

4. Fachtagung Energiemeteorologie 2016

22. April 2015, Bremerhaven

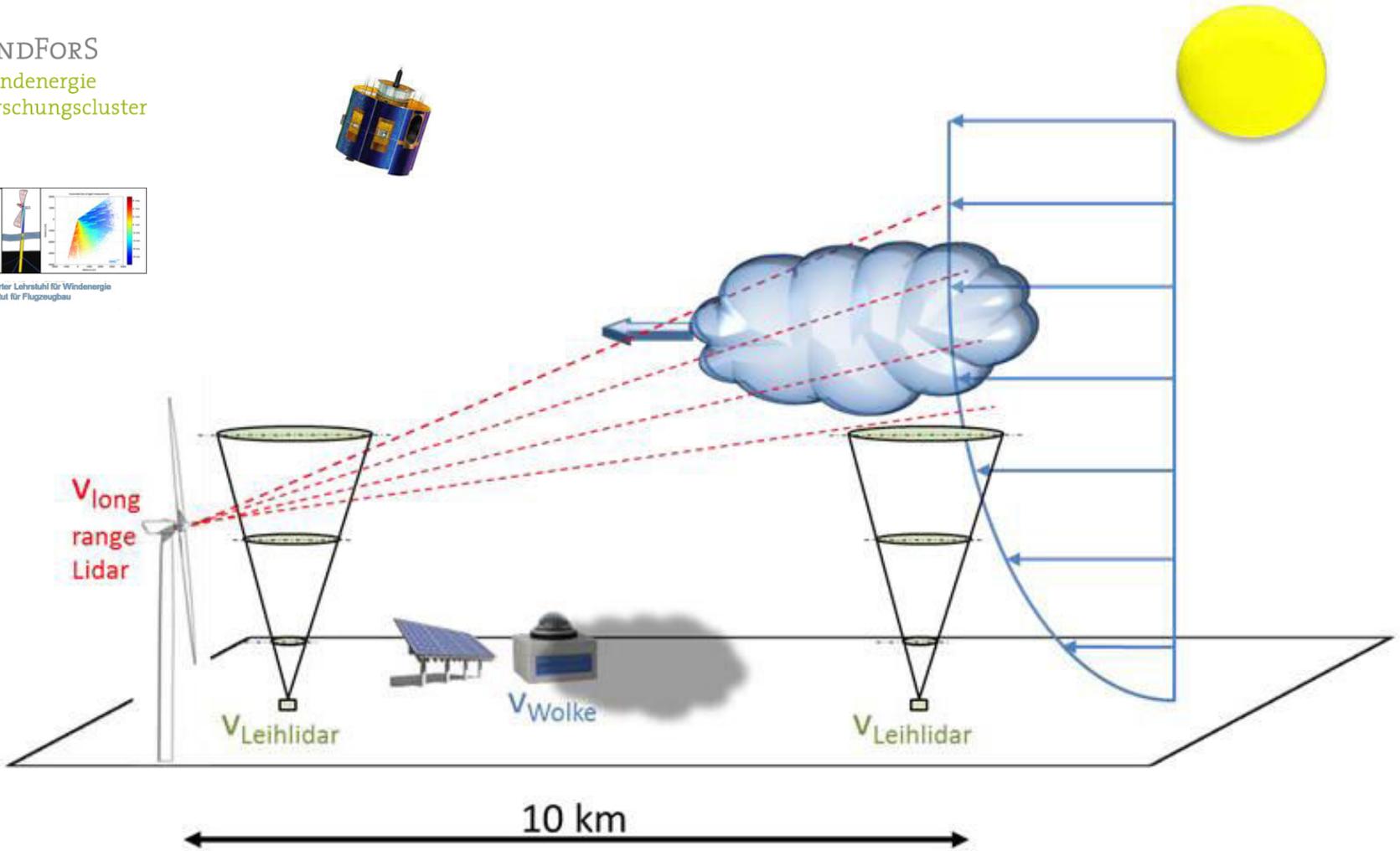
Vergleich von Vorhersagemethoden der solaren Einstrahlung mit Wolkenkamera

Anton Kaifel, Frank Sehnke, Leon Schröder,
Kay Ohnmeiß, Martin Felder

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)

