

# Das ist die Satelliten-Erkundung von Space-Eye

# Von oben sieht man mehr...

Auf Search-and-Rescue-(SAR)-Missionen ist das überschaubare Gebiet vom Schiff aus auch bei guter Sicht stark eingeschränkt. Boote in Seenot verschwinden aufgrund der geringen Sichthöhe an Bord und der Erdkrümmung schon nach wenigen Meilen hinter dem Horizont. Sie können auch mit dem Fernglas nicht entdeckt werden. Das Radarsystem kann die kleinen Boote in Seenot nicht erfassen, weil die Schlauchboote aus Kunststoff sind und kein Signal zurückwerfen.

## Menschen sterben, weil niemand die Seenot mitbekommt

Aus größerer Höhe lassen sich größere Bereiche überblicken. Space-Eye entwickelt eine Mastkamera, die mit technischen Mitteln das Schwanken des Seegangs kompensiert und das Bild stabilisiert. Eine halbautomatisierte Schiffsdetektion ist in Arbeit. Space-Eye mit der Initiative „Searchwing“ der Hochschule Augsburg zusammen. Searchwing entwickelt eine SAR-Drohne, die vom Suchschiff aus gestartet wird. Die Drohne rastert autark ein vorgegebenes Gebiet ab und macht dabei Aufnahmen, die später analysiert werden können. In Planung ist eine automatisierte Erkennung von Schiffbrüchigen.

Das größte überschaubare Gebiet erhält man aus Satellitenbildern. Die Satellitenbilder stammen von öffentlichen oder privaten Anbietern wie z.B. Planet.com. Ein großer Vorteil dieser Satellitenbilder ist, dass nicht nur sichtbares Licht, sondern auch Infrarot (Körperwärme) oder Radar (Blick durch Wolken hindurch) genutzt werden kann. Entscheidender Nachteil ist, dass Space-Eye keinen Einfluss darauf hat, wann Bilder von einem bestimmten Seegebiet gemacht werden.

All diese Vorhaben – Mastkamera, Drohne, Satellit – ist gemein, dass riesige Datenmengen anfallen, die nicht mehr von menschlicher Hand ausgewertet werden können.

## Automatisierte Detektion kleiner Boote

Um die Datenflut beherrschen zu können, kommt Künstliche Intelligenz (KI) zum Einsatz. Ein neuronales Netz soll später selbständig Boote auf dem Meer erkennen können. Dazu muss das neuronale Netz aber zunächst angelernet werden, d.h. es müssen sehr viele bekannte Bilder an die KI zum Training übergeben werden.

Hierfür werden ältere Satellitenfotos verglichen mit den im gleichen Zeitraum bekannten Positionsdaten von (größeren) Schiffen. Die Vergleichs-Positionsdaten stammen aus dem Automatic Identification System (AIS). AIS sammelt u. A. die Positionsdaten vor allem von Schiffen der Berufsschiffahrt.

## Herausforderungen an die Bilderkennung

Die Auflösung von Satellitenbildern beträgt im günstigsten Fall etwa 3x3 Meter pro Pixel. Ein typisches Schlauchboot mit Geflüchteten ist daher selten größer als zwei bis drei Pixel. Schiffe, die unter Motor laufen, ziehen eine Schleppe – das gut erkennbare Kielwasser – hinter sich her. Wenn ein Schlauchboot ohne Motor auf dem Wasser treibt, fällt das weg.

Zu den Herausforderungen gehören weiter unbedingt das Wetter (z.B. Wolken, Wellengang), die die Bildauswertung erschweren oder unmöglich machen.

## Ziele: Seenotrettung und Dokumentation von Rechtsverstößen

Ein (noch fernes) Ziel von Space-Eye ist, SAR zu unterstützen durch Erkennen von Booten in Seenot um dem rechtzeitigen Einleiten von Rettungsmaßnahmen.

Das Verfahren erlaubt es aber auch, ältere Daten auszuwerten und damit beispielsweise den Verstoß gegen geltendes Recht zu dokumentieren, z.B. Pushbacks von Frontex oder der Küstenwache.

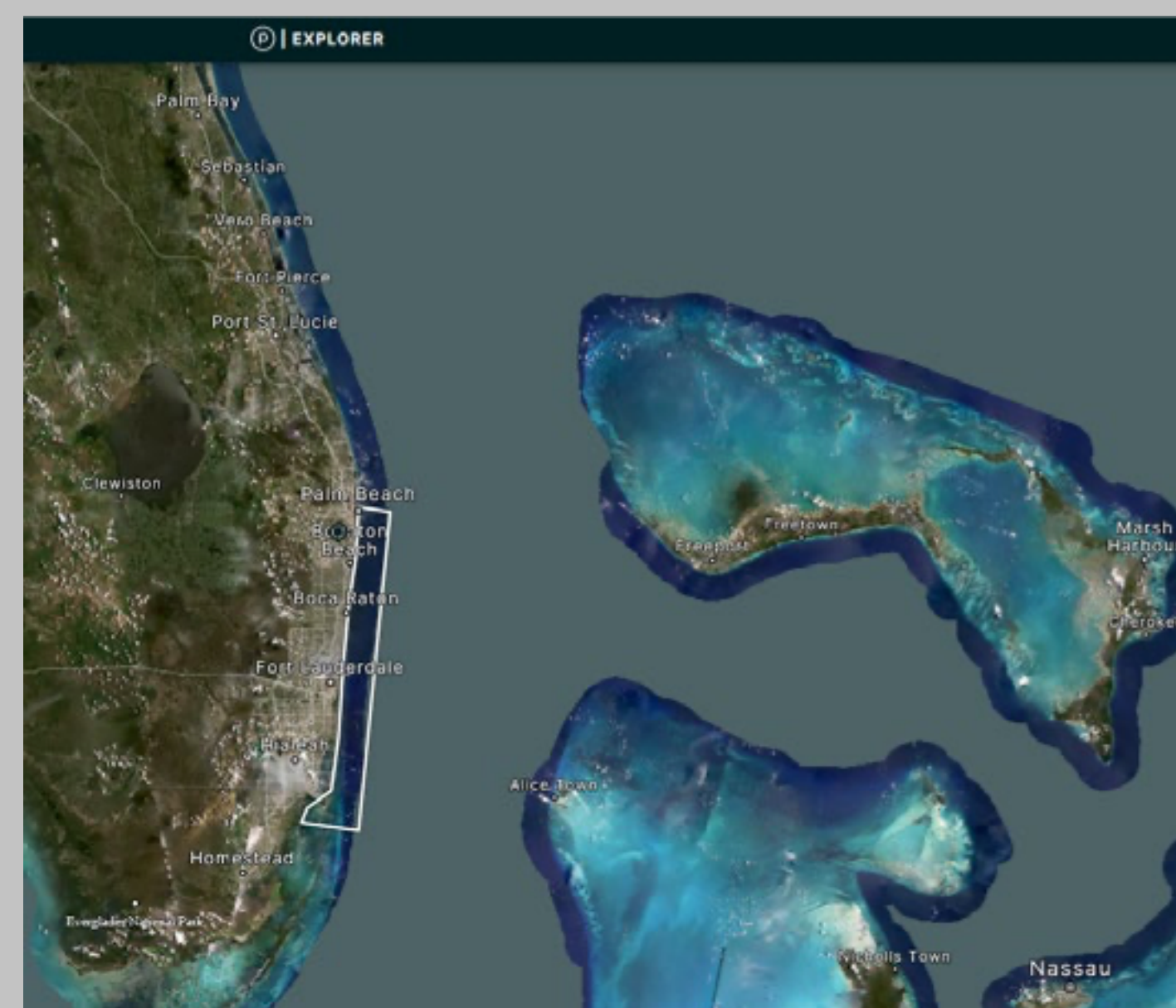
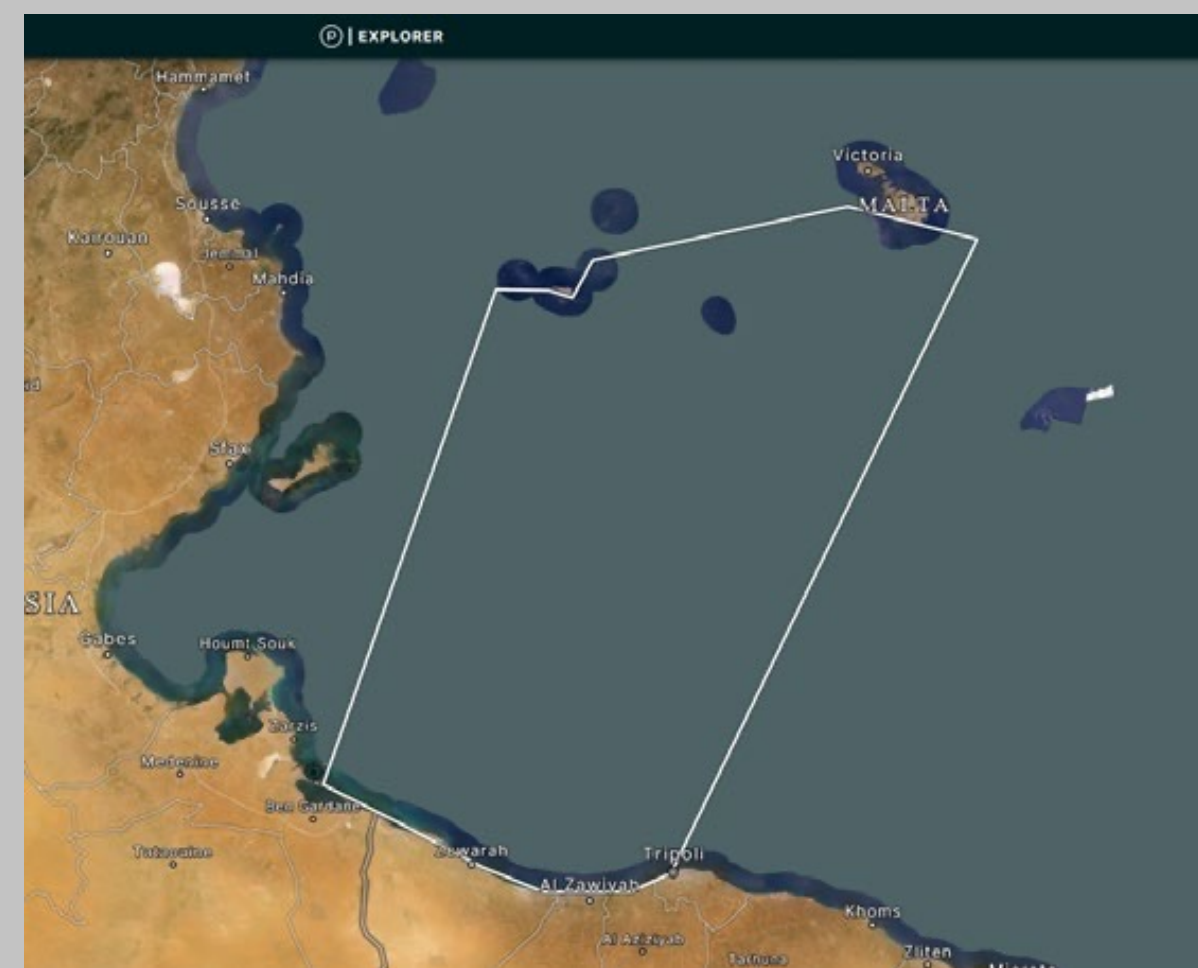
## Detektion kleiner Boote auf Satellitenbildern mittels KI

### Automatisierte Erstellung vergleichbarer Trainingsdaten

Das größte Problem beim Training einer KI für die Erkennung von Flüchtlingsbooten ist die extrem geringe Anzahl von Beispielen. Es gibt nur wenige Satellitenbilder von Fluchtbooten, und für das Training einer KI werden große Mengen an Daten benötigt. Manuelles Labeling an Satellitendaten der Zielregion im Mittelmeer ist mühsam und führt selbst im besten Fall zu wenigen Datenpunkten mit Booten, da diese insgesamt sehr selten auftreten. Manuell gelabelte Daten unserer Zielregion werden daher nicht zum Training, sondern nur zu Validierungszwecken eingesetzt.

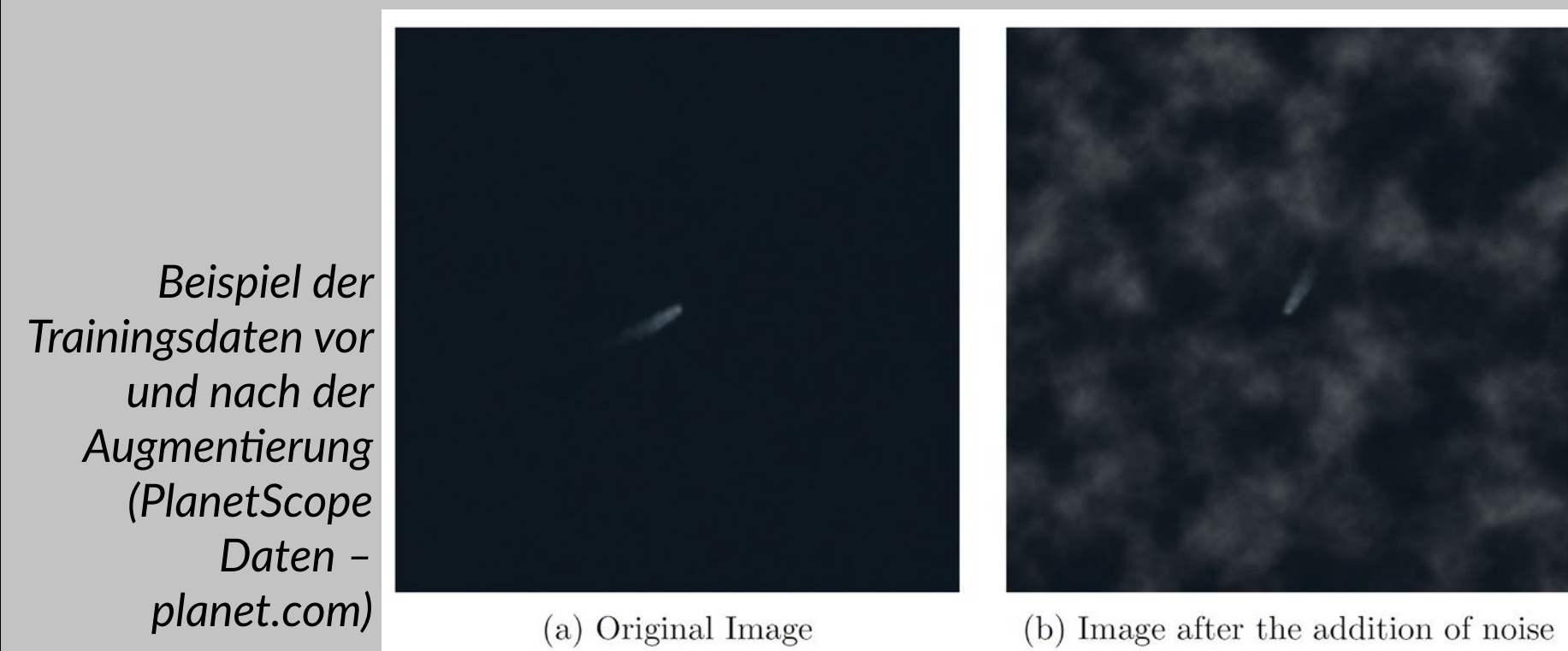
Um vergleichbare, automatisierte Trainingsdaten zu erhalten, wurde eine historische AIS (Automatic Identification System) Datenbank der US-amerikanischen Küste mit den verfügbaren Satellitenbildern verglichen und so mögliche Boote lokalisiert. AIS Daten enthalten Informationen zur Position, Geschwindigkeit und Größe des jeweiligen Schiffes und werden regelmäßig von fast allen Schiffen übertragen. AIS Sender sind verpflichtend für Schiffe einer gewissen Größe, werden inzwischen aber auch häufig auf kleineren Sportbooten verbaut. Die Küste Floridas wurde als interessantes Gebiet gewählt, da hier eine große Menge an Booten verkehren und die Aufnahmen der Planet-Scope Satelliten zur etwa gleichen Tageszeit stattfinden. Dies erlaubt eine bessere Vergleichbarkeit der Lichtverhältnisse zwischen Trainings- und Anwendungsgebiet.

Zielregion Mittelmeer, Trainingsregion Küste Floridas – PlanetScope Daten Juni 2021 (planet.com)



## Training eines Erkennungssystems

Ein Klassifikationssystem wurde auf den Trainingsdaten trainiert und ausgewertet. Da die Präzision der AIS Daten nicht ausreicht, um automatische Detektionsdaten zu erstellen, wurde ein Klassifikationssystem (Schiff/kein Schiff) für Bildausschnitte von 1.44 km<sup>2</sup> erstellt und trainiert. Hierfür wurde ein auf ImageNet trainiertes ResNet34 um einen vierten Farbkanal erweitert und angepasst. Besonders wichtig hierfür war eine manuelle Kontrolle der Trainingsdaten und eine starke Augmentierung des Trainingsdatensatzes. Im Trainingsdatensatz waren etwa 5 % visuell erkennbar falsche Labelings enthalten. Als Augmentierung wurden Rotationen, Spiegelungen, Crops, leichte Farbveränderungen und Perlin Noise verwendet. Somit konnte eine Genauigkeit von 96% auf den Satellitendaten vor der Küste Floridas erreicht werden.



Beispiel der Trainingsdaten vor und nach der Augmentierung (PlanetScope Daten – planet.com)

## Nächste Schritte

Das erarbeitete System soll im nächsten Schritt auf den historischen Testdaten vor der libyschen Küste evaluiert werden. Hierfür ist auch ein manuelles Labeling der Küstendaten erforderlich. Das System der Trainingsdatengenerierung kann auch auf andere Satellitendaten (z.B. WorldView3) übertragen werden. Außerdem wäre es sinnvoll, den aktuellen Klassifizierungsansatz in ein Detektionssystem zu überführen. Mit dem vorhandenen System ist dann ein Monitoring (tagesaktuell – nicht sofort) der libyschen Küste angedacht. Hierbei entstehen zusätzliche Daten, welche für ein späteres Retraining verwendet werden können.

Redaktion: Elisabeth Wittmann (TU München), Dr. Stephan Giglberger (Universität Regensburg), Peter Dirnhofer (Space-Eye)

Foto: United States Government



Sky news berichtet am 15.08.20 über den Pushback eines Flüchtlingsbootes der griechischen Küstenwache im ägäischen Meer an der Grenze zwischen Griechenland und der Türkei. Das Boot wird beschossen (links oben), ein Mitarbeiter der Küstenwache schlägt mit einer Stange auf die Bootsinsassen ein (links unten), mit einer langen Stange versucht der Mitarbeiter der Küstenwache, das Schlauchboot zu attackieren (rechts).

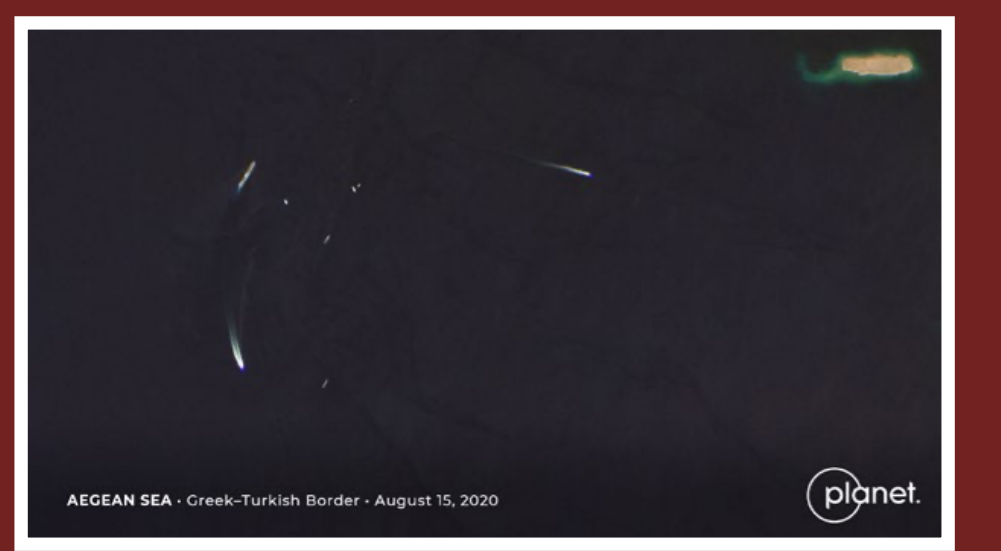
## Illegale Pushbacks von Frontex und der griechischen Küstenwache

Pushback ist das Zurückdrängen von Migranten von den Grenzen ihres Ziel- oder Transitlands. An den EU-Außengrenzen wird zunehmend ein gewaltsames und illegales<sup>1</sup> Zurückdrängen durch Frontex, Grenzpolizei oder Küstenwache beobachtet. Das Europäische Parlament gründete am 29.01.21 die Arbeitsgruppe Frontex Scrutiny Working Group (FSWG), die vergleichbar einem Untersuchungsausschuss Informationen über die Einhaltung der Grundrechte sammeln soll<sup>2</sup>, Erkenntnisse sollen in einem schriftlichen Bericht in eine Resolution des Parlaments fließen.

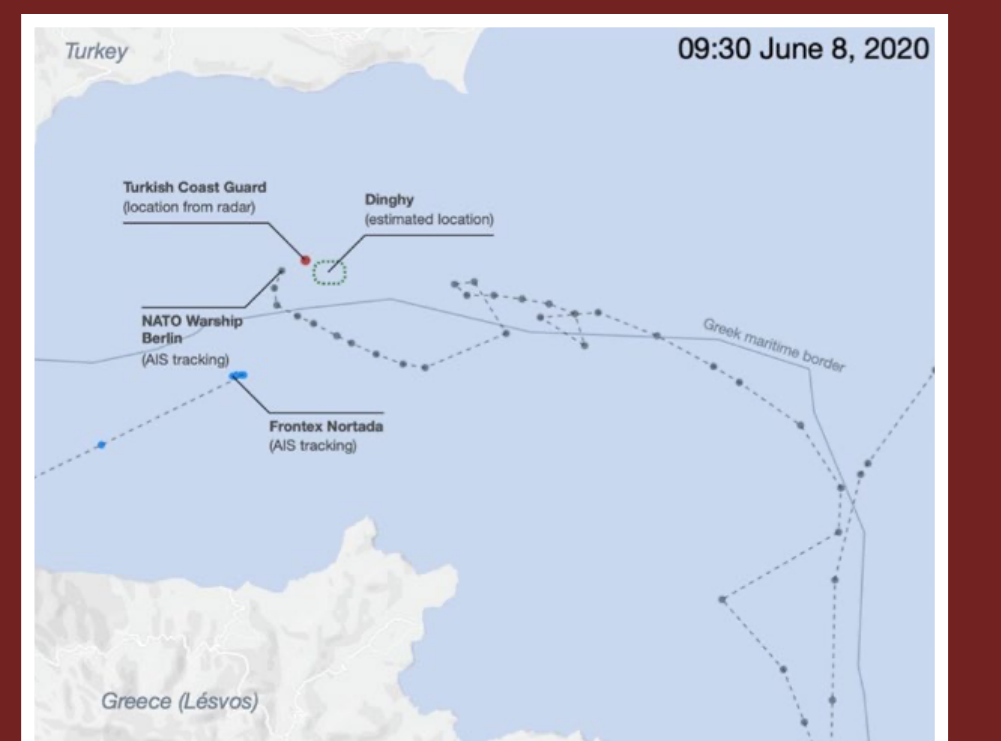
Bis aus der Resolution entsprechende Konsequenzen gezogen werden – falls es je dazu kommen wird – werden wohl auch weiterhin sehr viele Flüchtlinge mit Gewalt und entgegen geltendem Recht zurückgedrängt.

<sup>1</sup> Wissenschaftlicher Dienst des Bundestages: „Push-Backs an der türkisch-griechischen Grenze im Lichte des Völkerrechts“ <https://www.bundestag.de/resource/blob/690272/250636548780b97d40c7d89edb84a020/WD-2-028-20-pdf-data.pdf>

<sup>2</sup> DPA: <https://www.eu-info.de/dpa-europaticker/309272.html>

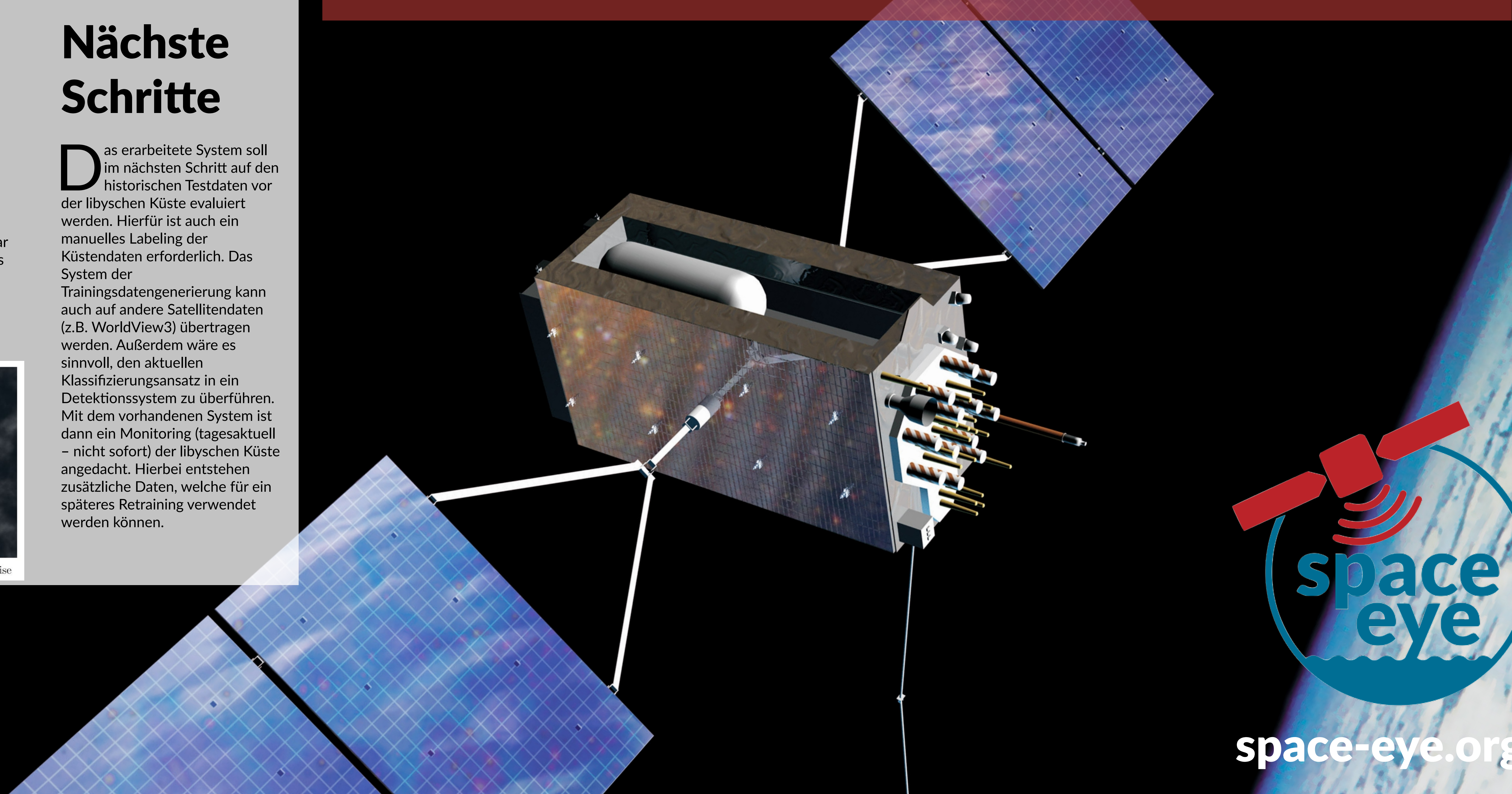


Das Satellitenbild (Planet Labs Inc.) vom 15.08.20, 11:38 Uhr, zeigt den Pushback Quelle: <https://www.bellingcat.com/news/2020/10/23/frontex-at-fault-european-border-force-complicit-in-illegal-pushbacks>



Ab 09:30 Uhr treibt das Schlauchboot an einer Stelle. Bildnachweis: Logan Williams/Bellingcat, background map © Mapbox, © OpenStreetMap

Dieses Beispiel eines illegalen Pushbacks kann mit den AIS-Daten der „Berlin“ und des Frontex-Bootes exakt nachvollzogen werden (oberes Bild). Ein AIS-Sender kann aber auch abgeschaltet werden (was beispielsweise regelmäßig bei Müllverklappung oder bei Schmugglerbooten der Fall ist). Das Satellitenbild desselben Ortes zur selben Zeit zeigt aber ebenfalls das Pushback der griechischen Küstenwache.



space-eye.org