

Das Beobachtungsprinzip von CloudCT.

# Computertomographie von Wolken für Klima-Vorhersagen

Von Prof. Dr. Klaus Schilling

Zur Versachlichung der Debatten über die Klimaveränderung ist es dringlich, die Datenerhebung weiter zu verbessern. Unsicherheiten bei den Eingabemeßwerten zahlreicher Parameter in die Klimamodelle führen zu enormen Abweichungen und Fehlerbalken bei der Vorhersage kritischer Werte, wie beispielsweise für den künftigen Temperaturanstieg. Satelliten können hier wertvolle Unterstützung leisten.

## Klassische Wettersatelliten

Traditionelle Wettersatelliten-Programme sammeln hier kontinuierlich wertvolle Daten, beispielsweise auf polaren niedrigen Erdumlaufbahnen METOP, NOAA, EOS und Copernicus/Sentinel, ebenso die geostationären Satelliten von METEOSAT, GOES, INSAT. Diese werden durch Einzelsatelliten zu speziellen Aspekten ergänzt, wie beispielsweise ESAs AEO-LUS zur Charakterisierung der Wind-Dynamik. Interessante Zusatzinformationen zu diesen Groß-Satelliten können nun Sensornetze in niedrigen Umlaufbahnen (LEO-low Earth orbit) aus Kleinst-Satelliten bieten. Zum

Preis eines traditionellen Satelliten können hier über hundert Kleinst-Satelliten mit Detektoren platziert werden. Derartige verteilte, vernetzte, kooperierende Kleinst-Satelliten ermöglichen damit neuartige Messprinzipien, die hier eine sinnvolle Ergänzung traditioneller Ansätze bieten.

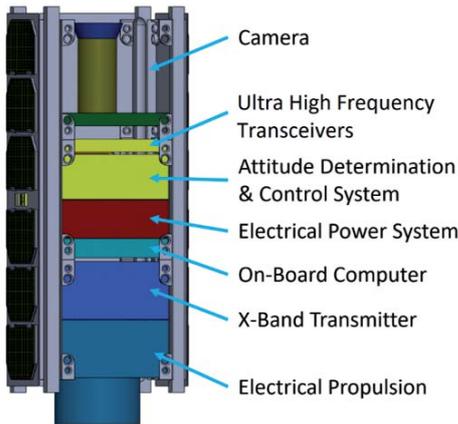
## Kleinst-Satelliten zur Erdbeobachtung

Die Firma Planet (San Francisco) hat sich so das Ziel gesetzt, ein Bild von jedem Punkt der Erdoberfläche im 10-Minutentakt zu erfassen. Dazu werden zahlreiche Nano-Satelliten im LEO mit den Abmessungen 10 cm x 10 cm x 30 cm und etwa 6 kg Masse eingesetzt. Aktuell sind bereits etwa 150 solcher Nano-Satelliten in Betrieb, die im optischen Bereich Bilder mit einer Auflösung bis zu 3 m liefern. So können dynamische Prozesse, wie das Ausbreiten von Umweltverschmutzung, gut im zeitlichen Ablauf verfolgt werden. Spire Global (San Francisco/Boulder) betreibt etwa 80 Kleinst-Satelliten zur Kommunikation im Luftfahrt- und maritimen Bereich, nutzt aber insbesondere auch die empfangenen Störungen der GPS-

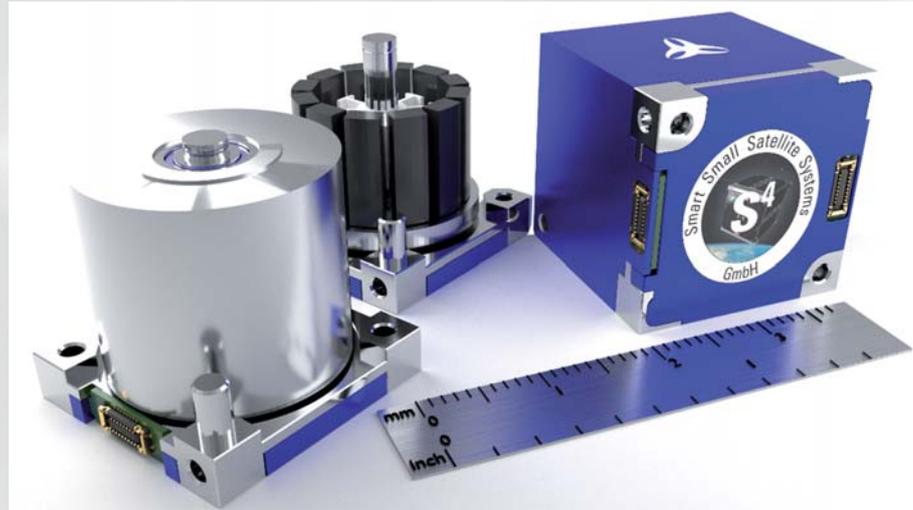
Signale, um daraus Eigenschaften der oberen Atmosphärenschichten zur Verbesserung der Wettervorhersagen abzuleiten.

Insofern sind hier bereits Kleinst-Satelliten-Konstellationen im kommerziellen Einsatz, um neuartige, ergänzende Informationen zur Erdbeobachtung klassischer Satelliten zu sammeln. Bei Konstellationen wird jeder einzelne Satellit individuell von der Bodenkontrollstation aus gesteuert, die Satelliten haben meist nicht einmal Kommunikationskontakt miteinander. In Formationen koordinieren sich dagegen mehrere Kleinst-Satelliten im Orbit direkt untereinander, um geeignete Beobachtungsbedingungen zu erzielen. Sie stimmen sich hinsichtlich Position und Ausrichtung relativ zueinander ab und organisieren sich selbst. Dies eröffnet innovative Einsatz-Potenziale, erfordert aber auch entsprechende Lage- und Orbit-Kontrollmöglichkeiten, die nun auch im Bereich der Kleinst-Satelliten seit Kurzem verfügbar sind. Im Bereich der Kleinst-Satelliten werden meist sehr stark miniaturisierte kommerzielle Bauteile eingesetzt. Allerdings sollten für die Heraus-





Aktuelles Design eines CloudCT Satelliten als 3U-CubeSat.



