



# Ein Monitoring- und Verifizierungssystem für die neue EU-Verordnung zur Vermeidung von Entwaldung (EUDR) in Lieferketten

11. Deutsches Geoforum 2023

GEOINFORMATION FÜR EINE NACHHALTIGE ZUKUNFT

23. November 2023, Berlin

Anna Brand, Stefan Kirmaier, Jonas Franke

Remote Sensing Solutions GmbH



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt



Gegründet 1999..

..ist RSS eines der führenden deutschen Unternehmen im Bereich Erdbeobachtung..

..mit über 20 Jahren Projekterfahrung in den Bereichen Klima und Kohlenstoff..

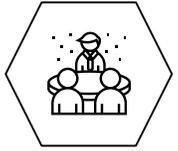
..und bestehend aus einem innovativen Team von Erdbeobachtungsexperten.





## ANBIETER INNOVATIVER MONITORING-LÖSUNGEN

Datengesteuerte Lösungen durch  
weltweit verfügbare Datenquellen



## KUNDEN & PARTNER

25 Jahre vertrauensvolle,  
erfolgreiche Zusammenarbeit



PHILIP MORRIS  
INTERNATIONAL



FAUNA & FLORA  
INTERNATIONAL



THE WORLD BANK

# EU Deforestation Regulation (EUDR)

EU-Initiative zur Begrenzung der Entwaldung durch forst- und landwirtschaftliche Aktivitäten mit dem 31. Dezember 2020 als Stichtag.

Die Verordnung gilt für Rohstoffe und daraus hergestellte Produkte, die die größten Auswirkungen auf Abholzung haben: Soja, Palmöl, Rindfleisch, Kaffee, Holz- und Papierprodukte, Kautschuk, Kakao.

Für größere Unternehmen gilt die EUDR ab dem 4. Quartal 2024, für KMUs erst ab 2025.

Die Nichteinhaltung führt zu Geldstrafen von bis zu 4 % der Umsätze.

Eine effektive Implementierung bedingt effiziente Kontroll- und Verifizierungssysteme.

Erdbeobachtung nimmt dabei bereits eine zentrale Rolle ein, da Produktionsstandorte landwirtschaftlicher Güter weltweit überwacht werden können.

Es besteht jedoch ein sehr hoher Anspruch an den Automatisierungsgrad der Prozesse.

Die Kombination von global hochaufgelösten EO-Daten und Verfahren des **Deep Learnings**, kann die Effizienz der Datenverarbeitung wesentlich steigern und somit bisherige Verfahren ablösen.

