



Die Spur des Menschen: Siedlungsmuster aus dem All

Mittwoch, 25. Juni 2014

Radarsatelliten erfassen weltweit die Siedlungsflächen in bisher unerreichter Genauigkeit

Wie eine Tuschezeichnung mit mal filigranen, mal kräftigen Linien und Flecken sehen die Bilder aus, die Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) aus den Daten der deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X berechnet haben. In Wirklichkeit zeigen die schwarz-weißen Karten aus über 500 Kilometern Höhe weltweit Städte, Dörfer und Häusergruppen, die sich an Flussläufen entlangwinden, Straßen und Eisenbahnlinien folgen oder sich in fruchtbaren Gebieten ausbreiten - mit einer Genauigkeit, wie sie bisher für globale Auswertungen nicht erreicht wurde. "Wir gehen davon aus, dass die besiedelte Fläche weltweit größer ist als bisher geschätzt", sagt DLR-Wissenschaftler Dr. Thomas Esch. Bei einer Auflösung der zu Grunde liegenden Radaraufnahmen von drei Metern erkennen die Satelliten selbst einzelne Gebäude aus dem All.

Stadtbilder von Los Angeles bis Tokio

2008 lebten erstmals mehr Menschen in städtischen als in ländlichen Regionen. Über neun Millionen Einwohner leben in der Metropole Tokio auf engstem Raum, in der gesamten Region sind es über 35 Millionen. Die Natur setzt dabei dem Ausufer der Besiedlung deutliche Grenzen, und so zeigt die Satellitenaufnahme eine Stadt, die kompakt in der Ebene zwischen Meer und Bergen liegt und nahtlos von Tokio in die nächste Metropole Yokohama übergeht. Lediglich einzelne Stränge der Bebauung reichen in die Bergwelt. Los Angeles hingegen setzt sich in seiner Bebauung über die Natur hinweg - Block um Block in der typischen quadratischen Anordnung bedeckt die Landschaft. Nur breite Autobahnen oder Flughafenanlagen bleiben als weiße Korridore sichtbar, weil sie mit ihren glatten Oberflächen die Radarstrahlen kaum zum Satelliten zurückwerfen.

"Mit der Radartechnologie und den vollautomatischen Auswerteverfahren erfassen wir die für Siedlungsflächen charakteristischen vertikalen Strukturen und somit vornehmlich die Gebäude", erläutert Thomas Esch vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLR. Das können bei der Genauigkeit der Satellitenaufnahmen auch schon einmal Schornsteine, Strommasten oder Verkehrsschilder sein oder auch einzelne gewaltige Bäume in der afrikanischen Landschaft sowie Felsstürme in der Wüste. Diese Fehler filtern die Wissenschaftler sorgfältig heraus - übrig bleiben die Siedlungsstrukturen, die aus dem Weltall gesehen zu unverwechselbaren "Fußabdrücken" werden.

Netzwerke, Linien und Tupfen

Minneapolis - umgeben von einem Flechtwerk aus einzelnen Tupfen, die die weit auseinanderliegenden Farmhäuser abbilden. Delhi - eine Stadt, die wie eine Nervenzelle ihre Verbindungen zu riesigen Satellitenstädten aufgebaut hat. Paris - großstädtisch im scharf umrissenen Zentrum und umgeben von einem klar abgegrenzten, ländlich besiedelten Gebiet mit Haufen- und Reihendörfern. Viele Städte zeigen ihre ganz eigenen Charakterzüge, wenn sie aus dem Weltall betrachtet werden. Rund um Kairo wachsen die Dörfer immer weiter in das fruchtbare Nil-Delta und den Flusslauf entlang, während die umgebenden Wüstenlandschaften unbesiedelt und leer bleiben. Und Brüssel ist von linienförmigen Straßendörfern umgeben, die sich wie ein Netz um die Verkehrsadern legen. Einige Städte und Siedlungen folgen der Infrastruktur, andere sind der Anlass für deren Entstehung. Manche Städte werden von der Natur begrenzt, manche breiten sich ungehemmt und ohne Hindernisse aus. Oftmals spiegeln die Siedlungsmuster und -formen die Kulturgeschichte eines Landes wider, so zum Beispiel in

den weitläufigen Gebieten der USA, in denen Farmer große quadratisch zugeschnittene Ländereien erwerben konnten - und ihre Farmhäuser weit voneinander entfernt errichteten.

