

Science2Business

DLR.de

Liebe Besucherinnen, liebe Besucher,

Innovation2gether – mit unseren Instituten und Kooperationspartnern aus der Wirtschaft gemeinsam Innovationen gestalten. Dies ist das Motto des DLR-Technologiemarketings.

Als Ansprechpartner für innovationsfreudige Unternehmen bilden wir die Schnittstelle zwischen Forschung und Wirtschaft, zwischen Produktidee, Innovation und Markt. Wir gestalten und begleiten den Prozess von der Idee bis zur erfolgreichen Markteinführung und unterstützen gezielt die Weiterentwicklung produktorientierter Technologien.

Gemäß seiner Strategie 2030 investiert das DLR gezielt in Innovationsprojekte quer durch alle Wirtschaftsbranchen. Diese Projekte werden gemeinsam mit der Wirtschaft und insbesondere mit kleinen und mittleren Unternehmen durchgeführt. Zusätzlich wird das DLR die Unterstützung von Unternehmensgründungen verstärken und die Möglichkeiten der unternehmerischen Beteiligung des DLR an seinen Ausgründungen erweitern.

Dabei steht ein Mehrwert für beide Seiten für uns im Vordergrund. Sie, als unser Partner, finden Antworten auf Ihre Fragestellungen zu Zukunftsprodukten und Marktchancen. Durch eine Kooperation mit dem DLR profitieren Sie vom Zugriff auf unsere Kompetenzen und Technologien und erhalten dadurch die Chance, sich Wettbewerbsvorteile durch Zeitvorsprung und Lizenzierung von Schutzrechten zu sichern. Das DLR seinerseits profitiert durch die Zusammenarbeit mit den Partnern vom Markterfolg seiner Technologien und lässt Rückmeldungen in zukünftige Entwicklungsarbeiten einfließen.

Durch einen erfolgreichen Technologietransfer schaffen wir einen sichtbaren Nutzen von Forschung für Wirtschaft und Gesellschaft.

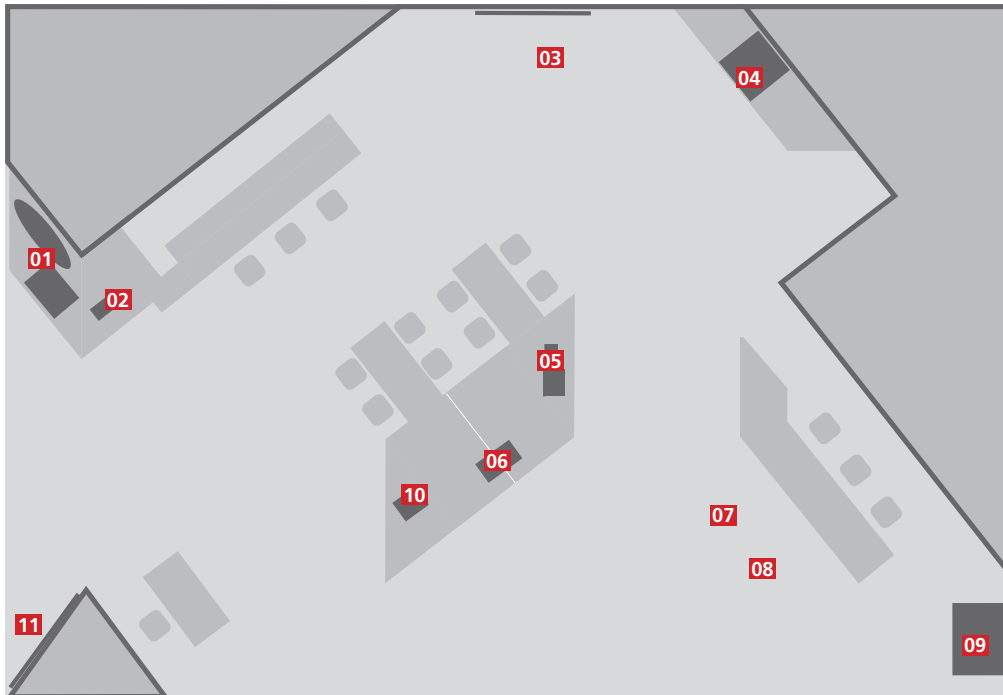
A handwritten signature in blue ink, reading "Pascale Ehrenfreund".

Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund
Vorsitzende des Vorstands

A handwritten signature in blue ink, reading "K. Hamacher".

Klaus Hamacher
Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands

Science2Business



01 FlexIn Heat®

02 IPS

03 Thermoelektrik

04 Fallturm

05 OMIS

06 PVThermoTruck

07 Kinfinity Suit & Glove

08 David

09 COPRO®-Technologie

10 VibroTac

11 C.R.O.P.®

FlexIn Heat®

Flexible induktive Erwärmung als Füge- und Reparaturverfahren für faserverstärkte Kunststoffe

Kurzbeschreibung

Bei der flexiblen induktiven Erwärmung FlexIn Heat® wird eine luftgekühlte Induktionsspule auf ein flexibles Trägergewebe gestickt und passt sich so an gekrümmte Strukturen gut an. So lassen sich beliebige Formen aus elektrisch leitfähigen Materialien lokal begrenzt erwärmen. Einsatzfeld ist die Reparatur und das Fügen von Leichtbaumaterialien.

Ziele

Präzise und lokale Wärmeerzeugung für effiziente Prozessschritte bei der Verwendung von faserverstärkten Kunststoffen (FVK) im Flugzeug- und Automobilbau

Anwendungen

Reparatur von FVK-Leichtbaustrukturen in den Bereichen Luftfahrt, Windanlagen, Schiffsbau, Automotive etc.

Perspektiven

- Flexible lokale Erwärmung zum Fügen von faserverstärkten Kunststoffen, miteinander oder auch mit Metall
- Individuelle Lösungen für Prozesse, bei denen eine flexible lokale Erwärmung benötigt wird

Beteiligte

DLR-Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie

Daten und Fakten

- Lokale, präzise und homogene Erwärmung der zu reparierenden Bereiche
- Bereich der Erwärmung kann durch Veränderung des Metallelements leicht angepasst werden
- Temperaturen von 400 °C und Heizraten von über 60 °C/Minute sind möglich.



FlexIn Heat®

Flexible induktive Erwärmung als Füge- und Reparaturverfahren für faserverstärkte Kunststoffe

Anwendungsbeispiel Reparatur

Das im DLR-Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie in Stuttgart entwickelte Reparaturkonzept verwendet flexible Induktionsspulen, eingegossen in eine Silikonvakuummatte. Mit dieser Matte ist sowohl das Erzeugen der benötigten Temperatur als auch das Aufbringen des benötigten Druckes möglich. Zur Erwärmung werden induktiv beheizte Metalldruckstücke/Metallfolien oder Metallgitter von unter 0,3 Millimeter Dicke entsprechend der Reparaturgröße zugeschnitten und unter der Matte platziert. Durch den Vakuumdruck wird das Metalldruckstück an die zu reparierende Struktur gepresst und ermöglicht damit einen sehr guten Wärmeübergang. Unter Druck und Temperatur erfolgt die Verbindung mit der umliegenden Struktur.

