

ITG Workshop zur Vakuumelektronik

Am 2. und 3. September 2022 wurde „The 8th ITG International Vacuum Electronics Workshop 2022“ wieder als Präsenzveranstaltung im Physikzentrum Bad Honnef erfolgreich durchgeführt. Die Workshops zur Vakuumelektronik werden seit 2008 im zweijährigen Rhythmus vom ITG-Fachausschuss MN 6 „Vakuumelektronik und Displays“ des VDE organisiert, wobei der vorhergehende Workshop im Jahr 2020 aufgrund der Corona-Pandemie ausnahmsweise als Videokonferenz stattfand.

Die Mitglieder des ITG-Fachausschusses MN 6 wirkten als Organisationskomitee und die fachliche Vorbereitung des Workshops startete vor einem Jahr mit der Erarbeitung des „Call for Papers“. Danach wurden in erster Linie hochwertige Vorträge in den verschiedenen Fachkollegenkreisen der Vakuumelektronik akquiriert, alle Vortragseinreichungen im Mai 2022 bewertet und das Workshop-Programm erarbeitet. Zur fachlichen Orientierung: In 7 Sessions mit durchschnittlich 4 Vorträgen wurden Übersichten zum neusten Stand der Technik und interessante Forschungsergebnisse zu den verschiedensten Fachgebieten der Vakuumelektronik (Konferenzsprache Englisch) vorgestellt:

- Session 1.1: Thermionic and Field Emission Cathodes (I)
- Session 1.2: Gyrotrons (I)
- Session 1.3: Gyrotrons (II) and Electric Propulsion



ABB. 1: Gruppenbild am 2. September 2022 vor dem Physikzentrum Bad Honnef zur Erinnerung an „The 8th ITG International Vacuum Electronics Workshop (IVEW) 2022“ (Aufnahme: Dirk Guthy-Rahn, Physikzentrum Bad Honnef)

- Session 1.4: Vacuum Interrupters
- Session 2.1: Traveling Wave Tubes (TWTs) and E-Beam Technologies
- Session 2.2: Vacuum Measurements and Field Emission Cathodes (II)
- Session 2.3: Plasma Technologies and Field Emission Cathodes (III)

Alle 27 Abstracts und Vorträge des Workshops, an dem 38 Expertinnen und Experten teilgenommen haben (Abb. 1), sind allen Interessierten elektronisch verfügbar unter:

http://www.ihm.kit.edu/VDE-ITG_FA_MN6.php

Das Programm zeigt, wie vielfältig die Entwicklungen und Anwendungen der Vakuumelektronik sind. Einige Beispiele vakuumelektronischer Bauelemente sind in Abb. 2 veranschaulicht.

Der Workshop bietet vor allem Nachwuchswissenschaftlern die Gelegenheit, in angenehmer Atmosphäre vor einem überschaubaren Fachgremium ihre neusten Forschungsergebnisse in Englisch vorzutragen und sich somit auf ihre internationale wissenschaftliche Konferenztätigkeit vorzubereiten.