Innerhalb von zwei Jahren deckten die beiden Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X bei ihren Überflügen die gesamte Landoberfläche der Erde ab. Dies war nur möglich, da das Satellitengespann auch durch Wolken hindurch und selbst nachts Daten aufzeichnen kann. "Dies ist ein entscheidender Vorteil der Radartechnologie gegenüber optischen Satelliten", sagt DLR-Wissenschaftler Thomas Esch. "Globale Aufnahmen müssen hier erst langwierig aus wolkenfreien Szenen zusammengesetzt werden". Die Aufgabe der Wissenschaftler bestand darin, die automatische Auswertung der Bilddaten so zu justieren, dass Strukturen wie Bäume oder Laternenpfosten nicht erfasst, einzelne Häuser jedoch erkannt werden. Als Resultat entstanden Karten, die mit einer Auflösung von zwölf Metern die urbanen Strukturen und somit den Anteil von besiedelten Flächen, die räumliche Verteilung der Bevölkerung und die Anordnung von ländlichen und städtischen Gebieten zeigen.

Exakte Daten für die Wissenschaft

Insgesamt 180 000 Einzelaufnahmen und 308 Terabyte an Daten hat das Forscher-Team für die exakten "Global Urban Footprints" verarbeitet und ausgewertet. "Bisher gibt es keine andere globale Erfassung von Siedlungsstrukturen in dieser räumlichen Genauigkeit", betont Thomas Esch. Kleinere Dörfer sind bislang bei weltumspannenden Auswertungen nie erfasst worden, denn die eingesetzten Satelliten boten eine Auflösung von maximal 300 Metern. Dabei sind kleinteilige Strukturen sehr wichtig, da die zunehmende Zersiedelung in ländlichen Räumen fruchtbare Ackerflächen und Naturräume zerstört. Nach bisherigen Schätzungen sind etwa ein bis drei Prozent der Landoberfläche von Siedlungen bedeckt. Die ersten Ergebnisse der Radardaten-Auswertung zeigen jedoch, dass der Anteil der besiedelten Flächen vielfach unterschätzt wird. "Das mögen zwar nur geringfügige prozentuale Unterschiede sein, die in der Tat aber erheblich sind, wenn man sich die enormen ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Auswirkungen von Siedlungen, vor allem der städtischen Ballungszentren, vor Augen führt", sagt Thomas Esch.

Bereits ab Ende 2014 sollen die "Global Urban Footprints" Wissenschaftlern zur Verfügung stehen, beispielsweise als Basis für exaktere Modellierungen des Klimas, genauere Risikoanalysen in Erdbeben- oder Tsunamigebieten oder verbesserte Beobachtung des menschlichen Einflusses auf Ökosysteme. "Der neue Datensatz hilft somit, gesellschaftliche Herausforderungen wie Klimawandel, Verstädterung und Bevölkerungsexplosion besser zu verstehen und angemessen auf diese Entwicklungen reagieren zu können."

Kontakte

Manuela Braun

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Media Relations, Raumfahrt

Tel.: +49 2203 601-3882

Fax: +49 2203 601-3249

Manuela.Braun@DLR.de

Dr. Thomas Esch

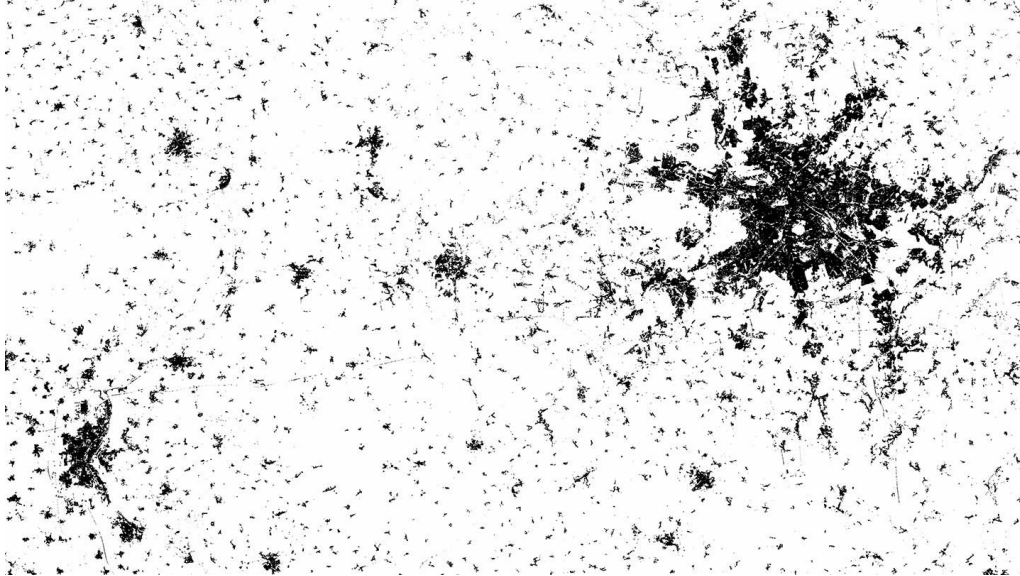
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum

Tel.: +49 8153 28-3721

Thomas.Esch@DLR.de

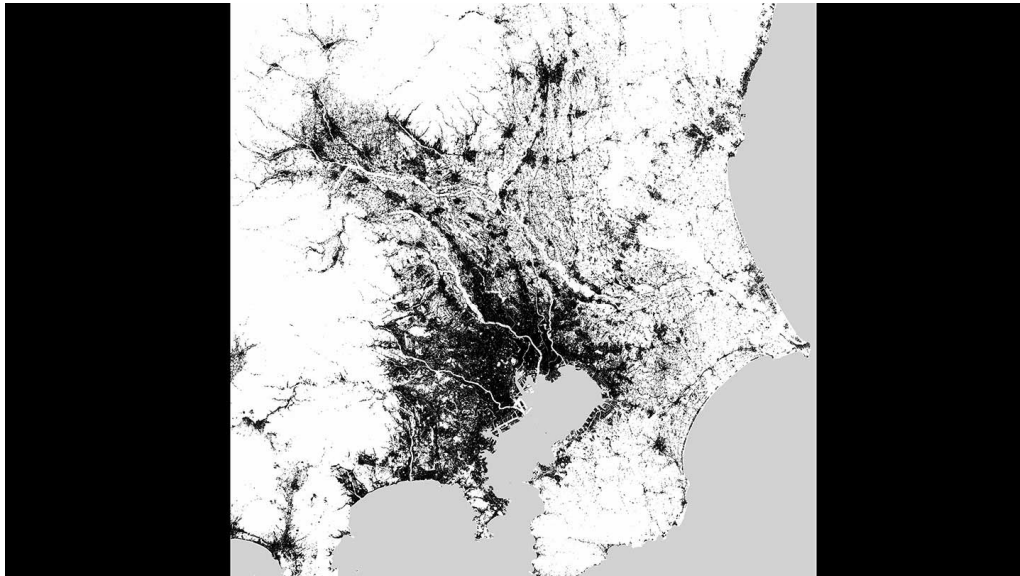
Berlin



Die deutsche Hauptstadt Berlin ist kompakt angelegt: Das Zentrum ist dicht bebaut und dominierend. Entlang der Infrastruktur breitet sie sich aber in das Umland aus. Dies zeigt die Karte, die auf den Radardaten der Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) basieren.

Quelle: DLR.

Tokio



Mehr als neun Millionen Einwohner leben auf engstem Raum im Zentrum der japanischen Hauptstadt Tokio. Die Stadt ist jedoch längst mit anderen Millionenstädten wie Yokohama zusammengewachsen. Die Radaraufnahme der Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) zeigen, dass die Natur mit Meer und Bergen dem Ausufer der urbanen Strukturen Grenzen setzt.

Quelle: DLR.

