

# PRESSEINFORMATION

-----  
PRESSEINFORMATION16. September 2024 || Seite 1 | 7  
-----

**Bessere Wettervorhersagen und Klimabeobachtung durch InGaAs-mHEMT-Technologie**

## Rauscharme Verstärker des Fraunhofer IAF an Bord des Arctic Weather Satellite

**Erstmals genaue Wetterdaten für die Arktis erheben und weltweit Vorhersagen sowie Klimabeobachtungen verbessern – das ist die Aufgabe des Arctic Weather Satellite, den die ESA Mitte August auf den Weg zu seiner erdnahen Umlaufbahn geschickt hat. Das hochmoderne Mikrowellenradiometer, das er dafür nutzt, enthält vier rauscharme Verstärker des Fraunhofer IAF mit weltweit führender InGaAs-mHEMT-Technologie. Auf der EuMW 2024 in Paris präsentiert das Freiburger Institut vom 24. bis zum 26. September Ausstellungsexemplare der im AWS verbauten Verstärker ebenso wie weitere Hochfrequenzelektronik aus den Anwendungsbereichen Satellitenkommunikation, Mobilfunk oder Tieftemperatur-Messtechnik.**

Der Arctic Weather Satellite (AWS) der Europäischen Raumfahrtorganisation (European Space Agency, ESA) wurde am 16. August 2024 auf die Reise zu seiner polaren Umlaufbahn in 600 km Höhe über der Erde geschickt. Mit an Bord: Vier rauscharme Verstärker (low-noise amplifiers, LNAs) des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik IAF aus Freiburg. Sie bilden wesentliche Bestandteile des passiven Mikrowellenradiometers, mit dem der AWS Temperatur und Feuchtigkeit in der Arktis so präzise wie nie zuvor misst. Dies soll dazu beitragen, sowohl die Arktis als auch den Klimawandel, der in ihr besonders sichtbar wird, besser zu verstehen. Ist die Mission erfolgreich, plant die ESA eine weltumspannende Konstellation aus baugleichen Kleinsatelliten in das Weltall zu bringen, um im globalen Maßstab präzisere und kurzfristige Wettervorhersagen (»Nowcasting«) sowie Klimabeobachtungen zu ermöglichen.

Die Aufgabe von LNAs in technischen Systemen besteht darin, die Qualität eingehender Signale zu verbessern. Wie ihr Name schon sagt, verstärken sie schwache Signale und verursachen dabei möglichst geringe störende Hintergrundgeräusche (Rauschen), damit Signale leichter erkannt und analysiert werden können. Auf diese Weise erhöhen LNAs die Empfindlichkeit von Systemen.

»Je leistungsfähiger ein rauscharmer Verstärker ist, desto genauer und zuverlässiger kann ein System Daten erheben. Bei der satellitenbasierten Erdbeobachtung spielen sie eine große Rolle, da die Mikrowellenstrahlung, die das Satellitenradiometer erreicht,

---

### Redaktion

**Dr. Armin Müller** | Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF

Telefon +49 761 5159-670 | Tullastraße 72 | 79108 Freiburg | [www.iaf.fraunhofer.de](http://www.iaf.fraunhofer.de) | [armin.mueller@iaf.fraunhofer.de](mailto:armin.mueller@iaf.fraunhofer.de)

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF**

sehr schwach ist«, erläutert Dr. Fabian Thome, Stellvertretender Geschäftsfeldleiter Hochfrequenzelektronik am Fraunhofer IAF. »Es ist eine großartige Bestätigung und Motivation, dass wir mit unseren LNAs zur besseren Erforschung der Arktis und ihrer Auswirkungen auf das Weltklima beitragen können.«

