

# Hyperloop

Themenkurzprofil Nr. 49 | Kai Enzweiler | Mai 2021

Bei der sogenannten Hyperlooptechnologie handelt es sich um ein Hochgeschwindigkeitstransportsystem, welches derzeit an verschiedenen Standorten weltweit für den Waren- und Personentransport erforscht und entwickelt wird. Transportkapseln (Pods) sollen in Röhren in einem nahezu vollständigen Vakuum stark beschleunigt werden. Hierdurch sollen Geschwindigkeiten von über 1.000 km/h möglich sein, sodass sich Reise- und Transportzeiten im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern deutlich verkürzen. Der Hyperloop soll ein neuer, fünfter Verkehrsträger neben Flugzeugen, Eisenbahnen, Straßenfahrzeugen und Schiffen werden. Seine Befürworter sehen kommerzielle Hyperloopsysteme als Teil einer neuen und sauberen Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur, welche Wirtschaftszentren und Arbeitsmärkte über nationale Grenzen hinweg näher zusammenrücken und das Ziel des europäischen Grünen Deals unterstützen könnte, verkehrsbedingte Emissionen bis 2050 um 90 % zu senken. Obwohl kürzlich die erste bemannte Testfahrt durchgeführt werden konnte (von Virgin Hyperloop), sind weiterhin noch viele technische Detailfragen zu lösen. Die Errichtung einer neuen Verkehrsinfrastruktur wäre zudem mit erheblichen wirtschaftlichen Anstrengungen und raumplanerischen Problemen verbunden. Regulatorische Bedarfe bestehen insbesondere mit Blick auf die Interoperabilität und Sicherheit dieses Hochgeschwindigkeitstransportsystems.

## Hintergrund und Entwicklung

Die Hyperlooptechnologie wurde erstmals 2013 von Elon Musk (Mitgründer von PayPal, Tesla und Space X) in seinem Konzeptpapier „Hyperloop Alpha“ (Musk 2013) beschrieben. Laut Musk (2013, S.4) soll der Antrieb der Hyperloopfahrzeuge durch Linearmotoren erfolgen, welche im

Abstand von ca. 70 Meilen (112 km) in den Transportröhren zur Beschleunigung bzw. zum Bremsen installiert werden. Der Auftrieb zur Überwindung der Schwerkraft soll durch einen Luftkompressor und Ventilator an Bord des Fahrzeugs erzeugt werden. Dieser soll den verbleibenden, sehr niedrigen Luftdruck von 100 Pascal<sup>1</sup> in den Röhren von der Fahrzeugspitze absaugen und bei höheren Geschwindigkeiten ein Luftkissen unter dem Fahrzeug erzeugen. Musk (2013, S.56) berechnet die Kosten für den Bau einer Hyperloopverbindung zwischen Los Angeles und San Francisco mit 6 Mrd. US-Dollar, wobei in aktuellen Machbarkeitsstudien davon ausgegangen wird, dass die tatsächlichen Kosten eher bei 30 bis 60 Mrd. US-Dollar liegen (Hansen 2019, S.28).

Die Hyperlooptechnologie hat seit Veröffentlichung des Konzeptpapiers universitäre und außeruniversitäre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten weltweit stimuliert. Es sind jedoch noch viele Detailfragen in Bezug auf die



1 Das entspricht etwa einem Tausendstel des Atmosphärendrucks auf Meereshöhe.

technologische Umsetzbarkeit, die Sicherheit und die Konstruktion der immens langen Vakuumröhren dieses Hochgeschwindigkeitstransportsystems zu lösen. So bleibt laut Hansen (2019, S.24f.) im Konzeptpapier von Musk (2013) unklar, wie eine sichere vertikale und laterale Abstandshaltung in den Röhren bei sehr hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten, in Kurven und Übergangsbögen gewährleistet werden soll. Darüber hinaus würde sich auch die Errichtung eines Netzes von Hyperloopröhren mit Zwischen- und Endhaltepunkten als äußerst schwierig gestalten, da Verbreiterungen und Verzweigungen von luftleeren Röhren bautechnisch und physikalisch nicht dauerhaft möglich sind (Hansen 2019, S.25).

