



GEOINFORMATION

in der Umweltplanung | Environmental Planning

Technische Universität Berlin



Nachweis der Signifikanz einzelner Aufnahme- zeitpunkte auf die Klassifikationsgenauigkeit am Beispiel einer RapidEye-Zeitreihe

**Dipl.-Ing. Tobias Schmidt, Dr. Michael Förster &
Prof. Dr. Birgit Kleinschmit**

Herzlich Willkommen. Welcome.

Forschungsrahmen

CARE-X+ 

Methoden für das sensorunabhängige phänologisch-basierte Monitoring von Vegetation in Schutzgebieten

gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



Zielsetzung

Methoden zur Unterstützung des gesteigerten Bedarfs von Monitoringpflichten des Bundes und der Länder (Natura 2000) mittels Fernerkundung



Herausforderung

Vegetationsmonitoring

Unterliegt der inter-annuellen und **intra-annuellen** Variabilität der Vegetation

Schilf-Röhricht (Phragmitetum australis Schmale 1939)



Ansatz

Entwicklung einer Methode zur Zeitpunktwahl von Satellitenaufnahmen für ein adäquates multi-temporales Vegetationsmonitoring



Konzept

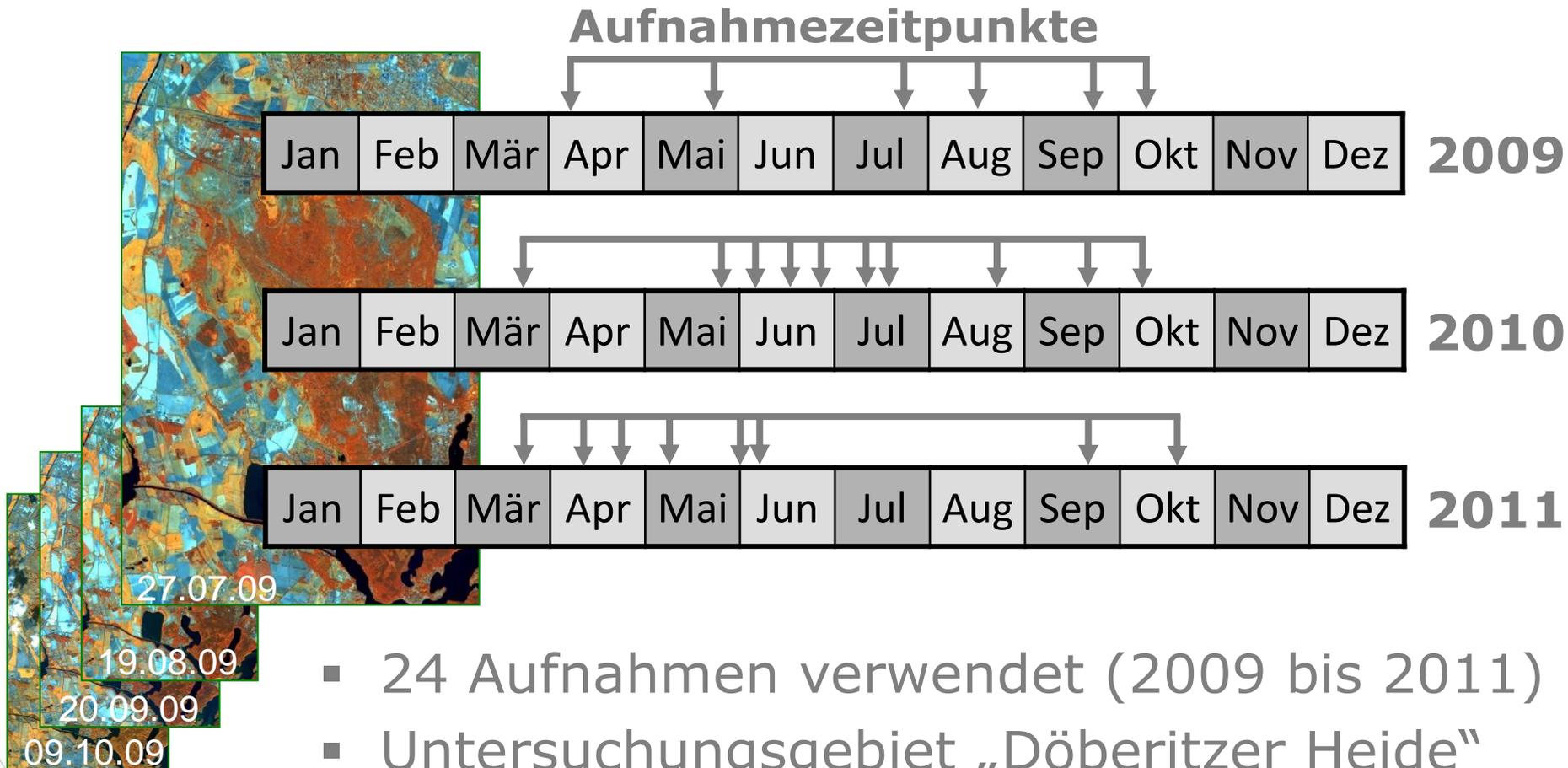
Statistische Analyse von Klassifikationen basierend auf verschiedenen **Szenen- bzw. Zeitpunkt-kombinationen** mit unterschiedlicher **Szenenanzahl**