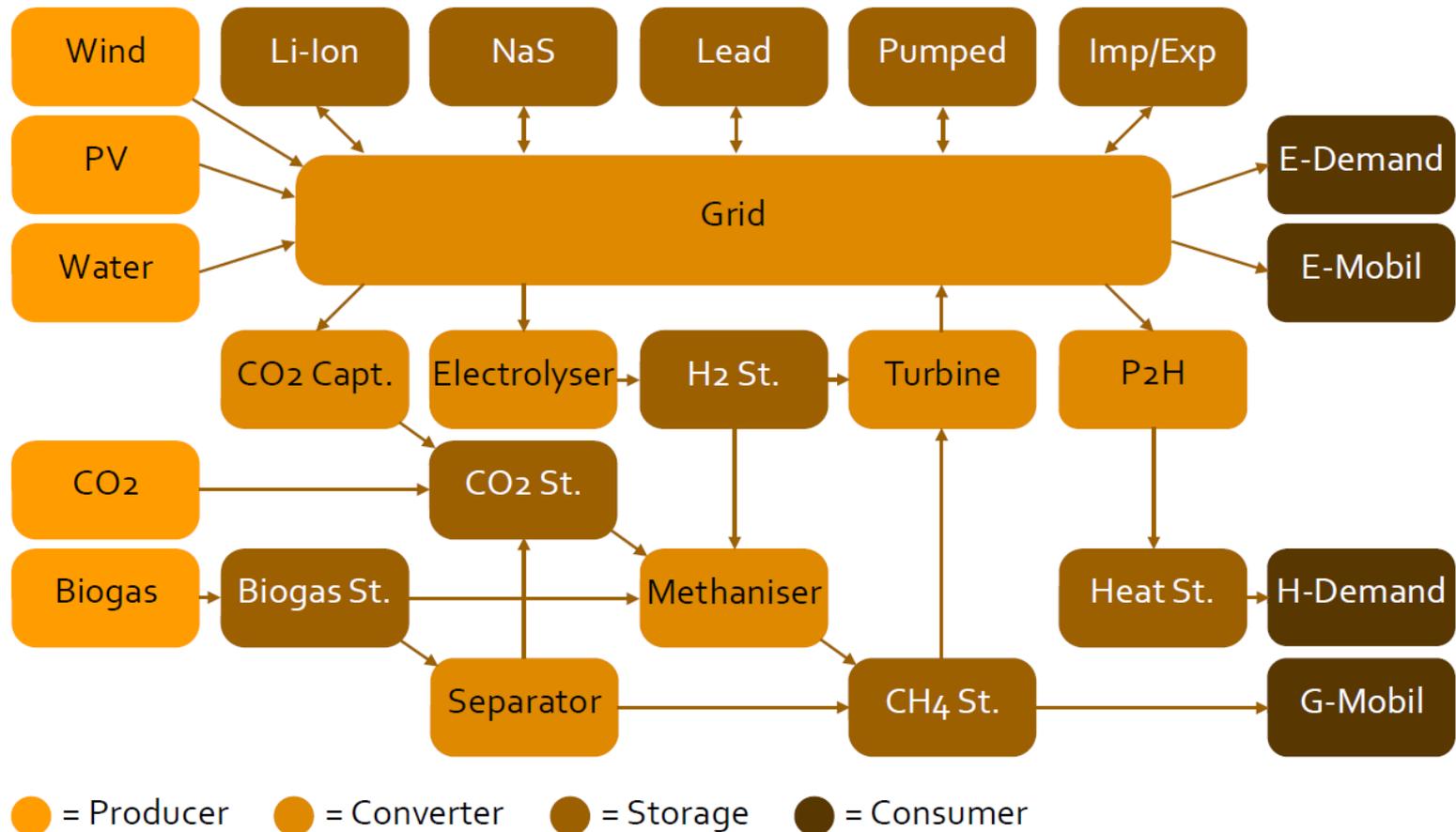
Gliederung

1. Motivation
2. Methoden und Wege
3. Deep Learning
4. Ergebnisse
5. Zusammenfassung

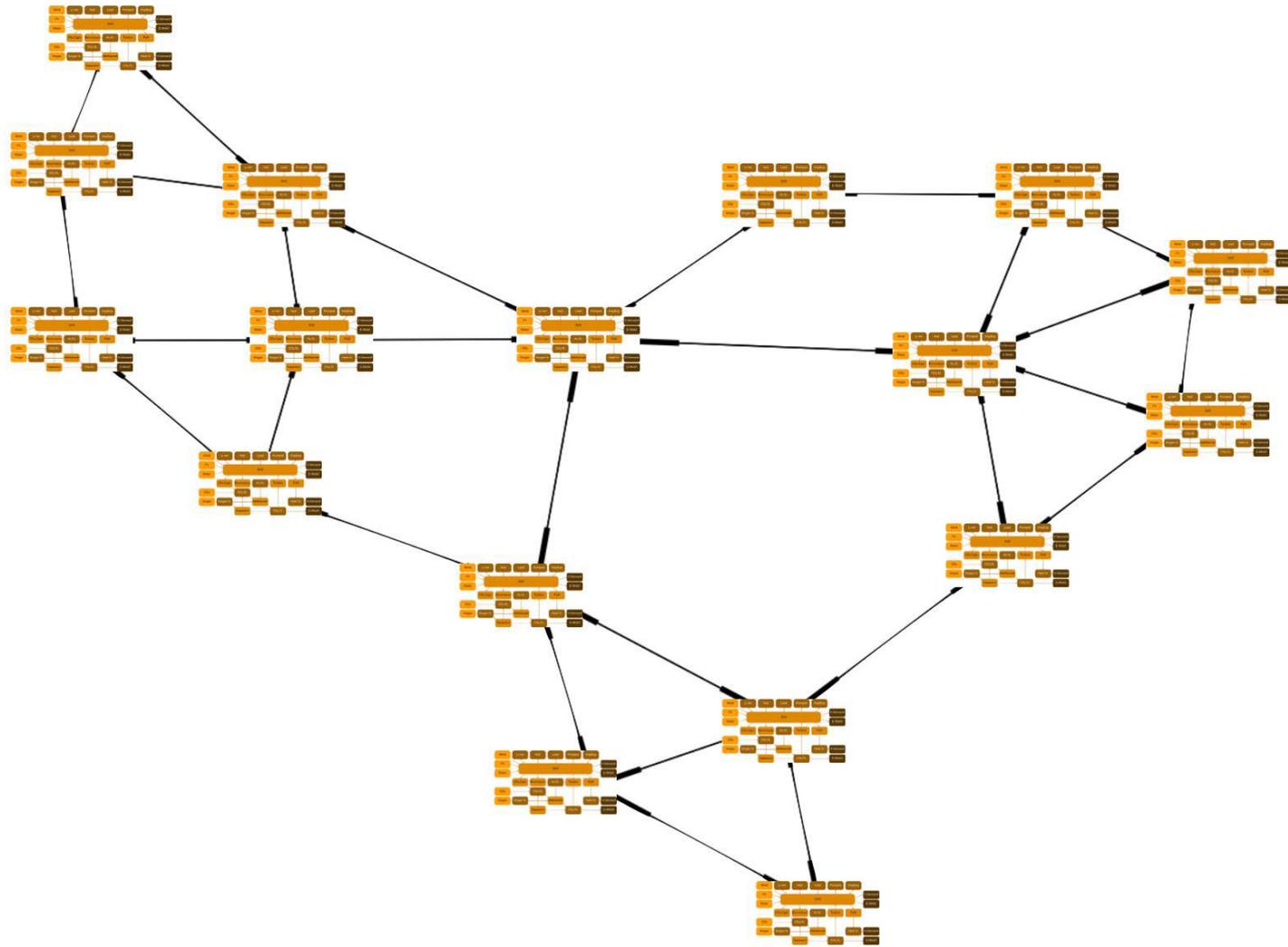


Das P²IONEER Modell

Simulation und Optimierung von Kombikraftwerken

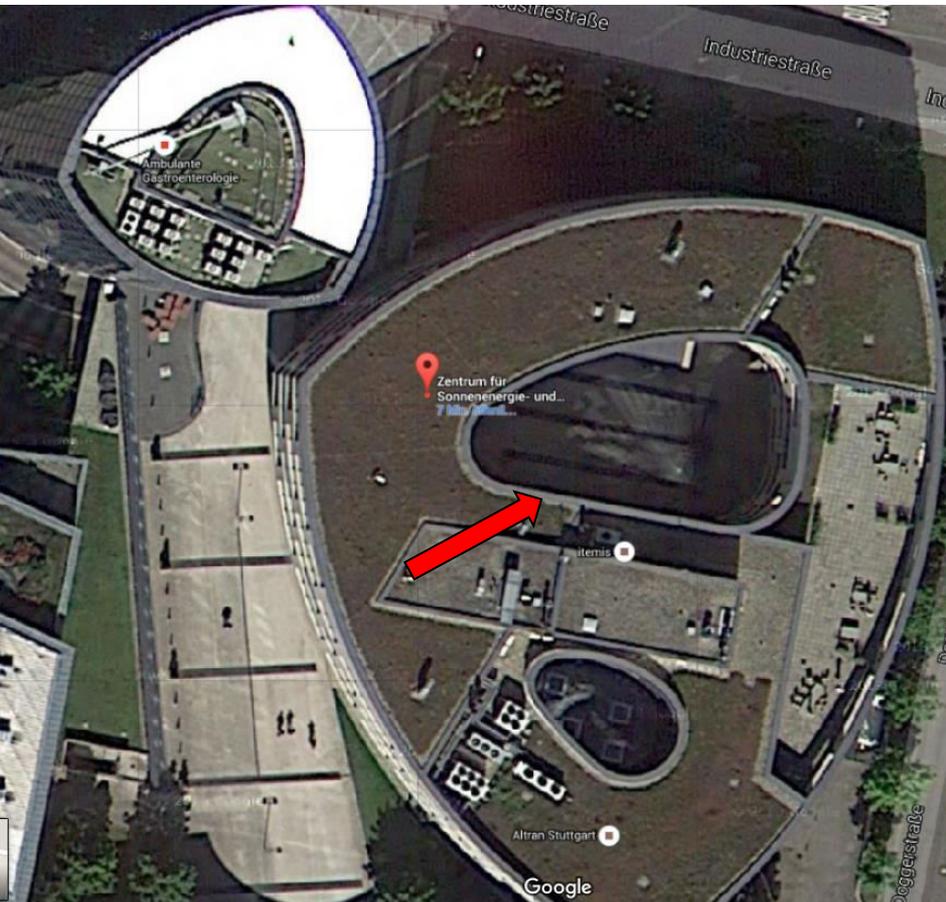


Kombikraftwerke vernetzt mit Sektorkopplung



Wolkenkamera Standorte

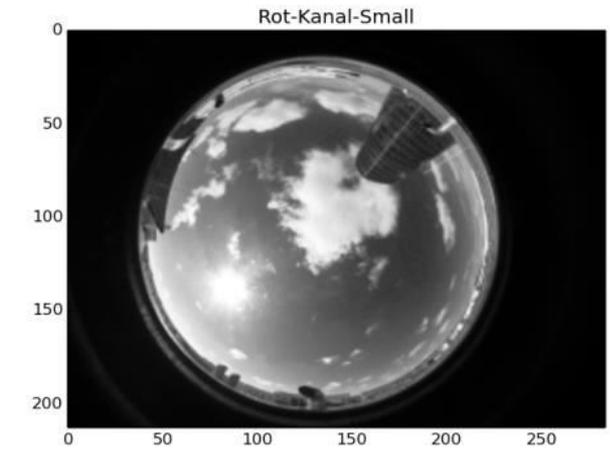
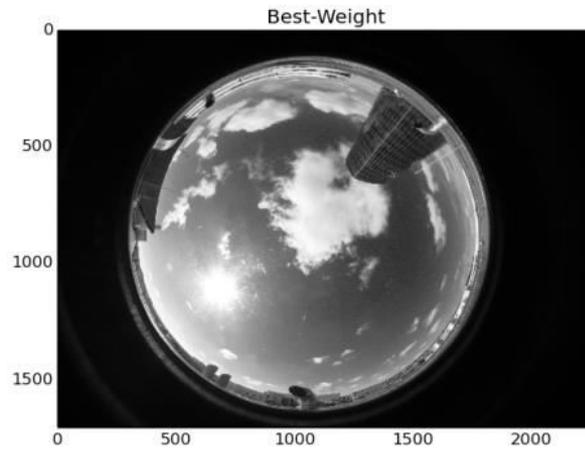
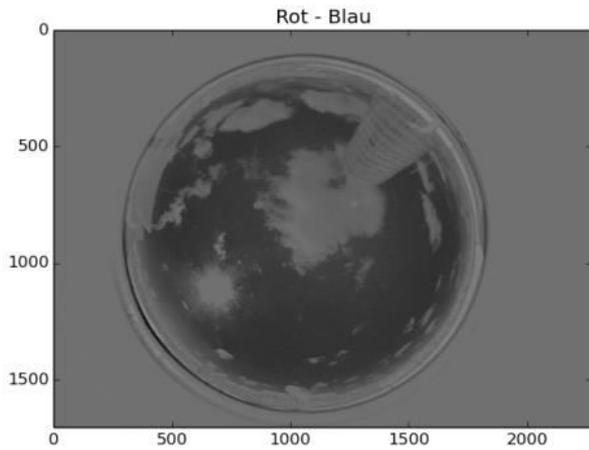
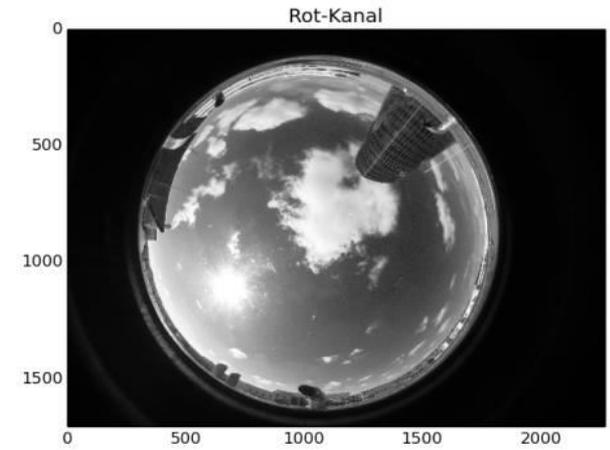
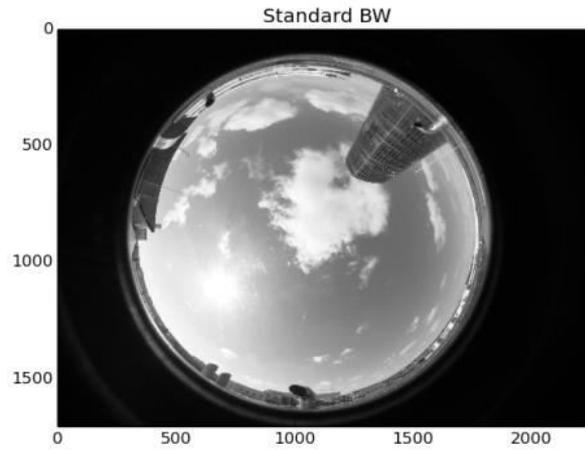
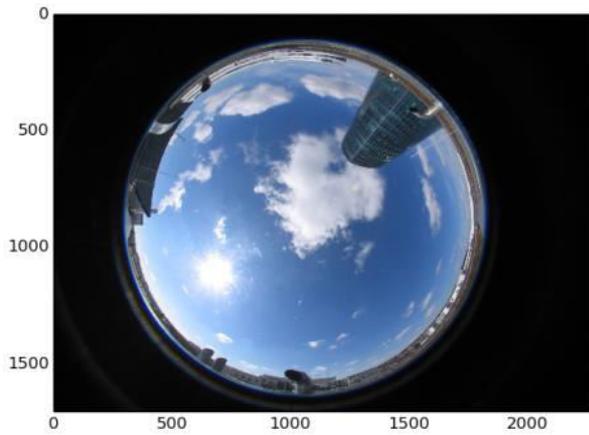
Stuttgart



