

Vacuum Science and Technology Division Fachverband Vakuumphysik und Vakuumtechnik (VA)

Gerhard Voss
Vacuum Academy
Oerlikon Leybold Vacuum GmbH
Bonner Str. 498
50968 Köln
gerhard.voss@oerlikon.com

Overview of Invited Talks and Sessions

(Lecture room: HFT-FT 131)

Invited Talks

VA 1.1	Mon	10:00–10:40	HFT-FT 131	Vacuum Pumping of Fusion Reactors: The KALPUREX-Process — •THOMAS GIEGERICH, CHRISTIAN DAY
VA 1.2	Mon	10:40–11:20	HFT-FT 131	Radonprozesse im KATRIN-Experiment — •JOACHIM WOLF

Sessions

VA 1.1–1.3	Mon	10:00–11:40	HFT-FT 131	Vacuum systems and tools
VA 2.1–2.6	Mon	14:00–16:00	HFT-FT 131	Vacuum based manufacturing, coating and analysis

Annual General Meeting of the Vacuum Science and Technology Division

Montag 16:00 HFT-FT 131

- Bericht
- Neuwahl des Fachverbandsleiters und seines Stellvertreters
- Verschiedenes

VA 1: Vacuum systems and tools

Time: Monday 10:00–11:40

Location: HFT-FT 131

Invited Talk

VA 1.1 Mon 10:00 HFT-FT 131

Vacuum Pumping of Fusion Reactors: The KALPUREX-Process — ●THOMAS GIEGERICH and CHRISTIAN DAY — Institute for Technical Physics (ITEP), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Campus Nord, Eggenstein-Leopoldshafen, D-76344, GERMANY

Activities are ongoing in Europe to build the first fusion power plant. Here, the hydrogen isotopes deuterium and tritium are merged together to helium under the release of huge amounts of energy. The fusion reaction takes place in a plasma contained in vacuum. This asks for a very large vacuum chamber and a powerful vacuum pumping system that is able to pump the reactor down and to keep the vacuum against a fuelling gas flow during the several hours long plasma pulses. Up to now, no economic feasible vacuum pumping solution is available that is able to provide the required pumping speed (some 100.000 l/s) for the radioactive and chemically very active tritium. At KIT, a vacuum pumping process for DEMO is currently under development. This process uses mercury as tritium compatible working fluid and is called KALPUREX process (Karlsruhe liquid metal based pumping process for fusion reactor exhaust gases). Main advantage of this process are the short processing times and the low total inventories for the tritiated exhaust gases which ensures that the regulatory safety limits are reliably met. This talk gives an overview on fusion and on the European EUROfusion programme with the ultimate goal to provide electricity to the grid in the early 2050s. It presents the full KALPUREX process incl. all planned and ongoing validation activities in the field of vacuum pumping.

Invited Talk

VA 1.2 Mon 10:40 HFT-FT 131

Radonprozesse im KATRIN-Experiment — ●JOACHIM WOLF — KIT, IEKP, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe (KATRIN Kollaboration)

Das KATRIN Experiment am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) soll die Neutrinomasse mit einer Sensitivität von $m_\nu < 0,2 \text{ eV}/c^2$ messen. Eine zentrale Komponente ist das elektrostatische Hauptspektrometer (HS), mit dem die Energie von Tritium- β -Elektronen gemessen wird. Es besteht aus einem 23 m langen UHV-Behälter mit einem Volumen von 1240 m³. Der angestrebte Druck von 10^{-11} mbar wird mit 6 TMPs und drei Getterpumpen mit insge-

samt 3000 m St707 NEG-Streifen erzeugt. Die Sensitivität der Messung hängt von einer niedrigen Untergrundrate ab. Nach aktuellen Messungen sind einzelne Radonatome, die im HS zerfallen, für einen Großteil der Untergrundrate verantwortlich. Dazu tragen besonders die kurzlebigen Isotope aus der Tankwand (²²⁰Rn) und aus dem NEG-Material (²¹⁹Rn) bei. Beim α -Zerfall dieser Isotope entstehen u.a. Elektronen mit Energien bis 200 keV, die im Magnetfeld des HS für mehrere Stunden gespeichert werden. Bei Stößen mit Restgasmolekülen werden kontinuierlich niederenergetische Elektronen erzeugt. Zur Vermeidung dieses Untergrundes sollen mit LN₂-Kühlblechen vor den NEG-Pumpen die Rn-Atome so lange adsorbiert werden, bis sie zerfallen sind. Ein Problem beim Einfang der einzelnen Rn-Atome ist ihre kurze Verweildauer auf der kalten Oberfläche, die teils deutlich unter der Halbwertszeit der Isotope liegt. Im Vortrag wird über die Rn-Problematik im HS und über entsprechende Gegenmaßnahmen berichtet. Teilweise gefördert vom BMBF unter 05A14VK2.

