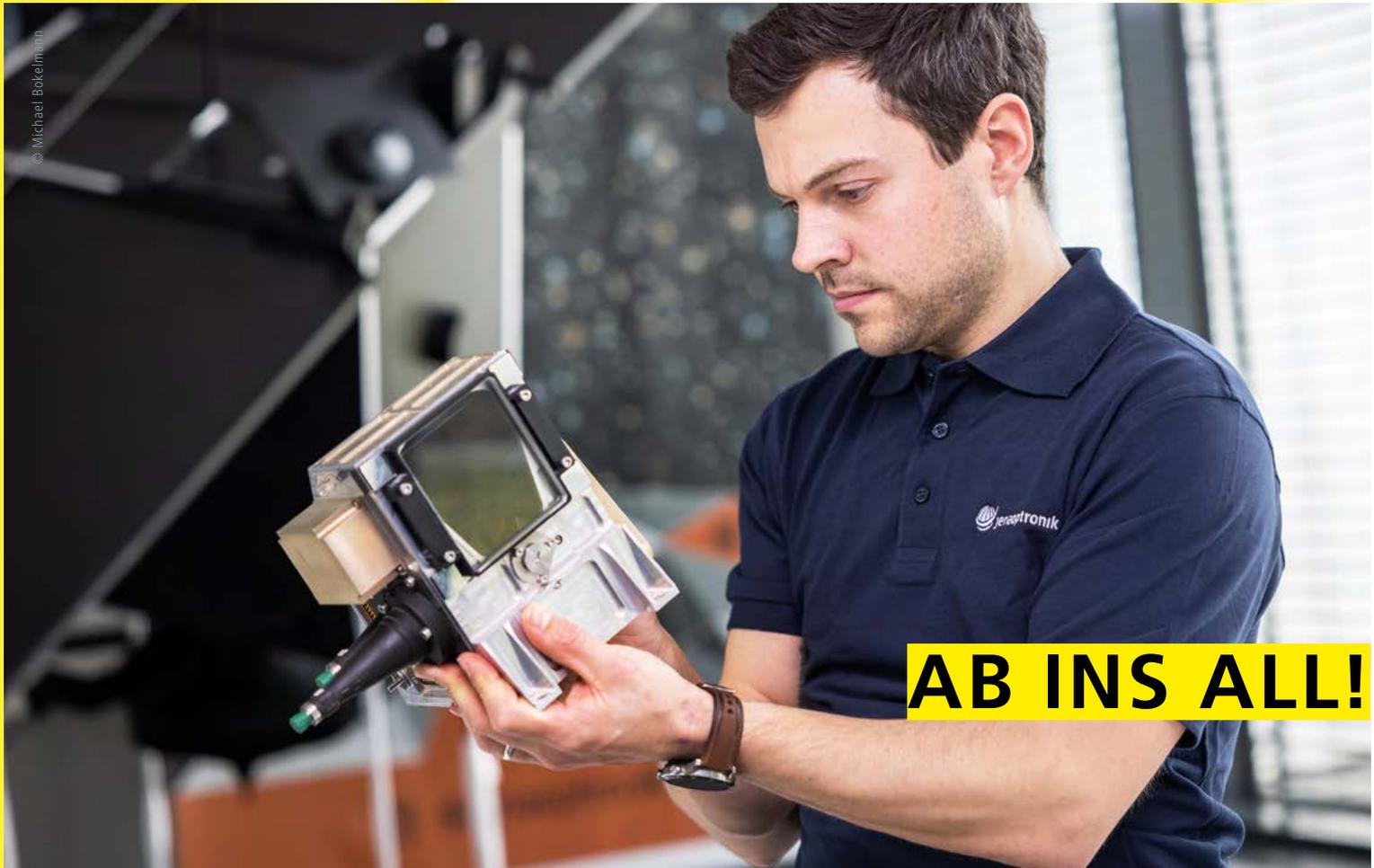


# RAUMFAHRT



## AB INS ALL!

### PORTRÄT PER ABSTANDHALTER ZUM MOND

ab Seite 2

### NEWS NEUES AUS DEM WELTRAUM

ab Seite 4

Mit dem Taxi in den Weltraum? So ähnlich könnte man einen Raketenflug ins All beschreiben. Denn der Aufstieg ist in nur acht Minuten erledigt. Die Reise zur ISS dauert dagegen etwa so lange wie eine ICE-Fahrt von Hamburg nach Stuttgart: gerade einmal sechs Stunden bis zum Ziel. Für das erfolgreiche Andocken an die ISS ist eine Menge Technik nötig. Darum kümmert sich Ingenieur Aleksandar Lukić bei Jena-Optronik. Er entwickelt eine Art hochpräzisen Laser-Abstundsmesser. Dieser soll 2025 bei der nächsten bemannten Mondmission an Bord sein. Unter dem Begriff „New Space“ wird viel geforscht und entwickelt. Neue, ins All geschickte Technologien könnten die Lösung für einige unserer Probleme hier auf der Erde sein.

Um die Weitergabe des dafür benötigten technischen Know-hows kümmern sich die Hochschulen in zahlreichen Studiengängen im Bereich Raumfahrt. Isabella hat sich im Studium auf Raumfahrtelektronik spezialisiert und Praxiserfahrungen gesammelt. Wird sie mit ihrer Entwicklung bald abheben?



*Dr. Aleksandar Lukić ist Spezialist für einen Laser, der im All die Abstände der Raumschiffe zueinander extrem präzise misst*

## EIN LASER FÜRS ALL

Ein LiDAR (Light Detection and Ranging) ist beispielsweise wichtig, wenn eine Raumfähre mal eben an der ISS andocken will. Niemand möchte eine Karambolage im All, daher die besondere Präzision. Dass darüber hinaus im Weltall ganz spezielle Anforderungen an die Technik gestellt werden, ist bekannt. So lassen sich auf von der Sonne angestrahlten Oberflächen eines Raumschiffes schnell 120 Grad messen, während auf der Schattenseite -160 Grad