Widderstall



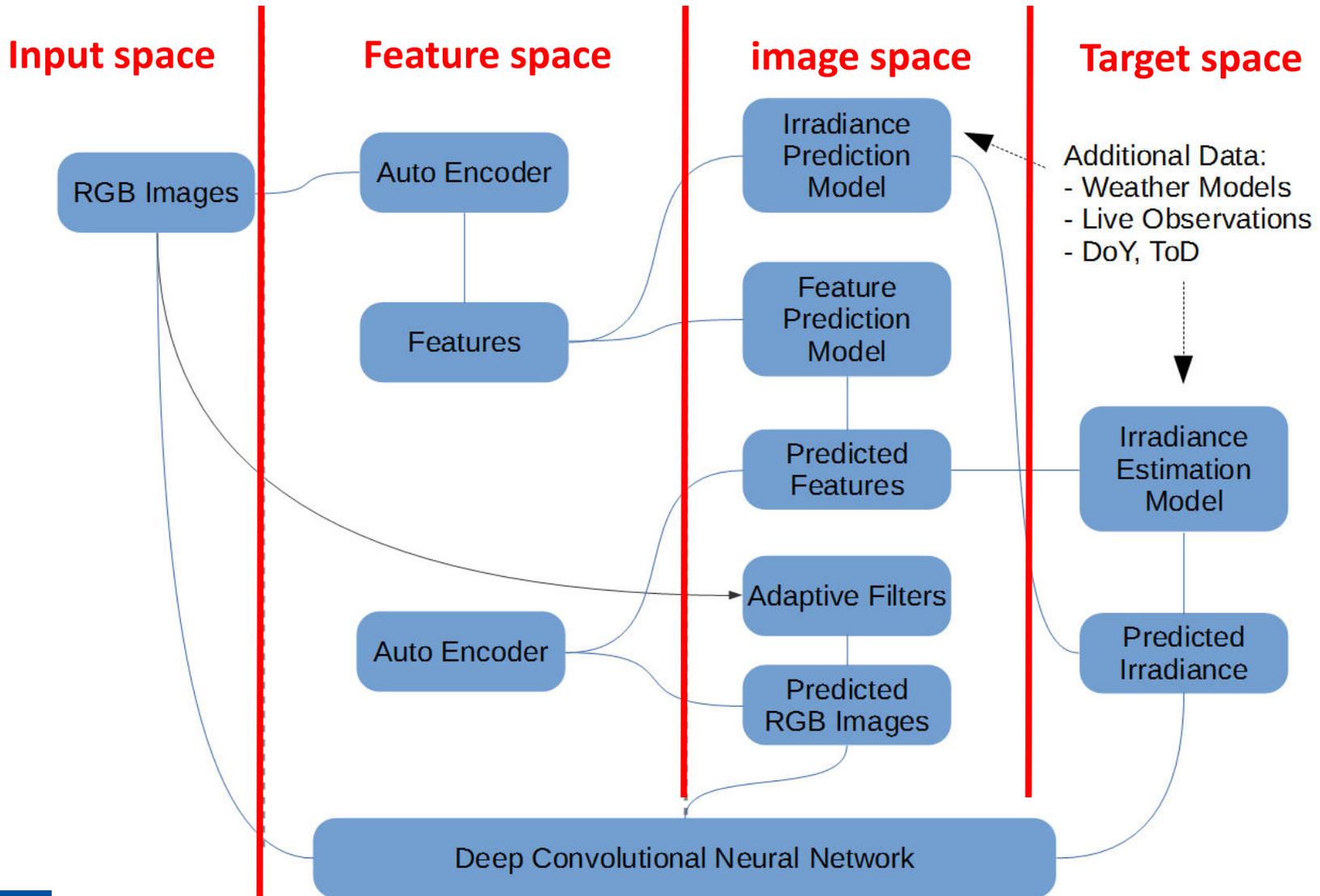
Wolkenkamera Standort Stuttgart



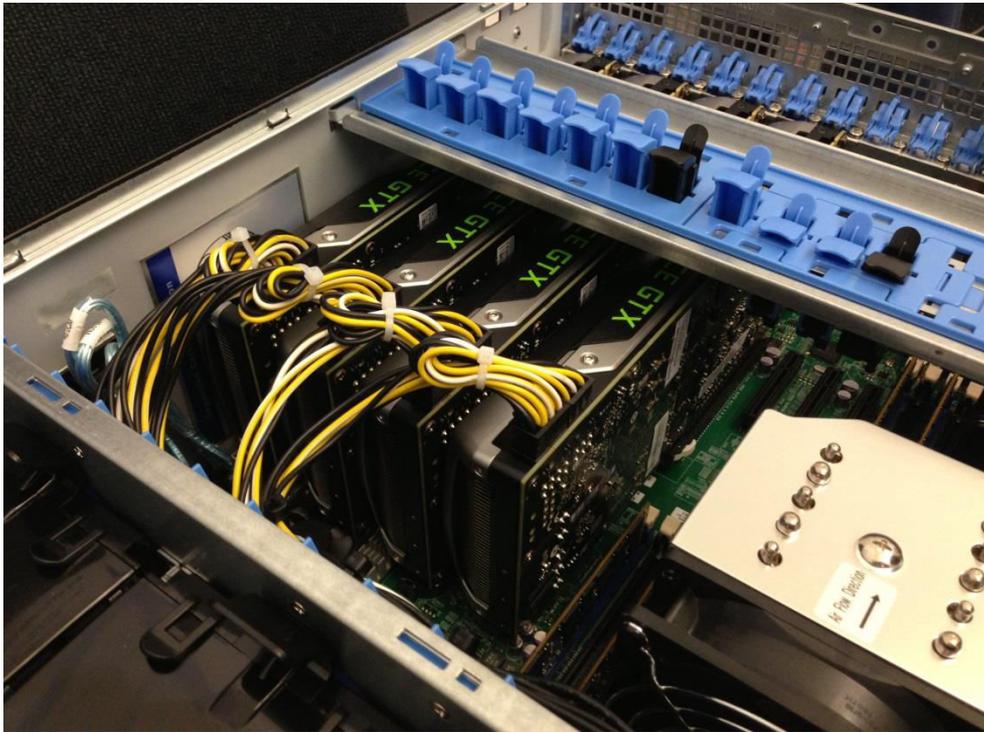
Wolkenkamera Setup



Mögliche Setups



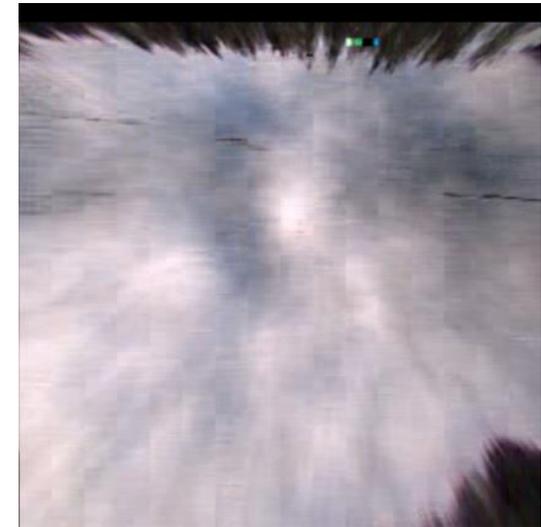
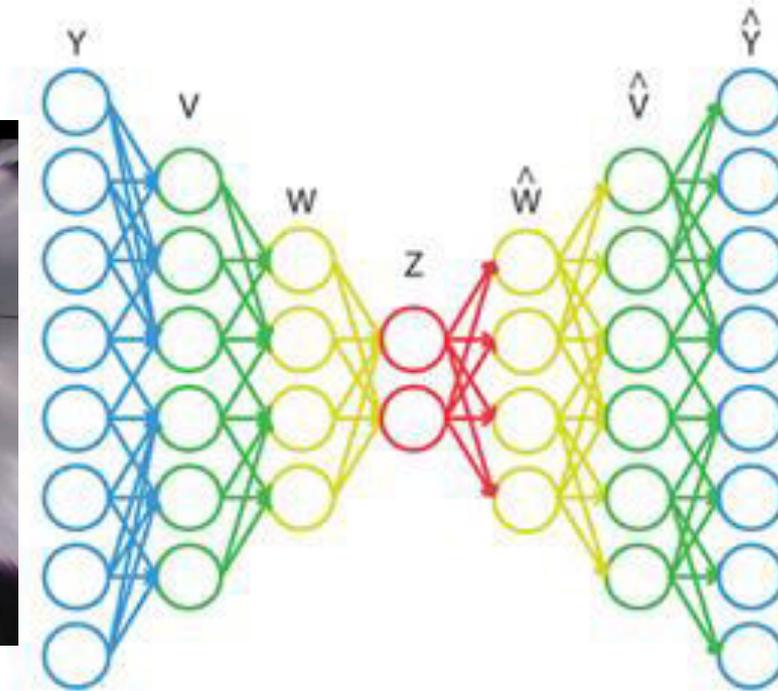
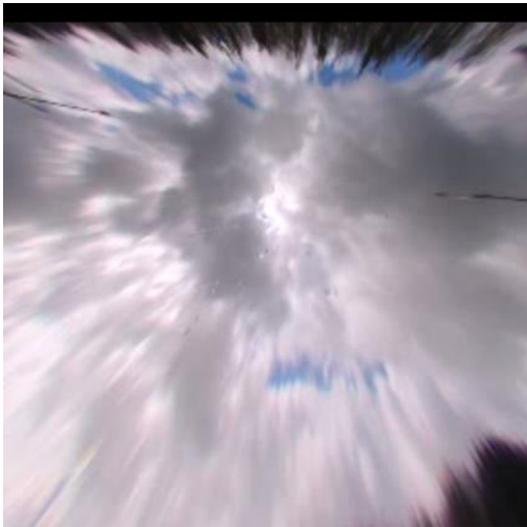
Die notwendigen Helfer



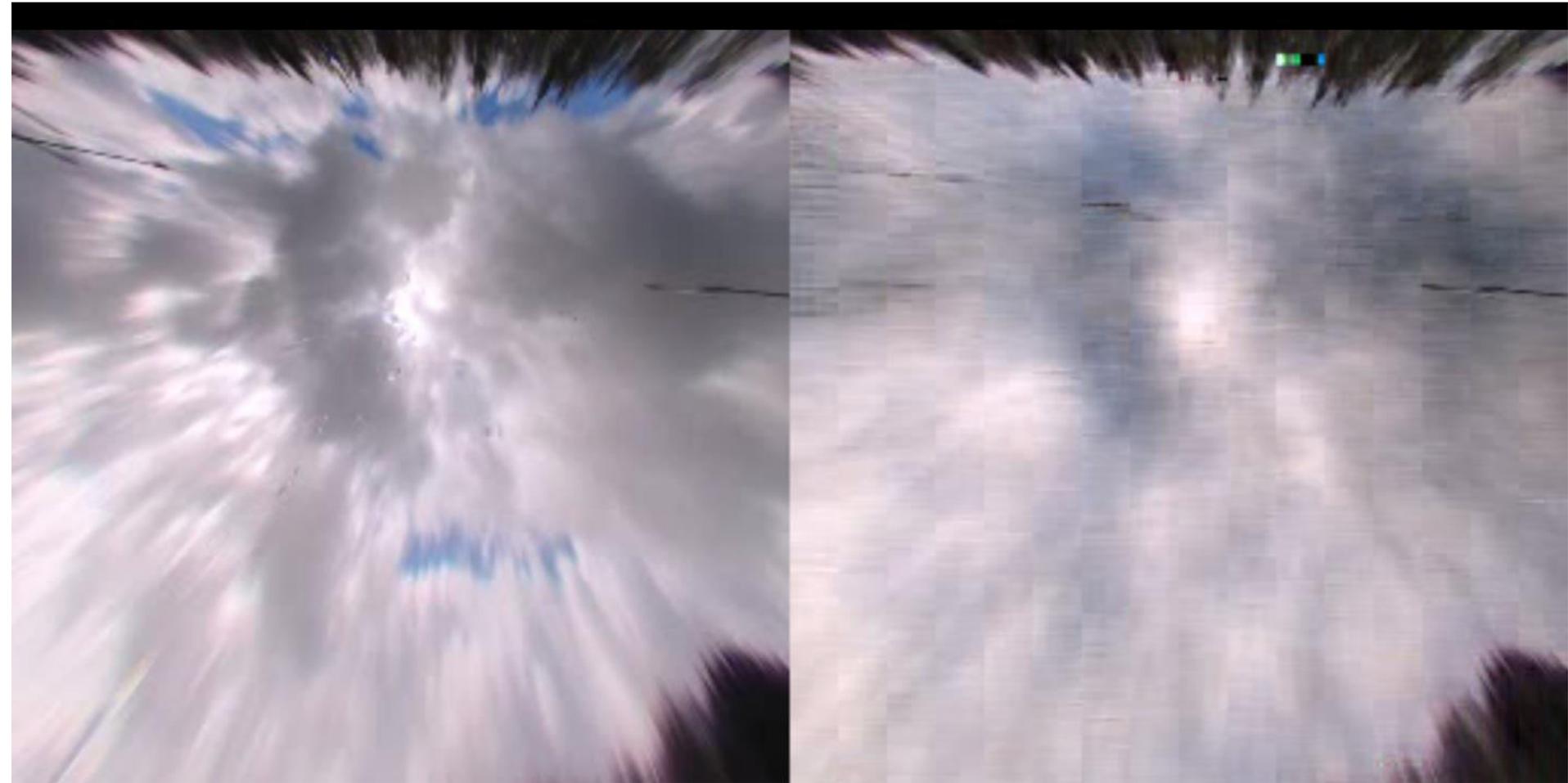
- 4x Titan + 8x Titan Black
- 8x Titan X,
- 1x K20,
- ... einige ältere Modelle