- Empirische Durchführung **multi-temporalen** Klassifikationen
- **Hypothesentest** zum detektieren signifikanter Unterschiede (positive und negative)



Daten

RapidEye-Zeitreihe



Daten

Ground Truth Daten

- 853 Samples Points (*in-situ*) für naturnahe Offenlandvegetation
- Vegetation entsprechend Fachliteratur bestimmt und in Biotoptypen und pflanzensoziologische Einheiten unterteilt
- Nicht immer fernerkundlich erkennbar!

- 21 Klassen / Pflanzengesellschaften basierend auf Biotoptyp, Dominanzart, Standort und Deckungsgrad unterteilt



Arbeitsschritte

- Zufallsgesteuerte Kombination von Szenen bzw. Zeitpunkten
- Klassifikation (Support Vector Machine)
- Accuracy Assessment (Kappa Koeffizient)
- Hypothesentest (McNemar-Test)
- Auswahl signifikanter Szenen



Zufallsgesteuerte Kombination von Szenen

Szenen-anzahl	Kombinations-möglichkeiten
1 von 24	24
2 ...	276
3	2.024
4	10.626
5	42.504
6	134.596
8	735.471
10	1.961.256
12	2.704.156

Binomialkoeffizient zur Berechnung aller Kombinationen (ohne Zurücklegen, ohne Beachtung der Reihenfolge)

Abhängig von der **Gesamtanzahl der Szenen** und der **Anzahl zu kombinierender Szenen**

Problem!

Sehr hoher Berechnungsaufwand!

Begrenzung auf max. 1000 Kombinationen



Methodik

Klassifikation (SVM)

- Random Sampling (Verhältnis 70/30)
- Klassifikation aller Szenenkombinationen

Accuracy Assessment

- Berechnung des Kappa Koeffizienten für jede Klassifikation
- Berechnung des durchschnittlichen Kappa Koef.
- Ermittlung der Klassifikation, die am dichtesten am mittleren Kappa Koef. liegt

Referenzkombination



Methodik

Signifikanztest (McNemar-Test, Bradley 1968)

- Klassifikation A = beliebige Szenenkombination
- Klassifikation B = Referenzkombination

		Klassifikation A	
		Korrekt	Falsch
Klassifikation B	Korrekt	f_{11}	f_{12}
	Falsch	f_{21}	f_{22}

$$z = \frac{f_{12} - f_{21}}{\sqrt{f_{12} + f_{21}}}$$

- Signifikanzniveau 0,05
- Kritischer Wert 3,84 (bei 1 Freiheitsgrad)
- $H_0: f_{12} = f_{21}$ wenn $z \leq 3,84$
- $H_A: f_{12} \neq f_{21}$ wenn $z \geq 3,84$

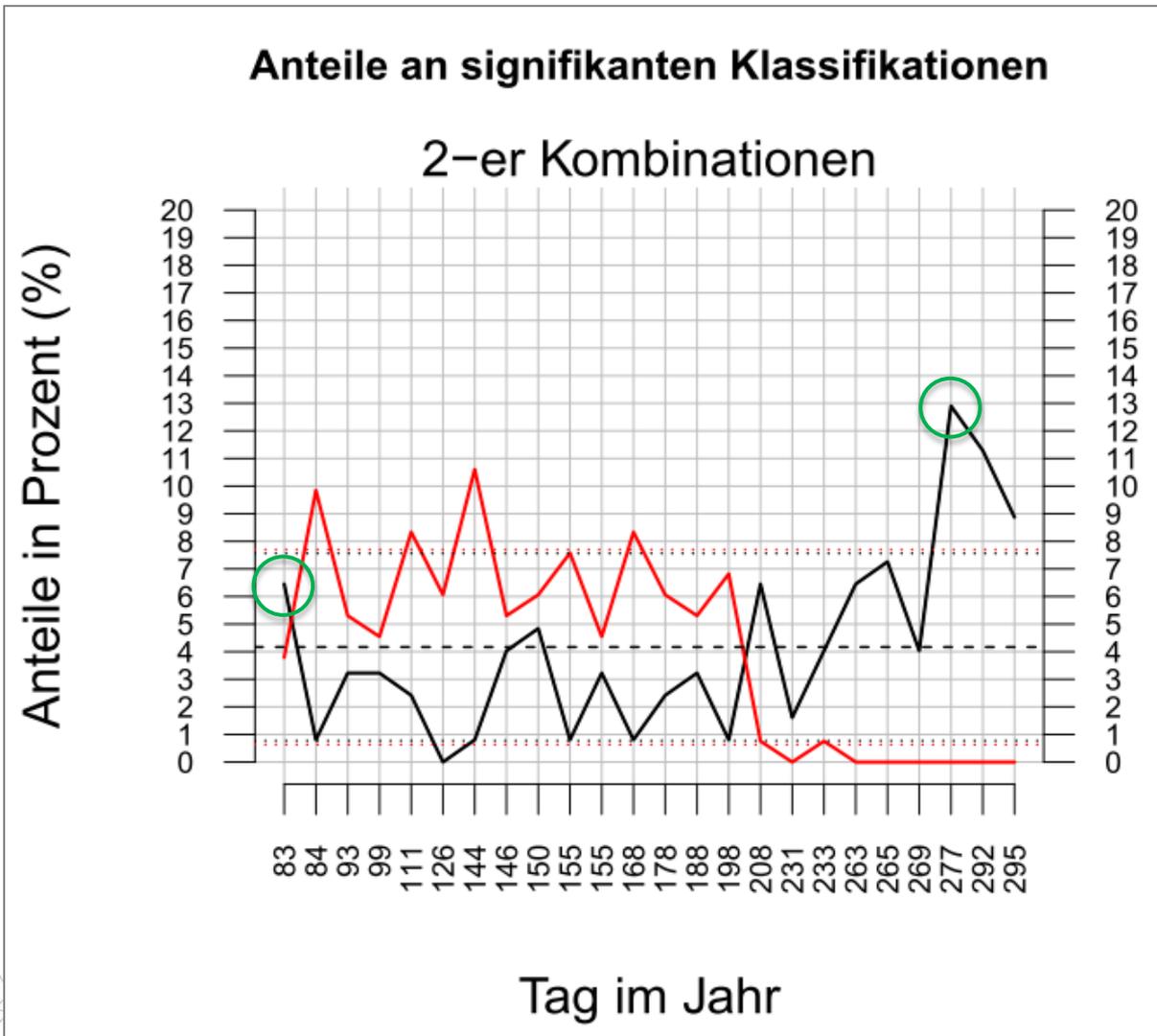


Auswahl Szenen/Zeitpunkte

- Szenenkombinationen, die signifikant von der Referenzkombination abweichen (positiv und negativ)
- Bestimmung der Häufigkeit beteiligter Szenen
- Normalisieren der Anteile damit Chancengleichheit bei jedem Kombinationsumfang gleich ist



Ergebnisse



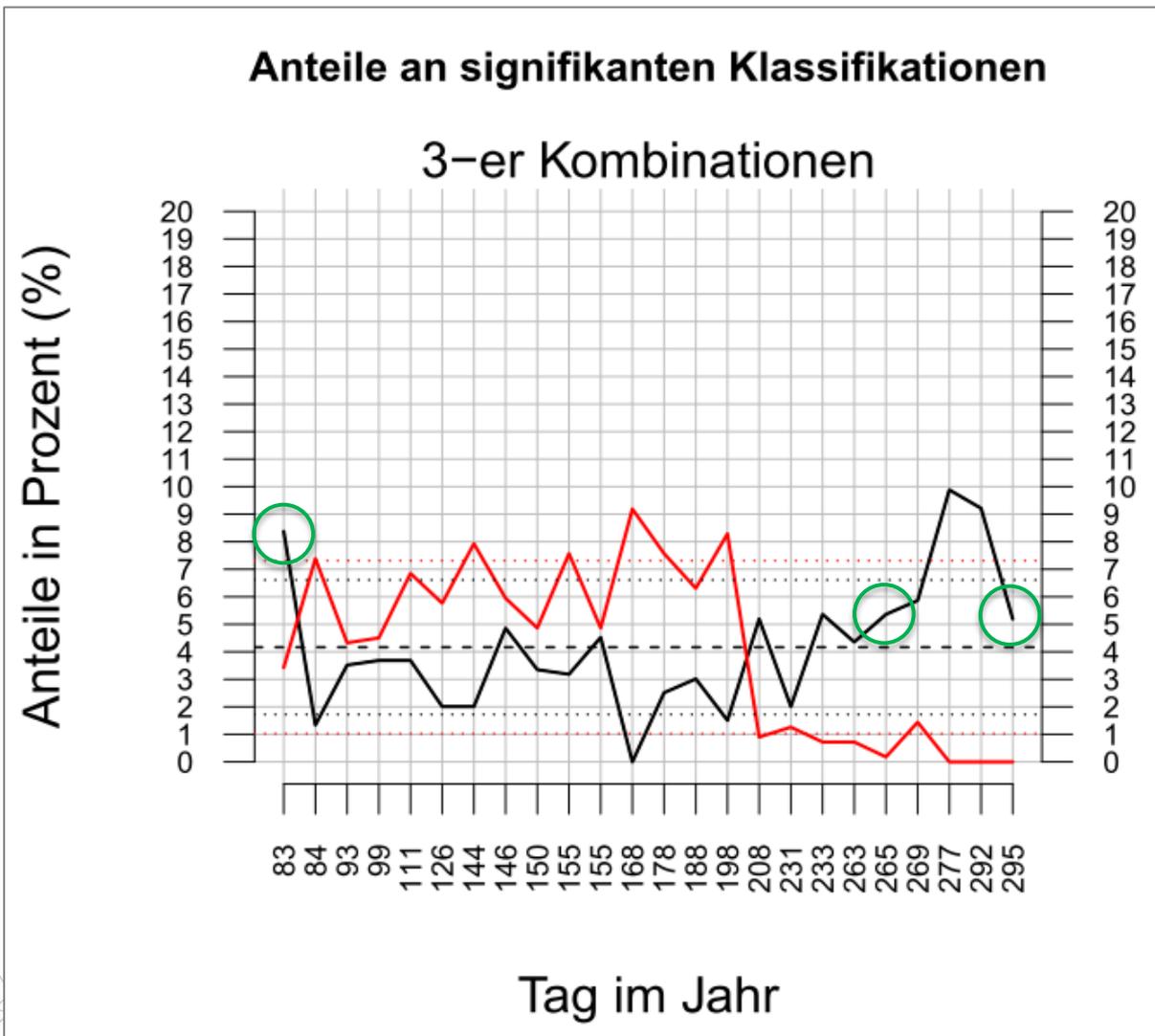
- **Späte** Aufnahmen fast nur **positiver** Einfluss auf die Klassifikation

- **Frühe** und **mittlere** Aufnahmen zeigen große Schwankungen

mit klarer Tendenz zum **negativen** Einfluss

- max. **Kappa** $\approx 0,56\%$
Tage 83 & 277

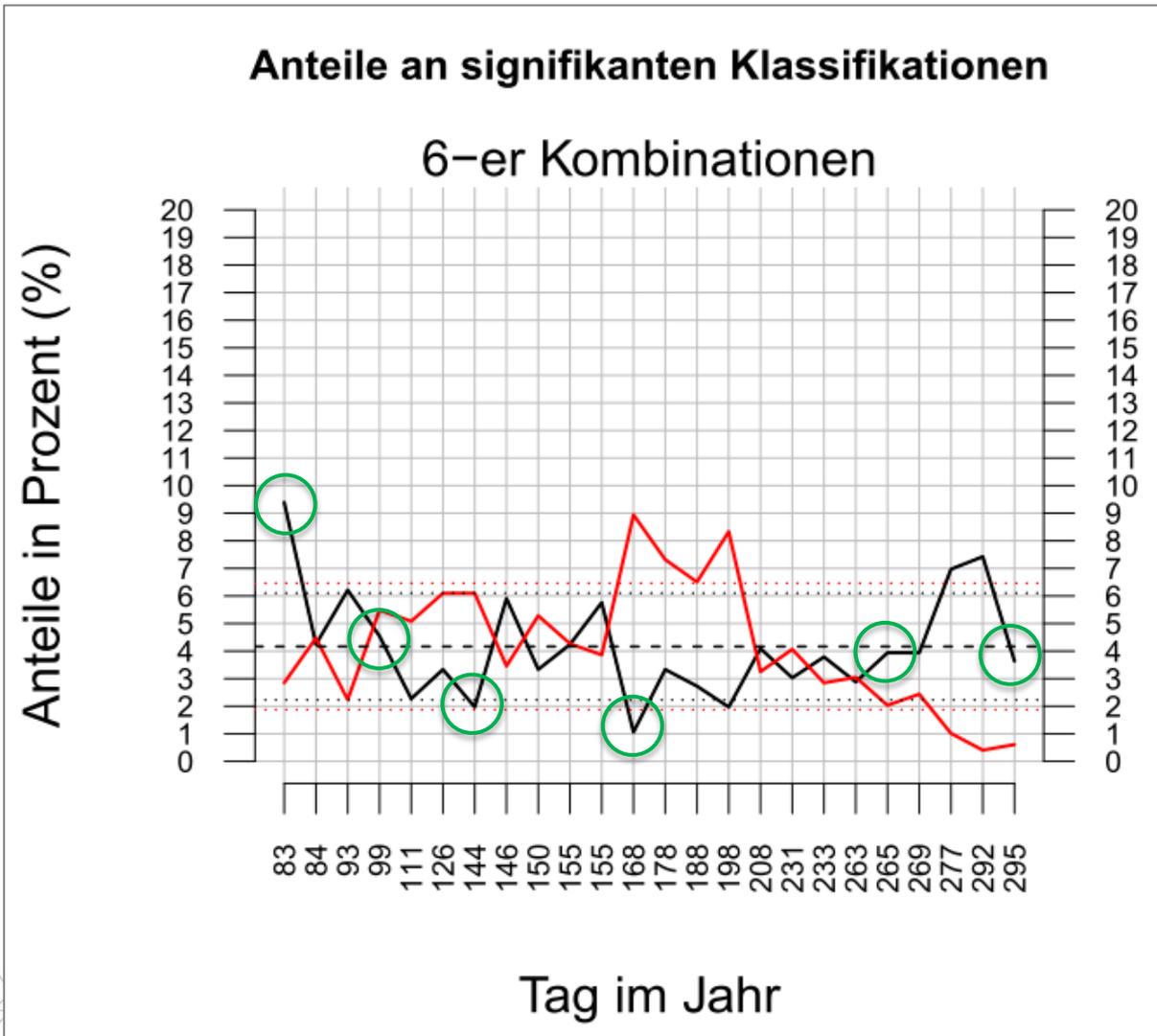
Ergebnisse



- **Späte** Aufnahmen fast nur **positiver** Einfluss auf die Klassifikation
- **Frühe** und **mittlere** Aufnahmen zeigen große Schwankungen

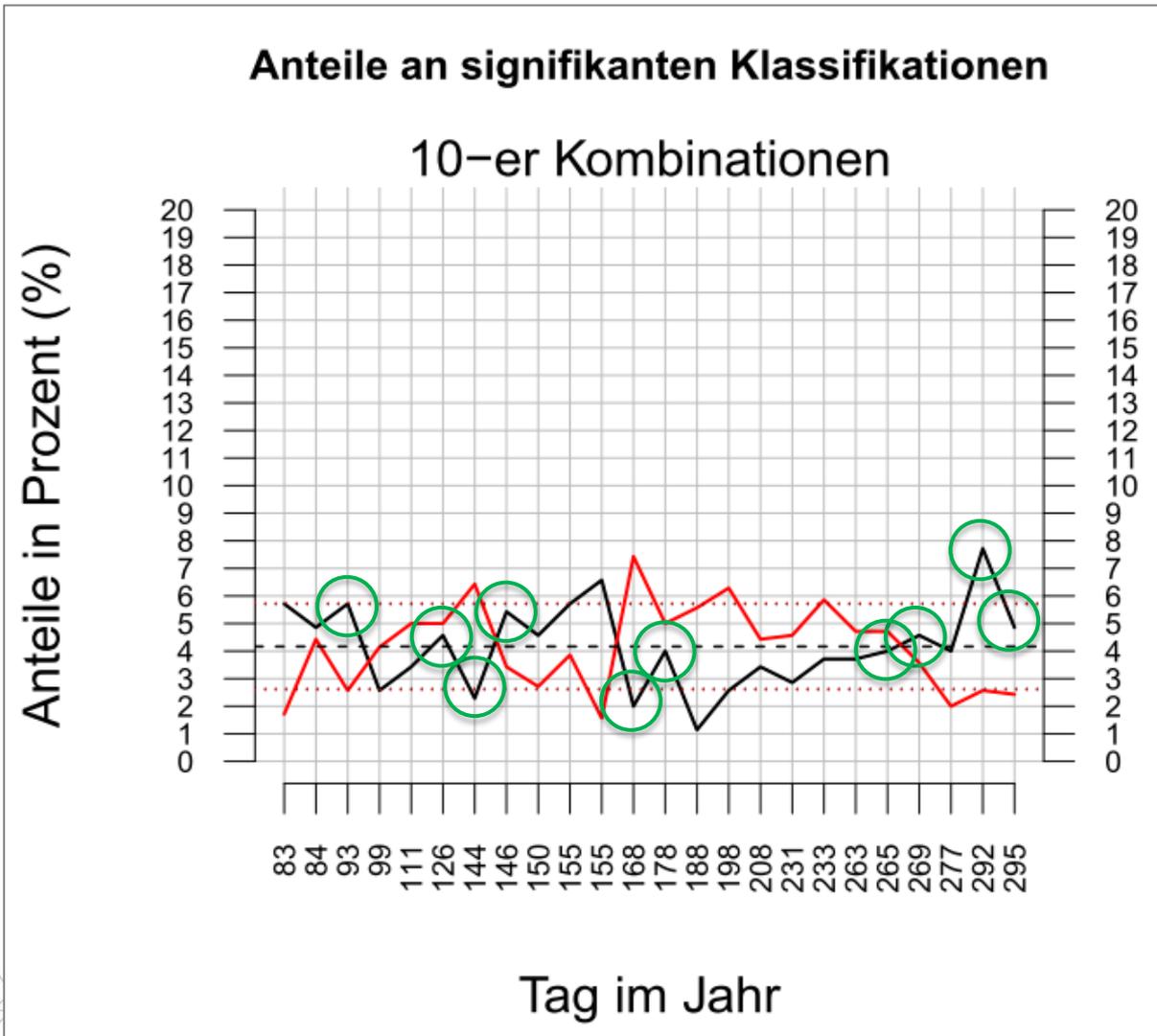
mit klarer Tendenz zum **negativen** Einfluss
- max. **Kappa** $\approx 0,66\%$
Tage 83, 265 & 295

Ergebnisse



- **Späte** Aufnahmen größtenteils **positiver** Einfluss auf die Klassifikation
- **Frühe** Aufnahmen mit Trend zum positiven Einfluss
- **mittlere** Aufnahmen zeigen große Schwankungen
- max. **Kappa** $\approx 0,73\%$
Tage 83, 99, 144, 168, 265, 295

