

Validierung und Optimierung der fernerkundungsbasierten Bestimmung der tatsächlichen Evapotranspiration

Patrick Knöfel



Knowledge for Tomorrow



Gliederung

1. Einführung
2. ET Modellierung
3. Ergebnisse und Validierung
4. Ausblick
 - Implementierung von Bodenfeuchte
 - Skalenvergleich (Landsat/MODIS)



1.Einführung: Aralsee Entwicklung - Früher



July – September, 1989



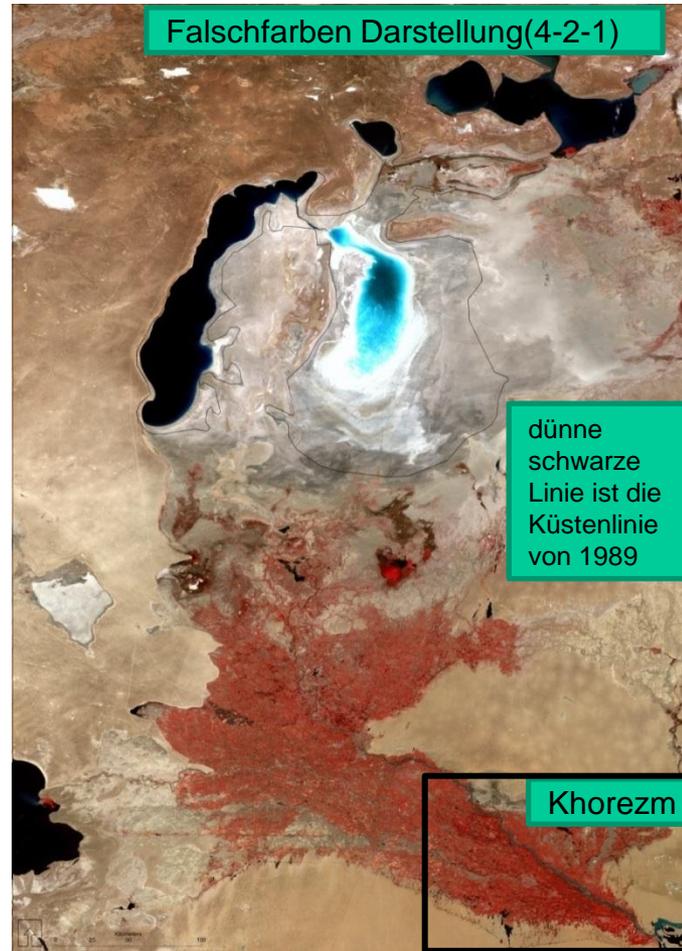
August 12, 2003



August 16, 2009



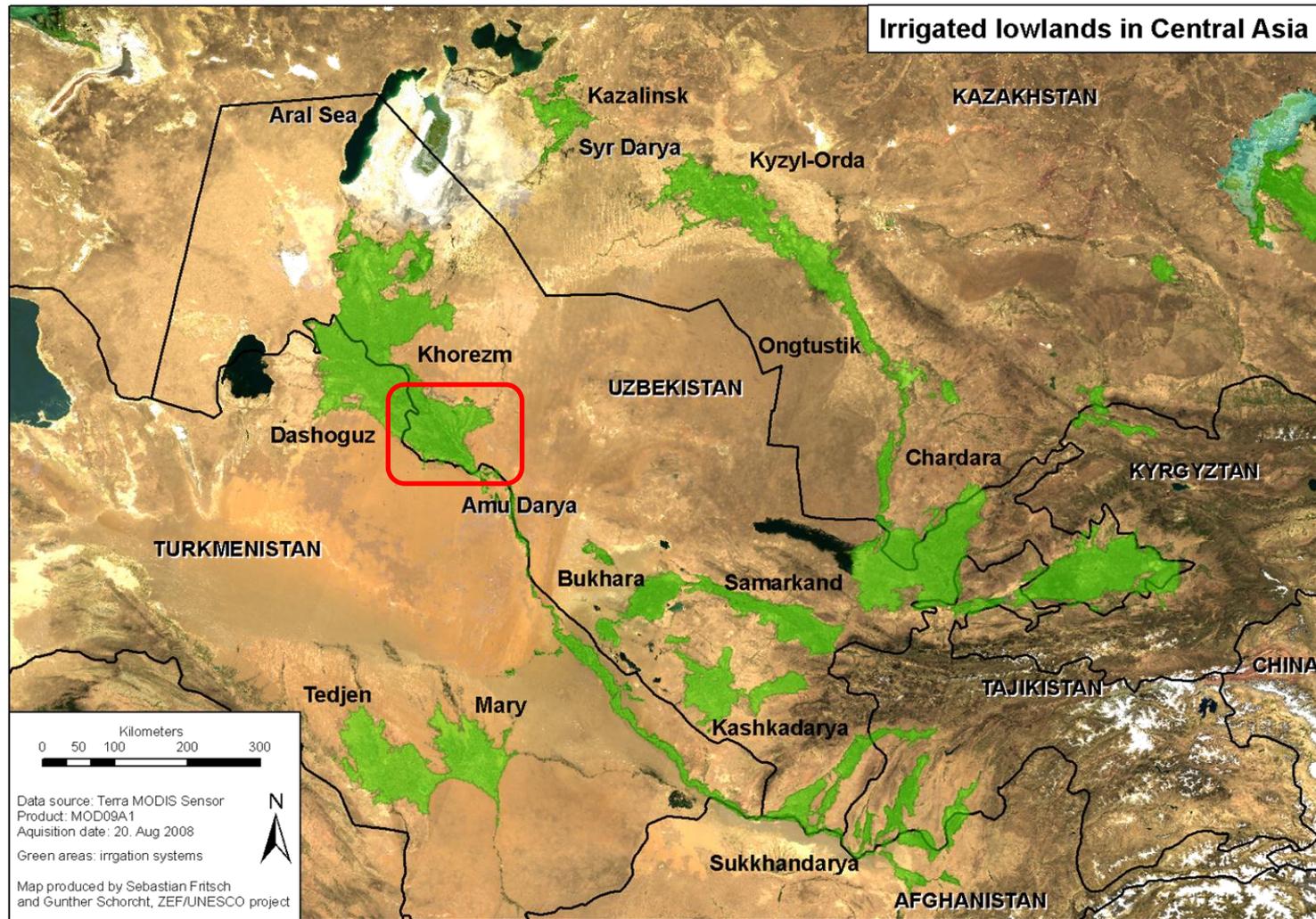
1.Einführung: Aralsee Entwicklung - Gegenwart



Quelle: Landsat(Juli 2009)



1. Einführung – Untersuchungsgebiet



1. Einführung – Untersuchungsgebiet

Bewässerungslandwirtschaft im Aralsee Becken steht vor ernsthaften Problemen:

- Nicht nachhaltige Land- und Wassernutzung,
- Unzureichende Daten über Wasserbedarf und -verteilung,
- Bodenversalzung aufgrund hoher Grundwasserspiegel,
- Gletscherschmelze, und
- Wachsende Bevölkerungszahl, usw.



Unvorhersehbare Wasserverfügbarkeit

Unsicherheiten im Bewässerungsmanagement und den zu erwartenden Erntemengen



Notwendigkeit zur Bewertung und Analyse von Bewässerungssystemen

hier: Fernerkundung kann groß-skalige Eingangsdaten liefern, wie z.B. potentielle und tatsächliche Evapotranspiration, Landnutzungsklassifikation, oder Ernteprognose.



