

Kurzzusammenfassung

Am 6 MV CologneAMS-Beschleuniger der Universität zu Köln wurde eine zweite SO-110 B Ionenquelle von High Voltage Engineering Europa B.V. zur Messung von $^{14}\text{CO}_2$ -Proben installiert. Für die Mischung des Probengases mit dem Trägergas He und den Transfer des Gasgemisches in die Ionenquelle wurde ein Gasinjektionssystem (GIS) der Firma Ionplus AG erworben, das zuvor nur an MICADAS-Systemen verwendet wurde.

Mit den für die Messung fester Proben üblichen Einstellungen konnten zunächst nur sehr geringe Ströme durch Sputtern von CO_2 -Testgas extrahiert werden. Die ersten Untersuchungen mit dem neuen Aufbau dienten daher der Suche nach optimalen Parametern zur Steigerung der Ionisierungseffizienz. Die Optimierungen beinhalteten eine Anpassung des Gasflusses, des CO_2/He -Mischungsverhältnisses, der Targetspannung, der Cs-Reservoir- und Ionisierertemperatur und der Targetposition und -geometrie. Zusätzlich wurde, unterstützt durch Simulationen der Ionenquelle, eine modifizierte Immersionslinse entwickelt, durch die eine breitere Abdeckung der Ti-Sputterfläche durch den Cs^+ -Strom und ein dünnerer Strahlverlauf des extrahierten Ionenstrahls bewirkt wurde. Durch diese Veränderungen ließ sich die Effizienz schrittweise von $\sim 1\%$ auf $(6 \pm 1)\%$ steigern. Mithilfe einer elektrischen Abschirmung, die an den Quellenkopf montiert wurde, konnten die Betriebszeiten von $\sim 40\text{ h}$ auf $\sim 800\text{ h}$ erhöht werden. Der Maschinenblankwert liegt bei ca. 3×10^{-15} .

Durch die Entwicklung einer dedizierten Steuerungssoftware (Gas Injection Control Software, GICS) wurde es möglich die Messabläufe zu automatisieren und den neuen CO_2 -Messaufbau in das bestehende AMS-System einzubinden. Während der Durchführung von CO_2 -Messungen wird die gesamte beteiligte Hardware von GICS gesteuert. Hierdurch wurden weitere Anpassungen der Abläufe ermöglicht. Beispiele sind das automatische Vorsputtern neuer Targets, eine Verbesserung der Reinigungsabläufe, eine automatische Verdünnung sehr kleiner Proben mit Blankgas, die anderenfalls nicht messbar wären, und eine bessere Regelung des Gasflusses in die Ionenquelle. Kontrollfunktionen, die das AMS-System durchgehend auf ein eventuelles Fehlverhalten überwachen, und die automatische Datenanalyse sind weitere Vorteile.

Nach der erfolgreichen Etablierung der neuen Methode wurden Hardwareerweiterungen vorgenommen. Ein EA3000 Elementaranalysator (EA) wurde mit dem GIS verbunden und in die Steuerung integriert. Hierdurch ist die direkte Gewinnung von CO_2 -Gas durch die Verbrennung der Probe im EA und die anschließende Datierung möglich. EA-Probenmessungen können mit dieser Methode innerhalb einiger Minuten durchgeführt werden. Weiterhin wurde das GIS Probenmagazin von 8 auf 16 Positionen erweitert. Zudem wurde ein Abfüllsystem zur Herstellung von CO_2 -Ampullen entwickelt und mit dem GIS verbunden.

Die Optimierungen, Erweiterungen und entwickelten Methoden werden in dieser Arbeit präsentiert. Im Anschluss werden Testmessungen gezeigt, die einen Einblick in die aktuelle Performance bei CO_2 -Messungen bieten.

Abstract

A second SO-110 B ion source from High Voltage Engineering Europa B.V. was installed at the Center for Accelerator Mass Spectrometry of the University of Cologne (CologneAMS), specially for the measurement of gaseous $^{14}\text{CO}_2$ samples. The ion source was combined with a gas injection system from Ionplus AG which is used for mixing the sample gas with the He carrier and transferring the gas mixture into the ion source.

The first tests with CO_2 reference gas yielded very low ion currents. Therefore special effort was devoted to maximizing the negative ion yield. The following parameters were optimized: gas flow, CO_2/He mixing ratio, target voltage, Cs reservoir temperature, target position and target geometry. Additionally, in accordance with the simulations of the ion source, a modified immersion lens was built and tested. With these modifications the efficiency of the C^- ion beam extraction was finally increased from $\sim 1\%$ to $(6 \pm 1)\%$. The operational time was extended from ~ 40 h to ~ 800 h by mounting electrical shielding onto the source head. A machine blank level of 3×10^{-15} was determined.

A dedicated software for controlling the GIS and AMS hardware was developed (**Gas Injection Control Software, GICS**). The tool enables fully automated sample measurements including the subsequent data analysis as well as error detection routines. The cleaning procedures were optimized in order to minimize contamination effects.

Due to the development of the new software the coupling of a EuroVector EA3000 elemental analyzer (EA) with the GIS became possible. By means of the EA CO_2 gas can quickly be obtained from solid samples via combustion. Therefore an EA sample measurement is typically performed within 15 to 30 min depending on the sample size.

This work presents insights into the optimizations, hardware extensions and methods that were developed in order to ensure a reliable and automated CO_2 AMS system. Test measurements regarding the actual performance and systematic effects during sample measurements are shown.