Anwendungsbeispiel Fügen

Hybride Metall-Composite-Verbindungen finden aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften immer mehr Einsatzgebiete. Eine große Herausforderung ist das Verbinden der unterschiedlichen Materialien. Die meisten Fügeprozesse benötigen Wärme, um entweder einen oder beide Fügeteile oder die Fügezone aufzuschmelzen. Im Vergleich zu anderen Arten der Wärmeerzeugung/-übertragung bietet die Induktionserwärmung einen kontaktlosen Energietransfer. Speziell bei faserverstärkten Thermoplasten wird somit nur lokal im Bereich der Fügezone die Matrix aufgeschmolzen und nach dem Abkühlen mit dem Metall verbunden. Heizraten bis zu 60 Grad Celsius pro Sekunde und Fügetemperaturen von bis zu 400 Grad Celsius ermöglichen auch die Integration der Technologie in einen Serienprozess mit hoher Taktzeit.

HELMHOLTZ

SPITZENFORSCHUNG FÜR
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

Gefördert durch den Impuls- und Vernetzungsfonds
der Helmholtz-Gemeinschaft

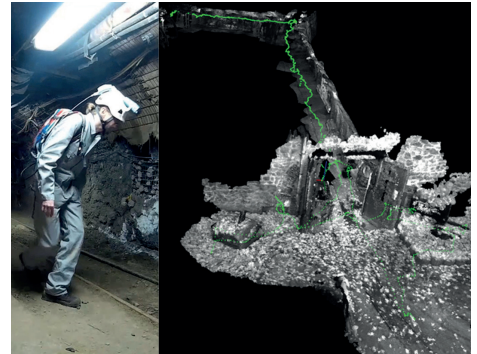


IPS

Integrated Positioning System

Kurzbeschreibung

IPS ist ein Multisensorsystem zur Echtzeitverortung und 3D-Kartierung in unbekanntem Umgebungen. Mit einer Stereokamera sowie Drehraten- und Beschleunigungssensoren (IMU) wird der menschliche Orientierungssinn sensorisch nachgebildet. Das ermöglicht eine robuste Eigenverortung ohne externe Referenzsysteme wie GPS oder Wi-Fi.



Ziele

- Echtzeit-Eigenverortung und 3D-Kartierung in unbekanntem In- und Outdoor Umgebungen ohne Technologiebruch
- Multisensorkonzept mit offenen Schnittstellen zur Integration weiterer Sensoren

Beteiligte

DLR-Institut für Optische Sensorsysteme,
DMT GmbH, VINS,
Gestalt Robotics GmbH

Anwendungen

- Industrie 4.0
- Raumfahrt

Perspektiven

- Eigenverortung und Zielführung bei Messaufgaben und Inspektionen
- Visuelle Inspektion technischer Infrastrukturen mit zeitlich-räumlichem Datenbezug sowie digitale Dokumentation
- Einsatz zur Navigation

Daten und Fakten

Bereich: Technologie-Demonstration
Eigenschaften: Eigenverortung in unbekanntem Umgebungen ohne externe Verortungsinfrastruktur, 3D-Kartierung der Umgebung
Anwendungen: visuelle Inspektion und Navigation



IPS

Integrated Positioning System

Technologiedemonstration – Eigenverortung in unbekannter Umgebung

Das DLR-Institut für Optische Sensorsysteme hat in den vergangenen zehn Jahren die Technologie „Integrated Positioning System“ (IPS) entwickelt. IPS ist speziell für die Echtzeit-Eigenverortung und 3D-Kartierung in unbekanntem Indoor- und Outdoor-Umgebungen geschaffen worden, bei denen keine externen Verortungsinfrastrukturen, wie GNSS oder Wi-Fi, beziehungsweise diese nur eingeschränkt zur Verfügung stehen. Das DLR überführt die Technologie derzeit gemeinsam mit dem Industriepartner Deutsche Montan Technologie (DMT) in die kommerzielle Anwendung.

Vorbild für das IPS ist der menschliche Orientierungssinn. Seh- und Gleichgewichtssinn werden mittels einer Stereokamera und einer (low-cost) inertialen Messeinheit (IMU) sensorisch nachgebildet und die Sensordaten in einem erweiterten Kalman-Filter verarbeitet und fusioniert. Das Ergebnis ist die Position und Lage im Raum, beschrieben durch die sechs Freiheitsgrade der äußeren Orientierung. Diese Daten werden für Messsysteme/Anwendungen benötigt, die einen räumlichen Bezug zu ihrer Umwelt erfordern. Aus den Einzelmessungen wird über die Laufzeit eine Trajektorie, das heißt der zurückgelegte Weg abgeleitet. Das Verfahren ist gegenüber Störungen robust, da sich die physikalischen Eigenschaften der Sensoren ideal ergänzen. Es liefert in Echtzeit und ohne externe Verortungssensorik genauere Ergebnisse, derzeit 0,2 Prozent der zurückgelegten Wegstrecke, als es heutzutage ausschließlich mit optisch oder inertial basierten Navigationssensoren gleicher Leistungsklasse möglich ist. Die Navigationsdaten werden weiterhin dazu verwendet, aus den berechneten Tiefenkarten der IPS-Stereokameradaten räumlich referenzierte Punktwolken nahezu beliebiger Größe zu erzeugen.

IPS ist ein Multisensorkonzept: Bei Bedarf können weitere externe Verortungssensoren sowie anderweitige Sensoren, zum Beispiel mobile Prüfsensorik, integriert werden. Deren Daten werden über IPS zeitlich-räumlich referenziert. Dies ist für verschiedenste visuelle Inspektions- und Wartungsaufgaben von großer Bedeutung. IPS wird in Funktionalität und Performanz stetig weiterentwickelt. Dazu führt das Institut Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durch und kooperiert mit verschiedenen Industriepartnern. IPS hat dadurch in den vergangenen Jahren eine Katalysatorfunktion für eine Vielzahl von mobilen Anwendungen im Rahmen der Digitalisierung und Industrie 4.0 bekommen.

