

Ein Transportsystem der Zukunft?

von Agnes Jocher

Ein Hochgeschwindigkeitsgefährt, das sich mit annähernd Schallgeschwindigkeit durch eine Röhre bewegt: Was nach Science-Fiction klingt, wird in Bayern Wirklichkeit. In der Fakultät für Luftfahrt, Raumfahrt und Geodäsie der Technischen Universität München soll der Hyperloop als Transportsystem der Zukunft erforscht werden. Das TUM Hyperloop-Programm wird sowohl die nötigen Technologien entwickeln und erproben als auch eine künftige technische und wirtschaftliche Machbarkeit systematisch untersuchen.

Das Konzept Hyperloop

2013 stellte Elon Musk in einem Whitepaper ein Konzept für ein bodengebundenes Hochgeschwindigkeits-Transportsystem vor: den Hyperloop. Der Hyperloop besteht aus einer teilvakuierten Röhre, in der sich Kapseln zum Personen- und Gütertransport bewegen. Im Teilvakuum und durch die Nutzung eines kontaktlosen Schweb- und Antriebsystems soll es möglich sein, Reisezeiten zwischen definierten Terminals deutlich zu reduzieren. Gleichzeitig soll der Hyperloop trotz schneller Reisezeit wesentlich umweltverträglicher als das Flugzeug sein. Die Veröffentlichung des Konzepts entfachte weltweit großes Interesse für neuartige, klimaneutrale Hochgeschwindigkeits-Transportsysteme.

Kurz darauf ist eine Vielzahl an Projekten zum Erforschen solcher oder ähnlicher Konzepte entstanden, größtenteils in einem kommerziellen Rahmen. Dies hat dazu geführt, dass heutzutage der Begriff „Hyperloop“ kein eindeutig definiertes technisches Konzept beschreibt, sondern im Allgemeinen als Sammelbegriff für verschiedene Hochgeschwindigkeit-Transportkonzepte verwendet wird, die sich hinsichtlich ihrer technischen Umsetzbarkeit teilweise stark voneinander unterscheiden. In allen Fällen lässt sich eindeutig erkennen, dass es bis zur kommerziellen Reife eines solchen Transportsystems – trotz der oft zuversichtlichen Ankündigungen verschiedener Unternehmen – noch erheblicher Forschung und Entwicklung bedarf.



Studierende wirken mit großem Einsatz am Projekt mit.

Teilnahme an der SpaceX Hyperloop Pod Competition

Im Sommer 2015 rief Elon Musk die *SpaceX Hyperloop Pod Competition* ins Leben, um die Erforschung seiner Vision weiter zu befördern: Studierendenteams aus aller Welt waren aufgerufen, ihre Konzepte für den *Pod* einzureichen. Die Aufgabe: Entwicklung, Auslegung und Bau eines Kapsel-Prototyps, eben eines *Pods*, der in einer vom amerikanischen Raumfahrtunternehmen SpaceX gebauten Vakuumröhre auf die Probe gestellt werden sollte. Kurz nach der Ankündigung des Wettbewerbs gründete sich an der TUM eine studentische Gruppe, die dem Aufruf nachkommen und am Wettbewerb teilnehmen wollte. Über die Jahre hinweg konnte sich die studentische Initiative der TUM gegen die internationale Konkurrenz von Studierendenteams renommierter Universitäten durchsetzen. Zuletzt gewann das Team aus München im Juli 2019 zum vierten Mal in Folge die SpaceX Hyperloop Pod Competition und brach dabei mit 482 km/h seinen eigenen Geschwindigkeitsrekord.



Prof. Dr. Agnes Jocher, Professorin für Sustainable Future Mobility an der Technischen Universität München

Das TUM Hyperloop-Programm

Während das Projekt im Jahr 2015 unter dem Dach der studentischen Arbeitsgemeinschaft WARR entstand, wurde im Jahr 2018 der eigenständige Verein *NEXT Prototypes* gegründet. Ziel war es, die Arbeit am Hyperloop-Projekt zu professionalisieren, die Entwicklung des studentischen Teams weiter zu fördern und die Kooperationen mit Forschung und Wirtschaft zu intensivieren und auszubauen. Der Verein sowie das Projekt waren seitdem in den Räumlichkeiten der Munich School of Engineering (MSE) in Garching aktiv. Diese Rechtsform hat es dem Team erlaubt, ein größeres Firmennetzwerk mit namhaften Unternehmen wie Airbus, Siemens, Max Bögl, TÜV Süd, Panasonic, SGL Carbon, etc. aufzubauen und mit diesen Kooperationen einzugehen.

Angeregt durch die Leidenschaft der studentischen Initiative, ermutigt von der Begeisterung des Bayerischen Ministerpräsidenten Dr. Markus Söder und gefördert aus Mitteln der Hightech Agenda Bayern der Bayerischen Staatsregierung laufen seit dem Jahr 2018 an der neugegründeten Fakultät für Luftfahrt, Raumfahrt und Geodäsie Vorbereitungsarbeiten

für ein großes, fächerübergreifendes Forschungsprogramm zum Thema Hyperloop. Viele Professuren und Lehrstühle aus den unterschiedlichsten Bereichen der Universität beteiligen sich am neuen TUM Hyperloop-Programm. In dem hoch-interdisziplinären Forschungsgebiet kommen die vielen Kompetenzen der Exzellenzuniversität zusammen. Nach wie vor sind viele motivierte Studierende am Programm beteiligt, koordiniert durch den gemeinnützigen Verein *NEXT Prototypes*.