Von 2015 bis 2019 sponserte das Raumfahrtunternehmen SpaceX die Hyperloop-Pod-Wettbewerbe, in welchen Forschungsgruppen weltweit versuchten, technische Meilensteine zu erreichen. Aus Deutschland nahm eine Projektgruppe der Arbeitsgemeinschaft für Raketentechnik und Raumfahrt (WARR), ein studentisches Projekt der TU München, wiederholt erfolgreich teil. Das Team der TU München konnte 2019 zeigen, dass sein Fahrzeug eine maximale Geschwindigkeit von 482 km/h in der 1,6 km langen luftleeren Stahlröhre auf dem Testgelände in Hawthorne/Kalifornien erreichen kann, und gewann damit den Geschwindigkeitswettbewerb zum vierten Mal in Folge (TUM 2020).

Seit 2018 laufen an der TU München Vorbereitungen für das fächerübergreifende Forschungsprogramm „TUM Hyperloop“, welches aus der Projektgruppe hervorging. Seit Juli 2020 werden im Rahmen des Forschungsprogramms Systemanalysen zur Machbarkeit und dem Potenzial des Hyperloop in Europa durchgeführt. Zudem ist vorgesehen, eine 24 m lange Teströhre auf dem Gelände des Ludwig-Bölkow-Campus in Taufkirchen nahe Ottobrunn sowie eine Prototypkapsel in Originalmaßstab aufzubauen (TUM 2020).

Neben der TU München entwickelten auch Studierende eines Kooperationsstudiengangs der Hochschule Emden/Leer und der Universität Oldenburg eine eigene Hyperloopkapsel mit dem Namen „Hyperpod X“, die es beim Hyperloop-Pod-Wettbewerb im Jahr 2018 unter die besten 10 schaffte. Die Hochschule Emden/Leer und die Universität Oldenburg planen nunmehr, die ehemalige Transrapidteststrecke in Lathen zu einem Hyperloopforschungs- und Technologiezentrum umzubauen. Im vom Land Niedersachsen geförderten Projekt „European Hyperloop Technology Center“ (EU HyTeC) wird ein Konzept zur Weiterentwicklung der bestehenden 32 km langen Transrapidteststrecke in Lathen zu einem europäischen Testzentrum für die Hyperlooptechnologie erarbeitet. Laut Walter Neu, Professor an der Hochschule Emden/Leer und Leiter des Projekts, wäre dies europaweit die erste Strecke, auf der Kurvenfahrten, Spurwechsel und Zwischenhalte erprobt werden könnten (siehe auch Gieseke 2021; Grotelüschen 2021; Stein 2019).

Außerhalb der Hochschulen hat die Hyperlooptechnologie in Deutschland auch privatwirtschaftliche Initiativen stimuliert. Im Dezember 2018 gründeten die Hamburger Hafen und Logistik Aktiengesellschaft (HHLA) und das US-amerikanische Unternehmen Hyperloop Transportation Technologies (HyperloopTT) das Joint Venture Hyperloop Cargo Solutions (HCS). Gemeinsam wollen sie ein Hyperlooptransportsystem für Seecontainer entwickeln: Container sollen mit Magnetschwebetechnik durch eine Röhre befördert werden. In einem ersten Schritt soll bis Oktober 2021 am HHLA-Containerterminal Altenwerder ein virtueller Demonstrator für den Hyperport entstehen. Dieser soll den Abfertigungsprozess und die Integration mit autonomen Fahrzeugen veranschaulichen (HHLA 2021). Zudem soll eine Transportkapsel für den Gütertransport sowie eine 100 m lange Teströhre entstehen (Slavik 2018).