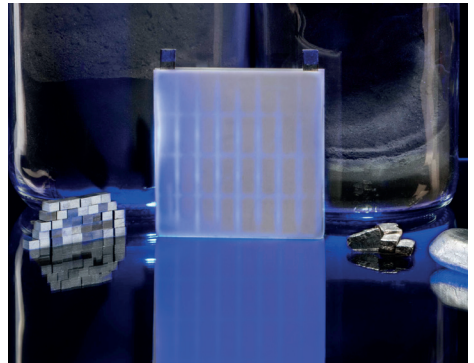


Thermoelektrik

Thermoelektrischer Generator

Kurzbeschreibung

Thermoelektrische Generatoren (TEG) sind in der Lage, thermische direkt in elektrische Energie zu wandeln. Sie sind in der Raumfahrt als langlebige und zuverlässige elektrische Stromquellen bekannt. Terrestrische Anwendungen liegen in der Sekundärenergienutzung in Fahrzeugen, autarken Heizungsanlagen und in der Kleinstromversorgung. Der Schlüssel zu optimierten Anwendungen liegt in der Entwicklung hocheffizienter Materialien sowie stabiler elektrischer und thermischer Kontaktierungen.



Ziele

Durch die direkte Umwandlung ungenutzter Wärme in elektrische Leistung können TEG den Primärenergieverbrauch reduzieren und die Umwelt schonen.

Beteiligte

DLR-Institut für Werkstoff-Forschung,
DLR-Technologiemarketing,
aixACCT Systems GmbH, Aachen

Anwendungen

- Autarke Sensorik in der Luftfahrt und in Kleinstromversorgungsanlagen
- Nutzung von Abwärme in mobilen und industriellen Prozessen, Nutzung von Abwärme in privaten Haushalten

Perspektiven

- Thermoelektrische Wandlermaterialien, geeignet für den Einsatz bis ca. 800 °C, sind bekannt; spezifische Aufbau- und Verbindungstechnologien werden entwickelt
- Umsetzung von angepassten TEG-Systemen in industriellen Anwendungen

Daten und Fakten

- Aktuell sind kommerzielle TE-Module bis maximal 250 °C einsetzbar (Wirkungsgrad ca. 3–5 %), angestrebt ist eine effektivere Abwärmenutzung durch höhere Temperaturniveaus (angestrebter Wirkungsgrad um 10 % bei Temperaturen bis 800 °C)



Thermoelektrik

Thermoelektrischer Generator

Durch die direkte Umwandlung ungenutzter Wärme in elektrische Leistung reduzieren TEG den Primärenergieverbrauch und schonen die Umwelt. Thermoelektrische Energiewandlung ist in weiten Temperaturbereichen mit Wirkungsgraden bis zu zehn Prozent und darüber möglich. Der Schlüssel zu optimierten Anwendungen liegt in der Entwicklung hocheffizienter Materialien, stabiler elektrischer und thermischer Kontaktierungen im thermoelektrischen Modul sowie angepasster, effizienter Wärmetauscher.

Die Entwicklung von hocheffizienten thermoelektrischen Generatormodulen mit hoher Langzeitstabilität für Quelltemperaturen von 400 bis 800 °C ist das wesentliche Ziel. Dabei werden gemeinsam mit Instituts- und Industriepartnern der Aufbau und Test von Thermogenerator-Demonstratoren in verschiedenen Anwendungsszenarien angestrebt. Für das Herzstück des TEG – das thermoelektrische Modul – stellen neben der Entwicklung von effizienten Wandlermaterialien für den Hochtemperaturbereich die elektrischen und thermischen Kontakte innerhalb des Moduls eine besondere Herausforderung dar. Diese sind je nach thermoelektrischer Materialklasse spezifisch anzupassen, um den Anforderungen im Hinblick auf Temperaturen sowie thermische und mechanische Belastungen gerecht zu werden. Die Entwicklung von spezialisierten Messmethoden für thermoelektrische Materialien und Systeme ist dabei notwendig für die Bestimmung der Effektivität im jeweiligen Anwendungsszenario.

Es bestehen vielfältige Einsatzmöglichkeiten für TEG. So kann elektrische Energie zum Beispiel für Sensoren zur Prozessüberwachung dort bereitgestellt werden, wo sie benötigt wird; lange Versorgungsleitungen werden damit vermieden. Durch den Einsatz von TEG etwa im Kfz oder in energieintensiven Industrieprozessen kann Kraftstoff eingespart beziehungsweise der Prozess insgesamt effizienter gestaltet werden.

Auch die Abwärme beispielsweise eines Kamins oder Pellet-Ofens kann genutzt werden, um – je nach Anwendung – zusätzlich elektrische Energie zur Verfügung zu stellen.

Die Bereitstellung von elektrischer Energie kann zur Einsparung von Batterien genutzt werden. Für bestimmte Anwendungen können Akkus nachgeladen werden, sodass der Einsatz von Batterien entfällt, wie etwa für die elektrische Zündung von Gasbrennern.



Fallturm

Das Schülerexperiment „Physik in Schwerelosigkeit“

Kurzbeschreibung

Das Experiment „Physik in Schwerelosigkeit“ ist eine softwareunterstützte Demonstration diverser physikalischer Effekte und Phänomene, die vielfältige Versuche unter Schwerelosigkeit ermöglichen. Der Mini-fallturm erlaubt es Lernenden und Lehrenden, interaktiv zu experimentieren und interessante Aspekte der Weltraumforschung zu entdecken.



Quelle: Enlighten Sciences GmbH

Ziele

Aufmerksamkeit für Experimente in der Schwerelosigkeit auf der ISS und Erkenntnisgewinn, dass die Menschheit längst nicht alle Phänomene der Schwerelosigkeit kennt.

Beteiligte

Enlighten Sciences GmbH,
DLR_School_Lab

Anwendungen

- Bildungsexperiment für den Schuleinsatz im Physik- und Astronomie-Unterricht von 7.–13. Klasse
- Universitäre und außerschulische Bildung

Perspektiven

- Kontextbezogenes Lernen der physikalischen Grundlagen
- Vermittlung authentischer Wissenschaft
- Selbstständiges Experimentieren
- Interdisziplinär einsetzbar
- Interaktives Konzept

Daten und Fakten

Entwicklung und Betrieb: Enlighten Sciences GmbH (vorher DLR)
Bereich: schulische, außerschulische und universitäre Bildung
Eigenschaften: softwareunterstützte Steuerung, Messungen (Echtzeit und Zeitlupe)



Fallturm

Das Schülerexperiment „Physik in Schwerelosigkeit“

Das Experiment ist eine softwareunterstützte Demonstration vieler physikalischer Effekte und Phänomene in Schwerelosigkeit. Die Enlighten Sciences GmbH betreibt das Experiment und entwickelt es in Kooperation mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt weiter.

Forschungsbezug

Der Versuch „Physik in Schwerelosigkeit“ entstand im Kontext der Forschung im Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM), auf Parabelflügen und an Bord der Internationalen Raumstation (ISS).