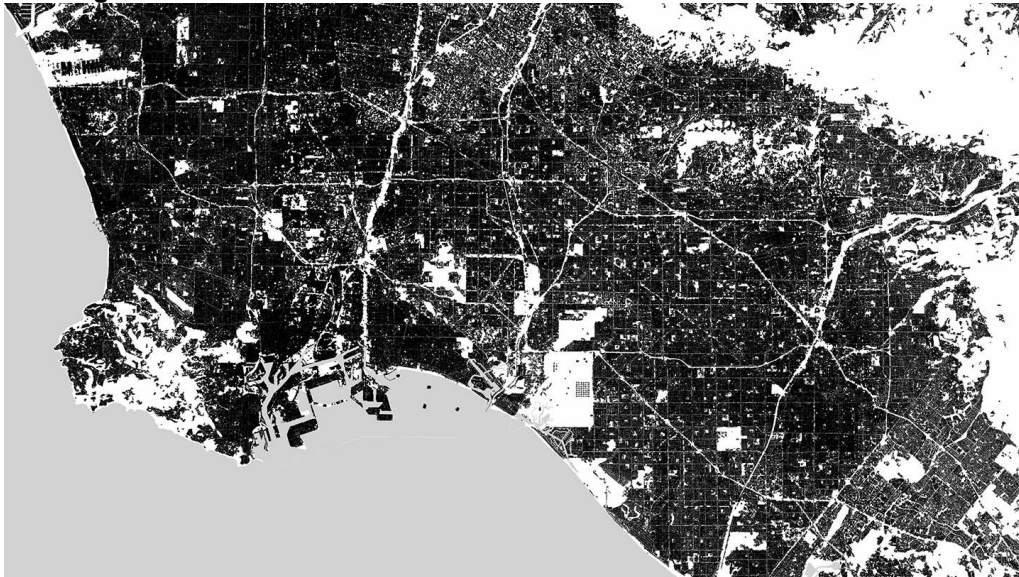
Optische Satellitenaufnahmen von Tokio



Dieses Bild der japanischen Hauptstadt Tokio wurde mit einem optischen Satelliten aufgenommen. Kleinere urbane Strukturen wie Gebäudegruppen oder einzelne Häuser sind nicht zu erkennen.

Quelle: USGS/Verarbeitung: DLR.

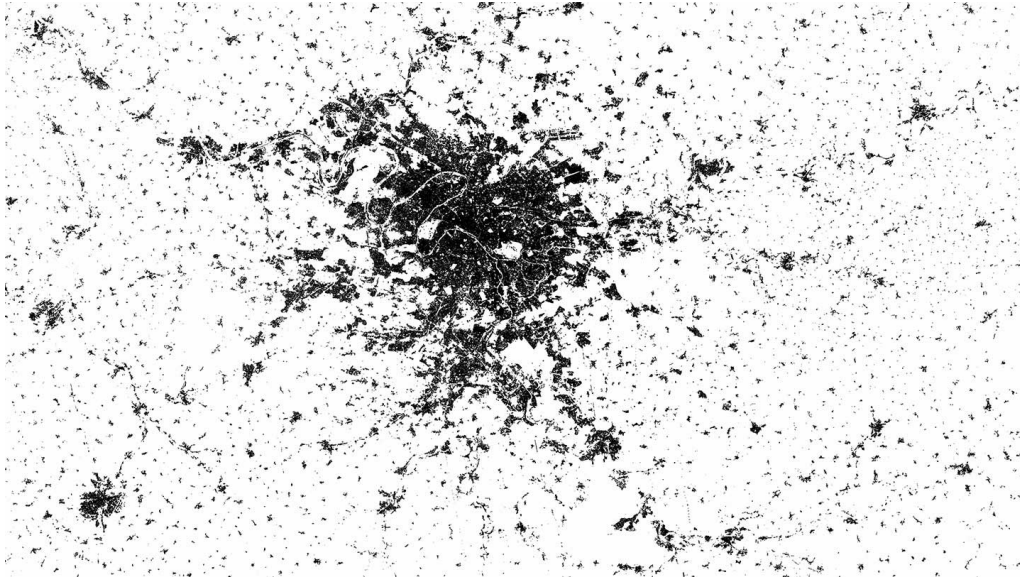
Los Angeles



Die amerikanische Metropole Los Angeles breitet sich auf einer riesigen Fläche aus. Da vertikale Strukturen die Radarstrahlen der Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X des DLR besonders gut reflektieren, zeigt diese Karte, dass Los Angeles besonders dicht und meist blockweise bebaut ist. Weiß erscheinen Flächen ohne vertikale Strukturen wie Autobahnen oder Flughäfen.

Quelle: DLR.