# IMPLEMENTIERUNG DATEN UND METHODEN

Sentinel-2

bi-temporal

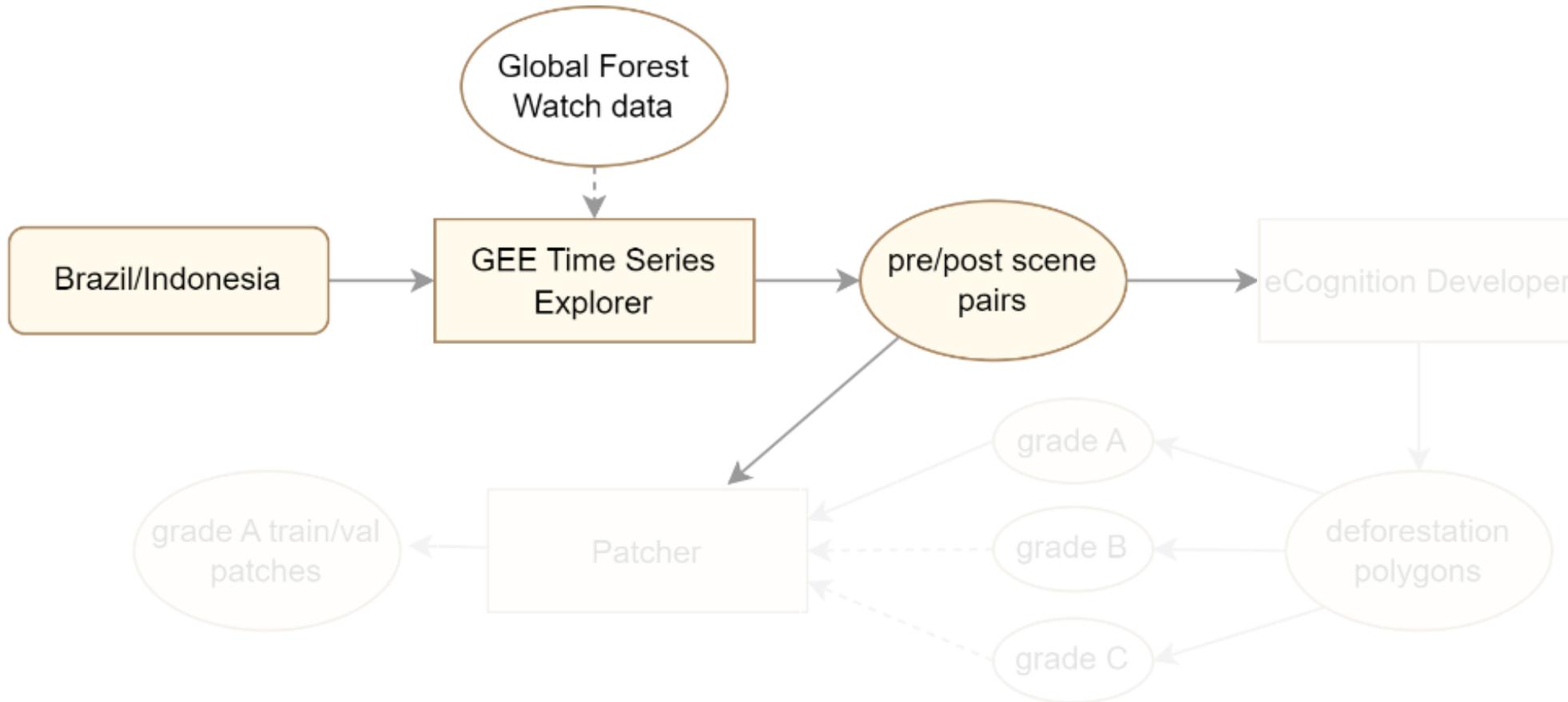
Neuronale Netze

PyTorch



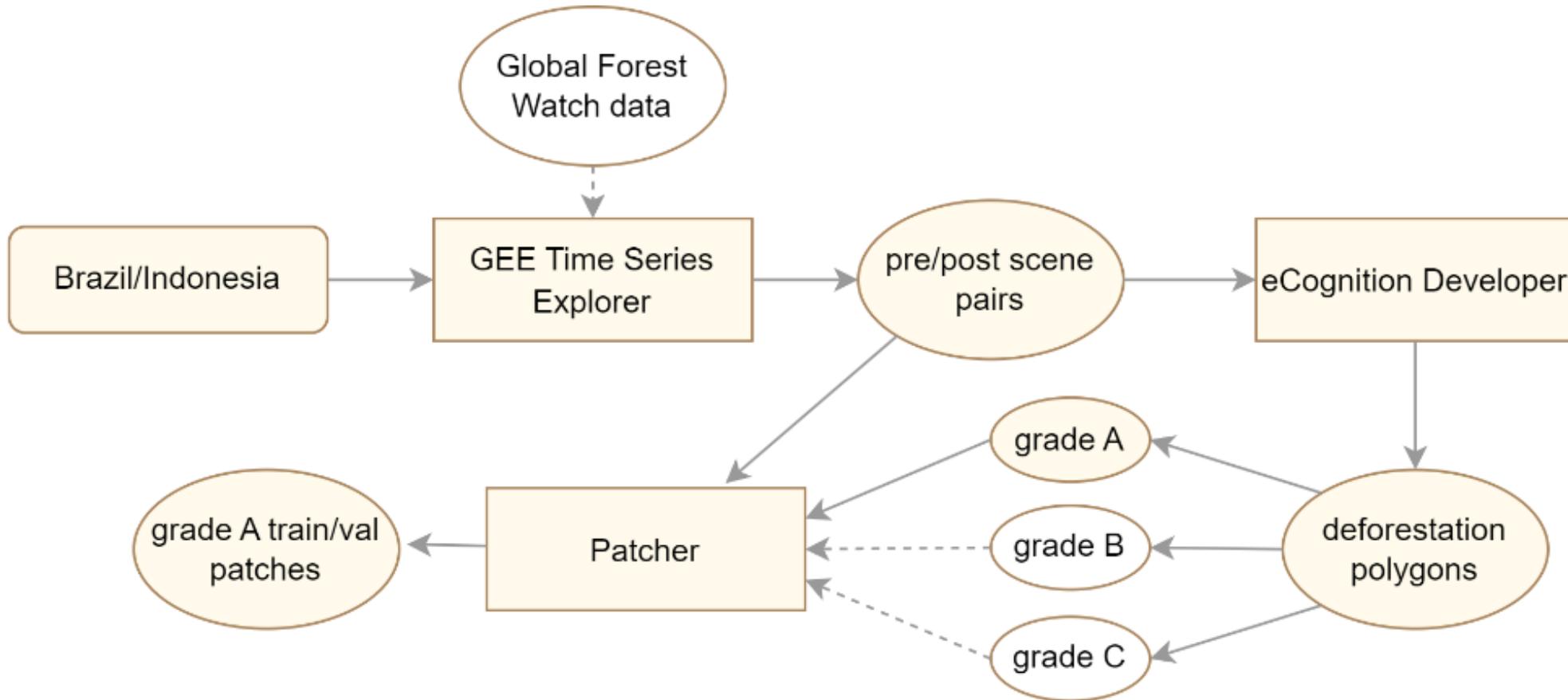
# ANNOTATIONS-WORKFLOW

## AUFBAU DER TRAININGSDATENBANK



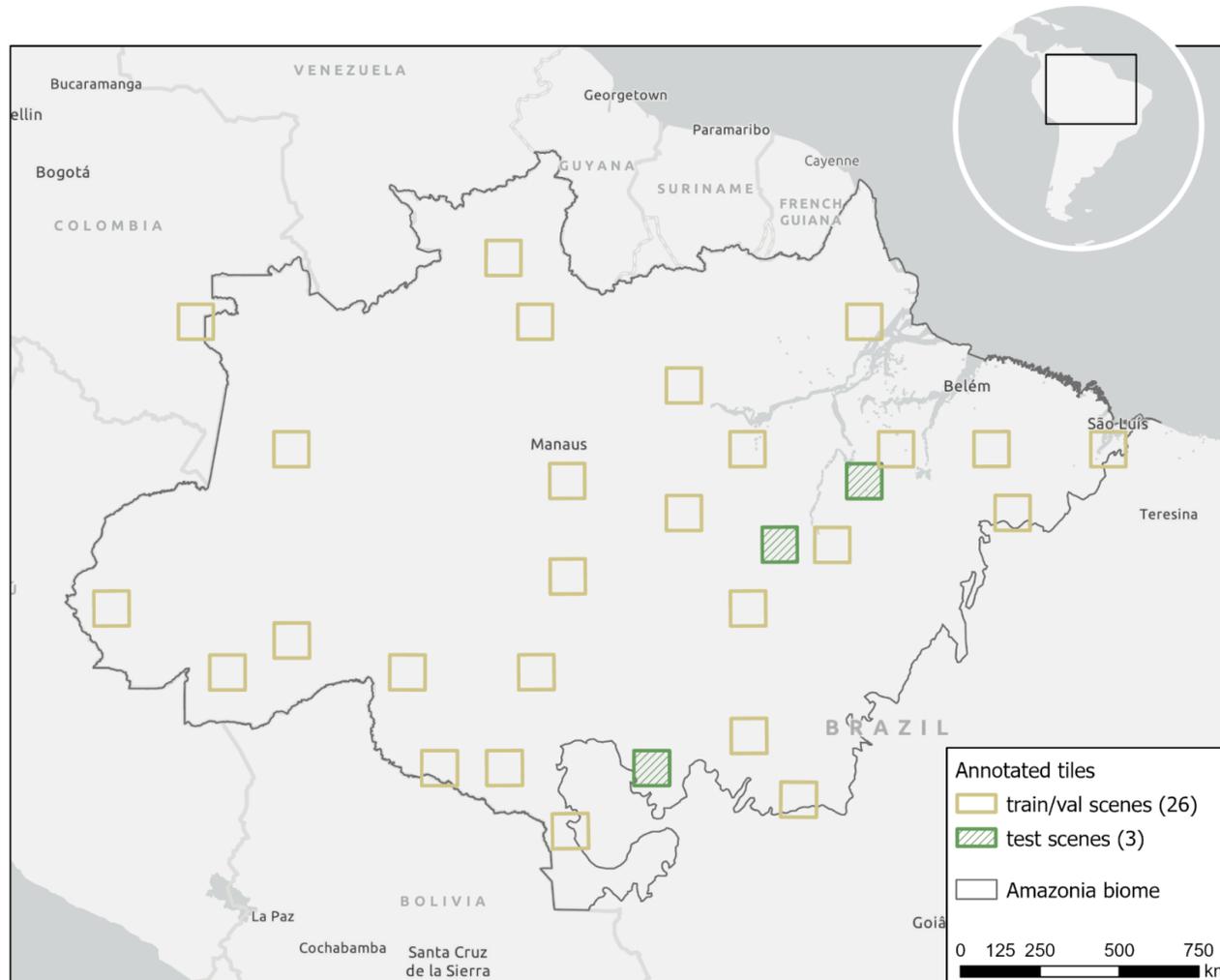
# ANNOTATIONS-WORKFLOW

## AUFBAU DER TRAININGSDATENBANK



# TRAINING – VALIDIERUNG – TEST

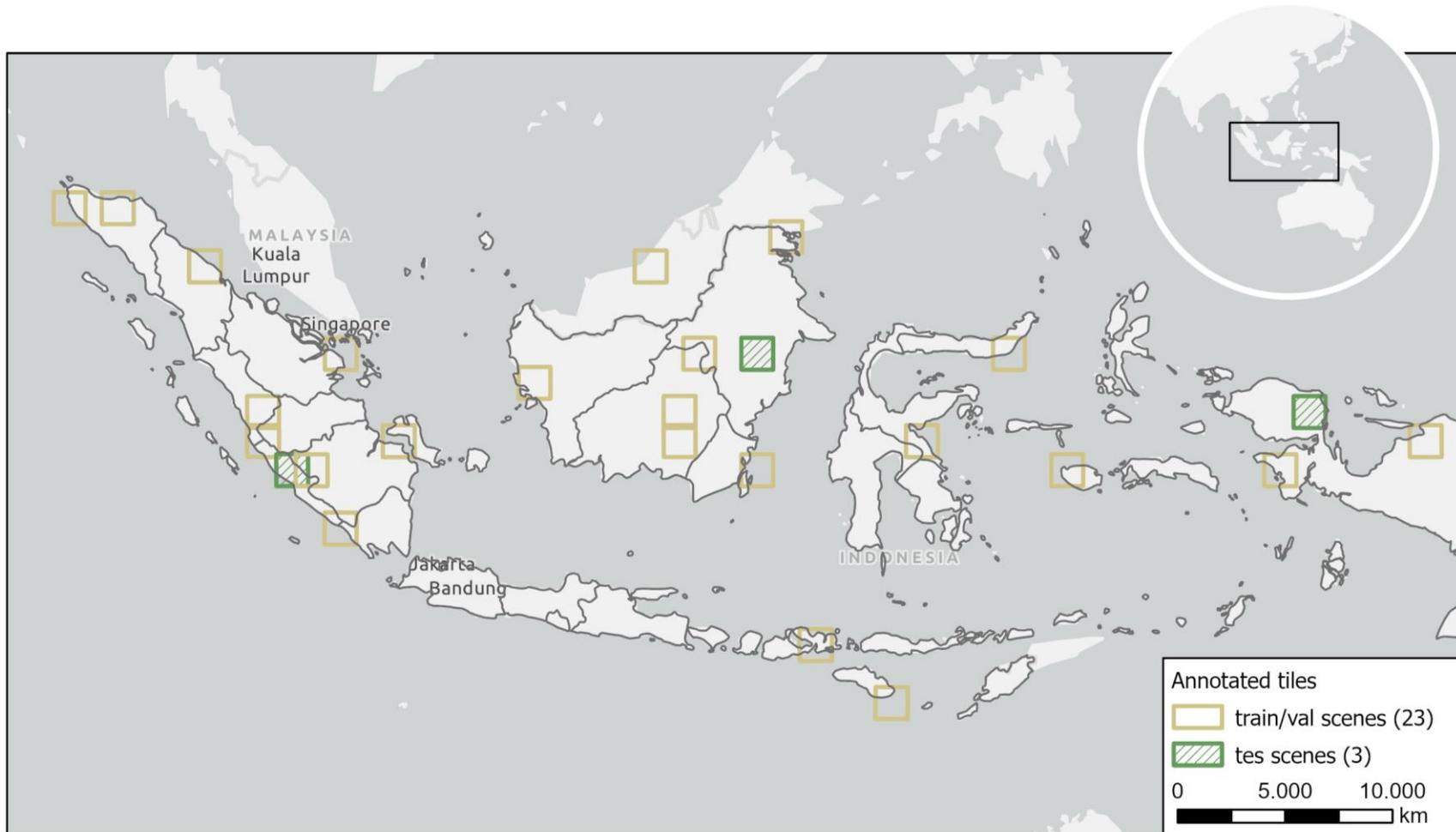
## SPLITTING DER TRAININGSDATENBANK



### Daten Input:

- Identifikation entwaldungsreicher Gebiete
- Auswahl Sentinel-2 Szenenpaare
- Berücksichtigung räumliche Verteilung und Entwaldungsarten
- Annotation der gesamten Szenen (Segmente)

# TRAINING – VALIDIERUNG – TEST SPLITTING DER TRAININGSDATENBANK



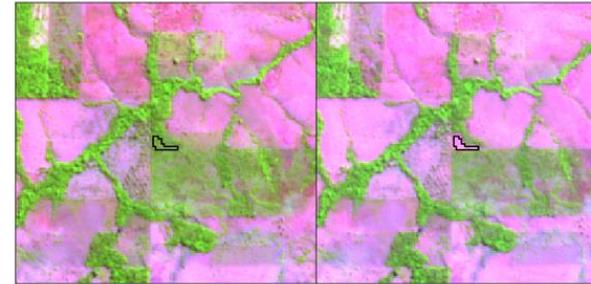
## Daten Input:

- Identifikation entwaldungs-reicher Gebiete
- Auswahl Sentinel-2 Szenenpaare
- Berücksichtigung räumliche Verteilung und Entwaldungsarten
- Annotation der gesamten Szenen (Segmente)



