

Plasmonic Devices for Future High-Speed Communication

Stefan M. Köpfli
Postdoctoral Researcher
29 January 2026, Rothenburg

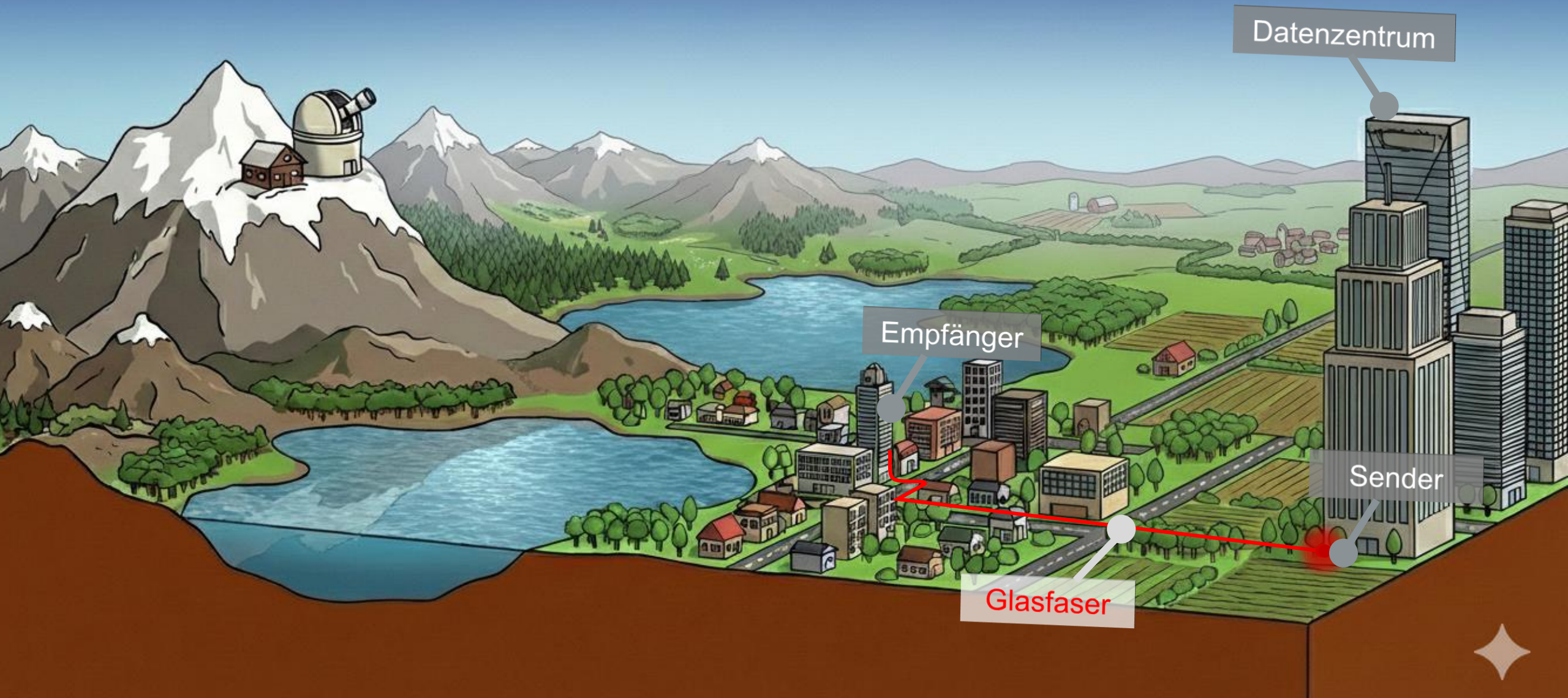


Die Gruppe – Institute of Electromagnetic Fields (IEF)



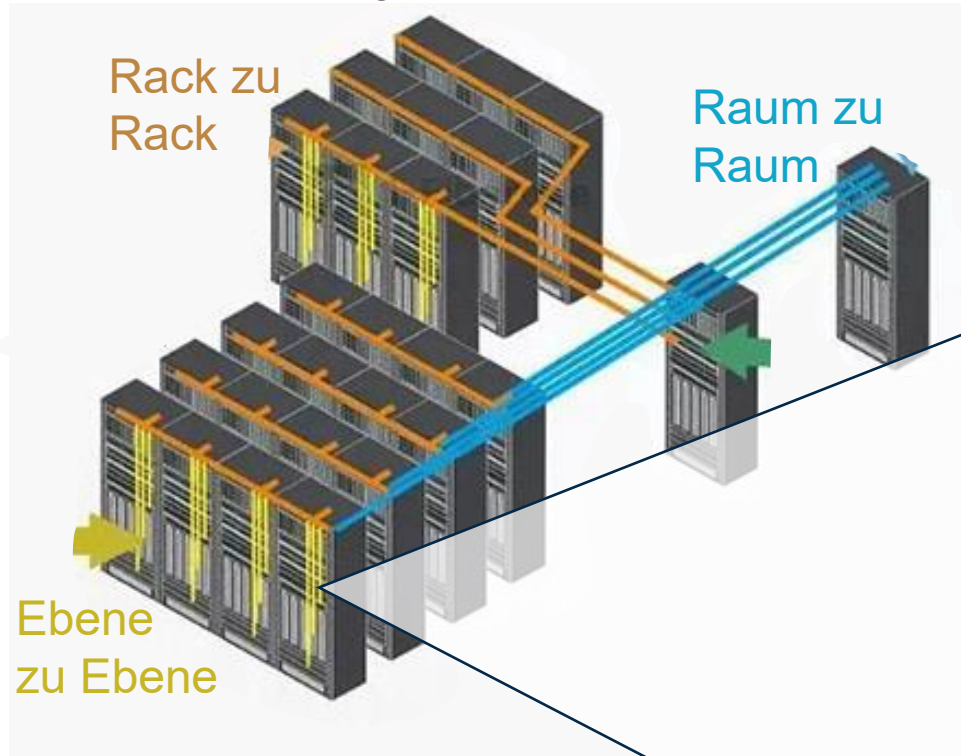
- Teil der ETH Zürich
- Geleitet durch Prof. Dr. Juerg Leuthold
- 28 PhD Studenten
- 11 Post-Docs
- 2 Professoren
- **Hauptforschung:**
Hochgeschwindigkeits
Opto-Elektronik

