

»Green ICT @ FMD« –

Kompetenzzentrum für eine ressourcenbewusste
Informations- und Kommunikationstechnik

Kompetenzzentrum »Green ICT @ FMD«

Übersicht

Projektpartner

Alle 13 Institute der



**Forschungsfabrik
Mikroelektronik**
Deutschland

Technologie-Hubs



Sensor-Edge-Cloud



Kommunikationsinfrastrukturen



Elektronikproduktion

Ergänzende Aktivitäten



Green ICT Camps



Green ICT Award



Open-Plattform



Green ICT Space



Weiterbildung



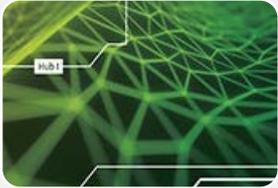
Green ICT Connect



Begleitforschung

3 Technologie-Hubs – Gemeinsame Projektziele

Hub 1: Sensor-Edge-Cloud Systeme



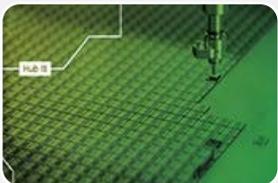
- Eingebettete grüne KI
- Energieautarke IoT-Sensorknoten
- Multi-Sensor-Plattform
- Grüne Edge-Computing- und Edge-Cloud-Systeme

Hub 2: Energiesparende Kommunikationsinfrastrukturen



- 5G Testumgebung
- Drahtloses X-haul-Netzwerk
- Optisches X-haul-Netz

Hub 3: Ressourcenoptimierte Mikroelektronik-Produktion



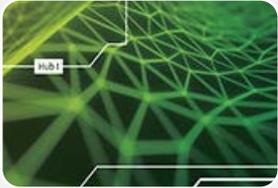
- Prozessierung
- Reinrauminfrastruktur
- Energieoptimierung
- Back-End-Technologien
- Materialreduktion und -ersatz

Projektziele

- Bündelung des **Umweltfachwissens der FMD im Bereich der IKT** im Kompetenzzentrum Green ICT @ FMD
- Bereitstellung einer **zentralen Anlaufstelle** für industrielle Anwender, um Antworten auf Fragen zu erhalten zu
 - ressourcenschonende Mikroelektronik/MEMS-Fertigungsprozesse
 - Energieverbrauchsoptimierte Sensor-Edge-Cloud-Systeme und Kommunikationsnetze
 - Ökobilanzierung und Umweltverträglichkeit bestehender Produkte und Prozesse
 - Neueste und kommende Regulierungen sowie die Definition von Normen und Standards für IKT-Produkte und –Prozesse
- **Ausbildung und Motivation** von Studierenden, jungen Fachkräften und Angestellten zu Green ICT relevanten Themen
- **Aufbau einer Community** mit relevanten Stakeholdern im Bereich der grünen IKT

3 Technologie Hubs – Zwei Möglichkeiten zur Kooperation

Hub 1: Sensor-Edge-Cloud Systeme



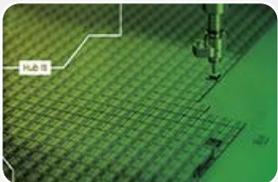
- Eingebettete grüne KI
- Energieautarke IoT-Sensorknoten
- Multi-Sensor-Plattform
- Grüne Edge-Computing- und Edge-Cloud-Systeme

Hub 2: Energiesparende Kommunikationsinfrastrukturen



- 5G Testumgebung
- Drahtloses X-haul-Netzwerk
- Optisches X-haul-Netz

Hub 3: Ressourcenoptimierte Mikroelektronik-Produktion



- Prozessierung
- Reinrauminfrastruktur
- Energieoptimierung
- Back-End-Technologien
- Materialreduktion und -ersatz

Industrielle User-Groups

- Definieren Sie gemeinsam mit unseren Experten die wichtigsten technologischen Themen
- Partizipieren Sie an den neuesten Erkenntnissen, Daten und Prozessoptimierungen
- Vernetzen Sie sich mit anderen Stakeholdern Ihrer Branche
- Profitieren Sie von unserem Expertenwissen zur Energie- und Ressourcenoptimierung von IKT Produkten und Prozessen

Validierungsprojekte

- Nutzen Sie unsere Testumgebungen und die Reinrauminfrastruktur
- Passen Sie modernes »grünes« Wissen an Ihr IKT-Produkt oder Ihren Prozess an
 - Gewinnen Sie Know-how über den CO₂-Fußabdruck Ihres IKT-Produkts oder des Herstellungsprozesses
- Sparen Sie Kosten durch die 100%ige Finanzierung der genutzten FMD-Dienstleistungen