Funktionalität

Nach einer kurzen Vorbereitungsphase montieren Schüler verschiedene kleine Proben in eine sogenannte Fallkapsel, die das wichtigste Element des Experiments ist. Diese enthält, neben leicht austauschbaren Fallproben aus einer Reihe von Themen, eine robuste Kamera aus dem Sportbereich („Action Cam“), die hochauflösende Aufnahmen mit hoher Bildwiederholrate liefert. Zudem beinhaltet die Fallkapsel Sensoren, etwa zur Messung der Erdbeschleunigung oder des Luftdrucks. Nach der Vorbereitung hängt ein Schüler die Kapsel am oberen Ende des Fallturms auf und begibt sich in sichere Entfernung. Das Experiment wird per Klick in der Software gestartet: Sensoren und Videoaufzeichnung werden aktiviert, das Halteschloss der Fallkapsel öffnet sich. Die Fallkapsel geht in den freien Fall und damit in den Zustand der Schwerelosigkeit über. Nach der Landung werden die Daten drahtlos an den PC übertragen und können in Zeitlupe wiedergegeben werden.

Besonderer Nutzen und Schuleinsatz

Mit diesem Minifallturm sind die Schüler in der Lage, äußerst detailliert zu beobachten, wie sich die kleinen Proben in Schwerelosigkeit verhalten. Durch den selbstständigen Aufbau und die Durchführung des Experiments erfahren sie zunächst haptische Reize und können interaktiv während der Unterrichtszeit experimentieren. Die physikalischen Grundlagen im Kontext zur aktuellen Wissenschaft und Weltraumforschung werden mit dem Experiment „Physik in Schwerelosigkeit“ auf begeisternde Art und Weise vermittelt. Es können viele interessante Themen im Physikunterricht behandelt werden, wie beispielsweise Adhäsion, Kohäsion, Kapillareffekt, Magnetismus, Wärmekonvektion, Impulserhaltung, beschleunigte Bewegungen, Luftreibung, Fadenpendel, Flieh- und Scheinkräfte und natürlich die Gravitation beziehungsweise Schwerelosigkeit.

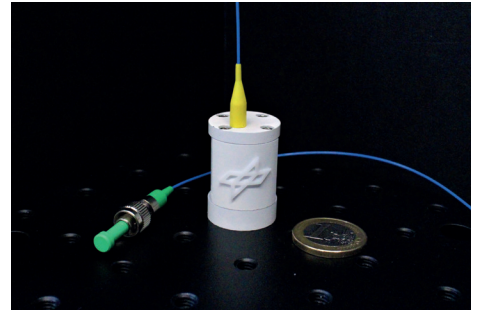


OMIS

Optomechanische Inertialsensoren

Kurzbeschreibung

Der optomechanische Inertialsensor (OMIS) ist weltweit einer der empfindlichsten Beschleunigungssensoren und ist durch seine einzigartige Technologie unempfindlich gegen elektromagnetische Strahlung. Als Primärstandard kann dieser Sensor zur Kalibration herkömmlicher Sensoren verwendet oder direkt in der Anwendung als selbstkalibrierender Sensor eingesetzt werden.



Ziele

Selbstreferenzierende Inertialmessung sowie Entwicklung von Primär- und Sekundärstandards für Beschleunigungs- und Kraftmessungen mittels tragbarer Sensorik

Beteiligte

DLR-Institut für Raumfahrtssysteme,
SensTek GmbH

Anwendungen

- Energie
- Luft- und Raumfahrt
- Verkehr
- Metrologie und Instrumentation
- Wissenschaftliche Anwendungen

Perspektiven

- Vibrationsmesser bei starker elektromagnetischer Strahlung
- Navigation und Lageregelung
- Mikrovibrationen
- „Ground Support Equipment“
- Navigation, GPS-ergänzend oder -ersetzend
- Autonomes Fahren
- Verkehrssicherheit
- Primär- und Sekundärstandard für Kalibrierungen
- Gravitationsfeldmessung

Daten und Fakten

- Unempfindlich gegen elektromagnetische Felder
- Extrem hohe Empfindlichkeit (bis zu $10^{-11} \text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$)
- Sehr kompakte Bauart und tragbar
- Sensoren können der Anwendung angepasst werden: Messempfindlichkeit und -bandbreite
- Rückführung der Messgröße auf das SI-Einheitensystem
- Tragbarer Primär- und Sekundärstandard für Beschleunigung
- Optional selbstkalibrierend und langzeitstabil



OMIS

Optomechanische Inertialsensoren

Die Firma SensTek GmbH ist eine hochtechnologische Ausgründung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und beschäftigt sich mit der Entwicklung und dem Vertrieb einzigartiger optomechanischer Technologien zur Beschleunigungs- und Inertialmessung. Alleinstellungsmerkmal unserer Technologie ist unter anderem unser geschütztes Messprinzip zur selbstreferenzierenden Inertialmessung mittels hochkompakter tragbarer optomechanischer Sensorik. Die optomechanischen Inertialsensoren (OMIS) können kontinuierlich und breitbandig messen und weisen extrem hohe Bias-Stabilitäten im Mikro-g-Bereich über lange Zeitskalen auf, wobei sich kein elektromagnetisches Feld beeinträchtigend auswirken kann.

Die OMIS können als tragbare Primär- und Sekundärstandards für Beschleunigungs- und Kraftmessungen eingesetzt werden. Dies bedeutet, dass die Produkte Messwerte liefern, welche direkt zum Internationalen Einheitensystem (SI – Système international d'unités) zurückzuführen sind, ohne Notwendigkeit eines externen kosten- und zeitintensiven Kalibrierungsverfahrens.

Darüber hinaus eröffnen diese Produkte neue Möglichkeiten in der terrestrischen, aber auch in der satellitengestützten Navigation. Ferner finden die innovativen Messsysteme Einsatzmöglichkeiten in Industriesektoren der Automobil- und Verkehrstechnologie, der erneuerbaren Energien wie zum Beispiel Windkraftwerke oder auch konventionelle Kraftwerke, der Luft-, See- und Raumfahrt sowie in der Sicherheitsbranche. Vor allem Anwendungen in autonomen Fahrzeugen mittels sogenannter intelligenter Systeme und in der Smart-Sensorik (Smart-Industrieverfahren – Industrie 4.0) sowie Positionierungs- und Zeitreferenzsysteme (GPS/Galileo zukünftiger Generationen) für die Inertialnavigation werden von den Produkten profitieren. SensTek entwickelt die OMIS über mehrere Empfindlichkeitsbereiche und Messbandbreiten. Somit sind die OMIS auch als Gravimeter und Gradiometer für geowissenschaftliche Zwecke und in der Mineralien- und Ölindustrie zur Identifizierung von Reservoiren von erheblichem Vorteil. In der Navigation werden diese kompakten Inertialmesssysteme insbesondere in Umgebungen eingesetzt werden, in denen GPS-/Galileo-Signale unzugänglich sind, zum Beispiel auf Unterseebooten oder in Umgebungen, in denen GPS- oder Galileo-Signale absichtlich geblockt oder verfälscht werden.



