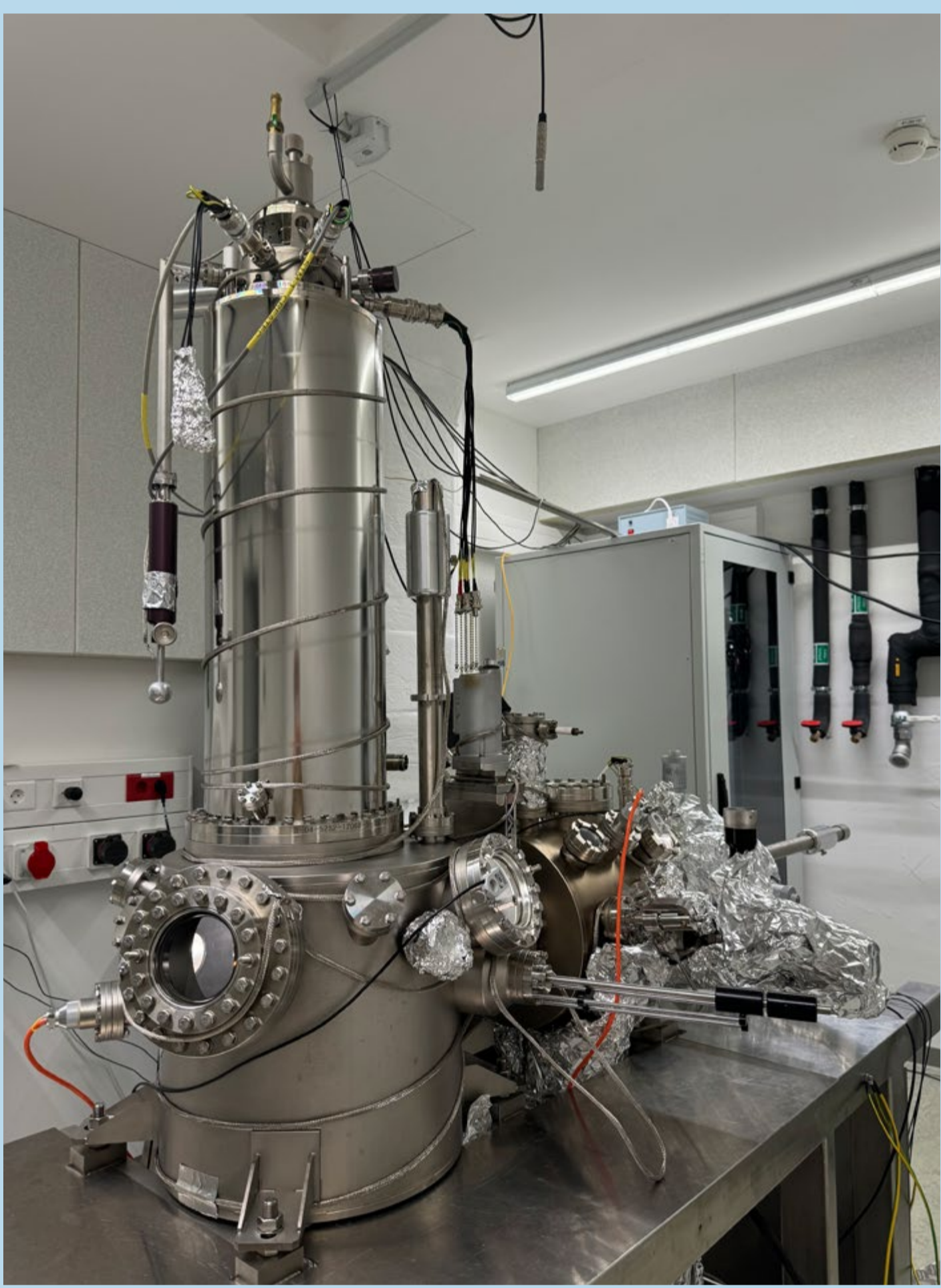


Abb. 27 Heizen von Proben in der Vakuumkammer
© AG Schlenhoff, Uni Münster

In der Rastertunnelmikroskopie wird die Quantennatur des Tunneleffekts ausgenutzt, um die elektronische Struktur von Materialien zu untersuchen. Man verwendet dazu Metallnadeln, die so scharf sind, dass sich an ihrer Spitze nur ein einzelnes Atom befindet. Wird nun die Spitze über die Probe bewegt und gleichzeitig der Tunnelstrom gemessen, ist es möglich ein Bild von den Atomen in einem Material aufzunehmen. Dadurch werden auch einzelne Atome auf einer Oberfläche sichtbar, oder man erkennt, wo Atome fehlen. Abbildung 24 zeigt den schematischen Aufbau des Experiments an einer Schicht Wolframdiselenid (WSe_2). Unten rechts ist eine Messung zu sehen, in der die Selen-Atome (Se) an der Oberfläche als gelbe Punkte sichtbar sind. An den dunklen Stellen fehlen einzelne Se-Atome. Die extreme Präzision des Mikroskops erlaubt es außerdem,

einzelne Atome oder Moleküle auf einer Oberfläche kontrolliert zu positionieren. Abbildung 25 zeigt das Logo der Uni Münster zusammengesetzt aus etwa 50 Kohlenmonoxid (CO) Molekülen. Abbildung 26 zeigt ein derzeit im Aufbau befindliches Labor der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Schlenhoff am Physikalisches Institut. Solche großen Anlagen sind erforderlich, um den eigentlichen Messaufbau zu kühlen und das benötigte Vakuum zu erzeugen. Die zu untersuchenden Proben müssen eine extrem saubere Oberfläche haben. Zur Reinigung wird die Probe aufgeheizt, indem sie mit Kathodenstrahlen beschossen wird. Abbildung 27 stammt aus der „Metallkammer“, die man im großen Bild sieht. Diese ist eine „moderne Hittorf'sche Röhre“, allerdings mit einem viel besseren Vakuum. Die vor Hitze glühenden Probenträger mit Proben sieht man im Bild.