Das Szenario – Die Kommunikation in unserer Welt



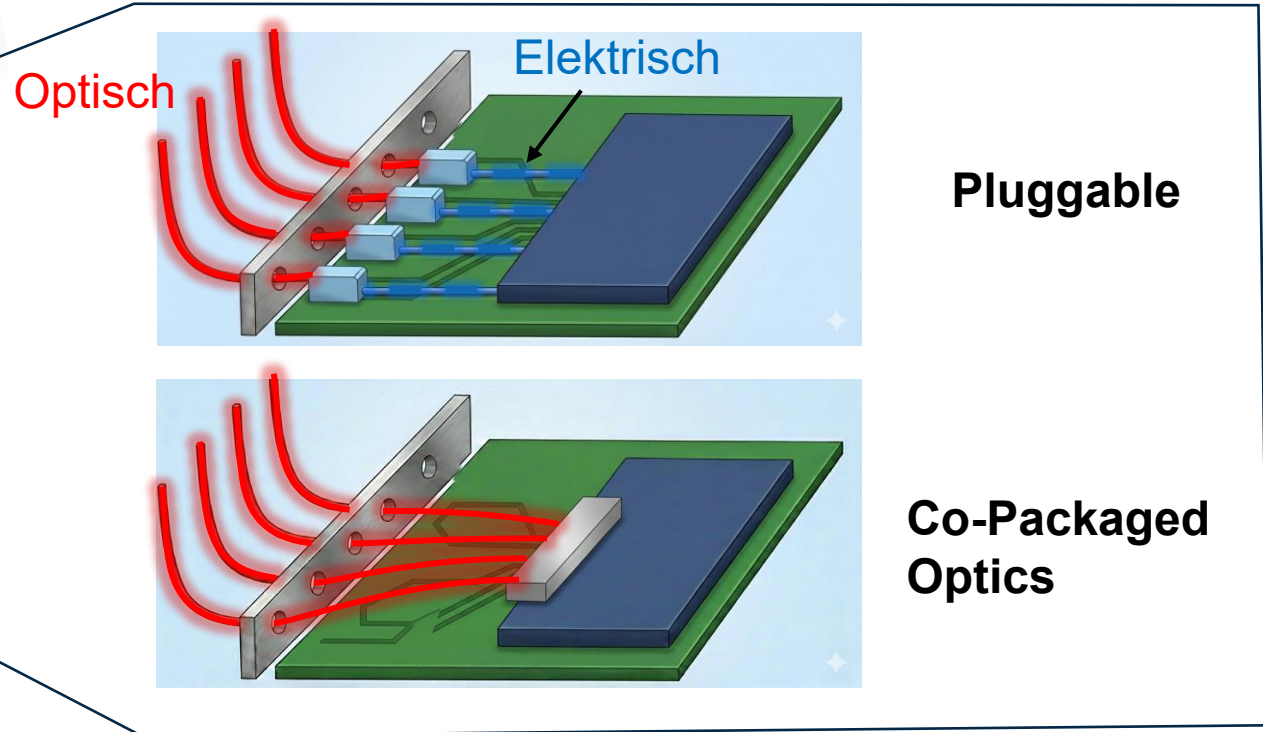
Im Inneren des Datenzentrums

Server Verbindungen

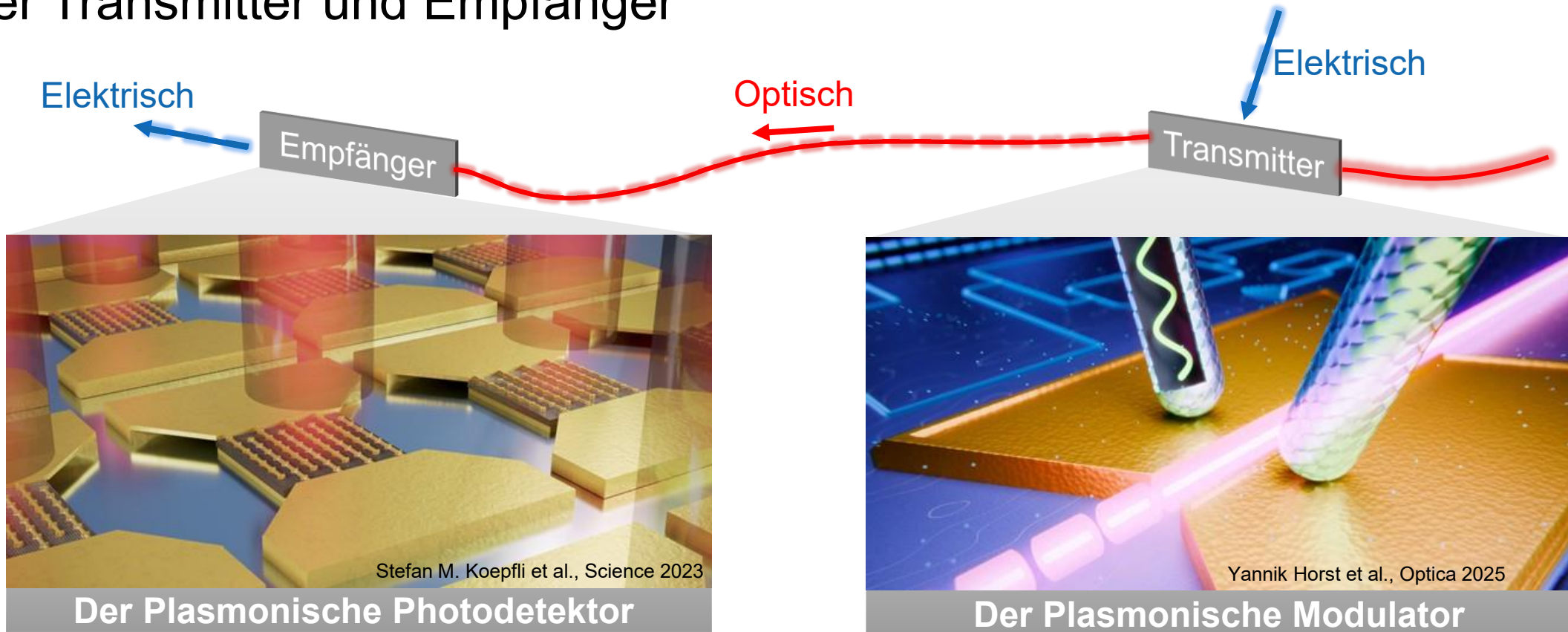


https://www.etulinktechnology.com/blog/comprehensively-analyze-the-application-scenario-of-optical-module_b781

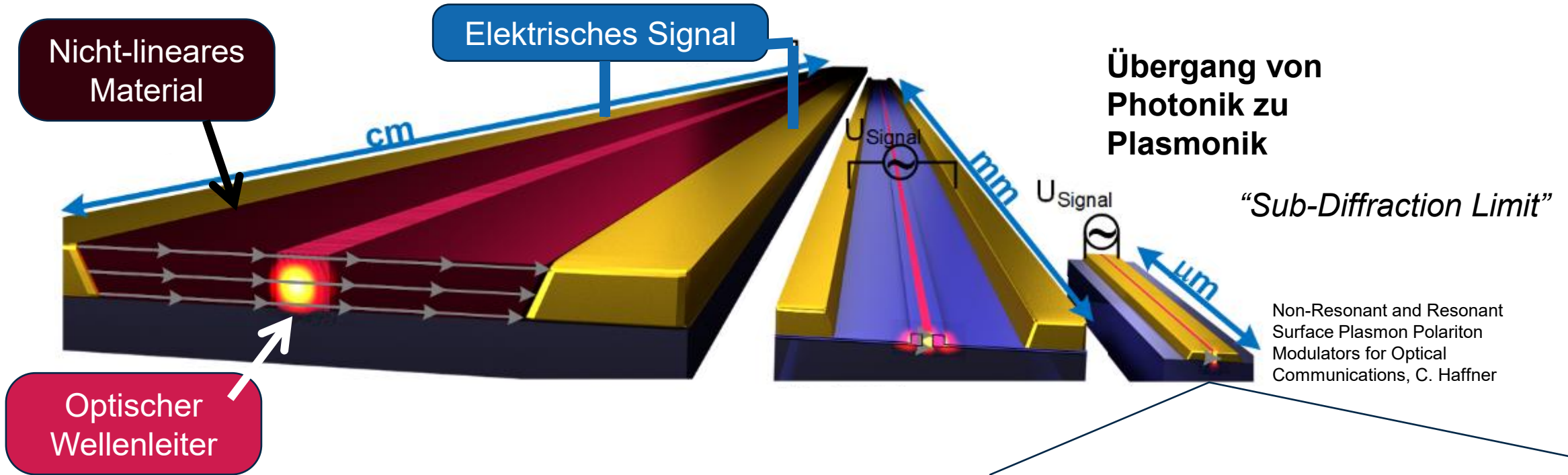
- Elektrische Verbindungen werden ersetzt
→ Glasfaser immer *dichter*
Höhere dichte → *effizienter*
Nachfrage → *schneller*
- ... die passenden **Bauteile** werden benötigt