Auf europäischer Ebene ist Deutschland ebenfalls in mehreren Forschungsprojekten zur Hyperlooptechnologie vertreten. Das Land Nordrhein-Westfalen beteiligt sich am „European Hyperloop Program“, der Freistaat Bayern an der „European Hyperloop Development Initiative“. Darüber hinaus läuft aktuell im Rahmen der Forschungspartnerschaft „Shift2Rail“ im Forschungsprogramm „Horizont 2020“ eine Studie zu den Potenzialen eines europäischen Hyperloopökosystems (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales – UPM 2021).

In Frankreich betreibt das US-Unternehmen HyperloopTT ein Forschungs- und Entwicklungszentrum in Toulouse. Seit 2019 wird dort das erste Hyperloopsystem im Maßstab 1:1 getestet und weiterentwickelt (Business Wire 2020). Das kanadische Unternehmen TransPod betreibt eine 3 km lange Teststrecke nahe Limoges (OPECST 2018, S.2).

In den Niederlanden hat das Unternehmen Hardt Hyperloop 2019 mit einer funktionierenden 30 m langen Hyperloopröhre in Originalgröße das erste Hyperloopsystem in Europa entwickelt, in dem alle Kernkomponenten des Transportmittels getestet werden können: Magnetschwebetechnik, Antrieb und Vakuum. Testfahrten mit hohen Geschwindigkeiten sind auf der kurzen Strecke jedoch nicht möglich (Ehrhardt 2019; Pluta 2019). Ab 2022 soll die Hyperlooptechnologie auf einer 3 km langen Strecke getestet werden. Das Unternehmen plant, bis 2025 Güter mit Hyperlooptechnologie zu befördern, nach eigenen Angaben sollen bis 2028 auch Personen befördert werden (Matthes/Kapalschinski 2019).

In den USA gab das Unternehmen Virgin Hyperloop One bereits 2017 bekannt, dass die Hyperlooptechnologie in Nevada erfolgreich getestet werden konnte (The Engineer 2017). Im November 2020 wurde auf einer Teststrecke in Nevada von Virgin Hyperloop One die erste bemannte Fahrt durchgeführt. Die genutzte Kapsel beschleunigte in der 500 m langen Vakuumröhre in 6,25 Sekunden auf mehr als 170 km/h (Holland 2020).

Ein Tochterunternehmen von HyperloopTT begann darüber hinaus 2019 in der chinesischen Provinz Guizhou mit dem Bau eines 10 km langen Hyperlooptunnels für den gewerblichen Transport von Gütern (Nallinger 2018). Der Tunnel soll die Innenstadt von Tongren mit dem Flughafen verbinden. Weiterhin ist geplant, in einer zweiten Bauphase die Innenstadt von Tongren mit dem Berg Fangjing, einer Touristenattraktion, zu verbinden (Ouyang et al. 2018).

Trotz der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und des damit einhergehenden Erkenntnisgewinns in den letzten Jahren bleiben zentrale Fragen in Bezug auf die Hyperlooptechnologie bisher ungeklärt und bedürfen weiterer Untersuchung, darunter u.a. das „optimale Verhältnis zwischen gleichmäßiger Beschleunigung und Verzögerung der Fahrzeuge ohne unangenehmen Ruck, der Energiebedarf im partiellen Vakuum und die sichere Betriebssteuerung der Fahrzeuge auf der Strecke, vor, in und durch die Luftdruckschleusen und an den Endhaltestellen“ (Hansen 2019, S.28). Entsprechend stellte auch die Bundesregierung (2019) fest, dass es noch mehrerer Jahre der Forschung und Entwicklung bedarf, um die verschiedenen Komponenten wie Röhren, Schienen, Kapseln, Antriebs-, Stabilisierungs- und Bremssysteme unter realen Bedingungen praktisch zu testen.