VA 1.3 Mon 11:20 HFT-FT 131

Modell zur schnellen TPMC-Simulation von Transmissionswahrscheinlichkeiten von Membranbälgen — ●MARCEL KRAUSE — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Membranbälge sind häufig Bestandteil von komplexen Vakuumsystemen. Ihre Simulation im molekularen Flussbereich mit Test-Particle-Monte-Carlo-Programmen (TPMC) ist jedoch häufig sehr zeit- und rechenintensiv. Darum wurde im Rahmen des Karlsruher-Tritium-Neutrino-Experiments (KATRIN) mit Hilfe von TPMC-Simulationen die Änderung des Leitwerts von Membranbälgen im Vergleich zu einem glatten Rohr für verschiedene Geometrieparameter, wie z.B. Länge/Durchmesser oder Balghöhe/Durchmesser, untersucht. Die Ergebnisse wurden in einem empirischen Modell zusammengefasst, das den Durchmesser eines glatten Rohres mit gleichem Leitwert bestimmt, das im simulierten Modell den Balg ersetzen kann, und so die Simulationszeit deutlich verkürzt. Für lange Bälge konnte die Rechenzeit um bis zu einen Faktor 1000 reduziert werden. Der Vortrag stellt die Simulationen und das Modell vor und zeigt Methoden auf, wie das Ergebnis in TPMC-Modellen (z.B. MolFlow+ oder ProVac3D) umgesetzt werden kann.

VA 2: Vacuum based manufacturing, coating and analysis

Time: Monday 14:00–16:00

Location: HFT-FT 131

VA 2.1 Mon 14:00 HFT-FT 131

Knusprig durch Vakuum — ●KLAUS BUHLMANN — Oerlikon Leybold Vacuum, Bonner Str. 498, D-50968 Köln

Die Industrialisierung des Handwerks schreitet heute kontinuierlich fort. Zunehmend werden industrielle Fertigungsschritte oder Produktionsverfahren in traditionellen Handwerkszünften eingesetzt. In jüngster Zeit zeichnet sich ein neuer Trend ab, der Einzug der Vakuumtechnik in mittelständische Backbetriebe und Großbäckereien. Der Vortrag ist praxisbezogen und stellt das Verfahren des *Vakuumbackens* vor, die Vorteile dieser neuen Technik und ihre Auswirkungen auf die Qualität der Backwaren. Beim Vakuumbacken werden trockenverdichtende Vakuumpumpen eingesetzt, heute vorzugsweise Schrauben-Vakuumpumpen.

VA 2.2 Mon 14:20 HFT-FT 131

The activated porous carbon-based materials of ultrafine fibers in high energy storage — ●SVETLANA KLIMOVA — Saratov State University, Department of Electrospinning, 410012 Saratov, Russia

The design of the accumulating electrode material is the ultra-light material based on a polymeric fiber coated with a porous layer of graphene which is deposited by magnetron sputtering and is inert to the polymer electrolyte. To create ultraporous electrode materials with pore sizes of 150-200 nm or less and a specific surface area of 1,500 - 2,000 m² / g, the development of the electrospinning method of the solid polymer electrolyte with or without filler having ion conductivity is 5 times higher than that of the liquid electrolytes was carried out.

The graphene film possessing a columnar structure with high surface area was deposited on the fibrous surface. The strongly vertical carbon nanotubes to the substrate surface with length and diameter sizes about 80 nm and with a packing density on the sample surface about 4-5 nanotubes per 1 μm² was obtained. The values of the stored energy in the "active electrode" is suspected up to 5-10 Wh/kg.

VA 2.3 Mon 14:40 HFT-FT 131

Tritium Loop zur verbesserten Kalibrierung von Tritiumanalysemethoden — ●ALEXANDER REIN — Tritiumlabor Karlsruhe, Institut für Technische Physik, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

Das Tritiumlabor Karlsruhe (TLK) bietet die Infrastruktur für Experimente mit dem radioaktiven Wasserstoffisotop Tritium. Ein Bestandteil vieler Experimente ist hierbei die Tritiumanalytik. Durch eine verbesserte Kalibrierung können Unsicherheiten von Tritiumanalysemethoden weiter gesenkt werden. Das TRIHYDE (Tritium-Hydrogen-Deuterium) Experiment wird hierfür Kalibrierungsgasmischungen aller 6 Wasserstoffisotope (H₂, HD, HT, D₂, HT, DT, T₂) mit einer geplanten Genauigkeit von unter 1% zur Verfügung stellen.

Zur Herstellung der Gasmischungen dienen zwei Mischbehälter, in welche Reinstoffe eingeleitet und im Anschluss über einen Loop homogenisiert und durch verschiedene Methoden analysiert werden. Um die geplante Genauigkeit zu gewährleisten, muss hierfür das Volumen der Mischbehälter mit Hilfe eines neuartigen Verfahrens sehr genau bestimmt werden. Überdies ist bei der Wahl der verwendeten Materialien auf chemische Reaktionen zu achten, um die Verunreinigung der

Kalibriergase zu minimieren. Im dem Vortrag wird der Aufbau und die Funktionsweise des Analytik-Loops von TRIHYDE vorgestellt.

