



Ziel des Projekts GeAR ist die Analyse von Veränderungen rezeptiver und produktiver Lernprozesse durch Augmented Reality (AR) in schulischen Lehr-Lernszenarien sowie die Identifikation spezifischer Herausforderungen und Potenziale. AR erlaubt Einblendungen von Zusatzinformationen in die reale Umgebung. Dies erfolgt mithilfe von Smartphones, Tablets oder Smartglasses, durch die digitale Informationen in die visuelle Realität der Lernenden integriert werden können. Hierbei sind Effekte zu erwarten, die denen von herkömmlichen Multimedia-Lernumgebungen entsprechen bzw. diese z.B. aufgrund zeitlicher und räumlicher Kontiguität noch übertreffen. Die Forschung wird in bestehenden Schülerlaboren betrieben, in denen Lernende verschiedener Klassenstufen Experimente zum Thema Elektrik durchführen. Innovative multisensorische Analysemethoden erfassen kognitive Verarbeitungsprozesse und Belastung beim Lernen. Durch die Integration in die verschiedenen Anforderungsbereiche der Primar- und Sekundarstufe werden explizit Unterschiede zwischen verschiedenen Stufen des Bildungsprozesses untersucht. Dieses Poster stellt bisherige Entwicklungen und Ergebnisse des Projekts dar.

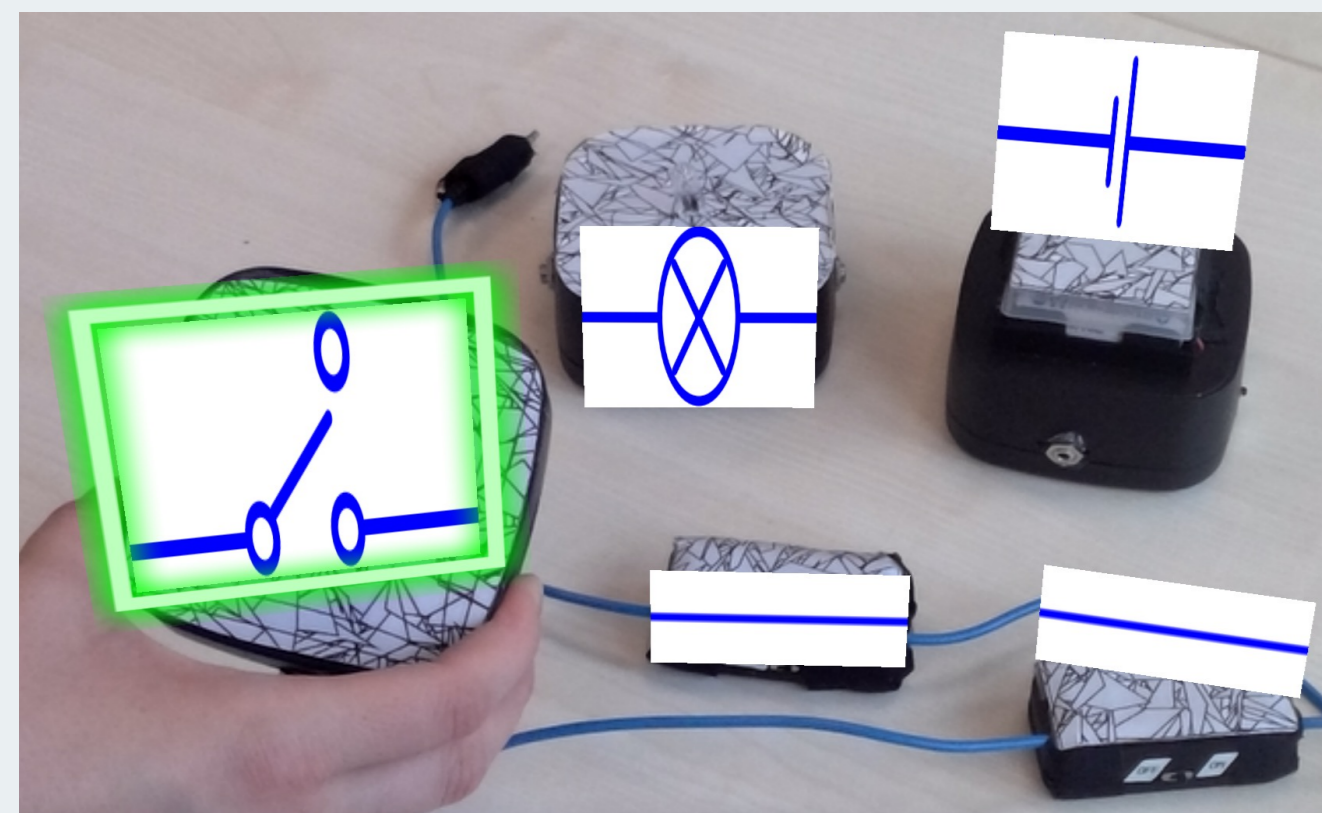
Entwicklung und Erforschung AR-gestützter Lehr-Lernumgebungen zum Thema Elektrik