- **Ca.120 TFLOPS**

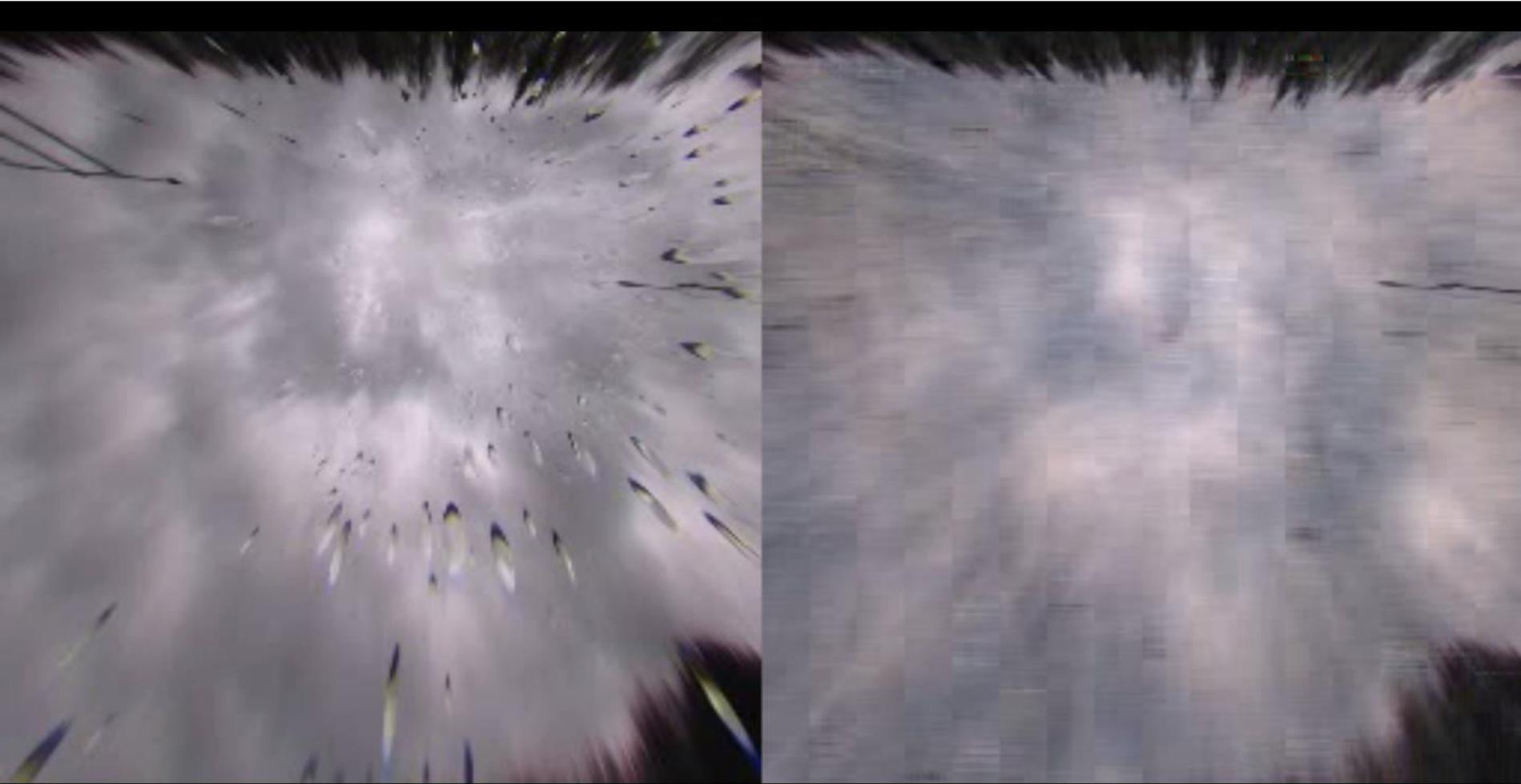
Auto Encoder mit tiefen neuronalen Netzen (DNN)



