HydronVision

Visualising Hydrogen-Materials Interactions with Atomic Scale Electron Microscopy

Programm / Ausschreibung	F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur, F&E-Infrastrukturförderung 6. Ausschreibung 2024	**Status**	laufend
Projektstart	01.09.2025	**Projektende**	31.08.2028
Zeitraum	2025 - 2028	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	Hydrogen Energy; Electron Microscopy; Materials Science; Metallurgy		

Projektbeschreibung

Die grüne Transformation basiert in vielen Teilen, aber im Besonderen in der energieintensiven Industrie, auf der Nutzung von Wasserstoff. Neben den bekannten Beispielen, bei denen Wasserstoff zu einem katastrophalen Materialversagen bei Konstruktionswerkstoffen wie Stahl oder Aluminium führen kann, werden fast alle Materialien, angesichts der grünen Transformation Wasserstoff ausgesetzt sein, wobei die Auswirkungen oft unbekannt sind. Darüber hinaus stellen die Herstellung von Wasserstoff und die wasserstoffbasierte Metallerzeugung eine Herausforderung dar, bei der noch viele Fragen unbeantwortet sind. Die Vorstellungen zur Interaktion von Wasserstoff mit Materialien sind heute überwiegend auf theoretischen Konzepten aufgebaut, da sich Wasserstoff als kleinstes Atom bisher der mikroskopischen Analyse erfolgreich entzieht.

Mit der geplanten Anschaffung im Projekt HydronVision soll eine weltweit einzigartige Infrastruktur zur Analyse von Wasserstoff in Materialien mit atomarer Auflösung geschaffen werden. Der Aufbau eines speziellen Wasserstoff-Mikroskops würde den bestehenden Schwerpunkt der Montanuniversität Leoben in der Wasserstoffforschung essenziell erweitern. Darüber hinaus fügt sich die Investition perfekt in die exzellente Forschungsinfrastruktur auf dem Gebiet der Herstellung, Verarbeitung und der bestehenden mikroskopischen Charakterisierung von Materialien ein.

Die Anschaffung des zugrundeliegenden Elektronenmikroskops, welches speziell für die Erforschung von Wasserstoff modifiziert wird, soll die Untersuchung mit atomarer Auflösung von direkt im Mikroskop ablaufenden Reaktionen ermöglichen. Eine direkte Analyse von Wasserstoff ist mit der Elektronenmikroskopie bisher nicht möglich, wird aber derzeit an der Montanuniversität Leoben entwickelt und soll in der geplanten Infrastruktur implementiert werden. Wichtigste Voraussetzung für den praktischen Erfolg eines Wasserstoffmikroskops ist auch, dass die Technik die extrem schnelle Diffusion in kleinen Proben berücksichtigt, die den Wasserstoff sonst schnell aus den meisten Proben entweichen lässt. HydronVision hebt die Mikroskopie auf eine ganz neue Ebene, indem es eine Methode entwickelt, bei der Wasserstoff direkt in die Proben implantiert wird, und zwar mit einer maßgeschneiderten Niederenergie-Ionenquelle innerhalb des Mikroskops. Dies würde ein weltweit einzigartiges Instrument für die Grundlagenforschung im Bereich der Wasserstoff-Material-Wechselwirkungen schaffen und die Montanuniversität Leoben damit zu einem führenden Zentrum in der

Grundlagenforschung für das anbrechende Wasserstoffzeitalter werden.

Der Bereich der Werkstofftechnik zählt zu den Stärkefeldern der österreichischen Forschungs- und Industrielandschaft. Mit der neuen Infrastruktur wird dies ideal mit der Wasserstoffforschung kombiniert. Damit profitiert nicht nur die Montanuniversität Leoben von der neuen Infrastruktur, sondern auch die Innovation und zukünftige Wertschöpfung in Österreich insgesamt.

Abstract

The green transition is based in many parts, but especially in the energy-intensive industry, on the use of hydrogen. In addition to the well-known examples where hydrogen can lead to catastrophic material failure in structural materials such as steels or aluminium, almost all materials will be exposed to hydrogen in the face of the green transition, while the effects are often unknown.

The planned acquisition in the HydronVision project is intended to create a globally unique infrastructure for analysing hydrogen in materials with atomic resolution. The development of a special hydrogen microscope would significantly expand Montanuniversität Leoben's existing focus on hydrogen research. In addition, the investment fits perfectly into the excellent research infrastructure in the field of production, processing and the existing microscopic characterisation of materials.

The purchase of the underlying aberration-corrected electron microscope, which will be customised for the study of hydrogen, will enable the investigation of reactions taking place directly in the microscope at atomic resolution. In situ monitoring of hydrogen is not yet possible with electron microscopy, but is currently being developed at the Montanuniversität Leoben and is to be implemented in the planned infrastructure. The most important prerequisite for the practical success of a hydrogen microscope is also that the technology takes into account the extremely fast diffusion in small samples, which otherwise allows the hydrogen to escape quickly from most samples. HydronVision is taking microscopy to a whole new level by developing a method of implanting hydrogen directly into these samples using a customised low-energy hydrogen source within the microscope, the Hydrogen Gun (or HydroGun). This would create a globally unique instrument for basic research in the field of hydrogen-material interactions, placing Montanuniversität Leoben as a leading center in basic research for the upcoming hydrogen age.

Materials engineering is an undisputed strength of Austria’s research and industry. With the new infrastructure, this will be ideally combined with hydrogen research. Thus, not only Montanuniversität Leoben benefits from the new infrastructure, but also innovation and future value creation in Austria as a whole.

Projektpartner

- Montanuniversität Leoben