

TEXTE

13/2011

# CORINE Land Cover

Aktualisierung 2006 für Deutschland



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Förderkennzeichen 3707 12 200 und 3708 12 200  
UBA-FB 001413

## **CORINE Land Cover**

### **Aktualisierung 2006 für Deutschland**

von

**Manfred Keil, Michael Bock, Thomas Esch,  
Annekatriin Metz, Simon Nieland, Alexander Pfitzner**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Weßling

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4086.html> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>  
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Fachgebiet II 4.2 Beurteilung der Luftqualität  
Stefan Feigenspan

Dessau-Roßlau, März 2011

## Berichts - Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA - FB 001413	2.	3.
4. Titel des Berichts CORINE Land Cover Aktualisierung 2006 für Deutschland		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Keil, Manfred; Bock, Michael; Esch, Thomas; Metz, Annekatrin; Nieland, Simon; Pfitzner, Alexander	8. Abschlussdatum 30.01.2010	
	9. Veröffentlichungsdatum März 2011	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), D-82234 Weßling	10. UFOPLAN-Nr. UBA FKZ 3707 12 200 / 3708 12 200	
	11. Seitenzahl 55	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 14 06, 06813 Dessau-Roßlau	12. Literaturangaben 25	
	13. Tabellen und Diagramme 10	
15. Zusätzliche Angaben	14. Abbildungen u. Karten 40	
16. Kurzfassung <p>Das Deutsche Projekt „CORINE Land Cover Aktualisierung 2006 für Deutschland“ war in das europaweite Projekt „IMAGE &amp; CORINE Land Cover 2006“ integriert. Das Ziel des Projektes war die Generierung eines aktualisierten Datenbestandes der Landnutzung und Landbedeckung und deren Änderungen innerhalb des Zeitraums zwischen 2000 und 2006. Auf europäischer Ebene wurde CORINE Land Cover 2006 (CLC2006) von der Europäischen Umweltagentur (EEA) geleitet. Die Satellitendatengrundlage für das Projekt, für die die Europäische Raumfahrtagentur (ESA) verantwortlich war, bestand aus zwei Überdeckungen, einer Frühjahrsüberdeckung sowie einer Sommerüberdeckung, von Daten der Sensoren IRS-P6 LISS-III und SPOT-4 sowie SPOT-5 MS. Die Daten wurden zentral für Europa im Auftrag der ESA ortho-rectifiziert. Die Verantwortung für das Deutsche Projekt lag bei dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und dem Umweltbundesamt (UBA). Im Auftrag des UBA übernahm das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) die Koordination und das Management. Darüber hinaus waren am nationalen CLC2006 Team mehrere Firmen beteiligt, die mit der Interpretation der Satellitenbilder im Hinblick auf die Änderungserfassung unterbeauftrag wurden.</p> <p>Das Projekt wurde im November 2007 begonnen und endete im Dezember 2009 mit der Lieferung der endgültigen Datenprodukte, die über das deutsche CLC Internetportal (<a href="http://www.corine.dfd.dlr.de">http://www.corine.dfd.dlr.de</a>) bestellt werden können. Die Hauptaufgaben im Projekt bestanden in der Auswahl geeigneter Satellitenszenen, der visuellen GIS-gestützten Erfassung der Landnutzungsänderungen zwischen 2000 und 2006 (wenn nötig unter Korrektur des Erfassungsstandes von 2000), der GIS-Ableitung des Zustandes der Landbedeckung und Landnutzung zum Status 2006, der Validierung und Qualitätskontrolle, der Integration der Daten zu einem Gesamtdatensatz für Deutschland und der Bereitstellung der endgültigen Datenprodukte.</p> <p>Die Landnutzung wurde im Projekt als Vektordatensatz erfasst. Die hauptsächliche Kartierungsgrundlage bildeten die Satellitenbilder von Landsat 7 (für den Status 2000) und IRS-P6 LISS-III sowie SPOT-4 und SPOT-5 (für den Status 2006). Eine deutliche Qualitätsverbesserung der Kartierung konnte durch die Verwendung der Daten der zwei Jahreszeiten (Frühjahrs- und Sommeraspekt) erreicht werden. Der Klassifizierungsschlüssel für die Interpretation war konform mit der gemeinsamen europaweiten CLC Nomenklatur, die aus drei Hierarchieebenen mit insgesamt 44 Klassen besteht, von denen 37 für Deutschland relevant waren. Aufgrund des Kartiermaßstabs wurden Mindestflächengrößen verwendet, die für neue Landnutzungspolygone 25 ha und für Änderungsflächen 5 ha betragen. Im Unterschied zu CLC2000 sind auch Änderungsflächen zwischen 5 und 25 ha erfasst, die sich (auf Grund der notwendigen Generalisierung von Polygonen unter 25 ha) nicht im Datensatz CLC2006 wieder finden.</p> <p>Der vorliegende Projektbericht gibt einen Überblick über die verwendete Methodik und die Erfahrungen, die bei der Interpretation und der Kartierung gesammelt wurden. Darüber hinaus werden Beispiele für Landnutzungsänderungen diskutiert und eine statistische Analyse der Veränderungen in CLC zwischen 2000 und 2006 präsentiert. Signifikante Trends der Landnutzungsänderungen in Deutschland werden herausgearbeitet und unterschiedliche Entwicklungen der Landnutzung in den alten und neuen Bundesländern diskutiert.</p>		
17. Schlagwörter Bodenbedeckung, Deutschland, Landnutzung, CORINE Land Cover, CLC2006, Landnutzungsänderungen		
18. Preis	19.	20.

## Report - Sheet

1. Report No. UBA – FB 001413	2.	3.
4. Report Title CORINE Land Cover 2006 - Germany		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Keil, Manfred; Bock, Michael; Esch, Thomas; Metz, Annekatrin; Nieland, Simon; Pfitzner, Alexander		8. Report Date 30.01.2010
		9. Publication Date March 2011
6. Performing Organisation (Name, Adress) German Remote Sensing Data Center (DFD), German Aerospace Center (DLR), D-82234 Weßling		10. UFOPLAN-Nr. UBA FKZ 3707 12 200 / 3708 12 200
		11. No. of pages 55
7. Sponsoring Agency (Name, Adress) Umweltbundesamt (Federal Environment Agency), Postfach 14 06, 06813 Dessau-Roßlau		12. No. of references 25
		13. No. of tables, diagrams 10
15. Supplementary Notes		14. No. of figures 40
<p>16. Abstract</p> <p>The German project 'CORINE Land Cover 2006 – Germany' was integrated in the European-wide project 'IMAGE &amp; CORINE Land Cover 2006'. The aim of the project was to generate up-to-date maps of land use and land cover and their changes within the time period of 2000 and 2006. In the European context, CORINE Land Cover 2006 (CLC2006) was led by the European Environment Agency (EEA). The satellite data base for the project, of which the European Space Agency (ESA) was responsible, consisted of two coverages – spring and summer – of the sensor IRS-P6 LISS III and SPOT 4 as well as SPOT 5 MS. In Germany, the project was under the responsibility of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and the Federal Environment Agency (UBA). On behalf of the UBA, the German Remote Sensing Data Center (DFD) of the German Aerospace Center (DLR) was mandated for the coordination and management of the project. Moreover, several companies were integrated in the German CLC2006 team, which were contracted for the interpretation of the satellite images.</p> <p>The project started in November 2007 and ended in December 2009 with the delivery of the final products, which can be ordered via the German CLC website (<a href="http://www.corine.dfd.dlr.de">http://www.corine.dfd.dlr.de</a>). The main tasks in the project were the selection of the appropriate satellite scenes, the computer-aided, visual interpretation of changes between 2000 and 2006, the validation and quality control of the data, the integration of the results for the complete coverage of Germany, and the delivery of the final products.</p> <p>The land cover database was built up as a vector database. Main base of the land cover and land use mapping were satellite images of Landsat 7 (for 2000) and IRS-P6 LISS III as well as SPOT-4 and SPOT-5. An improvement in the quality of mapping could be achieved through the usage of images of two seasons (spring and summer aspect). The land cover classification key for the interpretation was compliant with the common European-wide CLC nomenclature, which consists of 44 classes in a hierarchy of 3 levels, out of which 37 classes are relevant in Germany. Minimal mapping units were 25 ha for new polygons and 5 ha for land cover changes. In contrast to CLC2000, change polygons between 5 and 25 ha are mapped as well, even so they are not present in the CLC2006 database (due to the necessary generalisation of polygons smaller than 25 ha).</p> <p>This project report describes the applied methodology and experiences in the interpretation and mapping. Furthermore, examples of land use and land cover changes are presented and discussed and a detailed statistical analysis of the changes in CLC between 2000 and 2006 is given. It highlights significant trends and changes of land use and land cover in Germany, and discusses the differences in the land use development between the Old and the New Federal States in Germany.</p>		
17. Keywords CORINE Land Cover, Germany, CLC2006, Land Use, Land Cover, Land Use Changes		
18. Price	19.	20.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Aufgabenstellung.....	1
1.2	Voraussetzungen .....	2
1.3	Wissenschaftlich-technischer Stand.....	3
1.4	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	6
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	8
2	Methodik.....	9
2.1	Datengrundlage.....	9
2.1.1	Satellitendaten .....	9
2.1.2	Zusatzdaten .....	11
2.2	Interpretation und Kartierung der Änderung .....	11
2.2.1	Nomenklatur der CLC-Klassen.....	11
2.2.2	Konzept und Vorgehensweise der Änderungserfassung .....	12
2.3	Ableitung von CLC2006 .....	17
2.4	Qualitätssicherung und Verifizierung.....	19
2.4.1	Thematische Kontrolle am DFD .....	19
2.4.2	Technische Kontrolle am DFD .....	20
2.4.3	Verifizierung durch das Team des ETC-LUSI .....	20
2.5	Testvergleiche von CLC2006 laut EEA und abgeleitet aus dem DLM-DE .	21
2.6	Datenintegration und Gesamtaufbau der Datenbasis.....	22
3	Ergebnisse der Kartierung.....	23
3.1	Die CLC-Produkte .....	23
3.2	Erfahrungen bei der Interpretation.....	24
3.2.1	Verwertung der Zusatzinformationen bei der Interpretation der Änderungen.....	24
3.2.2	Interpretation Bebaute Flächen.....	25
3.2.3	Interpretation Tagebauflächen und deren Renaturierung.....	26
3.2.4	Abgrenzung von Acker- und Grünlandflächen .....	26
3.2.5	Interpretation zur Veränderung und dem Status von Waldflächen .....	27
3.2.6	Interpretation bezüglich Feuchtgebieten und Wasserflächen bei unterschiedlichen Wasserständen.....	28
3.3	Beispiele der Veränderungskartierung .....	30
3.3.1	Beispiel Urbanisierung im Raum Leipzig.....	30
3.3.2	Beispiel Urbanisierung im Raum Hamburg .....	32
3.3.3	Beispiel der Entwicklung im Raum Berlin.....	34
3.3.4	Beispiel der Entwicklung im Raum München .....	35
3.3.5	Beispiel Tagebaulandschaften .....	37
3.3.6	Beispiel Forstwirtschaft .....	40
3.4	Ermittelte Trends aus der Veränderungskartierung.....	40
3.5	Ergebnisse aus den Testvergleichen von CLC2006 laut EEA und abgeleitet aus dem DLM-DE.....	44
4	Zusammenfassung und Bewertung.....	50
4.1	Verwertbarkeit der Ergebnisse .....	50
4.2	Einordnung in das Umfeld laufender ähnlicher Vorhaben .....	50
5	Literaturverzeichnis .....	51
5.1	Veröffentlichungen im Kontext des Vorhabens .....	51
5.2	Referenzen.....	51
	Anhang I : Matrix der ungewöhnlichen Änderungen (1 bei ungewöhnlichen Änderungen).....	54

Anhang II : Prioritätstabelle zur Generalisierung zu kleiner Flächen ..... 55



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufteilung der Lose in den Phasen 1 und 2. Neben der Erstreckung der Lose 1 bis 3 (Phase 1) und der Lose 4 bis 6 (Phase 2) sind die Kartiereinheiten der TK100 dargestellt. ....	7
Abbildung 2: Landsat-Überdeckung von Deutschland in der Datenbasis IMAGE2000, mit den Kartierungs-einheiten der TK100. ....	10
Abbildung 3: Überdeckung von Deutschland in der Datenbasis IMAGE2006 mit den Daten von SPOT-4 und SPOT-5 MS sowie von IRS-P6 LISS III .....	10
Abbildung 4: Farblegende zu den Bodenbedeckungsklassen in Deutschland .....	14
Abbildung 5: Schematische Darstellung der beiden unterschiedlichen Ansätze zur Aktualisierung von CLC .....	15
Abbildung 6: Beispiel zur Einführung eines Polygons mit technischer Änderung .....	15
Abbildung 7: Einsatz einer technischen Änderung bei neuer Erholungsfläche. ....	16
Abbildung 8: Einsatz von technischen Änderungen neben realen Änderungen bei der Entwicklung in einem Tagebauegebiet.....	16
Abbildung 9: Beispiele der automatischen Aggregation zu kleiner entstandener CLC2006-Polygone .....	18
Abbildung 10: Komplexe Ausgangssituation bei Waldflächen im abgeleiteten CLC2006 (links), mit nicht befriedigender Aggregation (Mitte) und der korrigierten Aggregation (rechts). ....	19
Abbildung 11: Ablauf der technischen Kontrolle der Interpretations- und Kartierungsergebnisse am DFD .....	21
Abbildung 12: Die Satellitendaten als Eingangsdatensätze für die Interpretation und Kartierung der Änderungen sowie der Überarbeitung der Situation in 2000, Kartenblatt C5106 Köln.....	23
Abbildung 13: Beispiel der resultierenden CLC-Produkte am Beispiel des Kartenblattes C5106 Köln.....	24
Abbildung 14: Beispiel für den Einsatz des Soil Sealing Layers zur Überarbeitung bzw. Änderungserfassung von bebauten Flächen und Abbauflächen. ....	24
Abbildung 15: Beispiel für den Einsatz des GMES-Forest-Layers als Zusatzinformation bei der Abgrenzung von Waldflächen und landwirtschaftlich genutzten Flächen. ....	25
Abbildung 16: Beispiel für das Nebeneinander von Korrekturen und realen Änderungen bei der Aktualisierung bebauter Flächen. ....	26
Abbildung 17: Tagebauflächen im Wandel, dargestellt für eine Region in Sachsen .	26
Abbildung 18: Vorteile der multisaisonalen Datengrundlage: Die LISS-III- Szenen aus Mai 2006 und September 2006 machen das erhöhte Potential multisaisonaler Datensätze bei der Abgrenzung von Grünland und Ackerland deutlich (Region westlich des Müritz-Sees in Mecklenburg).....	27
Abbildung 19: Waldstadien in der Interpretation von Satellitendaten aus 2000 (links) und 2006 (rechts): Die große Aufforstungsfläche im Süden (324 in 2000) kann auch in 2006 gerade noch diesem Stadium zugeordnet werden.....	28
Abbildung 20: Vorteile der multisaisonalen Datengrundlage, Teil 2: Landsat-Subszene von August 2000 (links) sowie von Mai 2006 (r.o.) und Juli 2006 (r. u.) mit der Abgrenzung von Feuchtgebieten, Wiesen und Waldgebieten. ....	29

Abbildung 21: Beispiel für temporäre Wasserstände. Das Nebeneinander von Sommer- und Frühjahrsszenen macht deutlich, dass die abgegrenzten neuen Wasserflächen in der Elbaue in der Mai-Szene 2006 nicht als Transformationen der Landbedeckung, sondern nur als temporäre Situationen nach einem Hochwasser zu werten sind. ....	29
Abbildung 22: Ergebnisse der Interpretation CLC1990_rev (links) und CLC2000 (rechts) für die Region Leipzig.....	30
Abbildung 23: Ergebnisse der Interpretation der Änderungen zwischen 2000 und 2006, CHANGE_CLC_2006 und des abgeleiteten Datensatzes CLC2006 für die Region Leipzig.....	30
Abbildung 24: Die Region Leipzig in abgeleiteten Entwicklungen der Landbedeckung zwischen 1990 und 2000 (bzw. 1999) in generalisierten Transformationsklassen ...	31
Abbildung 25: Die Region Leipzig in abgeleiteten Entwicklungen der Landbedeckung zwischen 2000 (bzw. 1999) und 2006 in generalisierten Transformationsklassen, siehe nebenstehende Legende .....	32
Abbildung 26: Darstellung der Region Hamburg bei der Aktualisierung von CLC. Landsat-Szene aus 2000 (a), CLC2000_kor (b); IMAGE2006 – Frühjahr (c), IMAGE2006 – Sommer (d); CLC_Change zum Status 2006 (e), CLC2006 (f).....	33
Abbildung 27: Landbedeckung zum Status 2006 in der Metropolregion Berlin .....	34
Abbildung 28: Veränderungen der Landbedeckung zwischen 2000 und 2006 in der Metropolregion Berlin .....	35
Abbildung 29: Bodenbedeckung laut CLC2006 für den Großraum München.....	36
Abbildung 30: Landnutzungsveränderungen zum Status CLC2006 im Großraum München.....	36
Abbildung 31: Bodenbedeckung laut CLC2000 in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz. ....	38
Abbildung 32: Landnutzungsänderungen in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz zwischen 1990 und 2000.....	38
Abbildung 33: Bodenbedeckung zum Status 2006 und Landnutzungsänderungen in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz zwischen 2000 und 2006. ....	39
Abbildung 34: Beispiel von Änderungen in Waldgebieten in der Region westliches Erzgebirge südlich Schwarzenberg - die Satellitendaten für die Interpretation.....	40
Abbildung 35: Die resultierenden Vektordaten der Region Schwarzenberg, westliches Erzgebirge. Als hauptsächliche Änderungen zwischen 2000 und 2006 werden neue Flächen in der Klasse 324 (Wald-Strauch-Übergangsstadien) angezeigt. ....	40
Abbildung 36: Subregion Frankenthal .....	45
Abbildung 37: Testgebiet Rendsburg .....	46
Abbildung 38: Testgebiet Mannheim .....	47
Abbildung 39: Testgebiet Dresden .....	48
Abbildung 40: Testgebiet Friedrichshafen .....	49

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kartenblätter 1:100 000 der Vorphase und Bearbeiter.....	6
Tabelle 2: Wichtige Daten im Verlauf des Projektes CLC2006, Phase 1.....	8
Tabelle 3: Kooperationspartner im Projekt Aktualisierung CLC2006.....	8
Tabelle 4: Übersicht über die verwendeten digital vorliegenden Zusatzdaten.....	11
Tabelle 5: CLC Nomenklatur der Bodenbedeckungen für Europa.....	13
Tabelle 6: Attribute zur Kennzeichnung des Typs der Änderung und des Status der Änderungen mit Beispielen.....	17
Tabelle 7: Anteil der 5 Hauptklassen an der Gesamtfläche von Deutschland .....	41
Tabelle 8: Dominierende CLC_Changes zwischen 2000 und 2006 in Deutschland .	42
Tabelle 9: Dominierende Veränderungen der Landnutzung/ -bedeckung zwischen 2000 und 2006 in den Alten Bundesländern (Legende siehe Tabelle 8) .....	43
Tabelle 10: Dominierende Veränderungen der Land-nutzung/ -bedeckung zwischen 2000 und 2006 in den Neuen Bundesländern (Legende siehe Tabelle 8).....	43



# 1 Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Im vorliegenden F&E-Vorhaben war es das Ziel, für Deutschland eine **europaweit harmonisierte Aktualisierung der Landnutzung und Landbedeckung auf der Basis von Satellitendaten** aus den Jahren 2005 bis 2007 (mit dem Referenzjahr 2006) zu erstellen. Grundlage war dabei der Klassenkatalog von CORINE Land Cover, der in Europa insgesamt 44 Klassen in einer Hierarchie von 3 Ebenen enthält und in dieser Form auch schon bei der Ersterfassung von CORINE Land Cover 1990 und anlässlich der ersten Aktualisierung (bei CORINE Land Cover 2000) verwendet wurde. In Deutschland sind von diesen Klassen 37 Klassen relevant.