Möglichkeiten

- Partizipation an der fachlichen und technischen Ausrichtung der Hubs
- Kooperative Definition möglicher Themenkomplexe

Mehrwert

- Zugang zu maßgeschneiderter Datenerhebung für konkrete Green-ICT-relevante Fragestellungen
- Feedback zum Vorgehen in den Hubs und zu Anforderungen bezüglich erforderlicher Unterstützung durch das Kompetenzzentrum
- Beteiligungsmöglichkeit an konkreten Umsetzungsprojekten
- Direkte Beteiligung am Green-ICT-Netzwerk und dadurch Zugang zu vielen Playern aus der Branche

Validierungsprojekte

- Nutzung von Testlaboren inkl. Knowhow und Equipment
- Bereits evaluierte Testballons können genutzt werden, um das eigene Marktpotential zu vergleichen
- Interdisziplinäre Expertise (auf technischer Umsetzungsebene und zur Ökobilanzierung)
- Unbürokratischer und schneller Zugang zu Ergebnissen
- Gezielte Hilfestellung und Ergebnisermittlung basierend auf bereits vorevaluierten Themen
- Kostenlose Teilnahme durch 100% Förderung der erbrachten Leistungen

Mehr zu den User Groups und Validierungsprojekten [hier](#)

Prozess Validierungsprojekte

Nachhaltigkeits-Booster für Ihr Produkt



Kompetenzzentrum »Green ICT @ FMD«

Validierungsprojekte am Beispiel von Hub 1: Sensor-Edge-Cloud

Vorgehensweise nach Freigabe des Projekts durch den Steuerkreis

Projektdefinition

- Technischer Input des Industriepartners
- Gemeinsame Festlegung des Projektziels
- Klärung der Rahmenbedingungen (Zeitplan, Beiträge Industriepartner, Definition der Informationen und Ergebnisse zur Veröffentlichung)

Projektdurchführung

- Durchführung der Untersuchungen
- regelmäßige Abstimmungen mit dem Industriepartner

Projektabschluss

- Dokumentation der Ergebnisse in einem Whitepaper
- Veröffentlichung der (Teil-)Ergebnisse nach Absprache mit dem Industriepartner

Zwei Validierungsprojekte mit der Industrie gestartet

- Use Case **Metering** → TF2 **Energieautarke IoT Sensorknoten** als Treiber

Wirkung unterschiedlicher Drahtloskommunikations- und Energieversorgungssysteme auf die CO₂ Bilanz einer Metering Lösung

- Use Case **Condition Monitoring** → TF1 **Embedded Green AI** als Treiber

Vergleich der Umweltbilanz unterschiedlicher embedded KI-Hardware-Module für das Condition Monitoring in Werkzeugmaschinen

Zwei weitere Validierungsprojekte befinden sich aktuell in der Bewerbungsphase (maßgeblich TF3 **Green Multisensor Plattform**)

Projektdauer 3-6 Monate je nach Abstimmung mit Industriepartner

Leistungsspektrum Hub 1: Sensor-Edge-Cloud

Produkte und Prozesse ökologisch gestalten – was wir für Sie tun können

Technologiefeld

Technologische Angebote

Angebote zur Ökobilanzierung Umwelt-Potentialanalyse



Embedded Green KI

- ◀ Datenbank mit Basisdaten für die Ökobilanzierung von KI-Hardware
- ◀ Automatisierte Energiebewertung von Hardware- (Mikrocontroller, Applikationsprozessor, Neuromorph)
- ◀ Software Kombinationen für KI-Modelle

- ◀ Vergleich Energieverbrauch der kunden-spezifischen KI-Lösung auf verschiedenen HW-Plattformen
- ◀ Optimierungspotentiale auf Hard- wie **Software-** Ebene erarbeiten und realisieren



Energie autarke IoT Sensorknoten

- ◀ Analyse und Optimierung des Energieverbrauchs und Auswahl der Komponenten der eingebetteten Sensorlösung
- ◀ Konzepte für die Energieversorgung (z. B. mit Energie Harvester)
- ◀ Implementierung des IoT Sensorknotens

- ◀ Charakterisierung der Energieeffizienz
- ◀ Carbon Footprint Bewertung (Material/Produktion, in Betrieb)
- ◀ Entwicklung von Optimierungssätzen

