

Dein Freund und Helfer - die Assistenzroboter des NimbRo Teams

Dr. Raphael Memmesheimer

memmesheimer@ais.uni-bonn.de

<https://raphaelmemmesheimer.github.io>

19.05.2026

Autonomous Intelligent Systems,
Computer Science Institute VI – Intelligent Systems and Robotics,
Lamarr Institute for Machine Learning and Artificial Intelligence,
Center for Robotics, University of Bonn



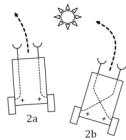
Geschichte der Robotik

- Kontrollierte Umgebung
- Gut verstanden
- Repetitive Aufgaben, z. B. Schweißen, Lackieren, Montage, Pick-and-Place
- Keine/begrenzte Sensorik, z. B. einfache Bildverarbeitung, Kraft-/Momentsensoren
- Millionen von Robotern in der Massenproduktion



Industrieroboter

[<https://www.youtube.com/watch?v=u2BfVmmaWvk>]



Mitte 70er

Mitte 80er

90er

Mitte 90er

2000

Klassische Robotik

- Exakte Modelle
- Keine Sensorik notwendig

Reaktives Paradigma

- Keine Modelle
- Stark abhängig von guter Sensorik

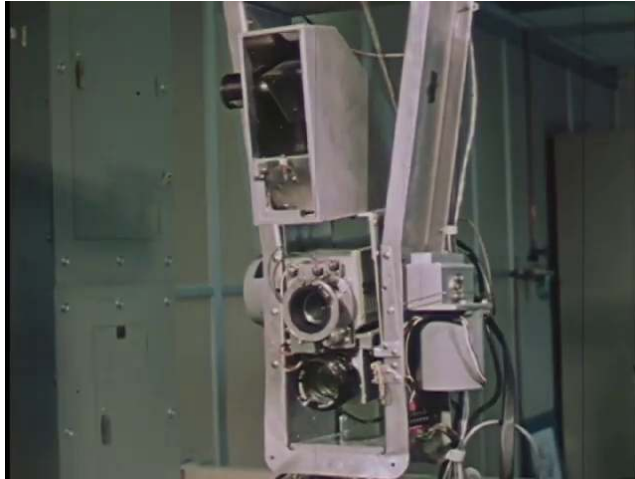
Hybride Ansätze

- Modellbasiert auf höheren Ebenen
- Reaktiv auf niedrigeren Ebenen

Probabilistische Robotik

- Integration von Modellen und Sensorik unter Berücksichtigung von Unsicherheiten
- Ungenaue Modelle, ungenaue Sensoren

Kognitive Robotik



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=GmU7SimFkpU>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=7a6GrKq0xeU>



Landwirtschaft, Bergbau
[<https://www.phenorob.de/en/>]



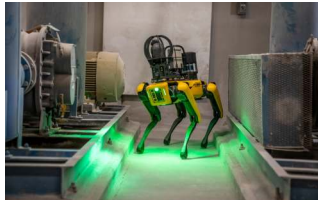
Logistik
[<https://www.magazino.eu/fleet/>]



Haushalt



Medizin
[<https://www.haz.de/lokales/hannover/ein-roboter-hilft-chirurgen-im-op-ERCJC6HDA4O66UTGFPCNJAIRA.html>]



Gefährliche Umgebungen
(Weltraum, Unterwasser, Kernkraftwerke, ...)
[<https://bostondynamics.com/solutions/inspection/>]



Autonomes Fahren
[The Google Self-Driving Car: All you need to know about Waymo carmagazine.co.uk]



Landwirtschaft, Bergbau
[<https://www.phenorob.de/en/>]



Logistik
[<https://www.magazino.eu/fleet/>]



Haushalt



Medizin
[<https://www.haz.de/lokales/hannover/ein-roboter-hilft-chirurgen-im-op-ERCJC6HDA4O66UTGFPCNJAIRA.html>]



Gefährliche Umgebungen
(Weltraum, Unterwasser, Kernkraftwerke, ...)
[<https://bostondynamics.com/solutions/inspection/>]



Autonomes Fahren
[The Google Self-Driving Car: All you need to know about Waymo carmagazine.co.uk]

Mehr kognitive Fähigkeiten sind erforderlich!