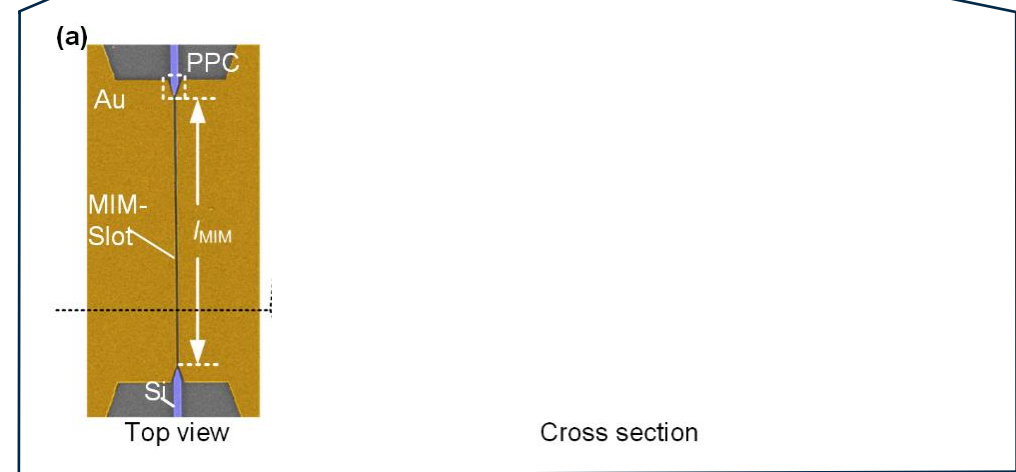
Der Transmitter und Empfänger



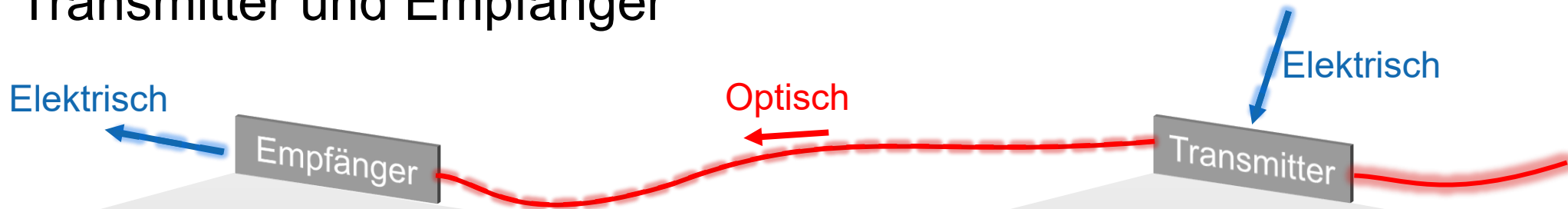
Der Modulator & Die Idee der Plasmonik



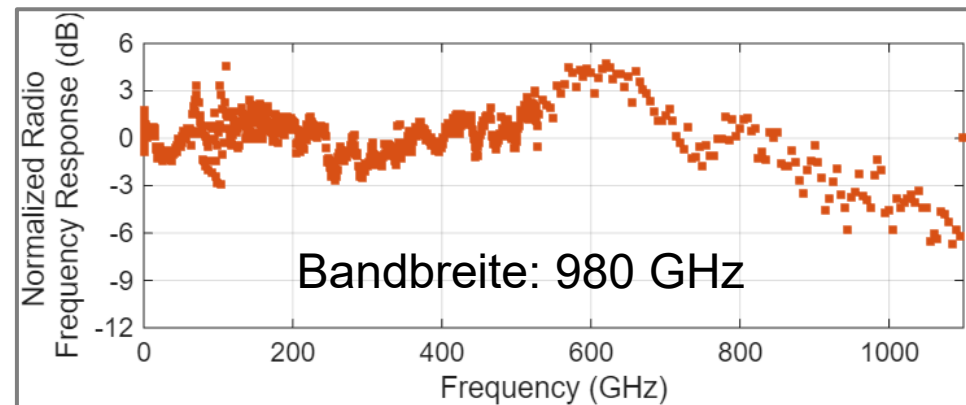
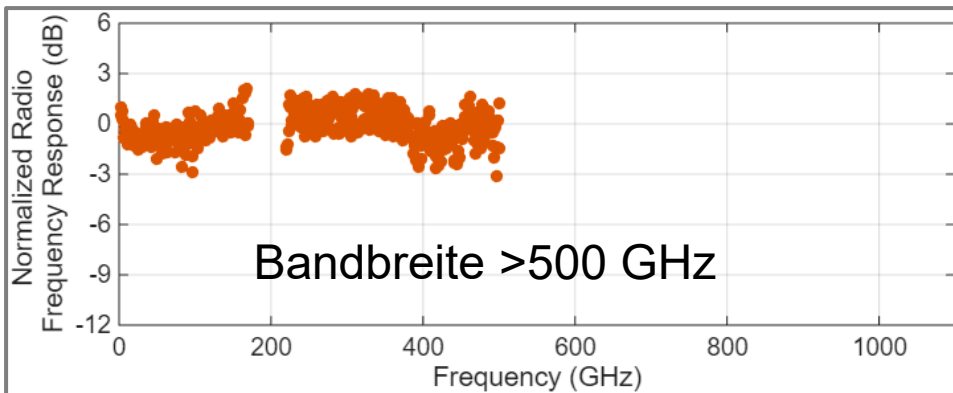
- Elektrisches Signal modifiziert nicht-lineares materials
 - Licht interagiert schwach mit dem Material
 - Optischer Signal wird modifiziert
- Elektrisches Signal stark lokalisiert
 - Licht stark lokalisiert
 - Optischer Ausgang effizient modifiziert



Der Transmitter und Empfänger



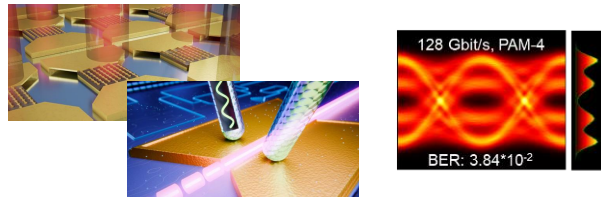
Schnellste demonstrierte Bauteile der Welt



Datenübertragung mit Plasmonischen Komponenten

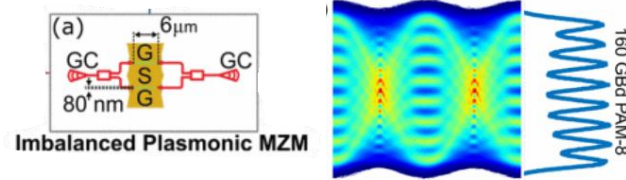
Etliche Demonstrationen bereits erreicht:

Plasmonisch zu Plasmonisch



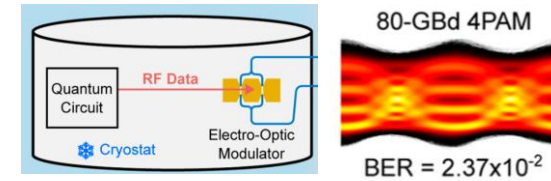
Stefan M. Koepfli et al., ECOC PDP 2022

Modulator im O-Band



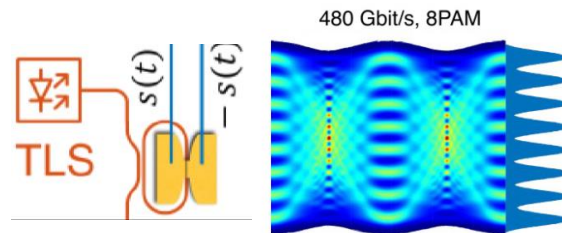
Laurenz Kulmer et al., ECOC 2025

Unter kryogener Kühlung



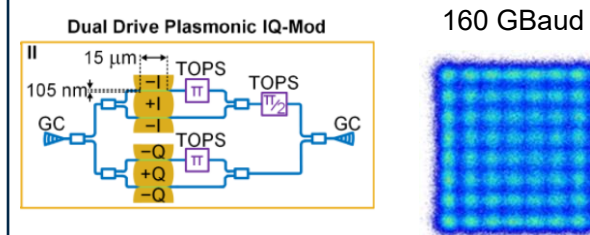
Stefan M. Koepfli et al., ECOC PDP 2023
Dominik Bisang et al., acsPhotonics 2024