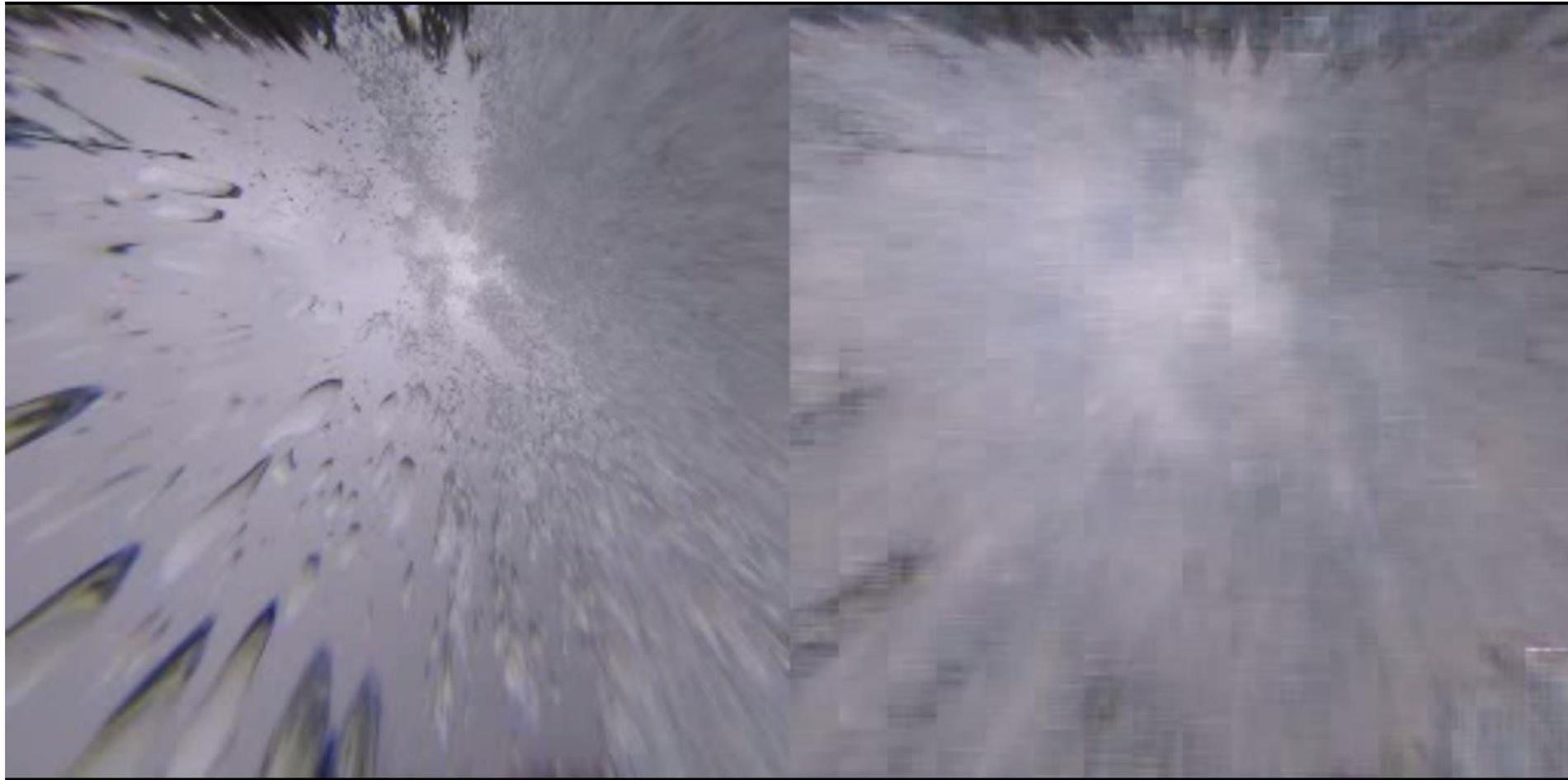
Autoencoder Bildrekonstruktion



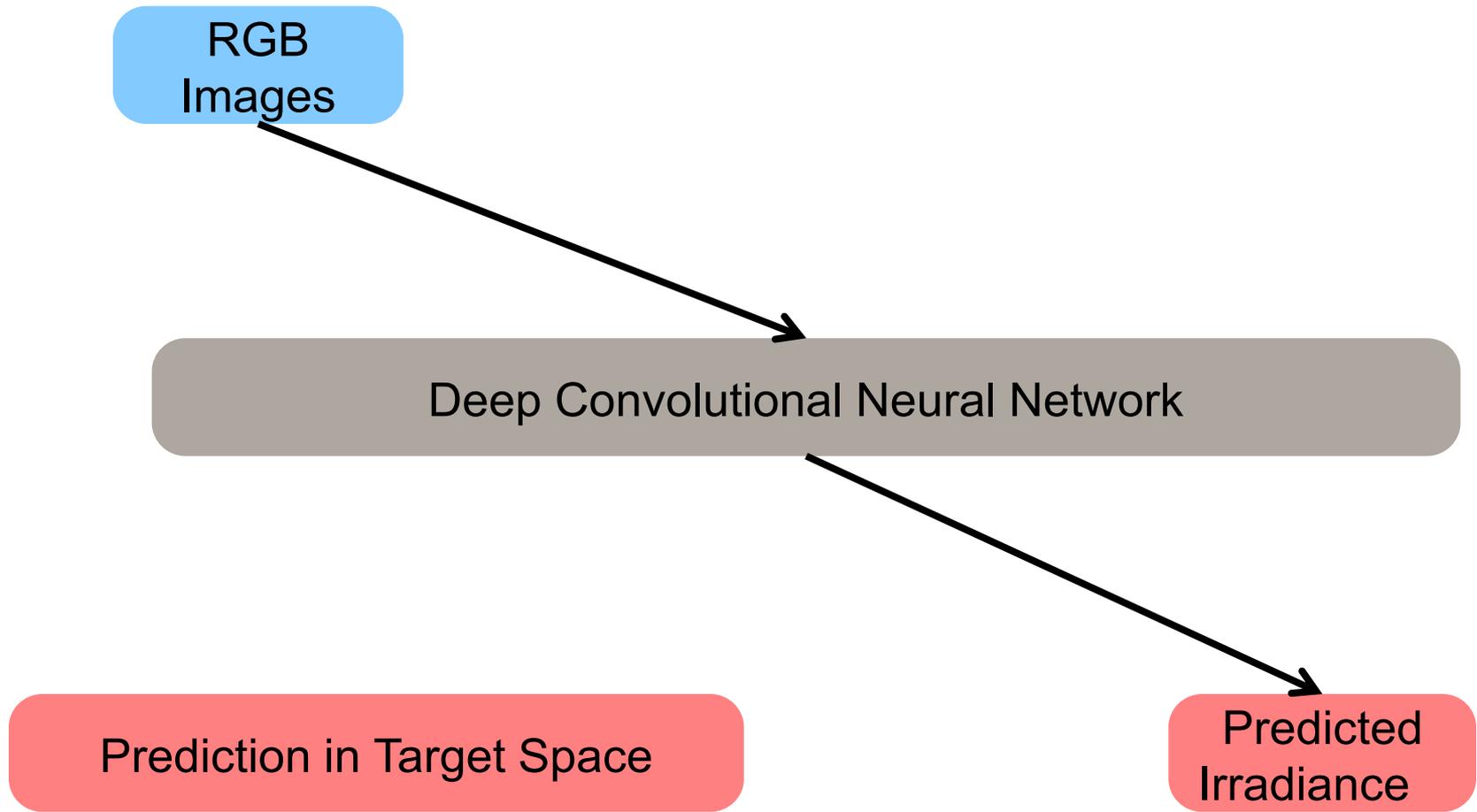
Autoencoder Bildrekonstruktion (Regen)



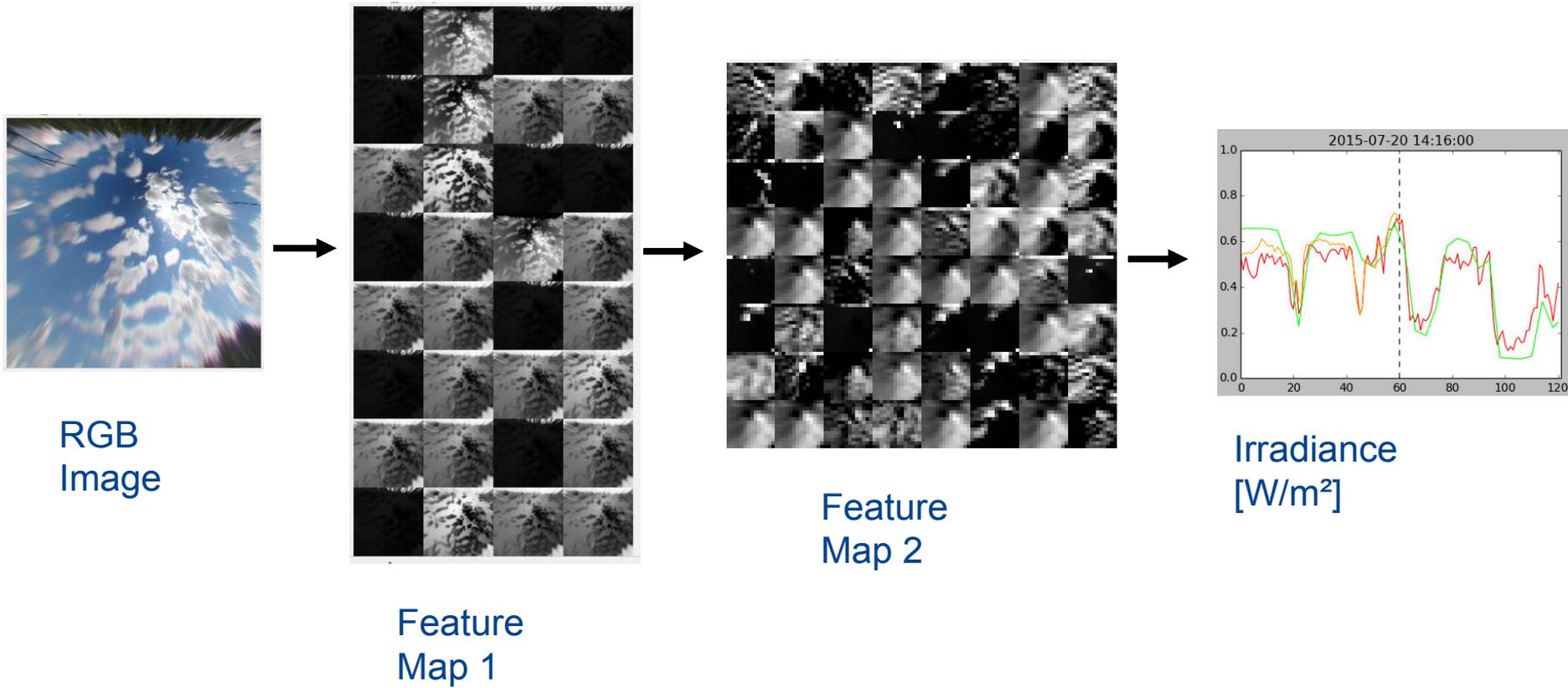
Autoencoder Bildrekonstruktion (Schneefall)



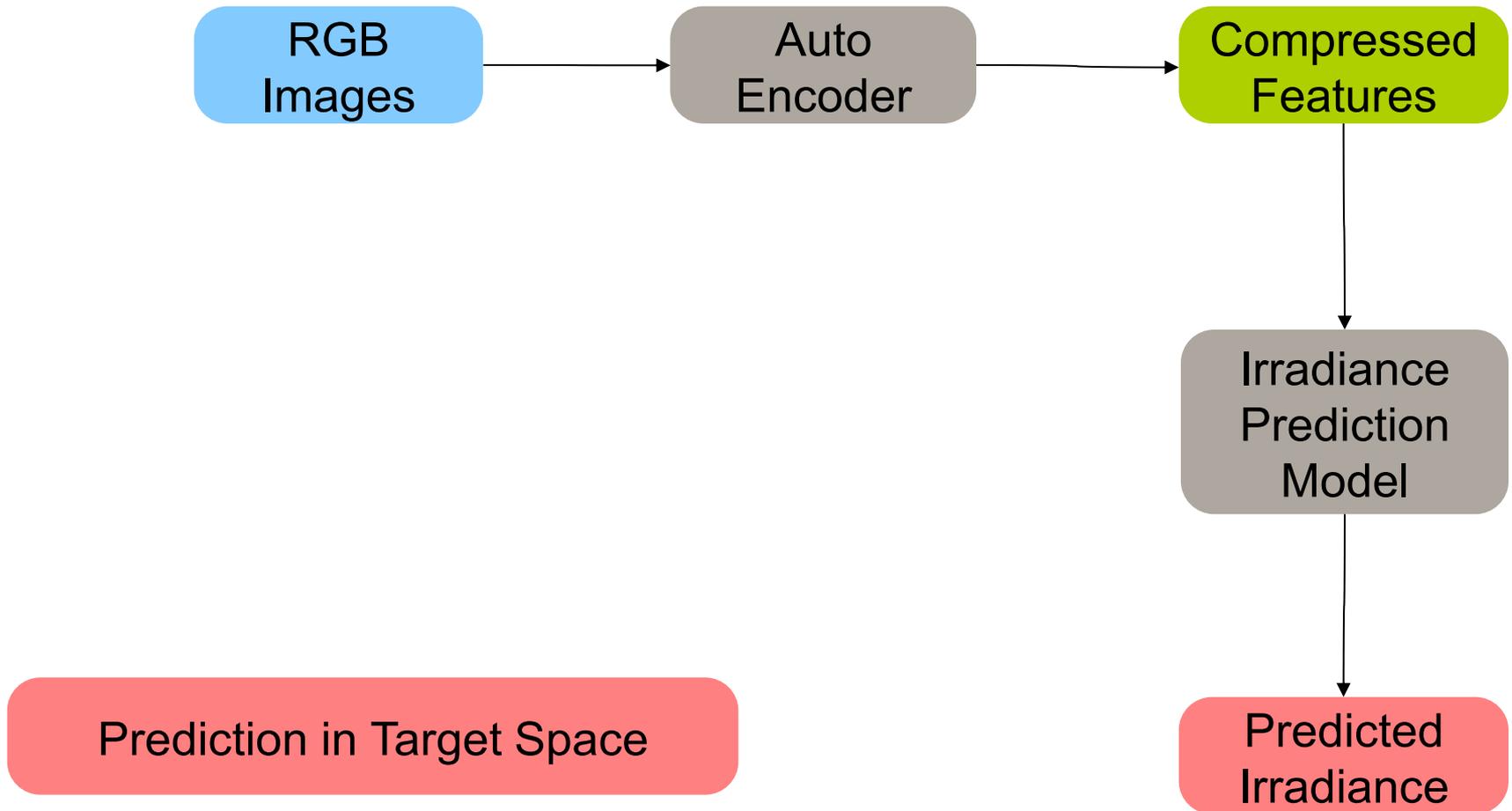
Setup 1: Convolutional Neural Networks (CNN)