## Gesellschaftliche und politische Relevanz

Die Hyperlooptechnologie soll die bestehenden Transporttechnologien ergänzen mit der Vision, Wirtschaftszentren und Arbeitsmärkte näher zusammenrücken und somit das Zusammenwachsen europäischer Regionen zu befördern. Laut Musk (2013, S.2) bildet die Hyperlooptechnologie eine Alternative zum Luft- und Straßenverkehr über Entfernungen von 500 bis zu 1.500 km. Mit Blick auf die Nachhaltigkeit könnte die Hyperlooptechnologie dazu beitragen, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern und den europäischen Grünen Deal zu unterstützen. Hyperloop wird entsprechend in der „Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität“ und einem „Aktionsplan“ der Europäischen Kommission (EK 2020) sowie im unabhängigen Expertenbericht „100 Radical Innovation Breakthroughs for the future“ genannt (EK 2019, S.206f.). Strategie und Aktionsplan zeigen, wie die Europäische Union verkehrsbedingte Emissionen als Teil des Grünen Deals bis zum Jahr 2050 um 90% senken will.

Mit Blick auf die künftige gesellschaftliche Akzeptanz der Hyperlooptechnologie ist es jedoch nötig, gemeinsame Sicherheitsverfahren und gemeinsame Sicherheitsziele zu formulieren, wie sie beispielsweise in Artikel 6 und 7 der Richtlinie (EU) 2016/798 über Eisenbahnsicherheit für



den Eisenbahnsektor festgelegt sind. Bisher ist beispielsweise noch nicht klar, wie technische Störungen sicher beherrscht werden sollen: So ist das Geschwindigkeitsüberwachungssystem im Konzeptpapier von Musk (2013, S.33) nur vage beschrieben und kann keine Sicherheit in jedem Röhrenabschnitt gewährleisten (Hansen 2019, S.26).

In Bezug auf den regulatorischen Bedarf stellen sich daher vor allem Fragen hinsichtlich der Sicherheit der Hyperlooptechnologie. Im Juli 2020 legte TÜV SÜD (2020) Sicherheitsrichtlinien für Hyperloopsysteme vor. Ebenfalls im Jahr 2020 hat die Europäische Kommission eine Studie zur Entwicklung eines sicherheitstechnischen Regulierungsansatzes für Europa in Auftrag gegeben (Bundesregierung 2021, S.2).

Neben den noch offenen Fragen in Bezug auf die technische Umsetzbarkeit und Sicherheit des Hochgeschwindigkeitstransportsystems ist bisher unklar, wie sich ein solches System in bestehende Systeme einfügen könnte. Im Februar 2020 wurde deshalb als Teil des Europäischen Komitees für Normung (CEN) und des Europäischen Komitees für elektrotechnische Normung (CENELEC) ein gemeinsames technisches Komitee (JTC 20) geschaffen, welches das Ziel verfolgt, die Methodologie und die Rahmenbedingungen der Regulierung von Hyperloopverkehrssystemen zu definieren und zu standardisieren und Interoperabilität sowie Sicherheitsstandards in Europa zu gewährleisten (Zeleros 2020).

Auch die städtebauliche Integration von Hyperloopröhren bringt größere gesellschaftspolitische Herausforderungen mit sich. Die Errichtung einer neuen Verkehrsinfrastruktur erfordert aufwendige Planungsverfahren unter Einbeziehung von Bürgerinnen und Bürgern. Aufgrund der noch offenen Fragen in Hinblick auf den Bau und den Betrieb öffentlicher Verkehrsanlagen in nahezu luftleeren Röhren „ist eine Baugenehmigung und Betriebskonzession für Hyperloop in der Umgebung besiedelter Gebiete in Mitteleuropa gegenwärtig nicht absehbar“ (Hansen 2019, S.28). Darüber hinaus müsste zunächst die Dichte und Beständigkeit verschweißter Stahlröhren „mit einem Durchmesser von mindestens 3,5 m gegen Setzungen, Temperatur- und Druckänderungen“ demonstriert werden (Hansen 2019, S.29). Schließlich stellt sich die Frage, inwiefern die Errichtung einer aufgeständerten Trasseninfrastruktur im dichtbesiedelten Mitteleuropa überhaupt umsetzbar ist.