Modulator im C-Band



Tobias Blatter et al., ECOC 2024

Coherente Kommunikation

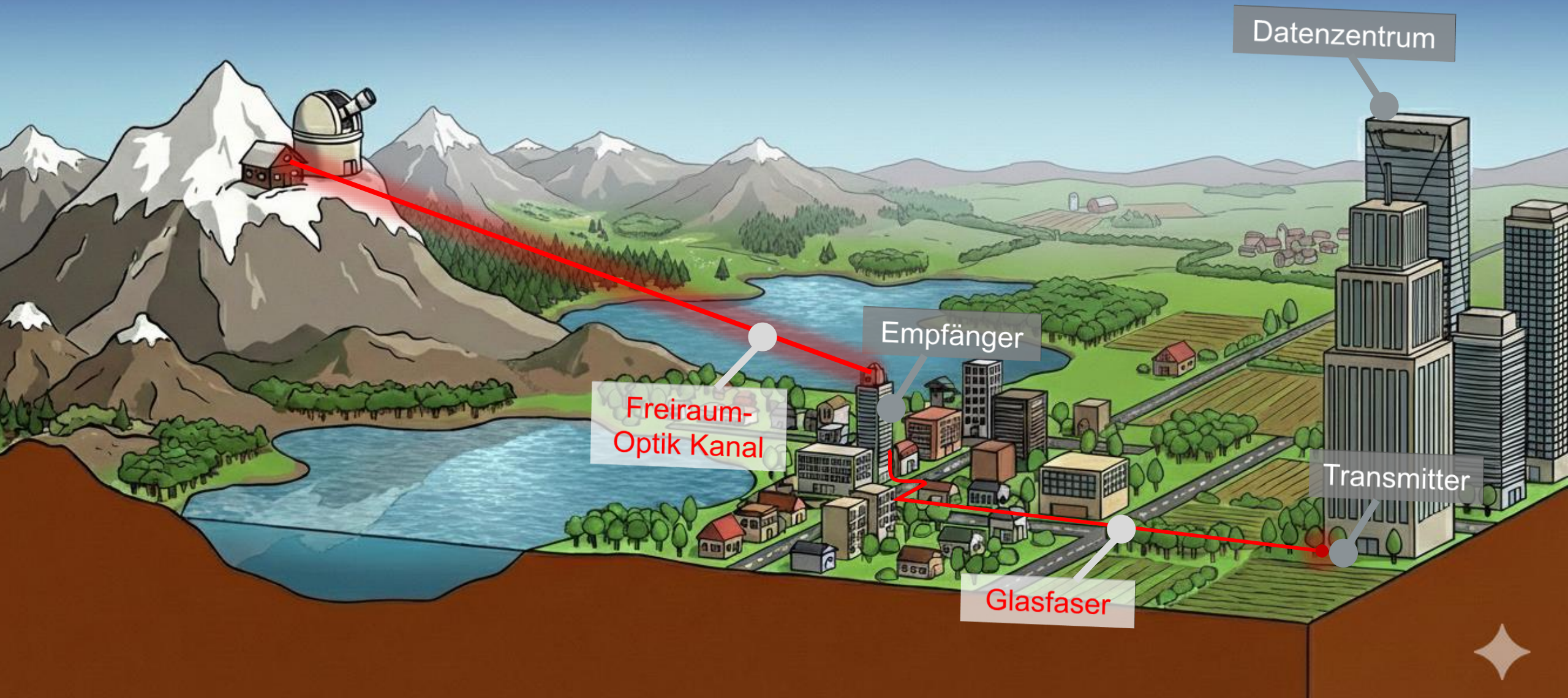


Laurenz Kulmer et al., ECOC 2023

...

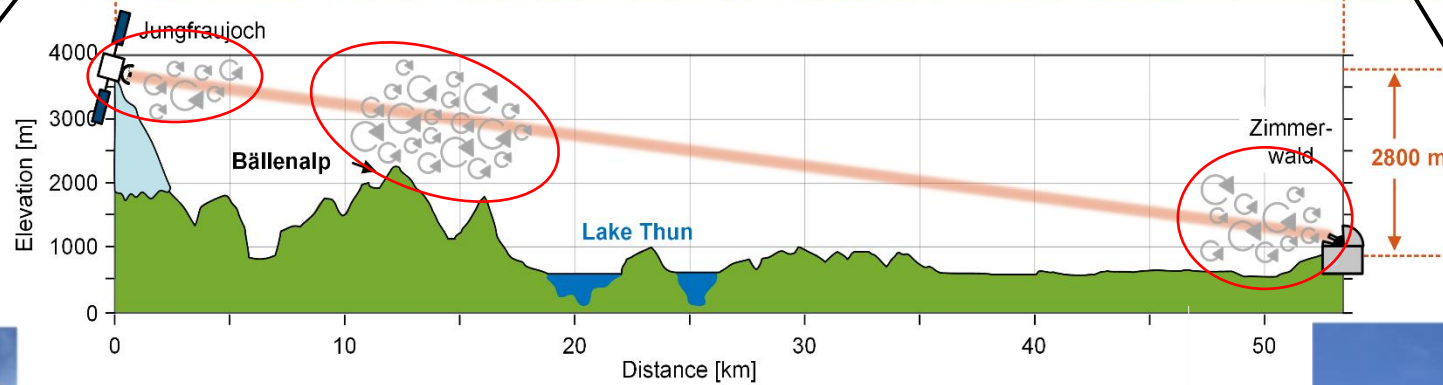
Das Szenario – Die Kommunikation in unserer Welt

Entlegene Orte



Freiluft Experiment – Ausflug aufs Jungfraujoch

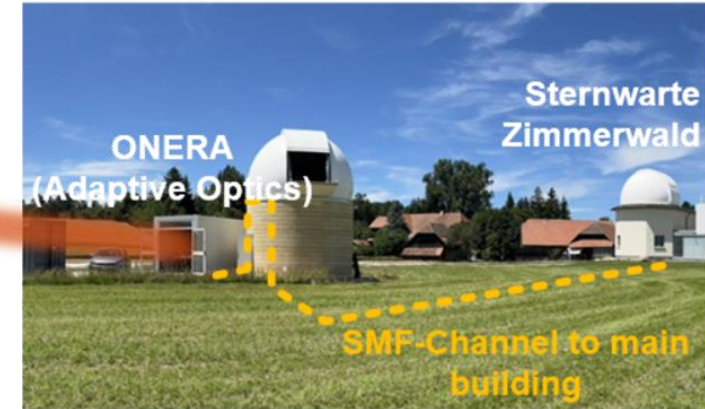
© <https://map.geo.admin.ch>, <https://wikipedia.ch>