Primarstufe: Echtzeit-Visualisierung von Schaltsymboliken

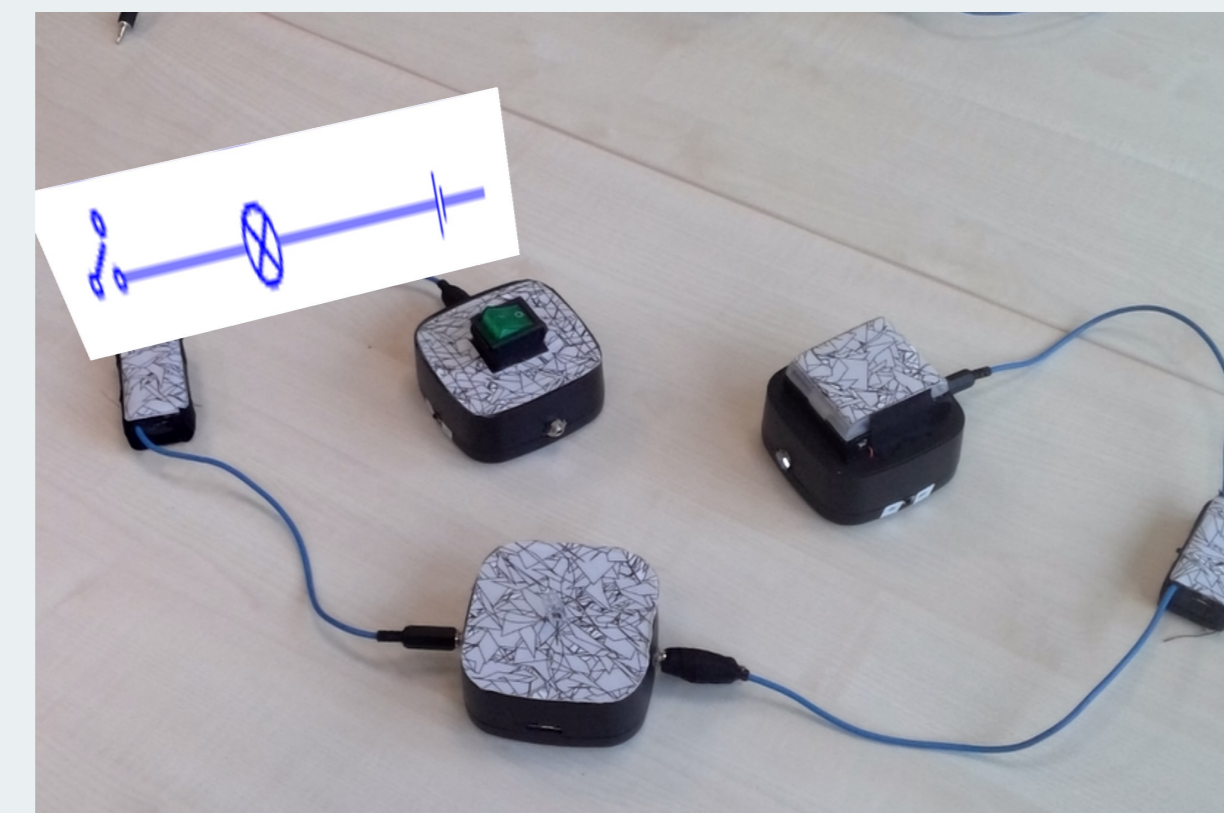
- Echtzeit-Visualisierung von Symbolen und Schaltplänen über Bauteilen und Schaltungen
- Adressierte Lerninhalte: Schaltsymboliken, Aufbau elektrischer Schaltungen
- Nutzbar mit Tablets (AR in der Kamerasicht des Geräts) und mit Smartglasses