1. Einführung

2. ET Modellierung

3. Ergebnisse und Validierung

4. Ausblick

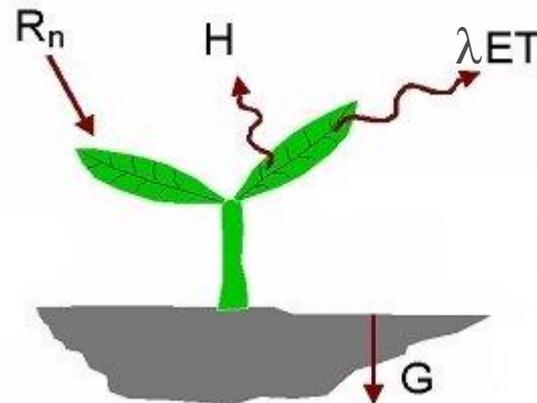
- Implementierung von Bodenfeuchte
- Skalenvergleich (Landsat/MODIS)



2. ET Modellierung

SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land, [Bastiaanssen et al.1998])

- Ansatz zur Quantifizierung der tatsächlichen Evapotranspiration basierend auf Fernerkundungsdaten.
- Lösen der Energiebilanzgleichung an der Oberfläche zur Abschätzung des latenten Wärmeflusses (λET)
- Entwickelt für Landsat, in dieser Studie angewandt auf MODIS Daten (1km)

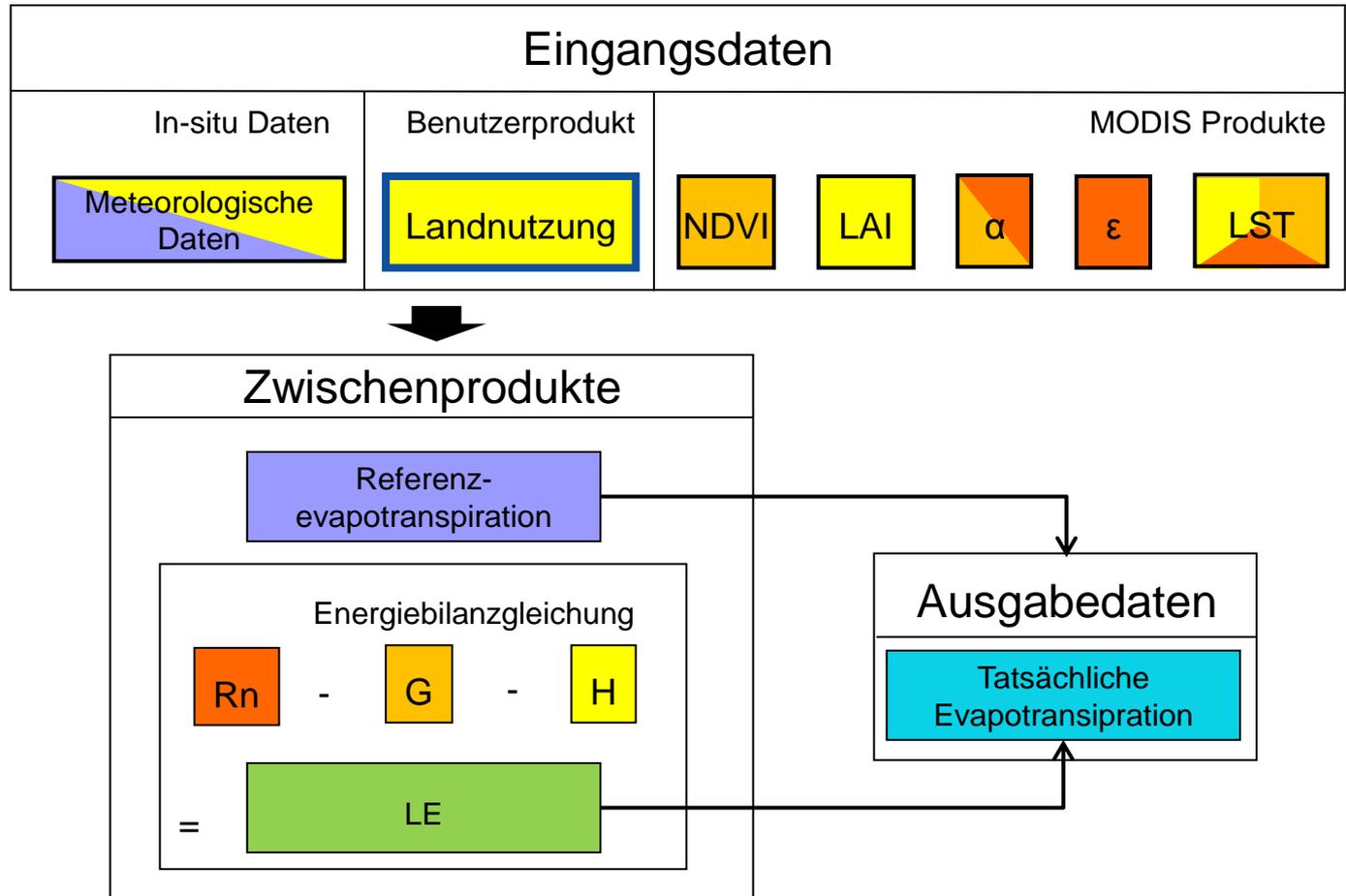


Untersuchungsgebietsspezifische Adaptionen:

- *Semi-automatische Auswahl der Ankerpixel*
- *Multi-temporaler Ansatz*



2. ET Modellierung



1. Einführung

2. ET Modellierung

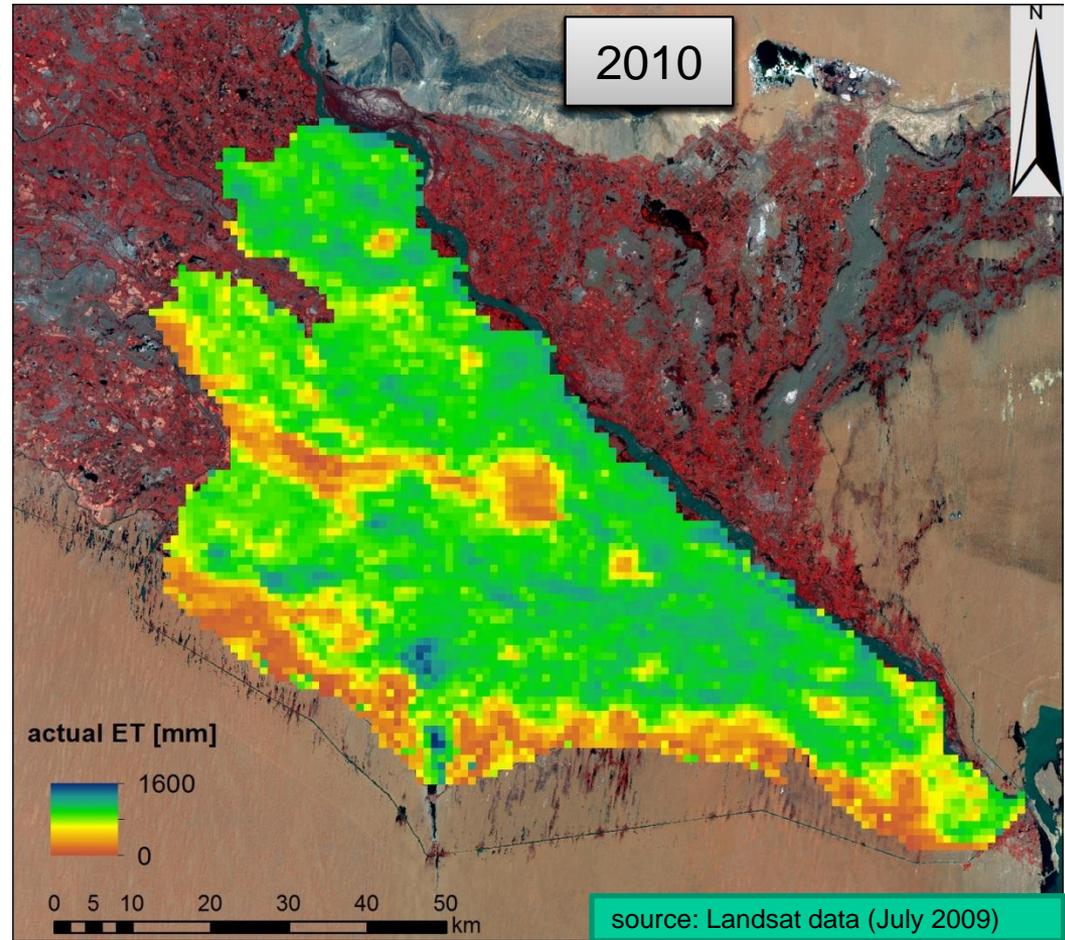
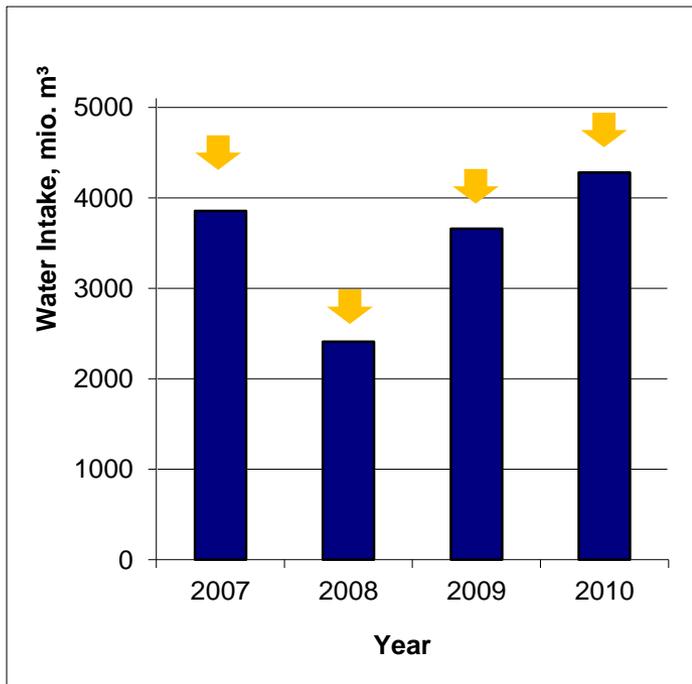
3. Ergebnisse und Validierung

4. Ausblick

- Implementierung von Bodenfeuchte
- Skalenvergleich (Landsat/MODIS)



3. Ergebnisse und Validierung

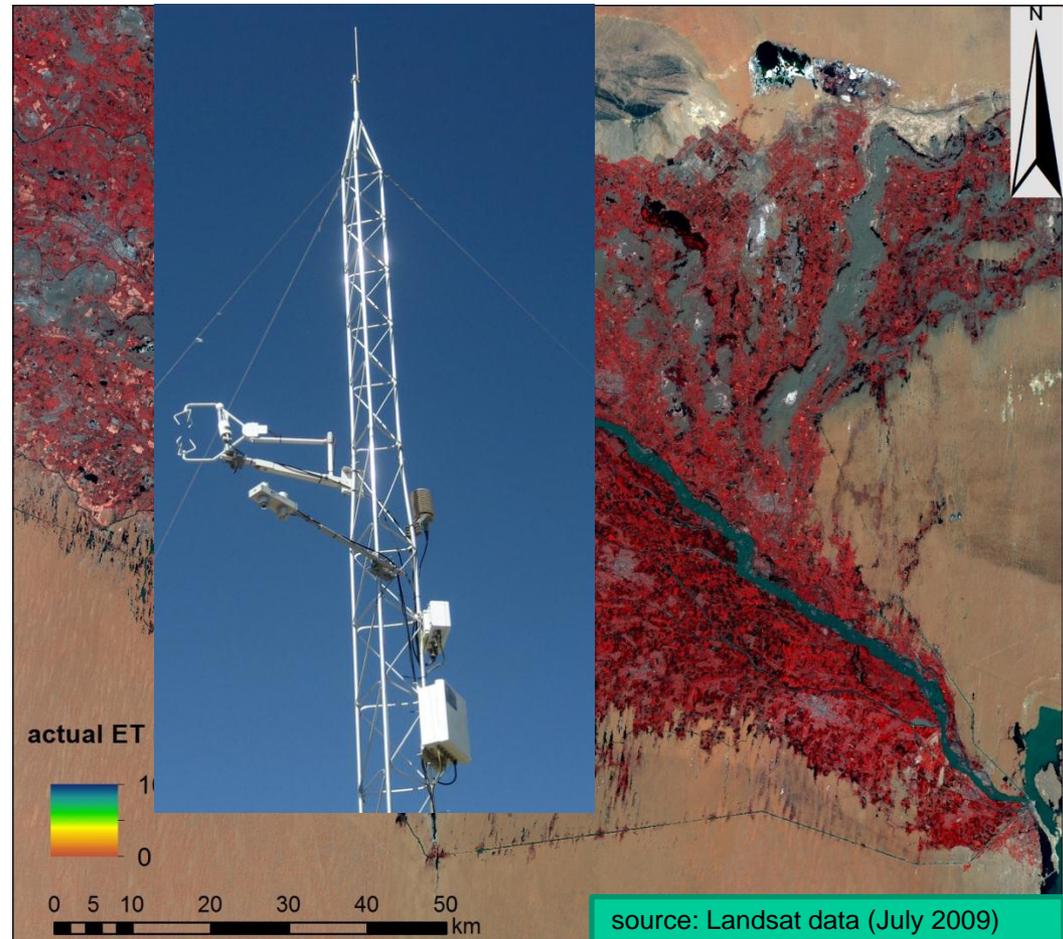


3. Ergebnisse und Validierung

Eine Eddy Kovarianz Station wurde im Jahr 2008 errichtet.

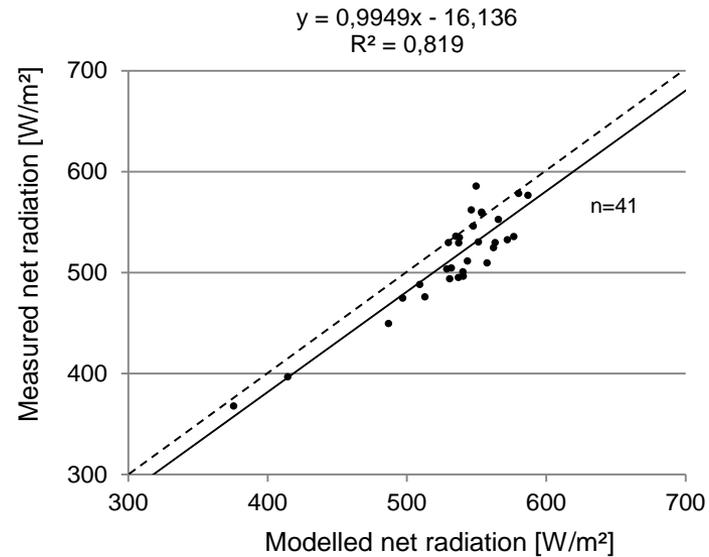
Für diesen Standort wird die Validierung durchgeführt.

