

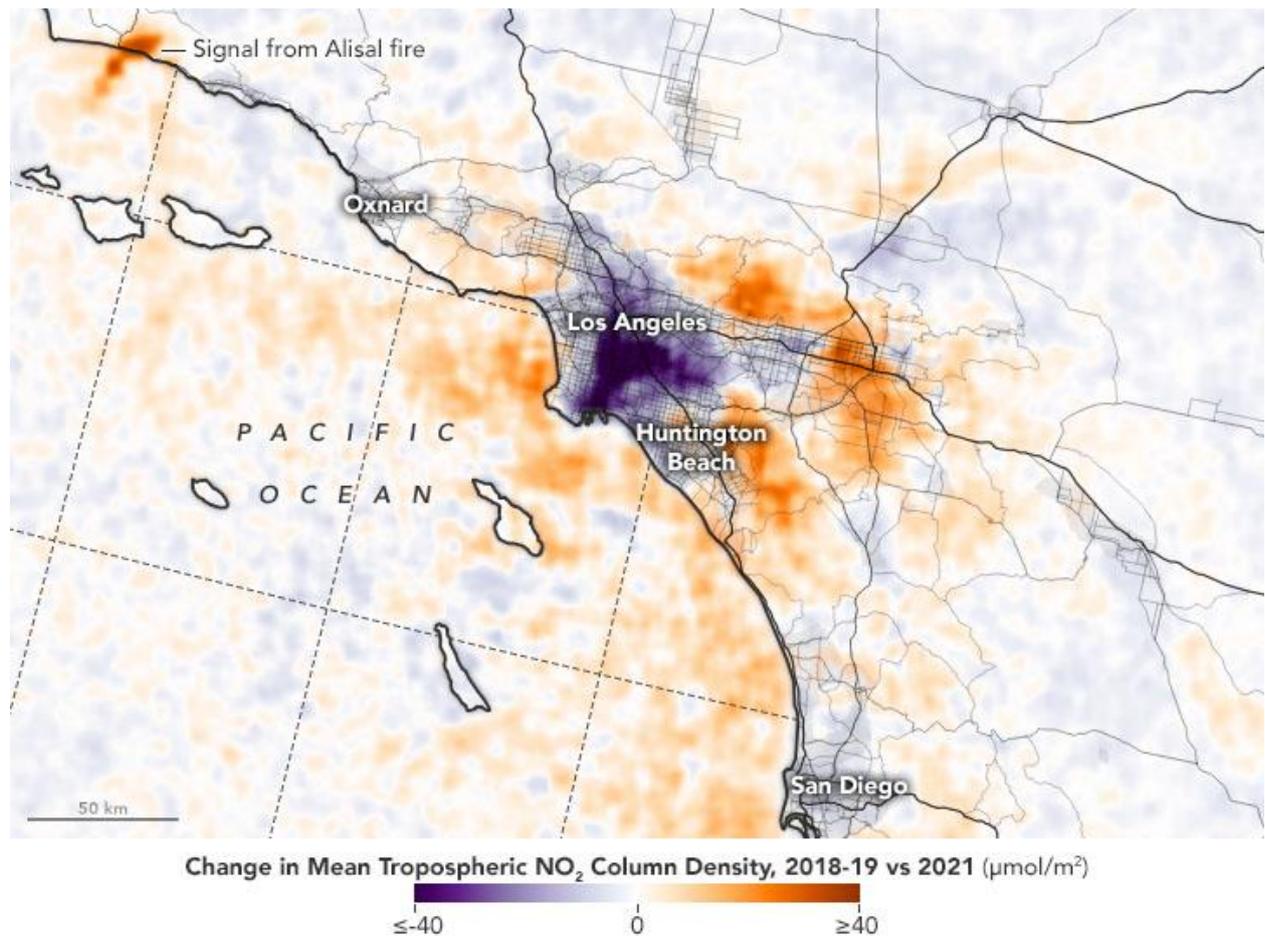
Wissenschaftliche Fragen erreichen die Seehäfen

Neue Satellitenbilder bei NASA Earth Observatory (28. Oktober 2021)

Quelle: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/149004/scientific-questions-arrive-in-ports>

Originaltext: Beitrag von Adam Voiland, mit Faktenüberprüfung und Interpretation von Daniel Goldberg (George Washington University), Ted Russell (Georgia Tech) und Aristeidis Georgoulas (Aristoteles-Universität Thessaloniki).