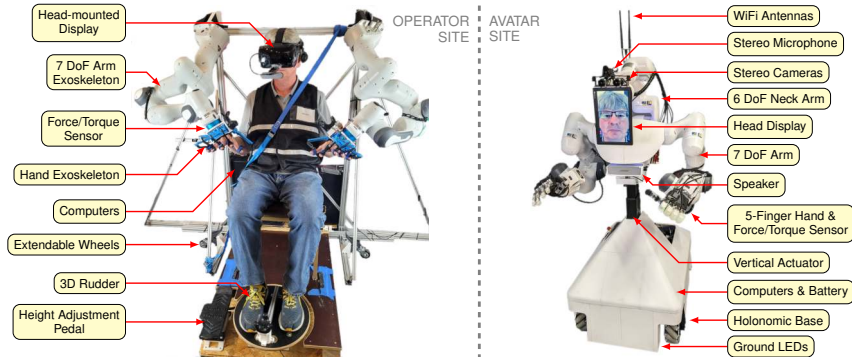
- Besitzt kognitive Fähigkeiten, die normalerweise Menschen oder Tieren zugeschrieben werden
- Interpretation verschiedener Arten von Sensordaten
- Zielgerichtetes und autonomes Handeln zur Erreichung von Zielen
- Betrieb in dynamischen realen Umgebungen
- Hohe Robustheit gegenüber unvorhersehbaren Situationen
- Zentrale Herausforderungen:
 - Systematischer Umgang mit Unsicherheiten
 - Wahrnehmung des Umgebungszustands
 - Koordination von Teams kooperierender Roboter in dynamischen Umgebungen
 - Interaktion mit Menschen
 - Entwicklung
 - Lernen

Autonome Intelligente Systeme (AIS)

- Seit 2008
- Forschung in kognitiver Robotik, maschinellem Sehen und maschinellem Lernen
- Gut ausgestattetes Robotiklabor
- Teilnahme an internationalen Robotikwettbewerben

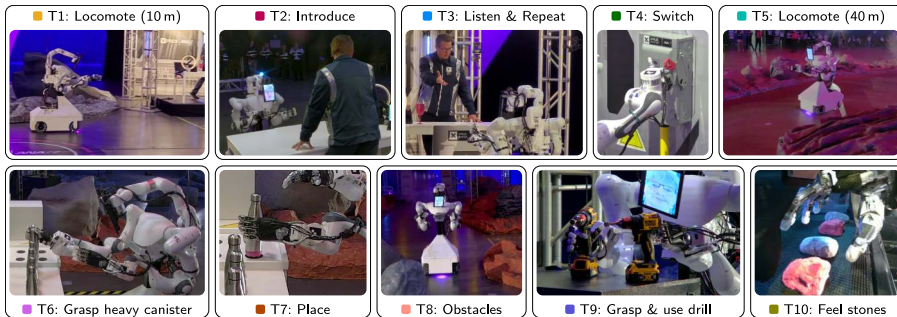


ANA AVATAR XPRIZE

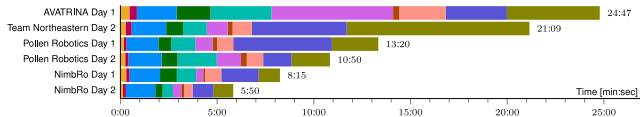


NimbRo avatar System consisting of the operator station (left) and the avatar robot (right)

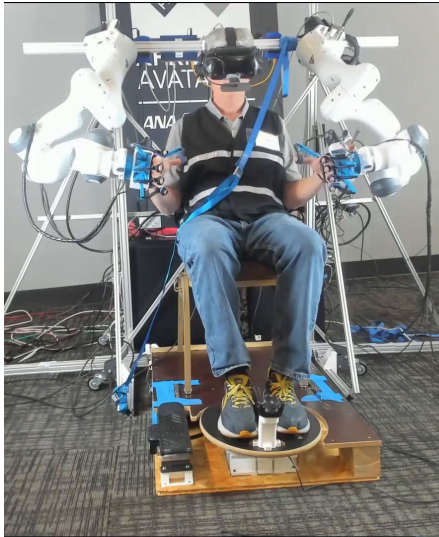
Max Schwarz, Christian Lenz, Raphael Memmesheimer, Bastian Pätzold, Andre Rochow, Michael Schreiber, and Sven Behnke: Robust Immersive Telepresence and Mobile Telemanipulation: NimbRo wins ANA Avatar XPRIZE Finals In Proceedings of IEEE-RAS 22nd International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), Austin, USA, December 2023. Finalist for Best Oral Paper Award



Tasks of the ANA Avatar XPRIZE Competition finals.