Das Vorhaben beinhaltete zunächst nur die Phase 1 mit der Abdeckung von 50% der Fläche der Bundesrepublik Deutschland. In einem (ab Mai 2008 laufenden) Anschlussvorhaben wurde sodann die zweite Hälfte der Fläche von Deutschland aktualisiert. Die Arbeiten zu den zwei geschilderten Vorhaben sind in ein Gemeinschaftsprojekt mit der EU, der Europäischen Umweltagentur (EEA) und der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) eingebunden und damit Teil der europaweiten Aktualisierung CORINE Land Cover 2006 (CLC2006).

Gegenüber der mit Satellitendaten vom Referenzzeitraum 2000 erfolgten Erfassung CLC2000 stand für die EU und die EEA bei CLC2006 die Erfassung der Änderungen im Vordergrund. Als Mindest erfassungseinheit für die Änderungen der Landbedeckung waren 5 ha definiert (wie auch bei CLC2000), und zwar unabhängig davon, ob es durch die Änderungen zu einer eigenständigen Landbedeckungseinheit von 25 ha als Mindest erfassungseinheit kommt oder nicht. Die Schaffung der Satellitendaten Grundlage sowie die Prozessierung zu ortho- rektifizierten Produkten, die Datenbasis IMAGE2006, erfolgte für alle Mitgliedsländer zentral durch die ESA, finanziell abgedeckt durch EU-Mittel. Die Datenbasis IMAGE2006 besteht aus einer Sommerüberdeckung und zusätzlich aus einer Frühjahrsüberdeckung, um eine bessere Interpretationsgrundlage zu gewährleisten.

In den letzten Jahren wurden verstärkt von einigen EU-Mitgliedsländern Anstrengungen unternommen, auch **nationale Gesichtspunkte** bei der Erstellung des nationalen Datensatzes CLC einzubeziehen und auf vorhandene nationale Programme und Datenbasen aufzusetzen, mit einer anschließenden Anpassung an die Anforderungen auf europäischer Ebene. Dieser Ansatz wird bei den europaweiten Programmen zur Erfassung und Aktualisierung der Landbedeckung „bottom-up approach“ genannt.

Eine entsprechende Diskussion, bestehende Datenbasen in den Aktualisierungsprozess zur Landbedeckung und Landnutzung einzubeziehen, fand auch verstärkt in Deutschland statt. Als vielversprechende kartographische Datenbasis ist dabei ATKIS zu nennen, das „Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem“. **ATKIS** wird auf der Ebene der Bundesländer betrieben und aktualisiert, für die Koordinierung der Gesamtdatenbasis für Deutschland ist das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) zuständig.

Ein besonderer Aspekt bei CORINE Land Cover 2006 in Deutschland war es, in einer Kooperation zwischen UBA, BKG und DLR mit zu untersuchen, inwieweit die Datenbasis von ATKIS in den Aktualisierungsprozess einbezogen werden kann und welche Strategien der Nutzung für zukünftige Kartierungen und Aktualisierungen sinnvoll sind. Insbesondere stand für Deutschland in der Diskussion, die Datengrund-

lage auf die genauere Geometrie von ATKIS und einen daraus abgeleiteten Datensatz zur Landbedeckung, das „**Digitale Landschaftsmodell für Zwecke des Bundes**“ (**DLM-DE**), umzustellen, das in der Verantwortung des BKG liegt. Basierend auf mehreren Testregionen in Deutschland sollten in einer Vorphase die aktuellen CLC-Klassen herkömmlich nach der EEA- Methodik interpretiert werden sowie parallel in einer Studie für das BKG auch durch Ableitung und Aktualisierung von ATKIS-Polygonen gewonnen werden, um dann beide Datensätze und den Aufwand der Erzeugung vergleichen zu können. Auf den Erkenntnissen dieser Vorphase sollte dann das weitere Vorgehen abgestimmt werden.

## 1.2 Voraussetzungen

Die primäre Datengrundlage zur Ableitung von Änderungen der Landbedeckung und Landnutzung bei CORINE Land Cover 2006 waren Satellitendaten des Referenzzeitraums 2006, in der **Datenbasis „IMAGE2006“** EU-weit erhoben und orthorektifiziert, die im Vergleich der Satellitendatenbasis „IMAGE2000“ auszuwerten waren. Im europaweiten Diskussionsprozess nach Erstellung von CLC2000 hatte sich die Notwendigkeit gezeigt, bei den Aufnahmen neben dem Sommeraspekt auch jeweils eine Frühjahrsaufnahme mit hinzuzuziehen, um die Differenzierung bei den landwirtschaftlichen Klassen (die Trennung von Ackerland und Grünland) verbessern zu können. Durch den Ausfall des Satellitensystems von Landsat-7 ETM+ als operationelle Grundlage, das für die Datenbasis IMAGE2000 genutzt wurde, war eine Umstellung auf die Daten von SPOT-4 bzw. SPOT-5 sowie von IRS-P6 LISS-3 notwendig. Infolge der kleineren Gebietsabdeckung dieser Systeme kamen wesentlich mehr Szenen als zum Referenzjahr 2000 ins Spiel, für Deutschland 144 Szenen der Sommerabdeckung und 63 Szenen der Frühjahrsabdeckung (gegenüber 32 ETM+-Szenen bei IMAGE2000).

Auf europäischer Ebene ist CORINE Land Cover 2006 in die verschiedenen Initiativen zu GMES („Global Monitoring for Environment and Security“) eingebunden. CLC2006 ist dort ein Bestandteil des „**Fast Track Service Land**“ (**FTS-Land**), zusammen mit einem Produkt zur Bodenversiegelung im Referenzjahr 2006, dem „**FTS Soil Sealing 2006**“, und einem Produkt zur Ausdehnung der Waldfläche, dem „**FTS Forest Layer 2006**“. Auch diese beiden FTS-Produkte beruhen auf der Satellitendatengrundlage von IMAGE2006. Während der FTS Forest Layer 2006 zur Laufzeit des Projektes (in Phase 1) noch nicht vorlag, konnte der Soil Sealing Layer ab Herbst 2008 als Zusatzdatensatz, insbesondere bei der Erfassung neuer urbaner Flächen, mit einbezogen werden.

Als **weitere Zusatzdaten** standen für Teilgebiete von Deutschland fernerkundungsbasierte Walderhebungen aus dem ESA-Projekt „**GSE Forest**“ zur Verfügung, die insbesondere zur Erfassung neuer Aufforstungsflächen genutzt werden konnten. Aus dem deutschen Projekt „**DeCOVER**“ konnten Kartierungen der Landbedeckung und Landnutzung aus drei vorliegenden Testgebieten mit einbezogen werden, die allerdings nicht alle CLC-Klassen mit abdeckten. Zur Unterstützung durch Referenzinformation konnten die Erhebungsdaten von **LUCAS2000** und **LUCAS2006** mit verwendet werden, die den CLC-Projekten im EU-Kontext zur Verfügung gestellt wurden (s. u.).

Die **besonderen Voraussetzungen** im deutschen Teilprojekt von CLC2006 waren, zunächst zu prüfen, wie die näheren Gegebenheiten für den Gang eines eigenständigen **nationalen Wegs zur Erfassung des aktualisierten Datensatzes CLC2006** waren. Bei dem diskutierten deutschen Ansatz steht die **Verwendung von ATKIS**,

dem „Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem“ (siehe AdV, 2008), im Mittelpunkt, um die spezifische Information zur Landbedeckung und Landnutzung in der genaueren Geometrie und auch zunächst in der genaueren räumlichen Auflösung von ATKIS abzuleiten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Fortführungsstand von ATKIS in den einzelnen Bundesländern und auch hinsichtlich der unterschiedlichen Landnutzungskategorien sehr unterschiedlich ist, mit einer „Spitzenaktualität“ bei der Erfassung der Verkehrsinfrastruktur und der Siedlungsflächen, aber teilweise mehrjährigem Aktualisierungsrückstand bei der Differenzierung in der Land- und Forstwirtschaft und den naturnahen Flächen. So ist die Aktualisierung von ATKIS in den einzelnen Bundesländern stark mit den Befliegungszyklen durch Luftbildflüge (angestrebt z. B. in Bayern: gesamte Neuüberdeckung alle 3 Jahre) und die Befliegungsmuster gekoppelt. Eine aktualisierte Ableitung der Landbedeckung aus den ATKIS-Daten setzt daher eine mit der Ableitung einhergehende Überprüfung und Aktualisierung der ATKIS-Polygone bezüglich der Kategorien von CORINE Land Cover zum angestrebten Referenzjahr voraus, wofür als Datengrundlage wiederum in erster Linie Satellitendaten zum Referenzjahr in Frage kommen.

Die ATKIS-Datensätze der Bundesländer bilden die Grundlage für das „**Digitale Landschaftsmodell für Zwecke des Bundes**“ (DLM-DE), für das das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) mit Hauptsitz in Frankfurt für die diversen kartographischen Belange auf Bundesebene verantwortlich zeichnet, und welches verstärkt für diverse Belange der verschiedenen Ressorts in Wert gesetzt werden soll (Arnold (2009)). Zwei notwendige weitere Schritte sind bei der Nutzung von ATKIS bzw. DLM-DE zur Aktualisierung von CLC zu berücksichtigen: Zum einen ist eine Generalisierung der abgeleiteten LC Einheiten bezüglich der Mindesterfassungseinheiten, die bei CLC für neue Flächen 25 ha betragen, notwendig. Zum anderen stand bei CLC2006 die Ableitung der Änderungen der Landnutzung und Landbedeckung im Vordergrund, die bei einem mit einhergehenden Methodenwechsel nicht durch einfache Differenzbildung der Erhebungsstände von 2006 zu 2000 gewonnen werden können.

Diese **Aspekte der Aktualisierung von CLC bei einem möglichen Methodenwechsel** und der Verwendung von ATKIS sollten in vier Testregionen von Deutschland untersucht werden. Während in einer **Vorphase** des CLC-Projektes die aktuellen CLC-Klassen herkömmlich nach der EEA-Methodik zu interpretieren waren, wurden parallel in einer Studie für das BKG die Ableitung der CLC-Klassen aus den Polygonen des DLM-DE und deren Aktualisierung mittels der Satellitendaten von IMAGE2006 durchgeführt (Bock et al., 2008; Arnold, 2009). Anhand der gewonnenen Erfahrungen bei den Auswertungen in den vier Testregionen und den Erkenntnissen aus den vergleichenden Auswertungen sollte das weitere Vorgehen hinsichtlich CLC2006 abgestimmt werden.

### 1.3 **Wissenschaftlich-technischer Stand**

In den vergangenen Jahren wurden auf europäischer Ebene von der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) und der Europäischen Kommission diverse Programme zur Produktentwicklung und zur Entwicklung von Geoinformationsdiensten gefördert, die ein breites Spektrum von Landanwendungen unterstützen sollen. Die "**GSE Land Information Services**" stützen sich auf Geoinformation zur Landbedeckung und Vegetation, primär basierend auf Daten der Erdbeobachtung. Das GSE-Vorhaben "GSE Land Information Services" wurde von einem europaweiten Konsortium unter Feder-

führung von Infoterra Deutschland durchgeführt (<http://www.gmes-geoland.info/proj/index.php>).

Die Produkte von GSE Land und in diesem Zusammenhang das Produkt *Regional Land Cover* basieren auf der grundlegenden Forderung der Nutzer auf europäischer Ebene nach einem System interoperabler Dienste, welche auf einer gemeinsamen Nomenklatur aufbauen. Berücksichtigung fanden bei der Entwicklung die Ergebnisse von Corine Land Cover, MOLAND sowie die Empfehlung des EU-Projekts „Geoland“ für einen regionalen „Core Service“ zur Landnutzungs- / Landbedeckungskartierung (<http://www.gmes-geoland.info/>).

Im Zusammenhang einer nationalen flächendeckenden Kartierung ist für GSE-Land das Produkt „*Regional Land Cover*“ wesentlich. Die Klasseneinteilung hält sich an die CLC-Nomenklatur, die Diversifizierung geht allerdings zum Teil nur bis zum Level 2 (26 Klassen mit einer Mindestkartierfläche (MKF) von 1 bis 5 ha). Für Deutschland sind bisher insbesondere die Einzugsgebiete von Saar-Mosel und Weser umgesetzt. In Teilen liegen weitere darauf aufsetzende Produkte wie insbesondere die Produkte *Urban Atlas*, *Impervious Areas and Sealing Levels* und *Agricultural Land Use* vor.

In einem weiteren GSE-Projekt eines europäischen Konsortiums, dem „**GSE Forest Monitoring**“ unter der Federführung der GAF AG, wurden verschiedene forstliche Anwendungen unterstützt. Im Zusammenhang mit der Landbedeckung in Deutschland ist insbesondere interessant, dass eine Kartierung der Waldbedeckung nach den Kategorien Laubwald, Nadelwald und Mischwald, basierend auf Satellitendaten zum Stand von (im wesentlichen) 2005, für die neuen Bundesländer, für Schleswig-Holstein und für Teile von Baden-Württemberg vorliegen (<http://www.gmes-forest.info/>).

In den parallel laufenden Projektkomponenten des 6. EU Rahmenprogramms wurde das Integrierte Projekt „**Geoland**“ schon angesprochen. Das Ziel des Konsortiums von Geoland unter der Federführung von Infoterra ist es, eine Reihe von zuverlässigen, erschwinglichen und wirksamen europäischen Geo-Informationendiensten zu demonstrieren und zu entwickeln, die die Ausführung europäischer Direktiven und ihrer nationalen Ausführung sowie europäische und Internationale Grundsätze unterstützen. Es werden sowohl regionale als auch globale Dienste entwickelt.

Die im Zusammenhang mit der Aktualisierung der Landbedeckung in Deutschland relevanten *Regionalen Services*, die sich auf die Ausführung und Unterstützung von neu eingerichteten europäischen Direktiven konzentrieren, waren in die folgenden vier Aufgabenstellungen strukturiert (siehe <http://www.gmes-geoland.info/CS/CSL/index.php> und <http://www.gmes-geoland.info/OS/index.php>):

- *Core Service Land Cover*, der die Observatorien mit Querschneidenden Produkten der Landbedeckung- und Landnutzungsveränderung unterstützt. (16 Klassen, 1 ha MKF).
- *Observatory Nature Protection*, das die Habitaten- und die Vogeldirektive, das Ramsar Abkommen und das Abkommen von Biodiversität anspricht;
- *Observatory Water and Soil*, das die Thematische Strategie für Bodenschutz und die Wasserrahmendirektive anspricht;
- *Observatory Spatial Planning*, das die Europäische Räumliche Entwicklungsperspektive und das Europäische Räumliche Observatoriumsnetz anspricht.

Die oben beschriebenen verschiedenen Dienste-Entwicklungen bedienen sich meist einer Kombination von automatisch bzw. semiautomatisch aus Erdbeobachtungsda-



ten erstellten Vorprodukten zu Hauptklassen und darauf aufbauenden Verfeinerungen, die häufig manuelle / visuelle Arbeitsgänge mit beinhalten.

Die konzeptionellen und strategischen Grundlagen der weiteren Entwicklung europäischer Landkartierungsdienste und deren Verknüpfung mit nationalen Diensten sind in dem Ergebnisdokument der GMES Implementation Group: „**GMES Land Monitoring Core Services - Strategic Implementation Plan**“ definiert

([http://www.gmes.info/fileadmin/user\\_upload/Docs\\_Files/LMCS\\_Strategic\\_Implementation\\_Plan\\_Final.pdf](http://www.gmes.info/fileadmin/user_upload/Docs_Files/LMCS_Strategic_Implementation_Plan_Final.pdf)).

Die Implementierung eines europäischen GMES Land Monitoring Core Services (LMCS) wird im Rahmen des 7. europäischen Forschungsrahmenprogramms durch das 2008 begonnene Projekt „**Geoland2**“ unterstützt. Das Ziel von Geoland2 ist die Vorbereitung, die Validierung und die Demonstration von prä-operationalen Diensten und Produkten, um den GMES LMCS zu unterstützen. Während der Fokus in Geoland die Konsolidierung und in den Komponenten der GSEs die Demonstration der Dienste war, ist der Fokus von Geoland2 der Aufbau, das Design, die Integration und die Erprobung von operationellen Prozessierungslinien und deren großflächige Demonstration in Europa. Diese sind in drei Core Mapping Services (als Basisdienste) und sieben Core Information Services (als spezifischere Dienste) aufgeteilt.

In einer Variante der **Fortführungsstudie von CLC1990** (Deggau et al., 1998) wurde bereits die Nutzung des ATKIS-Datenbestandes untersucht. Als ein Ergebnis resultierte die Erkenntnis, dass der große unterschiedliche Aufnahmezeitraum bei der ATKIS-Datenbasis einen angestrebten Zeitschnitt in einem Referenzzeitraum von 1-3 Jahren ohne sehr umfangreiche Nachbearbeitungen nicht möglich macht. Zum anderen sind diverse umweltrelevante Klassen aus CORINE Land Cover, insbesondere die naturnaheren Vegetationsklassen, nur zum Teil in ATKIS mit erfasst (es fehlen Kategorien wie natürliches Grünland, vegetationsarme Flächen und Wald-Strauch-Übergangsstadien). Auch war die Rechnerkapazität für die Verwaltung des umfangreichen Datenvolumens und die feinskalige Nutzung für CLC in den neunziger Jahren noch eine wesentlich größere Herausforderung.

Ein **Verfahren einer stärker automatischen Vorgehensweise zur Landnutzungskartierung** unter Nutzung objektbasierter Klassifizierungsansätzen wurde am Lehrstuhl für Fernerkundung, Würzburg, sowie am DFD entwickelt (Wehrmann, 2006). Dabei resultierte, dass für die Untersuchungsgebiete von den 37 CLC-Klassen immerhin 13 Klassen im wesentlichen automatisch, weitere 14 Klassen semi-automatisch und 10 Klassen nur durch Integration von visuellen Auswerteverfahren kartiert werden konnten. In einer auf diesem Verfahren aufbauenden Variante wurden insbesondere für urbane Klassen und deren Aktualisierung ATKIS-Daten als eine weitere Ausgangsdatenbasis mit herangezogen (Höfer, 2007; Höfer et al., 2007).

Im Zusammenhang mit Dienste-Entwicklungen zur räumlichen Planung und zur Kartierung der Landbedeckung ist im nationalen (deutschen) Umfeld schließlich das Kooperationsprojekt **DeCOVER** zu nennen (<http://www.decover.info/>). Zielsetzung des Konsortiums bei DeCOVER unter der Koordination der Firma EFTAS ist die Entwicklung von Verfahren zur Aktualisierung von Landbedeckungsdaten für öffentliche Aufgaben, aufbauend auf Erdbeobachtungsdaten, mit einer sowohl räumlichen (mit 1 ha als untere Erfassungseinheit) als auch (teilweise) thematisch feineren Differenzierung als CLC auf europäischer Ebene. Der für DeCOVER entwickelte Klassifizierungsschlüssel enthält nicht alle CORINE Land Cover Klassen der Ebene 3, geht dafür aber bei einigen Klassen, für diverse Aufgabenstellungen, in eine weitere Verfeinerung. Eine Verknüpfung des DeCOVER Datensatzes mit ATKIS- bzw. DLM-DE

Objekten wird in (urbanen) Teilbereichen bereits verfolgt, allerdings ist das primäre Ziel die Erstellung eines unabhängigen Datensatzes. Seit August 2009 läuft die Phase 2 von DeCOVER. In der neuen Phase ist die verstärkte Einbindung von ATKIS- bzw. DLM-DE Objekten eine der primären Zielsetzungen.