Leistungsspektrum Hub 1: Sensor-Edge-Cloud

Produkte und Prozesse ökologisch gestalten – was wir für Sie tun können

Technologiefeld

Technologische Angebote

Angebote zur Ökobilanzierung Umwelt-Potentialanalyse



Green Multisensor Plattformen

- ◀ Messtechnische Bewertung von Sensorkomponenten und -systemen
- ◀ Beratung zur Optimierung von Architektur, Betriebsführung und Komponentenauswahl

- ◀ Umweltbewertung und Benchmarking von Sensorkomponenten und -systemen
- ◀ Gesamtsystembetrachtung von der Datenverarbeitung, Datenübertragung bis zur Architektur



Green Edge Computing & Edge Cloud Systeme

- ◀ Energieeffiziente Container und Virtualisierung auf verteilte Embedded Systeme
- ◀ Unterstützung bei der Systemintegration/Anpassung an Industrieanforderungen
- ◀ PoL Schaltungsentwicklung
- ◀ KI zur Optimierung der Edge-Cloud Systemlösung

- ◀ Energieeinsparung in Teillastszenarien durch intelligente dynamische Software Verteilung und gezielte Abschaltung
- ◀ Integrierte Stromsensorknoten als Messinstrument mit Auswertung in der Edge Cloud unter Nutzung von KI

Leistungsspektrum Hub 2: Kommunikationsinfrastrukturen

Produkte und Prozesse ökologisch gestalten – was wir für Sie tun können

Themenbereich	Technologische Angebote	Angebote zur Ökobilanzierung Umwelt-Potentialanalyse
5G Testbed	<ul style="list-style-type: none">Entwicklung und Test von Algorithmen/Apps zur Netzoptimierung in Bezug auf den EnergieverbrauchKonformitäts-, Interoperabilitäts- und Performance-Tests von O-RAN-Radio-Units bei gleichzeitiger Erfassung der Leistungsaufnahme	<ul style="list-style-type: none">Nicht geplant
 X-haul drahtlos	<ul style="list-style-type: none">Beratung: Digitalisierung, energieeffiziente Schaltungen/ Module/ FrontendsMessplätze Komponenten: Digitale TRx, Entwicklung MMIC, Module, Subsysteme, Systemarchitektur, Antennen und MIMO bis 300 GHzOutdoor-Testfelder: D-Band, H-Band und 60 GHz Links	<ul style="list-style-type: none">Bilanzierung InP-HBT- und GaN-ProzesseDigitalisierungBilanz D-Band und H-Band Links
X-haul optisch	<ul style="list-style-type: none">Beratung: Charakterisierung von Übertragungssystemen, Teilsystemen bzw. optischen Komponenten hinsichtlich des Energieverbrauchs – in engem Zusammenhang mit MessplätzenMessplätze: Optisches Zugangsnetz, Optisches Weitverkehrsnetz, 110 GHz Lightwave Component Analyzer, TSN-Testbed	<ul style="list-style-type: none">Datenerfassung zum Energieverbrauch der Komponenten, Teilsysteme und Gesamtinstallationen im Rahmen der aufgebauten Messplätze

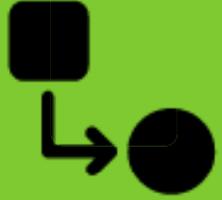
Leistungsspektrum Hub 3: Elektronikproduktion

Produkte und Prozesse ökologisch gestalten – was wir für Sie tun können

Themenbereich	Technologische Angebote	Angebote zur Ökobilanzierung Umwelt-Potentialanalyse
 <p>Prozessierung</p>	<ul style="list-style-type: none">← Ersatz traditioneller Batch-Ofenprozesse durch Rapid Thermal Processing im Bereich hochqualitativer Oxide (z.B. Gate-Oxidationen) für die Fertigung komplexer Technologien für kleine und mittlere Stückzahlen← Erstellung der IN/OUT-Material- und Energieflüsse von Fotolackprozessen	<ul style="list-style-type: none">← Bewertung Material- und Energieverbrauch für Technologiemodule← Prozessabhängige CO₂-Bilanzierung und Optimierung
 <p>Reinraum und Infrastruktur</p>	<ul style="list-style-type: none">← Untersuchung von Schadgasemissionen aus PECVD-Reinigungsprozessen. Verfügbare Reinigungsgase: PFCs, SF₆, NF₃, FAN	<ul style="list-style-type: none">← Beratung über Abgasreinigung nur mit Wäscherbetrieb ohne Brenngas für FAN-basierte Reinigung← Einsatz eines RPS-basierten Reinigungssystems für PECVD mit NF₃- und FAN-Gasen unter Verwendung mikrowellen-basierter Plasmaquelle
 <p>Energie-Management</p>	<ul style="list-style-type: none">← Bilanzierung von Prozessen, die an Energiemengen gekoppelt sind, inkl. Optimierung← Beratung zur Energieeffizienz bei Einsatz von Maschinen und Anlagen. Mit mobilen Energie-Loggern können zeitaufgelöst die elektrischen Parameter aufgezeichnet und direkt mit laufenden Prozessen korreliert werden	<ul style="list-style-type: none">← Umweltbilanzierung von Oxidationsprozessen← Je nach Ausgangssituation können Energieeinsparungen von bis zu 25 % für einzelne Maschinen erzielt werden. Messungen erlauben Ökobilanzierung von Einzelprozessen