Forschung und Ergebnisse

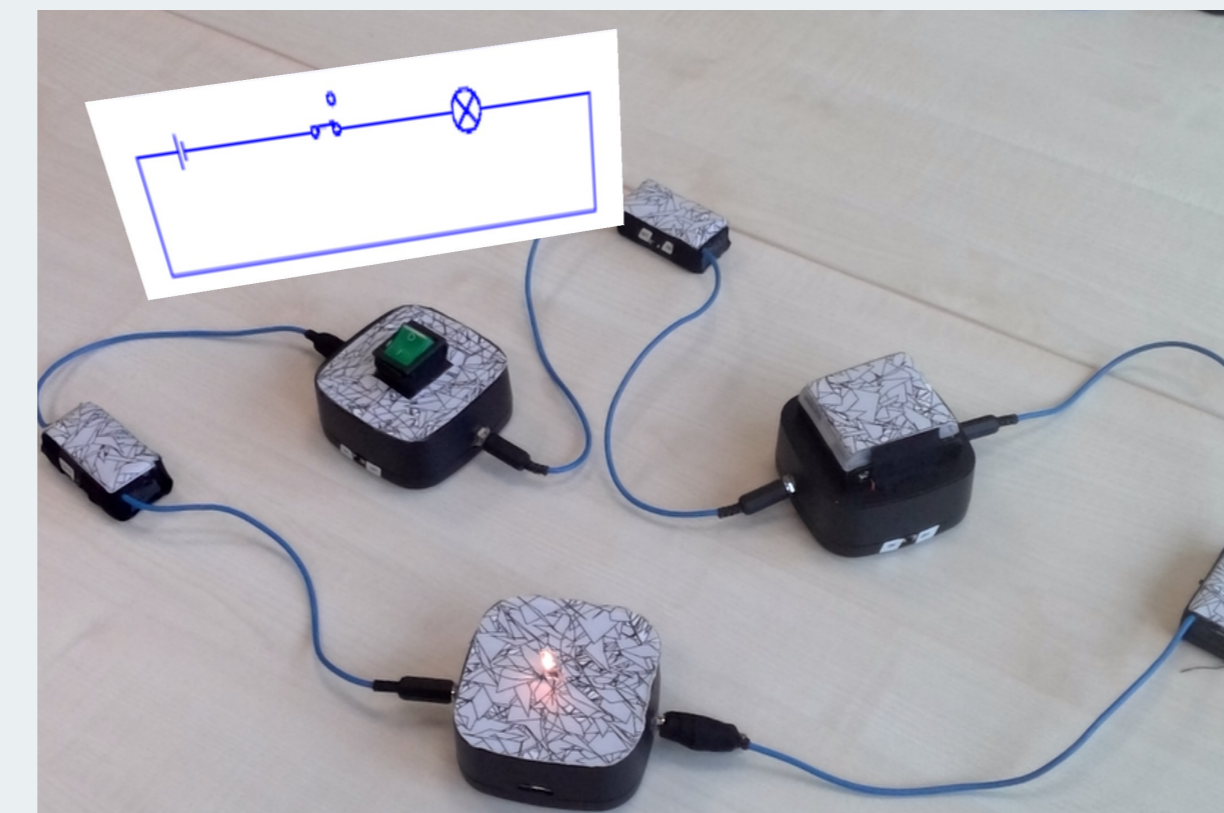
- Eine Laborstudie mit Grundschulkindern zum Vergleich der Wirkungen von AR-Smartglasses und Tablet-AR mit einer 2D-Bedingung und einer Bedingung ohne Echtzeit-Visualisierung von Symboliken ist geplant



Visualisierung von Symbolen der Bauteile mit optischer Hervorhebung bei Berührung (grünes Aufleuchten)