**PRESSEINFORMATION**

16. September 2024 || Seite 2 | 7

**Fraunhofer IAF trägt LNAs für Frequenzbereiche um 54, 89 und 170 GHz zum AWS-Radiometer bei**

Das Mikrowellenradiometer des AWS besteht aus einer Drehantenne, die die von der Erdoberfläche ausgehende natürliche Mikrowellenstrahlung aufnimmt und an vier Hornantennen sowie vier Empfänger weiterleitet. Antenne und Empfänger gehören jeweils zu einer von vier Gruppen aus insgesamt 19 Kanälen, die zusammen ein Frequenzspektrum von 50 bis 325 GHz abdecken: Acht Kanäle mit Frequenzen von 50 bis 58 GHz messen die Temperatur, ein Kanal mit 89 GHz erkennt Wolken, ein weiterer bei 165,5 GHz sowohl Wolken als auch Feuchtigkeit, fünf Kanäle zwischen 176 und 182 GHz sind nur für die Feuchtigkeit zuständig, während zuletzt vier Kanäle bei 325 GHz plus/minus 1,2 bis 6,6 GHz Feuchtigkeit messen sowie ebenfalls Wolken erfassen. Mit dieser technischen Ausstattung ist es dem Radiometer möglich, hochauflösende vertikale Feuchtigkeits- und Temperaturprofile unter allen Wetterbedingungen zu erstellen.

Das Fraunhofer IAF hat insgesamt vier LNAs für drei der vier Kanalgruppen bereitgestellt: ein Modul für den Frequenzbereich um 54 GHz, zwei identische Module für 89 GHz, die für eine größere Gesamtverstärkung in Reihe geschaltet wurden, und ein Modul für den 170-GHz-Bereich. Die Forschenden haben bewährte Technologien auf Basis des Verbindungshalbleiters Indiumgalliumarsenid (InGaAs) weiterentwickelt und auf ihrer Grundlage metamorphe Transistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit (metamorphic high-electron-mobility transistors, mHEMTs) für monolithisch integrierte Mikrowellenschaltungen (monolithic microwave integrated circuits, MMICs) realisiert.

**Weltweit führende InGaAs-mHEMT-Technologie für LNA-MMICs**

»Bei der Entwicklung von Transistoren und Schaltungen für satellitengestützte Radiometrie-Systeme ist das Fraunhofer IAF weltweit führend. Unsere Module definieren in vielen Leistungsbereichen den aktuellen Stand der Technik«, betont Thome. Dies zeigt sich auch am Beispiel der Module für das AWS-Radiometer: In Tests hat der LNA für den Frequenzbereich um 54 GHz bei einer Verstärkung von 31 bis 28 dB eine Rauschzahl von 1,0 bis 1,2 dB erreicht und verbessert damit deutlich den Stand der Technik. Die anderen AWS-LNAs bewegen sich mit Rauschzahlen von 1,9–2,3 dB bei 23–25 dB Verstärkung (89 GHz) und 3,3–4,1 dB bei 25–30 dB Verstärkung genau im Bereich des aktuellen Stands der Technik ([John et al. 2023](#)).

Bei der Entwicklung der Module arbeiteten die Forschenden eng mit dem direkten Auftraggeber ACC Omnisys (AAC Clyde Space) aus Schweden zusammen, der das Radiometersystem für OHB Sweden und die ESA gebaut hat. Bei der Entwicklung und

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF**

Fertigung der Module konnte das Fraunhofer IAF seine Forschungsinfrastruktur und das Know-how seiner Mitarbeitenden entlang der gesamten Wertschöpfungskette zum Einsatz bringen: Teams aus den Bereichen Mikroelektronik, Epitaxie, Technologie und Feinmechanik haben eng zusammengearbeitet und vom Schaltungsentwurf über Materialwachstum, -bearbeitung und -messung sowie Prozessierung, Vereinzelung, Aufbautechnik bis hin zum Modulbau und der -integration alle wesentlichen Schritte bis zum einsatzbereiten LNA-Module am Fraunhofer IAF durchgeführt. Eine erste Qualifikation der Module für den Einsatz im Weltall fand ebenfalls am Institut statt, bevor die Hardware für die Receiver-Integration übergeben wurde.