#### 1.4 **Planung und Ablauf des Vorhabens**

Der **Antrag auf Zuwendung** zum hier beschriebenen Vorhaben wurde in der endgültigen Fassung Anfang Oktober 2007 eingereicht. Die Aufteilung in die Phasen 1 und 2 erfolgte dabei aus haushaltstechnischen Gründen. Das Vorhaben (Phase 1) wurde zum Startzeitpunkt 7. November 2007 genehmigt. An diesem Tag konnte auch das Kickoff-Meeting mit Vertretern des UBA, des DLR-DFD sowie von vier bereits in der Auswertung von CLC tätigen Firmen durchgeführt werden.

Wie bereits beschrieben, wurden zunächst die Kartierungen der Änderungen (laut EEA-Methodik) in einer **Vorphase** zu Vergleichszwecken in den Regionen durchgeführt, in denen auch im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für das BKG die Ableitung und Aktualisierung von CLC-Klassen aus ATKIS durchgeführt wurden. In der Vorphase von CLC2006 wurden dabei volle Kartenblätter 1:100 000 abgedeckt. Es handelte sich dabei um die Kartenblätter von Rendsburg, Dresden, Mannheim und Friedrichshafen. Die Ableitung der Änderungen der Landnutzung / Landbedeckung in diesen vier Kartenblättern erfolgte über beschränkte Ausschreibungen. Als Ergebnis der Ausschreibung wurden die Kartenblätter von Rendsburg und Mannheim von der Firma EFTAS und die Kartenblätter von Dresden und Friedrichshafen von der Firma Infoterra bearbeitet (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kartenblätter 1:100 000 der Vorphase und Bearbeiter

TK-Nummer	Region	Bearbeiter
C1922	Rendsburg	EFTAS
C5146	Dresden	Infoterra
C6714	Mannheim	EFTAS
C8322	Friedrichshafen	Infoterra

Die **Ergebnisse der Machbarkeitsstudie zur Aktualisierung des DLM-DE** lagen im **Februar / März 2008** vor (Bock et al., 2008). Die Datenbasis des „Digitalen Landschaftsmodell für die Zwecke des Bundes“ (DLM-DE) hat sich dabei grundsätzlich als gute Grundlage für eine Ableitung einer hochauflösenden Datenbasis zur Landbedeckung und Landnutzung entsprechend der Nomenklatur von CORINE Land Cover erwiesen. Allerdings resultierte für die notwendige Aktualisierung des hoch aufgelösten **Basisdatensatzes von DLM-DE** (Mindesterfassungseinheit: 1 ha) auf den „Zeitstempel“ 2006 einen **höheren Bearbeitungsaufwand als vor der Machbarkeitsstudie angenommen**, mit umfangreichen Nachbearbeitungen zur Aggregation, was eine fristgerechte Ableitung von CLC2006 und der Änderungen über die BKG-Initiative der Aktualisierung von DLM-DE als nicht möglich erscheinen ließ. Im April 2008 wurde daher am UBA in Abstimmung mit den beteiligten Ressorts der Ministerien entschieden, die Aktualisierung von CLC2006 noch einmal mit der herkömmlichen Methodik der EEA durchzuführen. Dabei sollte möglichst die Chance genutzt werden, einen hochaufgelösten Datensatz DLM-DE zum Stand von 2006 parallel aufzubauen, der dann für weitere Aktualisierungen nach neuer Methodik für die Ableitung der Änderungen dienen kann.

Im Mai / Juni 2008 erfolgten daher die **beschränkten Ausschreibungen** für die noch fehlende Gesamtfläche der **Phase 1** (50% Abdeckung von Deutschland), die in

drei Lose eingeteilt wurde. Das Los 3 erfasst im Wesentlichen die Bundesländer Sachsen-Anhalt und Sachsen. Die Abgrenzung wurde in dieser Form durchgeführt, um die schon verfügbaren Waldkarten aus dem Projekt GMES Forest Monitoring mit nutzen zu können. Da die Fertigstellung der Waldkarten für Berlin und Brandenburg sowie für Thüringen von Seiten der Firma GAF erst für den Spätherbst 2008 vorgesehen war, wurden diese Bundesländer für das Los 4 in der Phase 2 reserviert. Die Beauftragung der Bearbeitungen für die **Phase 2** (Lose 4 bis 6) erfolgte am 6.11.2008. Die Aufteilung der Lose mit der Zuordnung der beteiligten Firmen sind in der

Abbildung 1 dargestellt.

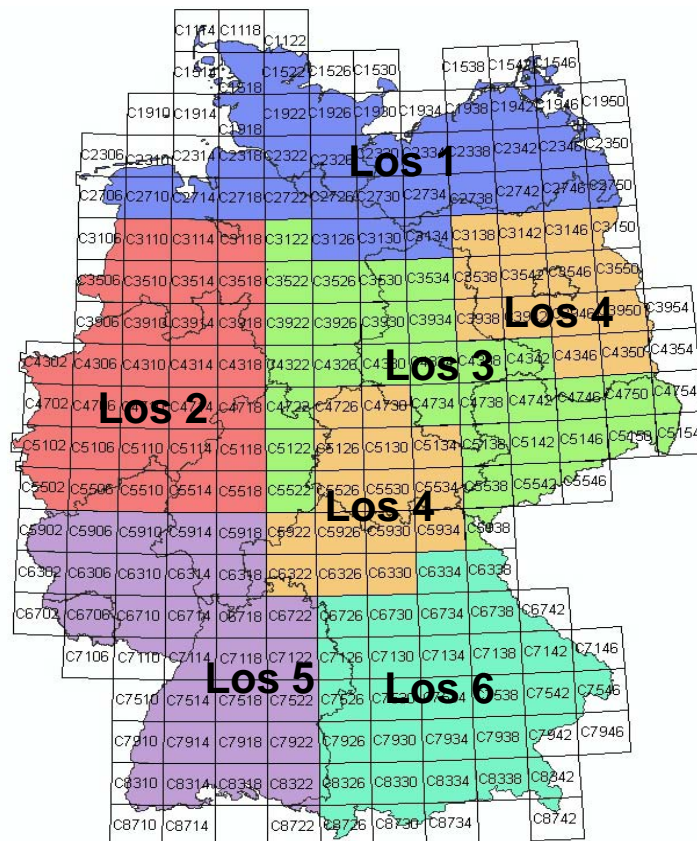


Abbildung 1: Aufteilung der Lose in den Phasen 1 und 2. Neben der Erstreckung der Lose 1 bis 3 (Phase 1) und der Lose 4 bis 6 (Phase 2) sind die Kartiereinheiten der TK100 dargestellt. Beteiligung der Firmen in Phase 1: Los 1: GAF, Los 2: EFTAS, Los 3: Infoterra; in Phase 2: Los 4 & 5: Infoterra, Los 6: EFTAS.

Der Ablauf des Projektes mit den Daten zu den Ausschreibungen und den erfolgten Meetings, u. a. auch den „Verification Meetings“ zu Phase 1 und Phase 2, die zusammen mit Vertretern des ETC LUSI erfolgte, ist in der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Wichtige Daten im Verlauf des Projektes CLC2006, Phase 1

7.11.2007	Projektstart
7.11.2007	Kickoff-Meeting am DLR In Oberpfaffenhofen
18.12.2007	Ausschreibung zur Vorphase (vier TK100) an die Firmen
24.1.2008	Beauftragung der Firmen EFTAS und Infoterra mit der Änderungskartierung in den vier TK100 der Vorphase
13.2.2008	Technisches Meeting in Potsdam bei der Fa. Infoterra
Febr. / März 2008	Fertigstellung der Machbarkeitsstudie in den vier TK100 für das BKG
10.4.2008 (ca.)	Entscheidung durch BMU / UBA zur herkömmlichen Aktualisierung von CLC2006 laut EEA-Methode
19.5.2008	Ausschreibung zur Phase 1 (Lose 1 bis 3) an die Firmen
24.6.2008	Beauftragung der Firmen GAF (Los 1), EFTAS (Los 2) und Infoterra (Los 3)
24.7.2008	Technisches Meeting in München bei der Fa. GAF AG
30.9.2008	Ausschreibung zur Phase 2 (Lose 4 bis 6) an die Firmen
6.11.2008	Beauftragung der Firmen Infoterra (Los 4 und Los 5) und EFTAS (Los 6)
12.2.2009	Abschlussmeeting Phase 1 / Kickoff-Meeting Phase 2 in Dessau am UBA
3.3. bis 6.3.2009	Verifizierungsmeeting für die Phase 1 durch das ETC-LUSI am DLR in Oberpfaffenhofen
27.10. bis 30.10.2009	Verifizierungsmeeting für die Phase 2 durch das ETC-LUSI am DLR in Oberpfaffenhofen
8.12.2009	Abschlussmeeting Phase 2 in Münster bei der Firma EFTAS
21.9.2009	Lieferung der deutschlandweiten Datenprodukte CLC2006 und Change_2006 an die EEA

## 1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Hinsichtlich der Zusammenarbeit sind im deutschen Kontext insbesondere das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie und die im Unterauftrag eingebundenen Firmen der GAF AG, EFTAS und Infoterra zu nennen, daneben das Konsortium des Projektes DeCOVER unter der Leitung von EFTAS. Partner im europäischen Kontext war insbesondere die Europäische Umweltagentur (EEA) als Koordinator der europaweiten Aktualisierung von CORINE Land Cover. Im Auftrag der EEA führte das Konsortium von ETC LUSI, das „European Topic Center for Land Use and Spatial Information“ die Verifizierung der Kartierungsergebnisse durch. Die Behörde EUROSTAT stellte die LUCAS-Daten zur Verfügung.

Tabelle 3: Kooperationspartner im Projekt Aktualisierung CLC2006

Kooperationspartner	Art der Zusammenarbeit
BKG	Untersuchungen zum Einsatz des DLM-DE (ATKIS) für die Ableitung eines hochaufgelösten CLC
EFTAS	Unterauftragnehmer bei der Änderungskartierung in Los 2
GAF	Unterauftragnehmer bei der Änderungskartierung in Los 1
Infoterra	Unterauftragnehmer bei der Änderungskartierung in Los3
Konsortium von DeCOVER unter Leitung von EFTAS	Verfügungstellung der Testdaten von DeCOVER;
EEA	Auftraggeber der europaweiten Aktualisierung CLC2006
ETC-LUSI	Externe Qualitätskontrolle / Verifizierung der Aktualisierung
EUROSTAT	Verfügungstellung der Stichproben von LUCAS zur Erfassung der Landbedeckung / Landnutzung in 2000 und 2006

## 2 Methodik

### 2.1 Datengrundlage

Die hauptsächliche Datengrundlage zur Ableitung der Landbedeckungsänderungen laut CLC zwischen den Referenzjahren 2000 und 2006 bildeten die Satellitendaten der Datenbasis IMAGE2000 und IMAGE2006. Daneben standen eine Reihe von Zusatzdaten mit Teilinformationen zur Landbedeckung/ Landnutzung zur Verfügung, aus vergangenen GMES-Projekten der ESA (so dem Projekt GMES Forest Monitoring) sowie dem GMES Fast Track Service „Soil Sealing“, dem Projekt LUCAS sowie dem deutschen DeCOVER-Projekt. Im Zuge der Zusammenarbeit mit dem BGK standen ab ca. Februar 2009 auch für die gesamte Losüberdeckung der Lose 1 – 6 Daten des DLM-DE zur Verfügung.

#### 2.1.1 Satellitendaten

Die Satellitendatengrundlage zum Referenzjahr 2006 sowie die Prozessierung zu ortho-rektifizierten Produkten, die **Datenbasis IMAGE2006**, erfolgte für alle beteiligten Mitgliedsländer zentral durch die ESA, finanziell abgedeckt durch EU-Mittel. Die Datenbasis IMAGE 2006 besteht dabei aus einer Sommerüberdeckung und zusätzlich aus einer Frühjahrsüberdeckung, jeweils aus den Jahren 2005 – 2007, um eine bessere Interpretationsgrundlage insbesondere bei der Differenzierung von Ackerland und Grünland in der Landwirtschaft zu haben. IMAGE 2006 diente auch als Grundlage für die Ableitung des höher aufgelösten speziellen thematischen Landnutzungsproduktes „FTS Soil Sealing“ im Rahmen der GMES Fast Track Services (Grünreich, 2007), siehe [http://www.gmes.info/fileadmin/user\\_upload/Docs\\_Files/LMCS\\_Strategic\\_Implementation\\_Plan\\_Final.pdf](http://www.gmes.info/fileadmin/user_upload/Docs_Files/LMCS_Strategic_Implementation_Plan_Final.pdf).

Wegen der Ausfallprobleme von Landsat-7 wurden zur Abdeckung für den Referenzzeitraum 2005 bis 2007 in IMAGE2006 die Daten von SPOT-4 HRV, SPOT-5 HRV sowie des indischen Satelliten IRS-P6 LISS-III genutzt. Sie wurden im Auftrag der ESA zentral am DLR-Institut „Methoden der Fernerkundung“ (IMF), dem Schwesterinstitut des DFD im Cluster „Angewandte Fernerkundung“, ortho-rektifiziert und den beteiligten Staaten in einer räumlichen Auflösung von 20 m multispektral in der jeweils gewünschten nationalen Projektion. Die Lieferung von zusätzlichen panchromatischen Kanälen der SPOT-Sensoren war nicht vorgesehen. Da die Schwadbreite (Überdeckungsbreite) von IRS-P6 LISS-3 140 km (statt ca. 180 km bei Landsat) und bei den SPOT-Sensoren sogar nur 60 km beträgt, ist die Datenbasis von IMAGE 2006 wesentlich inhomogener als bei IMAGE 2000.

Die Referenzdatengrundlage IMAGE2000 beruht auf ebenfalls ortho-rektifizierten Satellitenbildprodukten, für den Referenzzeitraum 1999 bis 2001 standen die Daten des mit 25 m Auflösung zur Verfügung bzw. zusätzlich auch noch der panchromatische ETM+ Kanal in 12,5 m Auflösung. Die eigentliche geometrische Auflösung von Landsat-7 ETM+ liegt multispektral aber nur bei ca. 30 m, ist also geringer als die der SPOT Sensoren und auch des IRS-P6 LISS-III Sensors.

In den Abbildung 2 und Abbildung 3 sind die Szenenüberdeckungen von IMAGE2000 sowie von IMAGE 2006 Frühjahr und IMAGE2006 Sommer dargestellt.

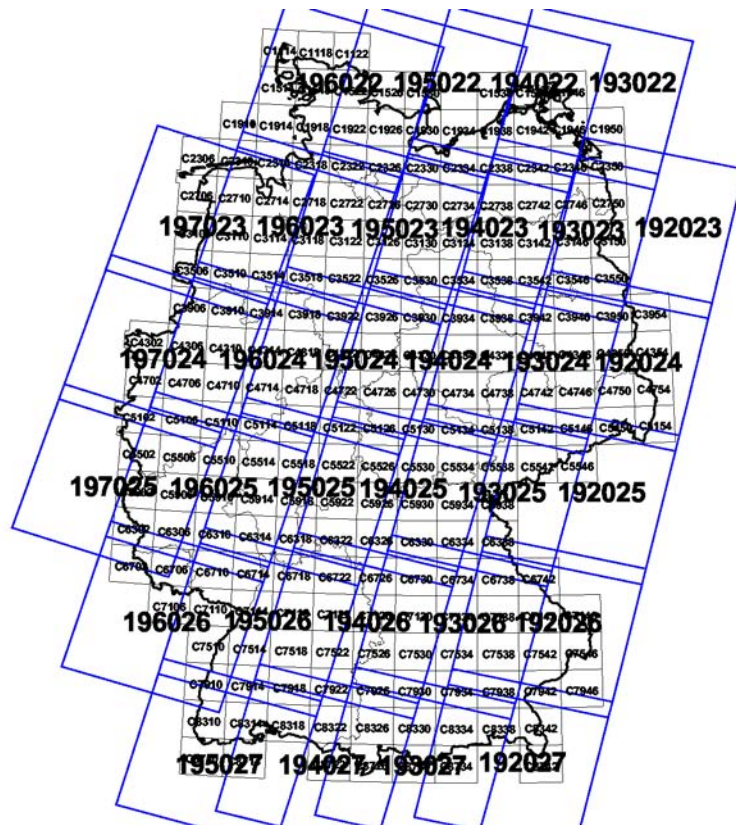


Abbildung 2: Landsat-Überdeckung von Deutschland in der Datenbasis IMAGE2000, mit den Kartierungs-einheiten der TK100. Dabei entsprechen die ersten drei Ziffern der Szenenbezeichnung dem Path, die letzten beiden Ziffern der Row der Landsat7 ETM+ Daten.