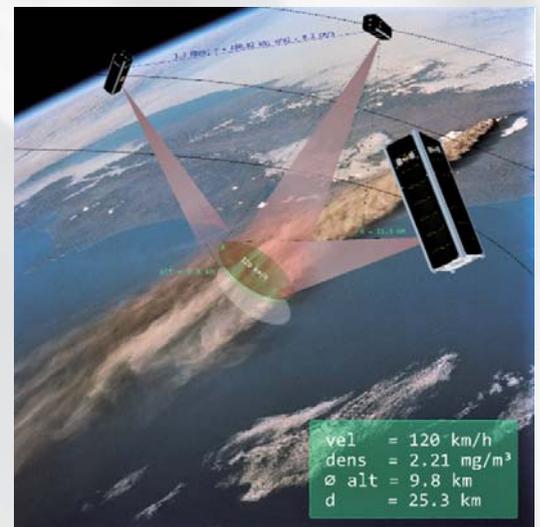
Das Miniatur-Reaktionsrad (von S<sup>4</sup> – Smart Small Satellite Systems GmbH und Wittenstein Cyber Motors), das selbst bei Kleinst-Satelliten genaue Ausrichtung bei geringem Energie-Aufwand ermöglicht.

forderungen der Weltraumumgebung (insbesondere Strahlung) entsprechende Vorkehrungen durch Redundanz in Kombination mit fortschrittenen Fehlerbehandlungsverfahren (FDIR – fault detection, -identification and recovery) vorgesehen werden, um entsprechende Zuverlässigkeit im Betrieb zu erzielen. Generell werden hier die Defizite der Miniaturisierung durch entsprechende Software kompensiert, so dass durchaus Lebensdauern über 6 Jahre erzielt werden konnten (z.B. UWE-3, gestartet 2013). Die durch die geringeren Kosten der Einzelsatelliten so möglichen Multi-Satellitensysteme ermöglichen die Realisierung von Sensornetzen für innovative Beobachtungsansätze durch höhere zeitliche Auflösung oder durch die Nutzung der gleichzeitigen Erfassung aus verschiedenen Perspektiven. Im Folgenden werden die aktuell am Zentrum für Telematik (Würzburg) implementierten Satellitenformationsmissionen TIM und CloudCT, ebenso wie Ihre Einsatzpotenziale vorgestellt.

### Dreidimensionale Erdbeobachtung in der „Telematics International Mission (TIM)“

Die Nutzung verschiedener Blickwinkel auf ein Beobachtungsgebiet kann zur Erzeugung 3-dimensionaler Bilder genutzt werden, wie bei Stereokameras oder bei photogrammetrischen Ansätzen. Ein größerer Abstand zwischen den Kameras / Sensoren erfordert die Unterbringung auf ver-

schiedenen Plattformen, sowohl bei Luftbildfotographie wie bei Satellitenfernbeobachtung. Die beiden Tandem-X-Satelliten lieferten hier bereits eindrucksvolle 3D-Bilder der gesamten Erdoberfläche. Präzise Miniatur-Reaktionsräder (von Wittenstein AG und S<sup>4</sup>-Smart Small Satellite Systems GmbH hergestellt) ermöglichen nun auch im Bereich der Kleinst-Satelliten die Realisierung entsprechender Ausrichtgenauigkeiten, so dass aus dem Kamera-Abstand von mehreren Kilometern gleichzeitig Bilder derselben Oberflächenareale aus verschiedenen Richtungen erzeugt werden können. Anschließend erfolgt per Sensordatenfusion die Weiterverarbeitung zu 3D-Informationen. Je mehr Kleinst-Satelliten hier mitmachen, um so besser die Informationsqualität. Dies war der Ausgangspunkt auf dem Regional Leaders Summit (RLS) in München 2016 zum Beschluss der „Telematics International Mission (TIM)“, um ein Sensornetz mit Kleinst-Satelliten mit Beiträgen aus den internationalen Partnerregionen Bayern, São Paulo, Shandong, Kapstadt, Quebec, Georgia und Oberösterreich zu realisieren. Das Zentrum für Telematik (ZfT, Würzburg) koordiniert dabei TIM ebenso wie den Bayerischen Beitrag, die „Telematics earth Observation Mission (TOM)“, die 3 in Formation fliegende Satelliten mit jeweils 3 kg Masse unter Mitwirkung von DLR, TU München und Uni Würzburg umfasst.



TOM: Die photogrammetrische Beobachtung der Erdoberfläche zur Erzeugung von 3D-Bildern. So kann beispielsweise die Ausbreitung von Aschewolken bei Vulkanausbrüchen in verschiedenen Höhen dokumentiert werden.

So sollen insgesamt 10 internationale Kleinst-Satelliten gemeinsam die Erdoberfläche koordiniert beobachten, um so neue Ansätze für breitgestreute Anwendungsfelder zu untersuchen, wie photogrammetrische Beobachtung von Aschewolken, Beobachtung von Feuern und Überflutungen, Überwachung der Bodenfeuchtigkeit, maritime Anwendungen bei illegalem Fischfang und beim Erfassen von Umweltverschmutzung.