4. LPM3, 2020-07-16

4. LPM3, 2020-07-31



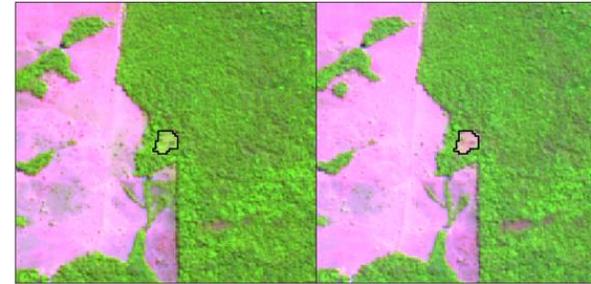
15. LPM3, 2020-07-16

15. LPM3, 2020-07-31



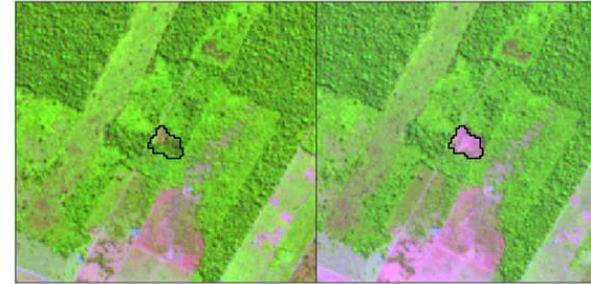
12. LPM3, 2020-07-16

12. LPM3, 2020-07-31



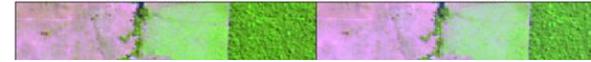
81. LLO, 2020-07-17

81. LLO, 2020-08-01



23. LLO, 2020-07-17

23. LLO, 2020-08-01



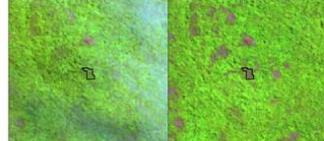
25. MDAS, 2020-06-22

25. MDAS, 2020-07-17



62. MDAS, 2020-06-22

62. MDAS, 2020-07-17



4. LPM3, 2020-07-16

4. LPM3, 2020-07-31



15. LPM3, 2020-07-16

15. LPM3, 2020-07-31



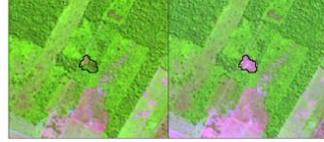
12. LPM3, 2020-07-16

12. LPM3, 2020-07-31



81. LLO, 2020-07-17

81. LLO, 2020-08-01



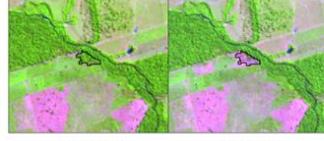
23. LLO, 2020-07-17

23. LLO, 2020-08-01



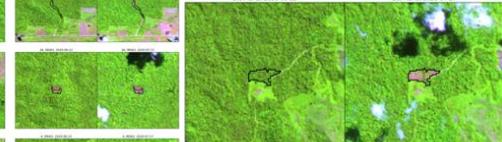
67. LLO, 2020-07-17

67. LLO, 2020-08-01



18. MDAS, 2020-06-22