An der Station werden sowohl die turbulenten Wärmeflüsse als auch meteorologische Informationen gemessen.



3. Ergebnisse und Validierung – Verfügbare Strahlung

Die verfügbare Strahlung zeigt einen hohen statistischen Zusammenhang zwischen modellierten und gemessenen Werten. (hier für 2010)

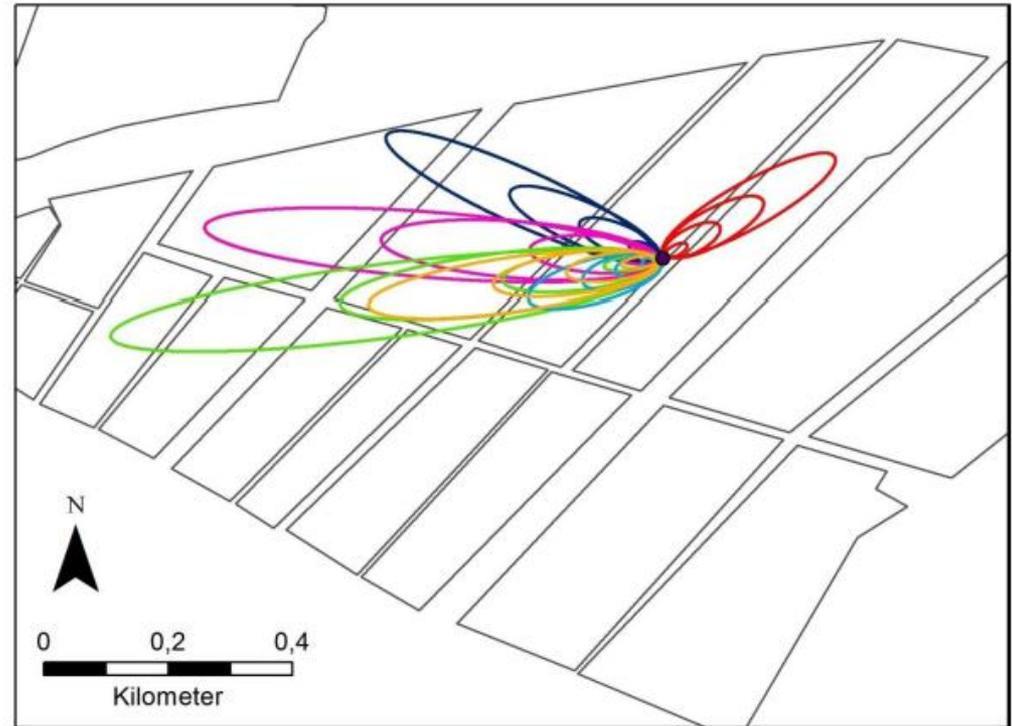


3. Ergebnisse und Validierung - Footprintanalyse

Zur Bestimmung der gültigen Tage der Flussmessungen wurde eine Footprintanalyse durchgeführt.

(Tage an denen der Footprint überwiegend im zu betrachtenden Subökosystem liegt, hier: Baumwollökosystem)

Vorherrschende Windrichtung ist SSW bis WSW.



- Standort Eddy-Tower
- ausgewählte Feldgrenzen
- Footprint 24.06.
- Footprint 03.07.
- Footprint 08.06.
- Footprint 10.07.
- Footprint 17.06.
- Footprint 19.07.

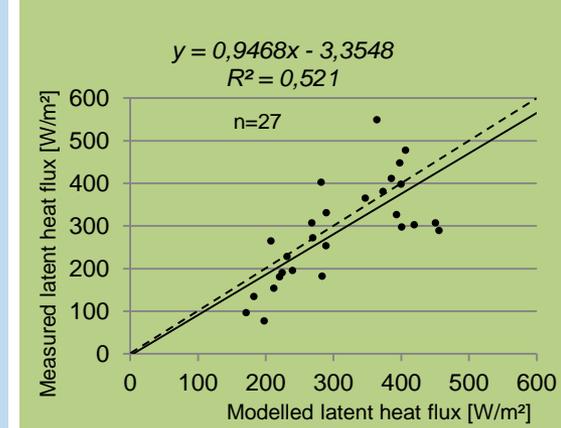
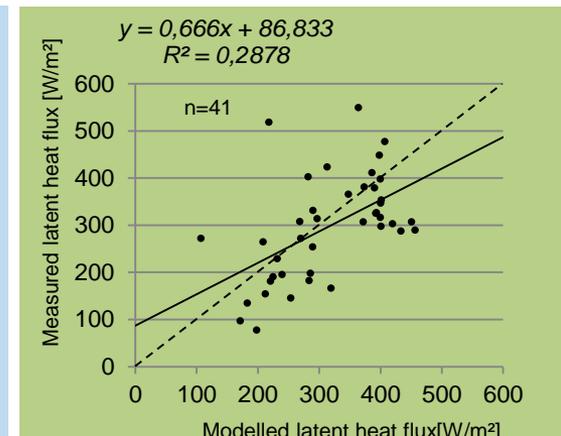
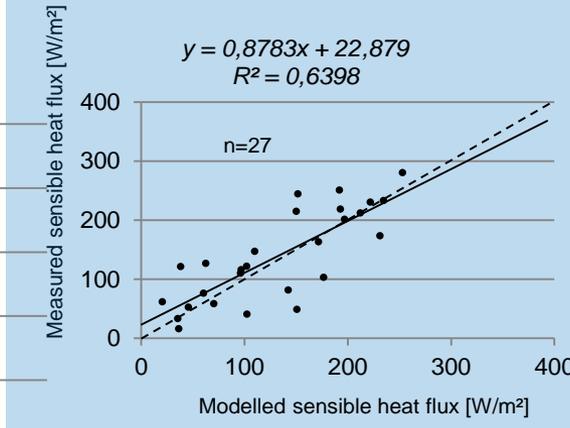
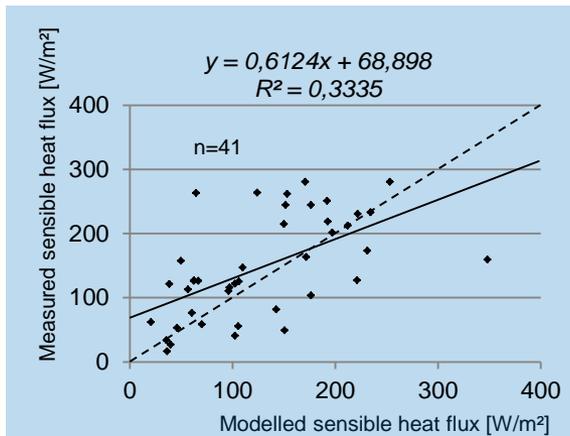
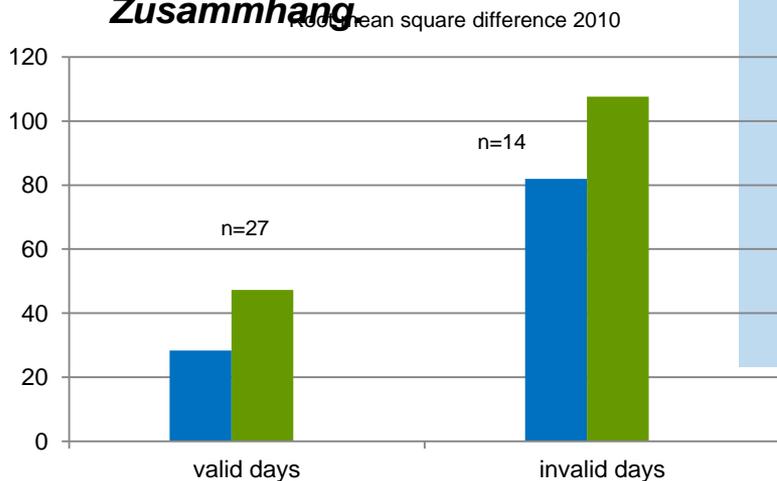


3. Ergebnisse und Validierung - Footprintanalyse

Die Durchführung einer Footprintanalyse führt zu geringeren RMSD verglichen mit den RMSD für alle Tage für die ein Modelllauf durchgeführt wurde.

