

# Nachrichten des Jahres • News of the Year

## Quantenvoltmeter zur Messung von Wechselspannungen für die Industrie

In einem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Technologietransferprojekt (MNPQ Projekt) der PTB mit zwei Industriepartnern wird ein Josephson-Messsystem für Gleich- und Wechselspannungen – ein AC-Quantenvoltmeter – für den Einsatz in industriellen Kalibrierlaboratorien entwickelt. Mit diesem neuen System werden die wesentlichen Vorteile von Normalen, die auf elektrischen Quanteneffekten basieren, nun auch für industrielle Laboratorien verfügbar: Kleinste Messunsicherheiten ohne aufwendige Rekalibrierungen verbessern die Leistung bei erhöhter Wirtschaftlichkeit. Das System basiert auf Josephson-Schaltungen, die in der PTB hergestellt werden, und ist für Spitzenspannungen bis  $\pm 10$  V und Frequenzen bis 10 kHz ausgelegt. Mit einem Prototyp konnten in der PTB bereits Wechselspannungen von 10 Hz bis 4 kHz gemessen werden, wobei Unsicherheiten von wenigen  $\mu\text{V}/\text{V}$  innerhalb einer Minute Messzeit erreicht wurden. Damit ist das neue AC-Quantenvoltmeter etwa 20-mal genauer als übliche Kalibratoren und dabei 60-mal schneller als bislang übliche Messverfahren mit Thermokonvertern. Das AC-Quantenvoltmeter kann darüber hinaus auch kommerzielle Gleichspannungsnormale (DC-Referenzen und -Voltmeter) kalibrieren.

Durch Vor-Ort-Tests in einem akkreditierten Kalibrierlabor wird das neue AC-Quantenvoltmeter jetzt für den praktischen Gebrauch optimiert. Wesentliche Zielspezifikation ist eine relative Unsicherheit von  $2,5 \mu\text{V}/\text{V}$  bei 1 kHz. Die Entwicklung verfolgt ein modulares Konzept, welches eine Erweiterung des Systems bis hin zu einem universellen „Quantenkalibrator“ für Spannungs-, Widerstands- und Stromstärkenormale ermöglichen soll.

## Quantum voltmeter to measure AC voltages for industry

Within the scope of a technology transfer project (MNPQ project) which is supported by the Federal Ministry of Economics and Technology and involves PTB and two partners from industry, a Josephson measuring system for DC and AC voltages – an AC quantum voltmeter – has been developed for use in industrial calibration laboratories. With this new system, the considerable advantages of standards which are based on electrical quantum effects will also become available to industrial laboratories: very low measurement uncertainties without tedious recalibrations improve performance while becoming more economical. The system is based on Josephson arrays, which are manufactured at PTB, and is designed for peak voltages of up to  $\pm 10$  V and frequencies of up to 10 kHz. With a prototype, AC voltages from 10 Hz to 4 kHz have already been measured at PTB, whereby uncertainties of a few  $\mu\text{V}/\text{V}$  within a measuring time of one minute were attained. This makes the new AC quantum voltmeter approximately 20 times more accurate than conventional calibrators and 60 times faster than the measurement procedures with thermal converters used to date. In addition, the AC quantum voltmeter can also calibrate commercial DC voltage standards (DC references and DC voltmeters).

The new AC quantum voltmeter is now being optimized by means of on-site tests at an accredited laboratory. The main objective is to reach a relative uncertainty of  $2.5 \mu\text{V}/\text{V}$  at 1 kHz. The system will be developed in a modular approach which will allow a future extension of the system to a universal «quantum calibrator» for voltage, resistance and current standards.



Ein kommerzielles Präzisionsmessgerät (Bildmitte, unten) wird durch das AC-Quantenvoltmeter im Wechselspannungsmodus kalibriert.

A commercial high-accuracy instrument (in the centre of the picture below) is calibrated by means of the AC quantum voltmeter in the AC voltage mode.