

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115 (1997)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Virtuelle Präsenz im realen Hochschullabor: Laborexperimente via Internet  
**Autor:** Moning, Hans-Rudolf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-79267>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Hans-Rudolf Moning, Thalwil

## Virtuelle Präsenz im realen Hochschullabor

### Laborexperimente via Internet

**Ein Forschungsteam der ETH Lausanne hat die technologischen Grundlagen geschaffen, damit die Studierenden zu beliebigen Zeiten und von beliebigen Standorten aus Experimente innerhalb des Areal der Hochschule durchführen können. So lassen sich beispielsweise künftig Laboreinrichtungen und Lehrpersonal wirtschaftlicher einsetzen.**

Eine Ingenieur-Studentin führt an ihrem PC gerade via Internet ein Experiment an einem Elektromotor durch. Der in einem einige Kilometer entfernten Labor der ETH Lausanne installierte Motor gehorcht unverzüglich den Befehlen, die sie per Tastatur und Maus erteilt. Auf ihrem Bildschirm kann sie die Versuchsanlage überblicken und sogar aus verschiedenen Gesichtswinkeln betrachten, Messinstrumente ablesen und die Wirkung ihrer Eingriffe beobachten. Der Lautsprecher ihres Computers vermittelt ihr die Geräusche aus dem Labor. Dank umfassender, interaktiver Kommunikation erlebt sie das Experiment praktisch so, als wäre sie tatsächlich im Labor anwesend.

Die technologischen Grundlagen für die Verwirklichung dieser Vision hat ein Forschungsteam am Institut für Automatik der ETH Lausanne im Rahmen des Schwerpunktprogramms «Informations- und Kommunikationsstrukturen» des Schweizerischen Nationalfonds geschaffen. Die Durchführung von Experimenten auf Distanz ist heute innerhalb des Areal

der Hochschule möglich. Damit Studenten von zu Hause oder einem beliebigen anderen Standort aus auf Laboreinrichtungen zugreifen können, muss noch der Auf- und Ausbau leistungsfähiger öffentlicher Telefonnetze wie ISDN abgewartet werden.

Viele Erfahrungen können Ingenieurstudentinnen und -studenten nur durch eigenes Experimentieren mit technischen Anlagen gewinnen. Die Laboreinrichtungen der Hochschulen waren ihnen bisher nur zu fest zuteilenden Zeiten und unter Aufsicht von Assistenten zugänglich. Wenn die Studierenden in Zukunft Laborexperimente auf Distanz, zu beliebigen Tages- oder Nachtzeiten durchführen können, lassen sich Einrichtungen und Lehrpersonal wesentlich wirtschaftlicher einsetzen.

### Ferngesteuerte Eingriffe am Servomotor

Die für regelungstechnische Untersuchungen an einem Servomotor installierte Laboranlage wird ohne menschliches Zutun von einem Server-Computer gesteuert und überwacht. Dieser übermittelt sämtliche Daten wie auch Videoaufnahmen, die das jeweils laufende Experiment betreffen, über das Internet, nimmt die eingehenden Befehle zur Modifikation der experimentellen Bedingungen entgegen und führt die entsprechenden Veränderungen aus. Er steht im Dialog mit den entfernten «Clients», den PCs der Studierenden. Den Experimentierenden muss dabei eine präzise Vorstellung vom Ge-

schehen im Labor vermittelt werden. Sie sollen alle erforderlichen Manipulationen an den Laborgeräten auf Distanz unverzüglich vornehmen und umgekehrt alle wesentlichen optischen und akustischen Eindrücke und Informationen in Echtzeit empfangen können. Diese Aufgabe stellte hohe Ansprüche an das Forscherteam. So galt es, eine Benutzer-Schnittstelle zu entwickeln, die Video-Darstellungen der experimentellen Anordnung, Ton-Übermittlung und Anzeigen der Messgrößen einschliesst. Alle diese Elemente sollen als virtuelle Realität des Labors dem Studierenden den Eindruck vermitteln, als befände er sich tatsächlich an der Versuchsanlage und habe die Möglichkeit, sich im Raum zu bewegen und das laufende Experiment aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Die ferngesteuerten Eingriffe werden in der realen Welt des Labors umgesetzt. Ihre Wirkungen kann der Studierende unverzüglich in der virtuellen Welt an seinem Computer beobachten.

### Ohne bessere Kommunikationsnetze bleibt Interaktivität unbefriedigend

Die allgemein verfügbaren Kommunikationsnetze eignen sich für den Einsatz dieser Technologie im heutigen Zeitpunkt noch nicht. Ein Engpass ist die beschränkte Kapazität der Kommunikationskanäle. Die Informationsmengen, die sich über das Internet übertragen lassen, erlauben noch keine befriedigende Interaktivität. Im Zuge der absehbaren technischen Entwicklung werden jedoch die erforderlichen Voraussetzungen (zum Beispiel ein ausgebautes ISDN-Netz) in zwei bis drei Jahren vorhanden sein.

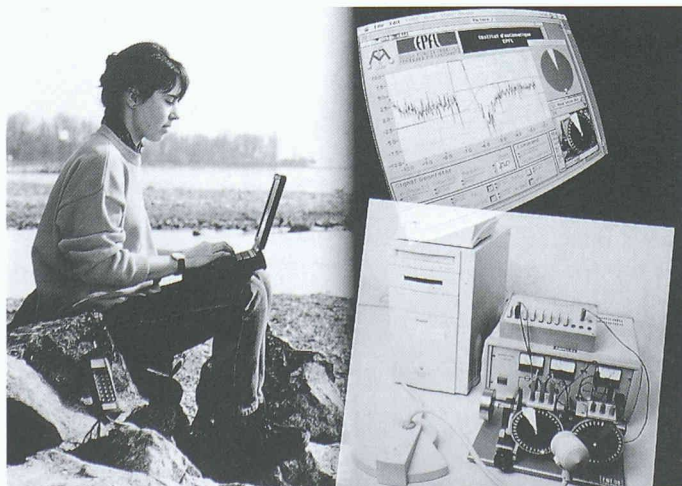
Neben der zeitlich besser verteilten Nutzung von Laboreinrichtungen und dem reduzierten Einsatz von Assistenten zur Betreuung der Studierenden ist die grössere Freiheit der Studenten bei der Einteilung ihrer Arbeitszeit ein weiteres Vorteil. Allerdings erfordert diese Freiheit auch mehr Selbstdisziplin als der herkömmliche Studienbetrieb. Denkbar wäre auch, dass dank der neuen Technologie schlechter bestückte Hochschulen trotzdem Zugang zu aufwendigen Ausbildungsinfrastrukturen hätten. Zudem beschränkten sich ihre Einsatzmöglichkeiten nicht auf den Ausbildungsbereich. In Forschung und Industrie könnten einmalige oder sehr teure Anlagen verschiedenen Benutzern dienen, die damit auf Distanz arbeiten.

Adresse des Verfassers:

Hans R. Moning, Dr., Gotthardstrasse 10, 8800 Thalwil

Auskünfte zum Projekt:

Denis Gillet, Dr., Institut d'automatique EPFL, 1015 Lausanne, Tel. 021/693 51 68



Visionen werden Wirklichkeit: Die Studentin ist via Internet mit dem Forschungslabor der Hochschule verbunden. Per Tastatur erteilt sie dem dort installierten Elektromotor Befehle. Auf ihrem Bildschirm kann sie die Versuchsanlage überblicken, Messinstrumente ablesen und die Wirkung ihrer Eingriffe beobachten (Bild: H.R. Bramaz, Zürich © Schweiz. Nationalfonds, Bern)