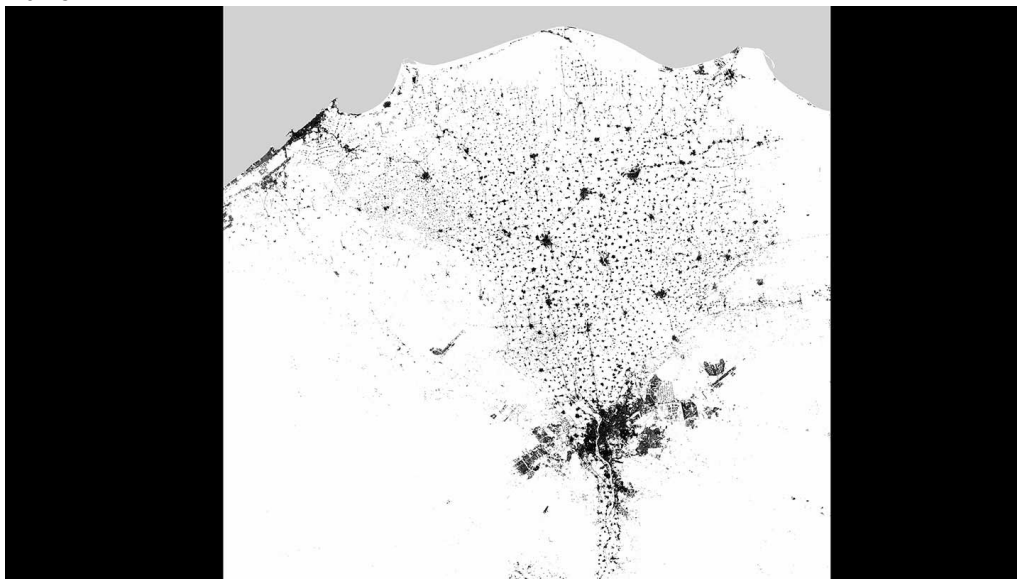
Paris



Stadt und Land liegen dicht beieinander und sind dabei deutlich voneinander abgegrenzt: Die französische Hauptstadt Paris ist auf dieser Karte - erstellt aus den Daten der Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X des DLR - sehr kompakt, die umliegende Region ist jedoch nur noch von kleineren Dörfern besiedelt.

Quelle: DLR.

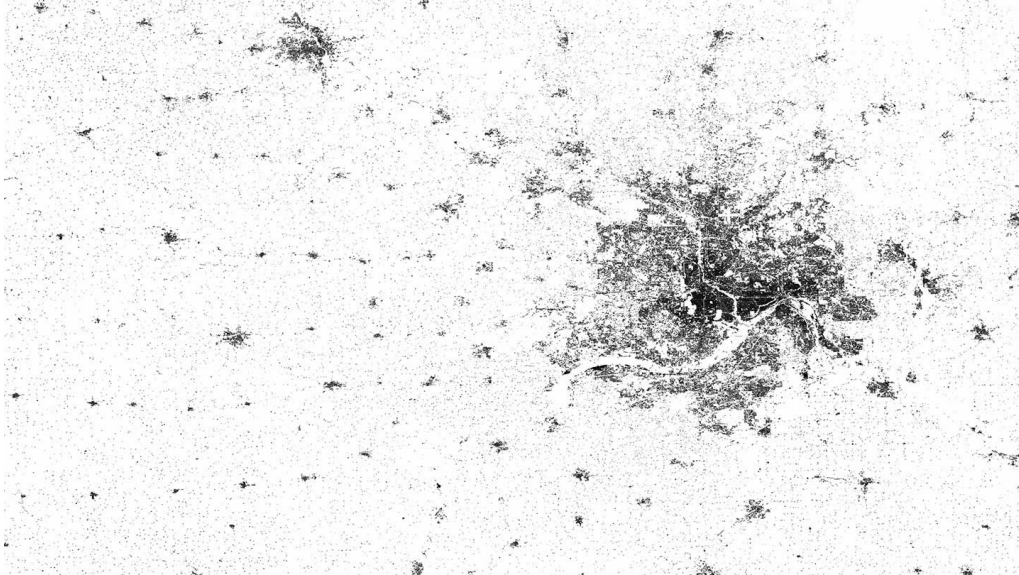
Kairo



Nicht nur die ägyptische Hauptstadt Kairo ist dicht besiedelt - auch im fruchtbaren Nildelta und entlang des Nils leben die Menschen. Weiß - und somit ohne Siedlungsflächen - zeigen sich auf den Radaraufnahmen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) die kargen Landschaften, die nicht mehr über das Nilwasser bewässert werden.

Quelle: DLR.