### Der Blick ins Innere von Wolken mit Computertomographie-Methoden bei „CloudCT“

Wolken spielen eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung des Klimas, denn sie beeinflussen stark den Energiehaushalt der Erde (sie sind für etwa

2/3 der Erd-Albedo verantwortlich) und kontrollieren den Wasserkreislauf. Sie stellen gegenwärtig den größten Unsicherheitsfaktor (ca. 25 %) bei den Klima-Vorhersagemodellen dar. Insofern überrascht es nicht, dass dieser Aspekt nun stärker in den Mittelpunkt des Interesses rückt, darunter sind Großmissionen wie ESAs „AEOLUS“ zur Wind-Dynamik, aber auch die internationale „A-Train“-Konstellation der 6 Satelliten Aqua, Aura, CloudSat, PARASOL, CALIPSO und OCO 2, die gemeinsam wetterrelevante Daten erfassen. Das erfolgreiche MODIS-Instrument wird weiter auf der VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) der NOAA-20-Mission eingesetzt, aber auch die geostationären NOAA-Satelliten GOES 16 und 17 liefern ebenfalls Wolkeninformationen. Trotz des Erfolgs der „A-Train“-Konstellation liegen zwischen aufeinanderfolgenden Überflügen aber jeweils 16 Stunden. Für zahlreiche Anwendungen, wie beispielsweise die Analyse der Effekte von Bränden an der Erdoberfläche, sind dies zu große Lücken. Hier wären ähnliche Ansätze mit zahlreichen Kleinst-Satelliten eine Möglichkeit, um in einem begrenzten Kostenrahmen eine bessere zeitliche Auflösung zu erzielen.

Aktuell soll nun komplementär mit Kleinst-Satelliten bei „CloudCT – Cloud Tomography by Satellites for Better Climate Prediction“ das Innere von Wolken mittels Computertomographie-Methoden (CT) charakterisiert werden. Ähnlich zur CT in der Medizin wird nun schichtenweise das Innere der Wolken erfasst. Diese Kombination von fortgeschrittenen Technologien in den interdisziplinären Bereichen Wolkenphysik (Prof. Ilan Koren, Weizmann Institute of Science, Rehovot), Computertomographie (Prof. Yoaf Schechner, Technion, Haifa) und Kleinst-Satelliten (Prof. Klaus Schilling, Zentrum für Telematik, Würzburg) zum Erzielen besserer Klimavorhersagen wurde vom European Research Council (ERC) 2018 im Rahmen eines Synergy Grant mit einem Forschungspreis in der Rekordhöhe von 14 Millionen Euro

ausgezeichnet, der nun zur Realisierung dieses ambitionierten Konzeptes eingesetzt wird.

Die Sonne dient dabei als Ausleuchter und die 10 Kleinst-Satelliten messen gleichzeitig aus verschiedenen Perspektiven das von den Wolken rückgestreute Licht.

Die Würzburger Kleinst-Satelliten ermöglichen dabei durch ihr präzises Lageregelungssystem eine hochgenaue, koordinierte Ausrichtung der Satellitenformation. Grundlage dafür sind wiederum die Miniatur-Reaktionsräder (von S<sup>4</sup> und Wittenstein), die solche schnellen und präzisen Drehungen des Satelliten ermöglichen. Über Inter-Satelliten-Verbindungen werden die relevanten Navigationsdaten und die Kontrollinformationen in der Formation ausgetauscht und abgestimmt, um einen gemeinsamen Formationsflug durchzuführen und sich selbst-organisierend auf die jeweiligen Zielpunkte auszurichten. Damit bieten sie die Voraussetzungen, um mit ähnlichen Methoden wie in der medizinischen Computertomographie Bilder aus den verschiedenen Perspektiven zu erzeugen. Nach den schon in Flugzeugexperimenten durchgeführten Analysen wird die Anzahl von 10 Satellitenperspektiven hier ausreichend sein, um dann mit entsprechend umfangreicher Datenverarbeitungskapazität am Boden eine entsprechende dreidimensionale Abbildung auch des Wolkeninneren zu erzeugen. Diese Charakterisierung, insbesondere hinsichtlich Wassergehalt oder Schmutzpartikel, bietet hier wichtige Informationen für künftige verbesserte Klimavorhersagemodelle.

Diese Messprinzipien wurden bereits in Überfliegungen mit Flugzeugen evaluiert. Am „Zentrum für Telematik (ZfT)“ werden Präzisions-Drehtische zur Simulation der Formationsdynamik intensiv eingesetzt, um zwischen den einzelnen Satelliten der Formation

- die Relativ-Navigation (Position und Ausrichtung) innerhalb der Formation,
- die Qualität der Telekommuni-

kationsverbindung in diesem hochdynamischen System,

- die verteilte Lage- und Positions-Kontrolle,
- die Koordination der Bilddaten-Erfassung und -Fusion mit CT-Methoden zu testen. Die Verfahren werden in Hardware-in-the-loop-Simulationen weiter optimiert.

### Zusammenfassung

Verteilte Sensornetze im Orbit ermöglichen neue Erdbeobachtungsansätze. Die Kombination von verteilten, vernetzten Kontrollansätzen für Kleinst-Satellitensysteme mit fortgeschrittenen Datenverarbeitungs-Algorithmen ermöglicht so interessante neue wissenschaftliche Ansätze für die 3-dimensionale Charakterisierung der Erdoberfläche und verbesserte Klimavorhersagen. Im begrenzten Kostenrahmen bieten hier Kleinst-Satelliten, dank der in den letzten Jahren enorm gesteigerten Lage- und Orbit-Kontrollfähigkeiten, die Voraussetzungen für gemeinsame Beobachtungen mit entsprechender anschließender Sensordatenfusion. Technische Defizite der Miniaturisierung werden dabei durch fortgeschrittene Software ausgeglichen.