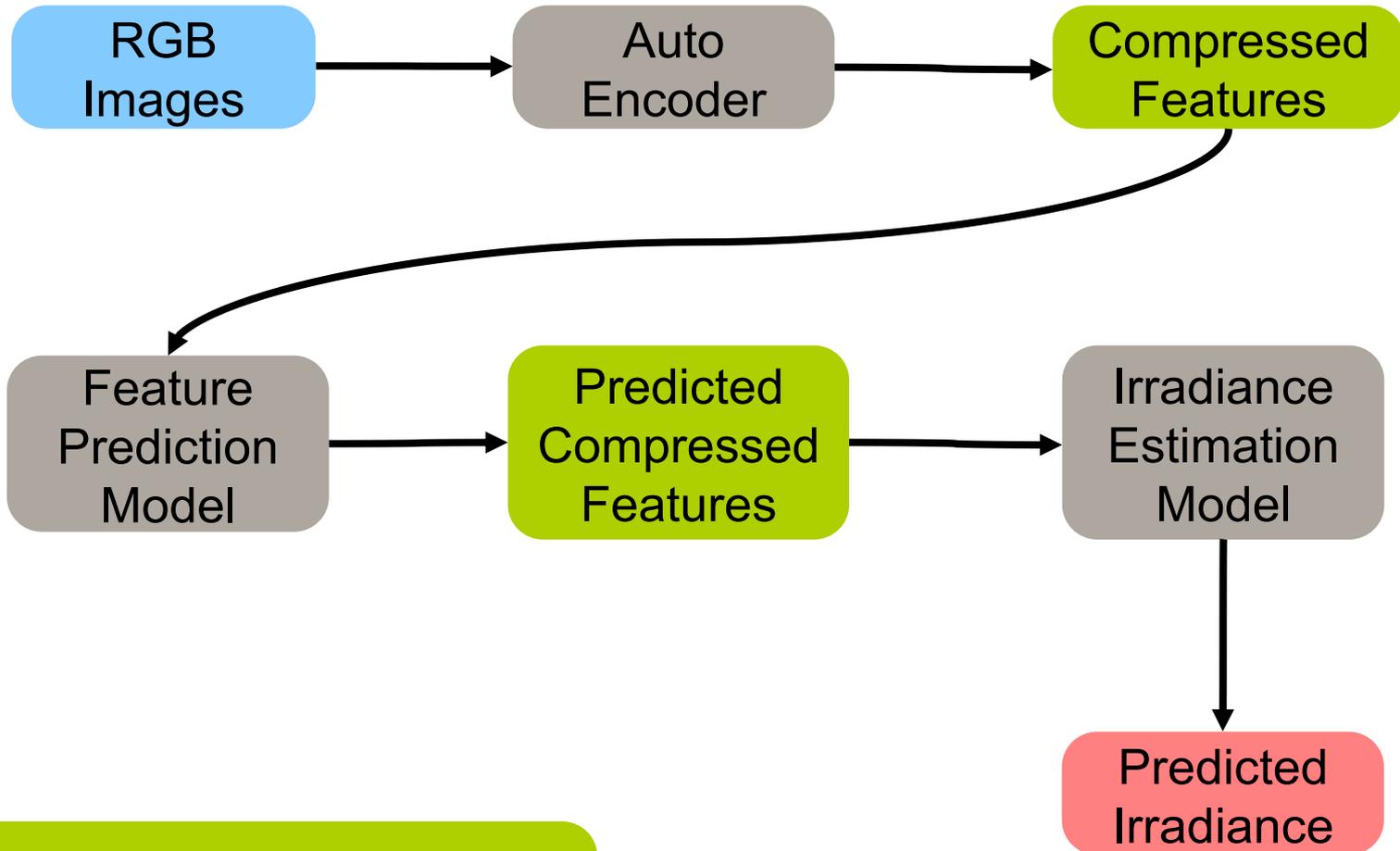
CNN Feature Extraction



Setup 2

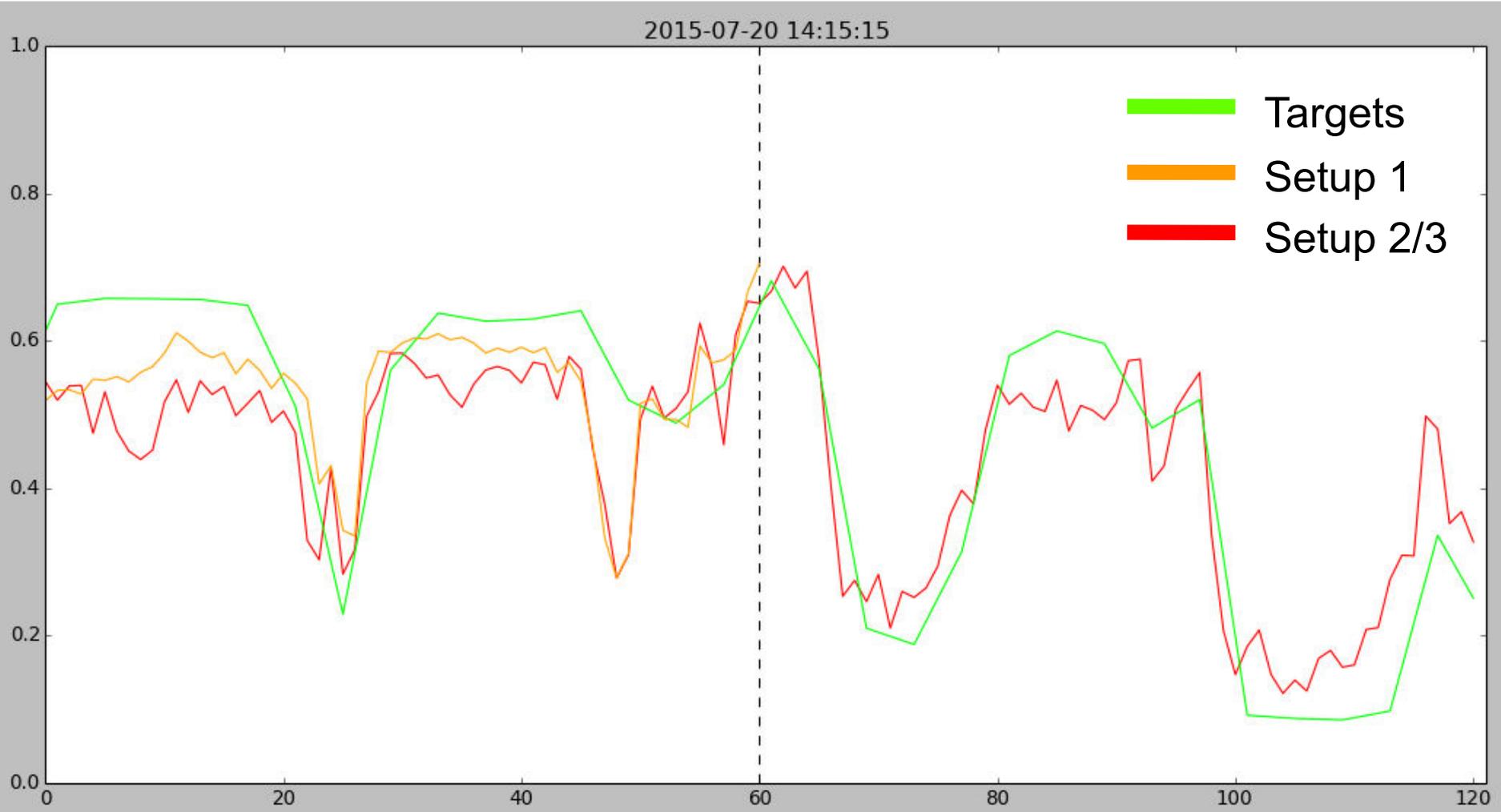


Setup 3

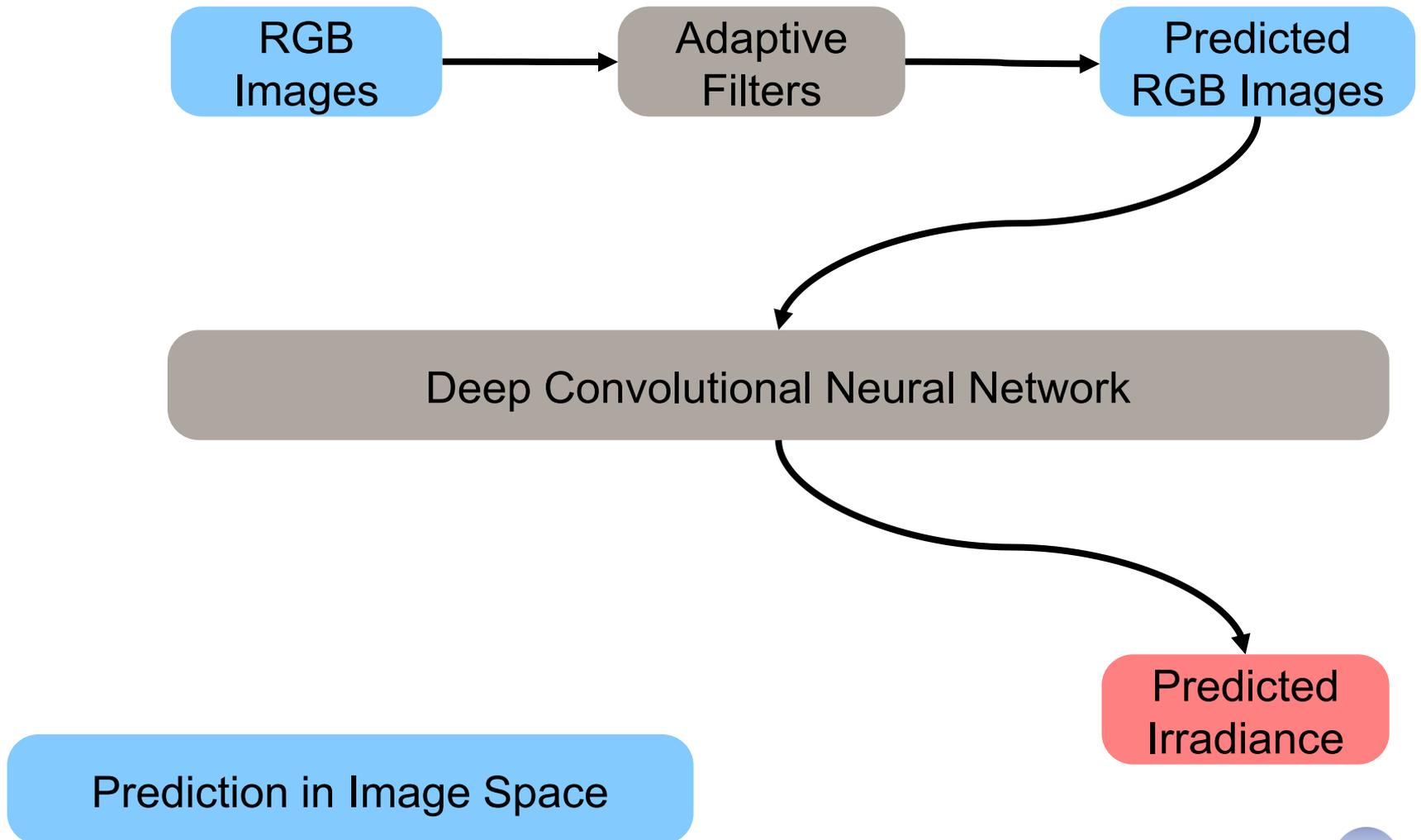


Prediction in Feature Space

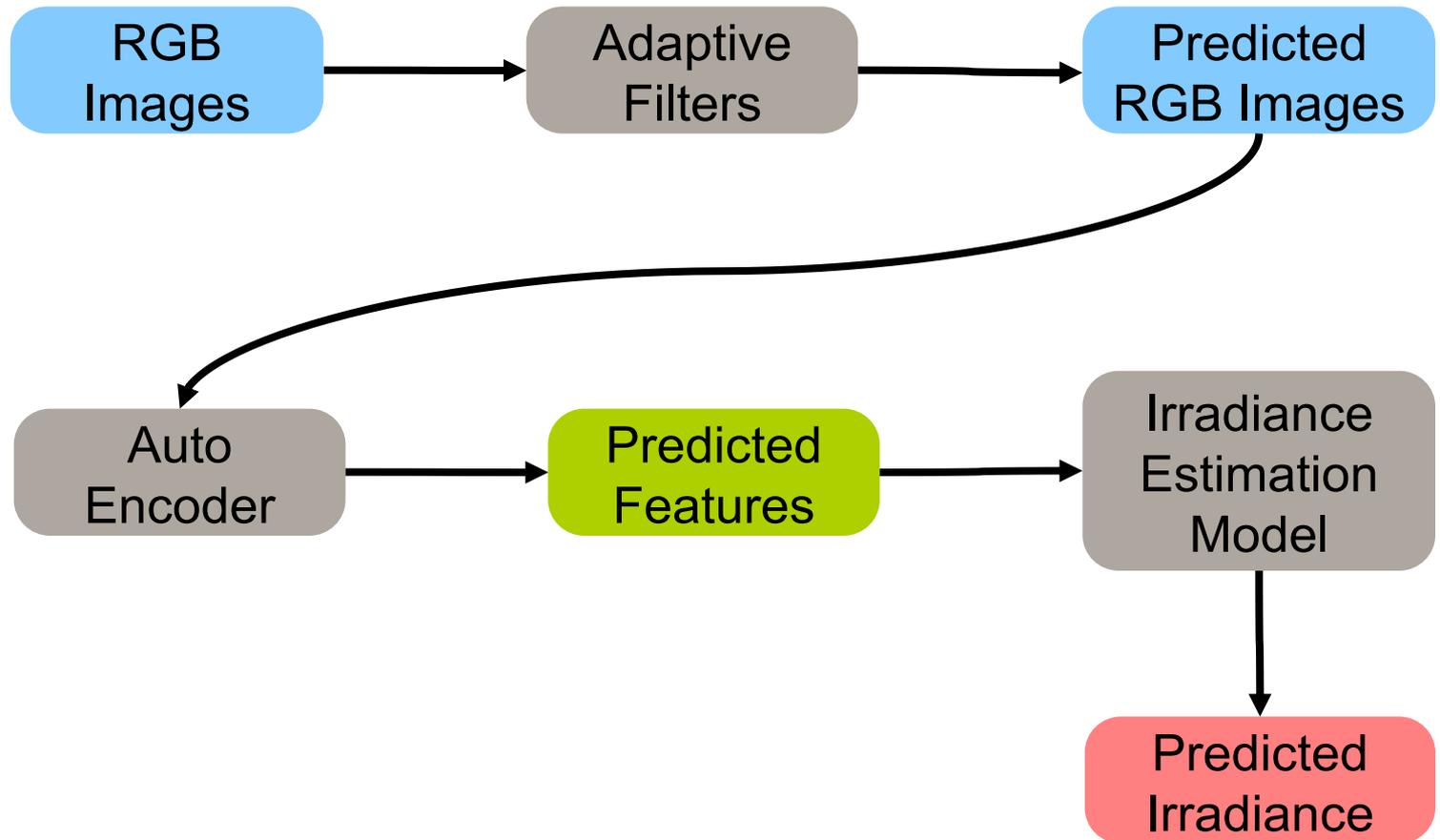
Wolkenkamerabild → Einstrahlung [W/m²]