Ergebnisse



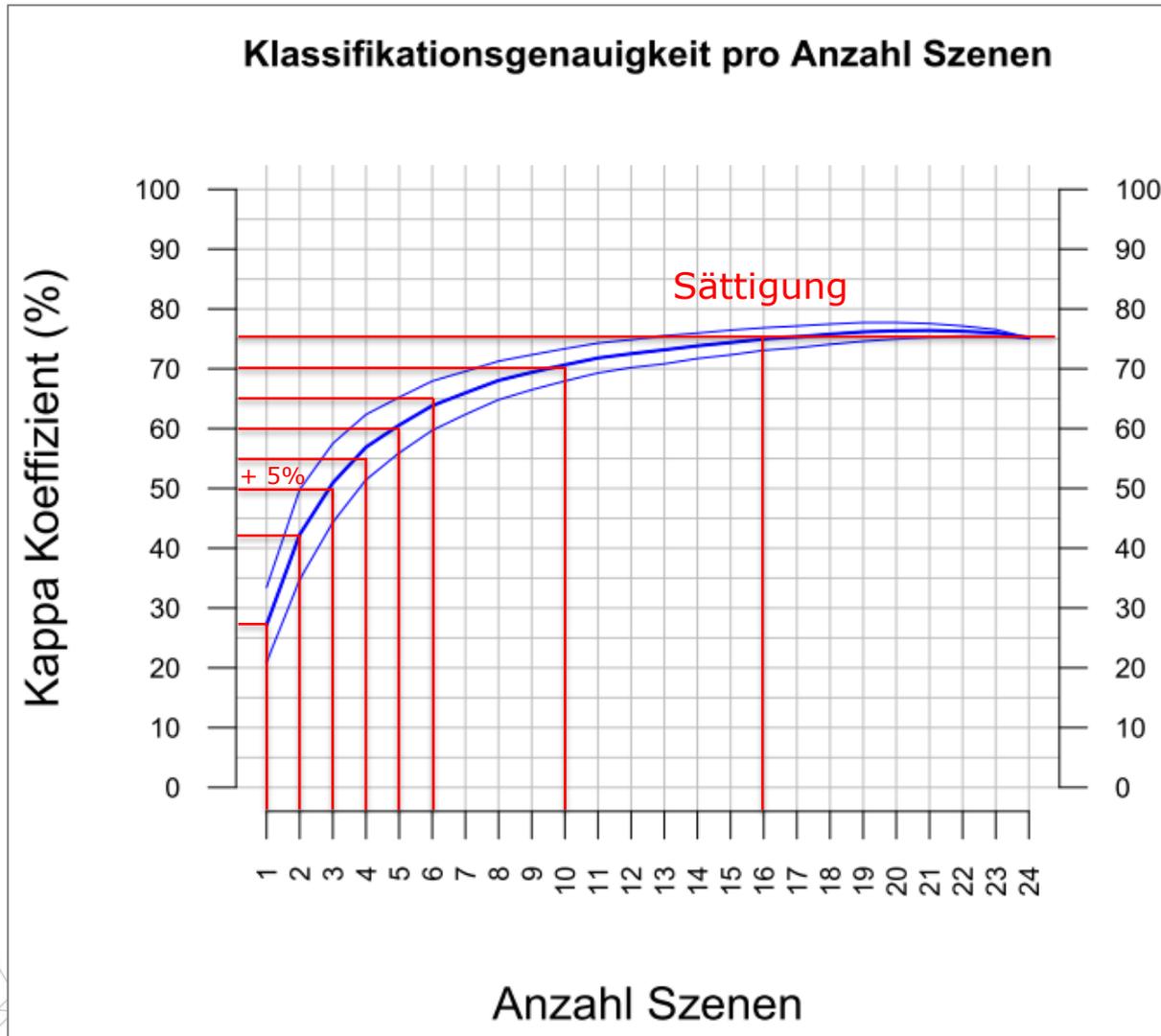
- **Positive** und **negative** Einflüsse liegen näher beieinander

- Dennoch deutliche Tendenzen erkennbar

Sehr frühe & sehr späte sowie **mittlere** Aufnahmen **positiv**

- max. **Kappa** $\approx 0,78\%$
Tage 93, 126, 144, 146, 168, 178, 265, 269, 292, 295

Ergebnisse



- Sättigung der Kurve bei ca. 16 Szenen

ABER

- Bereits ab 10 Szenen nur noch geringer Anstieg
- Ab 6 Szenen werden mehr als eine weitere Szene für deutlichen Anstieg benötigt

Fazit

- Erkennung **einflussreicher Zeiträume** möglich
- **Zeitpunktwahl über die komplette Vegetationsperiode sinnvoll!**
- Umgang mit **intra-annuellen** Variabilität gewährleistet
- Unterstützung der Datenakquirierung für künftiges Vegetationsmonitoring
Kostensparnis



Fazit

Probleme & Beschränkungen

- Die Sicherheit sinkt mit Reduzierung der Anzahl kombinierter Szenen
- Steigerung der Sicherheit = Steigerung der Berechnungszeit
- Einordnung der Aufnahmezeitpunkte aus unterschiedlichen Jahren nach „Tag im Jahr“ berücksichtigt **nicht** die **inter-annuelle** Variabilität





GEOINFORMATION

in der Umweltplanung | Environmental Planning

Technische Universität Berlin



Nachweis der Signifikanz einzelner Aufnahme- zeitpunkte auf die Klassifikationsgenauigkeit am Beispiel einer RapidEye-Zeitreihe

**Dipl.-Ing. Tobias Schmidt, Dr. Michael Förster &
Prof. Dr. Birgit Kleinschmit**

Herzlichen Dank. Thank you.