Vorteile solcher Sensornetze aus Kleinst-Satelliten in niedrigen Umlaufbahnen sind eine höhere zeitliche Auflösung und eine höhere Verfügbarkeit des Gesamtsystems. Selbst wenn einzelne Satelliten einmal ausfallen sollten können mit geringem Leistungsabfall die Beobachtungen dennoch fortgesetzt werden.

Erste solche Sensornetze aus Kleinst-Satelliten im LEO sind bereits im Einsatz und zahlreiche weitere werden gerade implementiert. So werden in den nächsten Jahren spannende neuartige Beobachtungsinformationen gerade durch Satelliten-Formationsansätze zu erwarten sein können. Wir warten daher mit Spannung auf die ersten Ergebnisse der Pioniermissionen für künftige Formationen, wie CloudCT und TIM.

**Prof. Dr. Klaus Schilling** ist Ordinarius für Robotik und Telematik an der Uni Würzburg und Vorstand des Zentrums für Telematik.



NOVO PROGRESSO, PARÁ, BRAZIL · August 20, 2019 · Sentinel-2



Waldbrände in Brasilien, Gemeinde Novo Progresso im Bundesstaat Pará.



Die linke Aufnahme aus den Bolivianischen Anden vom 15.06.2016 zeigt den Beginn der Waldrodung für die Vergrößerung der San Buenaventura Zuckerfabrik (helle Fläche links unten). Ein halbes Jahr später, am 16.12.2016, ist das Ausmaß der Abholzung im rechten Bild deutlich dramatischer. Beide Fotos wurden mit Dove-Satelliten, bei einer Auflösung von 3,7 m gemacht. Aktuell befinden sich 130 Dove-Satelliten im All. Foto: Planet Labs Inc.

# NewSpace - Industrialisierung der Raumfahrt <sup>(1)</sup>

## OroraTech revolutioniert die globale Waldbranderkennung

Von Konstantin Pieper



Seit Wochen wüten in Australien verheerende Waldbrände. Eine Fläche der Größe von Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz zusammen ist bis heute verbrannt. 1,25 Mrd. tote Tiere, 350 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Ausstoß und 835 Mio. € an Schäden zeigen das Ausmaß der Katastrophe. Doch treten Waldbrände nicht nur am anderen Ende der Welt auf, sondern ereignen sich auch zunehmend in Europa. Diese Situation wird sich in Zukunft verschlimmern: Die europäische Kommission schätzt, dass sich die durch Waldbrand gefährdeten Gebiete in Europa bis zum Ende des 21. Jahrhunderts verdreifachen werden. Diese Trends erfordern ein effektiveres Brandmanagement, insbesondere in Anbetracht zunehmender klimatischer Veränderungen und dem Ziel der globalen Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### OroraTechs Mission

Daher entwickelt das Münchner Raumfahrt-Start-up OroraTech ein System zum globalen und lokalen Waldbrandmanagement. Die Firma wurde von Thomas Grübler, Björn Stoffers, Rupert Amann und Florian Mauracher 2018 als Spin-off der Technischen Universität München gegründet. Drei der Gründer haben bereits erfolgreich an der MOVE-II Satelliten-Mission des Lehrstuhls für

Raumfahrttechnik mitgewirkt und dabei wertvolle Erfahrungen im Satellitenbau gesammelt. Diese Erfahrung dient nun als Grundlage für die technische Entwicklung bei OroraTech: Nanosatelliten mit miniaturisierten Thermal-Infrarotkameras, die weltweit Waldbrände in einer sehr viel höheren zeitlichen Auflösung als bisher detektieren und überwachen. Derzeit werden zur Waldbranderkennung neben großen Satelliten oft Flugzeuge, Drohnen, Patrouillen oder Überwachungstürme genutzt. Diese Methoden sind allerdings oft nicht schnell genug, um der Ausbreitung eines Feuers früh entgegenwirken zu können. Auch sind die Kosten für den großflächigen Einsatz zu hoch.

Neben den eigenen Nanosatelliten liegt OroraTechs Besonderheit vor allem in der quellenunabhängigen Aggregation einer großen Anzahl an Waldbranddaten und der anschließenden Aufbereitung der gesammelten Informationen in einer Nutzerumgebung. Hierdurch kann die Datenqualität und somit die Detektionszeit sowie die Zuverlässigkeit, aber auch die Nutzerfreundlichkeit signifikant gegenüber bestehenden Systemen verbessert werden. Noch vor dem Start der ersten Kamera ins All, welche für Anfang 2021 geplant ist, werden so bereits seit Ende 2019 wertvolle Informationen zur Waldbranderkennung und -beobachtung über eine eigene Plattform bereitgestellt. Diese globalen Waldbrandkarten werden mehrmals täglich aktualisiert und bereits von Instituten und Firmen auf der ganzen Welt genutzt. In den nächsten Jahren soll das System sukzessiv durch eigene Nanosatelliten ausgebaut werden.