PVThermoTruck

Photovoltaik-Diesel-Kühlsystemtechnik für Transportfahrzeuge der temperaturgeführten Logistik

i Kurzbeschreibung

Durch die Kombination von konventionellen und erneuerbaren Energiequellen lassen sich autarke Energiesysteme sowohl ökologisch als auch ökonomisch optimieren. Der PVThermoTruck wendet einen hybriden Energieansatz auf Photovoltaik-Diesel-Kühlsysteme für den Warentransport an. Überprüft wird zudem, ob sich so Dieselkraftstoff einsparen lässt.

🎯 Ziele

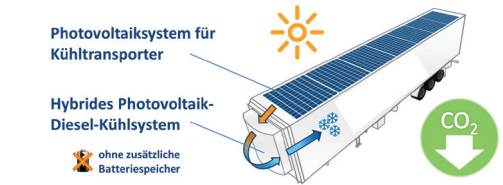
Ideale Kombination von Photovoltaik- und Kühlsystemen an sonnenreichen Tagen mit erhöhtem Kühlbedarf für den Warentransport

🌍 Anwendungen

- Anwender: Unternehmen temperaturgeführter Logistik
- Möglicher Technologie-Einsatz in 100.000 Kühl-Lkw in Deutschland
- Einsparpotenzial von circa 1.500 Liter Dieselkraftstoff und circa 2.600–5.200 Kilogramm CO₂ innerhalb eines Jahreszyklus pro Kühlsattelaufleger (40 Tonnen) in Europa

Perspektiven

- Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele gemäß „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“ [BMBU]
- Stärkung der Grünen Logistik durch Reduktion von CO₂-Emissionen nach DIN EN 16258
- Imageverbesserung des Logistiksektors
- Ausblick: Sektorenkopplung im öffentlichen Straßenverkehr



👤 Beteiligte

DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme, Oldenburg

📄 Daten und Fakten

- Erstmalige Entwicklung einer fundierten Ertragsprognose für mobile Photovoltaiksysteme
- Zum Patent eingereichte Regelungstechnik „Energiespeicherung in Kälte“
- Vorteile: Robustes Hybrid-Kühlsystem mit verbesserter Wirtschaftlichkeit
- CO₂-Reduktion gegenüber herkömmlicher Lkw-Kühlkoffersysteme: bis zu 30 %

PVThermoTruck

Photovoltaik-Diesel-Kühlsystemtechnik für Transportfahrzeuge
der temperaturgeführten Logistik

Technologiedemonstration – hybride Lkw-Kühlsysteme

Seit 2014 beschäftigen sich die Forscher des DLR-Instituts für Vernetzte Energiesysteme intensiv mit der Konzeptionierung von mobilen Photovoltaik-Systemen im Bereich der temperaturgeführten Logistik. Um die mögliche Relevanz und Markttauglichkeit einer solchen Technologie zu beurteilen, wurde unter anderem in einer Masterarbeit eine Marktanalyse des Logistiksektors durchgeführt. Es zeigte sich die hohe Relevanz neuer Innovationen zur Senkung des Energieverbrauchs und die Bereitschaft der Unternehmen zu einer grüneren Logistik. Eine sichtbare Maßnahme zur CO₂-Einsparung kann im Wettbewerb Kunden gewinnen und das Image des Unternehmens positiv beeinflussen.

Für die Abschätzung der Einsparpotenziale von photovoltaikgestützten Kühlsystemen für den Warentransport wurde ein neues Ertragsprognose-Modell erstellt. Damit lässt sich für jede existierende Verkehrsrouten voraussagen, wie viel Energieertrag im Jahresdurchschnitt der mobilen PV-Systeme erwartet werden kann. Die berechneten Ergebnisse basieren auf realen Telemetriedaten und zeigen, dass für Routen innerhalb Europas circa 1.000-2.000 Liter Dieseldieselkraftstoff für das Kühlaggregat pro Jahr eingespart werden können, was bei Gekühlter Ware einer Einsparung von etwa 30–40 Prozent entspricht.

Entscheidend für die Rentabilität des Konzepts ist die Einspeisung der Photovoltaikenergie in das vorhandene Kühlsystem. Diese wurde mit Hilfe eines neuen Modells zur Abbildung von Kühlaggregaten unter Berücksichtigung aller möglichen Störeinflüsse analysiert. Ein wesentliches Ergebnis betrifft eine optimierte Regelungsstruktur. Mit ihr kann sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Sicht ein Maximum an Photovoltaikenergie integriert werden, ohne dabei zusätzliche elektrochemische Zwischenspeicher (Batterien) zu verwenden.

Die Erkenntnisse legen eine 2-Sollwert-Regelung nahe, welche sich das DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme in Form einer Patentanmeldung sichert. Das Funktionsprinzip: Bei ausreichend hoher elektrischer Leistung aus dem Photovoltaiksystem wird die Systemkühlung auf einen niedrigeren Temperatur-Sollwert geregelt. Die so gewonnene Energie wird in Form von Kälte gespeichert und bietet den Vorteil, auf herkömmliche Batteriespeicher verzichten zu können, die neben einem hohen Preis auch noch den Nachteil einer hohen Wartungsintensität haben.



Kinfinity Suit & Glove

Kinfinity-Technologie

Kurzbeschreibung

Mit der Kinfinity-Technologie ist es möglich, Bewegungsdaten des Menschen aufzuzeichnen und diese zur Weiterverarbeitung an einen Computer zu leiten. Dies ermöglicht das Programmieren von Robotern durch das Vormachen der Bewegungen des Menschen, aber auch die Möglichkeit von Trainings sowie Reparaturen in der VR/AR im Kontext von Industrie 4.0.



Ziele

Neue Generation multimodaler Steuerungsinstrumente, die Bewegungen der Finger, Arme und Beine des Anwenders durch Sensoren in Textilien erfasst und weiterverarbeitet

Beteiligte

DLR-Institut für Robotik und Mechatronik, Kinfinity

Anwendungen

- Robotik
- Fertigungsprozess
- Medizin
- Industrie 4.0

Perspektiven

- Telemanipulation
- Training und Reparatur in der Virtual/Augmented Reality
- Einfaches Programmieren von Robotern
- Training von schwierigen Fingerbewegungen (Chirurgie und Fertigungsprozesse)
- Erweiterung von Designvorgängen
- Manipulation von Gegenständen in der Virtual Reality

Daten und Fakten

Freiheitsgrad: > 20
Größe: verschiedene Standardgrößen, Maßanfertigung möglich
Datenübertragung: USB, Ethernet, Bluetooth, Wi-Fi, RS422
Datenrate: 1 kHz
Versorgungsspannung: Akku oder USB
Controller: Controller für verschiedene Roboter auf Anfrage verfügbar, HMI für Roboter sowie VR-/AR-Anwendungen



Kinifinity Suit & Glove

Kinifinity-Technologie

Die Kinifinity-Technologie wurde für eine neue Generation multimodaler Steuerungsinstrumente entwickelt. Mit dieser textilen Technologie ist es möglich, einfache, aber auch komplexe Bewegungen der Finger, Arme und Beine des Anwenders zu erfassen und weiterzuverarbeiten. Der Anwender kann dadurch mit einfachen Armbewegungen Roboterarme steuern, diese Trajektorien aufzeichnen und beliebig oft abspielen. Dies ermöglicht eine Programmierung von einfachen sowie komplexen Robotern innerhalb kürzester Zeit ohne besondere Vorkenntnisse.