Setup 4

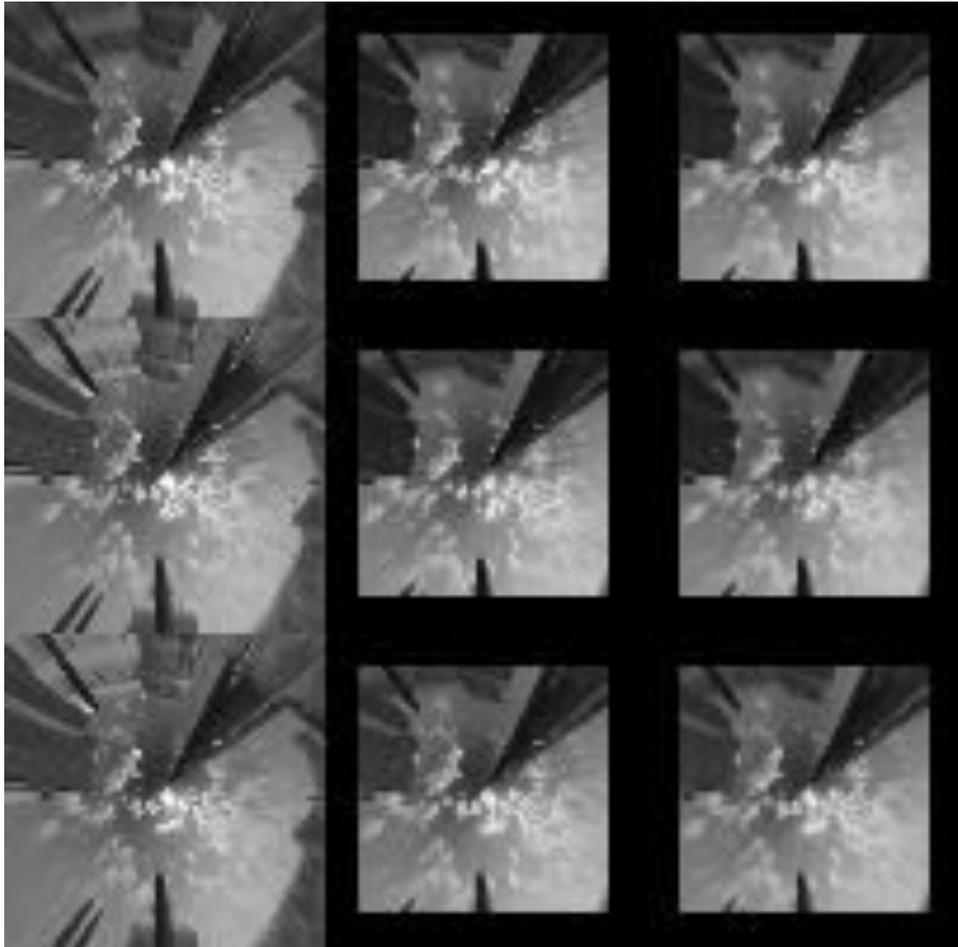


Setup 5



Prediction in Image Space

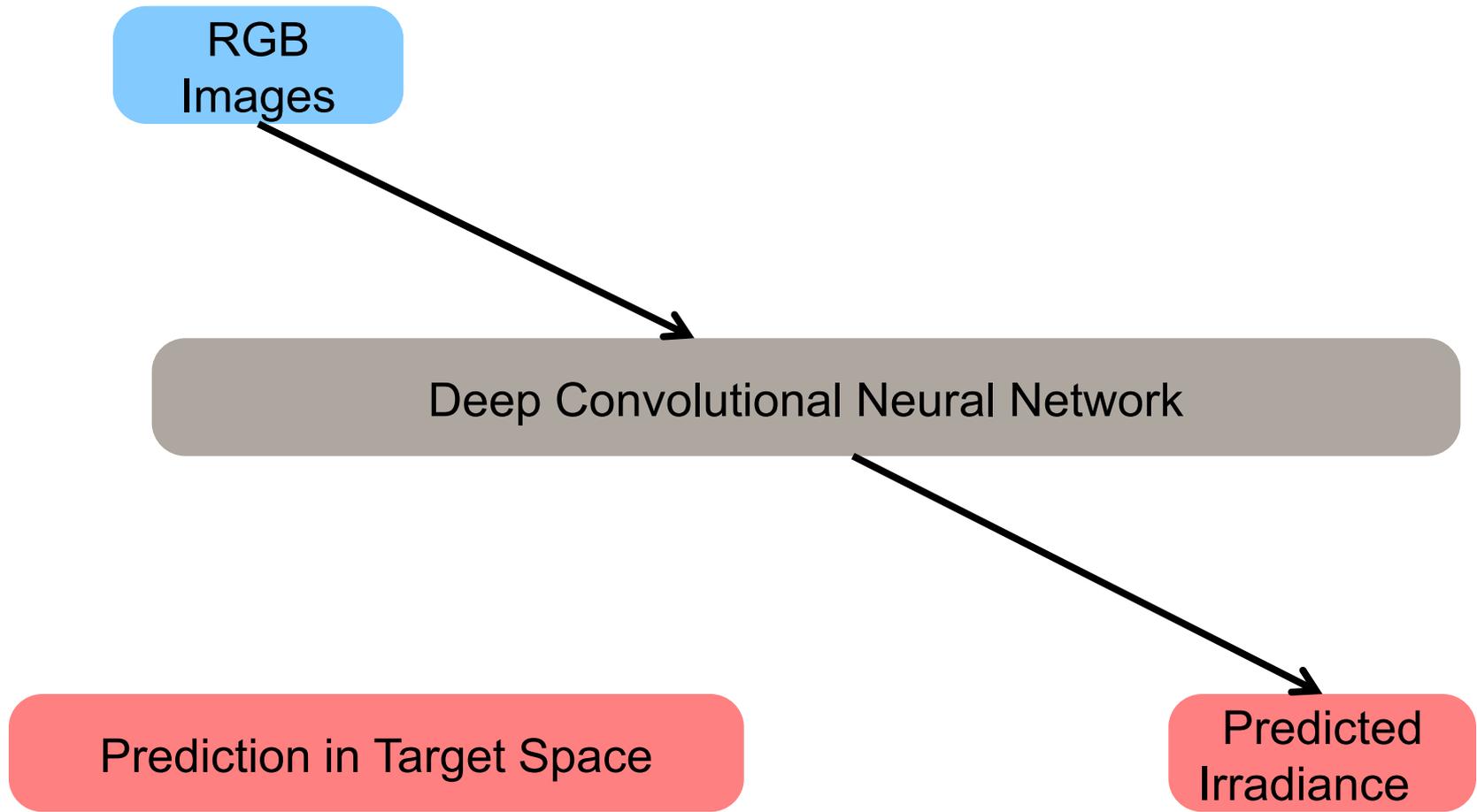
Adaptive Filter



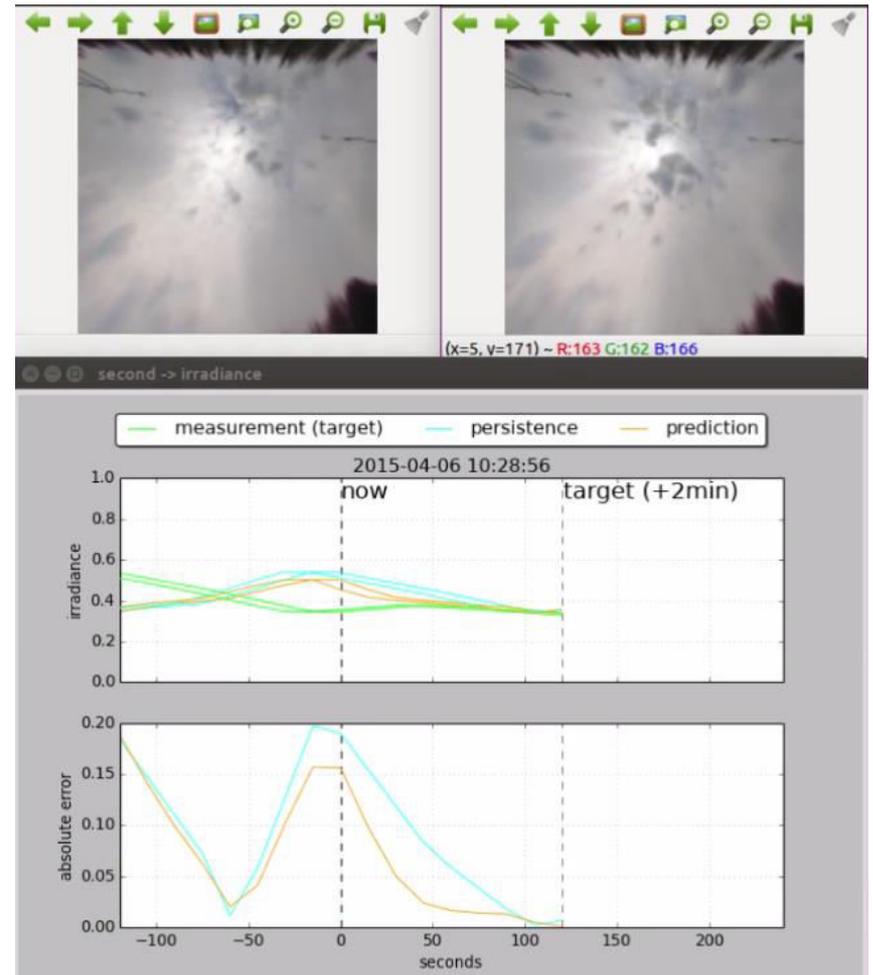
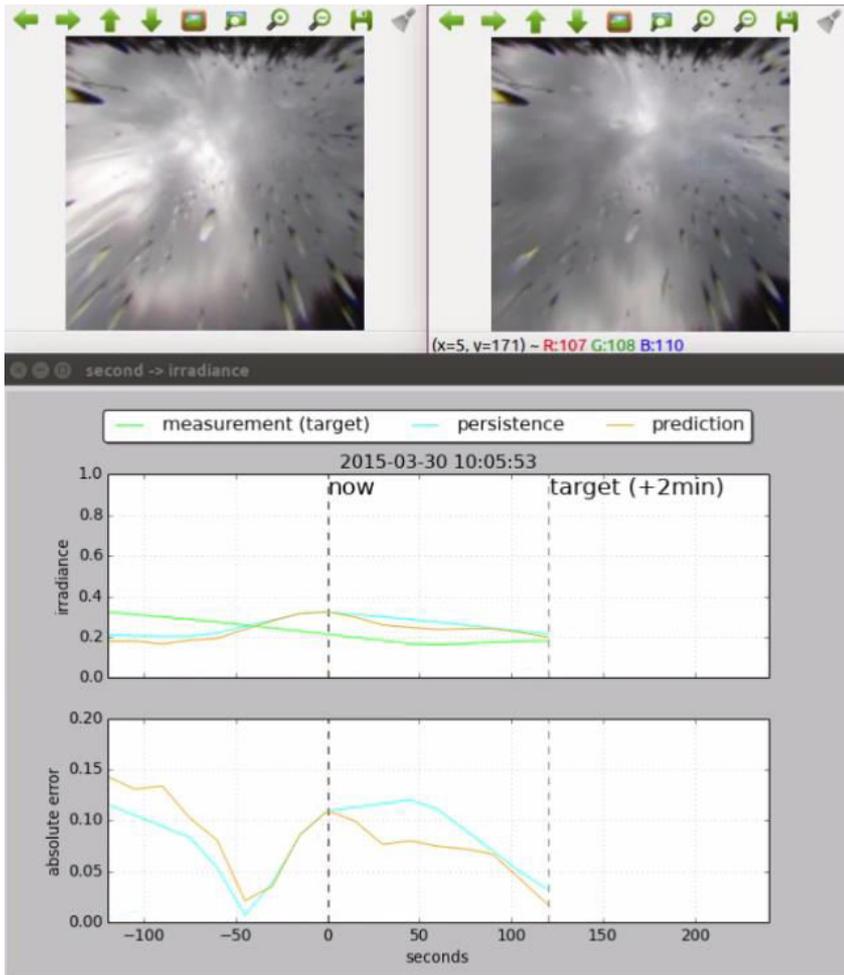
- Ein linearer Fit für das gesamte Bild
- Manuelle Auswahl der Filtergröße
- Maximale Bewegung zwischen zwei Bildern begrenzt durch die Filtergröße

→ Mehrere überlappende Filter für verschiedene Bildsegmente

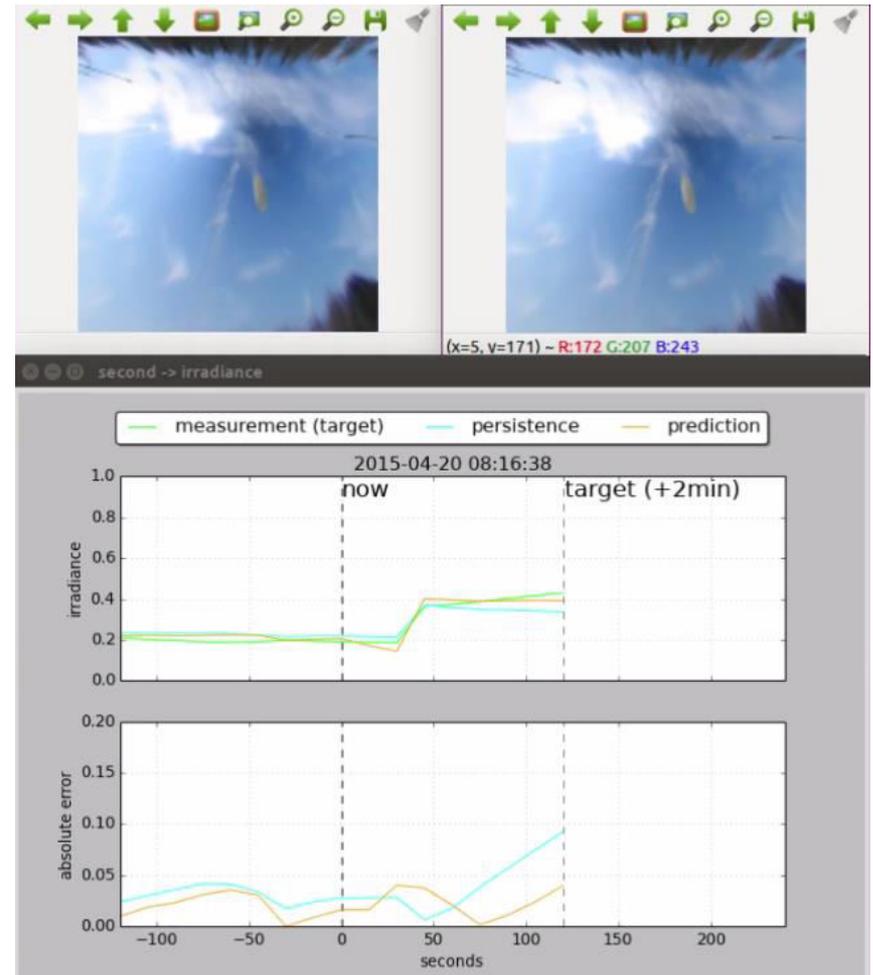
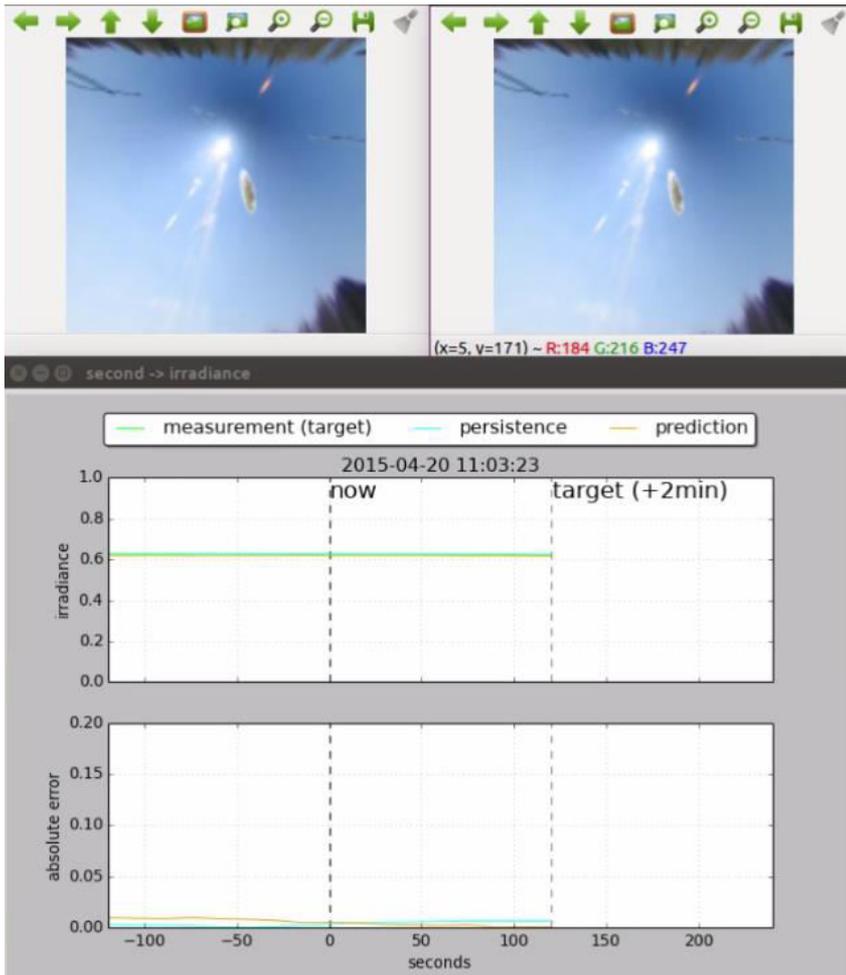
Setup 1: CNN



CNN Vorhersage Einstrahlung 1/2



CNN Vorhersage Einstrahlung 2/2



Zusammenfassung/Ausblick

- Es gibt viele Wege zur Vorhersage, Deep Learning ist nur einer davon
- Methode abhängig Anwendung (Bild, Strahlung)
- Adaptive Filter: eher unflexibel, feste Filtergröße
- Autoencoder: keine Unterscheidung was im Bild wichtig ist für Vorhersage
- CNN:
 - Erste Wahl bei deep learning für Bilder
 - Sehr rechenaufwendig → GPU

// Energie mit Zukunft

// Zentrum für Sonnenergie- und Wasserstoff-
Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



Stuttgart:
Photovoltaik (mit Solab),
Energiepolitik und
Energieträger, Zentralbereich
Finanzen, Personal & Recht

Solar-Testfelder:
Widderstall

Ulm:
Elektrochemische Energietechnologien –
Hauptgebäude und eLaB