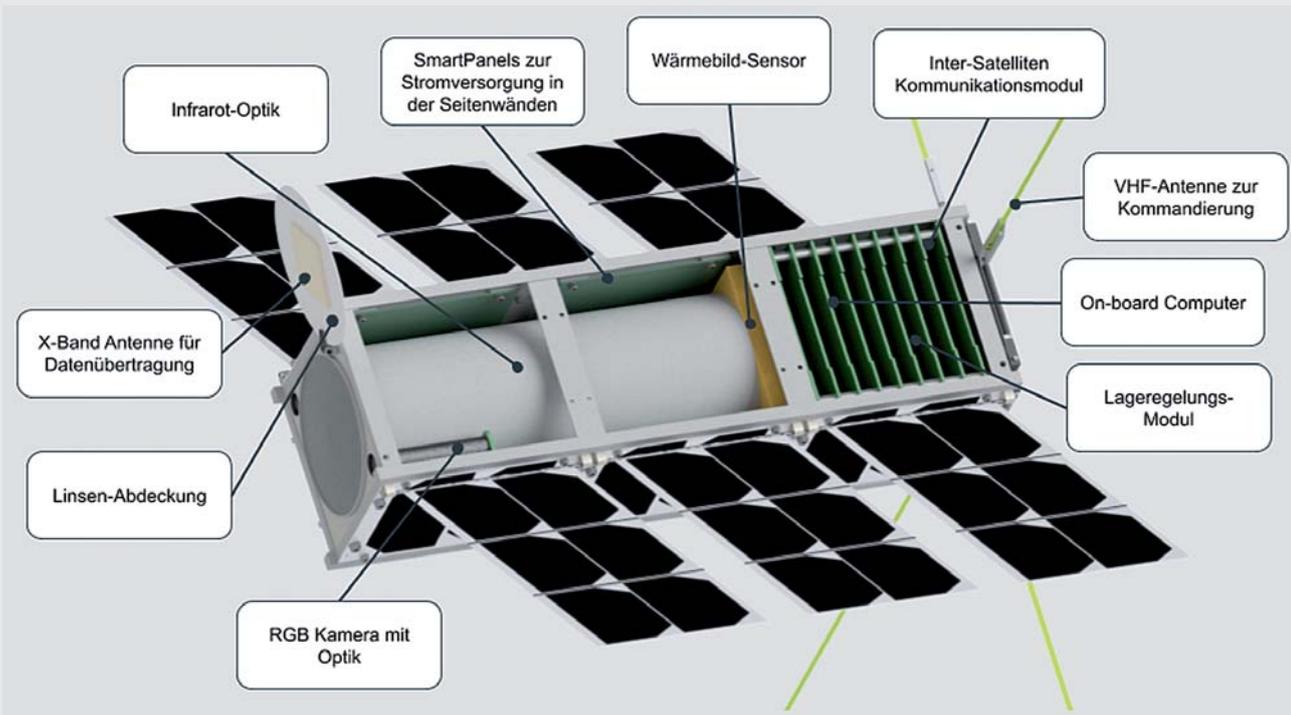
### All-in-One Waldbrand-Service

Für die Früherkennung analysiert das Unternehmen hochauflösende Wärmebilder von bestehenden Satelliten, die mehrmals täglich zur Erde gefunkt werden. Die Algorithmen suchen anschließend nach möglichen Brandquellen, etwa indem die Erdoberflächentemperatur von jedem Ort mit seiner Umgebung verglichen wird.

Um eine umfassende Datenqualität zu gewährleisten, werden zahlreiche Satellitendaten der ESA, NASA und NOAA aggregiert und stetig erweitert. Aktuell stellen sechs Satelliten im Low-Earth-Orbit mit hoher Auflösung und zwei Satelliten im geostationären Orbit mit niedriger Latenz für große Feuer Daten bereit. Für dieses Quartal ist außerdem die weitere Integration von EUMETSAT-Daten (jeweils drei Satelliten im LEO & GEO) geplant.

Dem Nutzer der Plattform werden die Feuer in seinem abonnierten Gebiet auf einer Landkarte angezeigt. Optionale Darstellungsoptionen wie das Brandrisiko, die Geländetopographie (z.B. in einem 3D-Modus), zusätzliche feuerspezifische Informationen (z.B. Wärmekarten, Cluster, Historie) und Push-Benachrichtigungen erleichtern dem Nutzer die Identifikation und Analyse von Ereignissen.

Das aktuelle Produkt wird derzeit von etwa 100 Pilotkunden genutzt und stetig optimiert. Die direkte Feedback-Möglichkeit gestattet einen agilen kundenzentrierten Entwicklungsprozess. In den kommenden Wochen sind weitere Features, insbesondere zur Risiko- und Schadens-



Der OroraTech CubeSat hat alle Komponenten an Bord, die für die Erkennung von Waldbränden nötig sind.

analyse geplant. Auf dem Weg zur All-in-One-Solution im Waldbrand-Bereich ist eine zusätzliche Schnittstelle für kundenspezifische Integrationen von eigenen Sensordaten in Entwicklung.

### Nanosatelliten im Low-Earth-Orbit

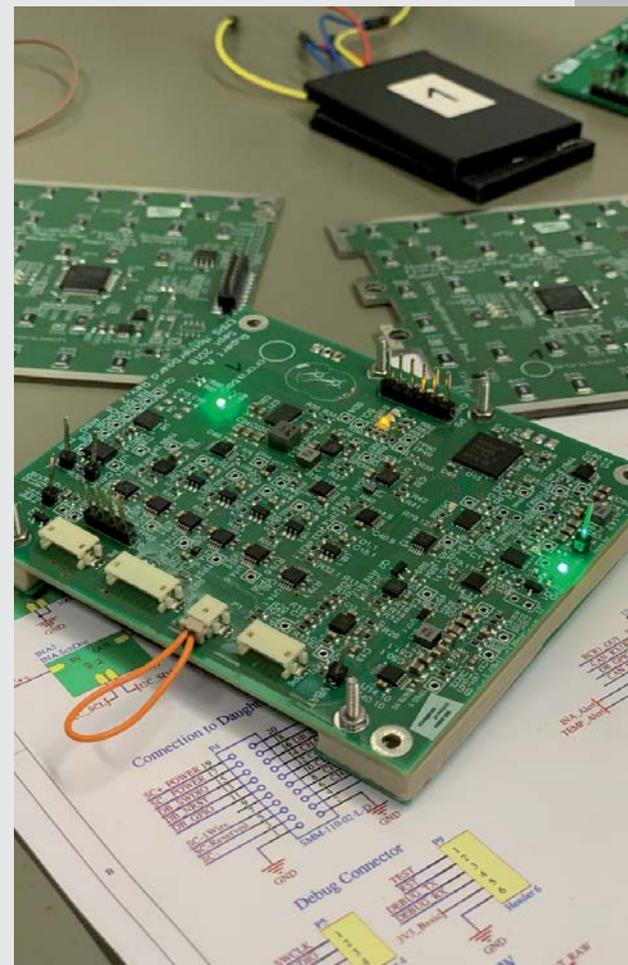
Zusätzlich zu den bisher verfügbaren Daten sind weitere Satelliten notwendig, um die zeitliche Auflösung und damit die Waldbrand-Detektionszeit signifikant zu verbessern. Die benötigte Anzahl ist jedoch mit den bisher üblichen, großen und teuren Satelliten nicht zu finanzieren. Aus diesem Grund arbeitet OroraTech derzeit intensiv an einer Konstellation aus Nanosatelliten, die in den nächsten Jahren schrittweise aufgebaut wird. Der finale Ausbau soll aus 100 Nanosatelliten bestehen, welche relevante Gebiete durchschnittlich alle 30 Minuten erfassen. Diese fliegen tief genug, um durch die vorhandene Restatmosphäre nach einigen Jahren automatisch zu verglühen, sodass kein Weltraumschrott hinterlassen wird.