Task timings top 6 runs completing all tasks of the ANA Avatar XPRIZE Competition.

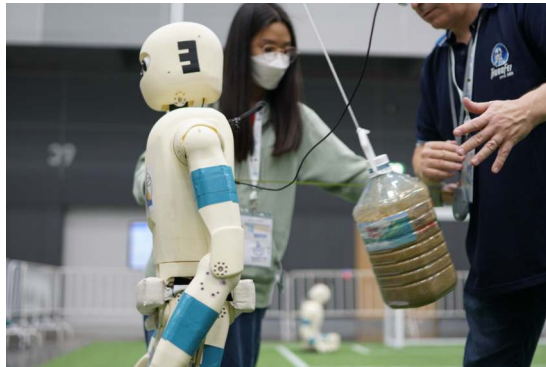


RoboCup Soccer

- Regeln
 - Angelehnt an die FIFA Fußballregeln
 - Ständig komplexer (realistischer)
- Technische Herausforderungen
 - Parkour
 - High Kick
 - Goal-Kick from Moving Ball
 - Push Recovery



Round Robin



Technical Challenge

Pavlichenko, D., Ficht, G., Amini, A., Hosseini, M., Memmesheimer, R., Villar-Corrales, A., ... & Behnke, S. (2022). RoboCup 2022 AdultSize winner NimbRo: Upgraded perception, capture steps gait and phase-based in-walk kicks. In Robot World Cup (pp. 240-252). Cham: Springer International Publishing.





AVATAR



Limbo



Beer delivery



World Robot Summit



RoboCup@Home



European Robotics League

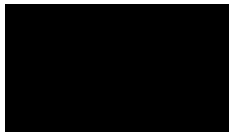
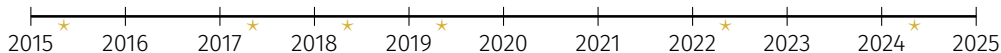
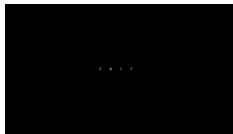


ICRA MMC



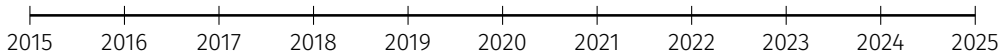
RoboCup Soccer

Roboter Wettbewerbe



RoboCup 2024
@Home Open Platform League
Highlights
Nimbro@Home

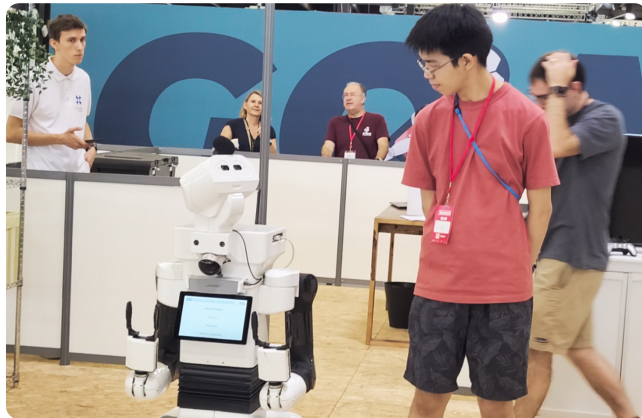




RoboCup@Home



TIAGo



Receptionist

Raphael Memmesheimer, Jan Nogga, Bastian Pätzold, Evgenii Kruzhkov, Simon Bultmann, Michael Schreiber, Jonas Bode, Bertan Karacora, Juhui Park, Alena Savinykh, and Sven Behnke: RoboCup@Home 2024 OPL Winner NimbRo: Anthropomorphic Service Robots using Foundation Models for Perception and Planning, Accepted for: RoboCup 2024: Robot World Cup XXVII, Springer, to appear 2025.