---

### Mögliche vertiefte Bearbeitung des Themas

Eine vertiefte Untersuchung des Themas durch das TAB erscheint angesichts des frühen Forschungsstadiums bei gleichzeitig äußerst dynamischer Entwicklung derzeit nicht vorrangig. Regulatorische und allgemeinere gesellschaftliche Gestaltungsfragen mit politischer Relevanz dürften besser abzusehen und beantwortbar werden, wenn sich in den kommenden Jahren besonders erfolgversprechende Technologien und Pilotvorhaben identifizieren lassen.



## Laufende Hyperloopforschungsprojekte (Auswahl)

### European Hyperloop Development Initiative

Die Initiative zielt darauf, die Errichtung von Hyperloop-Teststrecken sowie die Entwicklung technischer und Sicherheitsstandards für die Hyperlooptechnologie zu unterstützen. Eine 3 km lange Teststrecke soll als Teil des European Hyperloop Development Centre in Spanien entstehen.

Mehr Informationen unter [www.zeleros.com](http://www.zeleros.com)

### European Hyperloop Program

Das Programm zielt darauf, Entwicklungskosten im Zusammenhang mit der Hyperlooptechnologie zu senken, indem die Zusammenarbeit von Unternehmen bei der Entwicklung der Hyperlooptechnologie unterstützt wird. Bis 2022 soll dazu das Testzentrum European Hyperloop Center Groningen in den Niederlanden entstehen.

Mehr Informationen unter <https://hyperloopdevelopment-program.com/> und <https://hardt.global>

### HyTec – European Hyperloop Technology Center

Das Projekt zielt auf den Aufbau eines europäischen Forschungsverbunds. Das europaweit bereits vorhandene Wissen zur Hyperlooptechnologie soll gebündelt werden. Zudem soll geprüft werden, ob eine Reaktivierung der ehemaligen Transrapidstrecke in Lathen möglich wäre.

Mehr Informationen unter <https://www.hs-emden-leer.de/forschung/projekte/aktuelle-projekte/hytec-hyperloop-technology>

### TUM Hyperloop

Im Rahmen des Hyperloopprogramms werden zwei komplementäre Forschungsziele parallel verfolgt: Bis 2022 soll ein Technologiedemonstrator in Originalgröße entwickelt und gebaut werden. Daneben sollen Vorschläge für geeignete Implementierungsmöglichkeiten der Hyperlooptechnologie in die bestehende Verkehrsinfrastruktur entwickelt werden.

