

# S-NET: S-BAND INTER-SATELLITE COMMUNICATION WITH NANOSATELLITES

On February 1st 2018, one of the first nanosatellite networks ever was successfully deployed in space.

## THE CHALLENGE

- Coverage of terrestrial communication infrastructure is limited in pole regions, oceans and rural areas.
- Coping with global challenges such as climate change, pollution and disaster monitoring require global connectivity for data collection and transmission.
- Geostationary communication satellites have long technology cycles and are expensive in development and operation.

## THE CHANCE

- TU Berlin has leading research experience in satellite technology and mission operation.
- There is high demand for ubiquitous connectivity of devices to facilitate industry 4.0 applications.

## THE MISSION

- Inter-satellite communication is a key technology for an efficient satellite network.
- The main payload consists of the miniaturized S-band inter-satellite radio (SLINK).
- Diversity ground stations in Svalbard (UNIS) and Backnang (DeSK e.V.) support the mission.

## THE GOAL

- The inter-satellite link radio SLINK is verified in orbit.
- Advanced communication technology and network protocols are demonstrated in space.
- Network capability of nanosatellites should be expanded.
- Long-term behavior of satellite technology, payload and orbit mechanics of a cluster are investigated in space environment.

## THE SUCCESS

- The satellites were launched into orbit from cosmodrome Vostochny, Russia.
- All four satellites are fully operational for the required lifetime of one year and even beyond.
- The multi-hop inter-satellite communication and network technology was successfully demonstrated.

## THE VISION

- A cluster of small satellites could serve as an economical solution for a global communication network.
- The technology can be used for space-based communication backbone for narrowband IoT (Internet of Things)- and M2M (machine to machine)-applications.
- Applications such as smart farming, object tracking, infrastructure monitoring, global disaster monitoring respectively warning could be facilitated with distributed small satellite systems.



## ANSPRECHPARTNER

**Technische Universität Berlin**  
**Dr. Zizung Yoon**  
 +49 (0) 30 314-24438  
 zizung.yoon@tu-berlin.de



**Deutsches Zentrum für Satelliten-Kommunikation e.V.**  
**Dilara Betz**  
 +49 (0) 7191 1878314  
 dilara.betz@desk-sat.com