Visualisierung eines Schaltplans während des Baus einer Schaltung



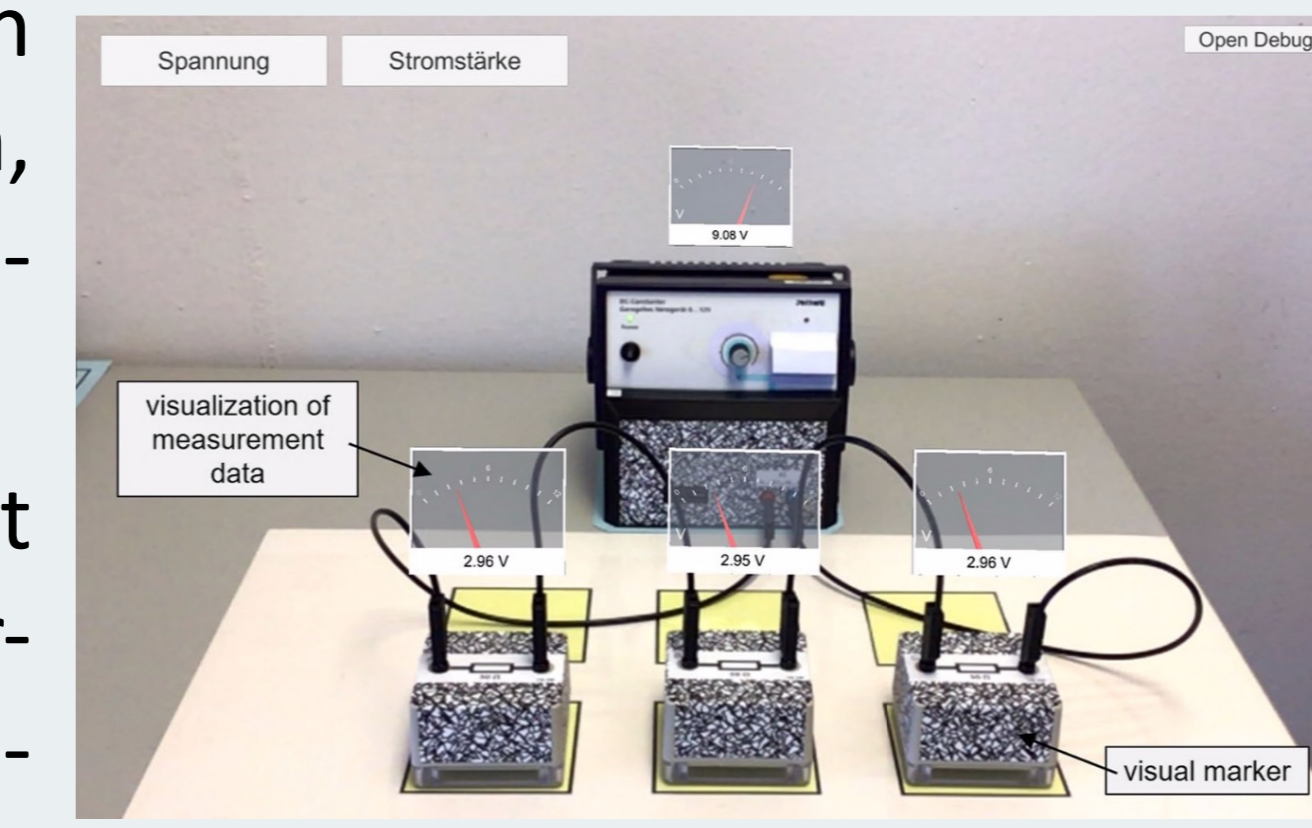
Visualisierung eines Schaltplans zu einer gebauten Schaltung unter Berücksichtigung der semantischen Anordnung