**PRESEINFORMATION**

16. September 2024 || Seite 3 | 7

**AWS und EPS-Sterna: Mit New Space zu präziseren Wettervorhersagen, Nowcasting und Klimabeobachtung**

Die Mission des AWS besteht darin, erstmals genauere Wetterdaten für die Arktis zu ermitteln, die kurzfristige Vorhersagen für die Polarregion ermöglichen – bis hin zum sogenannten Nowcasting, das Vorhersagen für die nächsten Stunden bezeichnet. Da die Arktis das weltweite Wetter stark beeinflusst, ermöglichen die Daten auch bessere globale Wettervorhersagen. Das gilt auch für das Klima: Der Klimawandel schreitet in der Arktis schneller voran als in anderen Regionen der Welt. Zugleich wirken sich Veränderungen in der Arktis aufgrund von Rückkopplungseffekten auf das Weltklima aus.

Im Erfolgsfall soll eine ganze Konstellation von baugleichen Kleinsatelliten dem AWS folgen: das EUMETSAT Polar System – Sterna (EPS-Sterna). Geplant ist, immer sechs Satelliten zur gleichen Zeit auf drei verschiedenen Erdumlaufbahnen langfristige Wetterdaten der Polarregionen erheben zu lassen. Das Satellitenset wird dreimal erneuert, so dass insgesamt 18 Satelliten zum Einsatz kommen. Zwei Satelliten sind als Ersatz eingeplant. 2029 soll der erste von sechs EPS-Sterna-Satellit starten.

Mit diesem Vorhaben verfolgt die ESA erstmals den New-Space-Ansatz, der sich dadurch auszeichnet, dass Projekte in kürzester Zeit mit deutlich geringerem Ressourceneinsatz durchgeführt werden. Im Fall des AWS, dessen Gesamtmasse nur 150 kg beträgt, vergingen vom Projekt- bis zum Raketenstart nur drei Jahre, in denen ein Bruchteil der Kosten verglichen mit früheren Projekten anfiel. Weitere Vorteile von New Space bestehen in der größeren Resilienz von Konstellationen – der Ausfall eines Satelliten im Verbund kann kompensiert bzw. schnell und günstig ersetzt werden – und in der Flexibilität von Missionen, die bei Bedarf ohne großen Ressourceneinsatz verlängert oder verkürzt werden können.

**Fraunhofer IAF auf der EuMW 2024**

Vom 24. bis zum 26. September 2024 präsentiert das Fraunhofer IAF Ausstellungsexemplare der im AWS-Radiometer verbauten LNA-Module ebenso wie weitere Hochfrequenzelektronik aus den Anwendungsbereichen

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF**

Satellitenkommunikation, Mobilfunk oder Tieftemperatur-Messtechnik auf der diesjährigen European Microwave Week (EuMW) in Paris (Stand: 202K).

**PRESSEINFORMATION**

16. September 2024 || Seite 4 | 7

Forschende sind außerdem mit folgenden Themen im Konferenzprogramm vertreten:

- Sonntag, 22.9., 8:30–12:20 Uhr, WS09 EuMC, Raum 725–726  
Dr. Laurenz John: »THz circuit and front-end developments based on InGaAs-channel mHEMT devices«
- Montag, 23.9., 8:30 Uhr, EuMIC03, Raum E04  
Dr. Axel Tessmann: »High-Gain 664 GHz Low-Noise Amplifier Modules Based on Advanced InGaAs HEMT Technologies«
- Montag, 23.9., 16:50 Uhr, EuMIC14-3, Raum E02  
Dr. Philipp Neining: »mm-Wave GaN Varactors and E-/W-Band Phase Shifter«

Am Mittwoch, den 25. September, können Studierende und Berufseinsteigende aus dem Fachbereich Mikrowellentechnologie das Fraunhofer IAF zudem beim Young Professionals' Career Event kennenlernen, das von 12 bis 15 Uhr in Halle 7.3 der Paris Expo Porte de Versailles stattfindet. Die Teilnahme ist kostenlos. Ab 19 Uhr findet im Chalet du Lac (avenue Anna Politovskaïa, 75012 Paris) die dazugehörige Career Party statt. Tickets dafür erhalten Interessierte beim Nachmittagsevent.