Eine hochinnovative Architektur ermöglicht es, mehrere Kameras, ein Bildverarbeitungsmodul, Funksysteme

sowie die nötige Elektronik in diesen Nanosatelliten unterzubringen. Das standardisierte Format eines 3-Unit-CubeSats mit einer Größe von 34x10x10 cm und die Integration von frei erhältlichen Bauteilen führt zu signifikanten Kosteneinsparungen und einer hohen Skalierbarkeit.

### Innovative CubeSat Architektur: Smart Panels

Die Grundlage dieser bereits patentierten Architektur sind Smart Panels, welche bei früheren Forschungsarbeiten an der TU München entwickelt wurden. Diese bestehen aus Solarzellen, Sensoren und Aktuatoren zur Lagebestimmung und -regelung, einer flachen Batterie und hochintegrierter Elektronik. Mehrere solcher Panels – platzsparend in die Außenwände eingebaut – bilden ein redundantes Versorgungssystem und lassen genug Raum für die Kameraoptik im Inneren, während sie den empfindlichen Bildsensor vor kosmischer Strahlung abschirmen. Gleichzeitig können sie in hohen Stückzahlen kostengünstig gefertigt werden, was den Bau von zuverlässigen, modularen und flexibel auf Nutzlasten anpassbaren CubeSats ermöglicht.



Flugmodell eines SmartPanel-Prototyps. Zwischen zwei Platinen mit Elektronik und Sensoren befinden sich flache Akkus, die über mehrere Panels hinweg redundant verschaltet werden können. Der Prototyp wird dieses Jahr auf einem australischen Satelliten ins All gestartet und getestet.

Der Prototyp eines solchen Smart Panels wurde bereits im letzten Jahr entwickelt und wird dieses Jahr auf einer australischen Mission ins All gestartet.

### Eine Kamera zur Waldbranderkennung

Wie erkennt man eigentlich einen Waldbrand aus dem All? Im Gegensatz zu den aufwendigen, gekühlten Radiometer-Scannern auf bisherigen Satelliten nutzt OroraTech sogenannte Mikrobolometer. Diese funktionieren wie ein normaler Kamerasensor, nur messen sie Infrarotstrahlung statt sichtbarem Licht. Die exakte Wellenlänge ist abhängig von der zu messenden Temperatur. Das zum Patent angemeldete multispektrale Sensor-Modul ist für die im Stromverbrauch und Volumen sehr beschränkten CubeSats optimiert. Es kann sowohl mittelwellige als auch langwellige Infrarotstrahlung getrennt erfassen, was die Aufnahme von heißen Stellen (z.B. Brände, Industrieanlagen), aber auch Gegenden mit normalen Oberflächentemperaturen (z.B. für Wettervorhersagen) ermöglicht. In der aktuellen Planung wird dabei eine Auflösung von 200 m/Pixel erreicht. Damit können Feuer mit einer Größe von 10x10 m erkannt werden. Die zwei verschiedenen "Kanäle" ermöglichen es auch, falsche Alarmer zu reduzieren, die beispielsweise von Reflexionen der Sonne erzeugt werden.