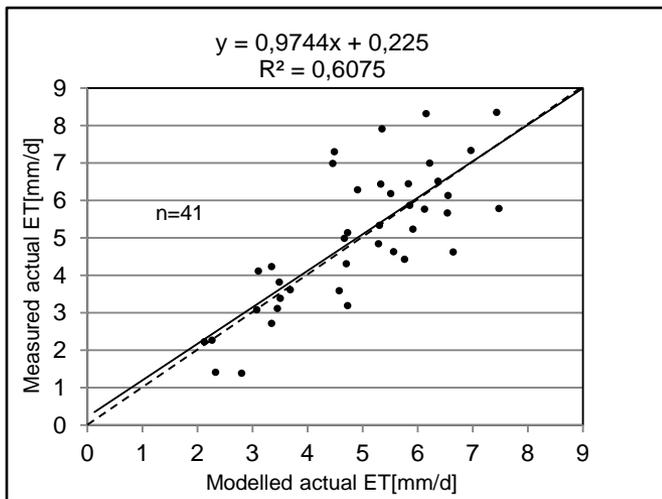
Schwächere Korrelation zwischen Mess- und Modellwerten ohne Footprintanalyse.

Nach der Footprintanalyse stärkerer Zusammenhang

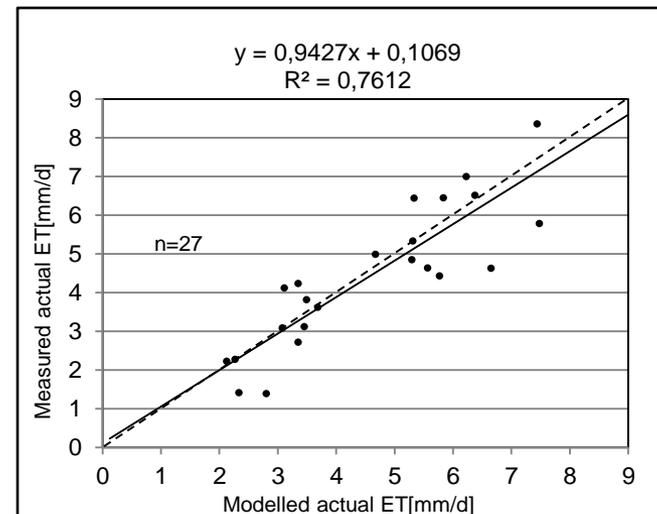


3. Ergebnisse und Validierung - Footprintanalyse

Tägliche tatsächliche Evapotranspiration 2010



Tage mit gültigen MODIS Szenen



Tage mit gültigem Footprint



1. Einführung

2. ET Modellierung

3. Ergebnisse und Validierung

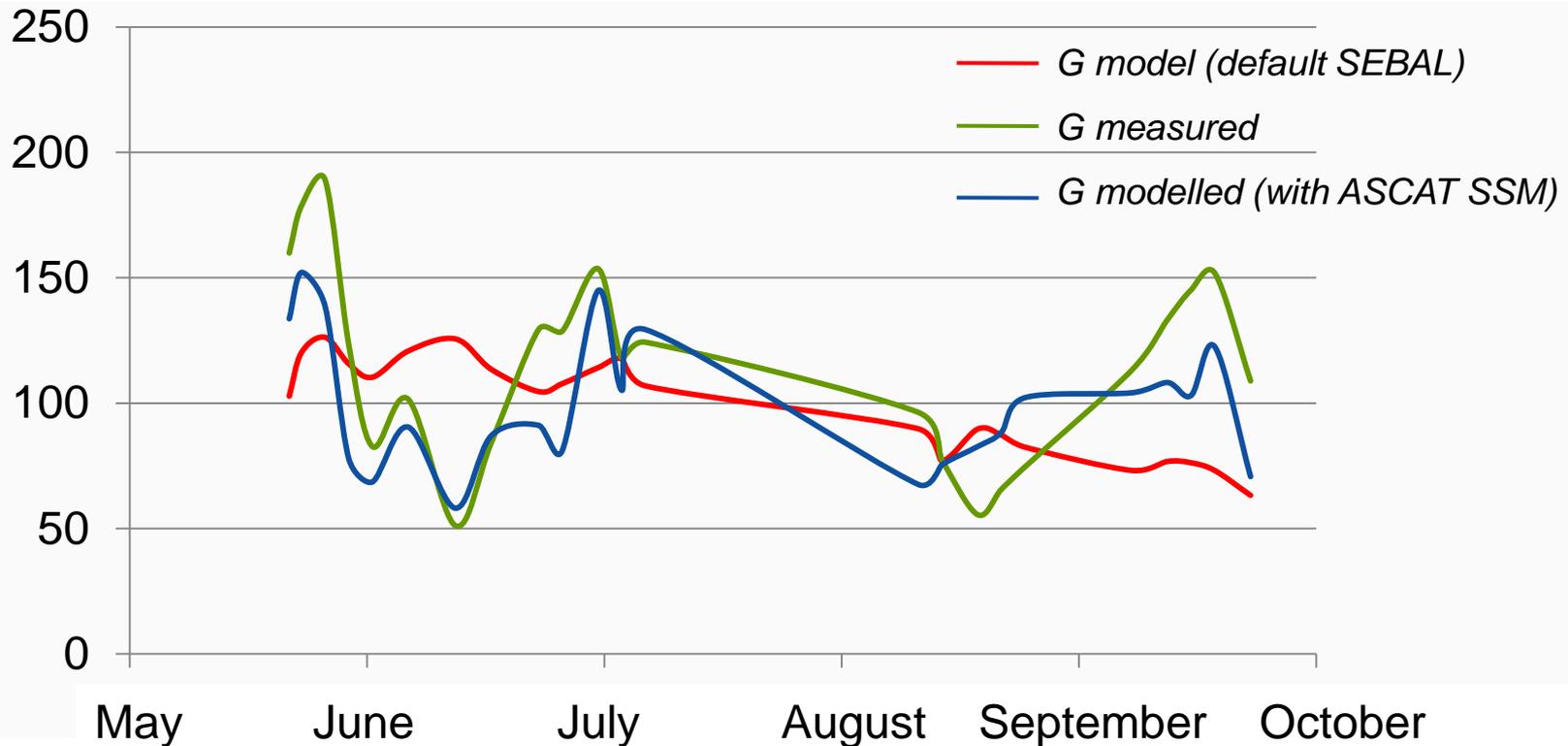
4. Ausblick

- Implementierung von Bodenfeuchte
- Skalenvergleich (Landsat/MODIS)