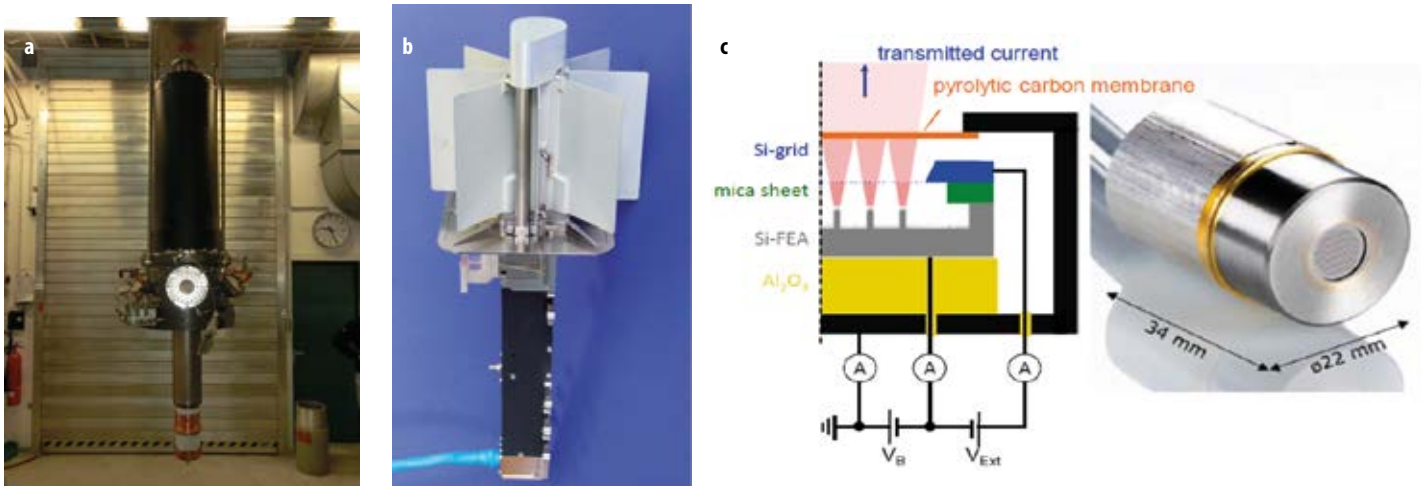


ABB. 2: Beispiele für die Vielfalt vakuumelektronischer Bauelemente (Bilderauswahl aus Vorträgen): a) 1MW Gyrotron für das Fusionsexperiment ITER in der Versuchshalle des IHM im KIT; b) Strahlungsgekühlte Wanderfeldröhre (TWT) für die Anwendung als Satelliten-Senderöhre im Ku-Band für Telekommunikation und Internet Multimedia-Services, Frequenzbereich 10,7 GHz bis 12,7 GHz (Bild: Thales Electron Devices, Ulm); c) Elektronenquelle mit Si-FEA als Feldemissionskathode, Mikrogritter und Schutzmembran für die Anwendung in miniaturisierte Röntgenröhren.



ABB. 3: Prof. Rupert Schreiner mit seiner Forschungsgruppe von der OTH Regensburg (hintere Reihe von links): Fabian Hecht, Matthias Lindner, Philipp Buchner, Lena Fuchshuber, Dominik Berndt und Julian Eiler, mit dem IVEW-Chairman Dr. Wolfram Knapp (vorne rechts) vor dem Hörsaal im PBH (Aufnahme privat).

Erstmals war auch von der OTH Regensburg eine größere Gruppe junger Wissenschaftler dabei, die ihre Forschungsergebnisse zur Vakuumnanoelektronik vorstellten, wobei neue Elektronenquellen mit Feldemissionskathoden in MEMS-Technik für Anwendungen in der Vakuumdruckmess- und Röntgentechnik hervorzuheben sind. Die Arbeitsgruppe von Prof. Rupert Schreiner (Abb. 3) hat in den letzten Jahren hervorragende Forschungsarbeit geleistet, die mit der Fachexkursion nach Bad Honnef am Rhein und der Teilnahme am 8th IVEW 2022 eine Anerkennung erfahren hat.

Ein weiteres gutes Beispiel für die Nachwuchsarbeit sind die Forschungen am KIT in Karlsruhe zu Gyrotrons, deren Präsentation traditionell einen wichtigen inhaltlichen Schwerpunkt des Workshops bildet. Die von Prof. Manfred Thumm am IHM des KIT aufgebaute und entwickelte Gyrotron-Forschung, werden von seinem Nachfolger Prof. John Jelonnek seit über 10 Jahren erfolgreich weitergeführt. Im engen Verbund mit deutschen und europäischen Forschungseinrichtungen und zusammen mit Thales Electron Devices, Vélizy-Villacoublay, Frankreich, erforscht und entwickelt das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Hochleistungsleiterrohren (Gyrotrons) für die Kern-