herrschen. Die kosmische Strahlung kommt hinzu, plus extreme Erschütterungen beim Start. Dr. Aleksandar Lukić ist als Projektmanager seit fast sechs Jahren bei Jena-Optronik tätig und feilt dort an den Spezifikationen des LiDAR. „Kunden schicken uns mal mehr, mal weniger Anforderungen für die Technik einer Weltraummission. In allen Fällen müssen wir checken, was unsere Geräte können und was wir anpassen müssen, um diesen Anforderungen zu entsprechen“, erklärt der 35-Jährige. Seit einigen Monaten ist es seine Aufgabe, den LiDAR für die erste bemannte Mondlandung seit über 50 Jahren zu optimieren. 2025 soll die Mondmission Artemis 3 starten. Die unbemannte Mission Artemis 1 kehrte im Dezember 2022 nach einem Monat im All wohlbehalten auf die Erde zurück. An Bord ebenfalls Technik aus Jena.

# PER ABSTANDHALTER ZUM MOND

**In Jena entstehen hochkomplexe Sensoren für das Weltall, damit Raketen, Satelliten, Raumstationen und auch Mondfähren problemlos funktionieren. Eine Aufgabe für technikbegeisterte Ingenieur\*innen mit einem besonderen Faible für die Raumfahrt.**

Eine Box aus Aluminium, groß wie ein Schuhkarton. Darin befindet sich die Technik mit einem Laser der Spitzenklasse, der Distanzen ermitteln kann. Im Grunde ähnlich wie bei einem Abstandhalter im Auto, bloß ein bisschen präziser. Reicht beim Auto eine Genauigkeit von rund zehn Zentimetern auf kurzer Distanz, erreicht der LiDAR diesen Wert noch in einer Entfernung von mehreren Kilometern. Wie gesagt: etwas präziser.

*Die Technik fürs All steckt in unscheinbaren Aluminium-Boxen. Darin aber maximale Ingenieursqualität für die reibungslose Funktion in lebensfeindlicher Umgebung.*



In den riesigen  
Reinräumen entsteht die  
Technik für das Weltall  
an hochspezialisierten  
Arbeitsplätzen.



