

Handout: Der Fahrstuhl zu den Sternen: Was sind die Probleme beim Bau eines Weltraumaufzugs?

Han Zhiyuan, Makhabbat Bekbau

2. Juni 2026

1. Definition

Grundidee. Ein Weltraumaufzug ist ein hypothetisches Transportsystem, das Nutzlasten entlang eines extrem langen Bandes vom Äquator in den Weltraum transportieren soll. [smitherman2005, 1].

2. Ziele

- Deutlich geringere Transportkosten in den Orbit;
- Ein regelmäßiger und einfacherer Zugang zum All;
- Ein elektrischer Antrieb statt klassischer Raketenstarts;
- Eine mögliche Grundlage für Großprojekte wie Solarkraftwerke im All oder Missionen zu anderen Planeten.

3. Physikalisches Prinzip

Das System beginnt bei einer Basisstation nahe dem Äquator. Von dort führt ein extrem langes Band den Aufzug bis zum geostationären Bereich (35 786 *km* über der Erdoberfläche).

4. Zentrale technische Herausforderungen

Bereich	Problem
Material	Das Band muss extrem zugfest, leicht und möglichst fehlerfrei sein. Kandidaten sind Kohlenstoffnanoröhrchen, Graphen und hexagonales Bornitrid.
Aufbau	Ein fertiges 100 000 km langes Band kann nicht einfach auf der Erde aufgerichtet werden, sondern muss das System schrittweise aus einem dünnen Anfangsband aufgebaut sein.
Atmosphäre	Windlast, Wetter, Feuchtigkeit, Eis, Blitzschlag und atomarer Sauerstoff können das Band belasten oder beschädigen [2].
Dynamik	Climber kann Schwingungen erzeugen. Corioliskraft, Resonanzen und induzierte Wellen müssen deswegen aktiv kontrolliert werden.
Climber	Der Climber ist kein passiver Aufzugkorb, sondern ein aktives Fahrzeug. Reibung, Anpressdruck, Drehmoment, Wärmeabfuhr und Materialbelastung sind kritisch [3].
Energieversorgung	Batterien wären für eine Reise bis GEO zu schwer; ein Stromkabel entlang des gesamten Tethers ist unrealistisch. Daher wird Power Beaming per Laser oder Mikrowellen diskutiert [4].
Orbitalumgebung	Weltraumschrott und Mikrometeoriten können das Ribbon beschädigen. Besonders in LEO sind die Relativgeschwindigkeiten sehr hoch [1].
Betrieb	Ein Weltraumaufzug müsste dauerhaft überwacht, gewartet und im Notfall repariert werden. Redundanz und Backup-Systeme sind notwendig.

5. Betrieb und Wartung

- Kontinuierliche Überwachung des Ribbons;
- Inspektions- und Reparatur-Climber;
- Backup-Climber und redundante Antriebseinheiten;
- Alternative Betriebsmodi bei Störungen.

6. Fazit

Der Weltraumaufzug ist eine faszinierende Vision einer dauerhaften Verbindung zwischen Erde und Weltraum. Die physikalische Grundidee ist theoretisch nachvollziehbar: Ein langes Band wird durch Gravitation, Erdrotation und Gegengewicht unter Spannung gehalten. Nach aktuellem Stand der Technik ist ein erdbasierter Weltraumaufzug zwar momentan nicht realistisch, jedoch bleibt vorerst als ein Zukunftskonzept. Erst wenn extrem belastbare Nanomaterialien in großer Länge, hoher Reinheit und industriellem Maßstab hergestellt werden können, wird dieses Konzept technisch näher an die Realität rücken können.

Literatur

- [1] Bradley C. Edwards. *The Space Elevator: NIAC Phase II Final Report*. Techn. Ber. Eureka Scientific / NASA Institute for Advanced Concepts, 2003. URL: https://www.niac.usra.edu/files/studies/final_report/521Edwards.pdf (besucht am 02.05.2026).
- [2] Peter Robinson und John Knapman. „Space Elevator Tether Atmospheric Wind Loading and a Cable Lift Concept“. In: *73rd International Astronautical Congress*. IAC-22-D4.3.15x71307. Paris, France, 2022. URL: <https://static1.squarespace.com/static/5e35af40fb280744e1b16f7b/t/63657970f03f471f95ed5550/1667594609685/ISEC-2022-IAC-space-elevator-tether-atmospheric-wind-loading-%5C%28paper%5C%29.pdf> (besucht am 02.05.2026).
- [3] Akira Takakura u. a. „Strength of Carbon Nanotubes Depends on Their Chemical Structures“. In: *Nature Communications* 10 (2019), S. 3040. DOI: 10.1038/s41467-019-10959-7. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-10959-7> (besucht am 02.05.2026).
- [4] Larry Bartoszek. *Delivering Power to the Space Elevator Climber*. International Space Elevator Consortium / ISDC Presentation. 2024. URL: <https://static1.squarespace.com/static/5e35af40fb280744e1b16f7b/t/6660d88773cfaf4110ff80ca/1717622924020/2024ISDC-09+Delivering+Power+to+the+Space+Elevator+Climber.pdf> (besucht am 02.05.2026).