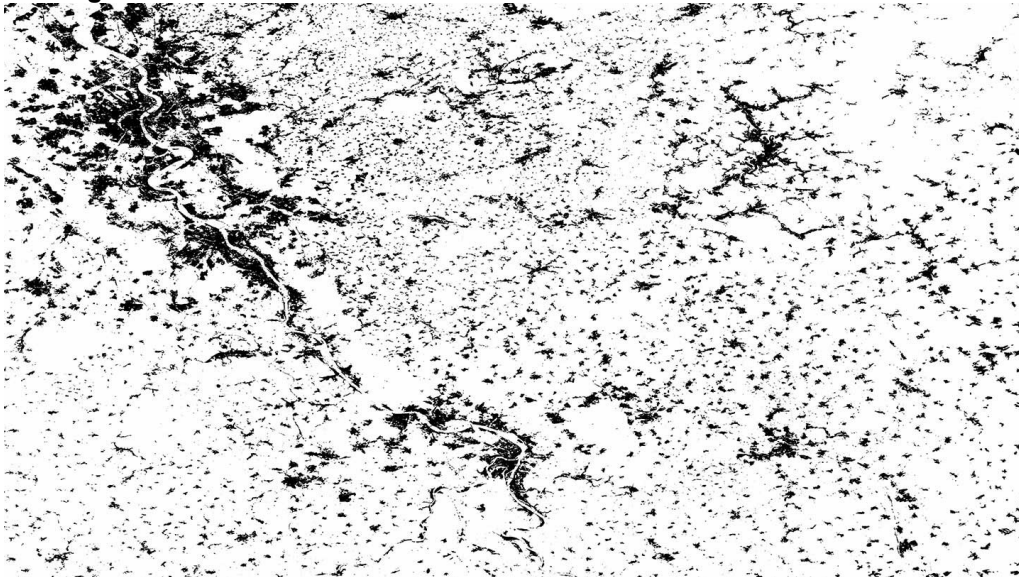
Minneapolis



Selbst einzelne Farmhäuser sind auf den Radarbildern zu erkennen, die Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) zu "Global Urban Footprints" verarbeitet haben. Hier sind Minneapolis und die ländliche Umgebung zu sehen. Das urbane Siedlungsmuster ist durch die Geschichte vorgegeben: Die Farmer erhielten große, meist quadratisch zugeschnittene Landparzellen und bauten ihre Farmhäuser dadurch in weiten Abständen voneinander.

Quelle: DLR.

Die Region um Köln und Bonn



Die Radarsignale der Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X werden von rechtwinkligen Strukturen auf der Erde besonders gut zurückgestreut. Die Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben mit den Satellitendaten die urbanen Strukturen untersucht. Im Raum zwischen Köln (links im Bild) und Bonn zeigt sich, dass zwar die größten Ansiedlungen am Rhein gewachsen sind, aber auch die ländlichere Region im Umkreis ist von zahlreichen kleinen Dörfern besiedelt.

Quelle: DLR.

Optische Satellitenaufnahme von Köln und Bonn



Die optische Satellitenaufnahme von Köln und Bonn zeigt die Stadtzentren am Rhein. Die kleineren Dörfer und Häuser in der ländlicheren Region sind hingegen nicht klar zu erkennen.

Quelle: USGS/Verarbeitung: DLR.

Sao Paulo



Die brasilianische Metropole Sao Paulo liegt geballt besiedelt ein Stück weit von der Küste entfernt. Dort zeichnen sich auf der Karte aus Radardaten des DLR auch entlang der Küstenlinie urbane Strukturen ab.

Quelle: DLR.

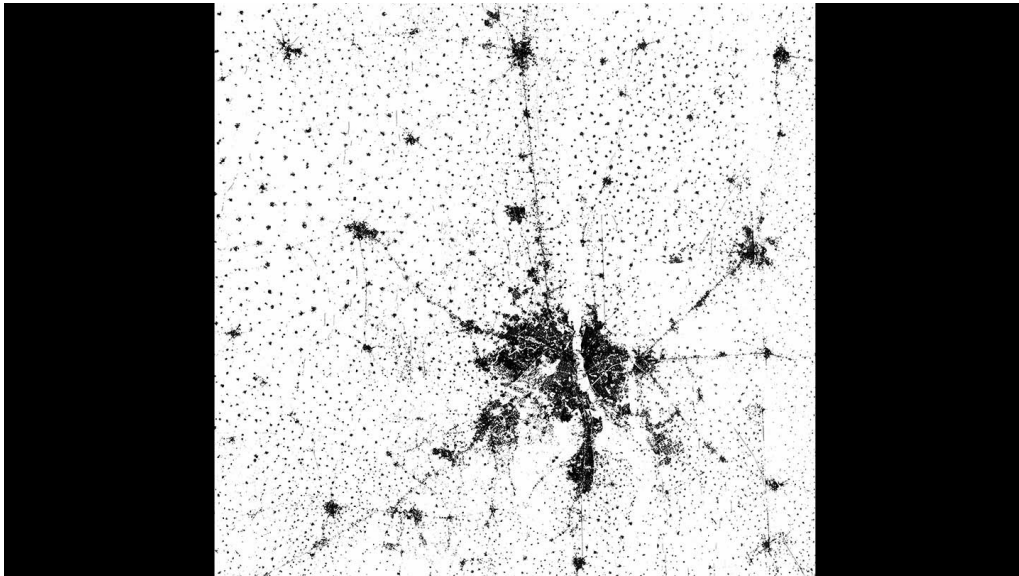
Ho-Chi-Minh-Stadt



Rund sechs Millionen Einwohner leben in der vietnamesischen Ho-Chi-Minh-Stadt (ehemals Saigon). Die aus Radardaten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) erstellte Ansicht zeigt, dass die urbanen Strukturen wie filigrane Linien den Wasserkanälen rund um die Stadt folgen. Das Flussdelta, eine Mangrovenregion, ist hingegen kaum besiedelt.