- Funktionalitäten
 - Personenerkennung / -verfolgung / -geste
 - Spracherkennung / -verstehen / -lokalisierung
 - Kartierung / Navigation
 - Objekterkennung
 - ...
- Eingebettet in Aufgaben
 - Storing Groceries
 - Carry my Luggage
 - Restaurant
 - Clean the Table
 - Set Breakfast
 - General Purpose Service Robot



(a) Carry My Luggage



(b) Receptionist



(c) GPSR

Stage 1 tests.



(a) Clean the Table



(b) Restaurant

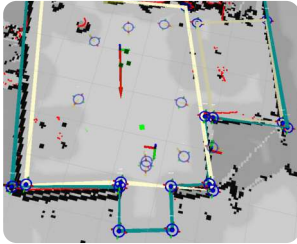


(c) EGPSR

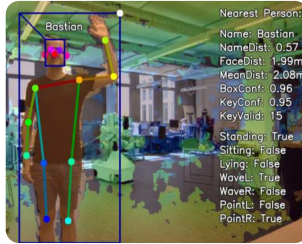
Stage 2 tests.



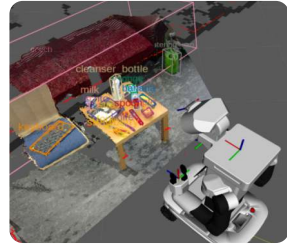
photo: RoboCup/Bart van Overbeeke



(a) Kartierung

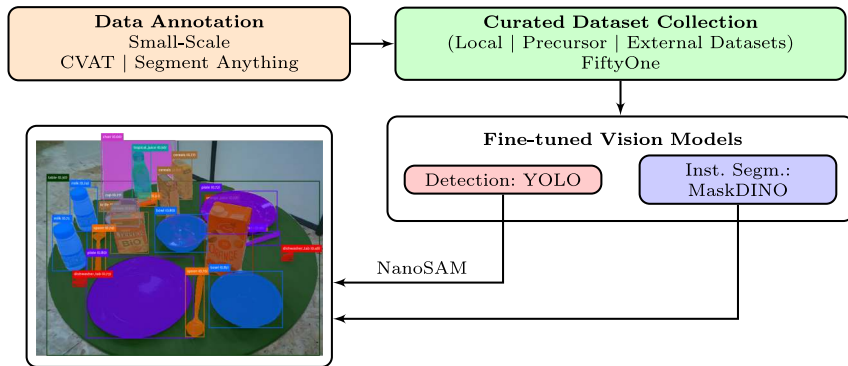


(b) Personenerkennung

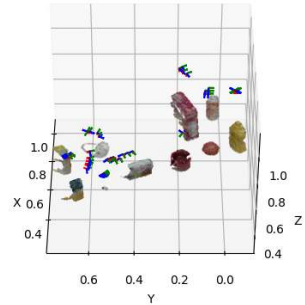
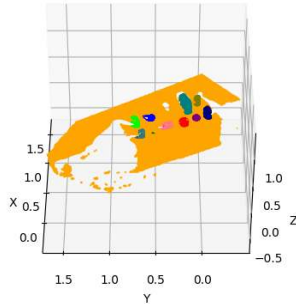
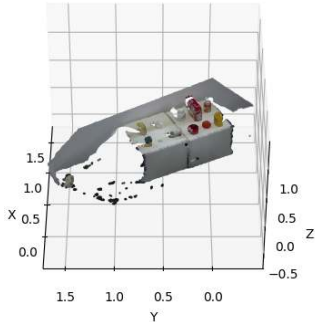