### On-Board Processing und Relay-Kommunikation

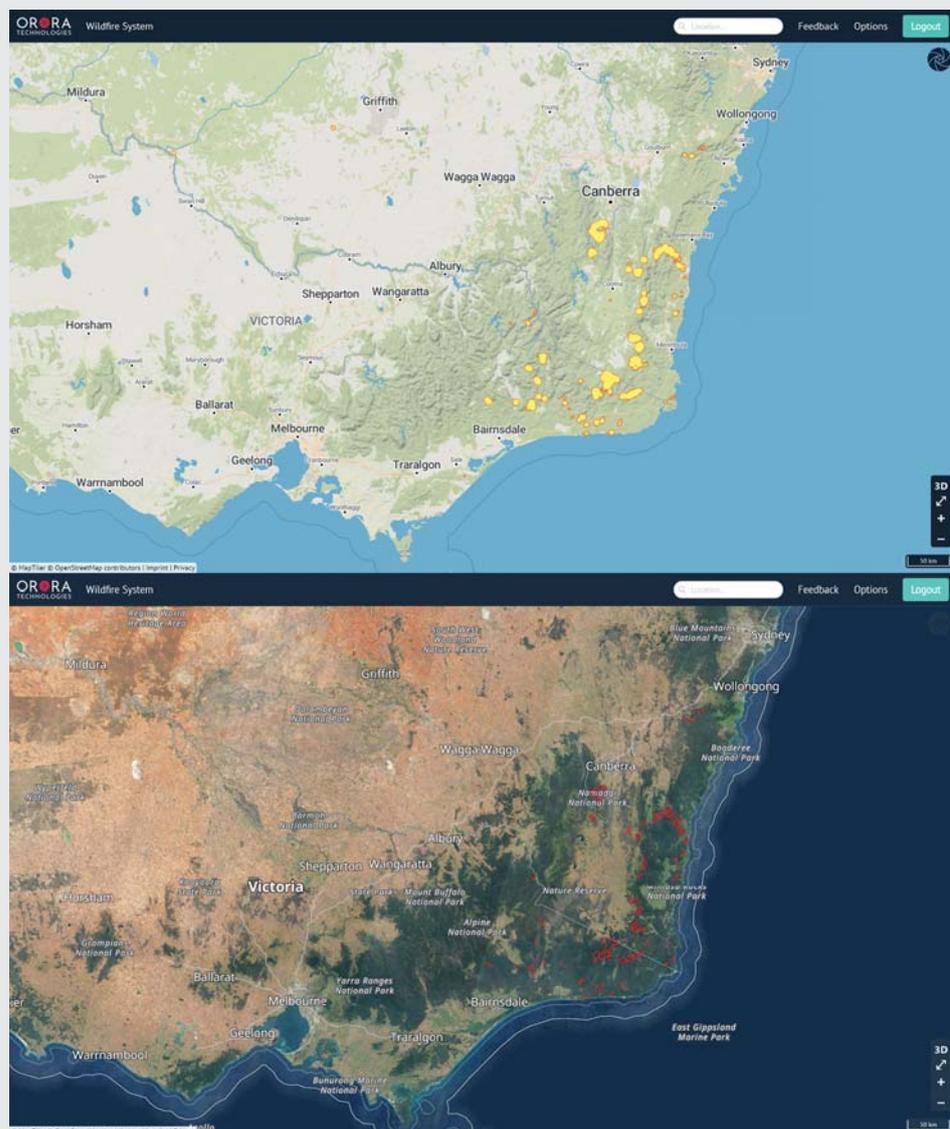
Neben der Anzahl der Satelliten spielt für die Reduktion der Detektionszeit vor allem die Datenverarbeitung an Bord eine entscheidende Rolle. OroraTechs hochmodernes, GPU-beschleunigtes Bildverarbeitungs-Modul reduziert die Downlink-Latenzzeit und Bandbreite erheblich. Moderne, KI-gestützte Algorithmen können Waldbrände bereits an Bord des Satelliten erkennen und Meldungen mit Hilfe eines Inter-Satelliten-Kommunikationsnetzes innerhalb von Sekunden zum Boden senden. Diese Technologie macht

das System unabhängig von Überflügen über Bodenstationen und reduziert dadurch die Waldbrand-Erkennungszeit für den Nutzer signifikant.

### Beitrag zum Klimawandel

Waldbrände sind jedes Jahr für mehr als 10% der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Auslöser für viele Brände ist, ob vorsätzlich oder unbewusst, oft der Mensch. Im Zuge des fortschreitenden Klimawandels gewinnt insbesondere der Wald als Kohlenstoffsenke enorm an Bedeutung. OroraTech hat sich zum Ziel gesetzt, diesen Lebensraum mit seiner Biodiversität nachhaltig zu schützen. Daher fokussiert sich das Unternehmen nicht nur auf eine verbesserte Erkennung und Beobachtung, son-

dern auch auf eine Risikoanalyse basierend auf Vegetations-, Klima-, Wetter- und Topographie-Daten. Letztere bietet die Grundlage für zahlreiche empfehlenswerte Präventivmaßnahmen zum Erhalt der Natur. Features wie CO<sub>2</sub>-Tracking sollen in detaillierten statistischen Analysen dabei helfen, Schäden am Wald genau zu quantifizieren. Verbesserte Detektionszeit und Echtzeit-Überwachung ermöglichen außerdem die genaue Bestimmung des Ursprungs eines Feuers und verbessern damit die Chancen der Eindämmung des Brandes. OroraTech möchte nicht nur mit Blick auf Europas Green Deal und die UN-Entwicklungsziele einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern auch Deutschland als NewSpace-Standort



OroraTechs Waldbrandsystem zeigt Südost-Australien mit verschiedenen Overlays: Topographisch mit Hitzekarte (links oben), Topographisch mit Feuerrisiko Index (rechts oben).

weiterentwickeln. Daher kooperiert OroraTech intensiv mit zahlreichen Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Eine Stärkung dieses Ökosystems ist von zentraler Bedeutung für die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas.

## Ausblick

Auf dem Weg zu unserer Unternehmensvision, mit Informationen aus dem All einen nachhaltigeren Planeten zu schaffen, werden die Anwendungen der stetig wachsenden Nanosatellitenkonstellation erweitert. Neben dem Fokus auf das Thema Wald wird das Produktportfolio um Lösungen zur Stadtentwicklung (z.B. Urban Heat Mapping), zu den Verän-

derungen in der Landwirtschaft, zu Wettervorhersagen, Klimamodellen und auch Echtzeit-Marktinformativen ergänzt.