**Weitere Informationen**

- [https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Meteorological\\_mission/s/Arctic\\_Weather\\_Satellite](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Meteorological_mission/s/Arctic_Weather_Satellite) – ESA-Website zum AWS
- <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/forscher/elektronische-schaltungen.html> – Elektronische Schaltungen am Fraunhofer IAF
- <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/veranstaltungen/eumw.html> – Fraunhofer IAF auf der EuMW 2024
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/10290663> – Publikation Dr. Laurenz John: Low-Noise Amplifiers for the Arctic Weather Satellite

**Über das Fraunhofer IAF**

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF ist eine der weltweit führenden Forschungseinrichtungen auf den Gebieten der III/V-Halbleiter und des synthetischen Diamanten. Auf Basis dieser Materialien entwickelt das Fraunhofer IAF Bauelemente für zukunftsweisende

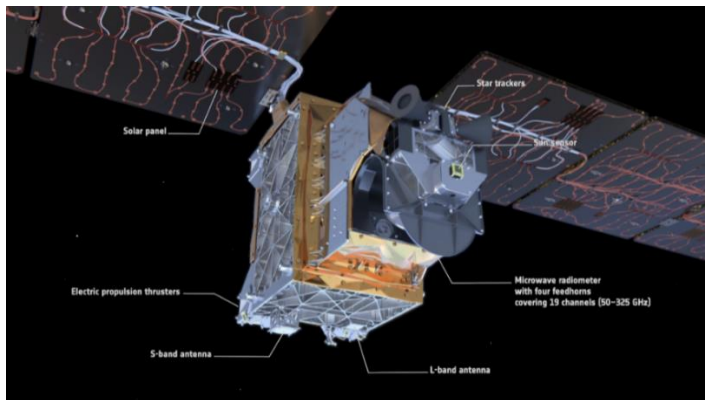
**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF**

Technologien, wie elektronische Schaltungen für innovative Kommunikations- und Mobilitätslösungen, Lasersysteme für die spektroskopische Echtzeit-Sensorik, neuartige Hardware-Komponenten für Quantencomputer sowie Quantensensoren für industrielle Anwendungen. Mit seinen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten deckt das Freiburger Forschungsinstitut die gesamte Wertschöpfungskette ab – angefangen bei der Materialforschung über Design und Prozessierung bis hin zur Realisierung von Modulen, Systemen und Demonstratoren. [www.iaf.fraunhofer.de](http://www.iaf.fraunhofer.de)

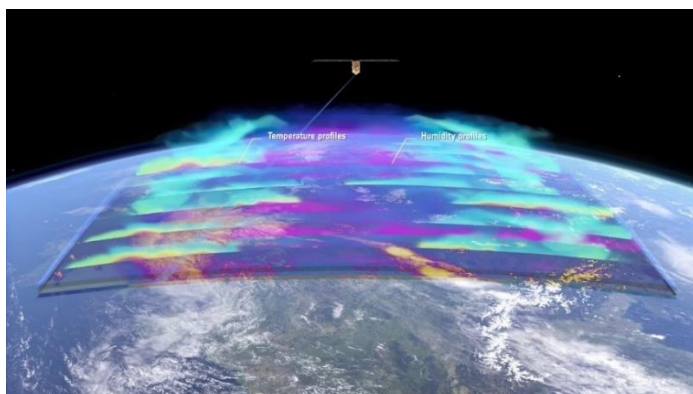
**PRESSEINFORMATION**

16. September 2024 || Seite 5 | 7

**Bildmaterial:**



Das Fraunhofer IAF hat vier rauscharme Verstärker für das Mikrowellenradiometer des Arctic Weather Satellite beigetragen. Sie decken die Frequenzen zwischen 50 und 182 GHz ab. | © ESA/MLabspace