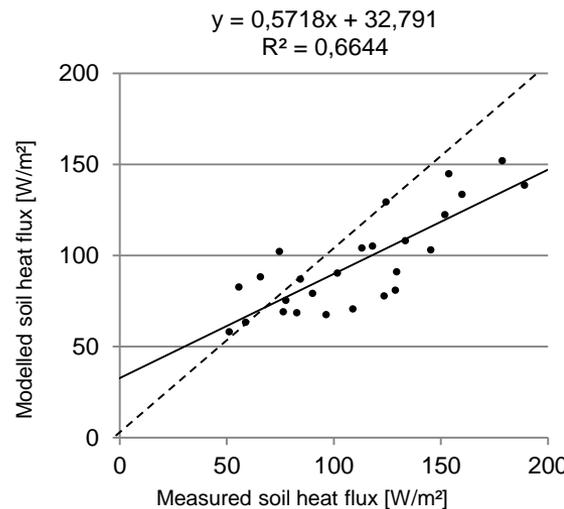
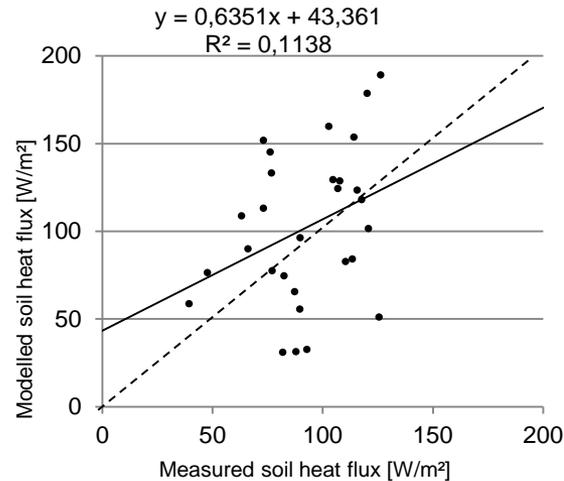
4. Ausblick - Implementierung von Bodenfeuchte

[W/m²]



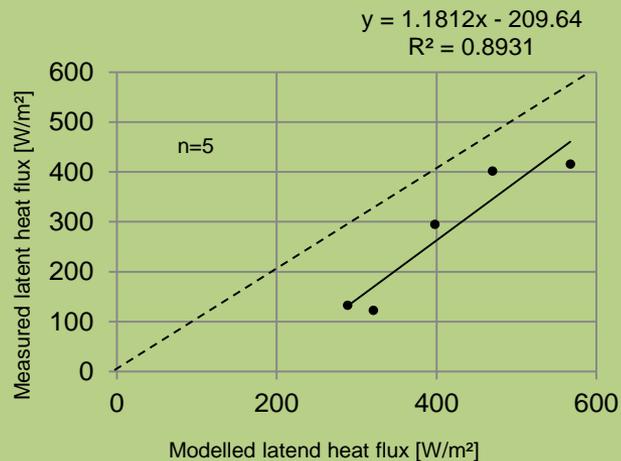
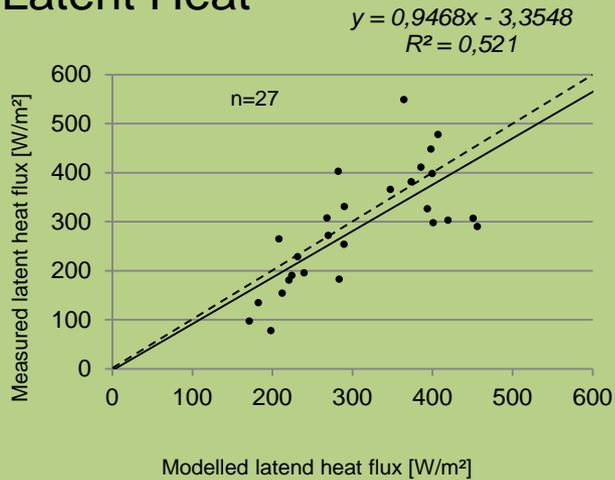
4. Ausblick - Implementierung von Bodenfeuchte

Die Verwendung von ASACT SSM Informationen verbessert die Abschätzung des Bodenwärmestrom. Der Zusammenhang zwischen Messung und Modellergebnissen verbessert sich deutlich von kaum korreliert bis hin zu stärker korreliert.

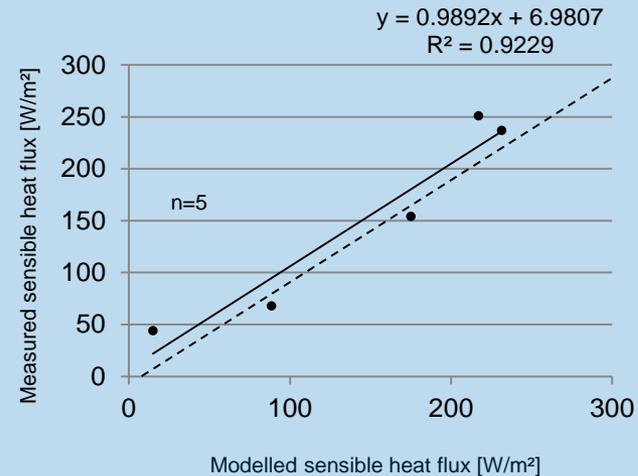
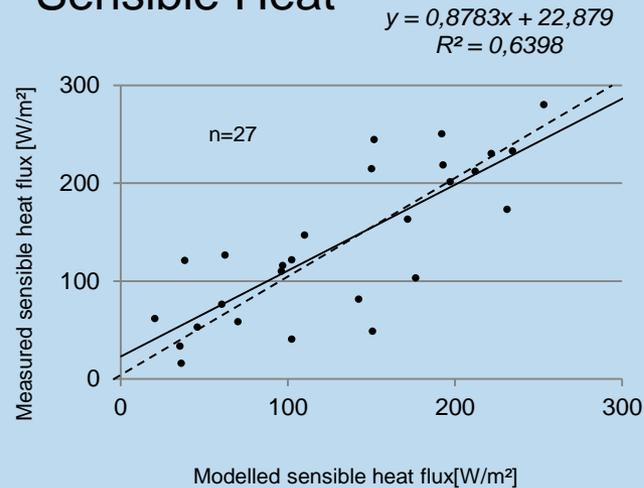


4. Ausblick – Skalenvergleich

Latent Heat



Sensible Heat



MODIS

Landsat



Zusammenfassung

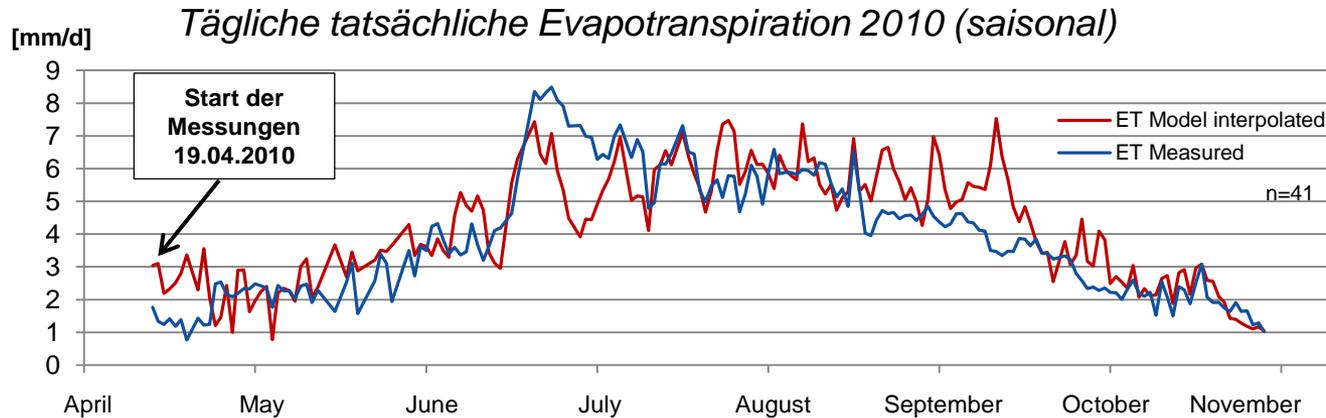
- Das Modelle liefert akzeptable Ergebnissen für die verfügbare Strahlung (R_n), den sensiblen Wärmefluss (H) nach der Footprintanalyse.
- Die Implementierung der Bodenfeuchteinformationen könnte zu Verbesserungen der Modellergebnisse des latenten Wärmestroms führen.
→ Analyse der Bodenreferenzmessungen aus dem Jahr 2011
- Erweiterung der Validierungsmessungen für den Skalenvergleich MODIS/Landsat durch Schließung von Messdatenlücken.