© Michael Bokelmann

## AKADEMISCHE LUST

Aleksandar Lukić stammt aus dem ehemaligen Jugoslawien, wuchs aber in Duisburg auf, ging dort zur Schule und studierte dann zunächst Mikrosystemtechnik in Regensburg. Er war der letzte Diplom-Ingenieur an seiner FH, was ihn nicht von einem ergänzenden Master in Laser- und Optotechnologie in Jena abhielt. „Es ging mir nie darum, Abschlüsse zu sammeln oder einen höherwertigen Abschluss zu machen. Ich wollte einfach weiterstudieren, weil es mich interessierte.“ Nach Diplom und Master folgte dann noch die Promotion am Institut für Photonische Technologien, ebenfalls in Jena. Es ist eine akademische Karriere, die mit dem Einstieg bei Jena-Optronik endete. Seitdem arbeitet er in einem interdisziplinären Ingenieursteam aus den Bereichen Optik, Mechanik, Elektronik, Software sowie mit Strahlen- und Thermalexpert\*innen, wenn wieder eine Anfrage aus der Raumfahrt auf seinem Tisch landet. So wie die für das Artemis-Programm.



Der Satellit als Modell.  
Das Original befindet  
sich längst im Orbit -  
darin Technik aus Jena.

## TEURES WELTRAUMVERGNÜGEN

Hinzu kommen die extrem hohen Sicherheitsstandards in der bemannten Raumfahrt. Die Space-Shuttle-Unglücke der Challenger 1986 und der Columbia 2003 sind noch allgegenwärtig und fordern strenge Bestimmungen, welche die Produktion jedes Raketendetails sehr aufwendig und teuer werden lassen. So rechnet die NASA für die Landung einer bemannten Raumfähre auf dem Mond mit 28 Milliarden Dollar. Ein kleiner Teil davon fließt nach Jena.

## JENSEITS DER MASSENWARE

1972 landete die letzte bemannte Mondfähre auf dem Mond und bildete damit den Abschluss des legendären Apolloprogramms. Seitdem hat nie wieder ein Mensch den Erdtrabanten betreten. Bis demnächst. War Artemis 1 noch ein unbemannter Testflug des US-amerikanischen Raumschiffs Orion, werden für Artemis 2 bereits Astronaut\*innen an Bord sein, die – ebenfalls das erste Mal seit den frühen 1970er Jahren – wieder den Mond umrunden. Auch das ist ein großer Test für den endgültigen Besuch des Mondes 2025. Und immer dabei: Technik, an der auch Aleksandar Lukić seit Jahren beteiligt ist. „Raumfahrt ist auf sehr spezielle Komponenten angewiesen, die es nicht als Massenware gibt. Zum Teil haben wir für einzelne Bauteile Wartezeiten von mehreren Monaten, sodass wir Projekte besonders gut planen müssen.“ Entwicklung, Aufbau, Tests und Freigabe eines Sensors fürs All können so bis zu zwei Jahre dauern.

Das ganze Interview mit Aleksandar  
gibt es als Video hier zu sehen:  
[s.think-ing.de/lukic](https://s.think-ing.de/lukic)



## EIN NAVI FÜRS WELTALL

Der LiDAR von Aleksandar Lukić ist das eine Bauteil an Bord der kommenden Mondkapsel. Das andere ist ein Sternensensor. Eine extrem hochauflösende Kamera, die die Position der Landefähre im Weltall anhand einer integrierten Sternenkarte permanent abgleicht. Ein Navi fürs Weltall. 250 Kolleg\*innen sind in Jena an diesen technischen Spezialitäten für die Raumfahrt beteiligt und alle spüren sie diesen ganz besonderen Spirit, der vom Weltall ausgeht. Der Blick zu den Sternen hat bei allem Verständnis für Technik und Physik einfach etwas Faszinierendes und bei Jena-Optronik ist man mittendrin in dieser Faszination.

# NEUES AUS DEM WELTRAUM

## SOLARIS: SONNENENERGIE RUND UM DIE UHR

Es klingt wie eine Idee aus der klassischen Sci-Fi-Serie Star Trek. Ingenieur\*innen arbeiten daran, Kraftwerke im Orbit zu stationieren, dort Sonnenenergie zu produzieren und mittels Mikrowellen zur Erde zu schicken.