Der Arctic Weather Satellite soll erstmals kurzfristige Wettervorhersagen und Klimabeobachtungen für die Arktis ermöglichen, indem er genaue Feuchtigkeits- und Temperaturprofile erstellt. | © ESA/MLabspace

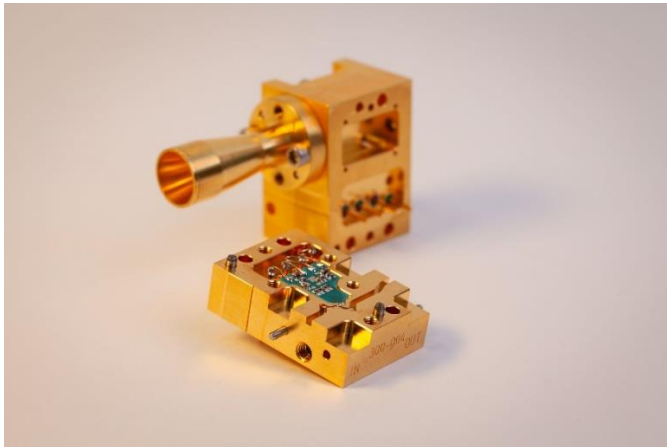
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

-----  
**PRESSEINFORMATION**

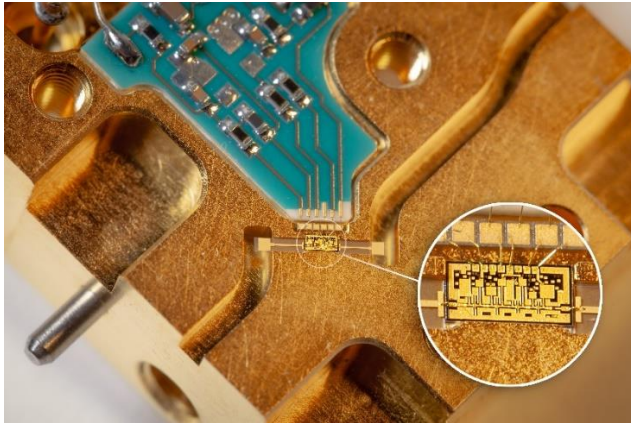
16. September 2024 || Seite 6 | 7  
-----



Künstlerische Darstellung des Arctic Weather Satellite auf seiner Umlaufbahn in ca. 600 km Höhe | © ESA/Mlabspace



89-GHz-LNA-Modul für das Mikrowellenradiometer des AWS, entwickelt, gefertigt und charakterisiert am Fraunhofer IAF | © Fraunhofer IAF



Nahaufnahme des LNA-MMIC für den Frequenzbereich um 89 GHz, integriert in das entsprechende LNA-Modul für das AWS-Mikrowellenradiometer | © Fraunhofer IAF

-----  
**PRESSEINFORMATION**

16. September 2024 || Seite 7 | 7  
-----

---

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie zur Stärkung unseres Wirtschaftsstandorts und zum Wohle unserer Gesellschaft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Die gegenwärtig knapp 32 000 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,4 Mrd. €. Davon fallen 3,0 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung, der sich in drei Finanzierungssäulen gliedert: Einen Anteil davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und aus Lizenzträgen, die sich auf insgesamt 836 Mio. € belaufen. Der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen ist das Fraunhofer-Alleinstellungsmerkmal in der deutschen Forschungslandschaft. Ein weiterer Teil aus dem Bereich Vertragsforschung stammt aus öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Bund und Länder komplettieren die Vertragsforschung durch die Grundfinanzierung. Damit ermöglichen die Zuwendungsgeber, dass die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft relevant werden.