Bild: NASA Earth Observatory-Bilder bearbeitet von Joshua Stevens unter Verwendung von bearbeiteten Copernicus Sentinel 5P-Daten der ESA.



1. - 23. Oktober 2021

[Download hohe Auflösung](#)

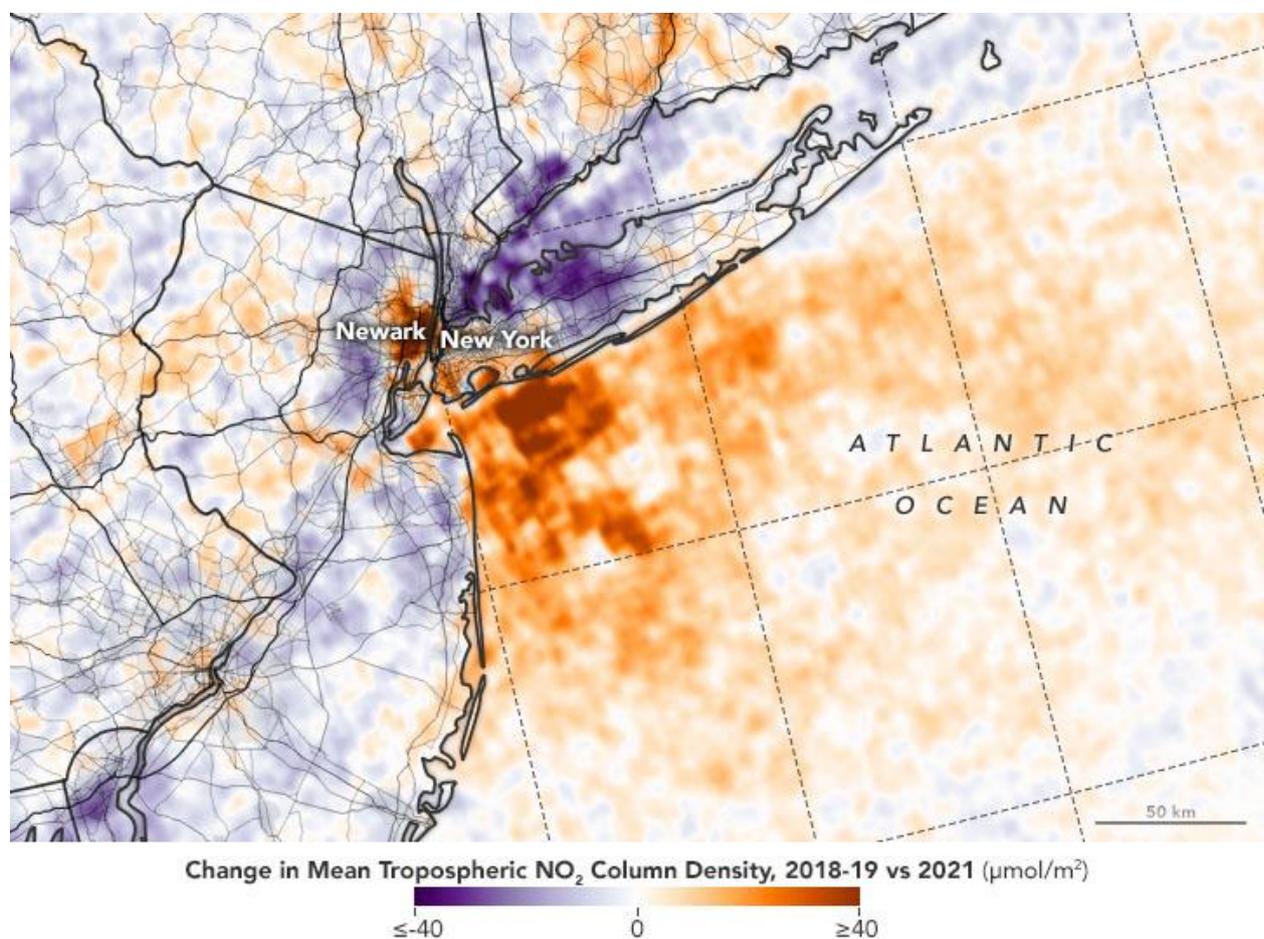
Im Oktober 2021 lieferten die amerikanischen Satelliten [Landsat-8](#)¹ und [Terra](#)², wie auch der europäische [Sentinel-2](#)³ beeindruckende Naturfarbenbilder von Containerschiffen, die müßig vor einigen der größten Häfen Amerikas liegen und einen [rekordverdächtigen Entladerückstand](#) aufweisen. Die steigende Nachfrage nach Konsumgütern, der Mangel an Arbeitskräften und Ausrüstung sowie eine Reihe von COVID-bedingten Lieferkettenengpässen haben zu den Rückständen beigetragen.

Jetzt versuchen Atmosphärenforscher mithilfe von Satellitendaten zur Luftverschmutzung herauszufinden, ob die ungewöhnlichen Schiffsaktivitäten die Luftqualität in der Nähe der Häfen beeinflussen. Obwohl auch andere Industrien und Prozesse eine Rolle spielen könnten, deutet ein erster Blick auf Satellitenbeobachtungen der Stickstoffdioxidbelastung vor den Häfen darauf hin, dass der Schiffsverkehr möglicherweise zu einem Anstieg der Verschmutzung beiträgt.

Die Karten oben und unten zeigen die Konzentration des Luftschadstoffs **Stickstoffdioxid** (NO₂) zwischen dem 1. und 23. Oktober 2021 im Vergleich zum gleichen Zeitraum in den Jahren 2019 und 2018 (bevor die COVID-19-Pandemie den Welthandel beeinträchtigte). Die Häfen von Los Angeles, Long Beach, New York/New Jersey - die verkehrsreichsten Häfen in den Vereinigten Staaten - zeigen im Oktober 2021 einen deutlichen Anstieg der NO₂-Werte.

Diese Daten wurden vom **Troposphären-Überwachungsinstrument** (TROPOMI⁴) an Bord des Copernicus-Satelliten **Sentinel-5P**⁵ der Europäischen Kommission erhoben. Der Vorgänger von TROPOMI, das **Ozonüberwachungsinstrument** (OMI⁶) auf dem **Aura**⁷-Satelliten der NASA, führt **ähnliche Messungen** durch. (Hinweis: Durch eine kürzlich erfolgte **Änderung des Algorithmus** können neuere TROPOMI-Beobachtungen von NO₂ um 10 bis 15 Prozent künstlich erhöht werden. Die Karten auf dieser Seite wurden entsprechend korrigiert).

Die erhöhten NO₂-Konzentrationen in der Nähe der Häfen scheinen zumindest teilweise darauf zurückzuführen zu sein, dass Dutzende von Schiffen mehrere Tage auf das Entladen ihrer Ladung warten. **Am 21. Oktober** warteten in den Häfen von Los Angeles und Long Beach 105 Schiffe auf einen Liegeplatz, wie aus den Daten der Marine Exchange of Southern California hervorgeht. Vor der Küste von New York/New Jersey sind die Rückstaus zwar nicht so gravierend, aber auch in diesen Häfen gab es in den letzten Monaten einige Rückstaus und ungewöhnlich **hohe Frachtbewegungen**.



1. - 23. Oktober 2021

[Download hohe Auflösung](#)

Da nur etwa 60 Frachtschiffe in den flachen Gewässern in der Nähe der Häfen von Los Angeles und Long Beach vor Anker gehen können, werden die übrigen wartenden Schiffe in tieferen Gewässern positioniert, wo sie ihre Hauptmotoren laufen lassen und sich **im Kreis bewegen**, um ihre Position zu halten. Selbst Schiffe, die vor Anker liegen, müssen noch Hilfsmotoren laufen lassen, um wichtige Systeme in Betrieb zu halten. Im Oktober 2021 mussten vor Anker liegende Schiffe mehrfach ihre Hauptmotoren einschalten oder sich in tiefere Gewässer begeben, um das schlechte Wetter zu

überstehen. All diese Szenarien führen zu Emissionen von Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid, Feinstaub (PM_{2,5}) und anderen Schadstoffen, die in windabgewandten Siedlungsgebieten zu mehr Smog und Ozon führen können.

Neben der großen Zahl wartender Schiffe könnte ein weiterer Faktor, der zu höheren Schadstoffwerten beiträgt, darin bestehen, dass in allen drei Häfen aufgrund der steigenden Verbrauchernachfrage deutlich mehr Waren umgeschlagen werden als in den Vorjahren. In den Häfen von Los Angeles und Long Beach ist der Güterumschlag in einigen Monaten des Jahres 2021 im Vergleich zu 2019 um rund 50 Prozent gestiegen, wie aus einem Bericht des California Air Resources Board hervorgeht. Auch der Hafen von New York/New Jersey meldet für das Jahr 2021 ein Rekordergebnis beim Frachtaufkommen.

Die Satellitenbeobachtungen von Stickstoffdioxid deuten auch auf andere Prozesse an der Küste hin. Das kleine Gebiet mit erhöhtem NO₂-Gehalt in der Nähe von Santa Barbara steht im Zusammenhang mit der Rauchfahne des Alisal-Brandes, der Mitte Oktober entlang der kalifornischen Küste Flächen mit Chaparral⁸-Vegetation niederbrannte. Der blaue Bereich unmittelbar über Los Angeles deutet auf eine Verringerung der städtischen Emissionen über dem Stadtzentrum hin.

"Ein Teil dessen, was wir über Los Angeles sehen, ist, dass die in den letzten Jahren in Kraft getretenen Kontrollen mobiler (Lastwagen, Autos, Züge) und stationärer (Fabriken) NO₂-Quellen wirksam waren, insbesondere einige der Kontrollen am Hafen selbst", sagte Ted Russell, Atmosphärenforscher an der Georgia Tech und Mitglied eines NASA-Teams für angewandte Wissenschaften, das sich mit Luftqualität befasst. Seit 2006 haben die Häfen von L.A. und Long Beach einen Luftreinhalteplan in Kraft gesetzt, der zu einer erheblichen Verringerung der NO₂-Emissionen geführt hat.



10. Oktober 2021

[Download hohe Auflösung](#)

Andere Forscher weisen darauf hin, dass die COVID-bedingten Veränderungen in den Verkehrsgewohnheiten ein Faktor sein könnten. "Der blaue Fleck über der Innenstadt von Los Angeles könnte darauf zurückzuführen sein, dass weniger Menschen in die Innenstadt pendeln und stattdessen von zu Hause arbeiten", so Daniel Goldberg, Atmosphärenforscher an der George Washington

University. "Bei der Betrachtung von Satellitendaten, die Veränderungen in der Schadstoffkonzentration zeigen, muss man immer bedenken, dass mehrere Faktoren im Spiel sind, die schwer zu entschlüsseln sind."

Goldberg, Russell und andere Atmosphärenforscher weisen darauf hin, dass andere Faktoren - insbesondere Wind- und Wetterbedingungen - die Interpretation von Veränderungen des Stickstoffdioxids erschweren können. "Verdoppeln Sie die Windgeschwindigkeit, und Sie können die Konzentrationen ungefähr halbieren. Ändert man die Windrichtung, scheint es in einem Gebiet mehr, in einem anderen weniger zu sein", so Russell. Eine [aktuelle Analyse](#) von Goldberg ergab, dass starke Winde oder eine veränderte Windrichtung die NO₂-Konzentrationen über Los Angeles um bis zu 80 Prozent verändern können.

In diesem Fall ist es möglich, dass Tage mit starken [Santa-Ana-Winden](#) in den Jahren 2018-19 den offensichtlichen NO₂-Anstieg über Riverside und Irvine übertrieben haben könnten. "Ohne einen genauen Blick auf die Meteorologie zu werfen, kann ich nur sagen, dass diese vorläufigen Daten sicherlich die Vermutung unterstützen, dass wir aufgrund des Rückstaus im Schiffsverkehr einen Anstieg der Emissionen vor der Küste sehen", sagte Russell. "In ein oder zwei weiteren Monaten können wir vielleicht eine viel klarere Aussage treffen."

Fußnoten:

¹ **Landsat-8:** US-amerikanisches [Fernerkundungssystem](#) aus einer Serie von mehrfach weiterentwickelten [Satelliten](#), die seit 1972 in ihre [Umlaufbahn](#) gebracht wurden, zuletzt im Jahre 1999 der Landsat-7 ETM+ ([Enhanced Thematic Mapper Plus](#)) als Vertreter der alten Serie und im Februar 2013 der [Landsat-8](#) als Vertreter des [Landsat-Nachfolgeprogramms](#). Im September 2021 startete bereits [Landsat-9](#).

² **Terra:** Ein am 18.12.1999 gestarteter [Erdbeobachtungssatellit](#) der NASA zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen Erdatmosphäre, Land, Schnee und Eis, Ozean und Energiebilanz, um das Klima der Erde und den Klimawandel zu verstehen und die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten und Naturkatastrophen auf Gemeinschaften und Ökosysteme zu erfassen. Die geplante Lebensdauer des Satelliten betrug ursprünglich 6 Jahre.

³ **Sentinel-2:** Sentinel-2 ist eine Zwillingssatelliten-Mission. Die zwei polumlaufenden Satelliten befinden sich auf derselben sonnensynchronen Umlaufbahn und sind um 180° versetzt.

Die Sentinel-2 Satelliten liefern mit ihrem Instrument [Multispectral Imager](#) (MSI) Aufnahmen im sichtbaren und infraroten Spektrum zwischen 443 und 2190 nm. Ihre 13 Kanäle sind für die Beobachtung der Landoberflächen optimiert. Die hohe Auflösung von bis zu 10 m und die Abtastbreite von 290 km sind ideal, um Veränderungen der Vegetation zu erkennen und etwa Erntevorhersagen zu erstellen, Waldbestände zu kartieren oder das Wachstum von Wild- und Nutzpflanzen zu bestimmen.

Das Instrument wird auch an Küsten und Binnengewässern eingesetzt, um etwa das Algenwachstum zu beobachten oder den Sedimenteintrag in Flussdeltas nachzuverfolgen.

Generell wurden die Sentinels für die spezifischen Bedürfnisse des Copernicus-Programms entwickelt. Sentinel-1, -2, -3 und -6 sind spezielle Satelliten, während Sentinel-4 und -5 Instrumente an Bord der Wettersatelliten von EUMETSAT sind. Beachten Sie, dass Sentinel-5P, ein Vorläufer von Sentinel-5, ebenfalls ein spezieller Satellit ist.

⁴ **TROPOMI:** Das multispektrometrisch arbeitende Messinstrument [TROPOMI \(Tropospheric Monitoring Instrument\)](#) an Bord von Sentinel-5P mit seiner räumlichen Auflösung von 3,5 km mal 7 km übertrifft vergleichbare Satelliteninstrumente um das Hundertfache. So können erstmals Luftverschmutzungen von einzelnen Städten und Stadtgebieten aus dem All detektiert werden. Der Satellit umkreist die Erde 14-mal pro Tag mit sich ergänzenden Orbits. Maximal drei Stunden nach der Messung stehen die einzelnen Datenprodukte bereits zur Verfügung, ob Ozonwerte oder Schwefeldioxid-Konzentration. Der nahe-Echtzeit Service ist technisch anspruchsvoll aber für die Nutzer wichtig, da Veränderungsprozesse in der Atmosphäre oft sehr schnell ablaufen. Insgesamt liefert Sentinel-5P damit täglich einen vollständigen globalen Datensatz zur Zusammensetzung der Atmosphäre.

⁵ **Sentinel-5P:** Sentinel-5P (das P steht für Precursor) ist ein eigenständiger Satellit mit TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument) als einzigem Instrument, während die Sentinel-5 Folgemission als integrierte Instrumente auf den neuen MetOp-SG Satelliten von Eumetsat mitfliegen werden. Sentinel-5P übernimmt diese Aufgabe seit 2017 und überbrückt so die Zeit bis zum Start von Sentinel-5 auf MetOp-SG.

Generell wurden die [Sentinels](#) für die spezifischen Bedürfnisse des [Copernicus-Programms](#) entwickelt. Sentinel-1, -2, -3 und -6 sind spezielle Satelliten, während Sentinel-4 und -5 Instrumente an Bord der Wettersatelliten von EUMETSAT sind.

⁶ **OMI:** Hyperspektrales abbildendes Instrument zur Messung des Gesamt Ozons und anderer atmosphärischer Parameter mit Ozon- und Klimabezug als Beitrag der niederländischen Raumfahrtagentur (NIVR) und des finnischen meteorologischen Instituts (FMI) für den NASA-Satelliten AURA. OMI arbeitet im sichtbaren und ultravioletten Bereich des elektromagnetischen Spektrums und liefert hochaufgelöste Bilder der globalen Ozonverteilung, von anderen Spurengasen und von Aerosolen.

⁷ **Aura:** Erdbeobachtungssatellit der NASA, der 2004 gestartet wurde. Hauptziele der Mission sind die Beobachtung der Ozonschicht, die Beobachtung der Luftqualität (bodennahes Ozon, Stickstoffdioxid, Aerosole) und des Klimawandels.

- **HIRDLS** (High Resolution Dynamic Limb Sounder) misst die Infrarotstrahlung von Ozon, Wasserdampf, Chlorfluorkohlenwasserstoffen, Methan und verschiedenen Stickstoffverbindungen. HIRDLS ist eine Gemeinschaftsentwicklung der University of Colorado Boulder und der University of Oxford.
- **MLS** (Microwave Limb Sounder) misst die von verschiedenen Spurengasen abgegebene Mikrowellenstrahlung.
- **OMI** (Ozone Monitoring Instrument) arbeitet im sichtbaren und ultravioletten Bereich des elektromagnetischen Spektrums und liefert hochaufgelöste Bilder der globalen Ozonverteilung, von anderen Spurengasen und von Aerosolen. OMI wurde vom niederländischen NVIR entwickelt.
- **TES** (Tropospheric Emission Spectrometer) misst die Konzentration von bodennahem Ozon und anderen Spurengasen durch ihre Infrarotemissionen.

⁸ **Chaparral:** Vegetationstyp in Kalifornien, der eine der Macchie ähnliche Vegetation aufweist. Der Chaparral besteht vorwiegend aus immergrünen Hartlaubgewächsen.

Quellen und weitere Informationen:

- California Air Resources Board (2021, September 13) [Emissions Impact of Recent Congestion at California Ports](#). Accessed October 27, 2021.
- CNN (2021, October 25) [Visualizing California's stunning shipping gridlock](#). Accessed October 27, 2021.
- Georgoulas, A. et al. (2020) [Detection of NO2 pollution plumes from individual ships with the TROPOMI/S5P satellite sensor](#). *Environmental Research Letters*, 5, 124037.
- *The Guardian* (2021, October 15) [Ships backed up outside US ports pumping out pollutants as they idle](#). Accessed October 27, 2021.
- Marine Exchange of Southern California (2021, October 22) [Six records set yesterday](#). Accessed October 27, 2021.
- NASA Earthdata [Shipping](#). Accessed October 27, 2021.
- NASA Earthdata [COVID-19 Dashboard](#). Accessed October 27, 2021.
- NASA, ESA, JAXA [Earth Observing Dashboard](#). Accessed October 27, 2021.
- *Newsweek* (2021, October 19) [Supply Chain Woes Lead to Highest-Ever Numbers of Ships Stuck Waiting at LA Ports](#). Accessed October 27, 2021.
- Port Authority NY NJ (2021, October 18) [The Holidays Come Early to the Seaport, Right on Time](#). Accessed October 27, 2021.
- The Port of Los Angeles [Annual Inventory of Air Emissions](#). Accessed October 27, 2021.
- Supply Chain Dive (2021, October 11) [East Coast port volumes rise as some importers avoid West Coast congestion](#). Accessed October 27, 2021.
- Random Lengths News (2021, September 30) [Armada Outside the Twin Ports](#). Accessed October 27, 2021.
- stern (23.09.2021) [Rekordzahl von Frachtschiffen steckt vor L.A. fest – und die Amerikaner bangen um ihre Weihnachtsgeschenke](#). Zugriff 31.10.2021

Übersetzung und inhaltliche Bearbeitung:

K. G. Baldenhofer