Sekundarstufe: Echtzeit-Visualisierung von Messdaten

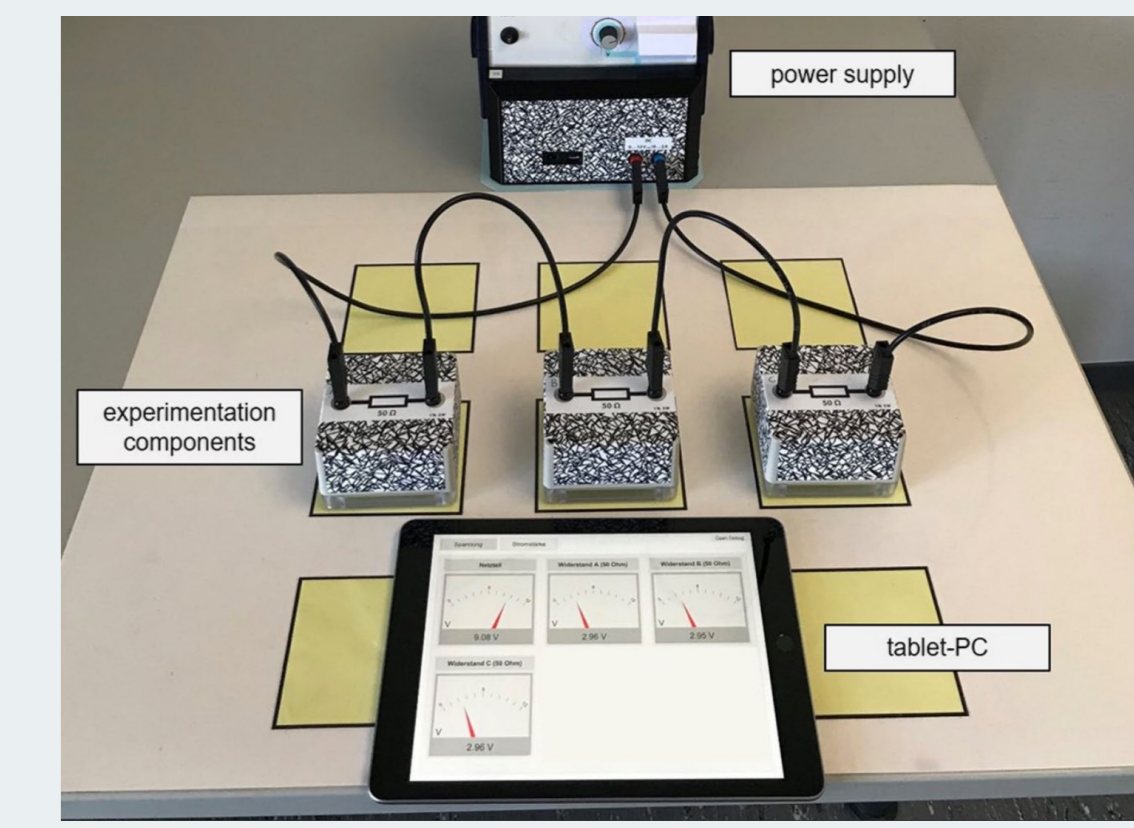
- Echtzeit-Visualisierung von Messdaten (Spannung und Stromstärke) bei elektrischen Schaltungen
- Adressierte Lerninhalte: Kirchhoff'sche Gesetze (Verhalten von Spannung und Stromstärke in Reihen- bzw. Parallelschaltungen)
- Nutzbar mit Tablets (AR in der Kamerasicht des Geräts) und mit Smartglasses

Forschung und Ergebnisse

- Vergleichsstudien: Smartglasses-Variante bzw. Tablet-AR-Variante mit jeweils einer non-AR-Variante
- Die Experimentier-Sets können den Erwerb konzeptuellen Wissens fördern, die AR-Bedingungen waren den non-AR-Bedingungen dabei teilweise überlegen
- Vergleichsstudie: Tablet-AR-Variante mit einer non-AR-Variante für die Primarstufe wurde durchgeführt, die Auswertung ist in Arbeit



Echtzeit-Visualisierung von Messdaten über AR-Smartglasses oder Tablets



Non-AR-Bedingung für Tablets

Multisensorische Tools zur Analyse des Lernendenverhaltens

- Entwicklung eines Eyetracking-Toolkits für AR-Smartglasses: Einsatz zur Nachverfolgung der Blickbewegungen der Lernenden
- Entwicklung einer automatisierten Gegenstandserkennung für AR-Smartglasses: Einsatz zur Erkennung der von den Lernenden angesehenen Gegenstände
- Messung von Strich-Features mithilfe von Smartpens: Einsatz zur Schätzung der kognitiven Belastung der Lernenden bei schriftlichen Aufgaben