Um eine gründliche Erforschung von Hochgeschwindigkeit-Transportsystemen zu ermöglichen, werden im Rahmen des TUM Hyperloop-Programms zwei komplementäre Forschungsziele parallel verfolgt: Technologieentwicklung und Konzeptanalyse.

Im Bereich der Technologieentwicklung wird in den Jahren 2021 und 2022 ein Technologiedemonstrator in Originalgröße entwickelt und auf dem Gelände des Ludwig Bölkow Campus in Taufkirchen / Ottobrunn gebaut. Der Demonstrator soll aus einer 24 Meter langen Vakuumröhre sowie einer passenden Kapsel in Menschengröße bestehen. Die technische Umsetzung ist entscheidend für die Entwicklung eines künftigen Hyperloop-Systems. An dem Demonstrator sollen Integrations- und Funktionstests durchgeführt werden, um frühzeitig Problemstellungen zu erkennen und Lösungen zu erforschen, die technisch und ökonomisch sinnvoll sind. Darüber hinaus werden so experimentelle Daten gesammelt, die für die Konzeptanalyse genutzt werden können.

Darauf aufbauend soll in einer zweiten Phase eine mindestens 1000 Meter lange Teststrecke gebaut werden, um zum Beispiel das Antriebssystem unter höheren Geschwindigkeiten und das Verhalten der Kapsel in einer Kurve testen zu können. In einer dritten Phase ist eine Referenzstrecke geplant. Hier wäre eine Europäische Kooperation interessant, um den Vorteil der hohen Geschwindigkeiten des Hyperloop über mittellange Strecken auch ausspielen zu können.

Im Bereich der Konzeptanalyse soll parallel zur Entwicklung und Erprobung der Technologie die Modellierung und Analyse des Systems sowie dessen großmaßstäbliche Umsetzung erforscht werden. Damit werden verschiedene Konzepte auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit überprüft und langfristig die Systemfähigkeit verbessert. Darüber hinaus werden in der Konzeptanalyse frühzeitig mögliche Sicherheitsrisiken untersucht, erkannt und geig-

nete Maßnahmen erarbeitet. Aus diesen Untersuchungen sollen schließlich Vorschläge für geeignete Implementierungsmöglichkeiten in die bestehende Verkehrsinfrastruktur hervorgehen. Forschungsziele der Konzeptanalyse sind die Entwicklung einer Modellierungsplattform und schrittweiser Machbarkeitsstudien für Bayern, Deutschland und Europa sowie die Vorbereitung und Planung der zweiten Phase des Hyperloop-Programms, die 1000 Meter Teststrecke.

Seit der Ankündigung des Programms im Juli 2020 wurde ein Fakultätsgebäude angemietet, daher stehen nun Räumlichkeiten für den weiteren Aufbau und Besetzung von Stellen im TUM Hyperloop-Programm zur Verfügung. In nächsten Schritten wird das Systemkonzept und die Auslegung des 24 Meter Demonstrators finalisiert und ein Spatenstich am Hyperloop-Testgelände organisiert. Parallel werden Teststände für Subsysteme gebaut und betrieben.

Für den 1. und 2. März 2021 organisierten wir eine Konferenz unter dem Titel „1st International Conference on Ultra-High-Speed Transportation – Research meets Industry“. Die Konferenz hatte zum Ziel, Wissenschaftler und studentische Initiativen mit Fachleuten aus der Transportindustrie zusammenzubringen, um den Ideenaustausch zu fördern und Chancen, potenzielle Auswirkungen und Herausforderungen des Ultra-Hochgeschwindigkeitsverkehrs zu diskutieren.

Die Veranstaltung fand aus bekannten Gründen in einem Online-Format statt und umfasste vier Sessions – Propulsion and Suspension Systems, Demand and Routes, System Concepts and Infrastructure and Operations –, die die wichtigsten Aspekte und Herausforderungen der Hyperloop-Technologie abdeckten und uns einen Schritt näher an die Verwirklichung der Vision eines Hochgeschwindigkeitsgefährts, das sich mit annähernd Schallgeschwindigkeit durch eine Röhre bewegt, brachte. ■

▶ Sie können die beiden Vorträge, die ja ohne Zuhörer gehalten werden mussten, auch im YouTube-Videokanal der Katholischen Akademie in Bayern sowie im Dokumentationssteil unserer Website nachhören. In der PDF-Fassung dieses Heftes führt Sie [dieser Link](#) direkt zum Video. (Das Video finden Sie auch im [Dokumentationsteil](#) unserer Website über die Stichwortsuche.)



Foto: TUM Hyperloop



Eine Vision für Bayern: eine mögliche Teststrecke vor der Kulisse der Alpen. Rechts: Im abschließenden Gespräch vertieften die beiden Wissenschaftler*innen das Thema und sprachen vor allem über die Folgen der neuen Technik für Gesellschaft und Umwelt.