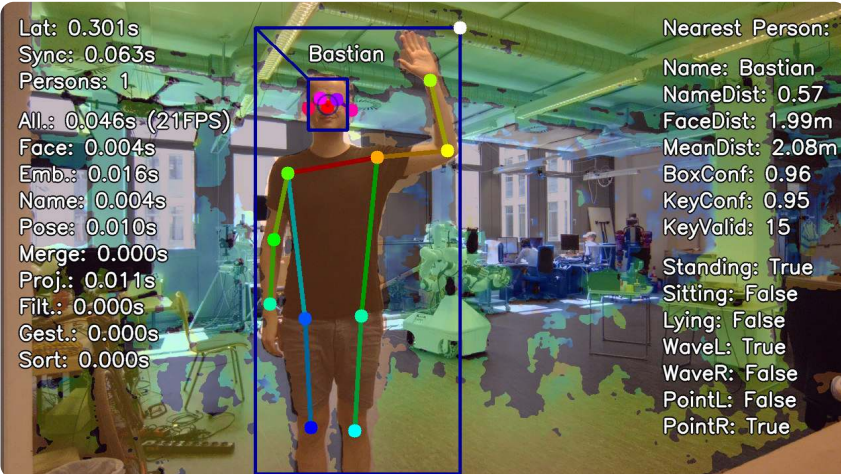
(c) Objekterkennung

Software Module für die Wettbewerbsaufgaben. (a) Karte mit Markierungen und annotierten Regionen. (b) Personenerkennung mit YOLO V8, Körperpose, Aktions- und Gesichtserkennung. (c) Projektierte Objektsegmente mit mmGrounding-DINO.



Objekterkennungs-Pipeline mit Annotierung, Kuratierung und Backbone-Modellen. Wir annotieren Daten semi-automatisch mit CVAT und Segment Anything. Diese Daten werden dann mit FiftyOne kuratiert und mit externen Datensätzen kombiniert. Die kuratierten Daten werden verwendet, um YOLO- und MaskDINO-Modelle zu feinabzustimmen. Zusätzlich nutzen wir NanoSAM, um Segmente aus YOLO-Detektionen wiederherzustellen.

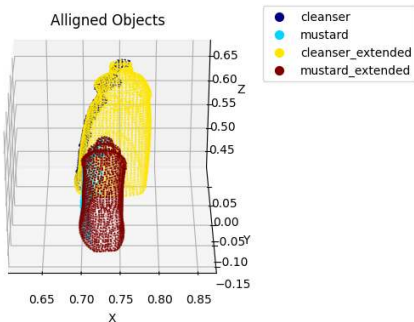




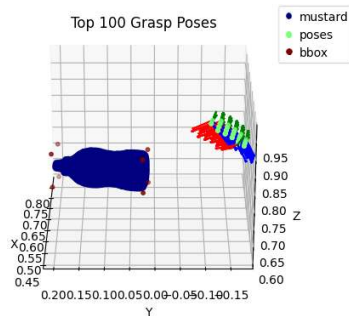
Lat: 0.301s
Sync: 0.063s
Persons: 1
All.: 0.046s (21FPS)
Face: 0.004s
Emb.: 0.016s
Name: 0.004s
Pose: 0.010s
Merge: 0.000s
Proj.: 0.011s
Filt.: 0.000s
Gest.: 0.000s
Sort: 0.000s

Bastian

Nearest Person:
Name: Bastian
NameDist: 0.57
FaceDist: 1.99m
MeanDist: 2.08m
BoxConf: 0.96
KeyConf: 0.95
KeyValid: 15
Standing: True
Sitting: False
Lying: False
WaveL: True
WaveR: False
PointL: False
PointR: True

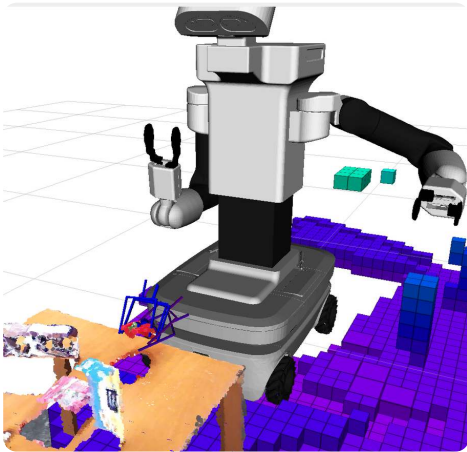


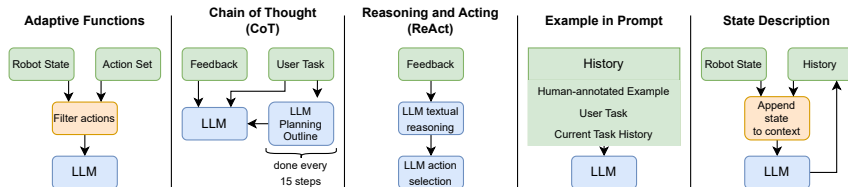
(a) Objektregistrierung



(b) Griffvorschläge

3D-Objektwahrnehmung und Greifen. (a) Falls verfügbar, können 3D-Modelle an partielle Punktwolken aller erkannten Objekte registriert werden. (b) Die Griffvorschläge, die die Griffkostenfunktion für das Anfahren einer Senf-Flasche minimieren, die auf einer Oberfläche liegt.