18. MDAS, 2020-07-17



9. MDAS, 2020-06-22

9. MDAS, 2020-07-17



6. LPM3, 2020-07-16

6. LPM3, 2020-07-31



11. LPM3, 2020-07-16

11. LPM3, 2020-07-31



10. LPM3, 2020-07-16

10. LPM3, 2020-07-31



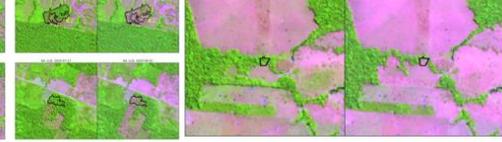
48. LLO, 2020-07-17

48. LLO, 2020-08-01



113. LLO, 2020-07-17

113. LLO, 2020-08-01



100. LLO, 2020-07-17

100. LLO, 2020-08-01



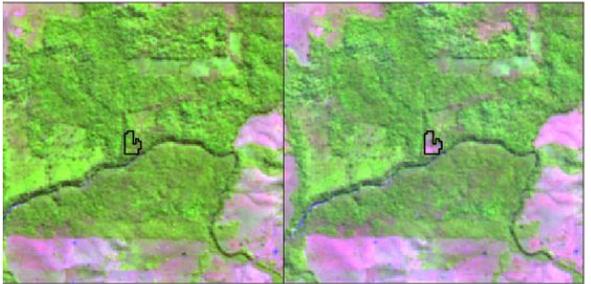
11. LLO, 2020-07-17

11. LLO, 2020-08-01



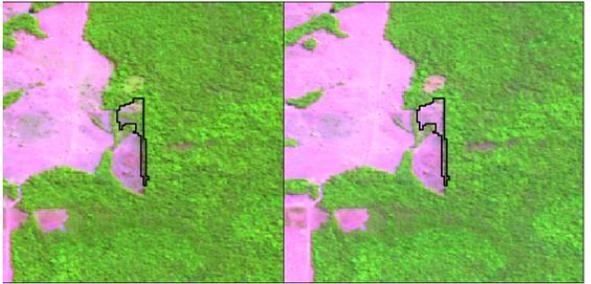
8. LPM3, 2020-07-16

8. LPM3, 2020-07-31



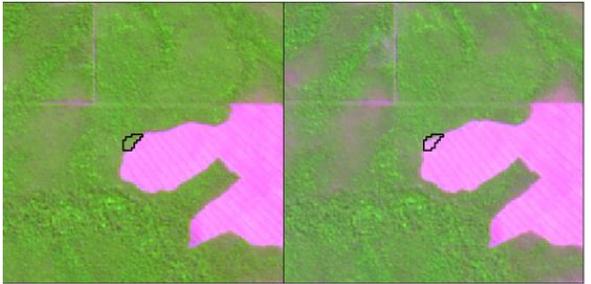
11. LPM3, 2020-07-16

11. LPM3, 2020-07-31



10. LPM3, 2020-07-16

10. LPM3, 2020-07-31



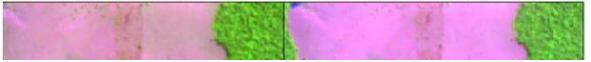
48. LLO, 2020-07-17

48. LLO, 2020-08-01



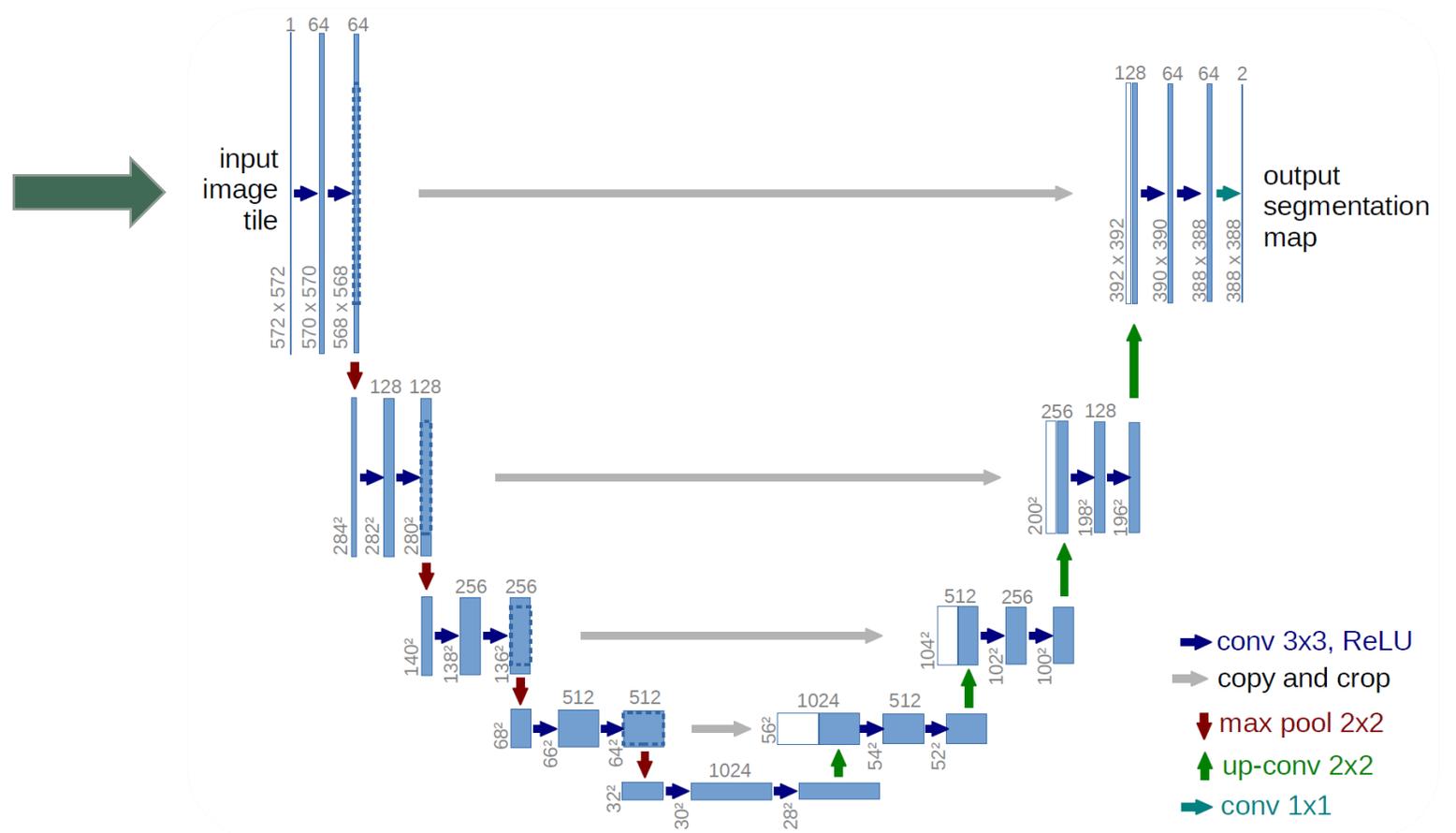
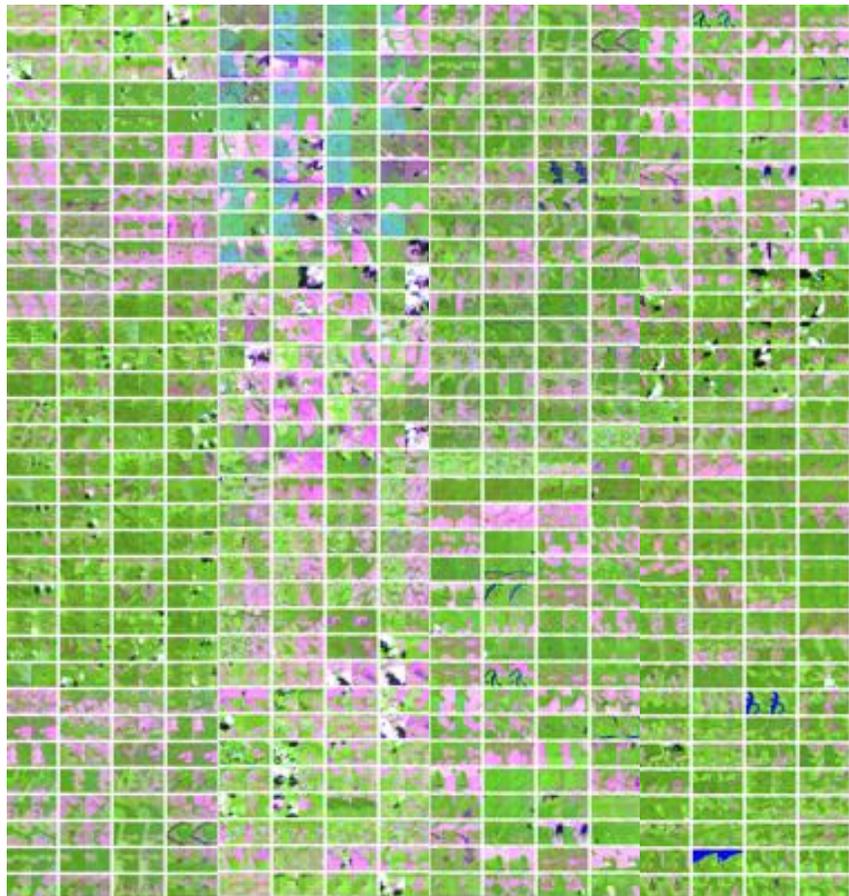
113. LLO, 2020-07-17