Danke für die Aufmerksamkeit.



3. Ergebnisse und Validierung - Footprintanalyse



Leaf development



Main stem elongation



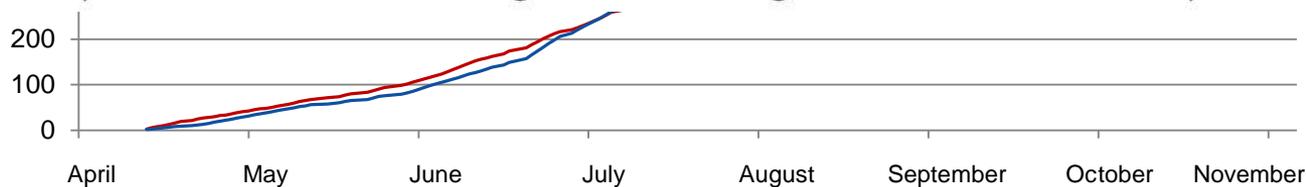
Flowering



Fruit development



Beginning of Ripening



Appendix: Aral sea development

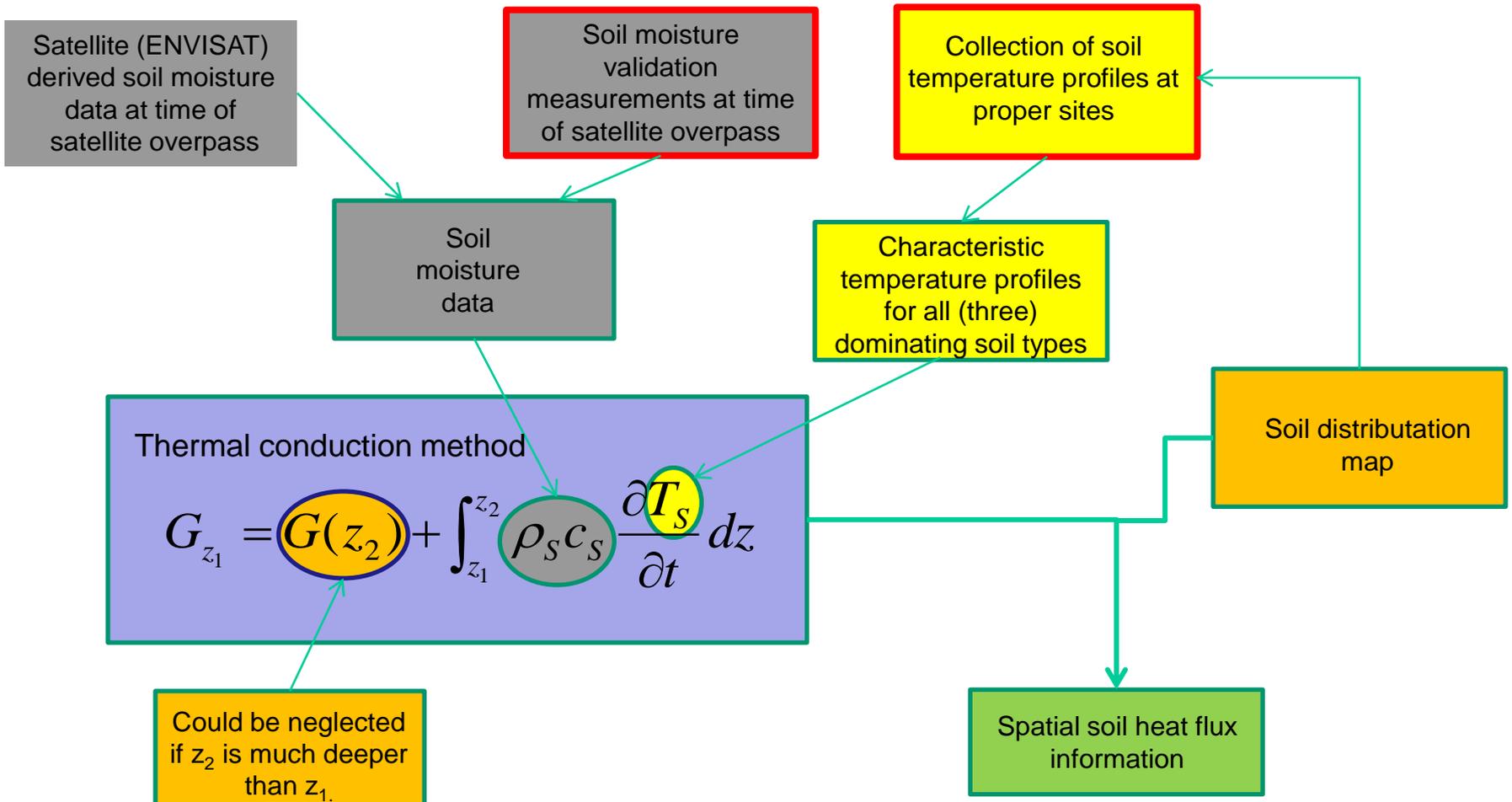
- More water reached the Aral Sea and the deltas of Syr Darya and Amu Darya than in the past 18 years
- The irrigated area in the deltas show higher vegetation intensity than 2009 (NDVI)

	Year	Plan [million m³]	Actual [million m³]	% (Plan – Actual)
Amu Darya	2008	3990	972	25.3
	2009	4200	2733	93.2
	2010	4200	200000	476
	2011	4200	1456	36.4
Syr Darya	2008	4175	3193	76.5
	2009	3939	4989	126.7
	2010	4931	8294	168.2
	2011	4279	4861	113.6