VA 2.4 Mon 15:00 HFT-FT 131

Verbesserte Kalibrierung in der Tritiumanalytik mittels Kalibriergasmischungen — ●SIMON NIEMES und SYLVIA EBENHÖCH — Karlsruhe Institut für Technology, ITEP-TLK, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Sowohl das Karlsruhe Neutrino Experiment (KATRIN) als auch die technische Nutzung der Kernfusion benötigen für den sicheren Betrieb eine präzise und richtige Bestimmung und Bilanzierung der Tritiumkonzentration in Prozessgasen. Aufgrund der niedrigen Zerfallsenergie und der hohen chemischen Aggressivität von Tritium müssen spezielle Analysemethoden entwickelt und getestet werden.

Um die am Tritiumlabor Karlsruhe (TLK) entwickelten Analysemethoden vergleichen und kalibrieren zu können, wird zurzeit das TRIHYDE Experiment geplant und aufgebaut. Mit TRIHYDE wird es möglich sein, hochgenaue Kalibriergasmischungen aller sechs Wasserstoffisotope herzustellen und Gasmischungen mit verschiedenen Methoden zu analysieren.

In diesem Vortrag werden die Aufgaben und die technischen Herausforderungen an TRIHYDE vorgestellt, wie unter anderem die genaue Volumenbestimmung der Mischkomponenten

VA 2.5 Mon 15:20 HFT-FT 131

Ausheizprozedur der Elektronen-Kanone der polarisierten Elektronenquellen am Darmstädter Institut für Kernphysik — ●HEIDI AYSE RÖSCH, JOACHIM ENDERS, MARTIN ESPIG, YULIYA FRITZSCHE und MARKUS WAGNER — TU Darmstadt, Institut für Kernphysik

Zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Quelle polarisierter Elektronen am supraleitenden Darmstädter Elektronenbeschleuniger S-DALINAC wird zur Zeit ein Kathoden-Reinigungs- und -Testsystem aufgebaut ("Photo-CATCH", photo cathode activation, test and cleaning with atomic hydrogen), welches polarisierte Elektronen aus Strained-Superlattice-GaAs- und bulk-GaAs-Photokathoden erzeugt

für Polarisations-, Hochstrom- und Laufzeitexperimente.

Um die Lebensdauer der GaAs-Photokathoden zu erhöhen, muss ein Hochvakuum von 10^{-12} mbar in der Vakuumkammer der Elektronenkanone erreicht werden. Dies wird bewerkstelligt durch eine 400 l Ionen-Getter-Pumpe, eine 2000 l und eine 400 l NEG-Pumpe (bezogen auf Wasserstoff). Es werden die Ausheizprozedur zur Reinigung der Vakuumkammer, sowie bereits erzielte Ergebnisse für die Quelle polarisierter Elektronen am S-DALINAC vorgestellt.

Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB 634 und durch das Land Hessen im LOEWE-Zentrum HIC for FAIR.

VA 2.6 Mon 15:40 HFT-FT 131

Optimierung des Aktivierungsprozesses der CPS Getterpumpe im KATRIN Experiment — ●ANTONIA LANGE und ALEXANDER JANSEN — KIT (IKP), Karlsruhe Deutschland

Das KATRIN-Experiment hat sich zum Ziel gesetzt, die absolute Masse des Anti-Elektronen-neutrinos mit einer Sensitivität von $0,2 \text{ eV}/c^2$ (90% C.L.) zu messen. Hierfür wird die Kinematik des Tritium- β -Zerfalls ausgenutzt. Dabei werden die Zerfallselektronen aus der fensterlosen, gasförmigen Tritiumquelle (WGTS) über eine differentielle Pumpstrecke (DPS) und eine kryogene Pumpstrecke (CPS) zum Spektrometerbereich (MAC-E-Filter) geführt, wo ihre Energie mit hoher Präzision gemessen wird.

Für diese präzise Messung muss der Tritiumfluss in die Spektrometer auf unter 10^{-14} mbar l/s reduziert werden. Dies wird durch die Transportstrecke verwirklicht. In der DPS kommen hierzu Turbomolekularpumpen zum Einsatz, in der CPS eine Argonfrostschiicht, die die Tritiummoleküle kryosorbiert. Zusätzlich wird am Ende der kryogenen Pumpe eine Non-Evaporating-Getter-Pumpe eingesetzt. Sie pumpt nach einmaliger thermischer Aktivierung das Tritiumgas durch chemische Adsorption.

Das Poster gibt einen Überblick über die Funktion und Verwendung der Getterpumpe und stellt die Ergebnisse zahlreicher Testmessungen vor.

Dieses Projekt wird vom BMBF unter dem Kennzeichen 05A14VK2 und von der Helmholtz-Gemeinschaft gefördert.