113. LLO, 2020-08-01

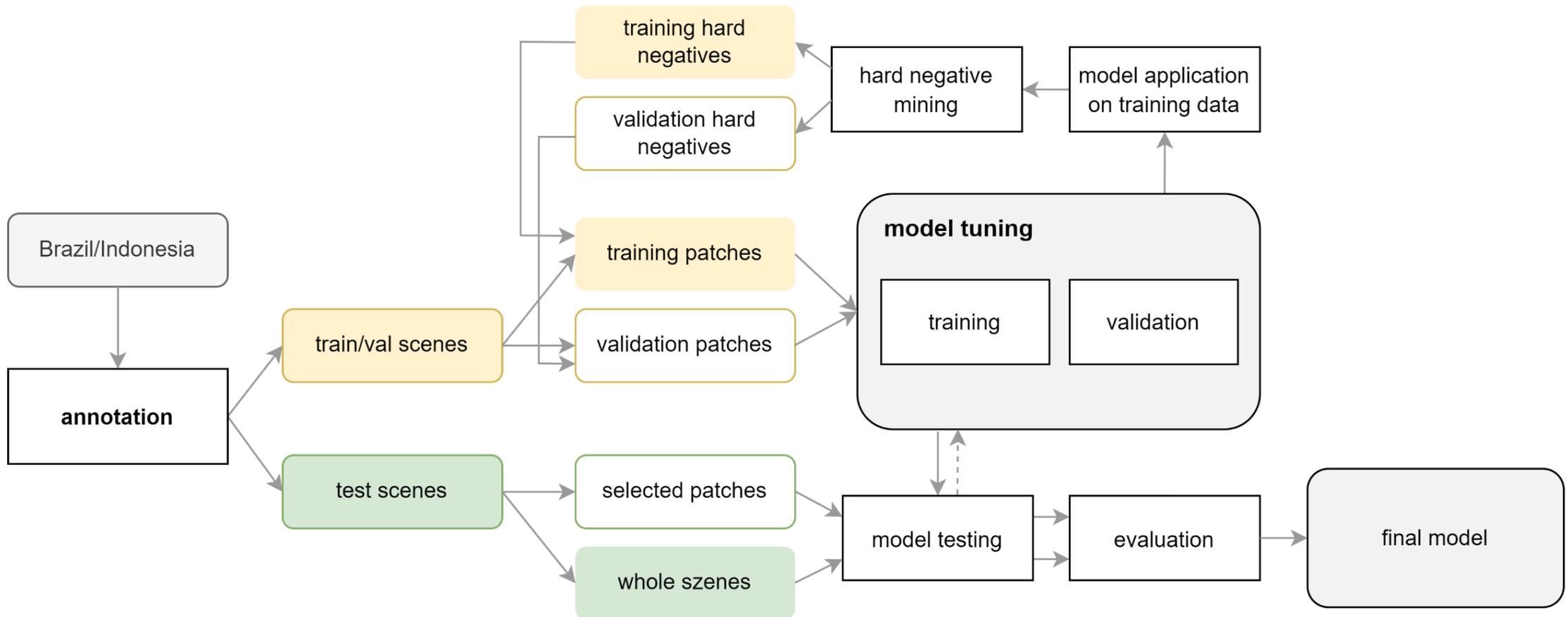


# MASCHINELLES LERNEN

## TRAINING DES ALGORITHMUS



# MODELLENTWICKLUNG WORKFLOW



# MODELL TUNING

## ERGEBNISSE UND AUFBAU

### Spectral bands

RGB

R, NIR, SWIR

R, B, SWIR, NIR

R, G, B, NIR, SWIR

ALL BANDS

### NN architecture

UNet

Swin Transformer

DeepLab

Unet++

### Backbone

ResNet

VGG

EfficientNet

### Class weights

0.3, 0.3, 0.3

0.15, 0.8, 0.05

0.1, 0.8, 0.1

0.1, 0.7, 0.2

# MODELL TUNING

## ERGEBNISSE UND AUFBAU

ALLE BÄNDER

UNet

VGG19

0.1, 0.8, 0.1

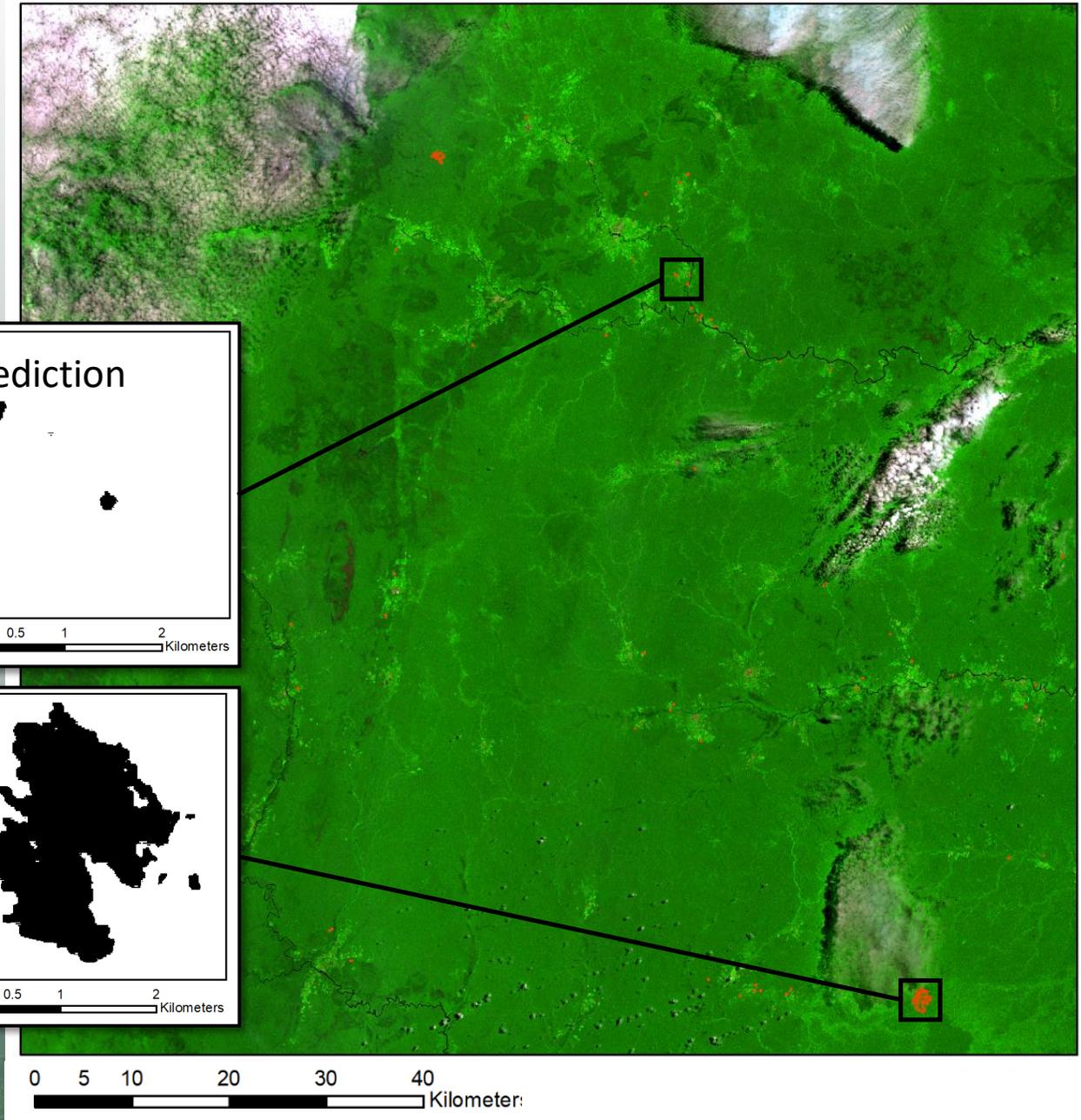
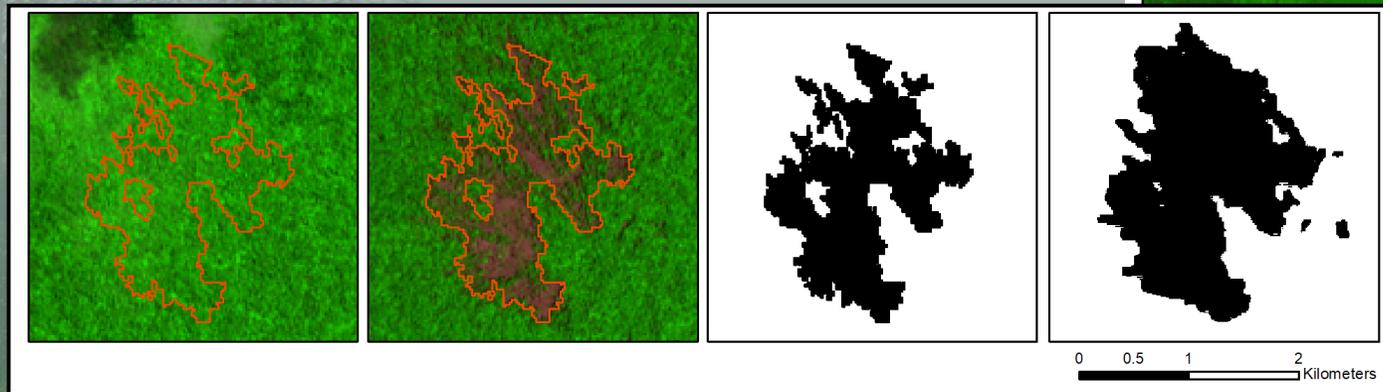
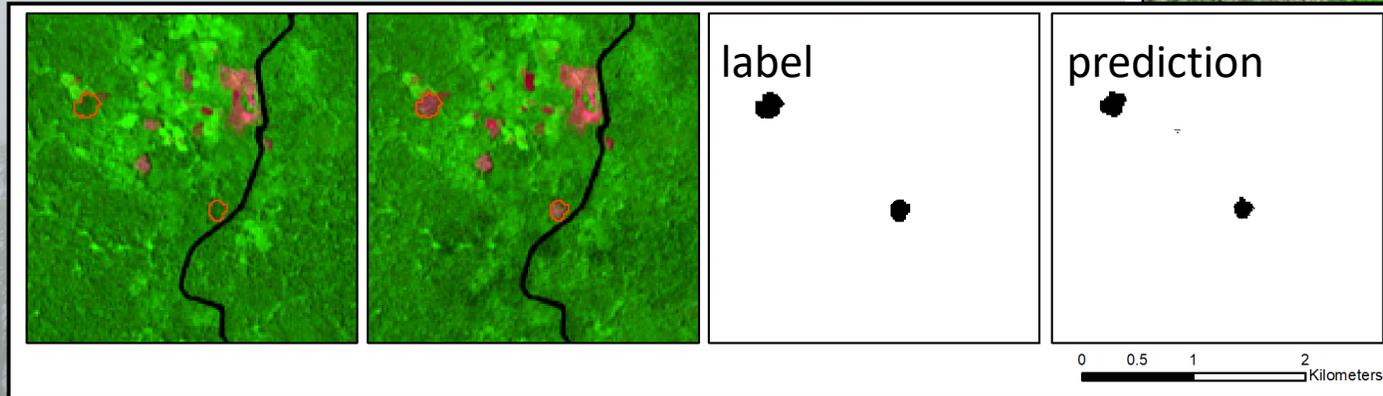
- Start-**Lernrate: 0.0001** + learning rate scheduling
- Anzahl von **Epochen: 50** + early stopping
- **Hard negative mining**
- **Keine Datenaugmentierung** außer Generierung von sich überlappenden Patches in der Trainingsdatenbank