fusion. Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf Röhren für die Elektron-Zyklotron-Resonanzheizung für Wendelstein 7-X, der weltgrößten Fusionsanlage vom Typ Stellarator, die in Greifswald vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) gebaut wurde und erfolgreich betrieben wird. Weitere Schwerpunkte sind die Entwicklung von Röhren für den Internationalen Thermonuklearen Experimentellen Reaktor (ITER), Cadarache, Frankreich sowie die Erforschung von Technologien für Gyrotrons, welche die weiter gestiegenen Anforderungen für ein mögliches zukünftiges „DEMOstration Power Plant (DEMO)“ erfüllen. Mit DEMO, das zum Ende der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts Wirklichkeit werden könnte, soll die Funktionsfähigkeit von zukünftigen kommerziellen Fusionskraftwerken gezeigt werden. Das KIT leistet damit einen wichtigen Anteil im Rahmen des europäischen Konsortiums EUROFUSION. In insgesamt 6 Workshop-Beiträgen wurde über den aktuellen Stand der Gyrotronforschung berichtet, wobei im ersten Vortrag von Stefan Illy eine Übersicht zur Entwicklungsarbeit und die zukünftigen Planungen für die verschiedenen Forschungsprojekte, insbesondere im Rahmen von EUROFUSION präsentiert wurde. Anforderungen an die Gyrotrons sind eine Ausgangsleistung von mindestens 1 MW im Dauerstrichbetrieb und eine Betriebsfrequenz von 240 GHz. Anhand von theoretischen Studien und Simulationen wurde gezeigt, dass die gesetzten Anforderungen an zukünftige Gyrotrons für DEMO prinzipiell erfüllt werden. Für Gyrotrons gibt es neue Anwendungsmöglichkeiten. Am Karlsruher Institut für Technologie wird mit dem Einsatz von pulsierenden Mikrowellen experimentiert, um das Treibhausgas CO₂ mithilfe von Sonnen- oder Windenergie in klimaneutrale Kraftstoffe zu verwandeln.

Ein spezielles Beispiel zum Beitrag der vakuumelektronischen Forschung zum Klimaschutz wurde in der Session 1.4 gegeben. Die Vorträge zu Vakuum-schalter zeigen, wie wichtig die Weiterentwicklungen zu höheren Schaltspannungen sind, damit Schalter mit dem sehr umweltschädlichen Isoliergas SF₆ abgelöst werden können.

Hervorzuheben ist, es gibt viele Konferenzen zu den Spezialisierungen

der Vakuumelektronik. Der Workshop bietet die Möglichkeit, auch mal etwas aus anderen Forschungsgebieten der Vakuumelektronik zu erfahren und gemeinsame Problemstellungen zu erörtern, wie z. B. zur Materialforschung, Optimierung von Elektronenquellen und vakuumspezifischen Fertigung.

Erfreulich war, das Interesse an der physischen Teilnahme am Workshop hat nicht nachgelassen. Allen Beteiligten herzlichen Dank für die hochinteressanten Vorträge und ihren Beitrag zum Erfolg des Workshops. Wir möchten zudem die Gelegenheit nutzen, uns an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit bei Herrn Nicolas Parisel vom VDE Konferenz Service und beim Team des Physikzentrums Bad Honnef zu bedanken. Unter Leitung von Dr. Victor Gomer und Dirk Guthy-Rahn wurden im PBH wieder die Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Durchführung des Workshops gegeben, der in angenehmer Erinnerung bleibt. Dank auch allen Mitgliedern des ITG-Fachausschusses MN 6 für die hervorragende Fach- und Vereinsarbeit der letzten Jahre, insbesondere im Zusammenhang mit der Vorbereitung und Durchführung „The 8th ITG International Vacuum Electronics Workshop 2022“ als Organisationskomitee. Besonderen Dank an Co-Chairman Prof. Manfred Thumm, der bei der Programmauswahl und -gestaltung eine große Hilfe war. Als erfreuliche Vorschau: Für Herbst 2024 ist der nächste ITG-Workshop im PBH vorgemerkt und für das Jahr 2026 ist eine gemeinsame Konferenz mit der „16th International Vacuum Electron Source Conference (IVeSC) 2026“ schon in Planung.

**Dr. Wolfram Knapp
Chairman 8th IVEW 2022 und Sprecher des ITG-Fachausschusses MN 6 „Vakuumelektronik und Displays“**