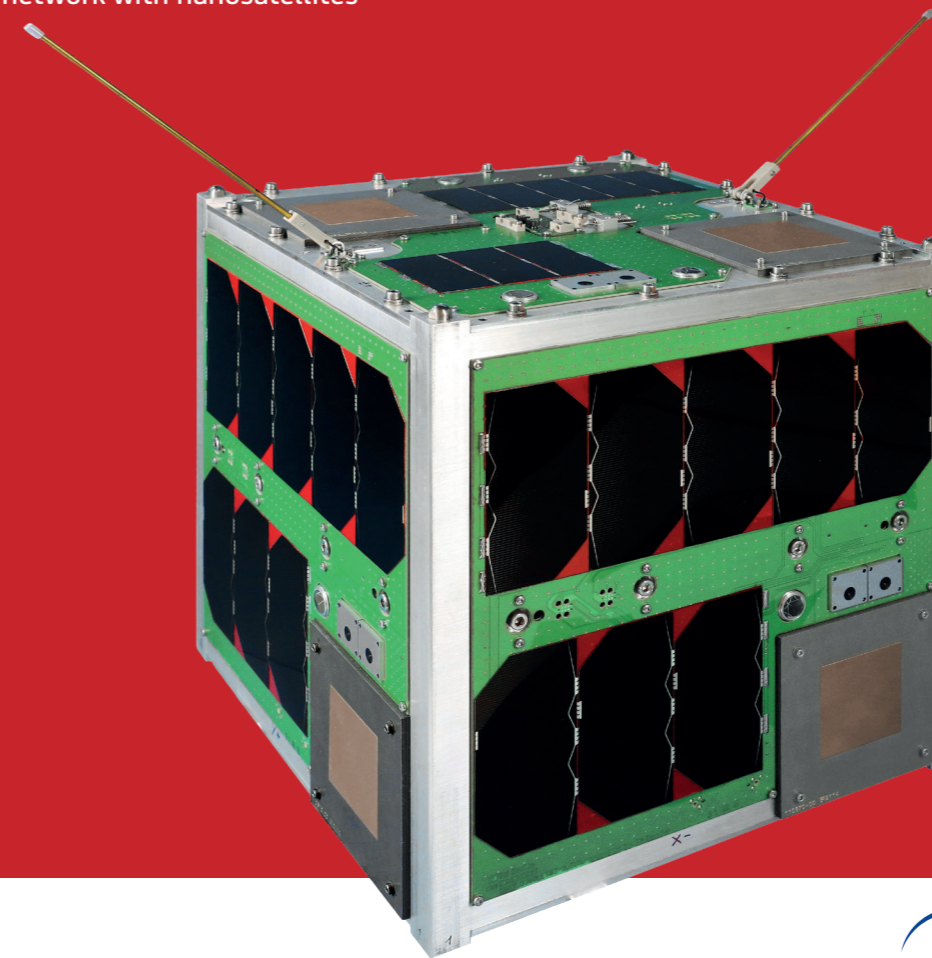


**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**  
**Dr. Siegfried Voigt**  
 + 49 (0) 228 447-312  
 siegfried.voigt@dlr.de

[www.bit.ly/S-NET](http://www.bit.ly/S-NET)

Mission: Erfolgreiche Demonstration eines Kommunikationsnetzes durch Nanosatelliten

Mission: Successful demonstration of a communication network with nanosatellites



# S-NET: S-BAND INTERSATELLITEN-KOMMUNIKATION MIT NANOSATELLITEN

Eines der ersten Nanosatelliten-Netze wurde am 01. Februar 2018 erfolgreich im Orbit ausgesetzt.

## DIE HERAUSFORDERUNG

- Die Abdeckung der terrestrischen Kommunikation ist in Pol- und ländlichen Regionen sowie Ozeanen eingeschränkt.
- Zur Bewältigung von globalen Herausforderungen wie Klimawandel, Umweltverschmutzung und Katastrophenüberwachung bedarf es globaler Konnektivität.
- Geostationäre Kommunikationssatelliten haben lange Technologiezyklen und sind kostspielig in Entwicklung und Betrieb.

## DIE CHANCE

- Die TU Berlin besitzt führende Forschungserfahrung in Satellitentechnik und Betrieb von Missionen.
- Es ist eine hohe Nachfrage für allgegenwärtige Konnektivität von Geräten zur Unterstützung von Industrie 4.0-Anwendungen vorhanden.

## DIE MISSION

- Intersatellitenkommunikation ist eine Schlüsseltechnologie für ein effizientes Satellitennetzwerk.
- Die Hauptnutzlast besteht aus dem miniaturisierten S-Band Intersatelliten-Funkgerät (SLINK).
- Weitere Bodenstationen in Spitzbergen (UNIS) und Backnang (DeSK e.V.) unterstützen die Mission.

## DAS ZIEL

- Das Intersatelliten-Funkgerät SLINK wird im Orbit verifiziert.
- Fortschrittliche Kommunikationstechnologie und Netzwerkprotokolle werden im Weltraum erprobt.
- Die Netzwerkfähigkeit von Nanosatelliten soll damit ausgebaut werden.
- Das Langzeitverhalten von Satellitentechnik, Nutzlast und Orbit-Mechanik eines Schwarms werden unter Weltraumbedingungen untersucht.

## DER ERFOLG

- Die Satelliten wurden vom Kosmodrom Vostochny, Russland, in den Orbit befördert.
- Alle vier Satelliten sind auch nach Ablauf der einjährigen Lebensdauer voll einsatzfähig.
- Multi-hop Kommunikation und Netzwerktechnologie zwischen den Satelliten konnte erfolgreich demonstriert werden.

## DIE VISION

- Ein Schwarm von Kleinsatelliten kann als kostengünstige Lösung für ein weltabdeckendes Kommunikationsnetzwerk dienen.
- Die Technologie kann als weltraumbasiertes Kommunikationsrückgrat für schmalbandige IoT (Internet der Dinge)- und M2M (Maschine zu Maschine)-Anwendungen eingesetzt werden.
- Anwendungen wie Smart Farming, Objektverfolgung, Infrastruktur- und Katastrophenüberwachung können durch verteilte Kleinsatelliten unterstützt werden.