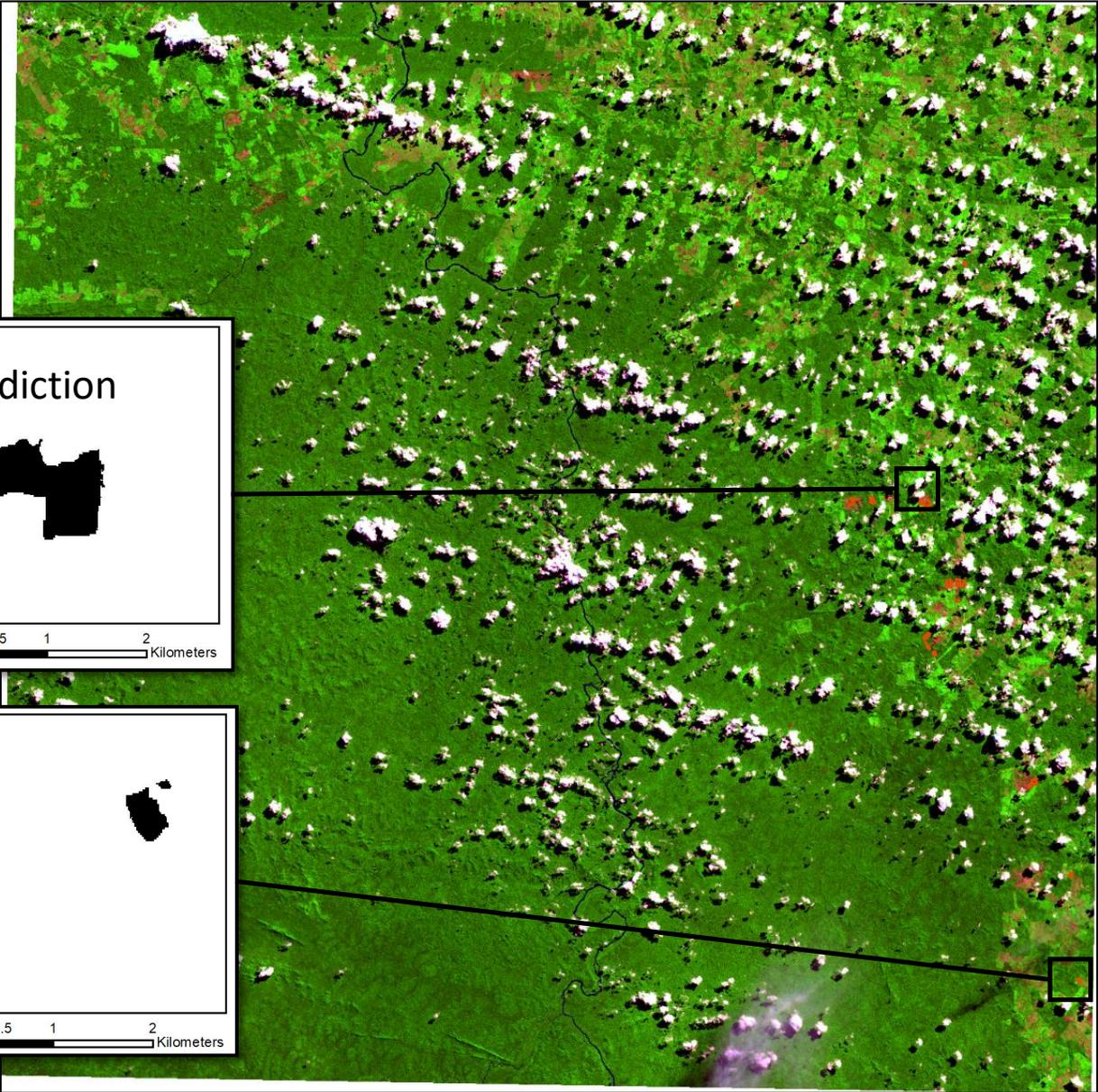
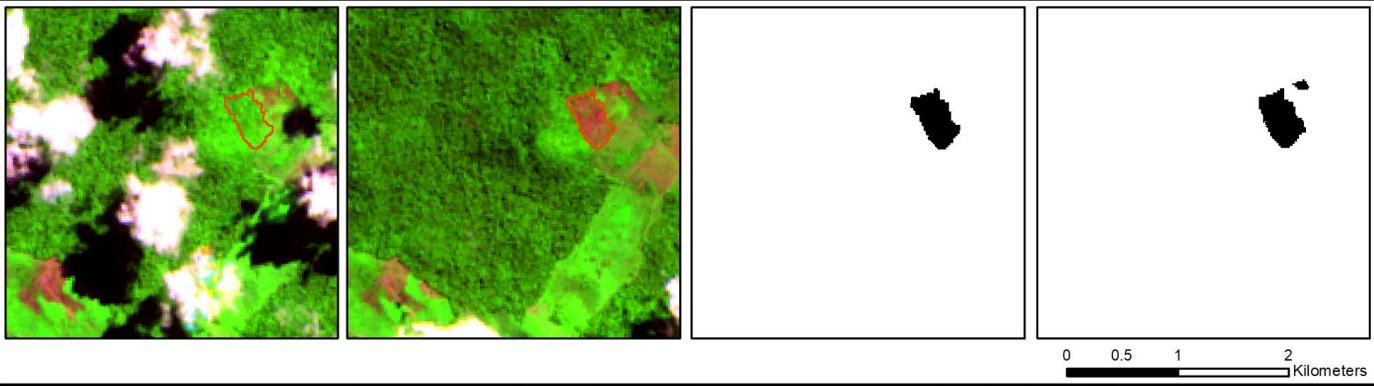
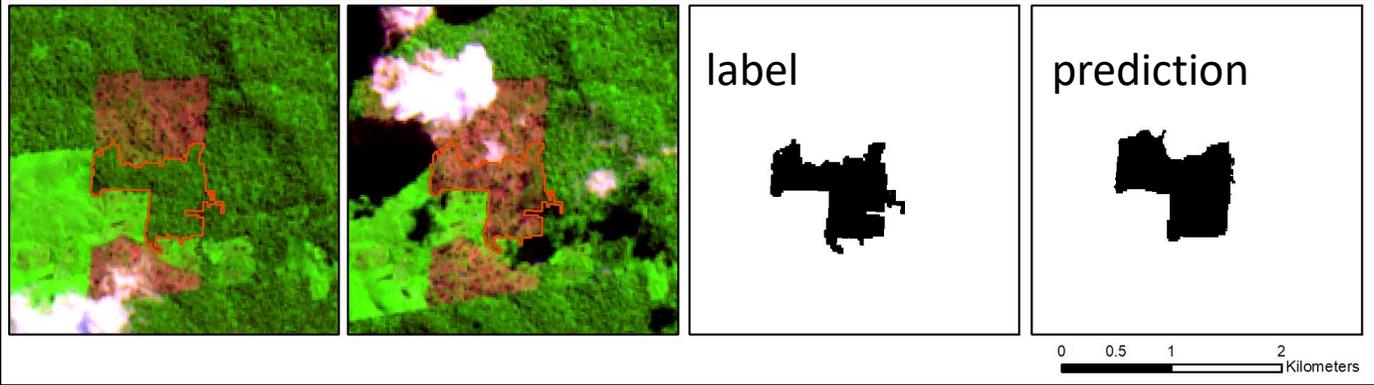
**F1-score: 0.86**

- Postprocessing: Waldmaske..