source: www.cawater-info.net



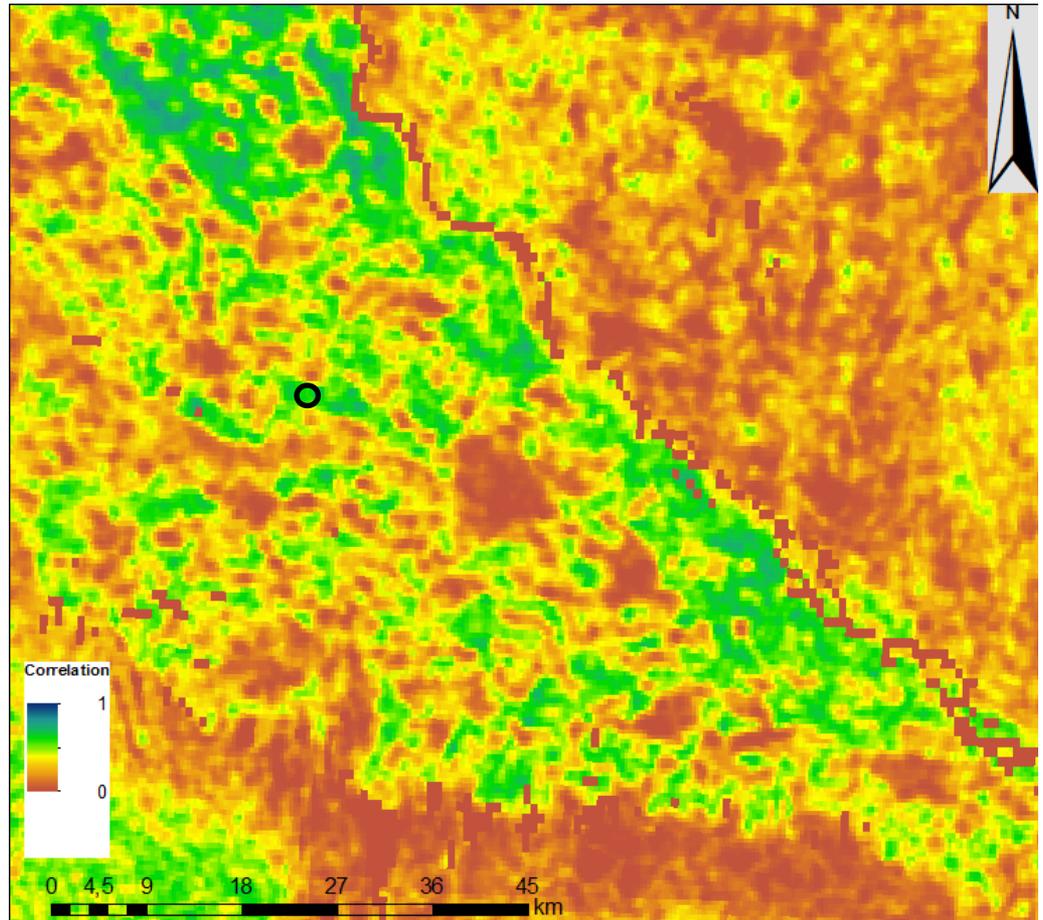
Appendix



Appendix - 1

Correlation layer
(2005-2009)
ASCAT 25mk (region)
ASAR 1km (point)

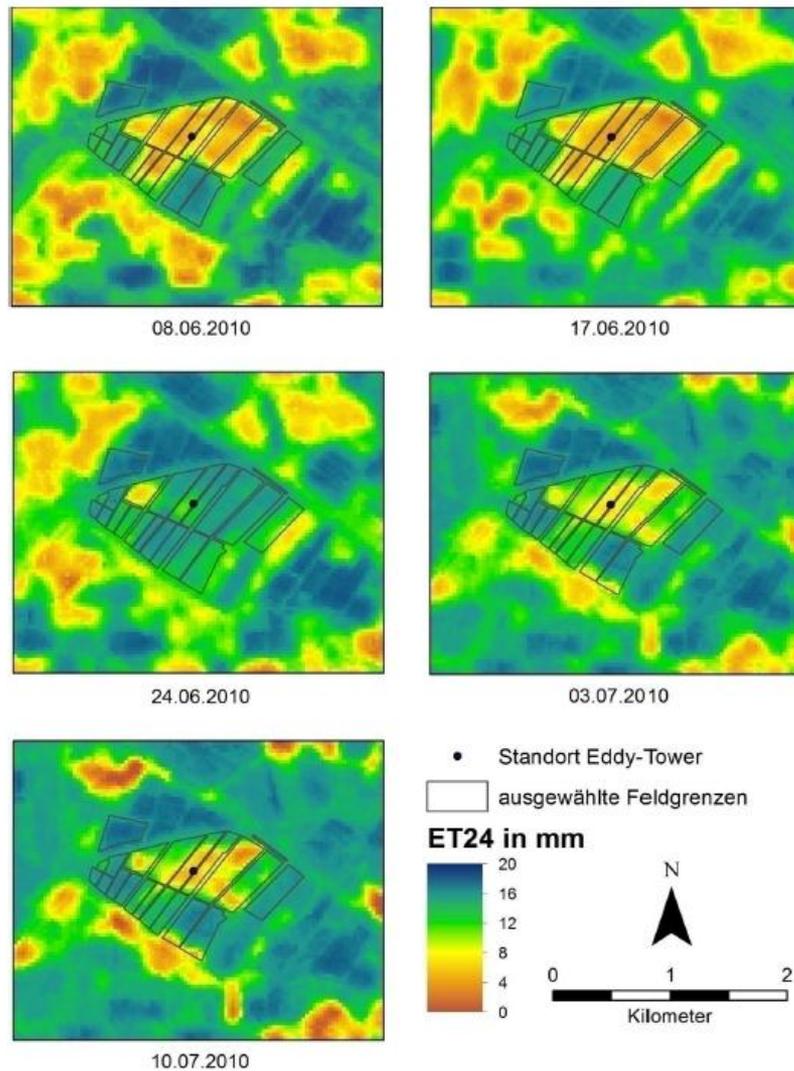
*Good correlation for
eddy covariance
station pixel (0.62)*



source: TU Vienna, DLR



ET24 für die gültigen Tage nach der Footprintanalyse 2010.



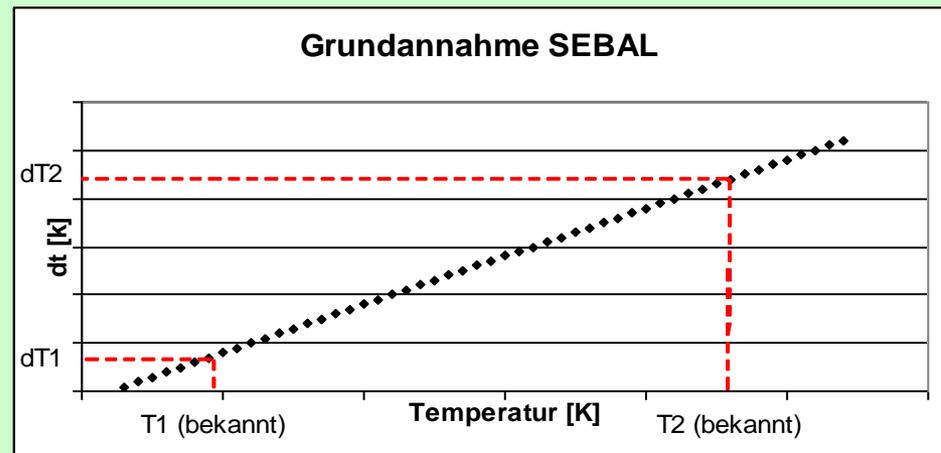
Appendix - 2

$$H = (\rho * c_p * dT) / r_{ah}$$

- H = Fühlbarer Wärmefluss
- ρ = Luftdichte
- c_p = Spezifische Wärmekapazität von Luft
- dT = Vertikaler Temperaturgradient
- r_{ah} = Aerodynamischer Wärmetransportwiderstand

- Berechnung von dT
 - Grundannahme von SEBAL ist ein lineares Verhalten des vertikalen Temperaturgradienten (dT) in Relation zur LST (Oberflächentemperatur)
 - zwei **Ankerpunkte** genügen, um dT für jedes Pixel aus LST zu berechnen

- Feuchte Oberfläche (T_1, dT_1):
- Annahme $H = 0$
 $\Rightarrow dT = 0$
- Trockene Oberfläche (T_2, dT_2):
- Annahme: $\lambda ET = 0$
 $\Rightarrow H = R_n - G$
 $\Rightarrow dT$ (wenn r_{ah} bekannt)



Appendix - 2

Globale Anwendung

Fokus: Bewässerungslandwirtschaft

Validiert in verschiedenen Klimazone

- Based on point information
- Catchment area