# TECHNOLOGIE

## DIE SATELLITENPLATTFORM: TUBIX10

Der Nanosatellit wurde durch die TU Berlin entwickelt, einschließlich der Schlüsselkomponenten:

- 10 kg Klasse
- Einzelfehlertoleranz auf Komponentenebene
- Dreiachsige Lageregelung mit MEMS Sensorik
- Erweiterbare modulare Architektur und Schnittstellen
- Optimierte für verteilte Missionen
- Flugerfahrung durch die Mission S-NET

## DAS S-BAND FUNKGERÄT: SLINK

Das S-Band Funkgerät wurde in Zusammenarbeit mit der IQ wireless GmbH entwickelt. Das System arbeitet im S-Band Frequenzbereich und setzt moderne Methoden wie die adaptive Kodierung und das Modulationsschema ein. Das Protokoll unterstützt die Netzwerkfähigkeit mit mehreren Knoten. Die folgenden Parameter machen SLINK ideal als Nutzlast für Nanosatelliten:

- Datenrate bis max. 126 kbps für ISL
- Entfernungen max. 800 km
- Sendeleistung 0,5 W
- Energieverbrauch 15 W im Sendemodus
- Masse < 0,3 kg mit Gehäuse
- Downlink (max. 3,4 Mbps) und Uplink (max. 252 kbps)

## DER AUSWURFCONTAINER: SNL

Das neu entwickelte Auswurfssystem wurde in Zusammenarbeit mit der Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH entwickelt. Die Missionslaufzeit wird maßgeblich durch die präzise Trennung der Nanosatelliten von der Oberstufe bestimmt. Das System garantiert einen äußerst präzisen Auswurf während der Trennungsphase im Orbit.