Mehr Informationen unter <https://tumhyperloop.de/>

## Literaturverzeichnis

- ▶ Bundesregierung (2019): Potentiale von Vakuumkammern wie „Hyperloop“. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Mario Brandenburg (Südpfalz), Katja Suding, Nicola Beer, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 19/9247 –. Deutscher Bundestag, Drucksache 19/10325, Berlin
- ▶ Bundesregierung (2021): Hyperloop-Forschung im Emsland. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Jens Beeck, Mario Brandenburg (Südpfalz), Katja Suding, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 19/26206 –. Deutscher Bundestag, Drucksache 19/26522, Berlin
- ▶ Business Wire (2020): Hyperloop Transportation Technologies beschleunigt sein Tempo mithilfe von 100 Ingenieuren von der weltweit führenden Firma Altran. 14.7.2020, [www.businesswire.com/news/home/20201203006144/de/](http://www.businesswire.com/news/home/20201203006144/de/) (2.6.2021)
- ▶ Ehrhardt, A. (2019): Die Deutsche Bahn beteiligt sich an einem Projekt, das bis 2028 Hyperloops ab Frankfurt fahren lassen will. Business Insider, 27.7.2019, [www.businessinsider.de/tech/hyperloop-deutsche-bahn-beteiligt-sich-an-einem-projekt-2019-7/](http://www.businessinsider.de/tech/hyperloop-deutsche-bahn-beteiligt-sich-an-einem-projekt-2019-7/) (2.6.2021)
- ▶ Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales – UPM (2021): Hypernex Project. 2021, <http://hypernex.industriales.upm.es/documents-and-results/> (2.6.2021)
- ▶ EK (Europäische Kommission) (2019): 100 Radical Innovation Breakthroughs for the future. The Radical Innovation Breakthrough Inquirer (Warnke, P.; Cuhls, K.; Schmoch, U.; Daniel, L.; Andreescu, L.; Dragomir, B.; Gheorghiu, R.; Baboschi, C.; Curaj, A.; Parkkinen, M.; Kuusi, O.). [https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/ec\\_rtd\\_radical-innovation-breakthrough\\_052019.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/ec_rtd_radical-innovation-breakthrough_052019.pdf) (2.6.2021)
- ▶ EK (2020): Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität: Den Verkehr in Europa auf Zukunftskurs bringen. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0003.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF); [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0003.02/DOC\\_2&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_2&format=PDF) (2.6.2021)
- ▶ Gieseke, J. (2021): Europäisches Forschungszentrum für die Hyperloop-Technologie in Lathen. 26.2.2021, <https://jens-gieseke.de/europaeisches-forschungszentrum-fuer-die-hyperloop-technologie-in-lathen/> (2.6.2021)
- ▶ Grotelüschen, F. (2021): Projekt Hyperloop: Rohrpost für Passagiere. Deutschlandfunk, 24.2.21, [www.deutschlandfunk.de/projekt-hyperloop-rohrpost-fuer-passagiere.676.de.html?dram:article\\_id=493072](http://www.deutschlandfunk.de/projekt-hyperloop-rohrpost-fuer-passagiere.676.de.html?dram:article_id=493072) (2.6.2021)
- ▶ HHLA (Hamburger Hafen und Logistik AG) (2021): Hyperport – Containertransport durch die Röhre. 2021, <https://hlla.de/unternehmen/innovation/zukunftswei-send-und-digital/hyperloop> (2.6.2021)
- ▶ Hansen, I.A. (2019): Hochgeschwindigkeitsverkehr in Vakuumröhren. Ist Hyperloop machbar? In: Eisenbahntechnische Rundschau (11), S.22–29
- ▶ Holland, M. (2020): Virgin Hyperloop: Erste Testfahrt mit Passagieren geglückt. Heise Online, 9.11.2020, [www.heise.de/news/Virgin-Hyperloop-Erste-Testfahrt-mit-Passagieren-geglueckt-4951501.html](http://www.heise.de/news/Virgin-Hyperloop-Erste-Testfahrt-mit-Passagieren-geglueckt-4951501.html) (2.6.2021)
- ▶ Matthes, S.; Kapalschinski, C. (2019): Frank Thelen finanziert Hyperloop-Projekt Hardt mit. Handelsblatt,

21.10.2019, [www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/familienunternehmer/hochgeschwindigkeitsprojekt-frank-thelen-finanziert-hyperloop-projekt-hardt-mit/25131190.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/familienunternehmer/hochgeschwindigkeitsprojekt-frank-thelen-finanziert-hyperloop-projekt-hardt-mit/25131190.html) (2.6.2021)