Solaris heißt das europäische Projekt zur Errichtung geostationärer Sonnenkraftwerke. Bis 2025 will die Europäische Weltraumbehörde ESA die Technik dafür zur Verfügung stellen und einen Testsatelliten in den Orbit bringen. Das erste europäische Solarkraftwerk im Weltraum soll dann bis 2040 entstehen. Die Technik dazu führte der Luft- und Raumfahrtkonzern Airbus im vergangenen Herbst vor. Im Modell funktionierte das sogenannte Power Beaming, die Stromübertragung per Mikrowellen, perfekt. Aber wie sieht es bei den viel größeren Distanzen im All aus? Das ist auch für die Ingenieur\*innen bei Airbus noch Zukunftsmusik. Die

Technik wäre aber auch auf der Erde nicht nutzlos: Sie könnte etwa Hochspannungstrassen ersetzen, die wir dringend für die Energiewende benötigen, Strom zwischen unbemannten Drohnen übertragen oder künftige teilelektrische Passagierflugzeuge in der Luft versorgen. Bevor ein Mikrowellen-Solarkraftwerk im Orbit einsatzbereit ist, müssen viele Hürden genommen werden. Expert\*innen des Bremer Raumfahrtkonzerns OHB schätzen das Gewicht eines solchen Kraftwerks auf circa 6.000 Tonnen – das 14-Fache der ISS. Tausende von Einzelelementen müssen im Orbit zu einem riesigen Sonnenkollektor zusammengefügt werden, bevor der Strom die 36.000 Kilometer zur Erde zurücklegen kann. Das ist zwar eine technische Herkulesaufgabe, aber auch eine gewaltige Investition in die Zukunft.

Einer der vier großen Galileischen Monde des Jupiter

© NASA/JPL/DLR

So könnte ein Solarkraftwerk im Weltall aussehen

© NASA

## NEW SPACE: DATEN AUS DEM ALL FÜR UMWELTSCHUTZ UND WIRTSCHAFT

In den USA wird Raumfahrt schon seit einiger Zeit nicht mehr ausschließlich von staatlichen Behörden betrieben. Hier haben sich Großinvestoren wie Elon Musk, Richard Branson und Jeff Bezos den Weltraum als Geschäftsmodell erschlossen. Die vom Bund der Deutschen Industrie ins Leben gerufene Initiative New Space will jetzt dafür sorgen, dass private Raumfahrt auch in Deutschland durchstartet.

Ziel ist dabei weder Mars noch Jupiter, sondern vor allem die Erde: Raumfahrt soll der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft einen Schub verleihen. Über 30 Start-ups, Raumfahrtfirmen, Verbände, IT- und klassische Industrieunternehmen haben sich dafür zusammengetan. Jeder von ihnen nutzt Daten, die von Satelliten generiert werden, zum Beispiel für die Logistik, für Industrie 4.0 oder fürs autonome Fahren. Satellitengestützte Anwendungen sollen außerdem helfen, die Umwelt und das Klima genau zu beobachten und knappe Ressourcen nachhaltig einzusetzen. Zwei Beispiele dafür sind das Waldbrandmonitoring aus dem All oder das Smart Farming, die superpräzise Dosierung von Wasser, Saatgut und Dünger auf Feldern. Bis 2030 werden weltweit voraussichtlich 15.200 Satelliten ins All geschossen, 90 Prozent davon Kleinsatelliten. Ein Spaceport in der Nordsee soll schon bald europäischen Missionen den direkten Zugang zum Weltraum sichern. Dieser sogenannte Weltraumbahnhof entpuppt sich bei genauerer Betrachtung als Spezialschiff mit einer Startrampe, das kleine Trägerraketen, auch Microlauncher genannt, samt Satelliten von Bremerhaven aus zum Startpunkt in der Nordsee transportiert.