# BEISPIEL BRASILILIEN

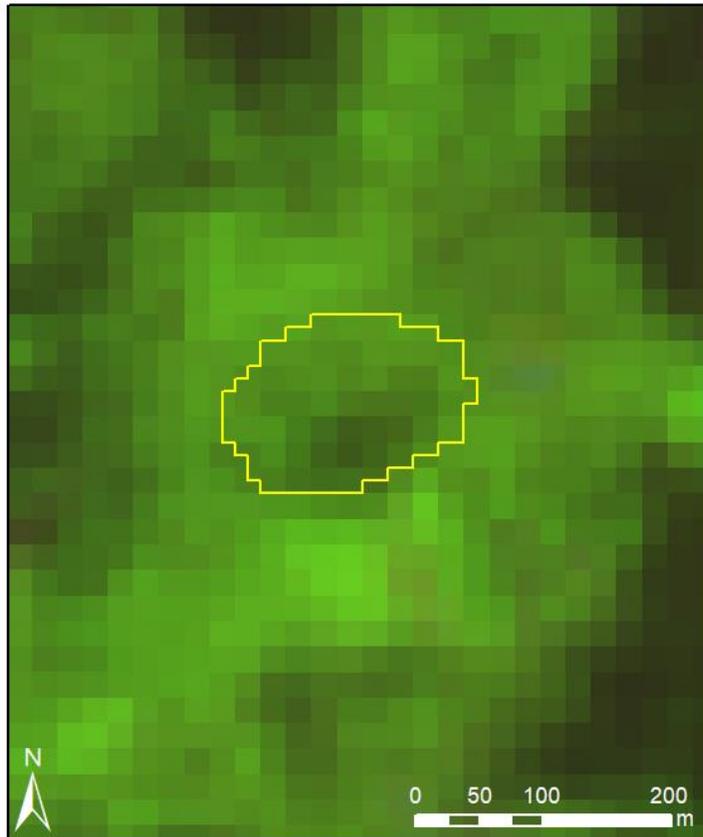


# BEISPIEL BRASILIEN

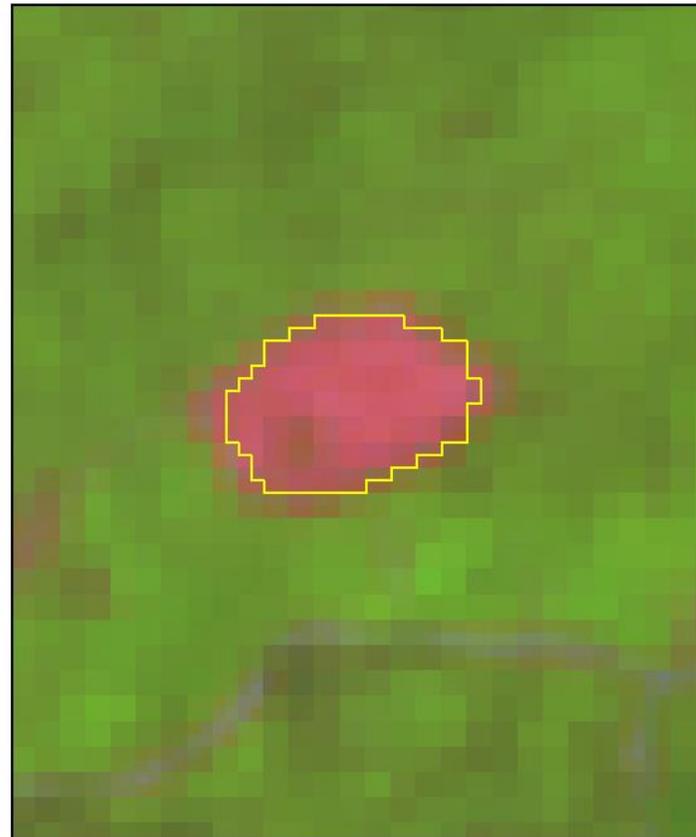


# BEISPIEL INDONESIEN

Sentinel-2, 11.06.2022



Sentinel-2, 14.10.2022



Drone, 13.11.2022



# VERIFAI

Digitales Monitoring, Reporting and Verification (dMRV)

 verifAI.ai

# VERIFAI

Modernste Lösungen zum digitalen MRV  
(Monitoring, Reporting and Verification) von Klimaprojekten

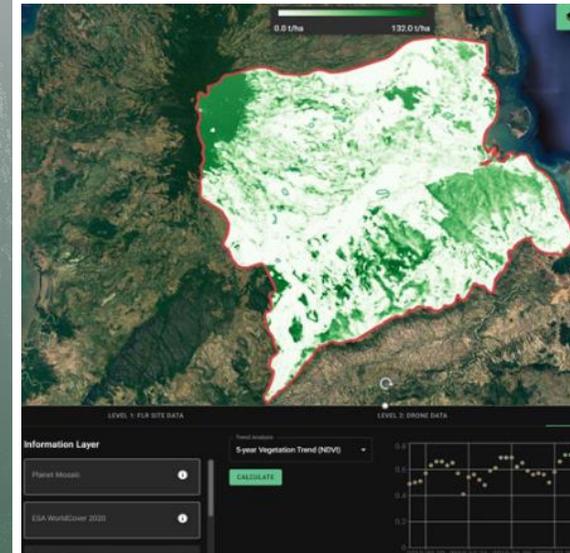
## VERIFAI Forest Carbon



## VERIFAI Supply Chain



## VERIFAI Transparency



### VERIFAI D TRANSPARENCY

Select Project > Project Information

TabasCO2 Afforestation Mexico

Satellite Trend Analysis

Vegetation Change since Project Start

Information Layer

- Copernicus DEM
- ESA CCI Biomass
- ESA WorldCover
- Global Forest Height
- Recent S-2 Image

Vegetation Loss | Vegetation Gain

Opacity: 1

©Remote Sensing Solutions GmbH

Disclaimer | Data source | Contact | Share

Map: 3D view of a landscape with a red-outlined polygon and a heatmap overlay. Navigation controls include a compass, full screen, 2D, layers, and zoom.

Navigation: SITE DATA | **SATELLITE TREND ANALYSIS** | SITE STATISTICS | KEY PERFORMANCE INDICATOR (KPI)

Date	NDVI
Jul-2018	0.45
Oct-2018	0.55
Feb-2019	0.40
Jun-2019	0.50
Oct-2019	0.60
Feb-2020	0.45
Jun-2020	0.55
Oct-2020	0.65
Feb-2021	0.70
Jun-2021	0.80
Oct-2021	0.85
Feb-2022	0.80
Jun-2022	0.85
Oct-2022	0.85
Feb-2023	0.85



# Vielen Dank!



Dingolfer Str. 9  
D-81673 München



info@rsgsbh.de



www.remote-sensing-solutions.com