Die virtuelle Anwendererfahrung wird mit der Kinifinity-Technologie noch intuitiver und präziser. Dadurch erhält der Benutzer die Möglichkeit, Gegenstände zu berühren, Arbeiter zu trainieren sowie beliebige Bewegungen exakt auszuführen, ohne neue Steuerungsmethoden erlernen zu müssen. Aber auch bei anfallenden Reparaturen können die aufgezeichneten Bewegungen des Anwenders dazu verwendet werden, Hilfestellung zu leisten, um so ein besseres Ergebnis zu erzielen und die Kosten zu senken. Dies ist insbesondere bei chirurgischen Eingriffen oder Fertigungsprozessen relevant. Selbst die kleinsten Bewegungen werden in der Visualisierungssoftware ohne Verzögerung wiedergegeben. Dank dieser intelligenten Software kann der Nutzer jede Gelenkposition anpassen und steuern.

Das Augenmerk in der Entwicklung der Technologie lag hierbei auf dem Kontext der Industrie 4.0, um eine hohe technische Assistenz, Reduzierung der Kosten sowie eine Vereinfachung der Produktion zu ermöglichen.

Die Kinifinity-Technologie stellt eine hochgenaue Position der menschlichen Finger, Arme sowie Beine in Echtzeit zur Verfügung. Je nach Bedarf kann nahtlos zwischen der kabellosen und der kabelgebundenen Lösung gewechselt werden. Dank der nutzerfreundlichen Schnittstelle, die ein intelligentes Kalibrierungs-Tool beinhaltet, kann das System innerhalb weniger Minuten von einem neuen Nutzer verwendet werden. Die hohe Leistung der Kinifinity-Technologie wird durch die Kombination mehrerer patentierter Sensor-Technologien erreicht.

HELMHOLTZ

SPITZENFORSCHUNG FÜR
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

Gefördert durch den Impuls- und Vernetzungsfonds
der Helmholtz-Gemeinschaft



David

Humanoider Roboter

Kurzbeschreibung

Der anthropomorphe Roboter David ist ein Forschungsroboter des DLR. Er besitzt Gelenke mit Variable-Steifigkeits-Aktoren, welche eine mechanisch verstellbare Flexibilität im Antriebsstrang aufweisen. Ein Ziel bei der Entwicklung ist es, den Fähigkeiten des Menschen näherzukommen, insbesondere im Hinblick auf Dynamik, Geschicklichkeit und Robustheit. David hat nicht nur eine mit dem Menschen vergleichbare Größe, sondern verfügt auch über einen ähnlichen Bewegungsraum. Alle Gelenke der Finger lassen sich einzeln ansteuern und verleihen dem System dadurch eine außerordentlich hohe Fingerfertigkeit.



Ziele

Der Roboter soll in einer für Menschen gemachten Umgebung agieren. Seine humanoide Gestalt soll eine intuitive Bedienung und Programmierung ermöglichen.

Beteiligte

DLR Robotik und Mechatronik Zentrum

Anwendungen

- Telepräsenz
- Neuartige Antriebskonzepte
- Künstliche Intelligenz

Perspektiven

- Assistenz-System zur Mensch-Maschine-Interaktion
- Unterstützung in gefährlichen Situationen
- Wartungsaufgaben
- Den Menschen besser verstehen lernen
- Unstrukturierte Umgebungen
- Methoden zur Greifplanung
- Effizienzsteigerung

Daten und Fakten

- Größe:** erwachsener Mensch
- Gewicht:** ca. 26 kg
- Freiheitsgrade:** 41
- Aktuierung:** 76 bürstenlose Gleichstrommotoren
- Sensorik:** 165 Positionssensoren
- Geschwindigkeit:** vergleichbar mit der des Menschen
- Arbeitsraum:** vergleichbar mit dem des Menschen



David

Humanoider Roboter

Der Roboter David wird kontinuierlich zu einem vollständigen humanoiden Roboter erweitert. Er besitzt im Moment zwei Arme, einen Hals und einen Kopf. David soll in einer für den Menschen gemachten Umgebung eingesetzt werden. Hierfür soll er dem menschlichen Vorbild in Größe, Kraft und Beweglichkeit möglichst nahekommen. Das mechatronische Konzept von David basiert auf leistungsstarken und effizienten bürstenlosen Motoren, die mit hoch integrierter Leistungs- und Digitalelektronik im Roboter kombiniert sind. Die Hände sind bei hoher Leistungsfähigkeit schlank und leicht, da deren Antriebe in den Unterarmen verbaut sind.

David soll sicher in einer unstrukturierten und sich dynamisch verändernden Umgebung agieren können. Kollisionen mit Objekten und Hindernissen können in unbekanntem Terrain während eines normalen Einsatzes vorkommen. Diese schnellen Einschläge bei Kollisionen führen bei konventionellen steifen humanoiden Robotern in vielen Situationen zu erheblichen Beschädigungen an der Struktur oder dem Antriebsstrang. Dies kann zu einem vollständigen Missionsabbruch führen. Um diese Gefahr zu minimieren, haben wir David in allen 41 Freiheitsgraden Variable-Steifigkeits-Aktoren (VSA) mit echten mechanischen Federn eingebaut. Diese Variable-Steifigkeits-Aktoren weisen eine große mechanische Elastizität auf. Die Steifigkeit dieser Elastizität in den Gelenken kann, ähnlich wie beim Menschen, durch Kokontraktion der Muskeln stufenlos verändert werden. Die hohe Elastizität in den Gelenken des Roboters kann die Kollisionsenergie puffern. Hierbei wirkt die Feder zwischen dem Getriebe und dem Abtrieb wie ein mechanischer Tiefpass-Filter, der Drehmomentspitzen/Kraftspitzen am Abtrieb abmildert. Dies führt zu erhöhter mechanischer Robustheit.

Eine weitere Motivation für die Entwicklung von David ist es, menschenähnliche hochdynamische Bewegungen ausführen zu können. Die Federn in den VSA fungieren als Energiespeicher, die es ermöglichen, sehr schnelle Bewegungen auszuführen – sogar schneller als die maximale Geschwindigkeit der Motoren. Darüber hinaus kann die Energieeffizienz für bestimmte zyklische Bewegungen gesteigert werden. Bei geschickter Anregung des natürlichen Schwingverhaltens des Systems findet der Großteil der Bewegung in den Federn statt. In diesem Fall müssen sich die Motoren und Getriebe mit ihren hohen Energieverlusten nur mit einer geringeren Geschwindigkeit und Auslenkung als die Robotergelenke bewegen. Dadurch entsteht insgesamt eine effizientere Bewegung.