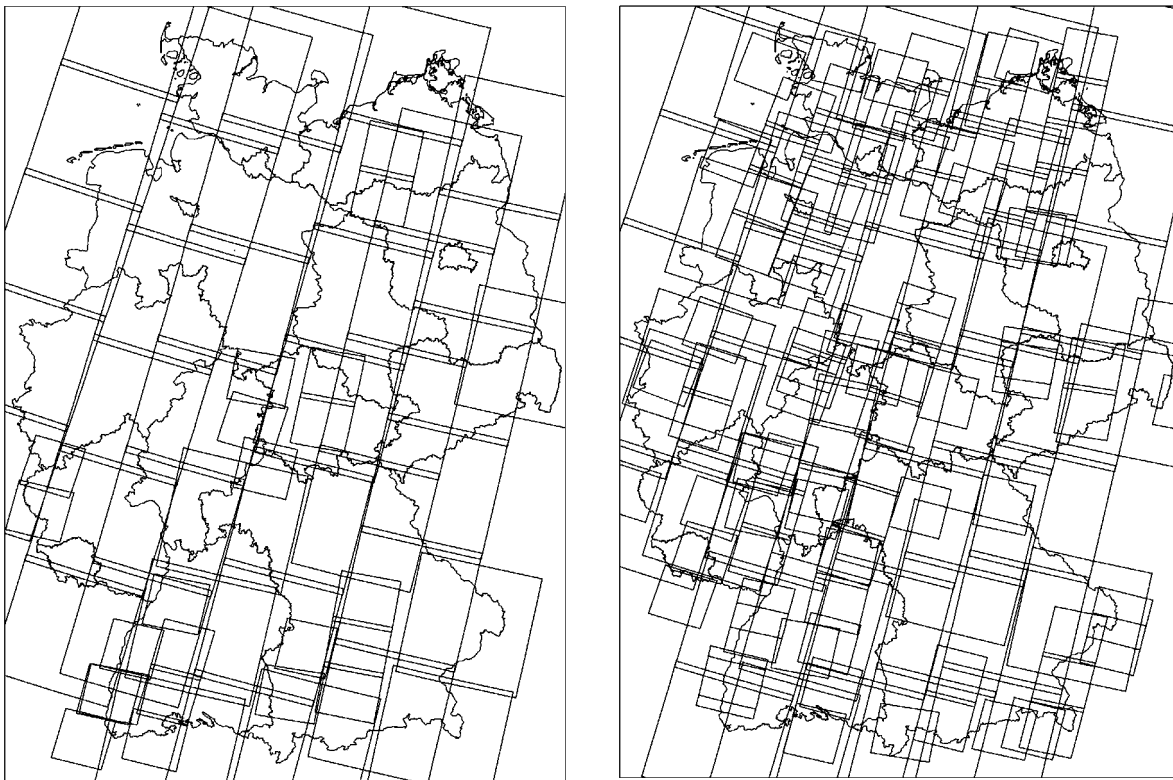


Abbildung 3: Überdeckung von Deutschland in der Datenbasis IMAGE2006 mit den Daten von SPOT-4 und SPOT-5 MS sowie von IRS-P6 LISS III, links die Frühjahrsüberdeckung und rechts die Sommerüberdeckung

## 2.1.2 Zusatzdaten

Wie schon erwähnt, konnten im Projekt als Zusatzinformationen diverse Teilinformationen zur Landbedeckung/ Landnutzung aus vergangenen GMES-Projekten der ESA genutzt werden, so zu Waldbeständen aus dem Projekt **GMES Forest Monitoring** sowie zu den versiegelten Flächen die Daten des GMES Fast Track Service **FTS „Soil Sealing“**. Land Cover Informationen standen auch in Testgebieten des deutschen **DeCOVER-Projekts** zur Verfügung, wobei die Regionen von Herne, Dresden sowie eine Region westlich von Rendsburg in Schleswig-Holstein Teile der Lose 1 bis 3 abdeckten. Von EUROSTAT wurden für die CLC-Kartierungen die auf Sampling-Basis erhobenen Daten zur Landbedeckung / Landnutzung sowie Geländefotos von **LUCAS2000** und **LUCAS2006** zur Verfügung gestellt. Im Zuge der Zusammenarbeit mit dem BGK standen ab ca. Februar 2009 auch für die gesamte Losüberdeckung der Lose 1 – 6 Daten des **DLM-DE** zur Verfügung, die zum Zeitpunkt Mitte 2006 „eingefroren“ wurden, allerdings unterschiedliche Aktualität der Erfassung aufwiesen und nicht auf einen Referenztermin wie Mitte 2006 aktualisiert waren.

Als weitere Zusatzdaten sind Luftbildinformationen zu nennen, die für viele Bundesländer mittlerweile als **Ortho-Luftbildprodukte in Web-Diensten** – und alternativ in Kartendarstellungen - über diverse Geo-Portale im Internet abrufbar sind. Als praktisches Einstiegsportal auch für andere Bundesländer hat sich dabei die Seite der Bayerischen Landesvermessung [www.gdi.bayern.de](http://www.gdi.bayern.de) herausgestellt. Für ergänzende Darstellungen ist hier auch Google Maps / Google Earth zu nennen.

Für städtische Bereiche wurden diverse **Stadtpläne** und **internet-basierte Stadtplaninformationen** genutzt, um daraus insbesondere die funktionale Nutzung in bebauten Regionen zu entnehmen bzw. auch bei lockerer Bebauung zwischen permanenten Siedlungen und Erholungsgebieten mit Gartenhäusern bzw. Wochenendhäusern zu differenzieren.

Die verwendeten Zusatzdaten sind in der Tabelle 4 zusammenfassend aufgeführt.

Tabelle 4: Übersicht über die verwendeten digital vorliegenden Zusatzdaten

Zusatzdaten	Erläuterung	Datenhalter / Datenprovider
FTS Soil Sealing	Abgrenzung versiegelter Flächen, Versiegelungsgrad, Status 2006, DE gesamt	EEA Kopenhagen und Infoterra GmbH als Service Provider
GSE Forest Monitoring	Waldflächen, Laubwald / Nadelwald (tw. LN-Mischwald), 2005/2006, MV, SH, SN,ST	UBA Dessau und GAF AG als Service Provider
DeCOVER Testdaten	DeCOVER Klassen in den Testgebieten Dresden, Herne, SH (westlich Rendsburg)	DeCover-Konsortium unter EFTAS, Münster
LUCAS 2006, LUCAS 2000	LC / LU und Geländefotos, auf Stichprobenraster in DE	EUROSTAT Luxemburg
DLM-DE (2006) (nicht aktualisiert)	DLM-DE Flächeninformationen laut ATKIS Nomenklatur, DE gesamt	BKG, Frankfurt

## 2.2 Interpretation und Kartierung der Änderung

### 2.2.1 Nomenklatur der CLC-Klassen

Grundlage hinsichtlich der Einstufung der Änderungen der Bodenbedeckung ist die aus drei Klassifizierungsebenen bestehende Nomenklatur von CORINE Land Cover.

Die oberste Ebene wird durch die fünf Hauptklassen „Bebaute Flächen“, „Landwirtschaftliche Flächen“, „Wälder und naturnahe Flächen“, „Feuchtfleichen“ und „Wasserflächen“ gebildet. Die Diversifizierung auf den darunter liegenden Ebenen 2 und 3 wird stark durch die umweltbezogene und auch naturschutzpolitische Relevanz der Klassen geprägt. In Europa sind es auf dritter Ebene 44 Klassen, von denen in Deutschland 37 relevant sind. Die Einteilung der CLC-Klassen auf der europäischen Ebene ist in Tabelle 5 dargestellt. Bei der Zuordnung der Klassen im hierarchischen System wird mit einer Tripeldarstellung gearbeitet, so bezeichnet 312 zum Beispiel die Bodenbedeckungsklasse der Nadelwälder. Dabei wird die Hauptklasse 1 der bebauten Flächen in erster Linie nicht durch Landbedeckungen, sondern durch Landnutzungen, also durch funktionelle Klassen, gebildet (weitere Erläuterungen siehe z. B. bei Keil et al., 2005 a bzw. b).

In der CLC-Nomenklatur der Bodenbedeckungen sind mehrere Klassen mit heterogener Struktur definiert. Diese Bodenbedeckungsarten setzen sich aus Bodenbedeckungseinheiten zusammen, die jeweils die Erfassungsuntergrenze von 25 ha unterschreiten, jedoch ein charakteristisches Muster der Bedeckung wiedergeben. Hierzu gehören die landwirtschaftlichen Flächen heterogener Struktur und zum Teil auch die Mischwälder. So besteht z.B. die heterogene Klasse 242 – „Komplexe Parzellenstrukturen“ aus den homogenen Anteilen Ackerflächen, Dauerkulturen und Grünland oder aus zwei Anteilen dieser Flächen. Dabei sollte aber keine der Flächenanteile 75 % oder mehr im Polygon einnehmen, da dann in die dominierende Klasse, z. B. in 211 – Ackerflächen, zu generalisieren ist (Bewahrung des Dominanzprinzips bei heterogenen Landnutzungen).

Eine Legende der in Deutschland vorkommenden CLC-Klassen in einer standardisierten Farbzuordnung ist in der Abbildung 4 dargestellt.

## 2.2.2 Konzept und Vorgehensweise der Änderungserfassung

Bei der Aktualisierung der CORINE Land Cover Datenbasis 2006 steht im europaweiten Kontext die Erfassung der Änderungen im Vordergrund. Dabei ist als Ergebnis des CORINE Update Prozesses in den EEA-Guidelines festgelegt, dass Änderungen der Landnutzung in der Nomenklatur der CLC-Klassen ab einer Erfassungsuntergrenze von 5 ha auch aufzunehmen sind, wenn die so zu kartierende Änderungsfläche sich (aufgrund der Mindesterfassungseinheit von 25 ha für neue CLC-Flächen) gar nicht in der Datenbasis von CLC 2006 wiederfindet. Diese Fälle der „isolierten Veränderungspolygone“ waren bei der Erhebung von CLC 2000 in Deutschland nicht erfasst worden. In der Anfangszeit des CLC2000-Projektes bestand Einvernehmen, dass parallel die zwei Bedingungen zu erfüllen waren: die neuen Flächen mussten mehr als 25 ha aufweisen, und zusätzlich mussten die Veränderungspolygone mindestens 5 ha groß sein. Der damalige Ansatz bei CLC2000 stellte so bei einem großen Teil der beteiligten Länder wie auch Deutschland den aktualisierten Zustand in 2000 in den Vordergrund.



Tabelle 5: CLC Nomenklatur der Bodenbedeckungen für Europa

<b>CORINE Land Cover Nomenklatur der Bodenbedeckungen</b>		
<b>Ebene 1</b>	<b>Ebene 2</b>	<b>Ebene 3</b>
1 Bebaute Flächen	11 Städtisch geprägte Flächen	111 Durchgängig städtische Prägung
		112 Nicht durchgängig städtische Prägung
	12 Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen	121 Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen
		122 Straßen-, Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen
		123 Hafengebiete
		124 Flughäfen
	13 Abbauflächen, Deponien und Baustellen	131 Abbauflächen
		132 Deponien und Abraumhalden
		133 Baustellen
	14 Künstlich angelegte, nicht landwirtschaftlich genutzte Grünflächen	141 Städtische Grünflächen
		142 Sport- und Freizeitanlagen
	2 Landwirtschaftliche Flächen	21 Ackerflächen
212 <i>Regelmäßig bewässertes Ackerland</i>		
213 <i>Reisfelder</i>		
22 Dauerkulturen		221 Weinbauflächen
		222 Obst- und Beerenobstbestände
		223 <i>Olivenhaine</i>
23 Grünland		231 Wiesen und Weiden
24 Landwirtschaftliche Flächen heterogener Struktur		241 <i>Einjährige Kulturen in Verbindung mit Dauerkulturen</i>
		242 Komplexe Parzellenstrukturen
		243 Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe
		244 <i>Land- und forstwirtschaftliche Flächen</i>
3 Wälder und naturnahe Flächen		31 Wälder
	312 Nadelwälder	
	313 Mischwälder	
	32 Strauch- und Krautvegetation	321 Natürliches Grünland
		322 Heiden und Moorheiden
		323 <i>Hartlaubbewuchs</i>
		324 Wald-Strauch-Übergangsstadien
	33 Offene Flächen ohne / mit geringer Vegetation	331 Strände, Dünen und Sandflächen
		332 Felsflächen ohne Vegetation
		333 Flächen mit spärlicher Vegetation
		334 Brandflächen
		335 Gletscher und Dauerschneegebiete
4 Feuchtflächen	41 Feuchtflächen im Landesinnern	411 Sümpfe
		412 Torfmoore
	42 Feuchtflächen an der Küste	421 Salzwiesen
		422 <i>Salinen</i>
		423 In der Gezeitenzone liegende Flächen
5 Wasserflächen	51 Wasserflächen im Landesinnern	511 Gewässerläufe
		512 Wasserflächen
	52 Meeressgewässer	521 Lagunen
		522 Mündungsgebiete
		523 Meere und Ozeane

<b>BEBAUTE FLÄCHEN</b>	<b>WÄLDER UND NATURNAHE FLÄCHEN</b>
<b>STÄDTISCH GEPRÄGTE FLÄCHEN</b>	<b>WÄLDER</b>
■ 111 Durchgängig städtische Prägung	■ 311 Laubwälder
■ 112 Nicht durchgängig städtische Prägung	■ 312 Nadelwälder
<b>INDUSTRIE-, GEWERBE- UND VERKEHRSFLÄCHEN</b>	■ 313 Mischwälder
■ 121 Industrie- und Gewerbeflächen	<b>STRAUCH- UND KRAUTVEGETATION</b>
■ 122 Straßen, Eisenbahn	■ 321 Natürliches Grünland
■ 123 Hafengebiete	■ 322 Heiden und Moorheiden
■ 124 Flughäfen	■ 324 Wald- Strauch-Übergangsstadien
<b>ABBAUFLÄCHEN, DEPONIEREN und BAUSTELLEN</b>	<b>OFFENE FLÄCHEN OHNE / MIT GERINGER VEGETATION</b>
■ 131 Abbauflächen	■ 331 Strände, Dünen und Sandflächen
■ 132 Deponien und Abraumhalden	■ 332 Felsflächen ohne Vegetation
■ 133 Baustellen	■ 333 Flächen mit spärlicher Vegetation
<b>GRÜNFLÄCHEN</b>	■ 334 Brandflächen
■ 141 Städtische Grünflächen	■ 335 Gletscher und Dauerschneegebiete
■ 142 Sport- und Freizeitanlagen	<b>FEUCHTFLÄCHEN</b>
<b>LANDWIRTSCHAFTLICHE FLÄCHEN</b>	<b>FEUCHTFLÄCHEN IM LANDESINNERN</b>
<b>ACKERFLÄCHEN</b>	■ 411 Sümpfe
■ 211 Nicht bewässertes Ackerland	■ 412 Torfmoore
<b>DAUERKULTUREN</b>	<b>FEUCHTFLÄCHEN AN DER KÜSTE</b>
■ 221 Weinbauflächen	■ 421 Salzwiesen
■ 222 Obst- und Beerenobstbestände	■ 423 In der Gezeitenzone liegende Flächen
<b>GRÜNLAND</b>	<b>WASSERFLÄCHEN</b>
■ 231 Wiesen und Weiden	<b>WASSERFLÄCHEN IM LANDESINNERN</b>
<b>HETEROGENE LANDWIRTSCHAFTLICHE FLÄCHEN</b>	■ 511 Gewässerläufe
■ 242 Komplexe Parzellenstrukturen	■ 512 Wasserflächen
■ 243 Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung	<b>MEERESGEWÄSSER</b>
	■ 521 Lagunen
	■ 522 Mündungsgebiete
	■ 523 Meere und Ozeane
	■ Flächen außerhalb des Bearbeitungsgebietes

Abbildung 4: Farblegende zu den Bodenbedeckungsklassen in Deutschland

Für die Aktualisierung CLC2006 ist der Ansatz „Change first“ klar in den Guidelines zu CLC 2006 festgelegt (Büttner & Kosztra, 2007). Im Prozess der Erfassung und Kartierung der Änderungen sind darüber hinaus auch zusätzlich technische Änderungen und notwendige Korrekturen aufzunehmen, um in der Lage zu sein, den Status der Landbedeckung in 2006 über GIS-Verknüpfungen zu bilden (Keil, 2008).

In der Abbildung 5 sind die beiden Ansätze schematisch dargestellt. Bei der Aktualisierung CLC2006 in den Mitgliedsstaaten ist der Ansatz wie auf der rechten Seite dargestellt verpflichtend.

Die Verknüpfung von realen Änderungen allein mit der Ausgangsdatenbasis von CLC 2000 ergibt nur eingeschränkt einen sinnvollen neuen Zustandslayer für CLC 2006. Erst mit zusätzlichen Informationen in einem technischen Änderungslayer gelingt dies, der auch kleinere Bodenbedeckungseinheiten berücksichtigt, die unter den zwei unterschiedlichen Mindestkartiereinheiten (MMU = 5 ha bei Änderungen, MMU = 25 ha bei neuen Polygonen) liegen.

Zudem hängt die Güte der GIS-Ableitung von CLC2006 von einer möglichst richtigen Ausgangssituation in 2000 ab. Bei den einzubringenden Korrekturen wurden in der Datenerhebungsanleitung primär Korrekturen im Kontext von urbanen Klassen, Waldklassen und Wasserklassen bestimmt, insbesondere im Umfeld von realen Änderungen, sowie klar zu identifizierende Korrektursituationen in der Landwirtschaft. Bei den meist nur monotemporal vorhandenen Landsat-7 Daten in IMAGE2000 war ohne zusätzliche Referenzinformation in vielen Fällen keine eindeutige Ackerland- oder Grünland-Zuweisung möglich.

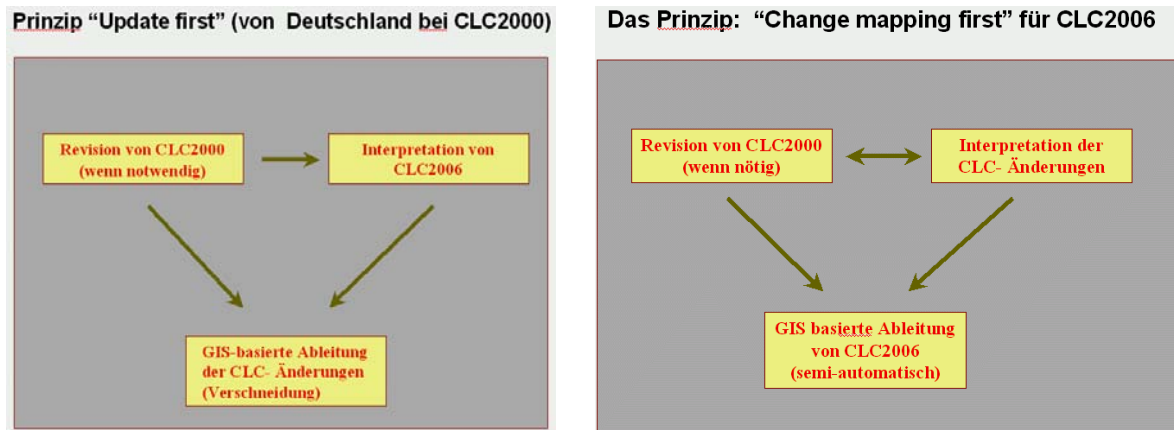


Abbildung 5: Schematische Darstellung der beiden unterschiedlichen Ansätze zur Aktualisierung von CLC

Das Prinzip der „technischen Änderung“ und die Notwendigkeit, diese Information einzubeziehen, sei an einem kleinen Beispiel veranschaulicht: Ein isolierter Baggersee sei in 2000 erst 21ha groß gewesen, er ist deshalb in CLC2000 nicht mit erfasst. Eine Vergrößerung um 6 ha bringt seine Fläche nunmehr auf 27 ha, also einer Fläche oberhalb der Mindestfläche. Durch die Generalisierung (Auslassung des Sees) in 2000 ist er im Vektordatensatz CLC 2000, der Basis für die Addition des Change-Layers, nicht vorhanden. Eine GIS-Verknüpfung der Informationsebenen von CLC2000 und CLC\_Change\_2000-2006 würde allein wegen nur 6 ha Zuwachsfläche keinen Baggersee (bzw. kein Polygon mit dem Attribut „512“ für stehendes Gewässer) in CLC 2006 ergeben. Erst die technische Zusatzinformation (die Ergänzungsfläche „Gewässer“ von 21 ha in 2000 und 2006) als „technische Änderung“ ermöglicht die Aufnahme des Baggersees mit der Größe von 27 ha in CLC 2006.

Zwei weitere Beispiele mit Situationen von „technischen Änderungen“ im Umfeld realer Änderungen sind in den Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellt. Alle dargestellten Situationen dienen einer realeren Darstellung der Bodenbedeckungssituation in CLC2006.

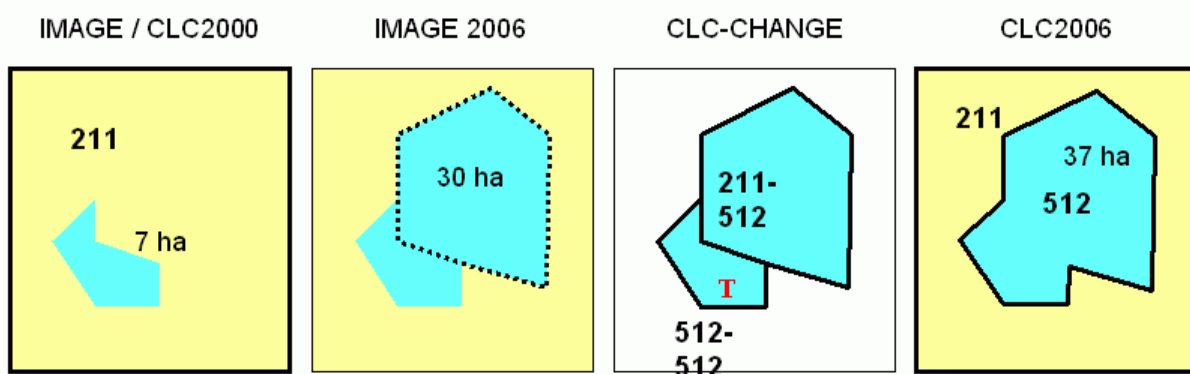


Abbildung 6: Beispiel zur Einführung eines Polygons mit technischer Änderung (Ch-T 512-> 512), um die frühere Wasserfläche von 7 ha (diese war aus Generalisierungsgründen mit einer Fläche unter 25 ha nicht in CLC2000 erfasst) für die Gesamtfläche des Gewässers in CLC2006 einbeziehen zu können.

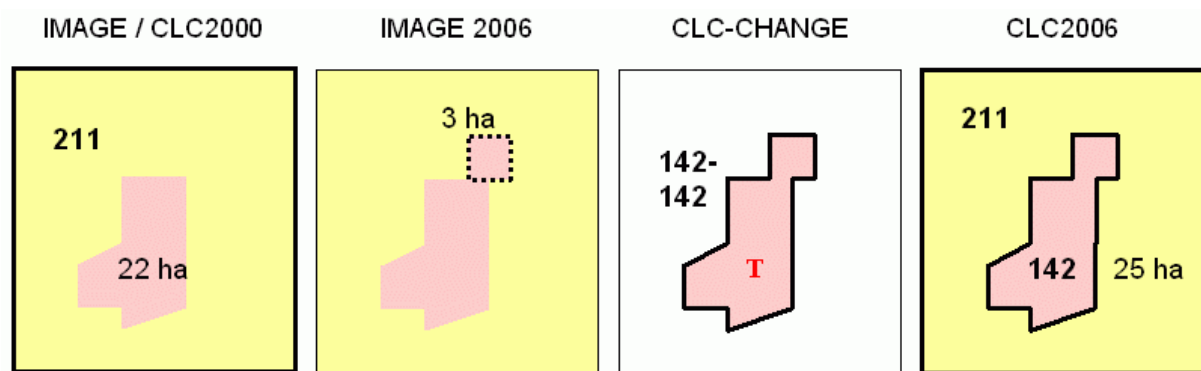


Abbildung 7: Einsatz einer technischen Änderung bei neuer Erholungsfläche. In diesem Beispiel wird das Gesamtpolygon (mit der Altfläche von 22 ha und der Änderung 3 ha, also unter den 5 ha Mindesterfassungsfläche im Change-Layer) als technische Änderungsfläche erfasst, um die Erholungsfläche 142 in CLC2006 erfassen zu können.

Ein komplexeres Beispiel aus der Praxis für die Abgrenzung von technischen Änderungen neben realen Änderungen im Zusammenhang mit Änderungen in einem Tagebauegebiet zeigt Abbildung 8.

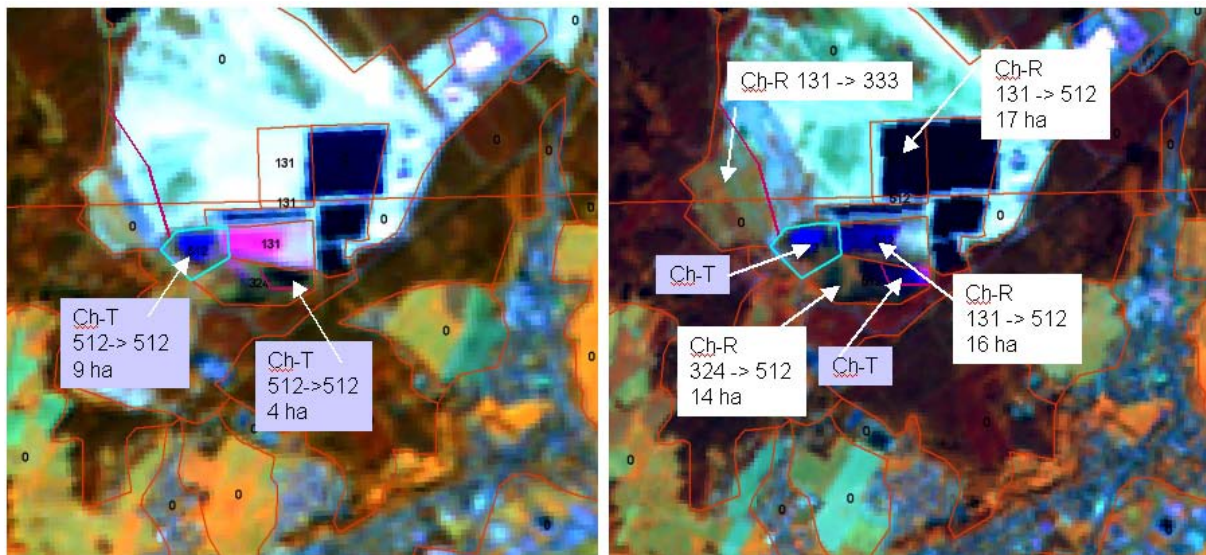


Abbildung 8: Einsatz von technischen Änderungen („technical changes“ - Ch-T) neben realen Änderungen („real changes“ – Ch-R) bei der Entwicklung in einem Tagebauegebiet (Tagebau: CLC-Code 131).

Da die Änderungsflächen direkt im Vergleich der Situation in den Satellitendaten von IMAGE 2006 gegen die von IMAGE 2000 ermittelt wurden (und nicht gegenüber der Vektordatenbasis von CLC2000), war es nicht notwendig, zusätzlich auf die Vorgeschichte in den Daten von 1990 zurückzugehen. Es war aber zu beachten, ob Änderungen der Landbedeckung, z. B. bei der Ausdehnung urbaner Bereiche, wirklich erst im Zeitraum von 2000 bis 2006 erfolgten, oder ob die Änderungen schon zwischen 1990 und 2000 vorlagen, aber bei der Aktualisierung zu CLC2000 nicht erfasst worden waren. Im letzten Fall war die neu zu erfassende urbane Fläche als Korrektur bezüglich des Standes von 2000 aufzunehmen. Dabei waren neue Polygone in den jeweiligen Masterdatensatz der Lose zu integrieren und das Attribut NTYP-AEND zur Kennzeichnung des Änderungstyps in der Änderungsfläche (bzw. der notwendigen Korrektur) zu nutzen, unter zusätzlicher Angabe des Status in 2000 und in 2006. Die vereinbarten Kennungen des Änderungstyps sind mit Beispielen in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Attribute zur Kennzeichnung des Typs der Änderung und des Status der Änderungen mit Beispielen

NTYP-AEND	NST-2000	NST-2006	Bedeutung des Beispiels
1	211	231	Reale Änderung von Ackerland (211) zu Wiese/Weide (231)
2	311	311	Korrektur zu Laubwald (311)
3	121	121	Technische Änderung zu Gewerbegebiet (121)
0	0	0	Keine Änderung im Polygon (es bleibt bei der Klasse wie in CLC2000 erfasst)

Wie bei der Planung und des Ablaufs des Vorhabens beschrieben (siehe Kapitel 1.4), wurde im April 2008, basierend auf den Erfahrungen der Machbarkeitsstudie im Auftrag des BKG (Bock et al., 2008), entschieden, die Veränderungserfassung für CLC2006 nochmals unter Nutzung dieser EEA-Methodik durchzuführen. Parallel sollte der Aufbau des höher aufgelösten Land Cover Datensatzes basierend auf DLM-DE (in Verantwortung des BKG) möglichst parallel vorangetrieben werden. Daher lag für die Lose 1 bis 3 sowie die anschließende Phase 2 die Methodik des Vorgehens bei der Änderungserfassung in Form der EEA-Vorgehensweise fest.

Für die Interpretation der Änderungen wurde insbesondere die ESRI-Software ArcMap sowie das Bildverarbeitungsmodul ERDAS IMAGINE, daneben teilweise auch ArcView 3.x verwendet, teilweise wurden bei den Firmen entwickelte „Fachschalen“ eingesetzt. Dabei hat sich für die Interpretation und Kartierung der Änderungen sowohl bei den beteiligten Firmen als auch am DLR-DFD der Einsatz von verlinkten Fenstern mit den Satellitendaten von 2000 und 2006 sehr bewährt, der bei ArcGIS durch das Zusatztool „ArcMap Tweaks“ im Layout-Modus möglich ist.

### 2.3 Ableitung von CLC2006

Die primäre Bedeutung der Änderungserfassung bei der Aktualisierung CLC2006 im europäischen Kontext wird auch dadurch unterstrichen, dass laut den EEA-Guidelines (Büttner & Kosztra, 2007) angestrebt wurde, die Datenbasis CLC 2006 durch einen hohen Anteil von automatischer GIS-Prozessierung zu gewinnen, unter Zusammenführung der (möglichst korrigierten) Ausgangssituation in 2000 und der realen Änderungen. Dabei waren die Regeln von Mindestflächen von 25 ha bei neuen Polygonen bzw. auch verkleinerten Polygonen sowie bei langgestreckten Objekten von Mindestlängen von 100 m einzuhalten. In Deutschland war es der Wunsch, die GIS-Ableitung selbst durchzuführen, kombiniert mit zusätzlicher manueller / visueller Kontrolle bezüglich einer angemessenen Generalisierung zum Status in 2006.

Wichtige Hilfsmittel, die Situation in 2006 möglichst adäquat zu beschreiben, sind dabei die erfassten technischen Änderungen im Umfeld realer Änderungen, die vorher schon vorhandene (aber zu kleine) Teilflächen mit der gleichen Klasse der Änderungsfläche mit in die GIS-Ableitung einbeziehen lassen. Ein entsprechendes Beispiel wurde bereits in der Abbildung 6 dargestellt. Bei der Gewinnung des CLC2006 Datensatzes ist es also einmal wichtig, ein konsistentes CLC 2000 als Ausgangsbasis zu haben (mit Korrekturpolygonen, wo nötig) und zum anderen eine gute Erfassung der realen wie auch der technischen Änderungen anbinden zu können.

Bei der notwendigen Generalisierung zu kleiner Flächen in 2006 ist es weiterhin eminent wichtig, die Aggregation mit den in Frage kommenden größeren Nachbarpolygonen so durchzuführen, das möglichst die größte „thematische Verwandtschaft“ mit der zu kleinen neu resultierenden Fläche berücksichtigt wird. Dabei sollte möglichst die Zuordnung durchgeführt werden, die auch der Interpret visuell / manuell nach der von ETC-LUSI ausgegebenen „Ähnlichkeitstabelle“ anwenden würde. Diese Prio-

ritätstabelle ist im Anhang II dargestellt. Es werden die Prioritäten (höchster Wert: 1) angegeben, mit der eine zu kleine Fläche dem in Frage kommenden Nachbarn zuzuschlagen ist.

In der Abbildung 9 sind zwei Fälle dargestellt, bei der die automatische Zuordnung der zu kleinen CLC2006-Fläche in befriedigender Form erfolgt ist, einmal für eine zu kleine Industriefläche (121), einmal für eine zu kleine Ackerfläche (211).

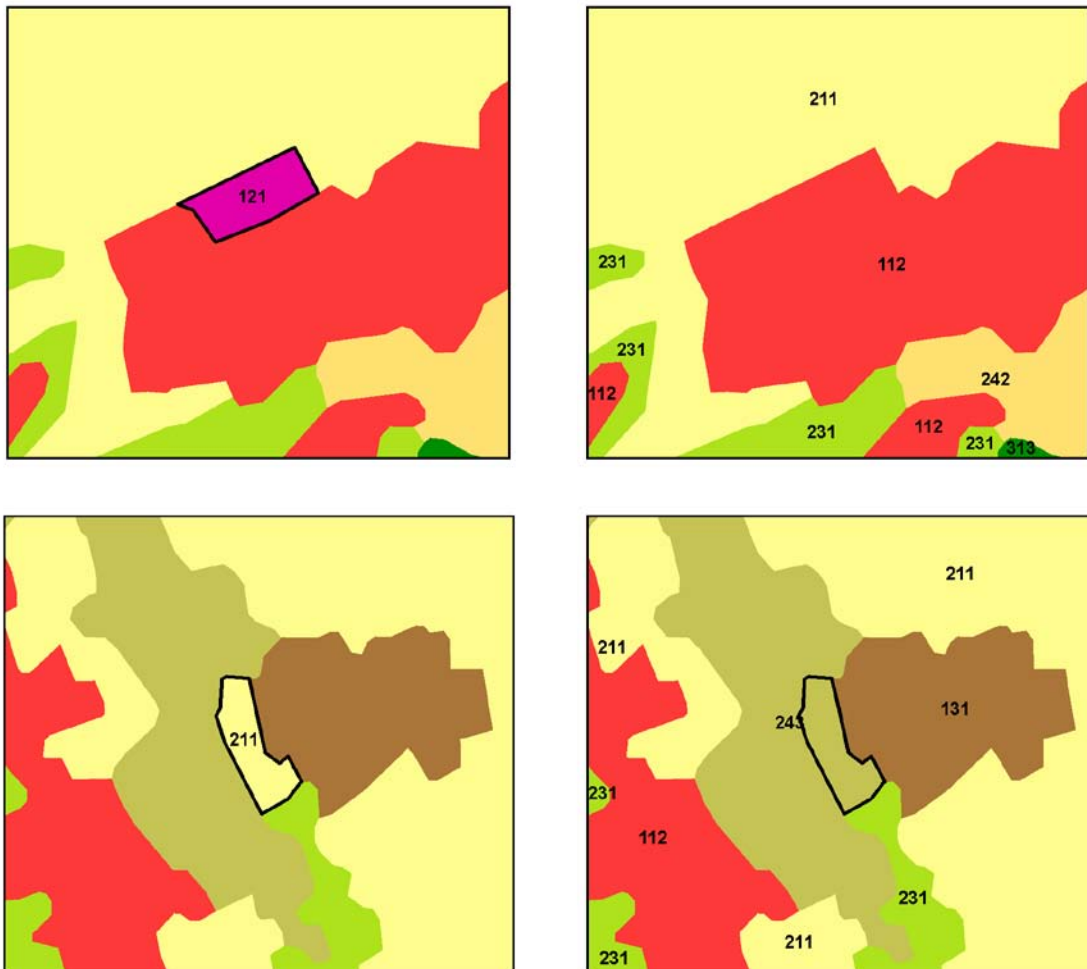


Abbildung 9: Beispiele der automatischen Aggregation zu kleiner entstandener CLC2006-Polygone. Die automatische Zuweisung konnte akzeptiert werden.

Die Abbildung 10 zeigt eine komplexere Ausgangssituation, eine „Minifläche“ von Wald-Strauch-Übergang (324) neben zwei „Miniflächen“ von Nadelwald (312), umgeben von Laubwald (311) und heterogenen Landwirtschaftsflächen (242). Die Reihenfolge bei der Abarbeitung der zu kleinen Flächen war wohl ungünstig, so dass zunächst die „Minifläche“ 312 durch den Nachbarn „311“ ersetzt wurde, obwohl bei Ersetzen der Minifläche „324“ mit „312“ die Mindestkartierfläche für den Nadelwald (312) eingehalten wird. Hier musste nachträglich eingegriffen und entsprechend umgewidmet werden (Resultat rechts).

Insgesamt musste in allen Losen nur bei unter 5 % der zu kleinen CLC2006-Flächen manuell eingegriffen werden.

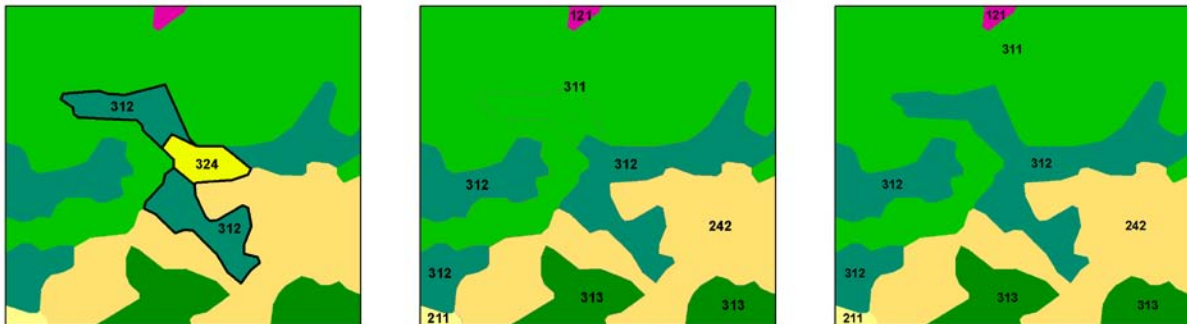


Abbildung 10: Komplexe Ausgangssituation bei Waldflächen im abgeleiteten CLC2006 (links), mit nicht befriedigender Aggregation (Mitte) und der korrigierten Aggregation (rechts).

## 2.4 Qualitätssicherung und Verifizierung

Die Qualitätssicherung erfolgte in den verschiedenen Tasks des Projektes. So wurden die Satellitendaten von IMAGE2006 als Eingangsdaten stichprobenhaft hinsichtlich ihrer Lagegenauigkeit gecheckt und hinsichtlich der Passfähigkeit zwischen den Daten von 2000 und 2006 überprüft, mit einer positiven Bewertung der geometrischen Genauigkeit der Satellitenbildprodukte.

Um eine möglichst harmonisierte Interpretation der Änderungen zu gewährleisten und Trends bei der Interpretation diskutieren zu können, erfolgten die Lieferungen und auch die Qualitätskontrolle in verschiedenen Teillieferungen von ca. 10 bis 20 TK100-Kartenblättern. Da die neue Version von ArcGIS keine Digitalisierung auf der Ebene der ArcCoverages mehr erlaubt und daher zwischenzeitlich in das ESRI Shapeformat umgewandelt werden musste, wurden die Zwischenprodukte für die Qualitätskontrolle und die nachträgliche Einarbeitung von Korrekturen auf der Basis von Shape-Files durchgeführt. Das finale Produkt der Firmen war aber als ArcCoverage abzuliefern, da auch die Endlieferung an die EEA in diesem Format erfolgen soll.

### 2.4.1 Thematische Kontrolle am DFD

Nach den Teillieferungen eines Datensatzes mit den interpretierten Änderungen an das DFD wurde der Masterdatensatz mit den enthaltenen drei Arten von Änderungen (mit NTYP-AEND=1 als reale Änderung, NTYP-AEND=2 für eine Korrektur, NTYP-AEND=3 für eine technische Änderung; NTYP-AEND=0: keine Änderung) und der Beschreibung der aus den Satellitendaten interpretierten Klassenzustände in 2000 (unter NST-2000) und 2006 (unter NST-2006) Kartenblatt für Kartenblatt thematisch auf die Konsistenz der Interpretation hin untersucht. Dabei wurden die verschiedenen Zusatzattribute, insbesondere das Zusatzattribut „NOTIZ“ mit Bemerkungen des zuständigen Interpreten hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit der Interpretationsentscheidungen zu Rate gezogen. Die thematische Kontrolle wurde unter Nutzung der GIS-Systeme ArcInfo und ArcView durchgeführt, teilweise ergänzt durch das Bildverarbeitungssystem ERDAS IMAGINE.

Die Korrekturvorschläge wurden als Polygon-Shape-Files mit neu aufzunehmenden Polygonen mit der entsprechenden Belegung (NTYP-AEND, NST-2000, NST-2006, Notiz-DFD) an die Unterauftragsnehmer weitergeleitet bzw. auch für reine notwendige Attributänderungen (z. B. Korrektur mit NTYP-AEND=2 anstelle realer Änderung mit NTYP-AEND=1) genutzt.

Die Korrektorempfehlungen waren von den Unterauftragnehmern in entsprechenden Umwidmungen der Codes oder aber auch der Generierung zusätzlicher Polygone mit

entsprechender Belegung umzusetzen, bzw. bei abweichenden Interpretationsschlüssen waren diese als Kommentar am entsprechenden Polygon der zweiten Lieferung anzubringen.

Nach der Lieferung der korrigierten Datensätze durch die Unterauftragnehmer und erfolgter technischer Kontrolle am DFD wurde eine zweite thematische Korrekturrunde durchgeführt, die sich auf strittige Interpretationen und komplexere Landnutzungsmuster konzentrierte. Weitere Korrekturdurchläufe stellten sich auf Grund der Verifizierungsmeetings durch das ETC-LUSI als notwendig heraus.

#### **2.4.2 Technische Kontrolle am DFD**

Die finalen Datenlieferungen der Unterauftragnehmer erfolgten in Form von Coverages im ArcInfo-Exportformat. Nach erfolgreichem Import wurden die Datensätze einer semiautomatischen technischen Prüfung unterzogen. Die Abbildung 11 gibt einen Überblick über diese Kontrollen. Für die technische Kontrolle wurde ArcInfo Workstation, ArcView 3.3. und ArcGIS 9.3 eingesetzt. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen des Projektes eine Reihe von AML-Skripten, ArcView-Erweiterungen und Python Skripten genutzt. Die Tests auf ungewöhnliche Änderungen wurden auch für die Zwischenlieferungen zusammen mit den thematischen Prüfungen eingesetzt.

Die technischen Kontrollen dienen der Gewährleistung einer topologisch einwandfreien Datenkonsistenz, der Einhaltung der angeforderten minimalen Kartiereinheiten sowie der formalen Prüfung der thematischen Attribute und sind für die Endabgabe notwendig. Nähere Informationen zu den technischen Prüfroutinen sind (bei ähnlichen Prüfaufgaben) dem Endbericht zu CLC2000 zu entnehmen (Keil et al, 2005a).

#### **2.4.3 Verifizierung durch das Team des ETC-LUSI**

Die Verifizierung der CLC-Produkte der Phase 1 durch das Technische Team des ETC-LUSI erfolgte auf einem Verifizierungs-Meeting im März 2009. Bei dem Meeting konnten 39 von 113 Kartenblättern abgedeckt werden, wobei insbesondere an den Küstenbereichen von Los 1 ein großer Teil der TK100 nur teilweise von Land bedeckt ist. Von der Fläche der in der Verifizierung abgedeckten Gebiete her wurden knapp 50 % erfasst. Die Verifizierung der CLC-Produkte der Phase 2 erfolgte auf dem Verifizierungs-Meeting im Oktober 2009. Bei diesem Meeting konnten 34 von 101 Kartenblättern abgedeckt werden, wobei Kartenblätter an den Grenzen Deutschlands nur in geringfügigem Umfang Berücksichtigung fanden.

Die Zielsetzung des ETC-TE im Auftrag der EEA war, die Ergebnisse der Interpretation anhand eines Verifizierungsplans und vorausgesuchten Samplingregionen zu überprüfen. Vorkommende systematische Fehlinterpretationen bzw. erkannte Abweichungen gegenüber der definierten Nomenklatur für CLC2000 sollten diskutiert und für Korrekturen durch das nationale Team markiert werden. Die Überprüfung erfolgte an zwei verschiedenen Terminen im Gesamtprojekt (Phase 1 und Phase 2 zusammengefasst), um in den nachfolgenden Arbeitsgebieten eine möglichst abgestimmte Interpretation zu gewährleisten. Kartierungsgrundlage bei der Verifizierung waren die Produkte von IMAGE2000 und IMAGE2006, teilweise wurden auch Referenzinformationen, die auch dem Interpretationsteam und dem DFD zur Verfügung standen, hinzugezogen.



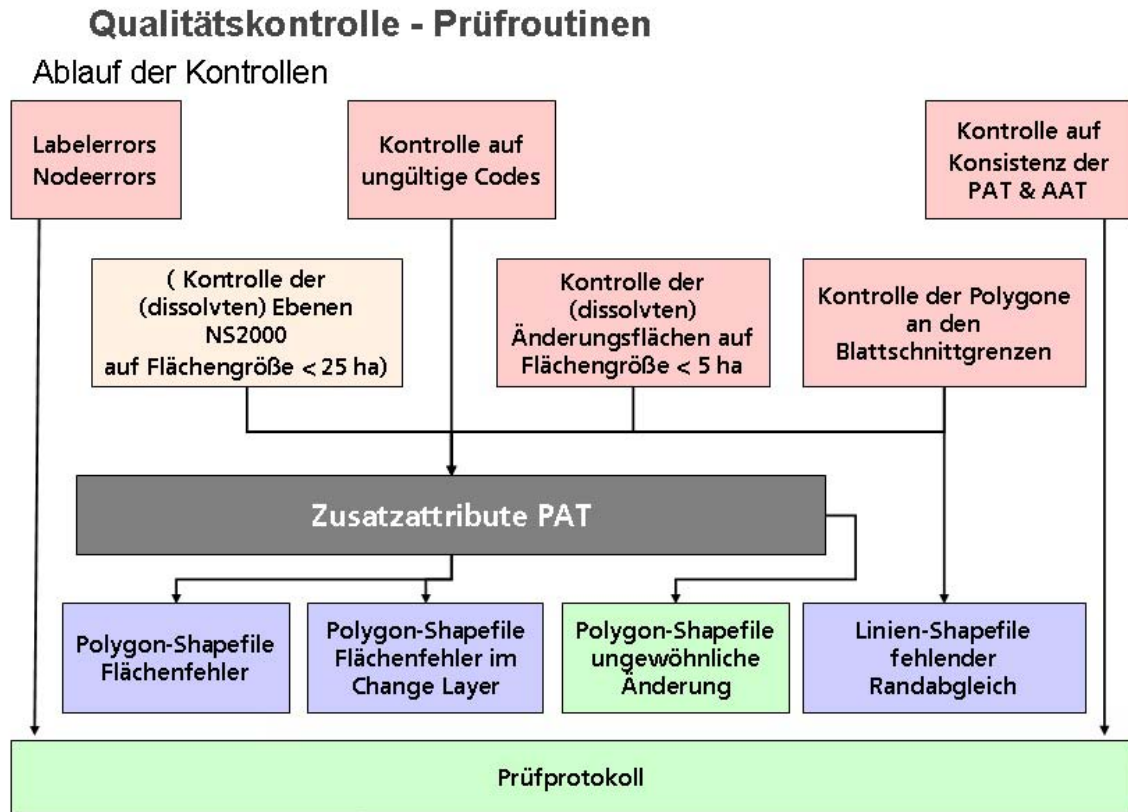


Abbildung 11: Ablauf der technischen Kontrolle der Interpretations- und Kartierungsergebnisse am DFD

Insgesamt wurden während des ersten Verifizierungsmeetings am DFD 39 Kartenblätter überprüft; davon wurden 22 akzeptiert, 15 mit Bedingungen akzeptiert und 2 zurückgewiesen (Büttner & Kosztra, 2009 a). Die Korrekturvorschläge des ETC-TE wurden im Wesentlichen eingearbeitet und bei der stichprobenhaften Inspektion auf dem 2. Verifizierungsmeeting im Oktober 2009 auch akzeptiert. Während des 2. Verifizierungsmeetings am DFD wurden 34 Kartenblätter überprüft; davon wurden 8 akzeptiert, 21 mit Bedingungen akzeptiert und 5 zurückgewiesen (Büttner & Kosztra, 2009 b). Auch die Korrekturvorschläge des ETC-TE zum zweiten Verifizierungsmeeting wurden im Wesentlichen eingearbeitet.

## 2.5 Testvergleiche von CLC2006 laut EEA und abgeleitet aus dem DLM-DE

In der Vorphase wurden die Kartenblätter TK100 von Rendsburg, Dresden, Mannheim und Friedrichshafen einmal laut den Guidelines der EEA hinsichtlich der Veränderungen zwischen 2000 und 2006 bearbeitet. In der parallel laufenden Machbarkeitsstudie für das BKG (Bock et al., 2008) wurden für Teile dieser vier TK das digitale Landschaftsmodell für Zwecke des Bundes (DLM-DE) hinsichtlich der CLC-Klassen umgesetzt und auch mit den Satellitendaten von IMAGE2006 aktualisiert. Anhand von Testvergleichen unter Nutzung von ArcGIS sollten diese zwei unterschiedlich abgeleiteten CLC2006-Datensätze hinsichtlich der geometrischen Passfähigkeit und der thematischen Ähnlichkeit und Konsistenz verglichen werden sowie auch der Aufwand der Erzeugung miteinander verglichen werden.

Dabei war ein wesentlicher Aspekt, die hochaufgelöste Datenbasis des aktualisierten DLM-DE geeignet zu generalisieren bzw. zu der Mindestauffassungseinheit von 25 ha hin zu aggregieren, um auch die europaweiten Spezifikationen erfüllen zu können.

Bei der Untersuchung verschiedener Ansätze der Aggregation und Generalisierung wurde insbesondere die Prioritätentabelle von ETC-LUSI hinsichtlich der Zuordnung von zu kleinen Flächen zu geeigneten Nachbarpolygonen genutzt. Für die entsprechende Zuordnung wurde ein Python-Script zur Einbindung in ArcGIS entwickelt und für die entsprechende Aggregation in den vier Testregionen eingesetzt. Dabei war es zunächst notwendig, resultierende langgestreckte Polygone, meist Straßenbegleitgrün, parallel zu Straßenzügen, speziell vorzubehandeln (Nieland, 2009). Zudem hat es sich als positiv erwiesen, zunächst eine Zwischenversion mit 5 ha als Mindest erfassungseinheit abzuleiten, um nicht zu unterschiedliche Polygongrößen verarbeiten zu müssen. Das Verfahren wurde in einer parallel an die CLC-Projekte angebotenen Diplomarbeit weiter entwickelt und getestet und ist dort detailliert beschrieben (Nieland, 2009).

## **2.6 Datenintegration und Gesamtaufbau der Datenbasis**

Der Gesamtaufbau der Datenbasis schließt für die Lose 1 bis 6 einen konsistenten Übergang hinsichtlich der Korrekturen und Änderungen an den Kartenblattschnitten (Aufgabe der Unterauftragnehmer) und an den Losgrenzen ein. Der Gesamtaufbau für Deutschland konnte erst im Rahmen der Phase 2 abgeschlossen werden. Neben der Änderungsdatenbasis CLC\_2006\_Change (reale Änderungen gegenüber 2000, dazu extra markiert technische Änderungen) waren dabei die durch GIS-Verarbeitung abgeleitete Datenbasis von CLC zum Status 2006 (CLC2006) abzuliefern.

### 3 Ergebnisse der Kartierung

Im Kapitel 3 werden zunächst Beispiele für die im Projekt abgeleiteten Produkte gegeben. Es schließt sich eine Diskussion zu den Erfahrungen aus der Interpretation und der Veränderungskartierung an, gefolgt von weiteren Beispielen von ermittelten Änderungssituationen.

#### 3.1 Die CLC-Produkte

Wie besprochen, bestehen die beiden Endprodukte einmal aus dem Veränderungslayer CLC\_2006\_Change mit den Änderungsflächen zwischen 2000 und 2006 sowie dem (aus dem Ausgangsstatus in 2000 und den Änderungen) abgeleiteten Layer CLC2006 zum Status in 2006. Der mittels Überarbeitung entstandene Layer CLC2000\_kor ist ein Zwischenprodukt, die Korrekturen sind wichtig für einen möglichst realitätsbezogenen Layer CLC2006. Es ist aber nicht vorgesehen, den korrigierten Layer CLC2000\_kor als revidierten Layer herauszugeben, wie es im Vorprojekt mit CLC1990\_rev getan wurde. Die Änderungsflächen enthalten sowohl den Status der Bodenbedeckung von 2000 als auch den Status von 2006.

In den Master-Datensätzen während der Kartierung war auch jeweils das Attribut der zugehörigen Kartierungseinheit (TK 1:100 000) enthalten, die in dem Endprodukt für die EEA nicht gewünscht sind. Durch GIS-Überlagerungen mit dem TK-Layer stehen neben der Gesamtüberdeckung von Deutschland auch die beiden Vektorprodukte CLC\_2006\_Change und CLC2006 für einzelne Kartenblätter zur Verfügung. Abbildung 12 zeigt als Beispiel für das Kartenblatt C5106 Köln zunächst Sätze der zugrunde liegenden Satellitendaten von 2000 (IMAGE2000) und 2006 (IMAGE2006, Frühjahrsüberdeckung sowie Sommerüberdeckung). Die Abbildung 13 enthält dann dazu den korrigierten Datensatz CLC2000\_kor, den Änderungsdatensatz sowie den abgeleiteten Datensatz CLC2006.

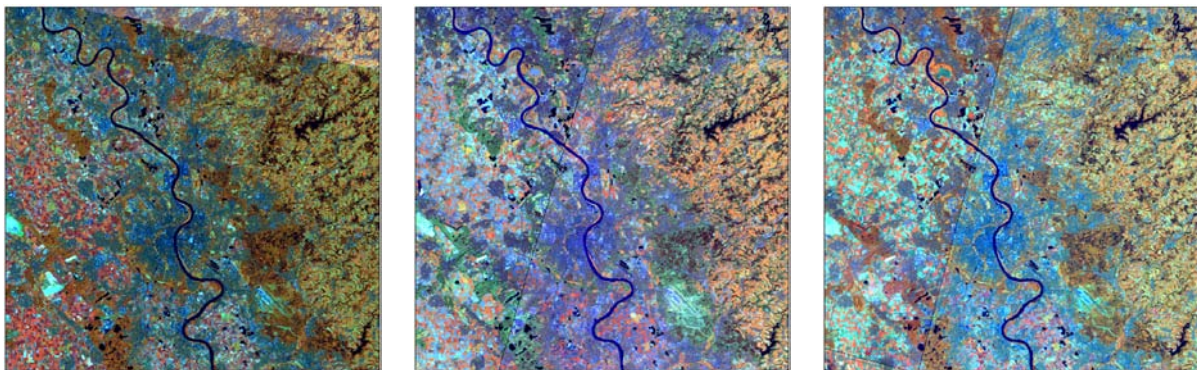
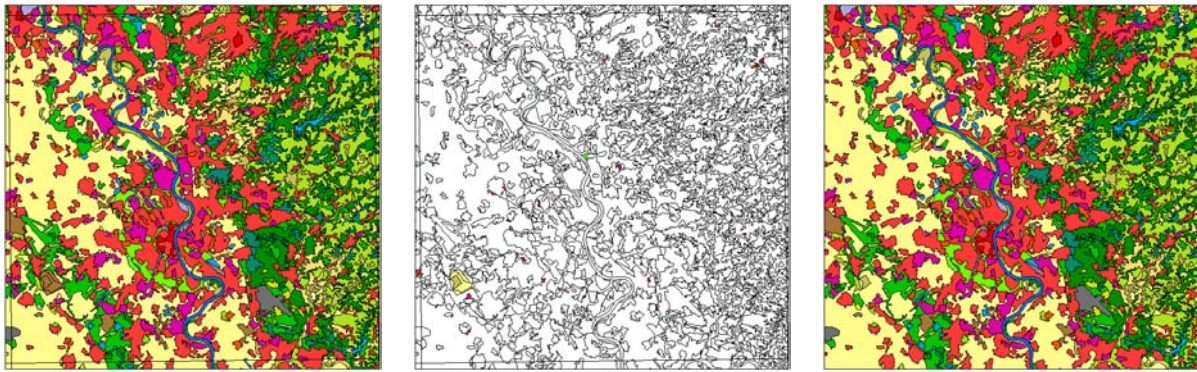


IMAGE2000-Datensatz:  
Landsat-7 ETM+, v. 15.5.2000  
(im N) und 5.7.2001 (im S)

IMAGE2006 Frühjahr:  
IRS-P6 LISS-3 vom 12.3.2007  
(im W) und 1.4.2005 (im E)

IMAGE2006 Sommer:  
IRS-P6 LISS-3 vom 18.8.2005  
(im W) und 1.7.2006 (im E)

Abbildung 12: Die Satellitendaten als Eingangsdatensätze für die Interpretation und Kartierung der Änderungen sowie der Überarbeitung der Situation in 2000. Links: Landsat7 Datensatz aus IMAGE2000; Mitte: Frühjahrszene aus IMAGE2006; rechts: Sommerszene aus IMAGE2006. Das Beispiel bezieht sich auf das Kartenblatt C5106 Köln.



Überarbeitetes Zwischenprodukt CLC2000\_kor

Erfasste reale Änderungen zwischen 2000 und 2006 (Status 2006)

Abgeleiteter Layer CLC2006

Abbildung 13: Beispiel der resultierenden CLC-Produkte, dargestellt laut der Farblegende von Abbildung 4, am Beispiel des Kartenblattes C5106 Köln.

### 3.2 *Erfahrungen bei der Interpretation*

Im Folgenden sollen einige Erfahrungen bei der Interpretation bzw. bei der nachfolgenden Qualitätskontrolle bildhaft dargestellt und diskutiert werden. Zunächst wird auf den Nutzen der diversen Zusatzdaten bei der Interpretation eingegangen. Dann erfolgt eine Diskussion der Erfahrungen gegliedert in Abschnitte der unterschiedlichen Hauptklassen.

#### 3.2.1 **Verwertung der Zusatzinformationen bei der Interpretation der Änderungen**

Der hilfreichste Zusatzdatensatz für die Interpretation und Abgrenzung von Änderungen war der **FTS Soil Sealing Layer 2006**, der half, die Änderungsflächen bei der Ausdehnung von bebauten Flächen zu erkennen, oder auch (wenn schon in 2000 erkennbar) notwendige Korrekturflächen zu identifizieren. Da der Soil Sealing Layer auch Tagebauflächen mit enthält, bei der die Oberschicht mit Humus bzw. Vegetation abgetragen ist, konnten diese Daten auch für die Überarbeitung der Abgrenzung von Abbauflächen genutzt werden - häufig schlecht gegen vegetationsfreie Ackerflächen. Ein Beispiel für notwendige Korrekturen im Siedlungsbereich und auch für Abbauflächen (im Zusammenhang mit IMAGE2000) zeigt die Abbildung 14.

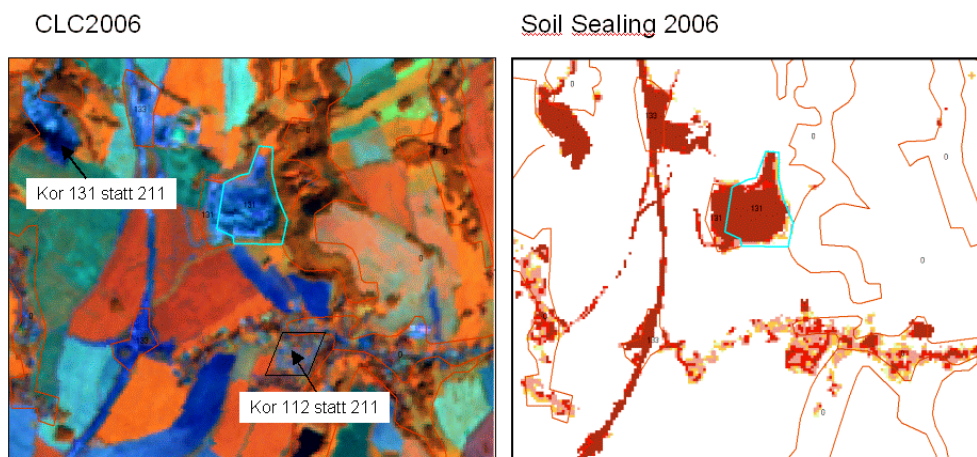


Abbildung 14: Beispiel für den Einsatz des Soil Sealing Layers zur Überarbeitung bzw. Änderungserfassung von bebauten Flächen und Abbauflächen.

Ebenfalls sehr hilfreich war (sofern vorhanden) der **GMES Forest Monitoring Layer** als Zusatzebene, um besser (teilweise neue) Waldflächen gegen Landwirtschaftsflächen abzugrenzen. Ein Beispiel ist in Abbildung 15 dargestellt.

Die **LUCAS-Daten** waren teilweise auch von Nutzen, allerdings liegt ihr Wert mehr beim Einsatz in ansonsten eher unbekanntenen Regionen. Bei Zweifelsfällen hinsichtlich der Interpretation waren die nur auf groben Samplingsrastern vorhandenen Daten meist dann nicht im Umfeld der kritischen Polygone vorhanden.

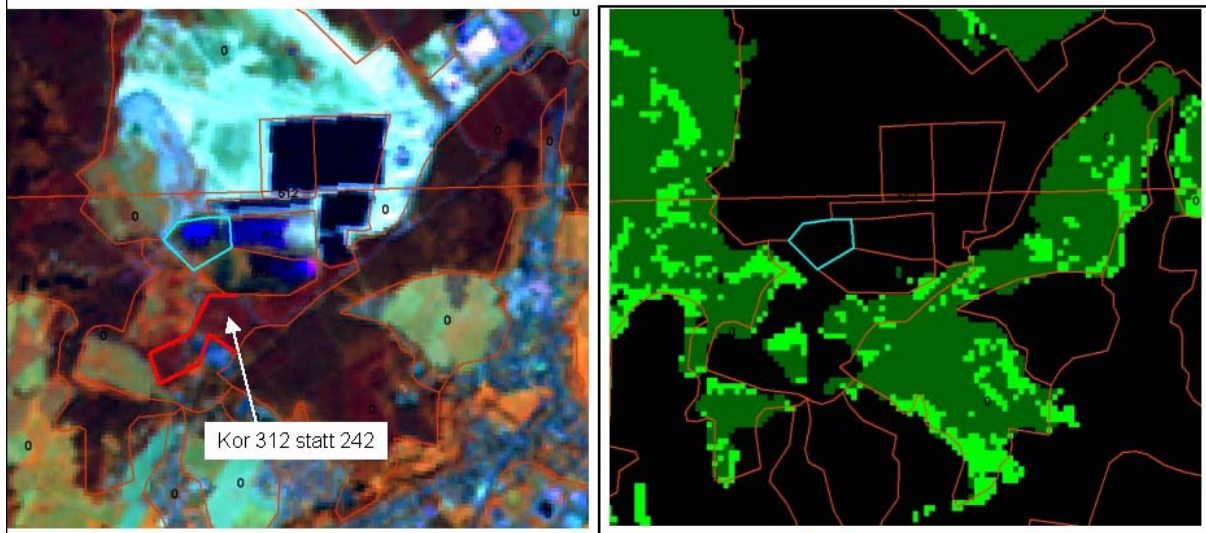


Abbildung 15: Beispiel für den Einsatz des GMES-Forest-Layers als Zusatzinformation bei der Abgrenzung von Waldflächen und landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Die **DLM-DE-Daten** zum „Einfrierungszeitraum Mitte 2006“ standen erst ab Februar 2008 zur Verfügung, konnten aber insbesondere bei der Qualitätskontrolle als „Zusatzindikator“ bei der Abgrenzung von Acker- und Grünlandflächen eingesetzt werden. Auch für die Abgrenzung von bebauten Flächen waren sie von Nutzen. Einschränkung ist aber zu sagen, dass Industrie- und Gewerbeflächen im Datensatz von DLM-DE häufig auch Teilflächen im Planungsstadium mit enthalten, die in IMAGE2006 noch im alten Zustand, z. B. als Ackerland, erschienen und noch dieser Kategorie zuzuweisen waren.

### 3.2.2 Interpretation Bebaute Flächen

Bei der Erfassung von Änderungen im Umfeld bebauter Flächen bzw. bei der Identifizierung des Bebauungszustandes in 2000 ist zu berücksichtigen, dass die multispektralen Daten des Landsat-7 ETM+ mit 30 m Auflösung weniger textuelle Informationen enthalten als die SPOT-Daten bzw. IRS-P6-Daten aus IMAGE2006 (mit ca. 20 m Auflösung). Bei diversen Polygonen im urbanen Umfeld war in 2000 die Abgrenzung gegen unbebaute Ackerflächen nur eingeschränkt möglich. Es war daher genau zu prüfen, ob neue zu erkennbare Flächen in IMAGE2006 reale Änderungen beinhalteten oder eher als Korrektur aufzunehmen waren. Ein Beispiel dazu zeigt Abbildung 16.

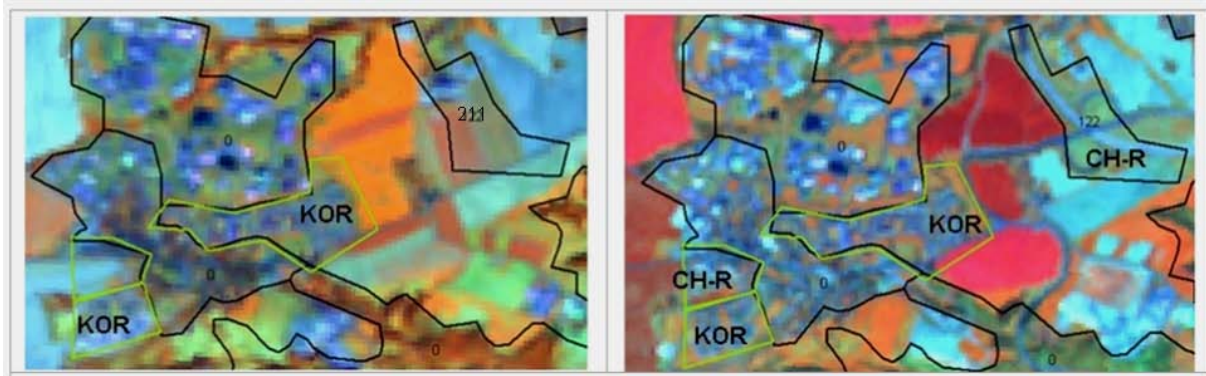


Abbildung 16: Beispiel für das Nebeneinander von Korrekturen und realen Änderungen bei der Aktualisierung bebauter Flächen.

### 3.2.3 Interpretation Tagebauflächen und deren Renaturierung

Die Transformationsprozesse im Zusammenhang von Abbauflächen (Kiesabbau, Braunkohletagebau), deren Erweiterung oder auch Renaturierung, bildeten eine der hauptsächlichen und oft komplexen Änderungen der Bodenbedeckung und Landnutzung. In den Tagebauflächen des Braunkohletagebaus traten häufig auch sehr großflächige Änderungen auf. Hier war es notwendig, bei der Änderungskartierung die entsprechenden Prozesse „nachzuempfinden“, und z. B. anhand der Abbaurichtung festzulegen, ob es sich um ehemalige Tagebauflächen in einem vegetationsarmen Bedeckungszustand (333) bzw. einem frühen Renaturierungszustand (231 oder 324) handelte, oder ob z. B. Waldflächen für die Ausdehnung des Tagebaus gerodet worden waren – im letzteren Fall ist dann eher die Zuordnung zu 131 (Abbaufläche, in Vorbereitung) als zu 324 (Wald-Strauch-Übergang) angemessen. Ein Beispiel zu dieser Thematik zeigt die Abbildung 17.

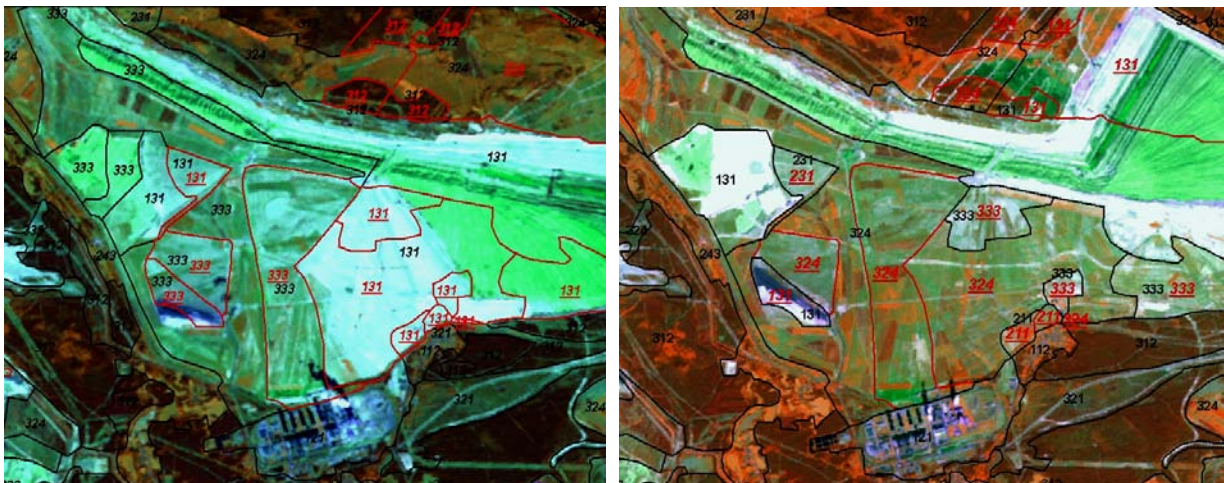


Abbildung 17: Tagebauflächen im Wandel, dargestellt für eine Region in Sachsen. Links: CLC-Polygone in 2000 über Landsat-Daten von 2000 (IMAGE2000), rechts: CLC-Polygone in 2006 über den Satellitendaten von IMAGE2006. Neben den schwarzen Abgrenzungen und Beschriftungen des Status 2000 / 2006 sind die Änderungsflächen (zum Status von 2000 / 2006) in rot eingetragen.

### 3.2.4 Abgrenzung von Acker- und Grünlandflächen

Bei der Kartierung in landwirtschaftlichen Flächen wurde die verbesserte Ausgangsdatenbasis durch die Abdeckung der zwei Jahreszeiten deutlich. Da diese aber in

2000 nicht vorlagen, bleiben teilweise Unklarheiten bezüglich der Ackerland-Grünland-Abgrenzung zum Status in 2000 bestehen, und damit auch Unklarheiten, ob es sich um eine Korrektur oder eine reale Änderung handelt. Das Potential der multi-saisonalen Abdeckung zur Ackerland-Grünland-Trennung wird in Abbildung 18 sichtbar.

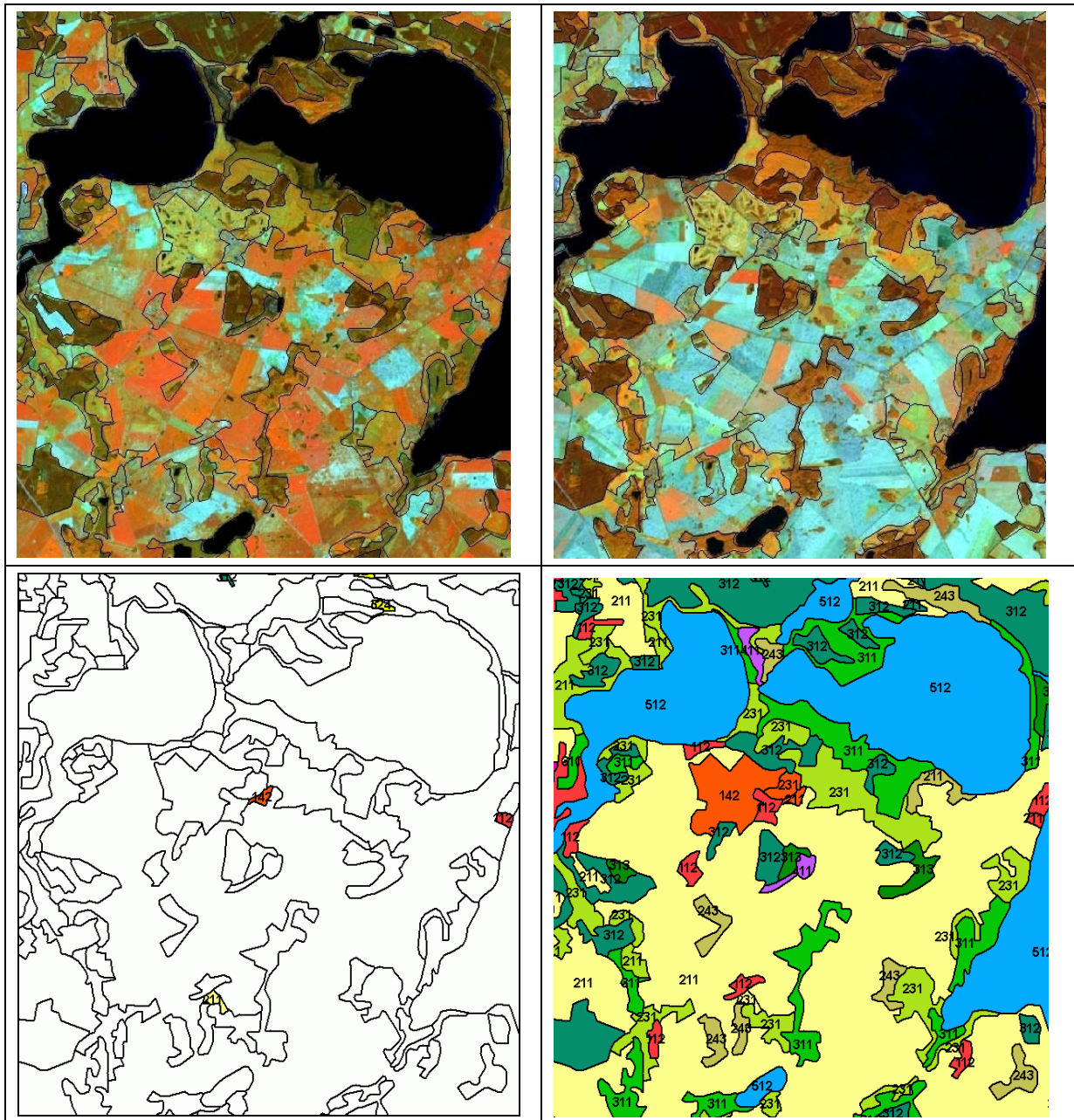


Abbildung 18: Vorteile der multisaisonalen Datengrundlage: Die LISS-III- Szenen aus Mai 2006 (oben links) und September 2006 (oben rechts) machen das erhöhte Potential multisaisonalen Datensätze bei der Abgrenzung von Grünland und Ackerland deutlich, hier für eine Region westlich des Müritz-Sees in Mecklenburg. Die abgeleiteten Veränderungen (links) und der Status in 2000 (rechts) sind im unteren Bereich dargestellt.

### 3.2.5 Interpretation zur Veränderung und dem Status von Waldflächen

Die Einstufung von Waldstadien und deren mögliche Transformationen auf Grund von Sturmschäden/ Abholzungen oder auch dem Aufwuchs von Aufforstungsflächen

(Transformation von 324, Wald-Strauch-Übergangsstadien, in die Waldformen 311, 312 und 313) ist häufig eine schwierige Aufgabe. Hier sollte der Interpret beachten, dass eine Änderung bezüglich des Waldwachstums nur dann angesagt ist, wenn die resultierende Fläche auch von der Signatur her der neuen Waldklasse eher entspricht. Bei einem Aktualisierungsabstand von 6 Jahren kann nur bei einer kleineren Fläche von Wald-Strauch-Übergangsflächen von Transformationen in die älteren Waldklassen ausgegangen werden (siehe Abbildung 19).

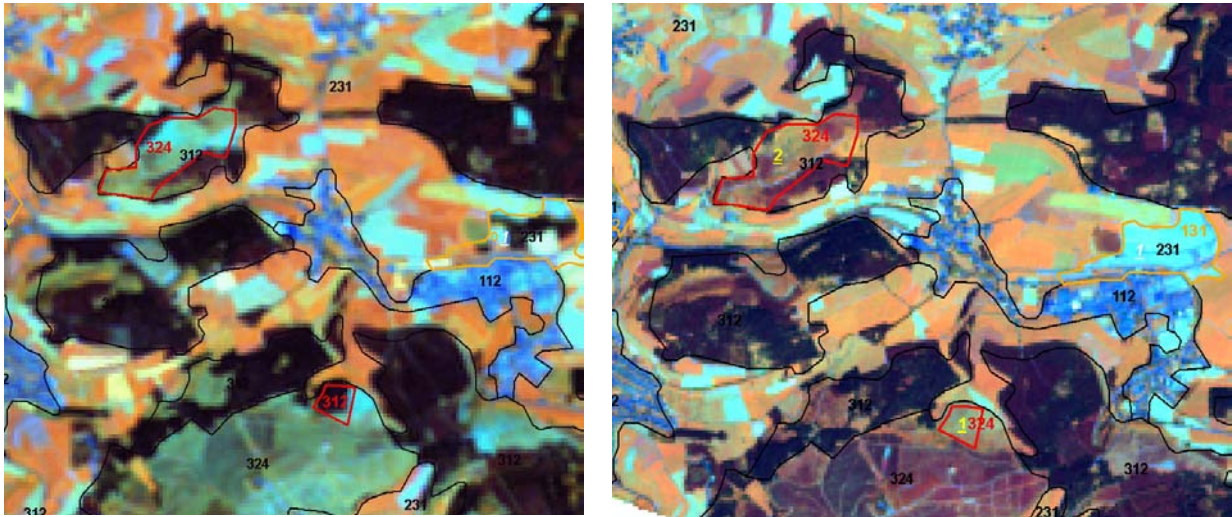


Abbildung 19: Waldstadien in der Interpretation von Satellitendaten aus 2000 (links) und 2006 (rechts): Die große Aufforstungsfläche im Süden (324 in 2000) kann auch in 2006 gerade noch diesem Stadium zugeordnet werden, d. h. sie ist keine Änderungsfläche. Im oberen Teil dieser Fläche ist aus dem restlichen Altbestand ein Polygon der Klasse Wald-Strauch-Übergang (324), also eine reale Änderung, geworden.

### 3.2.6 Interpretation bezüglich Feuchtgebieten und Wasserflächen bei unterschiedlichen Wasserständen

Bei der Abgrenzung von Feuchtgebieten (411) von Wiesen / Weiden (231) und Laubwald (311) sollten möglichst mehrere Szenen, insbesondere aus Frühjahr und Sommer, gemeinsam ausgewertet werden (vgl. Abbildung 20). Häufig ist das Hinzuziehen von Zusatzinformationen wie Farbluftbilder mit feinerer Textur (oder auch von ausgewiesenen FFH-Gebieten) hilfreich und teilweise notwendig.

Bei der Abgrenzung von Wasserflächen in Flussauenbereichen ist es auch wichtig, die Frühjahrsszenen einzubeziehen, um neue Wasserflächen als nur rein temporäre Auswirkungen von Hochwassersituationen auszugrenzen (Abbildung 21).