## Zusammenfassung

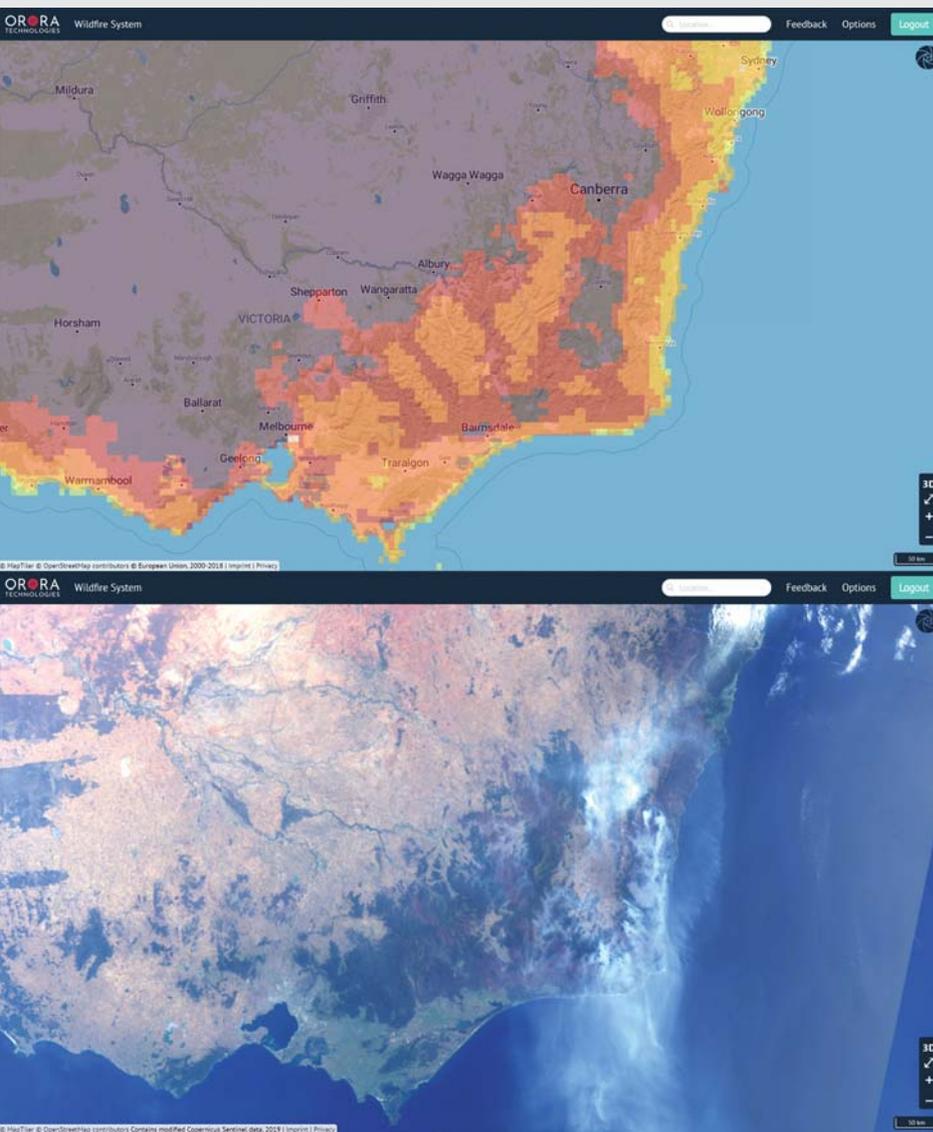
Um das globale Problem der Waldbrände zu adressieren, entwickelt das NewSpace-Start-up OroraTech aus München ein System zur globalen Waldbrand-Früherkennung und -Überwachung. Das bestehende System aggregiert Daten von bereits im Orbit befindlichen Satelliten. In Zukunft werden diese Daten mittels einer Konstellation aus eigenen Nanosatelliten komplementiert, um die Zeit bis zur Erkennung eines Waldbrandes zu minimieren. Ist der Brand an Bord dieser CubeSats erfasst, wird mittels

Künstlicher Intelligenz und Inter-satellitenkommunikation die Zeit bis zur Benachrichtigung der betroffenen Nutzer auf wenige Minuten reduziert. Daher können Waldbrände in Zukunft weltweit, vollautomatisch und rund um die Uhr im Frühstadium detektiert, professionell überwacht und Informationen in Echtzeit an die Einsatzkräfte vor Ort weitergegeben werden. Kunden haben Zugang zu einer All-in-One-Plattform für effektives Waldbrandmanagement. Mit Informationen aus dem All ermöglicht OroraTech daher eine Reduktion globaler CO<sub>2</sub>-Emissionen für einen nachhaltigeren Planeten.

**Konstantin Pieper** ist Business Developer bei OroraTech.

Kontakt  
info@ororatech.com  
Telefon: 089/461 394 87  
www.ororatech.com

Das Literaturverzeichnis kann auf Wunsch zugesendet werden.



Hybrid mit Feuer-Clustern (links unten) und Sentinel 3 Semi-Live mit sichtbaren Rauchschwaden (rechts unten). Interessenten können aktuell Zugriff für einen kostenlosen Testzeitraum beantragen.

## Meinung



**Dr. h. c. Thomas Sattelberger**,  
MdB (FDP),  
Wahlkreis 219:  
München-Süd,  
Bayern

„OroraTech ist eines dieser DeepTech-Start-ups, die auch und gerade in Deutschland hohe Hürden erleben. Eigentlich müsste für so ein Vorhaben, welches auch dem Allgemeinwohl dient, die öffentliche Hand Pilotkunde sein. Doch in öffentlichen Ausschreibungen zur Früherkennung von Bränden werden nicht innovative, intelligente Tech-Lösungen gesucht, sondern inkrementelle Verbesserungen traditioneller Feuerwachtürme vorgezogen.

Wen wundert es dann, wenn solche tollen Start-ups ihr Heil in anderen Ländern suchen. Bis heute gibt es zudem in diesem Lande keine ordentliche Förderung und Wagniskapitalfinanzierung für langzyklisch wirkende DeepTech-Geschäftsmodelle.

Ich traf den Co-Gründer Thomas Grübler mehrmals. Hut ab, wie er und das Team kämpfen“