- ▶ Musk, E. (2013): Hyperloop Alpha. [www.tesla.com/sites/default/files/blog\\_images/hyperloop-alpha.pdf](http://www.tesla.com/sites/default/files/blog_images/hyperloop-alpha.pdf) (2.6.2021)
- ▶ Nallinger, C. (2018): Hyperloop erobert China. Eurotransport.de, 25.7.2018, [www.eurotransport.de/artikel/hyperloop-erobert-china-seidenstrasse-kommt-in-die-roehre-10307926.html](http://www.eurotransport.de/artikel/hyperloop-erobert-china-seidenstrasse-kommt-in-die-roehre-10307926.html) (2.6.2021)
- ▶ OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques) (2018): Hyper-Speed Vacuum Transport (Hyperloop). Briefing 5 (Villani, C.), [www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opecest/quatre\\_pages\\_anglais/OPECST\\_2019\\_0012\\_hyperloop\\_briefing.pdf](http://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/opecest/quatre_pages_anglais/OPECST_2019_0012_hyperloop_briefing.pdf) (2.6.2021)
- ▶ Ouyang, S.; Zhong, N.; Yang, J. (2018): Superfast Hyperloop to take shape in Guizhou. China Daily Online, 20.7.2018, [www.chinadaily.com.cn/a/201807/20/WS5b511d68a310796df4df790e.html](http://www.chinadaily.com.cn/a/201807/20/WS5b511d68a310796df4df790e.html) (2.6.2021)
- ▶ Pluta, W. (2019): Erste europäische Hyperloop-Röhre in Delft eröffnet. Golem.de, 3.7.2019, [www.golem.de/news/hardt-hyperloop-erste-europaeische-hyperloop-roehre-in-delft-eroeffnet-1907-142299.html](http://www.golem.de/news/hardt-hyperloop-erste-europaeische-hyperloop-roehre-in-delft-eroeffnet-1907-142299.html) (2.6.2021)
- ▶ Slavik, A. (2018): Hamburg testet den Hyperloop. Süddeutsche Zeitung Online, 5.12.2018, [www.sueddeutsche.de/wirtschaft/hyperloop-hamburg-hafen-1.4240082](http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/hyperloop-hamburg-hafen-1.4240082) (2.6.2021)
- ▶ Stein, J. (2019): Forscher wollen Hyperloop auf alter Transrapid-Strecke testen. Hannoversche Allgemeine, 24.5.2019, [www.haz.de/Nachrichten/Politik/Niedersachsen/Lathen-Forscher-wollen-Hyperloop-auf-alter-Transrapid-Strecke-testen](http://www.haz.de/Nachrichten/Politik/Niedersachsen/Lathen-Forscher-wollen-Hyperloop-auf-alter-Transrapid-Strecke-testen) (2.6.2021)
- ▶ The Engineer (2017): Hyperloop One reveals first successful full-systems test. 14.7.2017, [www.theengineer.co.uk/hyperloop-one-reveals-first-successful-full-systems-test/](http://www.theengineer.co.uk/hyperloop-one-reveals-first-successful-full-systems-test/) (2.6.2021)
- ▶ TUM (Technische Universität München) (2020): TUM startet Hyperloop-Forschungsprogramm. 17.7.2020, <https://www.tum.de/nc/die-tum/aktuelles/pressemitteilungen/details/36144/> (2.6.2021)
- ▶ TÜV SÜD (2020): TÜV SÜD publishes safety guidelines for Hyperloop applications. Pressemitteilung, 14.7.2020, [www.tuvsud.com/en/press-and-media/2020/july/tuevsued-publishes-safety-guidelines-for-hyperloop-applications](http://www.tuvsud.com/en/press-and-media/2020/july/tuevsued-publishes-safety-guidelines-for-hyperloop-applications) (2.6.2021)
- ▶ Zeleros (2020): Europäische Länder beschließen die Schaffung gemeinsamer Standards für Hyperloop-Systeme. Pressemitteilung vom 11.2.2020, Brüssel, [https://zeleros.com/wp-content/uploads/2020/02/Press-release-Hyperloop-Europa\\_DE\\_Web.pdf](https://zeleros.com/wp-content/uploads/2020/02/Press-release-Hyperloop-Europa_DE_Web.pdf) (2.6.2021)

Das Horizon-Scanning ist Teil des methodischen Spektrums der Technikfolgenabschätzung im TAB.

**Horizon**  
**SCANNING**

Mittels Horizon-Scanning werden neue technologische Entwicklungen beobachtet und diese systematisch auf ihre Chancen und Risiken bewertet. So werden technologische, ökonomische, ökologische, soziale und politische Veränderungspotenziale möglichst früh erfasst und beschrieben. Ziel des Horizon-Scannings ist es, einen Beitrag zur forschungs- und innovationspolitischen Orientierung und Meinungsbildung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung zu leisten.

In der praktischen Umsetzung werden im Horizon-Scanning softwaregestützte Such- und Analyseschritte mit expertenbasierten Validierungs- und Bewertungsprozessen kombiniert.

Herausgeber: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)

Gestaltung und Redaktion: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Bildnachweise: Naeblys/iStock (S. 1; S.4); Petma/iStock (S.3)

ISSN-Internet: 2629-2874