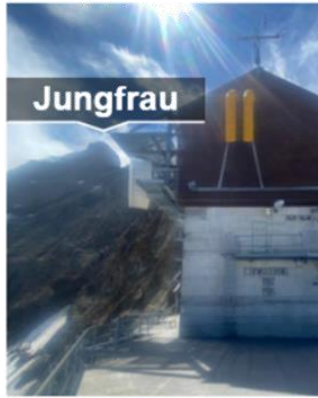
Ostgrat

Alte Radio Relay Station

- benutzt bis 2013



Herausforderung – Die Atmosphäre

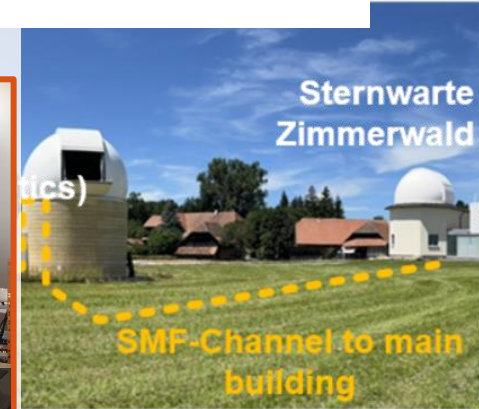


Ostgrat

Space Terminal (ST)

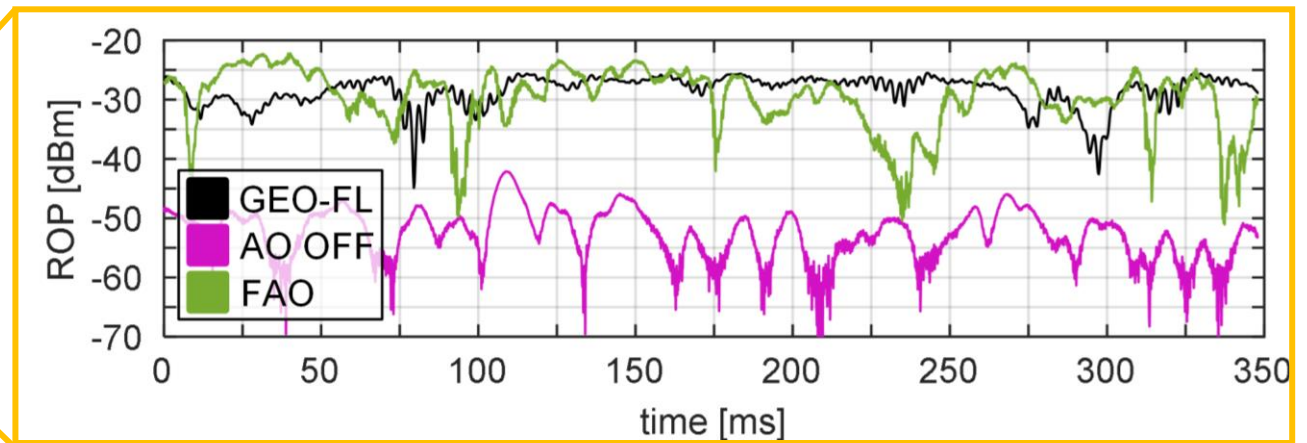
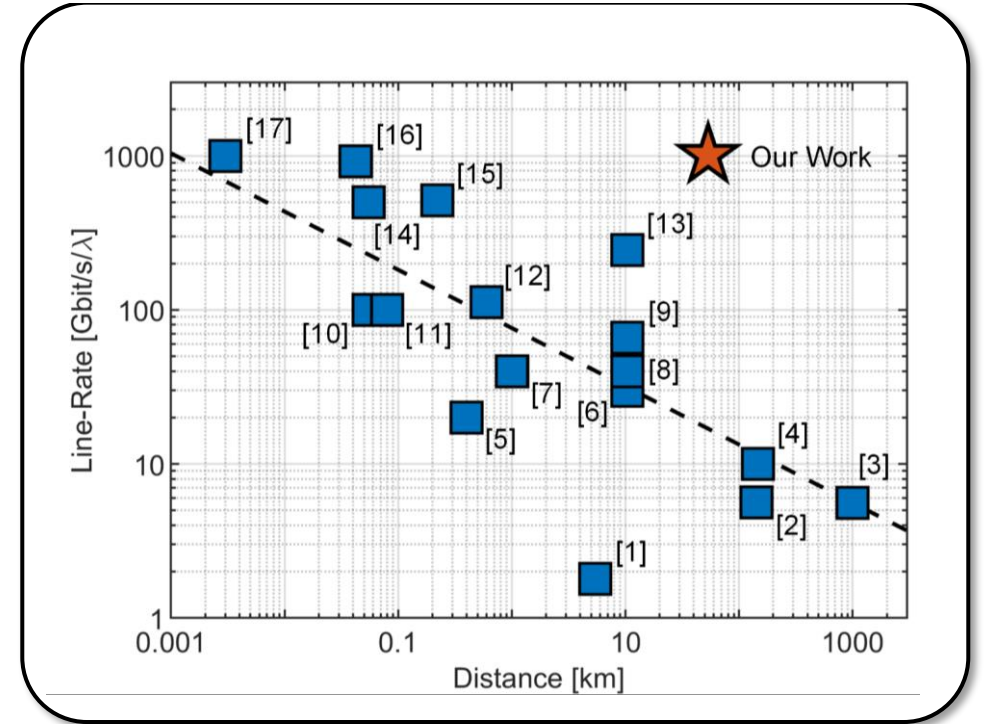
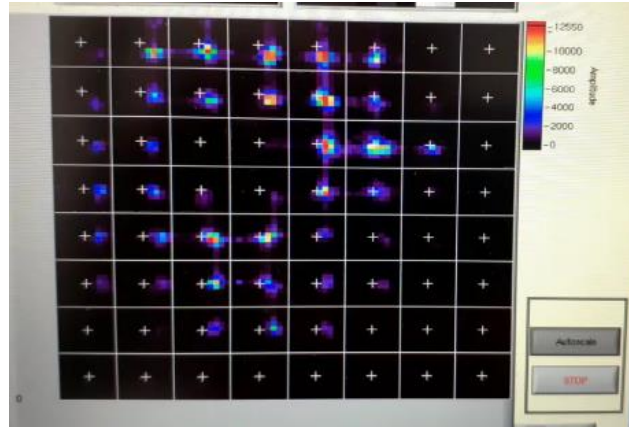
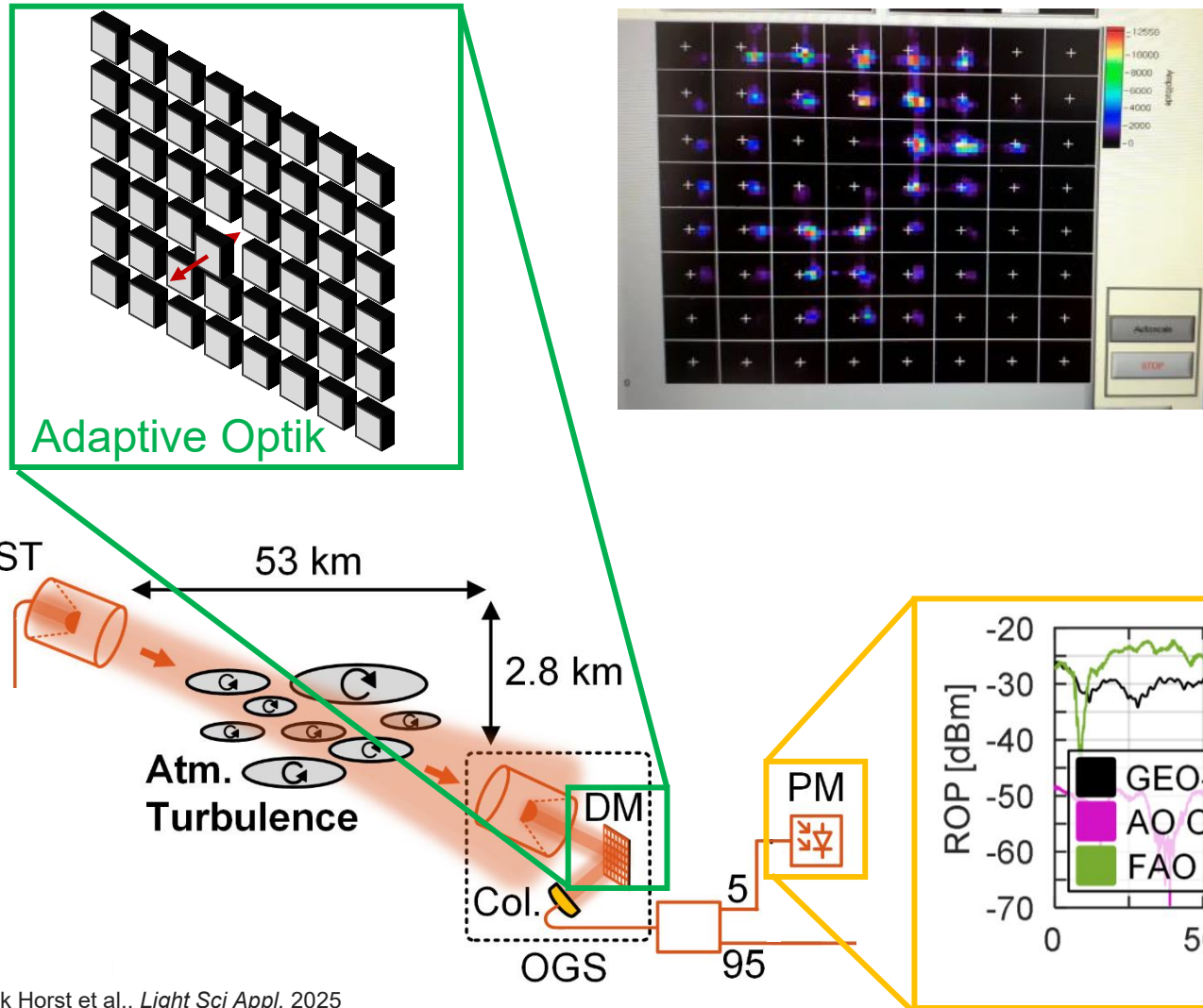