Technische Impulse aus dem Weltraum

© ESA



Mit Hilfe von Nanosatelliten  
können Waldbrände schon  
frühzeitig entdeckt werden

© OroraTech

## ORORATECH: MIT SATELLITEN GEGEN WALDBRÄNDE

**Ingenieur\*innen begegnen dem bedrohlichen Klimawandel mit Erfindergeist. Im Umfeld des New Space werden viele grüne Innovationen ausgebrütet. Eine davon stammt vom Münchener Start-up OroraTech.**

Das Unternehmen baut mit Infrarotkameras bestückte Satelliten in Schuhkartongröße. Diese messen mit hochauflösenden Wärmebildern und Vegetationsanalysen die Temperatur auf der Erde und machen Brandherde auch in abgelegenen Gebieten ausfindig, lange bevor sie normalerweise entdeckt werden können. Schon heute lokalisiert das Start-up auf sechs Kontinenten rund 100.000 Brände pro Tag. Für den Klimawandel ist das relevant. 17 bis 20 Prozent der gesamten globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden jährlich durch Brände verursacht. Brandkatastrophen richten zudem Schäden in Milliardenhöhe an. Und bei der Bekämpfung von Waldbränden zählt wirklich jede Minute. Eine bei OroraTech entwickelte Software namens Wildfire Intelligence Solutions sammelt die Daten aus dem All und gleicht sie mit Wetterdaten wie Temperaturvorhersagen, Luftfeuchtigkeit und Windstärken ab. Feuerwehren, Nationalpark-Betreiber, Unternehmen oder Behörden werden bei Brandrisiko sofort informiert. In Kanada und Australien ist die Münchener Software bereits erfolgreich im Einsatz.

## JUICE: GIBT ES LEBEN AUF DEN JUPITERMONDEN?

**Die Erforschung des Jupiters geht in die nächste Runde. Eine Ariane-5-Rakete der ESA nahm im April 2023 vom Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana Kurs auf den Gasriesen.**

Damit setzt die ESA die NASA-Missionen Pioneer, Voyager und Galileo fort. Die Mission hat allerdings eine neue Zielrichtung. Wie der Name JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) schon sagt, hat sie es vor allem auf die Jupitermonde abgesehen. Die vier größten unter ihnen – Io, Europa, Ganymed und Kallisto – umkreisen den Gasriesen, der doppelt so viel Masse hat wie alle anderen Planeten zusammen. Nach einer Anflugzeit von mehr als sieben Jahren wird JUICE etwa drei Jahre lang mit den Jupitermonden kreisen und dabei die Magnetosphäre detailliert untersuchen. Anschließend wird der Explorer in die Umlaufbahn des Jupitermondes Ganymed einschwenken und ihn aus 500 Kilometern Entfernung in den Blick nehmen. Mit dem Laserhöhenmesser GALA an Bord der Ariane 5 werden die Topographie, die Hebungen und Senkungen auf der Oberfläche des Mondes, beobachtet. Diese Gezeitenkräfte könnten auf einen Wasserozean unter der Eiskruste Ganymeds hinweisen. Hier wird es dann spannend. Denn wo Wasser ist, da könnte auch organisches Leben sein. Das Instrument wurde unter Leitung des DLR-Instituts für Planetenforschung gemeinsam mit der deutschen Industrie und Instituten aus Japan, der Schweiz und Spanien entwickelt und gebaut. Deutsche Unternehmen waren auch an der Entwicklung aller übrigen Forschungsinstrumente für JUICE beteiligt.

*Letzte Vorbereitungen für  
JUICE bei Airbus Toulouse*

© ESA



# MISSION RAUMFAHRT- ELEKTRONIK

Im dualen Luft- und Raumfahrttechnik Studium an der DHBW nehmen sich die Dozierenden Zeit für Fragen der Studierenden



© DHBW Ravensburg

## Im dualen Studium der Luft- und Raumfahrttechnik gestalten Studierende Weltraumsysteme mit.

Durch die Rosetta Mission zu einem Kometen verankerte sich die Faszination für das Weltall in Isabella Kullmer-Ispas Bewusstsein. Unweigerlich landete sie an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg im Studiengang Luft- und Raumfahrttechnik. Dabei verliert sie die Probleme auf der Erde nie aus den Augen. Im Interview gibt sie Einblicke in ihr duales Studium und ihre Arbeit bei Airbus Defence and Space.