COPRO®-Technologie

Continuous Preforming of Composite Profiles

Kurzbeschreibung

Die COPRO®-Technologie bietet individuelle Produktionslösungen für Leichtbauteile aus Faserverbunden. Als Spin-off des DLR entwickelt die COPRO Technology GmbH kundenspezifische Automatisierungskonzepte bis zur effizienten Serienfertigung. Das Angebot umfasst Konzepte, CAD-Design und Aufbau von Fertigungsanlagen sowie Leichtbau-Bauteile und zugehörige Dienstleistungen.



Ziele

Kosteneffiziente Fertigung von Faserverbundprofilen durch kontinuierliche Rollform-Prozesse, hohe Prozessrobustheit, Bauteilkomplexität und Taktraten

Beteiligte

COPRO Technology GmbH, DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adapttronik, Helmholtz-Gemeinschaft

Anwendungen

- Effiziente, leicht adaptierbare Lösungen für alle Bereiche des Composite-Profilpreformings
- Luftfahrt
- Automobilbau
- Transport
- Windenergie
- Industrie
- Bauwesen

Perspektiven

- Strukturprofile für Flugzeugrumpfe, Tragflächen, Leitwerk
- Karosseriprofile
- Strukturprofile für LKW, Züge, Boote und Wohnmobile
- Windturbinen-Rotorblätter
- Rahmen, Traversen, Greifarme, Linearführungen
- Tragwerke, Brücken- und Dachrahmen

Daten und Fakten

Patentierter Rollform-Technologie zur Composite-Profilherstellung
Vorteile: Höhere Produktivität und Wirtschaftlichkeit, bis zu 35 % Kosteneinsparungspotenzial
Unternehmensgründung: 17.10.2016
Partner: DLR
Projektpartner: BMW, Airbus
Wissenschaftliche Begleiter: DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adapttronik



COPRO®-Technologie

Continuous Preforming of Composite Profiles

Die COPRO® (Continuous Preforming of Composite Profiles)-Technologie ist ein einzigartiges Verfahren für die effiziente Fertigung von Leichtbauteilen durch Rollformen. Sie stellt eine wirtschaftliche Alternative zu den etablierten Wickel-, Flecht- und Pressverfahren dar. Selbst komplexe 3D-variable Faserverbund-Profilgeometrien lassen sich kontinuierlich fertigen und den etablierten Weiterverarbeitungsprozessen zuführen. Die Technologie ist durch das DLR über ein adäquates Schutzrechtsportfolio geschützt, welches von der COPRO Technology GmbH verwertet wird.

Im Vergleich zu etablierten Fertigungstechnologien sichert die COPRO®-Technologie eine höhere Produktivität und Wirtschaftlichkeit. Sie ist flexibel und ermöglicht die kontinuierliche, materialschonende und effiziente Umformung von textilen Halbzeugen zu Profilpreforms. Als Bestandteil der RTM-Prozesskette erlaubt es die COPRO®-Technologie, mehrere Prozessschritte zu einem integrierten Verfahren zu verdichten. Es lassen sich Taktraten erhöhen, Fertigungs- und Umrüstzeiten verkürzen sowie Investitions- und Unterhaltungskosten reduzieren. Das Kosteneinsparpotenzial im Prozessschritt Preforming beträgt bis zu 35 Prozent.

Für die COPRO®-Technologie sind ein Proof-of-Concept, ein Demonstrator sowie zwei industriennahe Fertigungsanlagen für Bauteile aus der Luftfahrt- und Automobilindustrie entstanden. Von Anfang an ist die Technologie für die und mit der Industrie entwickelt worden. So wurde die COPRO Technology GmbH im industriellen Forschungsumfeld mit der Entwicklung einer Fertigungsanlage für die Herstellung von hybriden Profilbauteilen beauftragt. Neben der bereits erfolgreich ausgehandelten Kooperation mit BMW, einem Forschungsprojekt mit Airbus sowie einem Entwicklungsvertrag mit einem weiteren großen Luftfahrt-Unternehmen steht die COPRO Technology GmbH kontinuierlich im Gespräch mit OEMs und Zulieferern, unter anderem des Transportwesens.

Die COPRO Technology GmbH bietet den Bau und die Inbetriebnahme von Fertigungsanlagen und die Herstellung von Pilot- und Kleinserien von Profilpreforms beziehungsweise Compositeprofilen an. Mit ihrem Angebotsportfolio will die COPRO Technology GmbH zu einem verlässlichen Partner für Industrieunternehmen im Bereich der Composite-Profilherstellung werden und sich als Lieferant für Profilpreforms und -bauteile etablieren.

HELMHOLTZ

SPITZENFORSCHUNG FÜR
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

Gefördert durch den Impuls- und Vernetzungsfonds
der Helmholtz-Gemeinschaft



VibroTac

Vibrotaktiler Armband zur Informationsausgabe

Kurzbeschreibung

Das **VibroTac**-Armband enthält sechs Vibrationsmotoren, die dem Träger diverse Informationen übermitteln. Der neue Prototyp **VibroTac S** ist zusätzlich mit „Time-of-Flight“-Abstandssensoren ausgestattet, die das nahe Umfeld des Nutzers erfassen. Es werden Richtung und Distanz von erfassten Objekten intuitiv übermittelt, was dem Träger eine Art zusätzliche Sinneswahrnehmung verleiht.

Ziele

Vielseitige Informationsausgabe durch unterschiedlichste Vibrationsmuster
Innovative Umfelderkennung mit intuitiver Rückmeldung erfasster Objekte

Anwendungen

Automotive Taktung von Prozessen und Aufmerksamkeitslenkung der Mitarbeiter

Healthcare Unterstützung blinder und sehbehinderter Menschen

Virtuelle Realität & Gaming
Kollisions-Feedback zur Steigerung der Immersion

Perspektiven

Telerobotik: Effizientes Arbeiten durch Kraft- und Kollisionsrückmeldung

Training mit augmentierter Realität: Verbesserung von Lernprozessen durch die Ausgabe intuitiver Bewegungsanweisungen



Beteiligte

DLR-Institut für Robotik und Mechatronik, DLR-Technologiemarketing, SENSODRIVE GmbH (Vermarktung des VibroTac)

Daten und Fakten

- Aktoren: sechs zylindrische Vibrationsmotoren für Orts- und Richtungsangaben
- Distanzsensoren für gleichzeitige Erfassung in mehrere Richtungen bis zu circa einem Meter
- Technologietransfer 2012 an die Firma SENSODRIVE (www.sensodrive.de)
- Auszeichnungen: DLR Innovation Award 2012, M2M Challenge 2012/2013 u.a.m.