Quelle: DLR.

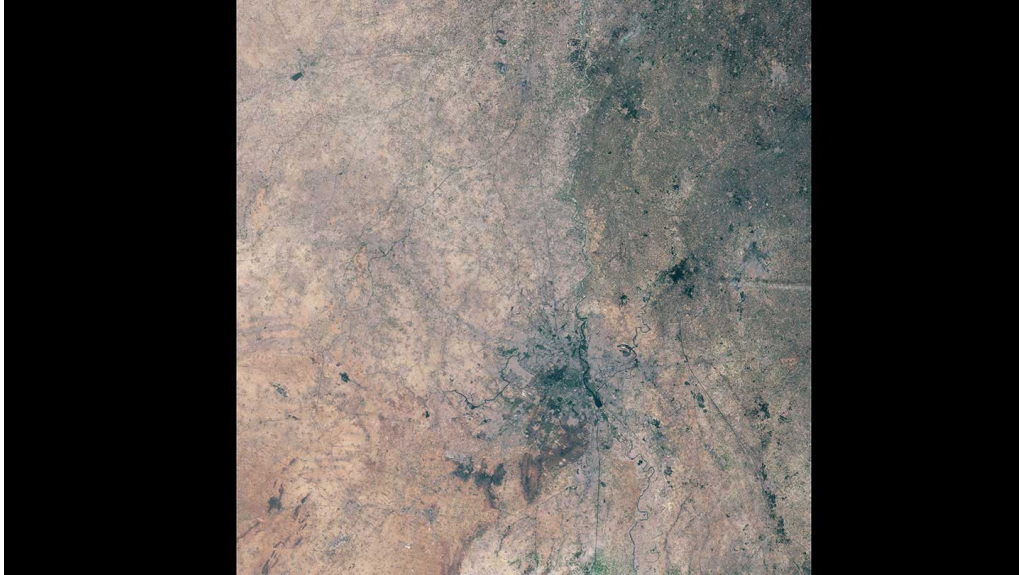
Delhi



Die Mega-City Delhi ist von riesigen Satellitenstädten umgeben. Entlang der Infrastruktur wie Eisenbahnlinien oder Straßen haben sich in Richtung dieser Satellitenstädte Dörfer entwickelt. Hier folgt die Stadtentwicklung der vorhandenen Infrastruktur. Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben diese Karte aus den Daten der Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X erstellt.

Quelle: DLR.

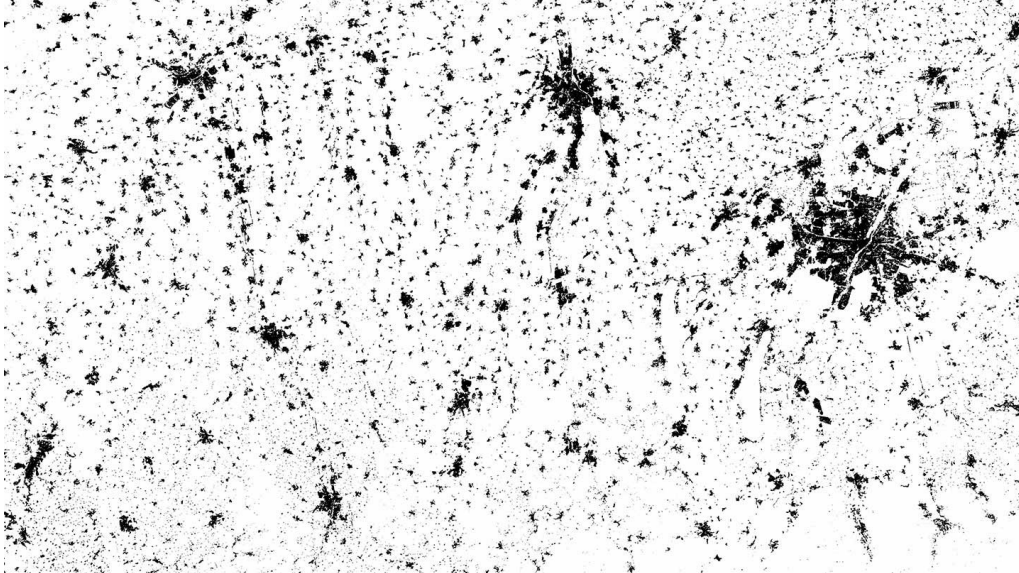
Aufnahme von Delhi mit einem optischen Satelliten



Die Aufnahme eines optischen Satelliten zeigt die indische Hauptstadt Delhi aus dem All.

Quelle: USGS/Verarbeitung: DLR.