### WELCHE STUDIENINHALTE KANNST DU BESONDERS HERVORHEBEN?

Neben den regulären Studienfächern waren Vorlesungen mit externen Dozierenden spannend. Von Airbus Defence and Space gab ein Ingenieur die Vorlesung zur Elektronik für die Raumfahrtanwendung. Er erklärte uns elektrische Systeme und Besonderheiten, denen Technik dort ausgesetzt ist, wie dem Vakuum oder der Strahlung im All. Andere Externe kamen für Luft- und Raumfahrtsysteme mit Themen wie Wasserstoff- und Batterieantriebe.

### WORAN ARBEITEST DU BEI AIRBUS DEFENCE AND SPACE?

Meine Praxisphasen bei Airbus verbringe ich im Bereich AIT, Assembly Integration and Test. Da teste ich die Funktionalität von Raumfahrtsystemen, also Raumfahrtsatelliten für die Erdbeobachtung. Meine gewählte Spezialisierung im Studium, die Luft- und Raumfahrtelektronik, hilft mir dort sehr. Der Bereich AIT bildet so gesehen den Abschluss der Arbeit am neuen Satelliten. Dann werden die einzelnen Units und Subsysteme verbunden und getestet, sodass sie, bildlich gesprochen, wie ein Orchester harmonieren. Zuletzt habe ich eine Platine entwickelt. Sie simuliert Signale zum Testen von Kabeln, das nennt sich SpaceWire.

### WIE KANN DIE BESCHÄFTIGUNG MIT DER RAUMFAHRT BEI AKTUELLEN PROBLEMEN HELFEN?

Etwa durch Erdbeobachtungen. Gerade wirke ich bei Airbus am MetOp 2nd Generation Projekt mit. Das ist ein Wettersatellit von der ESA und EUMETSAT. Durch den Klimawandel kommt es immer häufiger zu Extremwettervorkommnissen. Da sind die Daten, die Wettersatelliten liefern, extrem wichtig. Je größer der Bereich, den diese erfassen, desto bessere Prognosen kann man treffen. Raumfahrt betrifft eigentlich alle Lebensbereiche.



© privat

Im Wissenschaftsmuseum Cité de l'espace in Toulouse informiert sich Isabella auch in ihrer Freizeit über Raumfahrt

Hier geht es zum kompletten Interview mit Isabella: [s.think-ing.de/kullmer-ispas](https://s.think-ing.de/kullmer-ispas)



## WAS STUDIEREN?

Fasziniert vom Weltall und neugierig, was neuste Raumfahrttechnik kann? Studiengänge in diesem Bereich gibt es eine Menge. Durch unterschiedliche Schwerpunkte kann das Studium auf bestimmte Themen gelenkt oder breiter aufgestellt werden. Du solltest ein Verständnis für die Fächer Physik und Mathe mitbringen. Im Überblick findest du eine Liste von Raumfahrt-Studiengängen.



Eine Zusammenstellung einiger Studiengänge zum Thema findest du unter [s.think-ing.de/raumfahrt](https://s.think-ing.de/raumfahrt)

## THINK ING. @SOCIAL MEDIA

Spannende Einblicke und Geschichten von Ingenieur\*innen, Tipps, Termine und Wissenswertes rund um das Ingenieurwesen findest du auf unseren Social-Media-Kanälen.



ING\_WERDEN



INGWERDEN



THINKINGVIDEOS



THINK\_ING

## IMPRESSUM

### Herausgeber

GESAMTMETALL

Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.

Voßstraße 16 - 10117 Berlin

### Verantwortliche Leitung

Indra Hadelar

### Redaktion und Gestaltung

concedra GmbH, Bochum

### Druck

color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Alle in dieser kompakt enthaltenen Inhalte und Informationen wurden sorgfältig auf Richtigkeit überprüft. Dennoch kann keine Garantie für die Angaben übernommen werden.

**GESAMTMETALL**

Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie