

Zur Güte der automatisierten Erkennung von Ackerkulturen in Abhängigkeit vom Bodenmuster

Sibylle Itzerott, GeoForschungsZentrum Potsdam
Klaus Kaden, Universität Potsdam

- Problemstellung und Stand der Forschung
- Lösungsansatz
- Datenbasis
- Methodisches Vorgehen
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen und Ausblick

Problemstellung I

- Geoökologische Prozessforschung versucht für große Landschaftsausschnitte, die in der Natur ablaufenden und vom Menschen beeinflussten Prozesse mit Hilfe von **Modellen** nachzuvollziehen
- **exakte Erfassung der Ausstattung des Untersuchungsraumes ist wesentliche Voraussetzung** für eine wirklichkeitsnahe Abbildung
- Modelle derzeit weder in der Lage, alle ablaufenden Prozesse in die Betrachtung einzubeziehen, noch präzise Eingangsdaten bei der Beschreibung des Ausgangszustandes zu verarbeiten
- häufig liegen Eingangsdaten nicht in der notwendigen Präzision vor

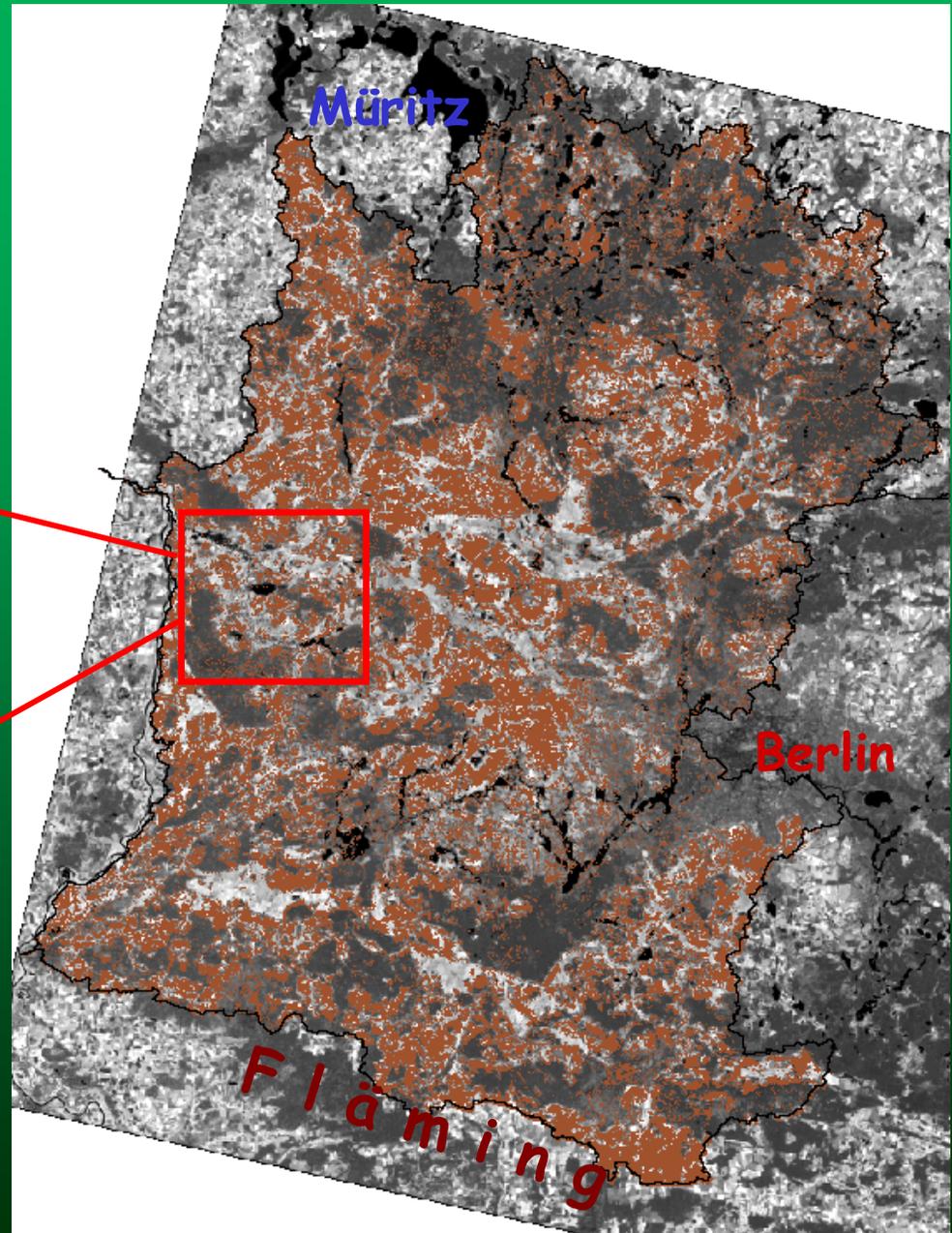
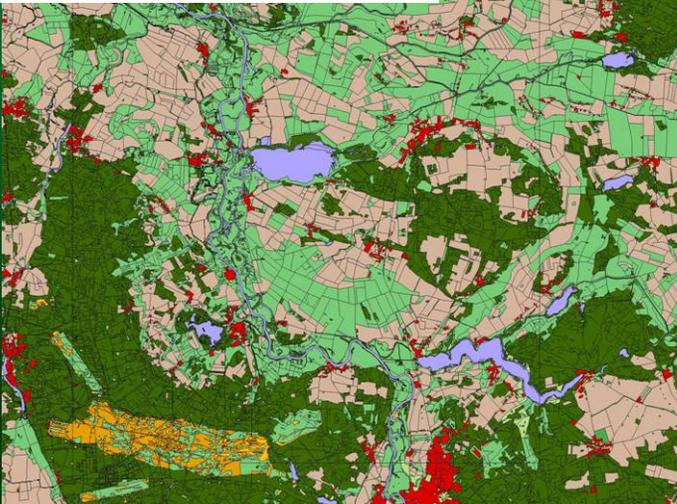
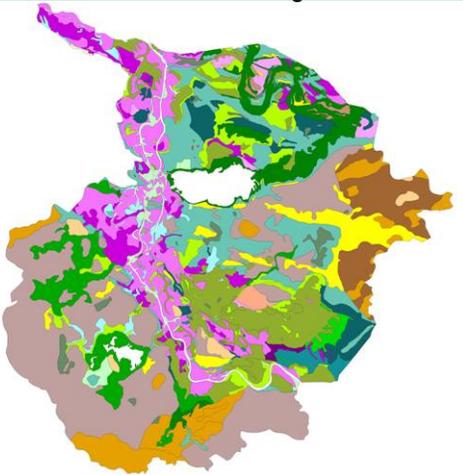
Problemstellung II

- im Projekt „Havelmanagement“ sollten als Resultat von Modellierungen für das Havel-Einzugsgebiet Änderungen in der Flächennutzung (Wasserwirtschaft, Siedlungswasserwirtschaft, Landnutzung) vorgeschlagen werden, die zu einer Verbesserung der Nährstoffbelastung der Havel und ihrer Nebengewässer im Sinne der WRRL führen
- In Modellen wird Ausstattung eines Untersuchungsgebietes über den Boden, den Grundwassereinfluss und die Flächennutzung beschrieben
- **Flächennutzung** besitzt weitgehend statische Elemente (Nutzungstypen Wald, Gewässer, Siedlung) und **hochdynamische Elemente (jährlicher Wechsel der Fruchtart auf jedem Acker)**
- Bedarf nach detaillierter (lage- und zeitkonkreter) Eingabe der Verteilung der Ackerfrüchte im Modellzeitraum, da Landwirtschaft als eine der bedeutenden Quellen für diffusen Nährstoffeintrag ins Ökosystem angesehen wird

Derzeit in der Modellierung verwendete Datengrundlagen

Einzugsgebiet der Havel (ohne Spree):
14.000 km², davon 38% Ackerland

Modellierung wird durchgeführt auf Basis von Hydrotopen, das sind Flächen gleicher Ausstattung mit Boden, Wasser und Nutzung



Stand der Forschung

- bei Erfassung von Kulturen der Landwirtschaft aus Fernerkundungsdaten hat sich **multitemporale Klassifizierung** als sinnvoll erwiesen, weil sich anhand einer Einzelaufnahme die verschiedenen Kulturen nicht sicher trennen lassen
- Klassifizierung erfolgt mit **überwachten Methoden unter Verwendung von Trainingsflächen** im Datensatz, von denen die dort angebaute Frucht bekannt ist
- in die Klassifizierung werden **zusätzliche Informationen einbezogen (Fuzzy)**, die Auskunft über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Frucht geben (Anbaueignung in Abhängigkeit von Hangneigung, Niederschlag, Höhenlage, Boden)



Die Ergebnisse dieser Klassifikationen sind **meist nicht auf andere Landschaftsausschnitte und Anbaujahre übertragbar**, weil die Ausprägung der Spektralsignatur einer Kultur durch veränderte Boden- und Witterungsbedingungen variiert.

Lösungsansatz

- auf Basis von Satellitendaten und Anbauinformationen aus 15 aufeinander folgenden Jahren sollten von Witterung und Boden unabhängige **Jahreskurven der spektralen Charakteristik** wichtiger Ackerkulturen gewonnen werden, die den Wachstumsverlauf der Pflanzen beschreiben
- diese Kurven sollen **anstelle von Trainingsgebieten** zur multitemporalen Klassifizierung von Daten eines Anbaujahres herangezogen werden

Datenbasis

Kulturenauswahl nach Anteil an Anbaufläche in Brandenburg

Anzahl der Äcker mit bekannter Anbauinformation aus 6 Betrieben

Liste der Landsat-TM Vollszenen, die zur Erzeugung der Normkurven zur Verfügung stehen und aus denen die raum-zeitliche Verteilung der Kulturen für die Jahre 1994 - 2000 ermittelt werden sollte

Weizen	13,42	345	29.04.1987	01.02.1996
Roggen/Triticale	30,25	890	04.09.1987	21.04.1996
Winterraps	10,73	270	15.04.1988	08.06.1996
Wintergerste	6,54	320	09.05.1988	11.08.1996
Brache	12,69	760	12.01.1989	14.10.1996
Ackerfutter	4,30	120	07.07.1989	24.04.1997
			15.09.1991	02.06.1997
			28.05.1992	15.09.1997
			21.07.1994	26.03.1998
Sommergetreide	2,56	125	22.08.1994	21.06.1998
Mais	10,00	365	25.10.1994	30.04.1999
Kartoffeln	1,11	165	05.05.1995	11.07.1999
Zuckerrüben	1,17	60	08.07.1995	13.09.1999
Ölfrüchte und Leguminosen	2,44	325	09.08.1995	12.02.2000
Gemüse	0,65	40		02.05.2000
				19.06.2000
				14.08.2000
				11.08.2002
				20.08.2002
				27.08.2002
				12.09.2002
%	Summe der Anteile	95,86		
2002	Anteil Sommerkulturen	17,93		
	Anteil Winterkulturen	77,93		