Optical Ground Station (OGS)



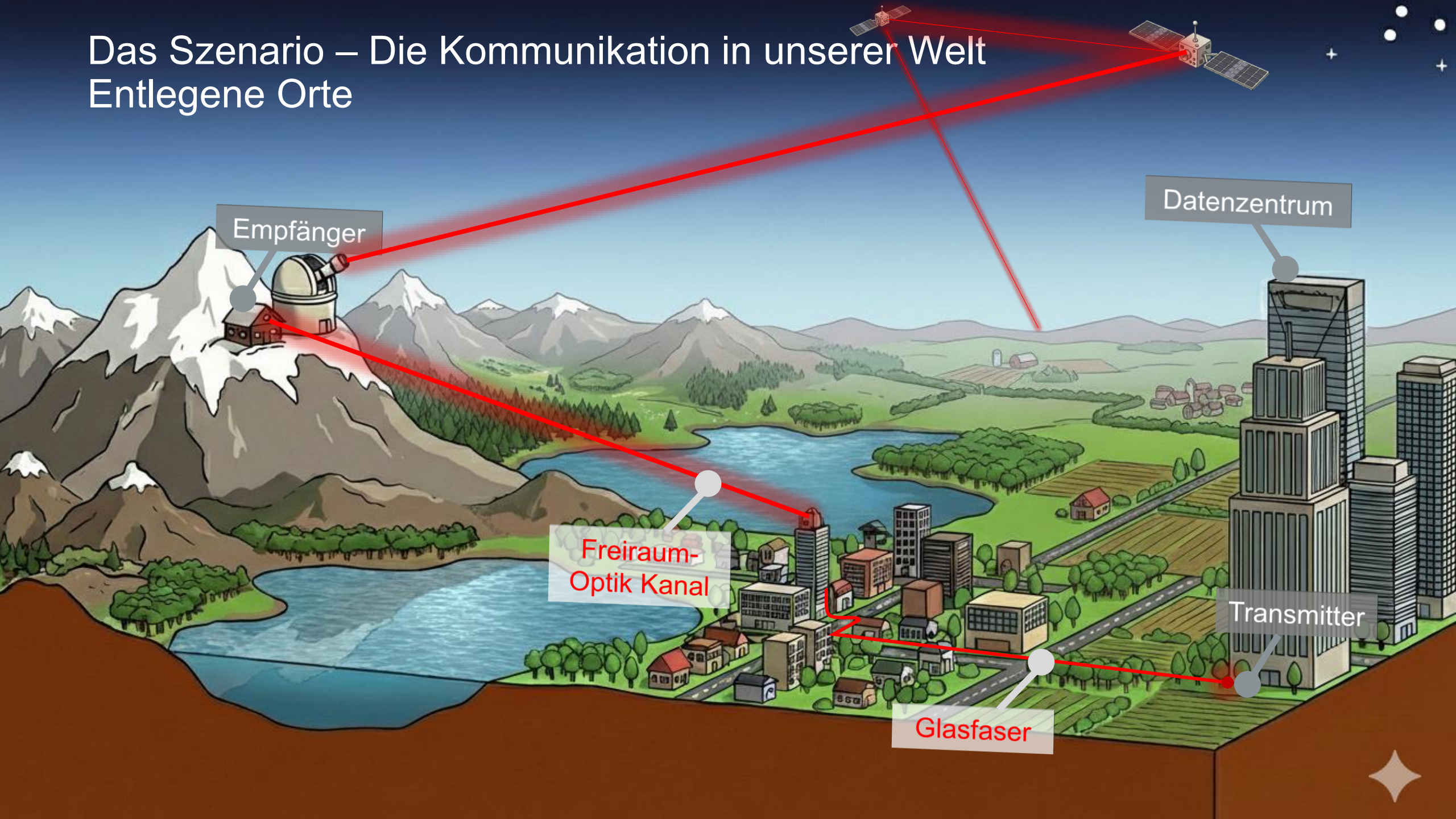
Collimated laser beam at Tx

Der Atmosphäre Trotzen



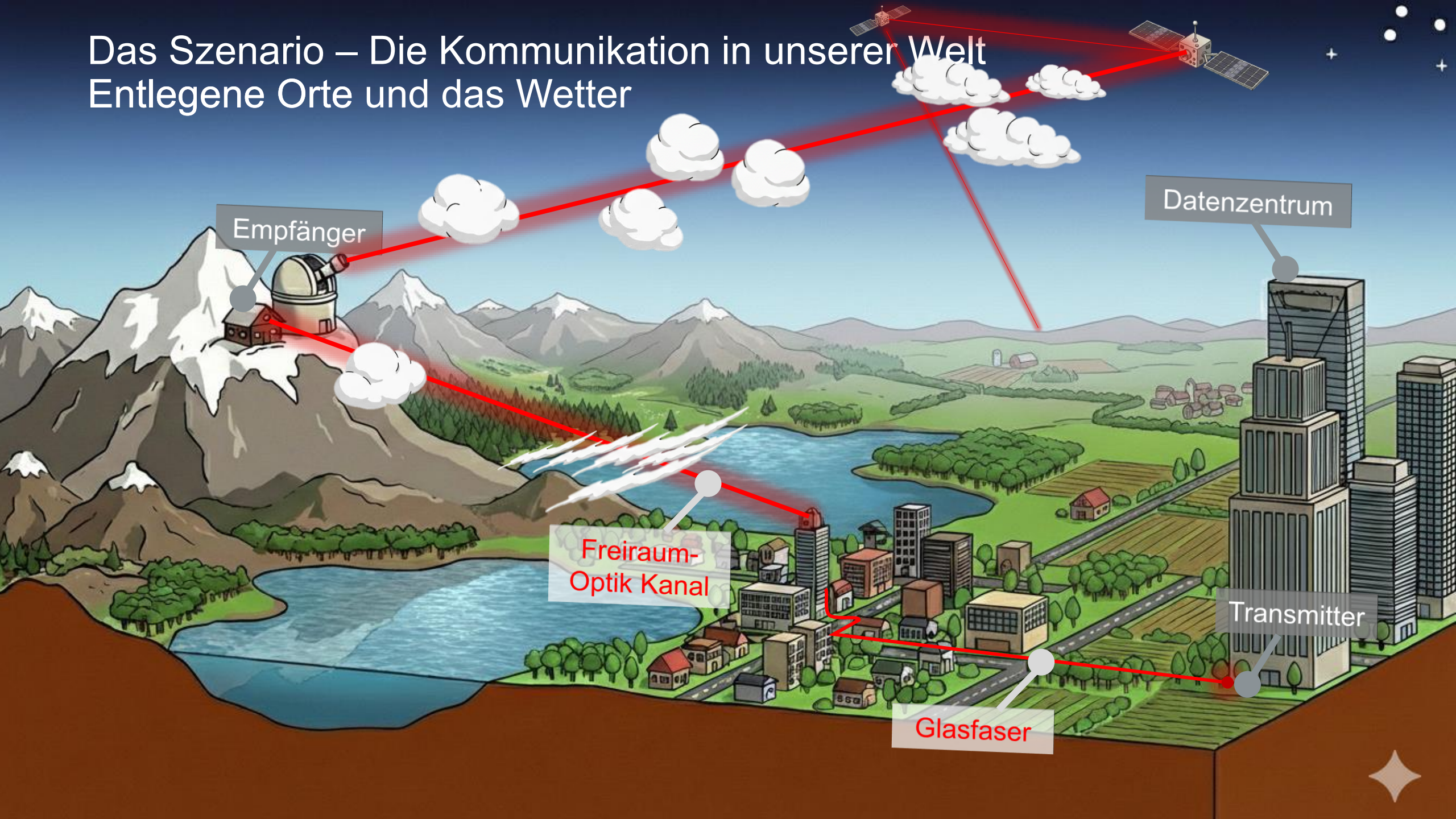
Das Szenario – Die Kommunikation in unserer Welt

Entlegene Orte



Das Szenario – Die Kommunikation in unserer Welt

Entlegene Orte und das Wetter



Dem Wetter Trotzen

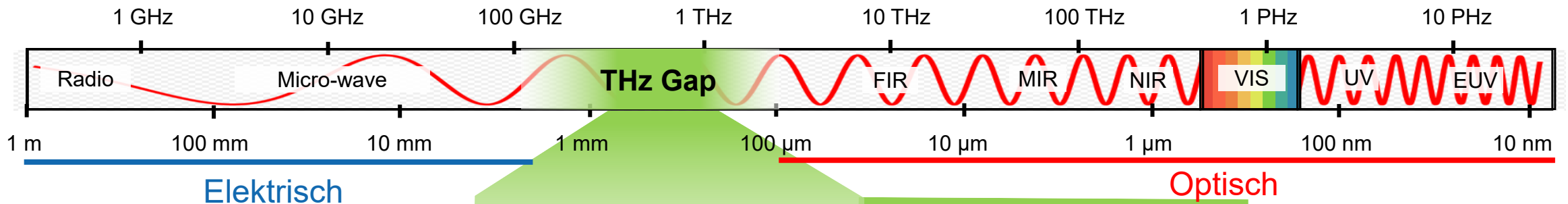
Verlust per km

	Partikelgrösse ↑				
Wetter	Klar	Dunst/Smog	Nebel/Wolken	Regen	Schnee
Optisch (dB/km)	0.2 [1,2]	2 – 4 [2]	34 – 340 [2,3,11]	2 – 20 [4]	3 – 43 [1,5]

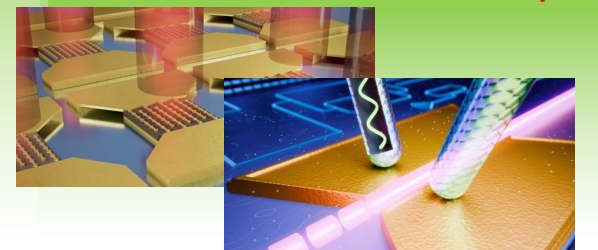
- Schlechte Transparenz + Unendlich Bandbreite
- + Gute Transparenz – Niedrige Bandbreite

Sichtweite	>20 km	2-4 km	0.05-0.5 km
------------	--------	--------	-------------