- Spracherkennung (Whisper -> LLM -> Funktionsaufrufe)
- Objekterkennung

Jonas Bode, Bastian Pätzold, Raphael Memmesheimer, and Sven Behnke: A Comparison of Prompt Engineering Techniques for Task Planning and Execution in Service Robotics In Proceedings of IEEE-RAS 23rd International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), Nancy, France, November 2024.

- LLMs für Aufgabenplanung und -ausführung nutzen
- Sprache auf Roboteraktionen abbilden
- Verschiedene Prompting-Paradigmen für verbesserte Leistung nutzen

user: Please bring me a sponge from the kitchen.

assistant: Briefly summarize the next steps to accomplish the task in text form.

1. Drive to the kitchen.
2. Search for a sponge in the kitchen.
3. Grasp the sponge.
4. Drive back to the parlor.
5. Hand over the sponge to the user.
6. Call the exit function to complete the interaction.

assistant: drive_to_location: {"location": "kitchen"}

tool: You successfully arrived in the new location kitchen.

assistant: find_object: {"object_name_list": ["sponge"]}

tool: The following items were found in the kitchen: 3 sponges

assistant: grasp_object: {"object_name": "sponge"}

tool: You successfully grasped the object sponge.

assistant: drive_to_location: {"location": "parlor"}

tool: You successfully arrived in the new location parlor.

assistant: place_object: {"object_name": "sponge"}

tool: You successfully placed the object sponge.

assistant: exit: {}

RoboCup 2024 @Home Open Platform League

Highlights

NimbRo@Home



Anticipating Human Behavior for Safe Navigation and Efficient Collaborative Manipulation with Mobile Service Robots

Simon Bultmann, Raphael Memmesheimer, Jan Nogga, Julian Hau, Sven Behnke

Autonomous Intelligent Systems
University of Bonn





Anticipating Human Behavior for Safe Navigation and Efficient Collaborative Manipulation with Mobile Service Robots

Simon Bultmann, Raphael Memmesheimer, Jan Nogga, Julian Hau, Sven Behnke

Autonomous Intelligent Systems
University of Bonn



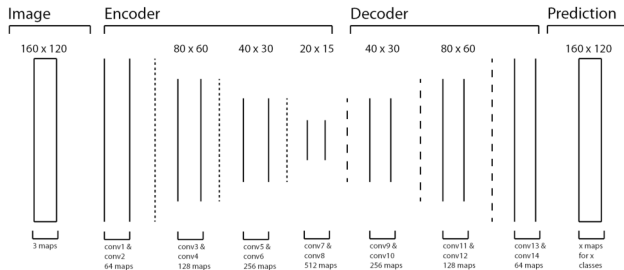


NVidia Jetson Developer Challenge









(A)



(B)

Figure 1: (A) Architecture and (B) prediction result



<https://www.youtube.com/watch?v=RAC07ojKt6s>

World Robot Summit

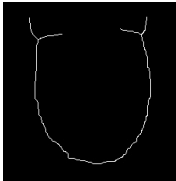




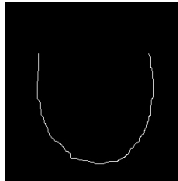
(A)



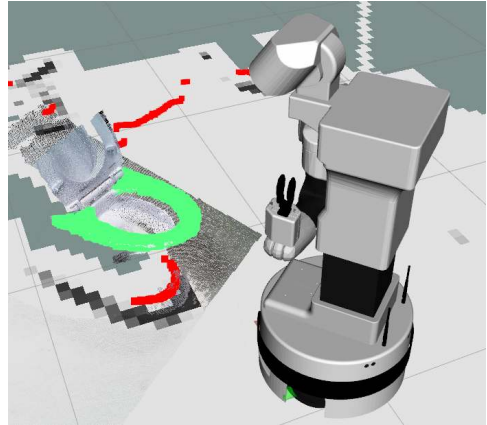
(B)



(C)



(D)





Demo im Labor!

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!



REFERENCES