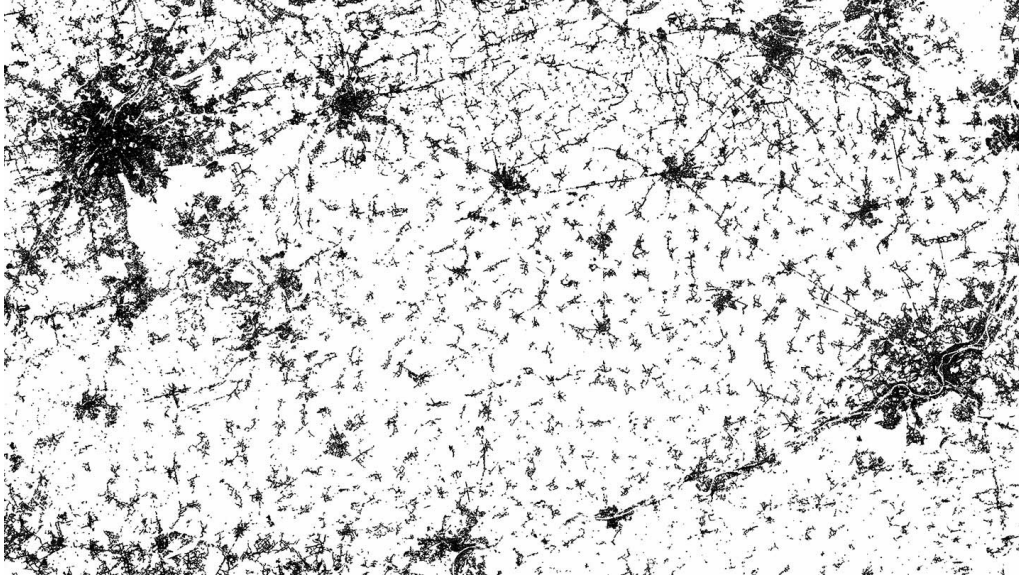
Region mit München, Augsburg und Ulm



Die Region um München, Augsburg und Ulm ist auch in den ländlichen Gebieten zwischen den Städten besiedelt. Dies zeigen die feinen Strukturen, die aus den Radardaten der Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X des DLR erstellt wurden.

Quelle: DLR.

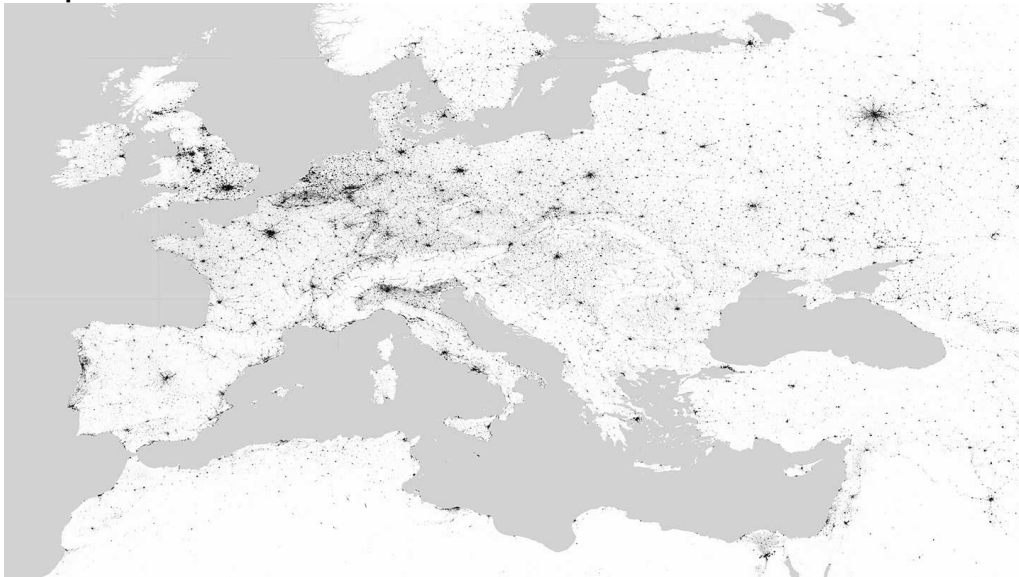
Brüssel



Die belgische Hauptstadt Brüssel (links im Bild) und umliegende Städte wie Lüttich (rechts im Bild) sind kompakte urbane Gebilde, die über ein Netzwerk aus Straßendörfern miteinander verbunden sind.

Quelle: DLR.

Europa



Mit den Daten der Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X erstellten Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) Karten der urbanen Strukturen.

Quelle: DLR.

Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.