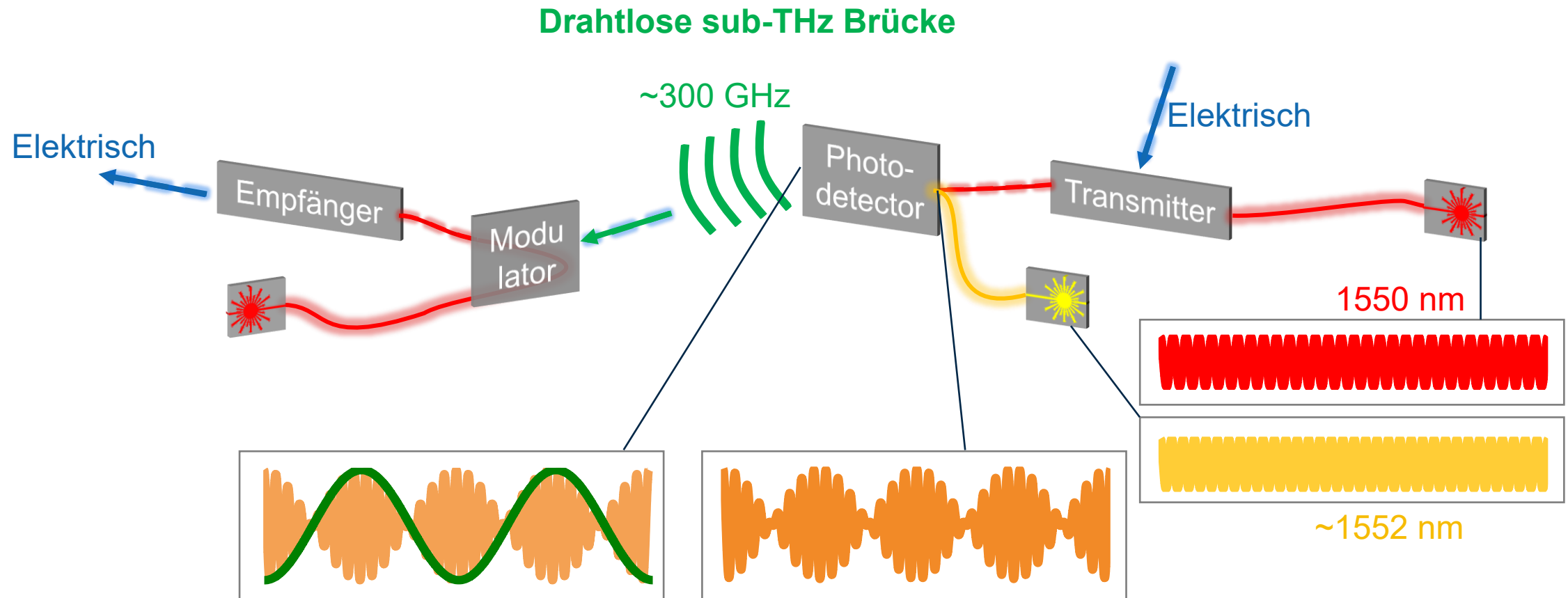
Die Frequenzbänder



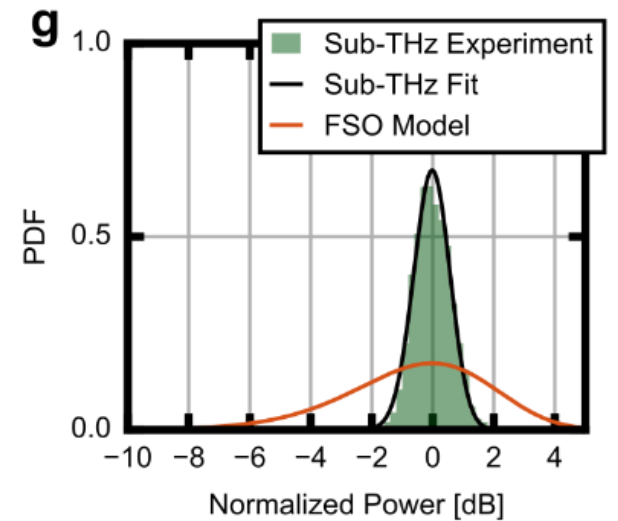
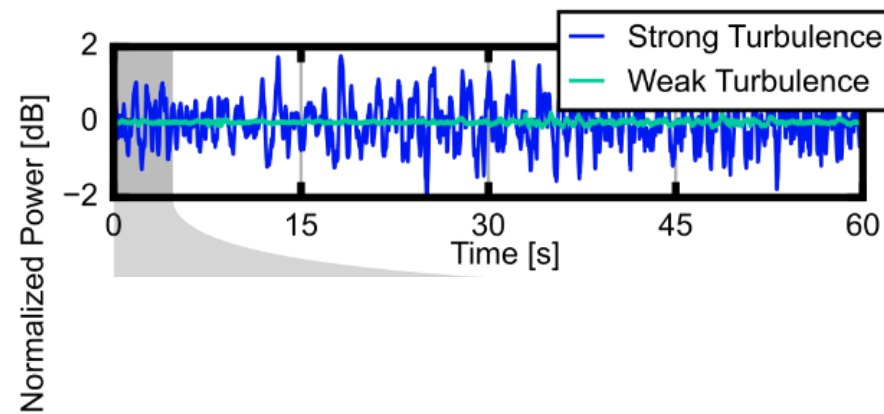
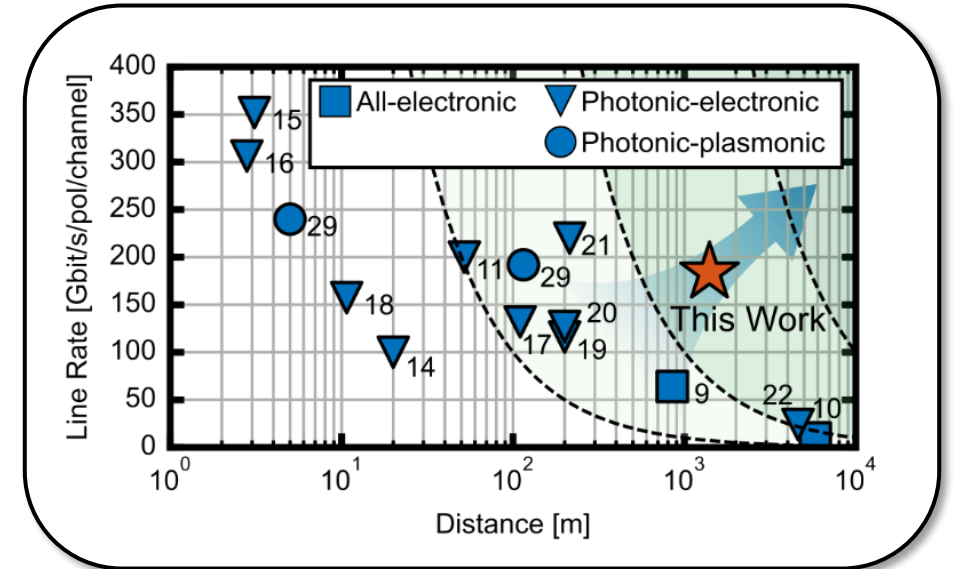
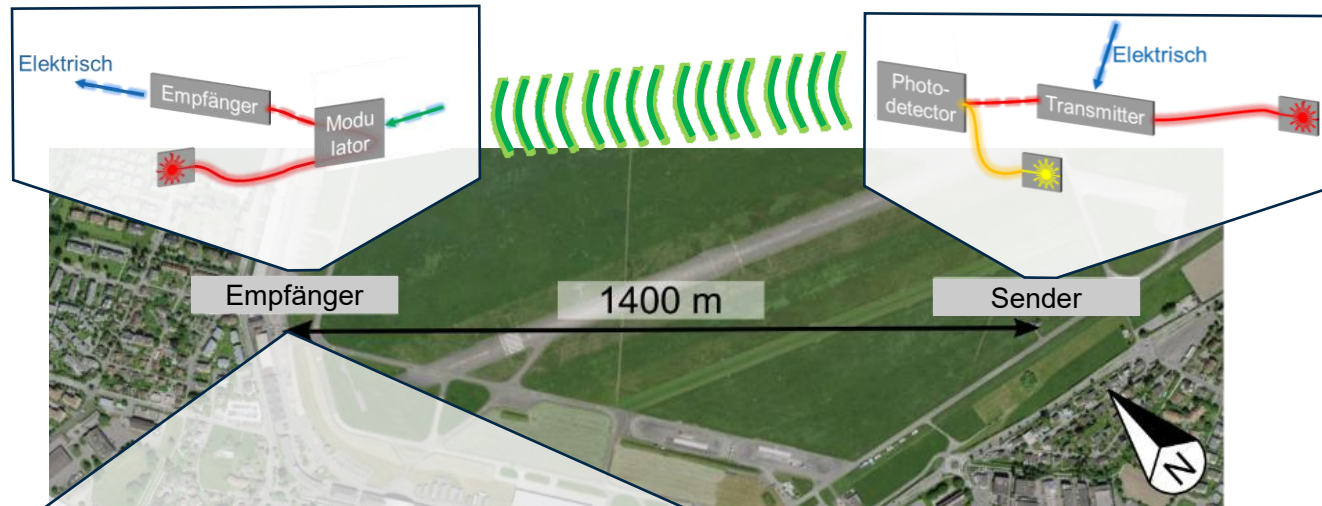
- + Gute Transparenz
- + Gute Bandbreite



Änderung des Funktionsprinzips



Feldversuch in Dübendorf



Zusammenfassung

FSO Kommunikation
mit >1 Tbit/s

Zukunft: Satelliten basierte
Abdeckung, Sensorik

Glasfaser wird in Zukunft
etliche Kommunikation &
Sensorik Kanäle verbinden

Plasmonik könnte ein
Bindeglied sein

Miniaturisierte Bauteile für >450
Gbit/s kurz Distanz Übertragung

Zukunft: Weitere Kointegration

sub-THz Kommunikation
mit >100 Gbit/s

Zukunft: Gleichzeitige
Sensorik

> 1.6 Tbit/s kohärente
Kommunikation für lange Distanzen

Zukunft: Hollow Core Fibers,
weitere Wellenlängen, Sensorik

Plasmonic Devices for Future High-Speed Communication

Stefan M. Köpfli
Postdoctoral Researcher
29 January 2026, Rothenburg