Microsoft's HoloLens 2: AR-Smartglasses der neuesten Generation

Neo Smartpen

Output: Altmeyer, K., Kapp, S., Thees, M., Malone, S., Kuhn, J., & Roland Brünken. „The Use of Augmented Reality to Foster Conceptual Knowledge Acquisition in STEM Laboratory Courses—Theoretical Background and Empirical Results“. *British Journal of Educational Technology*, 14. Januar 2020, bjet.12900. <https://doi.org/10.1111/bjet.12900>. Barz, M., Altmeyer, K., Malone, S., Lauer, L., & Sonntag, D. (2020). Digital Pen Features Predict Task Difficulty and User Performance of Cognitive Tests. *Proceedings of the 28th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 23–32. <https://doi.org/10.1145/3340631.3394839>. Barz, M., Stauden, S., & Sonntag, D. (2020). Visual Search Target Interference in Natural Interaction Settings with Machine Learning. *ETRA '20 Symposium on Eye Tracking Research and Applications*. <https://doi.org/10.1145/3379155.3391314>. Barz, M., Kapp, S., Kuhn, J., & Sonntag, D. (2021). Automatic Recognition and Augmentation of Attended Objects in Real-time using Eye Tracking and a Head-mounted Display. *ETRA '21 Symposium on Eye Tracking Research and Applications*. <https://doi.org/10.1145/3450341.3458766>. Barz, M., & Sonntag, D. (2021). Automatic Visual Attention Detection for Mobile Eye Tracking Using Pre-Trained Computer Vision Models and Human Gaze. *Sensors* 21(12):4143. <https://doi.org/10.3390/s21124143>. Kapp, S., Thees, M., Strzys, M. P., Beil, F., Kuhn, J., Amiraslanov, O., Javaheri, H., Lukowicz, P., Lauer, F., Rheinländer, C., & Wehn, N. (2019). Augmenting Kirchhoff's laws: Using augmented reality and smartglasses to enhance conceptual electrical experiments for high school students. *The Physics Teacher*, 57(1), 52–53. <https://doi.org/10.1119/1.5084931>. Kapp, S., Thees, M., Beil, F., Weatherby, T., Burde, J.-P., Wilhelm, T., & Kuhn, J. (2020). The Effects of Augmented Reality: A Comparative Study in an Undergraduate Physics Laboratory Course. *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education*, 197–206. <https://doi.org/10.5220/0009793001970206>. Kapp, S., Barz, M., Mukhametov, Sonntag, D., & Kuhn, J. (2021). ARETT: Augmented Reality Eye Tracking Toolkit for Head Mounted Displays. *Sensors* 21(6):2234. <https://doi.org/10.3390/s21062234>. Lauer, L., Peschel, M., Malone, S., Altmeyer, K., Brünken, R., Javaheri, H., Amiraslanov, O., Grünerbl, A., & Lukowicz, P. (2020). Real-time visualization of electrical circuit schematics: An augmented reality experiment setup to foster representational knowledge in introductory physics education. *The Physics Teacher*, 58(7), 518–519. <https://doi.org/10.1119/10.0002078>. Lauer, L., Peschel, M., Seibert, J., Lang, V., Eichinger, A., Altmeyer, K., Malone, S., Kelkel, M., Bach, S., Perels, F., & Kay, C. (2021). Untersuchung der Wirkungen von AR-Visualisierungstechniken in der Primarstufe. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?* (S. 378–381). https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_378_Lauer.pdf. Lauer, L., & Peschel, M. (2021). Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen mit Augmented Reality (AR). In C. Maurer, K. Rincke, & M. Hemmer (Hrsg.), *Fachliche Bildung und digitale Transformation—Fachdidaktische Forschung und Diskurse. Fachtagung der Gesellschaft für Fachdidaktik 2020* (S. 64–67). pedocs. https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=21659. Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behavior*, 108, 106316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>

Das Verbundprojekt GeAR wird vom BMBWF im Rahmen der Förderlinie „Digitalisierung im Bildungsbereich“ (FKZ 01J01811) finanziert.

Kontakte der Projektpartner

Prof. Dr. Roland Brünken (Projektleitung), r.brunden@mx.uni-saarland.de
Prof. Dr. Jochen Kuhn, kuhn@physik.uni-kl.de
Prof. Dr. Markus Peschel, markus.peschel@uni-saarland.de
Prof. Dr. Daniel Sonntag, Daniel.Sonntag@dfki.de
Prof. Dr. Paul Lukowicz, Paul.Lukowicz@dfki.de

