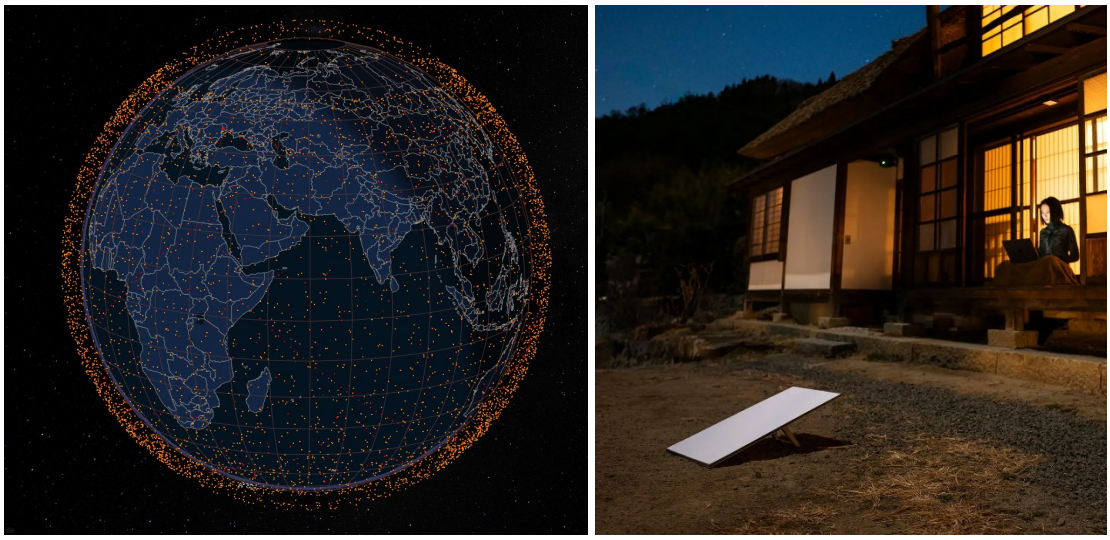
Project A2025-16

Erwartete EMF von satellitengestützten Kommunikations-systemen

Der rasche Ausbau von Satellitenkonstellationen in niedriger Erdumlaufbahn (LEO) (in Höhen von weniger als 1000 km), wie beispielsweise Starlink, OneWeb, Kuiper, Quianfan usw., stellt eine transformative Entwicklung in der globalen Kommunikationsinfrastruktur dar. Diese Systeme nutzen hochfrequente elektromagnetische Felder (HF-EMF), um Endnutzerterminals und mobile Geräte mit Breitbandverbindungen zu versorgen und um hochleistungsfähige Verbindungen zwischen Satelliten und Bodenstationen herzustellen, die als wichtige Ergänzung zu Unterseekabeln dienen können. Diese Technologien versprechen erhebliche gesellschaftliche Vorteile, führen jedoch auch zu neuen HF-EMF-Expositionsszenarien, die noch nicht genau charakterisiert sind.



links: Visualisierung aktiver Satellitenkonstellationen (satellitemap.space). Im vierten Quartal 2025 befinden sich mehr als 14.000 aktive Satelliten in der Umlaufbahn, wobei es sich bei den meisten um Kommunikationssatelliten in der erdnahen Umlaufbahn (LEO) handelt; rechts: Starlink-Benutzerterminal für satellitengestützten Breitband-Internetzugang (starlink.com)

In diesem Projekt bewerten wir sowohl den Beitrag zur HF-EMF-Exposition am Boden durch die Downlink-Aktivität verschiedener Satellitensysteme als auch die Uplink-Emissionen von verfügbaren und repräsentativen Nutzergeräten. Zu letzteren gehören Nutzerterminals für den Breitband-Internetzugang, Mobiltelefone, Smartwatches, Notfall-Messenger und andere Geräte, die den direkten Zugang zu Satellitennetzwerken unterstützen.

Wir werden wiederholte Messkampagnen In der Schweiz durchführen, um den Beitrag von Satellitenkommunikationssystemen zur Immission von HF-EMF in der Umwelt und dessen Entwicklung über die Zeit zu charakterisieren und zu bewerten. Wir planen zudem, mindestens eine Messkampagne in der Nähe einer Satellitenbodenstation durchzuführen, um der Frage nachzugehen, ob in der Umgebung solcher Standorte höhere HF-EMF-Expositionswerte in der Umwelt auftreten. Diese Messungen werden verwendet, um die auf Link-Budget-Modellen basierenden Berechnungen der Feldstärke zu validieren und einen Rahmen für Worst-Case-Abschätzungen zu etablieren.

Im letzten Teil der Studie werden satellitengestützte Telekommunikationssysteme mit terrestrischen drahtlosen Telekommunikationssystemen hinsichtlich der EMF-Exposition sowie technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte verglichen. Das erwartete Ergebnis ist eine Übersicht, die Kompromisse in Bezug auf Leistung, Effizienz und Exposition aufzeigt und zu fundierten Entscheidungen für die zukünftige Netzwerkgestaltung und Entwicklung von Richtlinien beiträgt.