Nutzlast: SLINK-Funktransceiver



Auswurfcontainer

LAUNCH < 1 DAY      COMMISSIONING < 1 MONTH      COMMUNICATION EXPERIMENTS AND SCIENCE > 1 YEAR      DE-ORBIT < 15 YEARS

**S-NET MISSION**  
„Demonstration der Inter-satelliten-Kommunikation innerhalb eines Nanosatelliten-Netzwerks“

**Anzahl der Satelliten:** 4

**Satellitenplattform:** TUBIX 10 (9 kg)

**Dimension:** 24x24x25 cm<sup>3</sup>

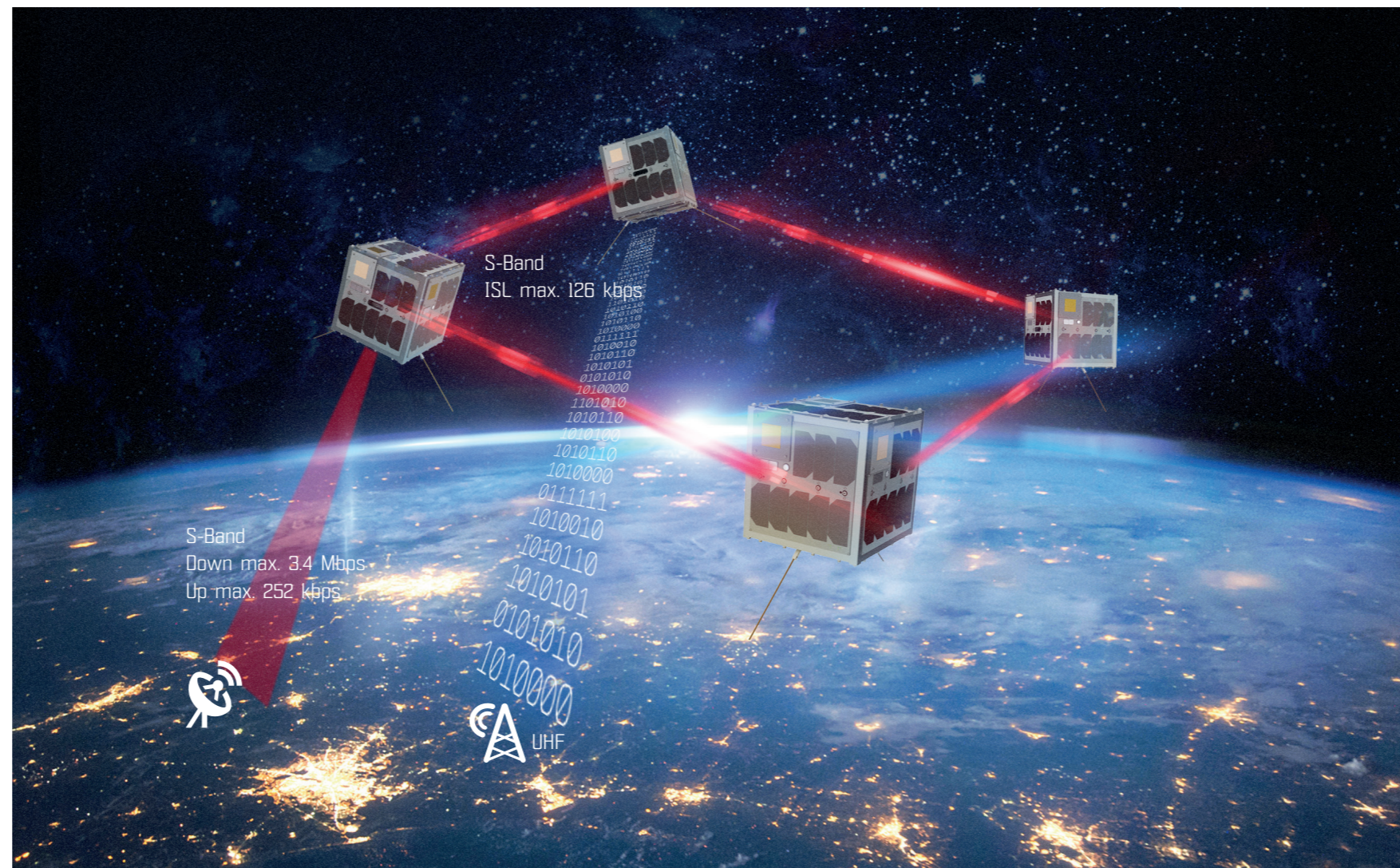
**Orbit:** 580 km sonnensynchron

**Lebensdauer:** > 1 Jahr

**Start:** 01/02/2018, Soyuz (RUS)

**Telemetrie & Kommando:** UHF / S-Band

**Nutzlast:** SLINK Funkgerät, Retroreflektoren



**S-NET MISSION**  
„Demonstration of inter-satellite communication within a nanosatellite network“

**Number of satellites:** 4

**Satellite platform:** TUBIX 10 (9 kg)

**Dimension:** 24x24x25 cm<sup>3</sup>

**Orbit:** 580 km sun synchronous

**Lifetime:** > 1 year

**Launch:** 2018/02/01, Soyuz (RUS)

**Telemetry & Command:** UHF / S-band

**Payload:** SLINK radio, retro reflectors

# TECHNOLOGY

## THE SATELLITE PLATFORM: TUBIX10

The nanosatellite with its main components and features has been developed by TU Berlin:

- 10 kg class
- Single point of failure tolerance on component level
- Three-axis attitude control using MEMS sensors
- Expandable and modular architecture and interfaces
- Optimized for distributed missions
- Flight heritage during S-NET mission

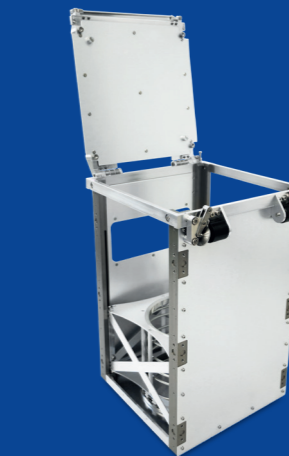
## THE S-BAND RADIO: SLINK

The S-band transceiver was developed in cooperation with the company IQ wireless. The system works on S-band frequencies and uses modern transmission methods, such as adaptive coding and modulation schemes. The protocol enables network communication with several nodes. The following parameters make SLINK ideal for nanosatellite payload:

- Data rates up to 126 kbps for crosslink
- Distances up to 800 km
- RF power of 0.5 W
- Power consumption of 15 W in TX mode
- Mass < 0.3 kg with case
- Downlink (up to 3.4 Mbps) and uplink (up to 252 kbps)



Payload: S-band transceiver



Ejection container

## THE DEPLOYMENT CONTAINER: SNL

The newly developed deployment system for nanosatellites was produced jointly with the company Astro- und Feinwerktechnik Adlershof. The lifetime of the mission depends highly on the orbit injection accuracy of the nanosatellites from the rocket upper stage. Hence, the system ensures most precise deployment during separation.