Ground Truth Daten

Klasse	Name
GAFJ_ELE_ELE	Biotoptyp: Grünlandbrache feuchter Standorte, von Binsen dominiert Pflanzengesellschaft: Eleocharitetum uniglumis (Almqu. 1929)
XXX_PHR_PHR (GAFP_PHR_PHR, MEPP_PHR_PHR)	Pflanzengesellschaft: Phragmitetum australis (Gams 1927, Schmale 1939)
GFP_MOL_XXX	Biotoptyp: Pfeifengraswiesen Pflanzengesellschaft: Molinion caeruleae (W. Koch 1926)
GFRR_CAL_XXX	Biotoptyp: Feuchtwiesen nährstoffreicher Standorte, artenreiche Ausprägung Pflanzengesellschaft: Calthion palustris (Tx. 1937)
GFS_CAR_XXX (GFS_CAR_XAC, GFS_CAR_XDI, GFS_CAR_XGR)	Biotoptyp: Großseggenwiesen Pflanzengesellschaft: Caricion elatae (W. Koch 1926)
GMFR_ARR_ARR (GMFR_ARR_ARR, GMWR_ARR_ARR)	Biotoptyp: Frischwiesen, artenreiche Ausprägung Pflanzengesellschaft: Arrhenatheretum elatioris (Braun 1915)
XXX_ARC_SOL (GMRA_ARC_SOL, GSMR_ARC_SOL)	Pflanzengesellschaft: Solidago canadensis-Gesellschaft
GMR_ARR_XXX-Tanacetum vulgare (GMRA_ARR_TAR, GMRR_ARR_ARR, GMRR_ARR_TAR)	Biotoptyp: ruderales Wiesen Pflanzengesellschaft: Arrhenatherion elatioris (Br.-Bl. 1925, W. Koch 1926) Dominanzart: Tanacetum vulgare
GSF_FIL_XXX	Biotoptyp: Hochstaudenfluren feuchter bis nasser Standorte Pflanzengesellschaft: Filipendulion ulmariae (Br.-Bl. 1947)
XXX_CON_RUB-fr (GSMA_CON_RUB, GSMR_CON_RUB, RSC_CON_RUB)	Pflanzengesellschaft: Rubo-Calamagrostietum epigeji Coste (1974) 1975 auf frischen Standorten

Ground Truth Daten

Klasse	Name
XXX_CON_RUB-f (GSMA_CON_RUB, GSMA_CON_RUB, RSC_CON_RUB)	Pflanzengesellschaft: Rubo-Calamagrostietum epigeji Coste (1974) 1975 auf wechselfeuchten Standorten
XXX_CON_RUB-tr (GSTA_CON_RUB, GSTR_CON_RUB, RSC_CON_RUB)	Pflanzengesellschaft: Rubo-Calamagrostietum epigeji Coste (1974) 1975 auf trockenen Standorten
GSMA_XXX_XXX (GSMA_DAU_TAT, GSMA_SEN_CUS)	Biotoptyp: verarmte oder ruderalisierte Staudenfluren frischer, nährstoffreicher Standorte
GTSN_VIO_PNA	Biotoptyp: Borstgrasrasen trockener Ausprägung Pflanzengesellschaft: Polygalo-Nardetum strictae Oberd. 1957
GTS_XXX_XXX-10	Biotoptyp: Sandtrockenrasen Bis 10% Deckung
GTS_XXX_XXX-30	Biotoptyp: Sandtrockenrasen Bis 30% Deckung
GTS_XXX_XXX-70	Biotoptyp: Sandtrockenrasen Bis 70% Deckung
GTS_XXX_XXX-100	Biotoptyp: Sandtrockenrasen Bis 100% Deckung
HG_USA_CSA	Biotoptyp: Besenginsterheiden Pflanzengesellschaft: Calluno-Sarothamnetum (Malc. 1929)
HZSO_GEN_ECA	Biotoptyp: trockene Sandheiden, weitgehend ohne Gehölzbewuchs (weniger 10%) Pflanzengesellschaft: Euphorbio-Callunetum Schub. 1960 em. Schub.1 1995
MEPA_CAR_PHA	Biotoptyp: Rohrglanzgras-Röhricht eutropher bis polytropher Moore und Sümpfe Pflanzengesellschaft: Phalaridetum arundinaceae Lib. 1931