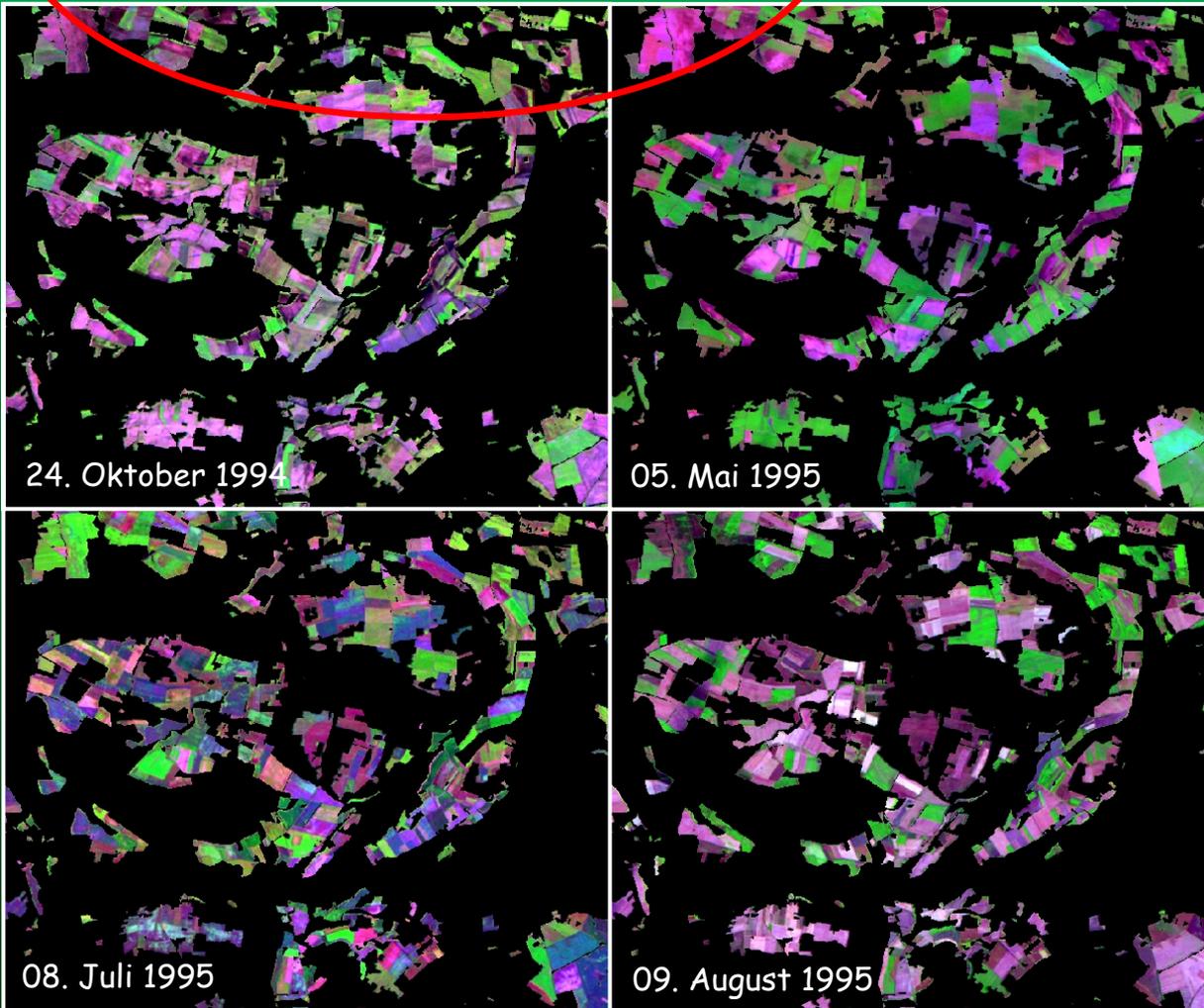
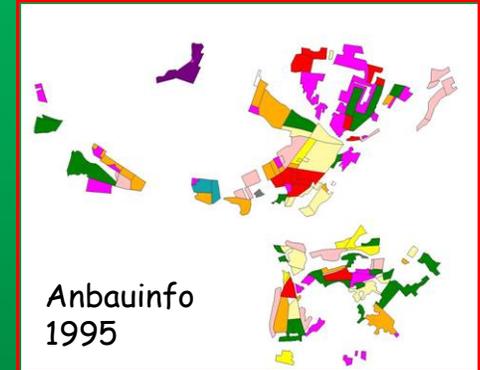
Vorverarbeitung der Daten zur Erzeugung der Normkurven

Satellitendaten:

- Atmosphärenkorrektur ATCOR-ERDAS
- Georeferenzierung
- Erzeugen einer Ackermaske aus Biotopdaten
- Berechnung des NDVI

Anbauinformation:

- Erzeugen von GIS-Coverages



Verschneiden beider Datenkollektionen:

Auslesen der Spektralinformation
für alle bekannten Flächen in den
verschiedenen Aufnahmen

→ Dateien über die Zustände der
Kultur bei variablen Böden und
Witterungen

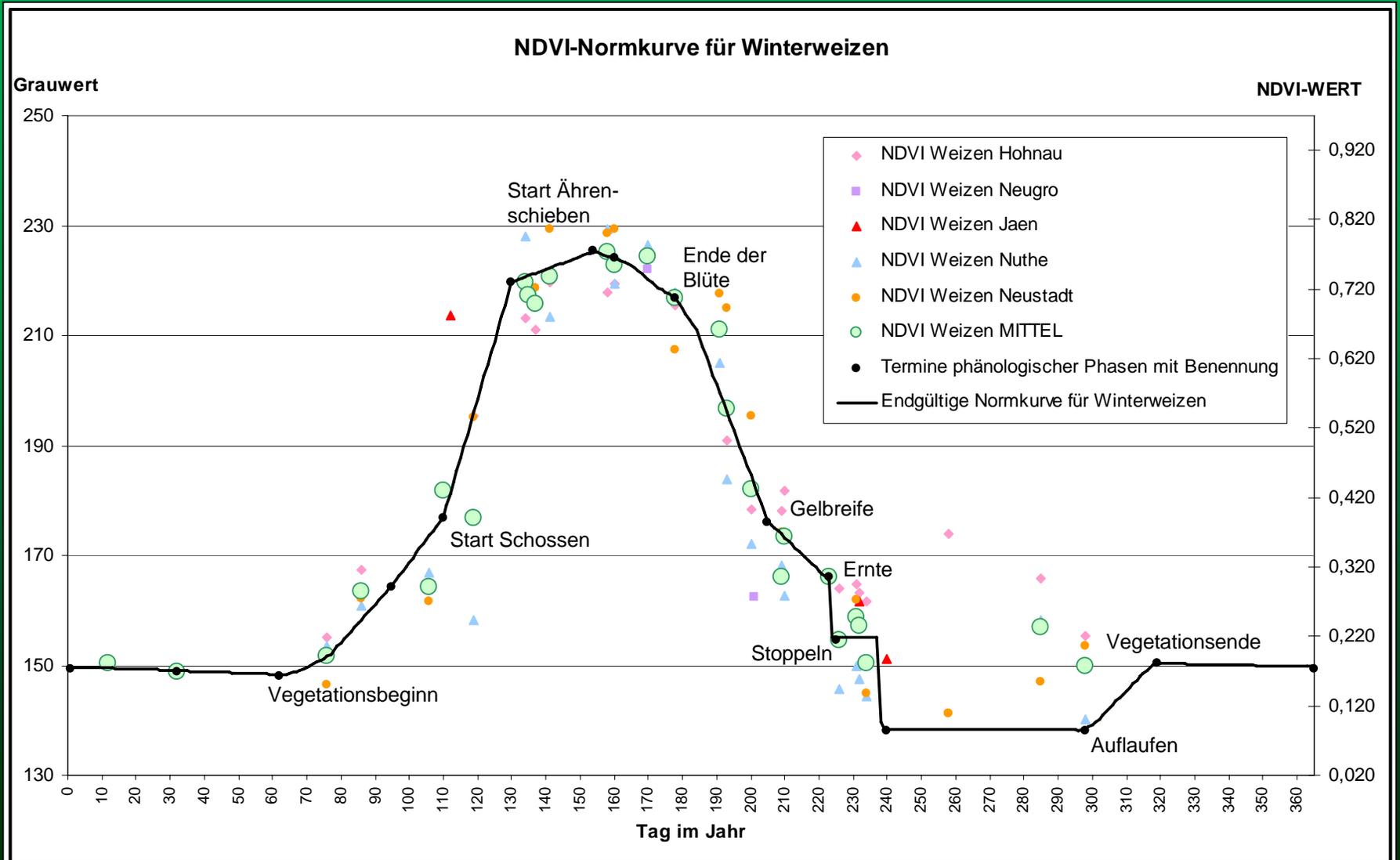
Korrektur der zeitlichen Auflösung der Aufnahmetermine

Aufnahmedatum der verwendeten Satellitenzenen	phänologischer Tag im Jahr laut Datum	verwendeter phänologischer Tag laut Entwicklungszustand der Kultur auf Basis agrarmeteorologischer Daten													
		Brache	Winterroggen	Winterweizen	Wintergerste	Winterrap	Feldgras ab 2. Jahr	Sommergetreide	Zuckerrüben	Silomais	Ölfrüchte und Leguminosen	Kartoffeln	Gemüse	Feldgras im 1. Jahr	
4/29/1987	119	122	122	122	116	113	122	109	112	122	109	112	112	109	
9/4/1987	247	247	247	247	247	247	247	233	247	247	233	247	247	233	
4/15/1988	105	118	119	118	108	108	118	104	108	105	104	108	108	104	
5/9/1988	129	129	125	129	124	122	129	122	125	127	122	135	135	132	
1/12/1989	12											12	12	12	
7/7/1989	188											178	178	197	
9/15/1991	258											266	266	258	
5/28/1992	148											149	149	147	
7/21/1994	202											209	209	206	
8/22/1994	234											239	239	234	
10/25/1994	298											302	302	298	
5/5/1995	125											128	128	125	
7/8/1995	189											191	191	183	
8/9/1995	221											224	224	225	
2/1/1996	32											32	32	32	
4/21/1996	111											110	110	102	
6/8/1996	159											166	166	154	
8/11/1996	223											231	231	214	
10/14/1996	287											295	295	287	
4/24/1997	114											115	115	118	
6/2/1997	153											160	160	153	
9/15/1997	258											260	260	258	
3/26/1998	85											85	85	85	
6/21/1998	172											181	181	179	
4/30/1999	120											122	122	126	
7/11/1999	192											197	197	196	
9/13/1999	256											267	267	256	
2/12/2000	43											43	43	43	
5/2/2000	122											129	129	127	
6/19/2000	170											178	178	178	
8/14/2000	226											230	230	229	
8/11/2002	223											234	234	222	
8/20/2002	232	233	232	233	232	232	233	231	243	239	231	243	243	231	
8/27/2002	239	239	239	239	239	239	239	239	250	248	239	250	250	239	
9/12/2002	255	255	255	255	255	259	255	255	267	259	255	267	267	255	

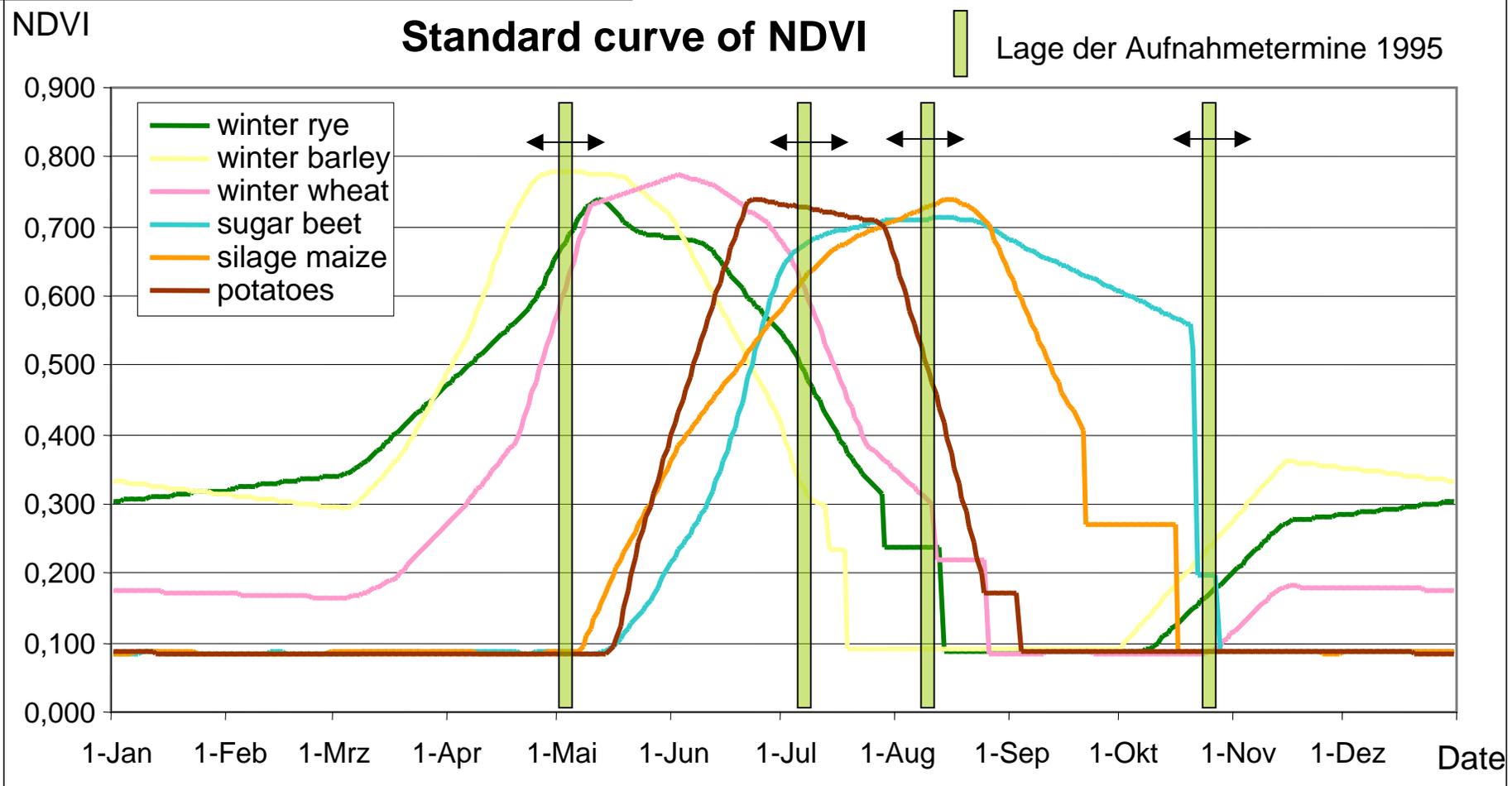
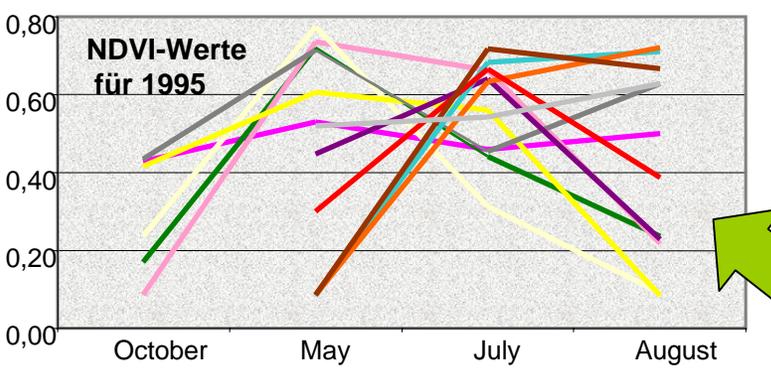
Satellitenbildaufnahme vom 05. Mai 1995
 Tag im Jahr **125**
 Brache **132**
 Winterroggen **128**
 Winterweizen **132**
 Wintergerste **135**
 Winterraps **135**
 Feldgras ab 2. Jahr **132**
 Sommergetreide **125**
 Zuckerrüben **128**
 Silomais **128**
 Ölfrüchte u.ä. **125**
 Kartoffeln **128**
 Gemüse **128**
 Feldgras im 1. Jahr **125**

Erzeugung der Normkurve

- Mittelwert aus allen Flächen einer Kultur je Aufnahmetag (Ausgleich des Bodeneinflusses)
- Korrektur Aufnahmedatum in phänologisches Datum (Ausgleich des Witterungseinflusses)
- Erzeugen einer kontinuierlichen Kurve



Entwicklung des Klassifikators für das jeweilige Anbaujahr aus den Normkurven der Früchte am Beispiel der Termine für 1995

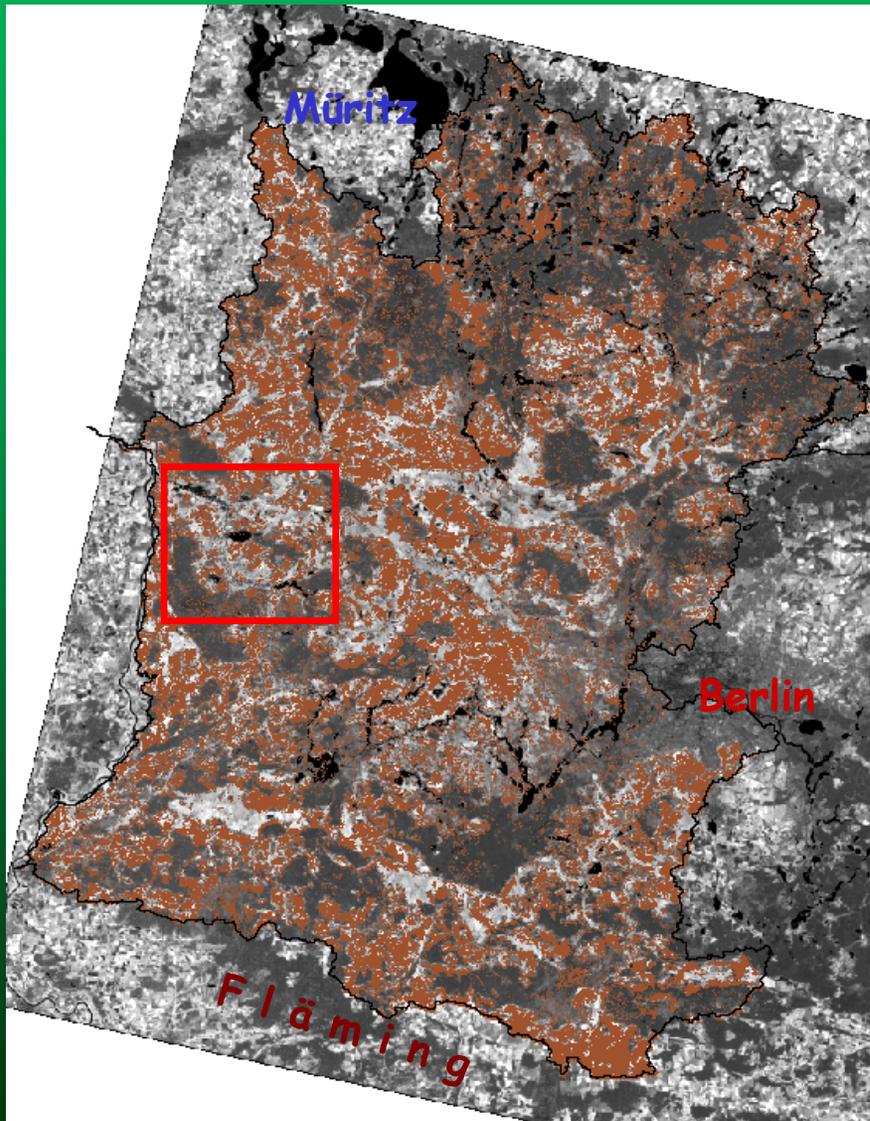


Vorgehen bei der Klassifizierung (Arbeitsschritte)

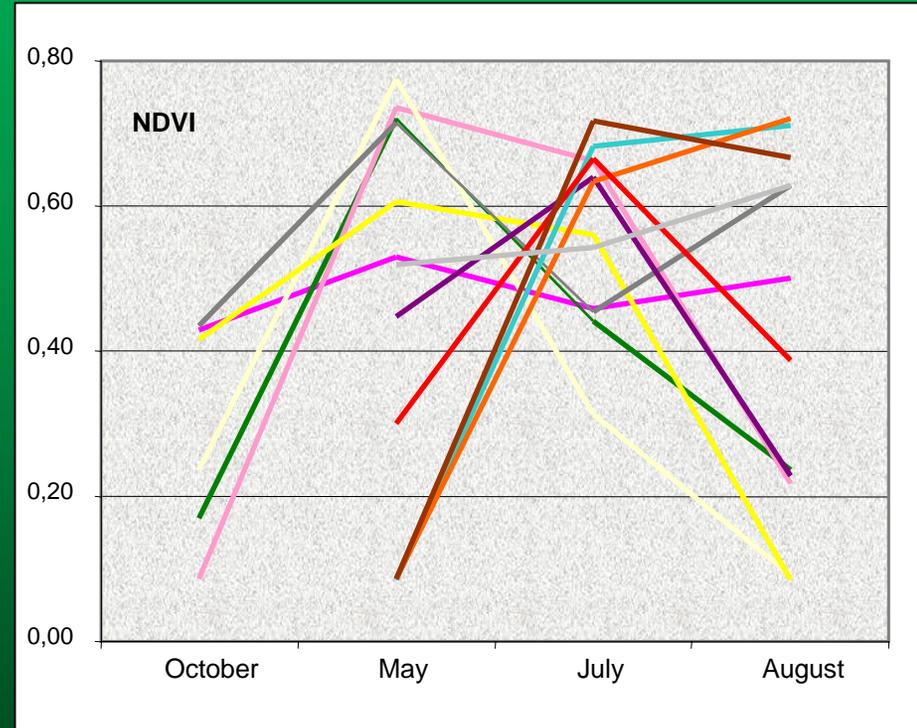
- Parallelepipet-Klassifizierung des multitemporalen NDVI-Datensatzes der Ackerfläche für das Anbaujahr auf Basis der in den Bildern eines Anbaujahres repräsentierten Standard-NDVI-Werte mit Vorgabe der Min-Max-Werte aus den Normkurven der Kulturen
- Erfassung der **Dauerkulturen** (Brache, Gras)
- Erneute Klassifizierung unter Ausschluss der Dauerflächen zur Abgrenzung von Winter- und Sommerfrüchten (Bildung zweier Masken)
- Erfassung der **Sommerfruchtflächen** (Termine April bis Oktober) und der **Winterfruchtflächen** (Termine Oktober bis August) in zwei getrennten Klassifikationen unter Verwendung der Masken
- Verknüpfung der drei Klassifizierungsergebnisse (Dauer-, Sommer-, Winterkultur)
- Ermittlung der Majorität der Klassenanteile für alle Pixel jedes Schlages → Erzeugen des Gesamtergebnisses durch Zuweisung dieser Klasse für den Schlag in der Feldgrenzendatei

Ergebnisse

Klassifikationsergebnis für 1995 bis 2000 für den Ausschnitt Havelland



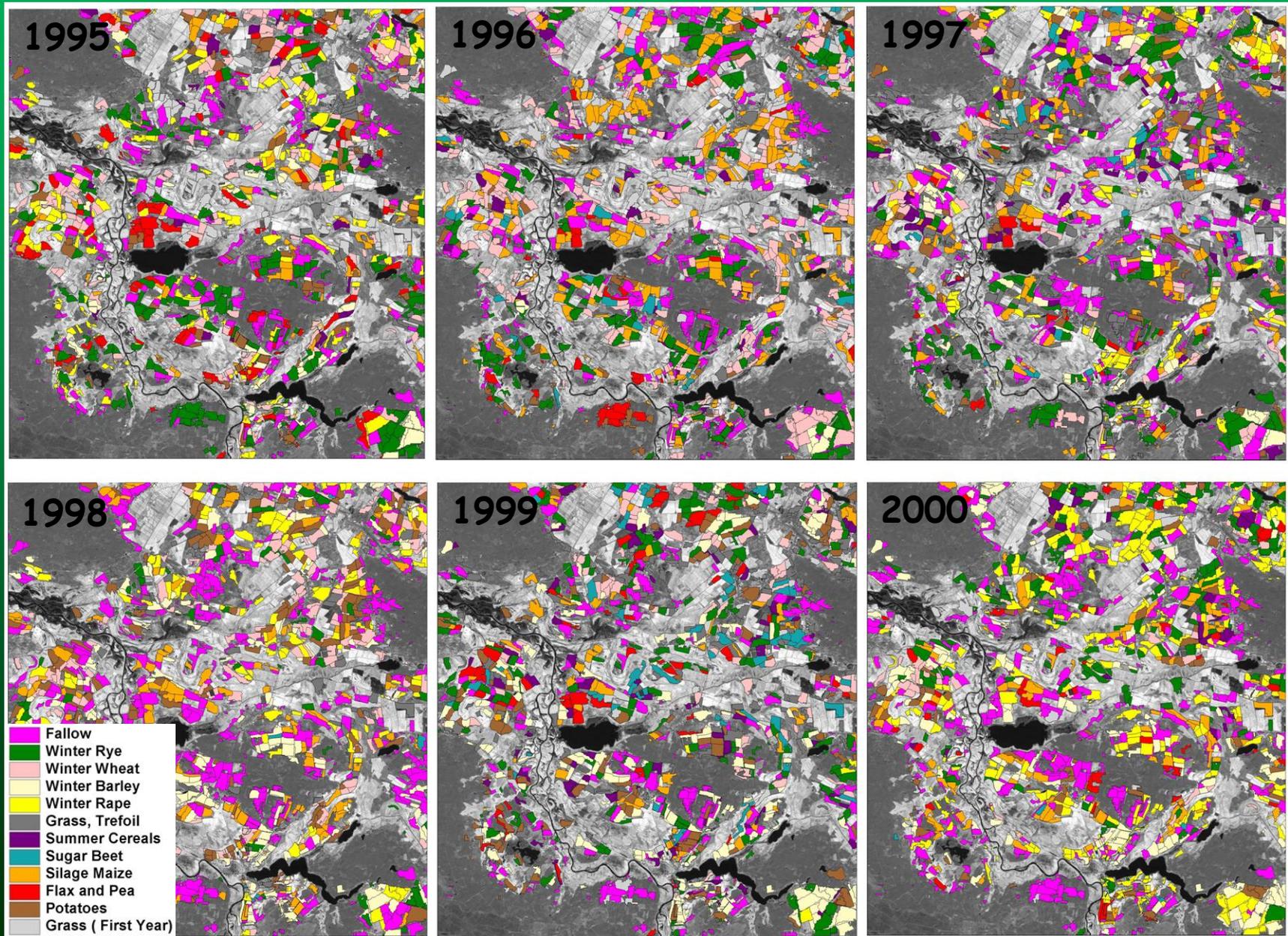
Lage des Ausschnittes Havelland



Klassifikator für 1995:
NDVI-Mittelwertsvektoren der Klassen

Ergebnisse

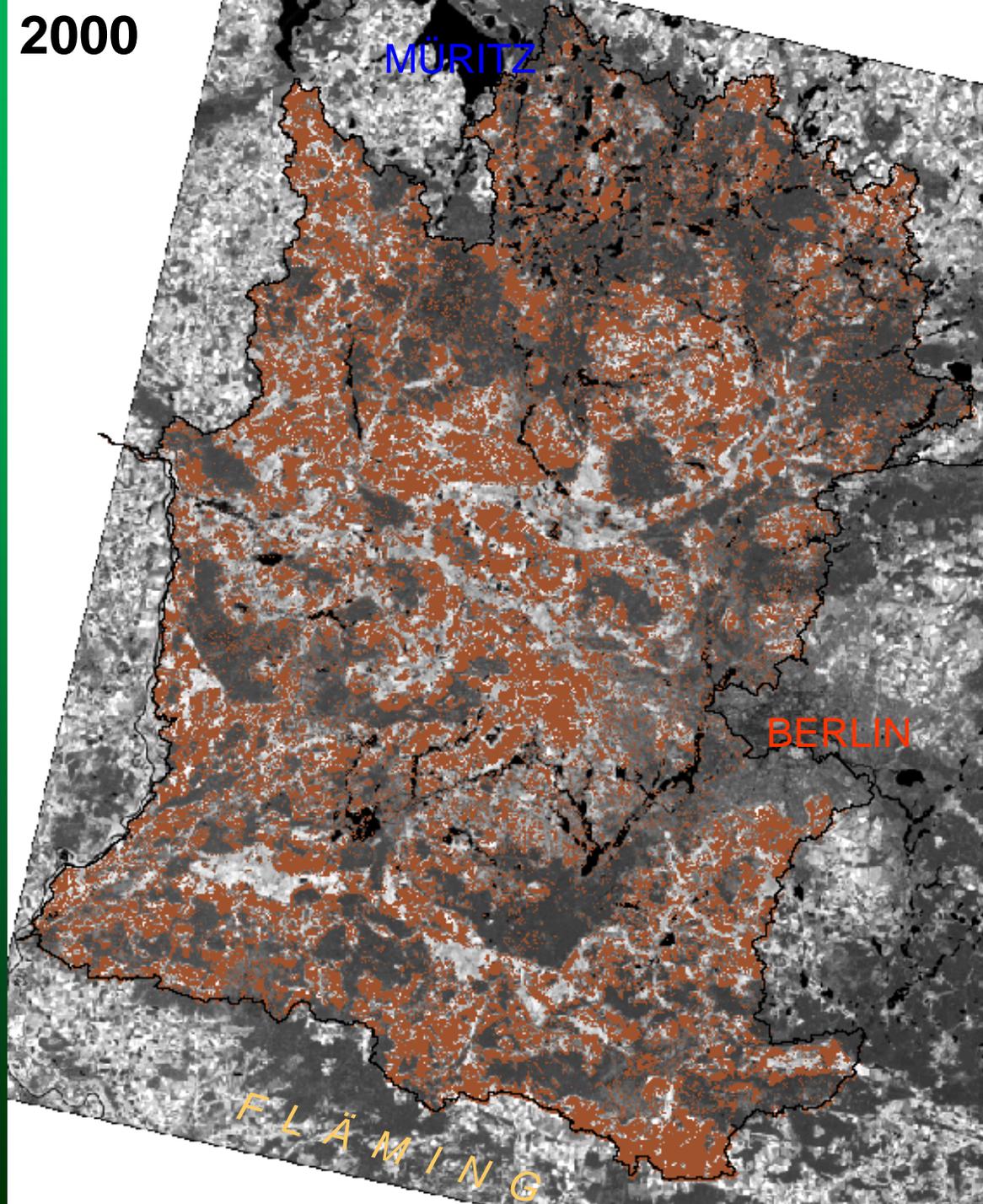
Klassifikationsergebnis für 1995 bis 2000 für den Ausschnitt Havelland



Ergebnisse

Klassifikationsergebnis für 2000
für das gesamte Untersuchungsgebiet

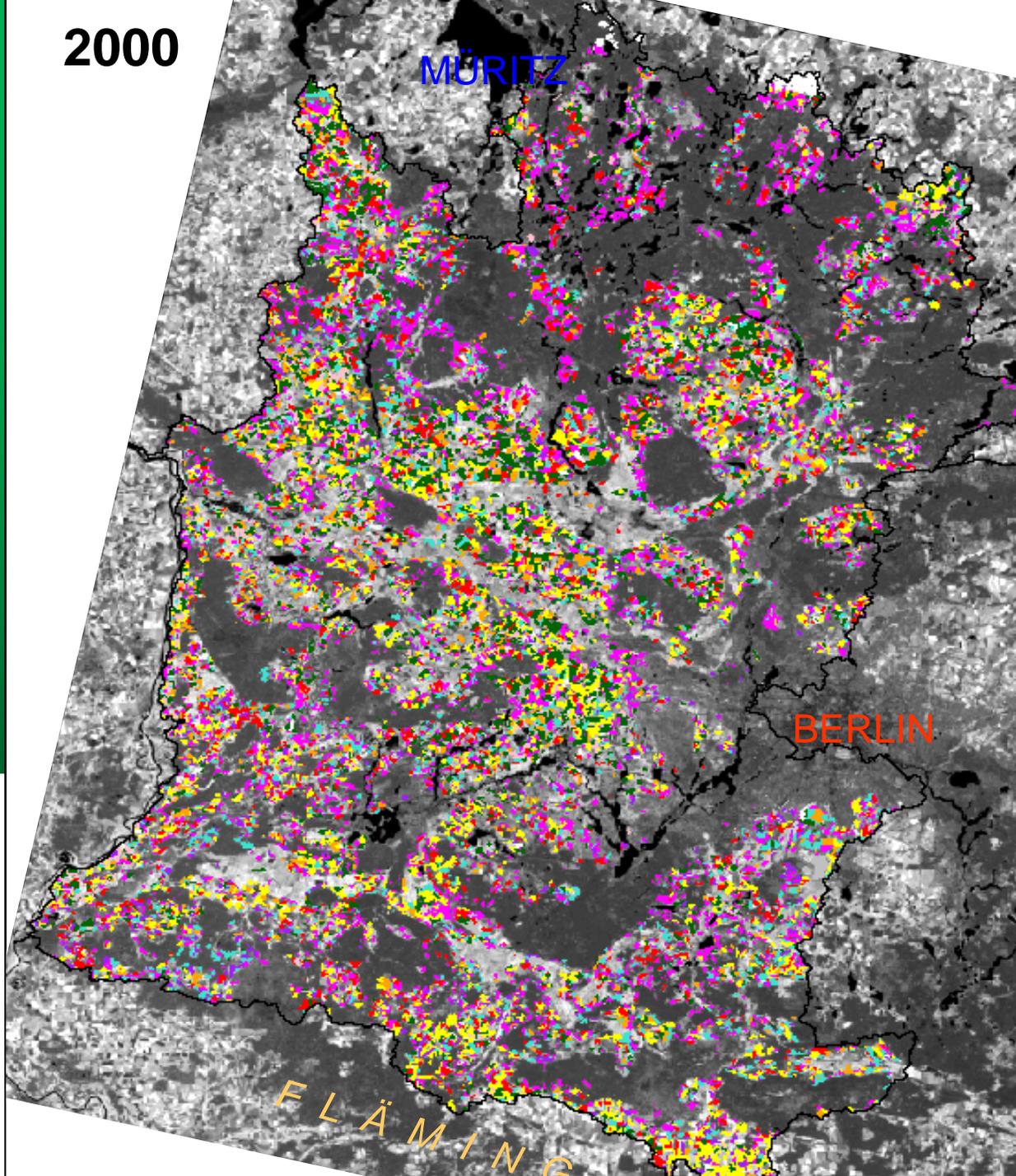
2000



In braun: zu klassifizierende Ackerflächen

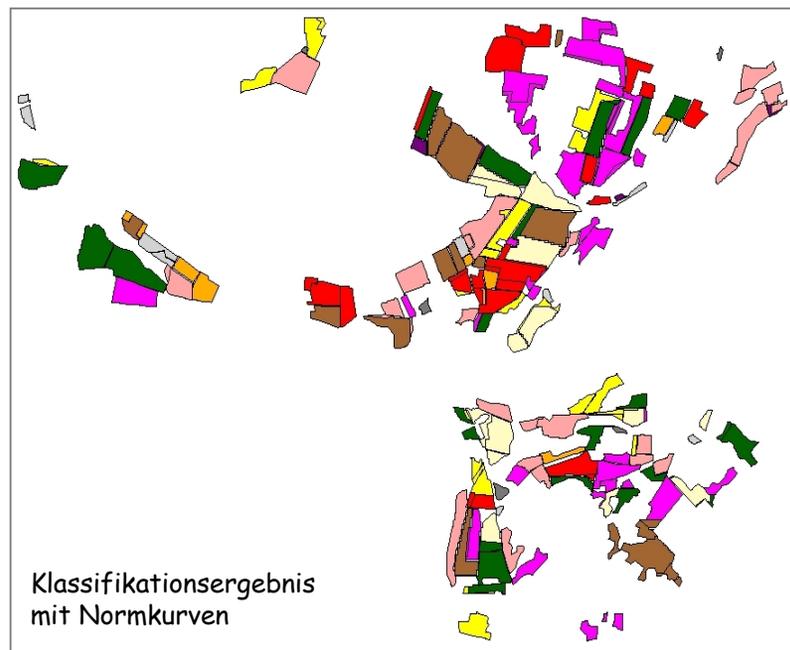
Ergebnisse

Klassifikationsergebnis für 2000
für das gesamte Untersuchungsgebiet



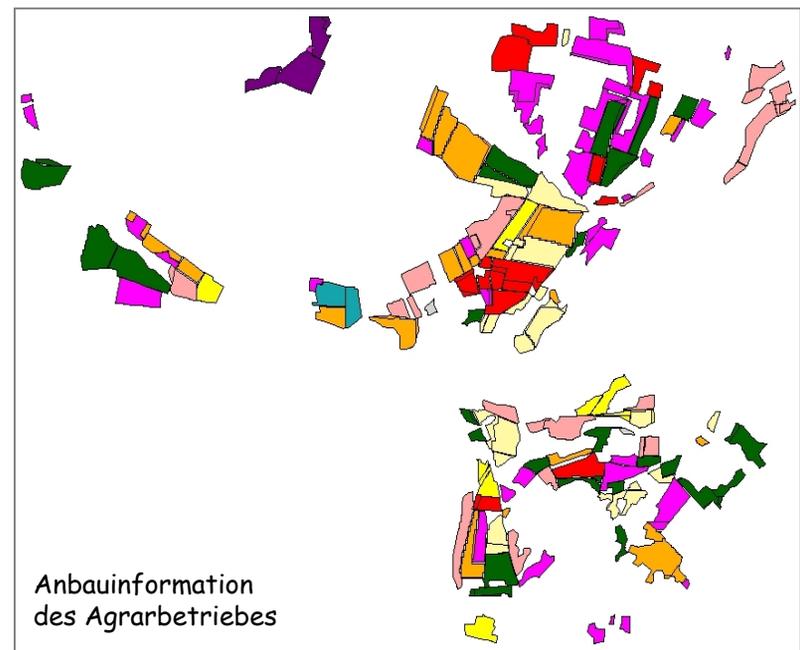
Qualitätsbewertung der Klassifikationsergebnisse

für den Bildausschnitt Havelland



1995

- Brache
- Winterroggen
- Winterweizen
- Wintergerste
- Winterraps
- Gras, Klee
- Sommergetreide
- Zuckerrüben
- Silomais
- Erbsen und Lein
- Kartoffeln
- Gras (1. Jahr)



Klassifikationsergebnis mit Normkurven

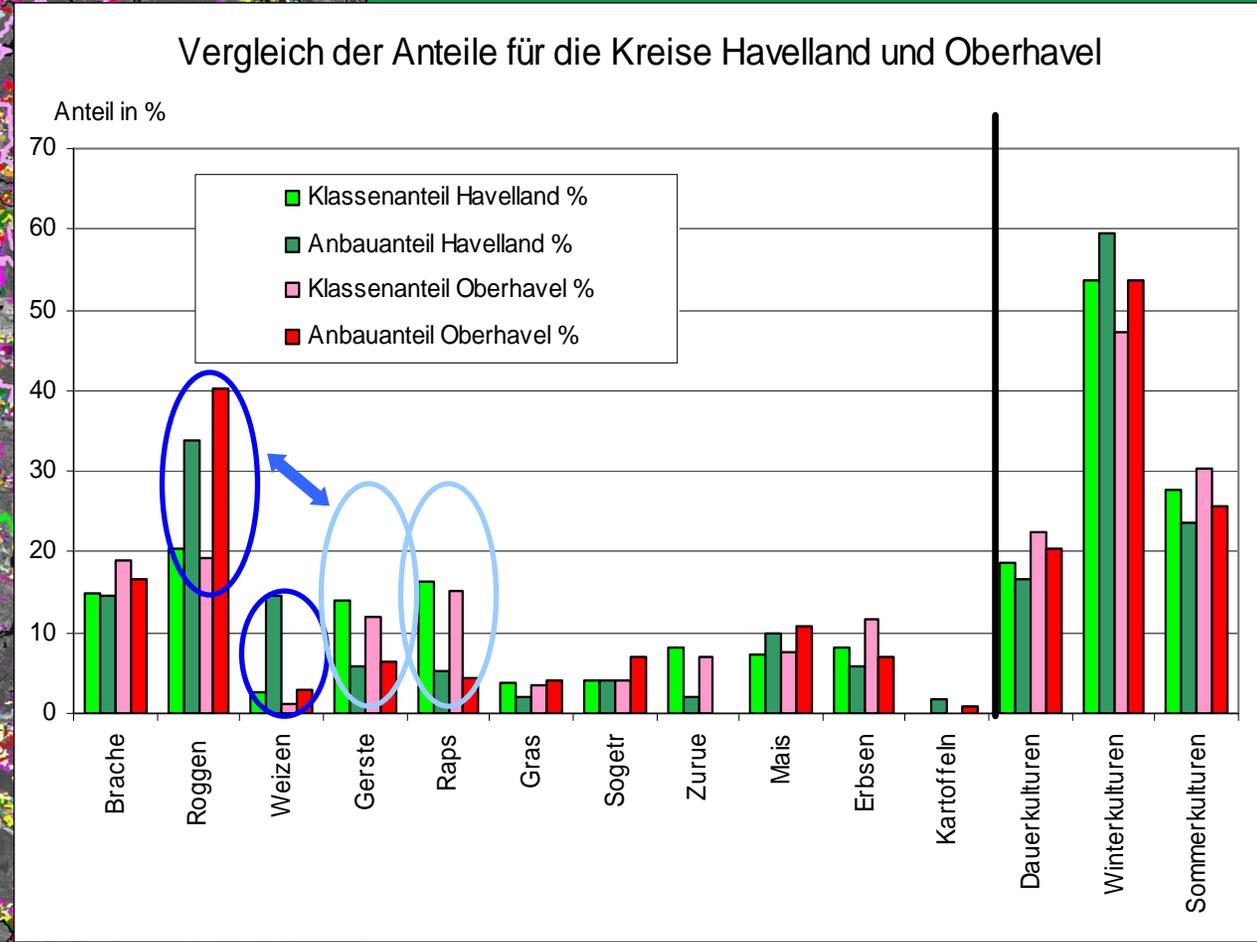
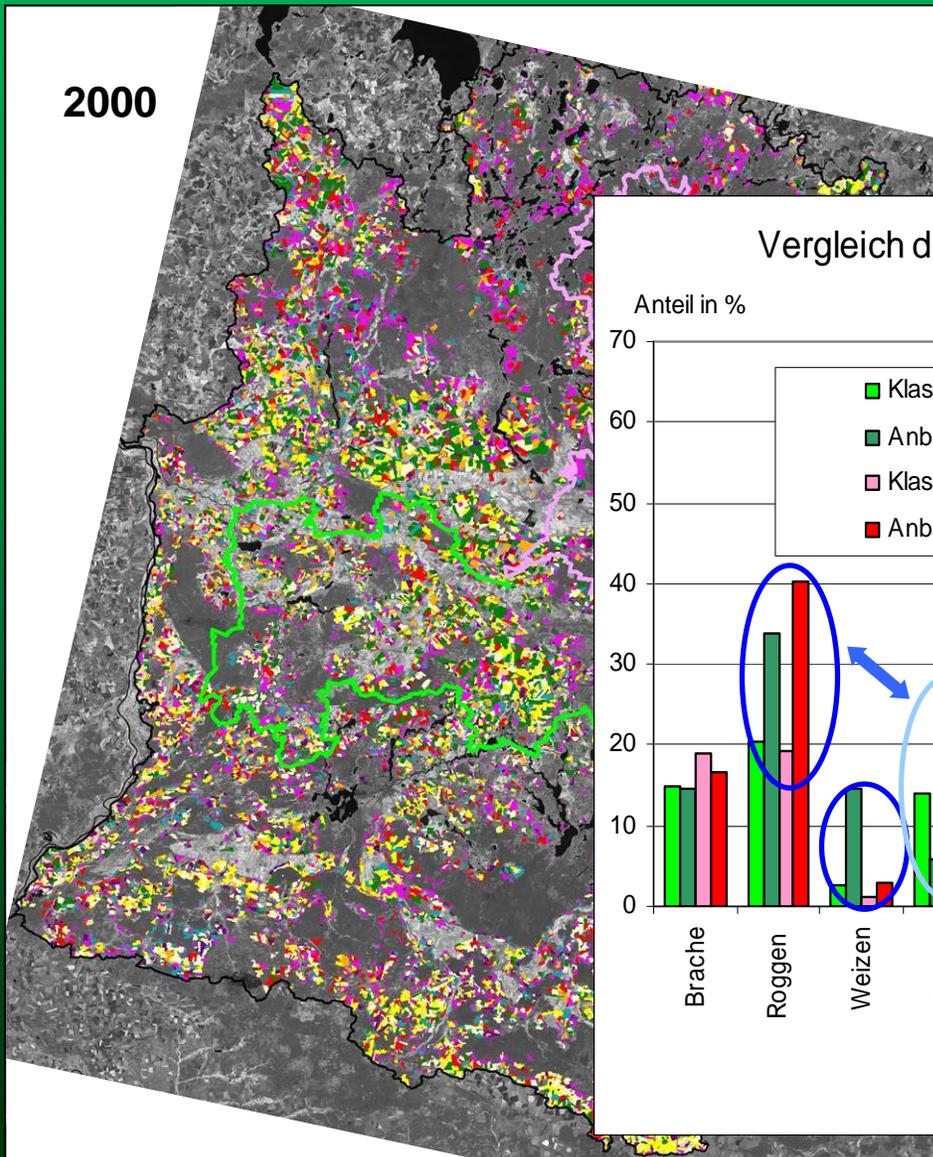
Anbauinformation des Agrarbetriebes

Qualitätsbewertung der Klassifikationsergebnisse

für das gesamte Untersuchungsgebiet

Da nicht flächendeckend der Vergleich zu betrieblichen Anbaudaten erfolgen kann, wird die Anbaustatistik der Landkreise herangezogen.

2000



Schlussfolgerungen und Ausblick I

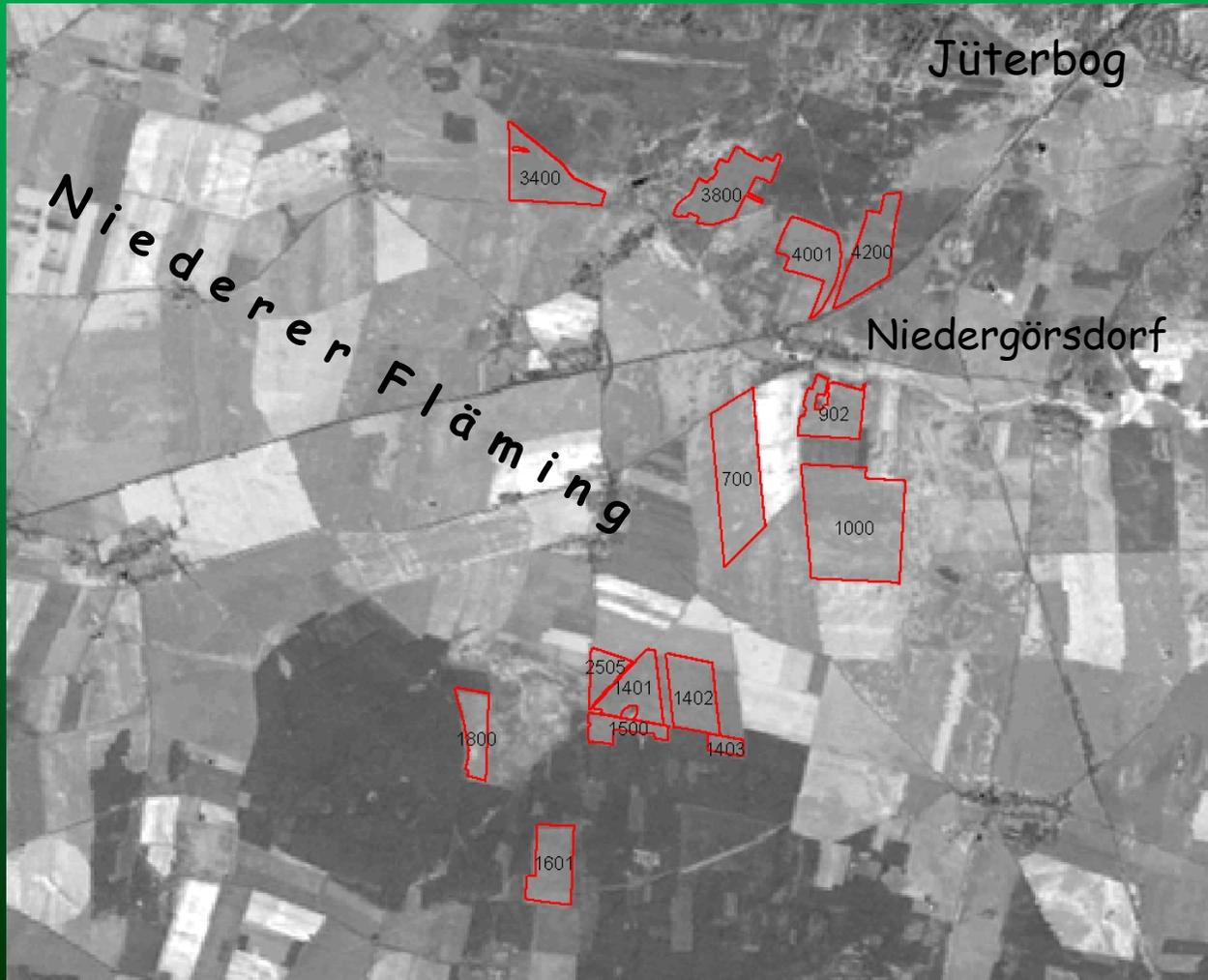
- **Prinzipiell erscheint Vorgehen erfolgreich**, jedoch in Abhängigkeit von der Brauchbarkeit der herangezogenen Szenen schwankt Güte des Ergebnisses noch
- Verfahren stellt **wesentlichen Fortschritt zu bisherigem Vorgehen** auf Trainingsflächenbasis dar
- ist zumindest im Untersuchungsgebiet **immer wieder ohne weitere Kenntnis von Anbauinformationen anwendbar**, lediglich exakte phänologische Datierung der dann verwendeten Aufnahmen erforderlich
- für andere Gebiete (Variation in Niederschlag und Boden) ist Anpassung der phänologischen Datierung der Kurven erforderlich (Form ist weiter verwendbar)
- optimale Bildkombination zur Trennung aller Kulturen ist:
**Anfang/Mitte April - Mitte Mai - Anfang Juli -
Mitte August - Mitte September**
- Kombination sollte bei verbesserter Verfügbarkeit von Daten beschaffbar sein (mit neuen Aufnahmesystemen)

Schlussfolgerungen und Ausblick II

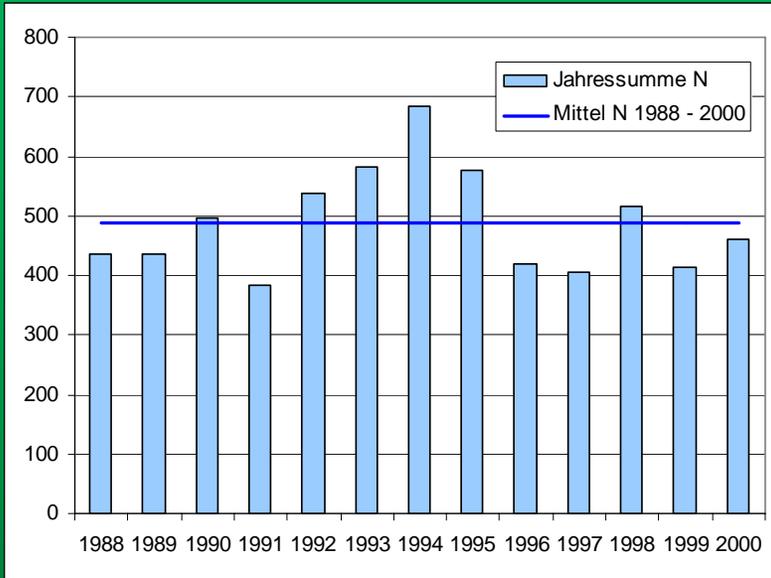
- **problematisch scheinen Trockensituationen** im Mai und Juni zu sein, so dass zu schnell reifende Wintergetreide nicht richtig erkannt werden
- Ausmaß der Trockenheit ist von Wasserspeichervermögen des Bodens abhängig
 - Bodeninformation einbeziehen
- **Trennung von Hackfrüchten weiterhin problematisch** (wie schon in bisherigen Verfahren), führt zu übermäßigen Anteilen im Ergebnis
 - in Abhängigkeit vom Anbauanteil besser vernachlässigen
- **Einbeziehung von Fuzzyinformationen** erscheint sinnvoll, wie:
 - Zusammenhang von Bodengüte und Frucht (Anbaueignung eines Bodens für eine Frucht)
 - Wasserverfügbarkeit am Standort (in Abhängigkeit von Speichervermögen des Bodens, Grundwasseranschluss und Niederschlag)
 - Summe der Niederschläge bis zum Aufnahmezeitpunkt (Trockenheitsindex)

Ausblick zur Einbeziehung der Bodeninformation

Am Beispiel der Roggenanbaufläche in Niedergörsdorf zeigt sich im Trockenjahr 2000 der Einfluss des Bodens auf die Entwicklung des Pflanzenbestandes und damit auf sein spektrales Aussehen.

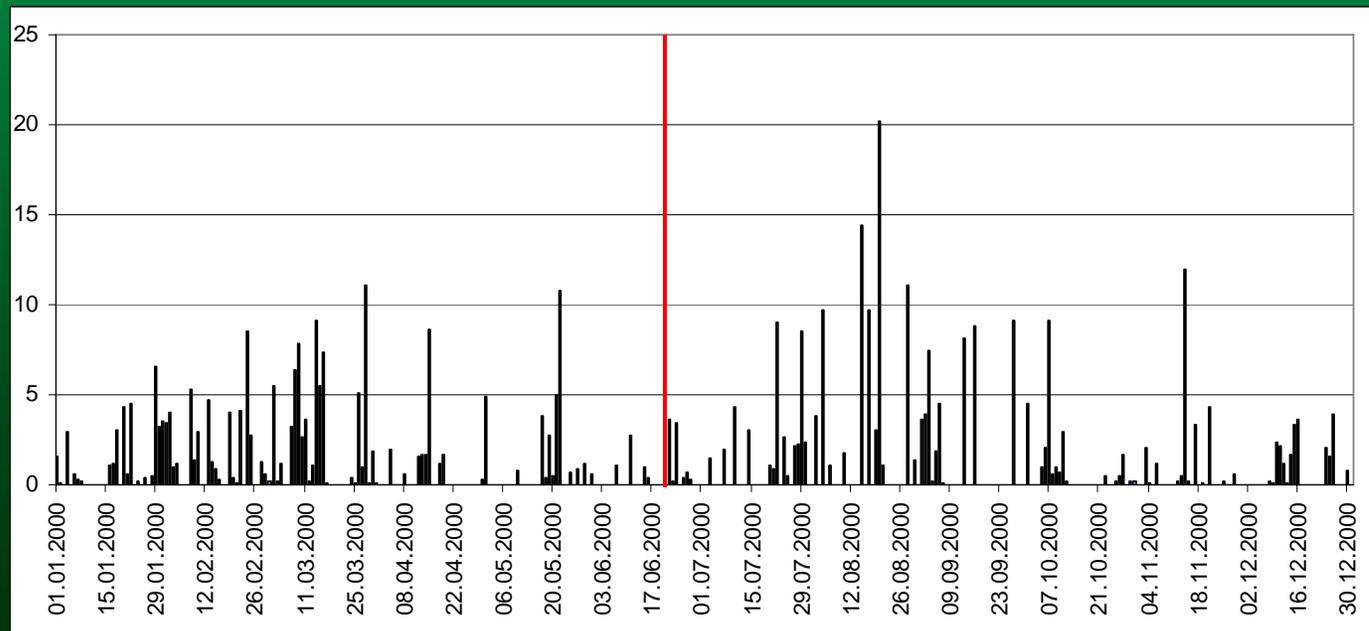


Ausblick zur Einbeziehung der Bodeninformation



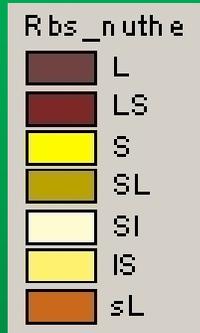
NJ Mittel langjährig	560,0 mm
NJ Mittel 1988 - 2000	488,0 mm
NJ in 2000	461,0 mm
Wintersumme (01.10. - 30.04.)	285,0 mm
Frühjahrssumme (01.03. - 01.06.)	125,6 mm
Summe seit 1. Mai (50 Tage)	37,5 mm
14-Tage-Summe	5,2 mm

Das Jahr 2000 ist durch starke Frühsommertrockenheit gekennzeichnet, vor dem Aufnahmetermin 19. Juli (rote Markierung) hatte es kaum geregnet.

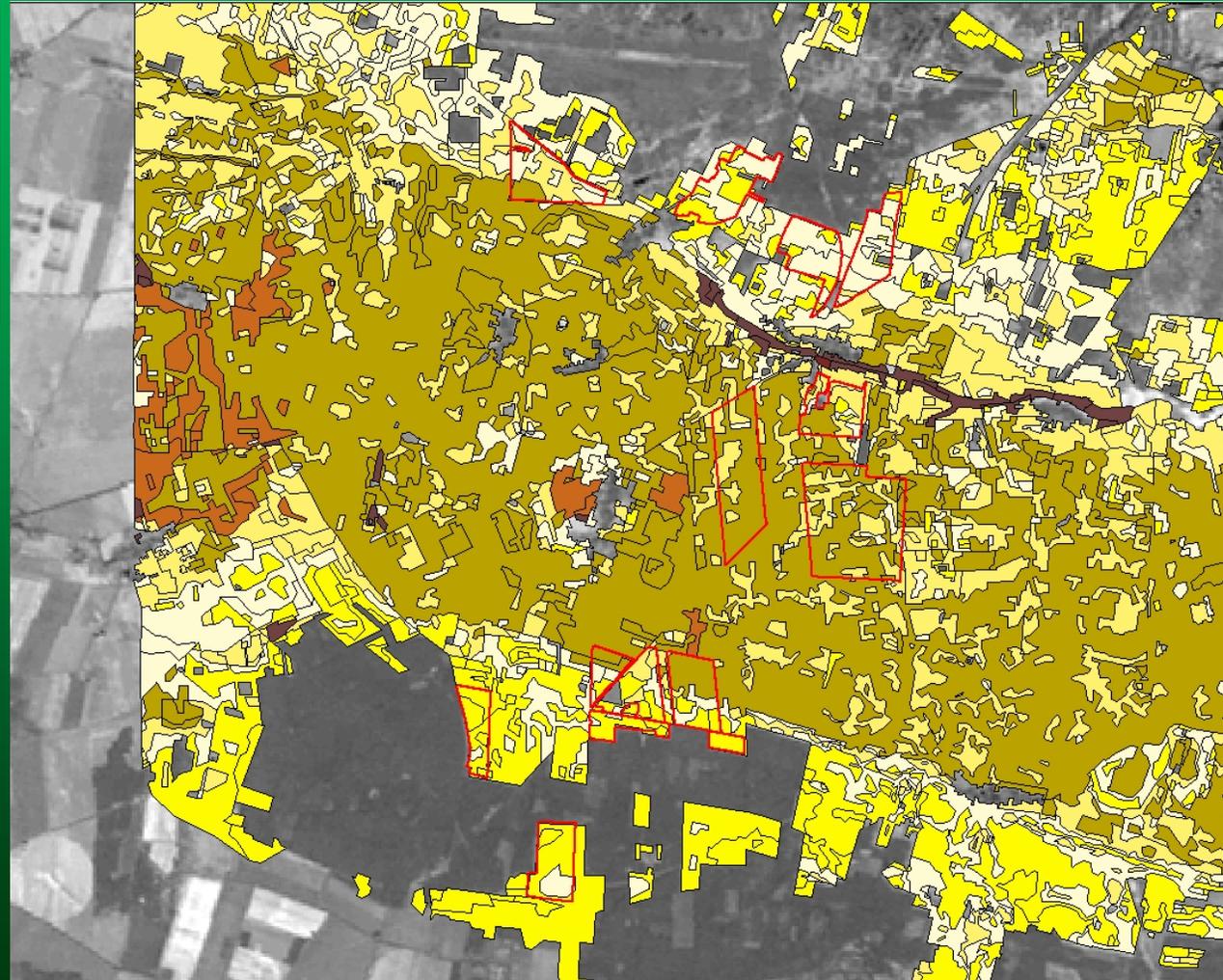


Ausblick zur Einbeziehung der Bodeninformation

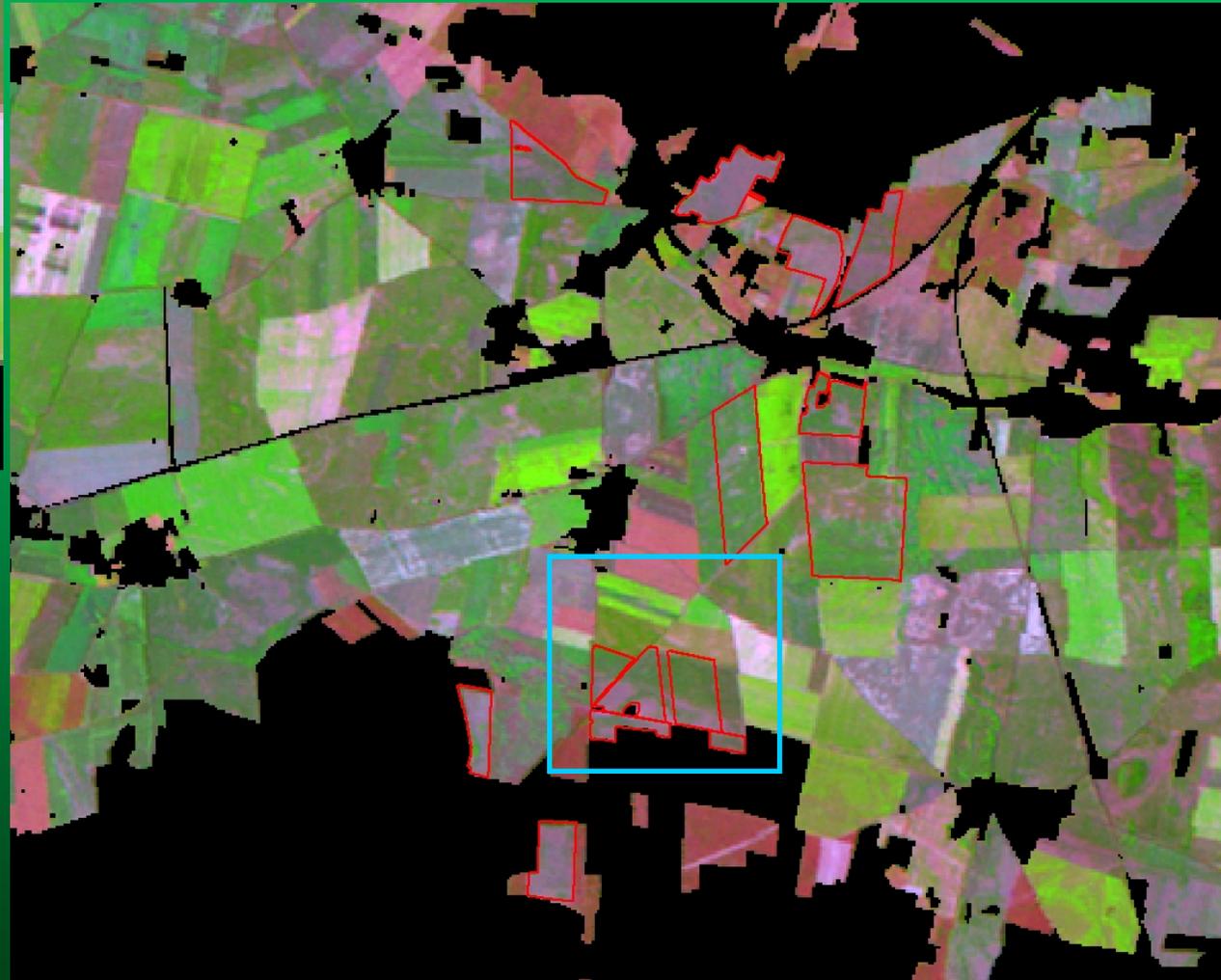
Die Äcker des Betriebs in Niedergörsdorf sind einerseits von sandigem Lehm Boden (ocker), andererseits von Sandboden (gelb) geprägt.



Karte der Reichsboden-
schätzung der Äcker



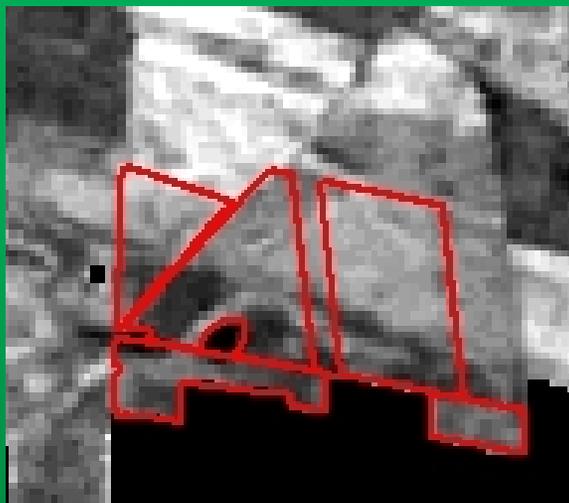
Ausblick zur Einbeziehung der Bodeninformation



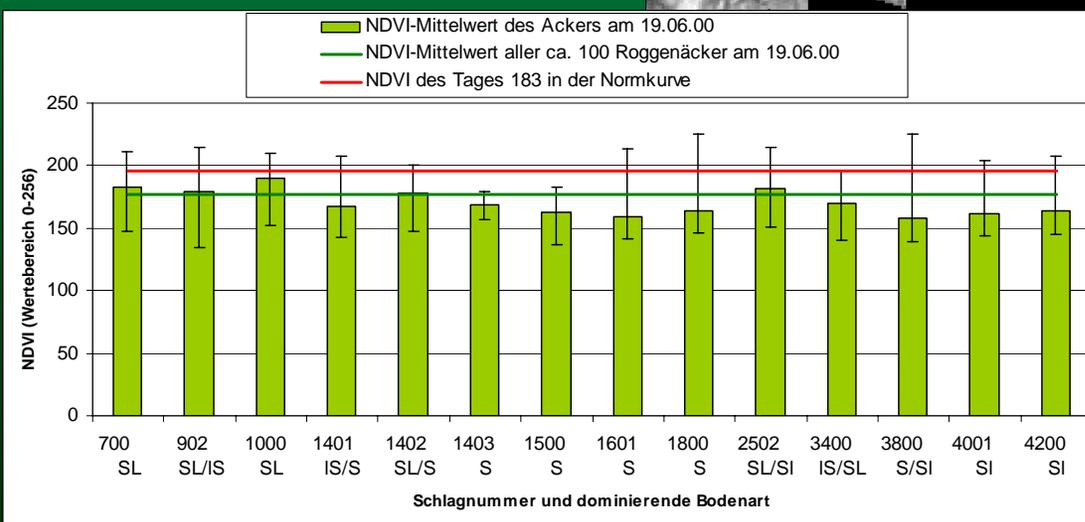
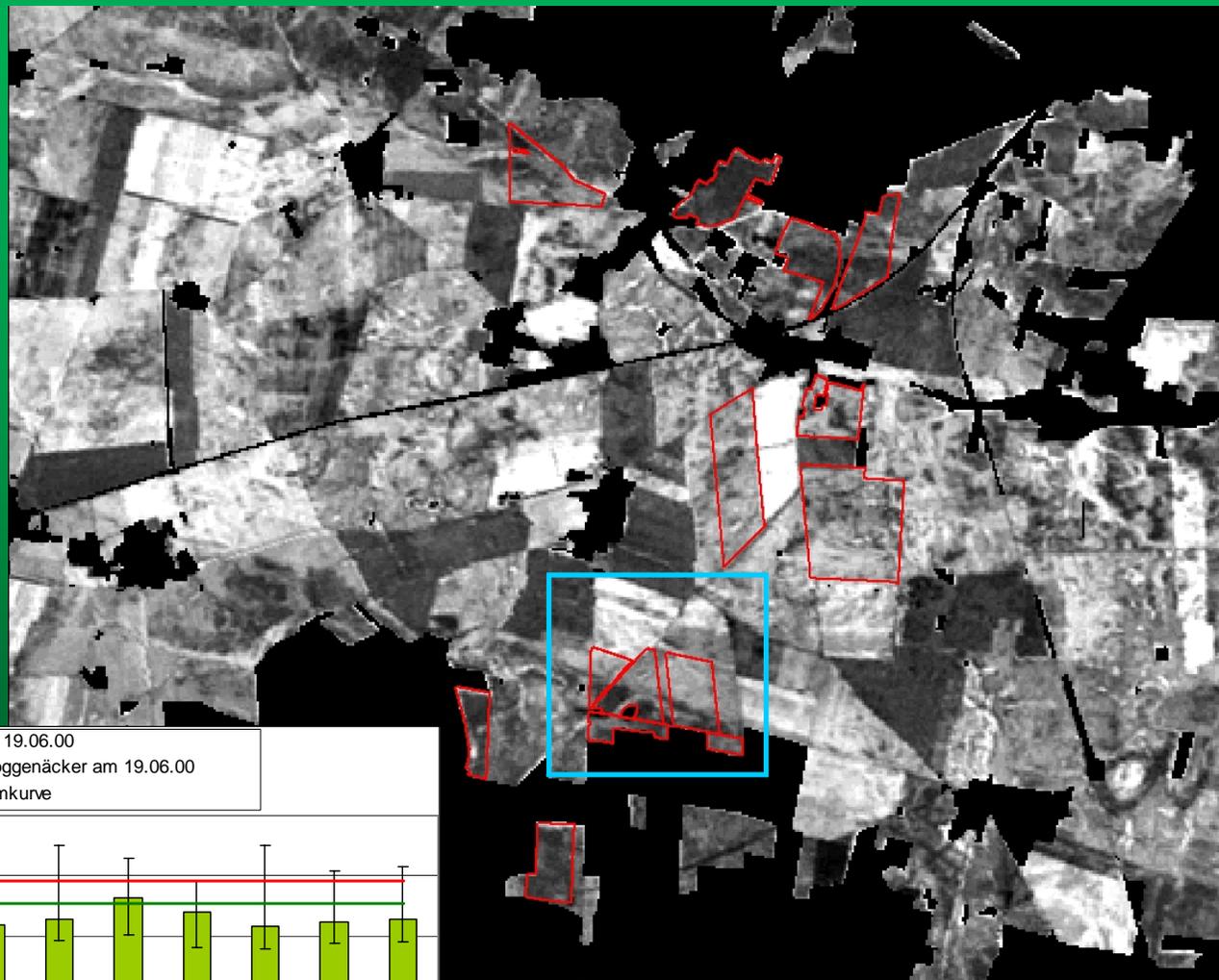
Landsat-TM-Bild vom 19. Juni 2000, Kanäle 5,4,3

Dieser Unterschied im Wasserspeichervermögen des Bodens macht sich im Satellitenbild bemerkbar. Auf den Sandböden sind die Roggenbestände im Juni schon notgereift (lila), auf den anderen Flächen noch grün.

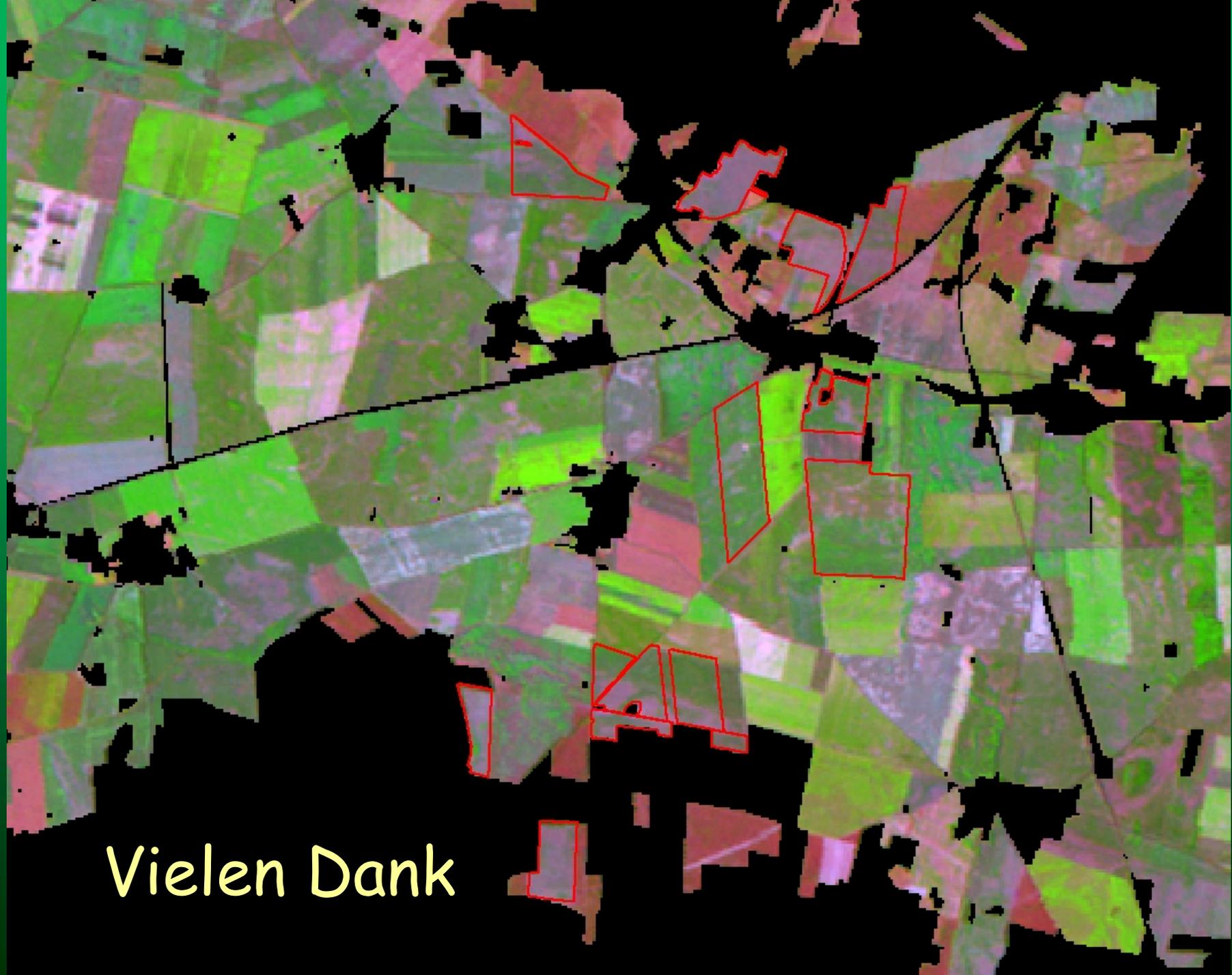
Ausblick zur Einbeziehung der Bodeninformation



NDVI-Bild vom 19. Juni 2000



Auch im NDVI-Bild und in der Flächenstatistik sind die niedrigeren Werte der Sandäcker auffällig. Das kann zu Fehlklassifizierungen führen und muss als Vorwissen in das Verfahren aufgenommen werden.



Vielen Dank