VibroTac

Vibrotaktiler Armband zur Informationsausgabe

VibroTac (vibrotaktiler Armband zur Informationsausgabe) und VibroTac S (ausgestattet mit zusätzlicher Sensorik zur Objektdetektion im Nahfeld des Nutzers)

Das VibroTac ist ein innovatives Armband, das mittels Vibration unterschiedlichste Informationen an den Menschen übermitteln kann. Mehrere elastisch miteinander verbundene Vibrationsmodule, die in ihrem Signalverlauf separat ansteuerbar sind, erzeugen Stimulationsmuster, die vom Benutzer eindeutig interpretiert werden können. Dies erlaubt intuitiv verständliche Orts- und Richtungsangaben.

Das patentierte Konzept ermöglicht eine ergonomische Nutzung bei unterschiedlichen Armdurchmessern und erlaubt durch die drahtlose Kommunikationsschnittstelle und den Akkubetrieb einen uneingeschränkten Bewegungsfreiraum. Der Funktionsumfang und damit die vielseitige Einsetzbarkeit des Geräts wurde durch die Integration von Distanzsensorik zur Hinderniserkennung im nahen Umfeld des Nutzers erweitert. Die Besonderheit hierbei ist die gleichzeitige Erfassung von mehreren Bereichen in verschiedene Richtungen sowie die intuitive Rückmeldung von Distanz und Richtung der detektierten Objekte. Das vibrotaktile Sensorarmband VibroTac S ist somit in der Lage, als elektronisches Hilfsmittel zum Beispiel blinde und sehbehinderte Menschen in ihrem Alltag und bei ihrer Orientierung zu unterstützen. Gerade im Hinblick auf den klassischen Blindenstock, der nicht zur Detektion von Hindernissen im Kopf- und Brustbereich (zum Beispiel geöffnete Fenster oder herabhängende Äste) geeignet ist, lassen sich mit diesem System Kollisionen und Verletzungen vermeiden.

Nutzerstudien in unterschiedlichen Anwendungen wie zum Beispiel Kraft- und Kollisionsrückmeldung aus virtueller Realität und Telerobotik, Aufmerksamkeitslenkung in komplexen Arbeitsbereichen, neuartige Ausbildungskonzepte mit augmentierter Realität, Navigation und Unterstützung blinder Menschen belegen den erfolgreichen Einsatz des patentierten Geräts.



C.R.O.P.®

Combined Regenerative Organic-Food Production

i Kurzbeschreibung

Das DLR C.R.O.P.®-Verfahren ist eine rein biologische Methode zur Erzeugung von Düngemitteln aus biologischen Abfallstoffen und stark stickstoffhaltigen Abwässern. Die umweltfreundliche Rückgewinnung von Nährstoffen sowie der Emissions- und Gewässerschutz unserer Erde stehen im Vordergrund dieser Technologie.



🎯 Ziele

Rückgewinnung von Stickstoff und Phosphat als Düngemittelgranulat aus Gülle und stickstoffhaltigen Abwässern sowie Entfernung von Medikamentenrückständen

👤 Beteiligte

DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR-Technologiemarketing

🌍 Anwendungen

- Veredelung des Problemstoffs Gülle in ein biologisches Düngemittel
- Verarbeitung von Gärresten aus Biogasanlagen zur Gewinnung von Stickstoff und Phosphat
- Entgiftung von mit Xenobiotika belasteten Abwässern aus Krankenhäusern und Pflegeheimen

👁️ Perspektiven

- Gesamtsysteme zur Rückgewinnung aller Nährstoffe aus Gülle und Abwasser
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Güllehandels
- Einsatz in Ballungszentren
- Kopplung mit Pflanzenanbau

📄 Daten und Fakten

- Rein biologisches System
- Keine Verwendung von zusätzlichen Chemikalien oder Gefahrstoffen
- Nachgewiesene Entgiftung von Ibuprofen und Diclofenac mit bis zu 99,9 %



C.R.O.P.[®]

Combined Regenerative Organic-Food Production

Technologiedemonstration

Die landwirtschaftliche Produktion der Zukunft bewegt sich zwischen der dringend nötigen Verbesserung der Nachhaltigkeit und der genauso wichtigen Steigerung der Produktivität. Daher müssen zukünftige Agrarsysteme mehrere Bedingungen erfüllen.

Sie sollten

- eine Balance zwischen intensivem Anbau mit hohem Ertrag pro Flächeneinheit zur effektiven Lebensmittelproduktion und extensiver Landnutzung zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen finden,
- den Verbrauch endlicher Ressourcen für die Düngung beenden,
- Emissionen von Treibhausgasen und Umweltgiften reduzieren.

Die Idee des nachhaltigen und emissionsarmen Anbaus von Nutzpflanzen unter Verwendung von ertragsstarken Anbausystemen hat viele Gemeinsamkeiten mit dem Konzept bioregenerativer Lebenserhaltungssysteme aus der Raumfahrt. In beiden Fällen wird Abfall als ein wertvoller Rohstoff betrachtet und einer weiteren Nutzung zugeführt.

Das Projekt C.R.O.P.[®] verbindet Wissen aus der Raumfahrt mit dem der Agrarwissenschaften, um ein Agrarsystem zu entwickeln, welches vorhandene Stoffflüsse optimiert und nachhaltiger nutzt.

Die Tierproduktion erzeugt große Mengen Gülle, die auf dem hofeigenen Land ausgebracht oder als Dünger gehandelt wird. Gülleausbringung ist eine bekannte Quelle von Umweltverschmutzung und daher gesetzlich geregelt. C.R.O.P.[®] zielt darauf ab, die Emissionen bei der Güllennutzung durch den Einsatz moderner mikrobieller Filtertechnik zu reduzieren. Das Projekt umfasst eine Nutzungskaskade, in der die Gülle zunächst als Energiequelle in einer Biogasanlage genutzt wird. Im zweiten Schritt wird die flüssige Fraktion vom Gärrest separiert und in einer aeroben Biofiltereinheit (C.R.O.P.[®]-Filter) weiterverarbeitet. Dieser Prozess erzeugt eine nährstoffreiche Lösung, die nach Sterilisation und Aufkonzentrierung in einen hochwertigen Wirtschaftsdünger überführt wird.



Impressum

Herausgeber:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Anschrift: Linder Höhe, 51147 Köln

Redaktionsleitung: Andreas Schütz (ViSdP), Leitung Media Relations, Pressesprecher

Redaktion:

Daniel Beckmann
Elke Heinemann
Cornelia Schlesier
Cordula Tegen
Michael Müller

Übersetzung: EJR-Quartz, Leiden/NL

Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH, Troisdorf

Idee Layout: Dr. Christian Karrasch

Druck: M & E Druckhaus, Belm

Drucklegung: Köln, April 2018

Abdruck (auch von Teilen) oder sonstige Verwendung nur nach vorheriger Absprache mit dem DLR gestattet. Die in den Texten verwendeten weiblichen oder männlichen Bezeichnungen für Personengruppen gelten für alle Geschlechter.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



DLR.de