Leistungsspektrum Hub 3: Elektronikproduktion

Produkte und Prozesse ökologisch gestalten – was wir für Sie tun können

Themenbereich	Technologische Angebote	Angebote zur Ökobilanzierung Umwelt-Potentialanalyse
 <p>Materialienersatz</p>	<ul style="list-style-type: none">◀ EKC265 Substitution für Reinigung von Si-Wafern nach dem Bosch-Si-Ätz-Prozess◀ Einführung von umweltfreundlicheren Alternativen als EKC265 für die Reinigung◀ CMP-Prozessoptimierung mit alternativen Slurries aus weniger kritischen Materialien, Beratung zu Recycling-Tools, Charakterisierung an Teststrukturen◀ Beratung bei der FAN-Gasinstallation, Erstellung und Optimierung des Plasmareinigungsrezepts◀ Prozessparameter zur Herstellung von InGaAs/InAlAs/InP-Heterostrukturen auf Silizium-Substraten◀ Alternative Materialien zu NMP: Testmöglichkeiten durch umfangreiche Kenntnisse unter Verwendung von verschiedenen Charakterisierungen	<ul style="list-style-type: none">◀ Einsatz Lösemittel bzw. -gemische, die keine Kanzerogenität aufweisen und nicht sehr schädlich für Wasserorganismen sind◀ EKC265 Alternativen: Fluoride, Amine, Hydroxylamin und Brenzcatechin-frei, niedrige Prozesstemperatur, ohne Spülung mit Isopropanol◀ Ersatz Ce- durch SiO₂- haltige Slurries; Reduktion des Wasserverbrauchs im Post-Prozess, Recycling und Re-Use von Slurries, Bestimmung Verbrauch und CO₂-Äquivalente◀ Ersatz der Reinigungsgase C₂F₆ und NF₃ durch FAN◀ Ersatz von He als Precursor-Gas durch Ar◀ Reduzierung des Arsen-Anteils in elektronischen Hochfrequenzschaltungen um 99,99 %◀ Prozessevaluierung unter Vermeidung von NMP

Bewertung Material- und Energieverbrauch für gesamte Technologieabläufe bzgl. Verbrauch vs. Aufwand

Leistungsspektrum Hub 3: Elektronikproduktion

Produkte und Prozesse ökologisch gestalten – was wir für Sie tun können

Themenbereich



Elektronikfertigung und Komponenten

Technologische Angebote

Erhebung von Sachbilanzdaten: Zerstörungsfrei mittels Röntgen und CT, zerstörend mittels hochauflösenden Schlifttechniken (z.B. FIB)

Zuverlässigkeitstests nach der Verwendung alternativer Materialien: (z.B. thermische Wechsel, Vibration, Feuchtigkeit, Schertests, Tumbletests, Droptests, Zugtests sowie Kombinationen mehrerer Tests; Bestimmung von Oberflächendichten)

Angebote zur Ökobilanzierung Umwelt-Potentialanalyse

Beratung und Erstellung von Sachbilanzmodellen

Methodische Beratung zu ISO 14040/44 und Definition spezifischer Anforderungen für besondere Anwendungen

Third-Party-Review für Ökobilanzen

Plausibilitätscheck für Ökobilanzdatensätze (insb. für elektronische Komponentenfertigung sowie Leiterplatten)

Beratung zu und Umsetzung von Konzepten zum Ökodesign sowie zur Kreislaufführung

Beratung zur Umweltgesetzgebungen und – Anforderungen im Bereich Elektronik (nicht rechtsverbindlich) (Bsp. Stoffverbote, DPP, Ökodesign-Richtlinie, ...)

»Green ICT Space« für Start-ups und KMU

Nutzen Sie unsere Infrastruktur für Ihre Produktentwicklung



Green ICT Space

- **Begleitet Produktideen**, um sie **umweltfreundlich** und **ressourcenschonend** zu entwickeln
- **Leistet Unterstützung** für die **technologischen Herausforderungen** im Bereich **grüner IKT**
- **Bündelt** sich ergänzende **Kompetenzen** aus mehreren **FMD**-Instituten
- **Ermöglicht die Nutzung** von **Reinräumen** und **über 2200 Maschinen** und **Anlagen** des Kompetenzzentrums **Green ICT @ FMD**



Leistungen

- Demonstratoren
- Prototypen
- Pilotherstellung
- Ökobilanzierung



Förderung

- Erstellung einer Ökobilanzierung, einer Potenzialanalyse oder einer Berechnung des CO₂-Fußabdrucks Ihres IKT-Produkts oder Verfahrens
- Unterstützung bei der Identifizierung, Erhebung und Analyse notwendiger Daten

Fachkonferenz für Interessierte »Green ICT Connect«

Überblick



- Ziel: Vernetzung von Wissenschaft, Industrie und Politik, Studierende sind willkommen
- Format: 2 Tage mit Fachvorträgen, Panel-Talks, Industrie-Pitches, Networking/Matchmaking, Netzwerk-Abend
- Außerdem: Hub-Lounges, begleitende Ausstellung, Wissenschaftlerinnen-Frühstück, (Green ICT Verleihung)
- Kostenlose Teilnahme, Sprache: Deutsch
- Teilnahme: Vor Ort und im Livestream
- Vor Ort bis zu 150 Teilnehmenden

Inhaltliche Schwerpunkte: Forschungs- und Industrieaktivitäten in 3 technologischen Fachgebieten: Sensor-Edge-Cloud Systeme / Energiesparende Kommunikationsinfrastrukturen / Ressourcenoptimierte Elektronikproduktion

Mehr Info [hier](#)
Kontakt: [Nadiia Telenchuk](#)
[Zum](#) Eventrückblick 2023

Green ICT Connect 2024
16.-17. Oktober, Change Hub Berlin
[Mehr Info // Zur Anmeldung](#)

Ihre Ansprechpartner:innen in der FMD-Geschäftsstelle



Dr. Manuel Thesen
Projektverantwortlicher
+49 171 8491 370
manuel.thesen@mikroelektronik.fraunhofer.de



Dr. Hans Walter
Standardisierung
+49 173 5840 124
hans.walter@mikroelektronik.fraunhofer.de



Lotta Adu
Umweltbewertung
+49 151 7050 7842
lotta.adu@mikroelektronik.fraunhofer.de



Dr. Daniela Hübler
Green ICT Space
+49 151 7261 9479
daniela.huebler@mikroelektronik.fraunhofer.de



Tuğana Ceren Aslan
Umweltbewertung
+49 151 2136 0503
tugana.aslan@mikroelektronik.fraunhofer.de



Nadiia Telenchuk
Eventmanagement
+49 151 5142 6908
nadiia.telenchuk@mikroelektronik.fraunhofer.de

Ihre Ansprechpartner:innen in den Green ICT-Hubs

Hub 1: Sensor-Edge-Cloud Systeme

Dipl.-Ing. Josef Bernhard, Hub-Leitung
josef.bernhard@iis.fraunhofer.de

Sylvie Couronné, Stellv. Hub-Leitung
sylvie.couronne@iis.fraunhofer.de

Hub 2: Kommunikationsinfrastrukturen

Prof. Dr. Wolfgang Heinrich, Hub-Leitung
wolfgang.heinrich@fbh-berlin.de

Dr. Andreas Wentzel, Stellv. Hub-Leitung
andreas.wentzel@fbh-berlin.de

Hub 3: Mikroelektronikproduktion

Jörg Amelung, Hub-Leitung
joerg.amelung@ipms.fraunhofer.de

Marco Kircher, Stellv. Hub-Leitung
marco.kircher@ipms.fraunhofer.de

Ökobilanzierungen

Dr. phil. Lutz Stobbe
lutz.stobbe@izm.fraunhofer.de

Dr. Nils F. Nissen
nils.nissen@izm.fraunhofer.de

Dr. Marina Proske
marina.proske@izm.fraunhofer.de

Einen News-Snack für zwischendurch?

Mehr Informationen zum Kompetenzzentrum »Green ICT @ FMD«



Zum Newsletter-Abo



Zur Projektwebseite



Zum 3D-Showroom



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 greenict