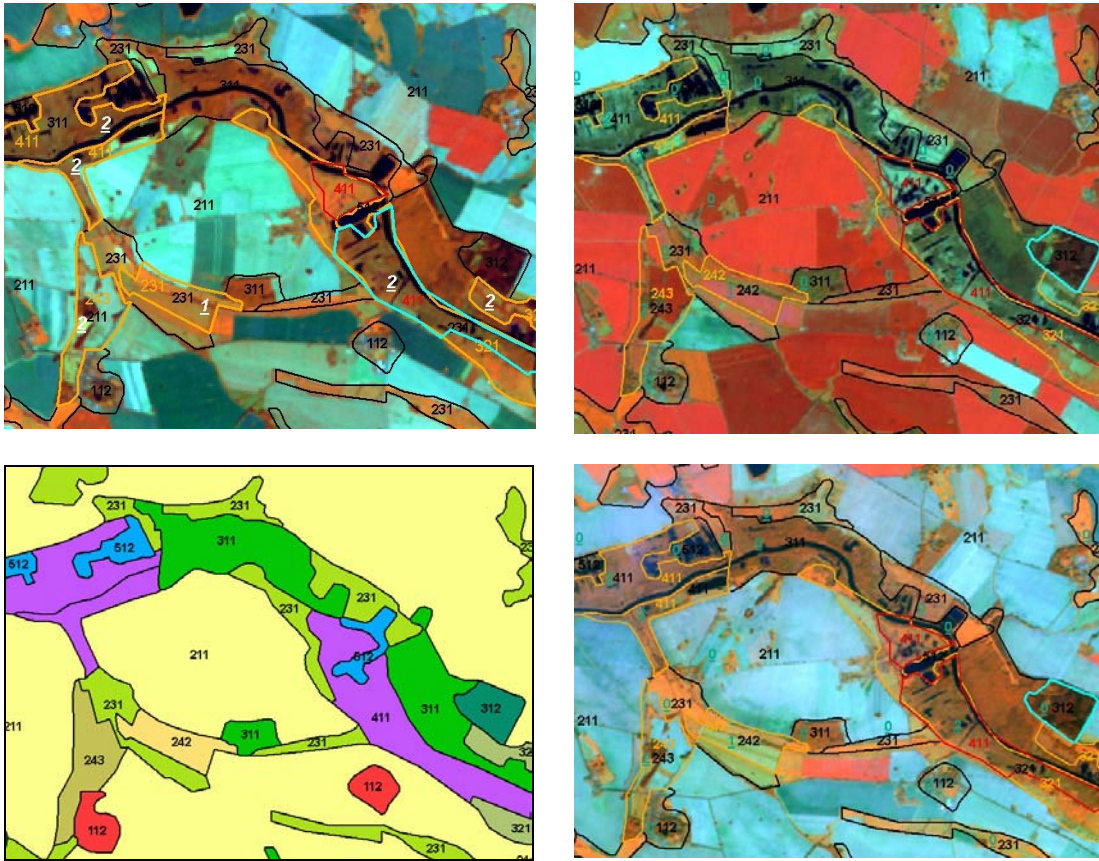
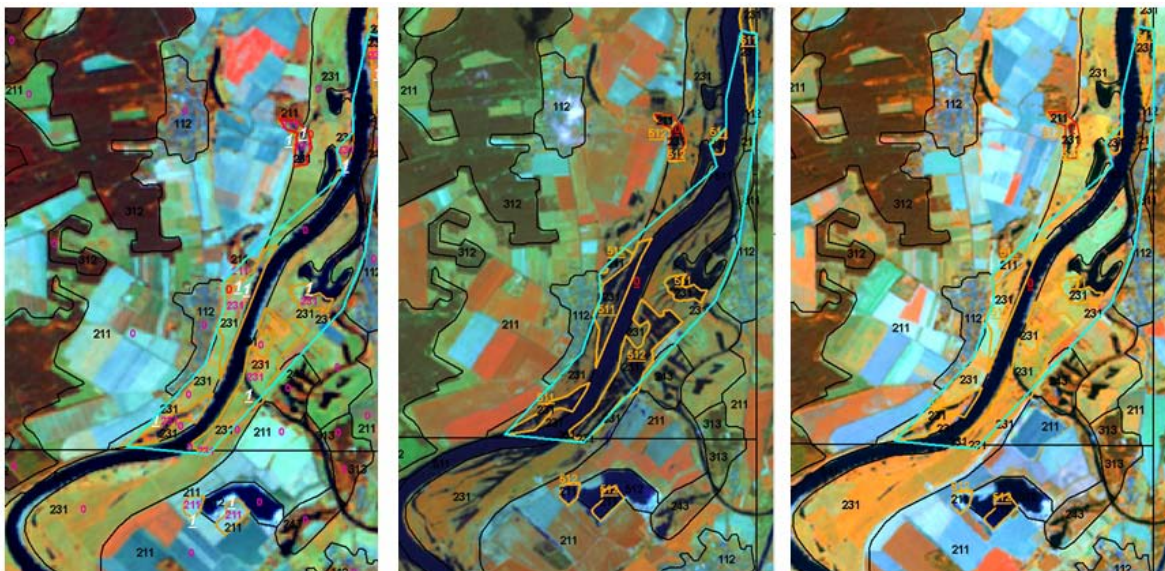


Abbildung 20: Vorteile der multisaisonalen Datengrundlage, Teil 2: Landsat-Subszene von August 2000 (links) sowie von Mai 2006 (r.o.) und Juli 2006 (r. u.) mit der Abgrenzung von Feuchtgebieten (421), Wiesen (231) und Waldgebieten (311, 312). Für die Abgrenzung der Übergänge sind mehrere Jahreszeiten und oft Referenzdaten mit feinerer Auflösung/ Textur notwendig.



4.9.1999

5.5.2006

7.9.2005

Abbildung 21: Beispiel für temporäre Wasserstände. Das Nebeneinander von Sommer- und Frühjahrszenen macht deutlich, dass die abgegrenzten neuen Wasserflächen in der Elbaue in der Mai-Szene 2006 nicht als Transformationen der Landbedeckung, sondern nur als temporäre Situationen nach einem Hochwasser zu werten sind und die Änderungen eliminiert werden mussten.

### 3.3 Beispiele der Veränderungskartierung

#### 3.3.1 Beispiel Urbanisierung im Raum Leipzig

Im Folgenden soll für die Region Leipzig an die Änderungskartierung von CLC2000 und die damals erfassten Änderungsprozesse angeknüpft werden und die damalige Zeitreihe in dem Beispiel ergänzt werden. Daher sind in der Abbildung 22 zunächst die Kartierungsergebnisse von CLC1990 und CLC2000 dargestellt. Als primäre Veränderungen fallen der Flughafenausbau im NW und die Veränderungen und Umgestaltungen im Zusammenhang mit dem Braunkohletagebau an der südlichen Peripherie von Leipzig auf, des Weiteren aber auch die fortschreitende Versiegelung in das Umland hinein.

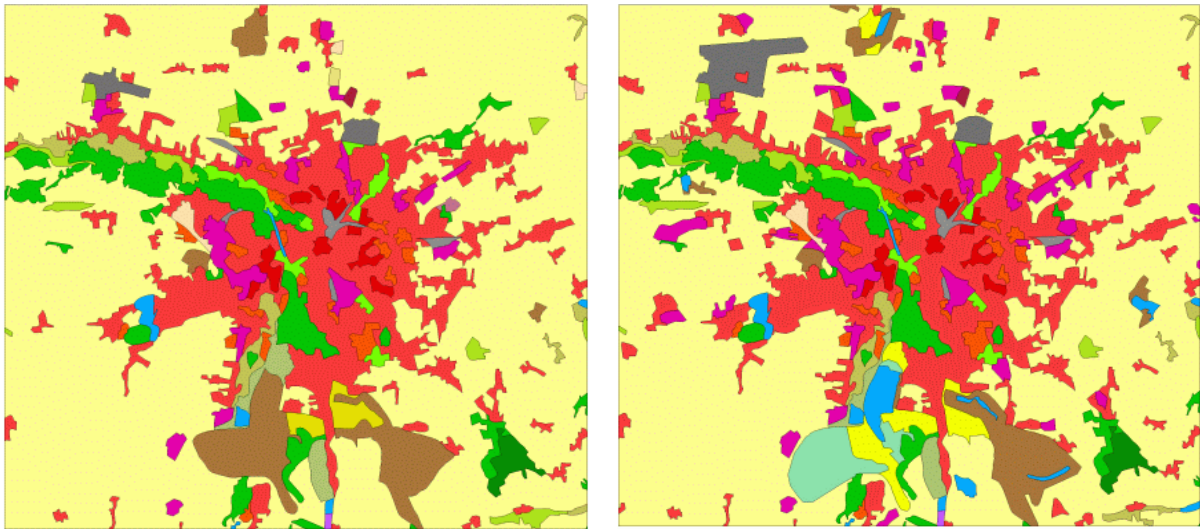


Abbildung 22: Ergebnisse der Interpretation CLC1990\_rev (links) und CLC2000 (rechts) für die Region Leipzig. Die Farbgebung entspricht der Farblegende aus Abbildung 4.

Die weitere Entwicklung zum Referenzjahr 2006 ist der Abbildung 23 zu entnehmen. Hier sind einmal die Änderungsflächen mit dem Status von 2006 dargestellt, zum anderen das abgeleitete (und bezüglich 25 ha MMU generalisierte) Produkt von CLC2006.

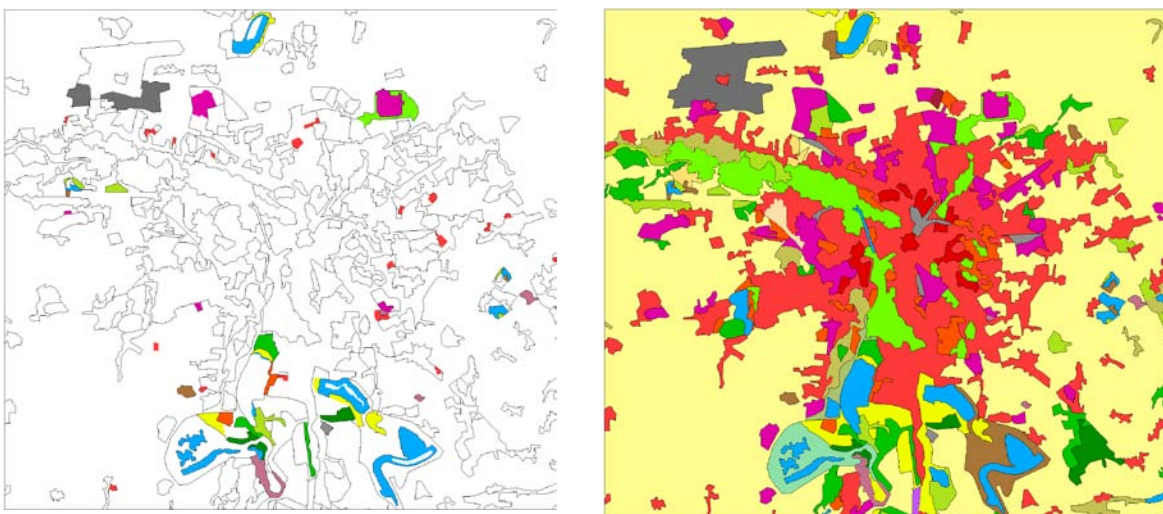


Abbildung 23: Ergebnisse der Interpretation der Änderungen zwischen 2000 und 2006, CHANGE\_CLC\_2006 (links) und des abgeleiteten Datensatzes CLC2006 (rechts) für die Region Leipzig. Die Farbgebung entspricht der Farblegende aus 4.

Der weitere Ausbau der Industrie- und Gewerbeflächen und des Flughafens konzentriert sich danach vor allem auf den Norden von Leipzig. Eine große Dynamik ist weiterhin im Zusammenhang mit den ehemaligen Tagebauflächen im Süden ersichtlich.

Um die Prozesse bei den Änderungen der Landbedeckung und Landnutzung besser sichtbar zu machen, wurde (wie auch bei Keil et al., 2005 a & b) wiederum ein Ansatz von Feranec et al. (2000) angewendet, die einzelnen Änderungen zwischen CLC-Klassen in neun Transformationsklassen zusammenzufassen (s. a. Feranec et al., 2007). Die Resultate für die zwei Änderungszeiträume (von 1990 bis 2000 sowie von 2000 bis 2006) sind in der Abbildung 24 und der Abbildung 25 dargestellt. Als primäre Prozesse werden hier die Urbanisierung und die Renaturierung von Tagebauflächen klar erkennbar.

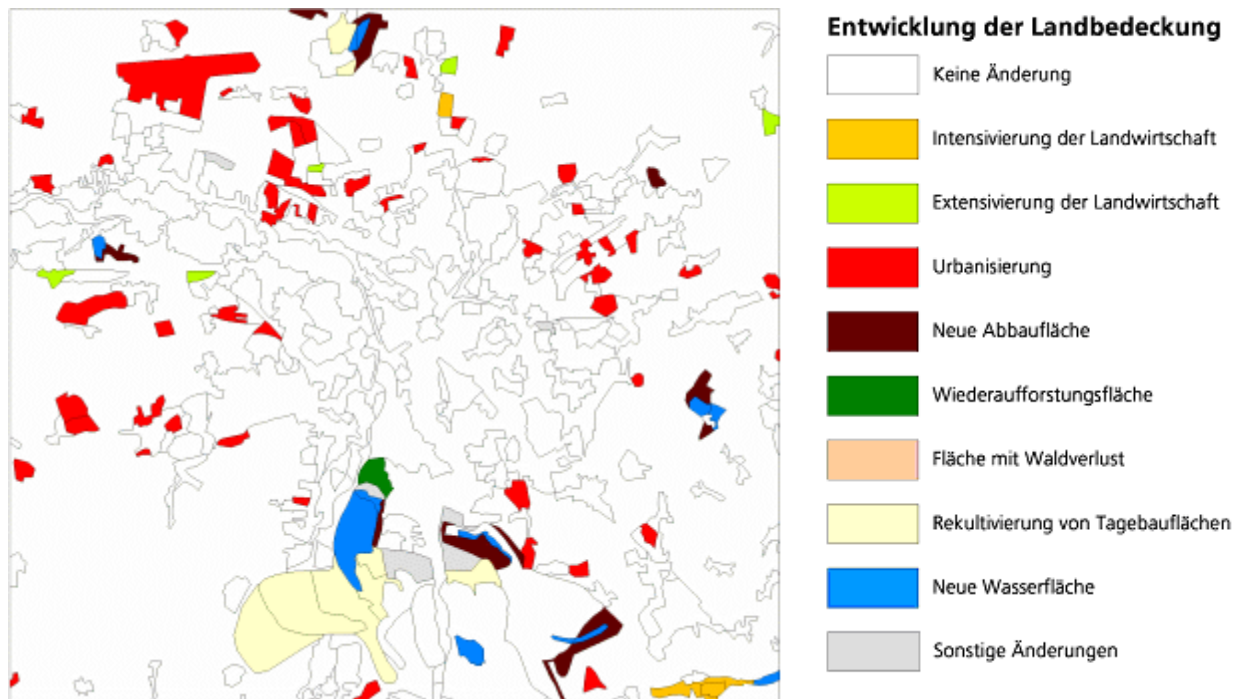


Abbildung 24: Die Region Leipzig in abgeleiteten Entwicklungen der Landbedeckung zwischen 1990 und 2000 (bzw. 1999) in generalisierten Transformationsklassen, siehe nebenstehende Legende; nach: Keil et al., 2005a

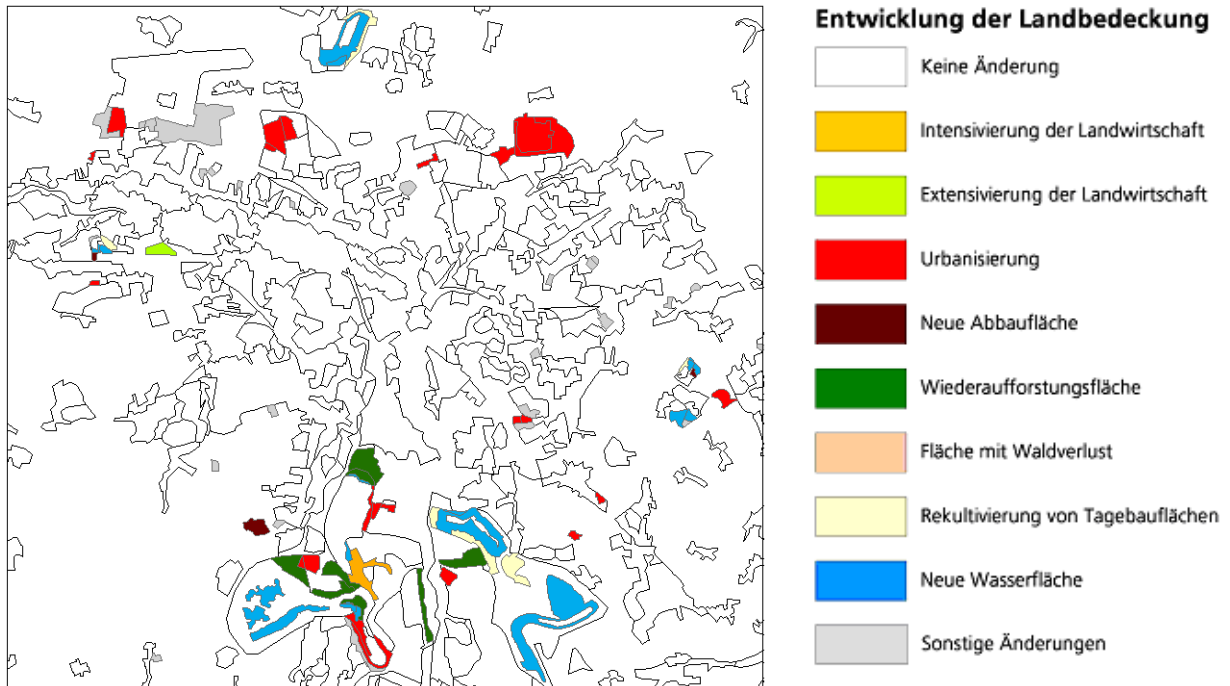


Abbildung 25: Die Region Leipzig in abgeleiteten Entwicklungen der Landbedeckung zwischen 2000 (bzw. 1999) und 2006 in generalisierten Transformationsklassen, siehe nebenstehende Legende

### 3.3.2 Beispiel Urbanisierung im Raum Hamburg

Als eine weitere Beispielregion für die Darstellung von Änderungen im urbanen Raum soll die Stadt Hamburg dienen. Hier ist insbesondere interessant, wie sich die größeren Umgestaltungen in Teilen des Hamburger Hafens in den CLC-Daten niederschlagen.

Die Abbildung 26a und b zeigen den Eingangsdatensatz von IMAGE2000 und das korrigierte abgeleitete CLC2000 Produkt. In den Abbildung 26c und d sind Satellitendaten aus IMAGE2006 mit Frühjahrsaspekt und Sommeraspekt dargestellt, die für die Ableitungen der Änderungen und des Zustands in 2006 (Abbildung 26e und f) genutzt wurden. Als markanteste Änderung fallen zwei nebeneinander liegende größere Änderungsflächen im SW des Hafens auf. Sie stellen den neuen modernen Containerhafen von Altenwerder dar. An der Peripherie von Hamburg sind weitere neue bebaute Flächen zu finden.

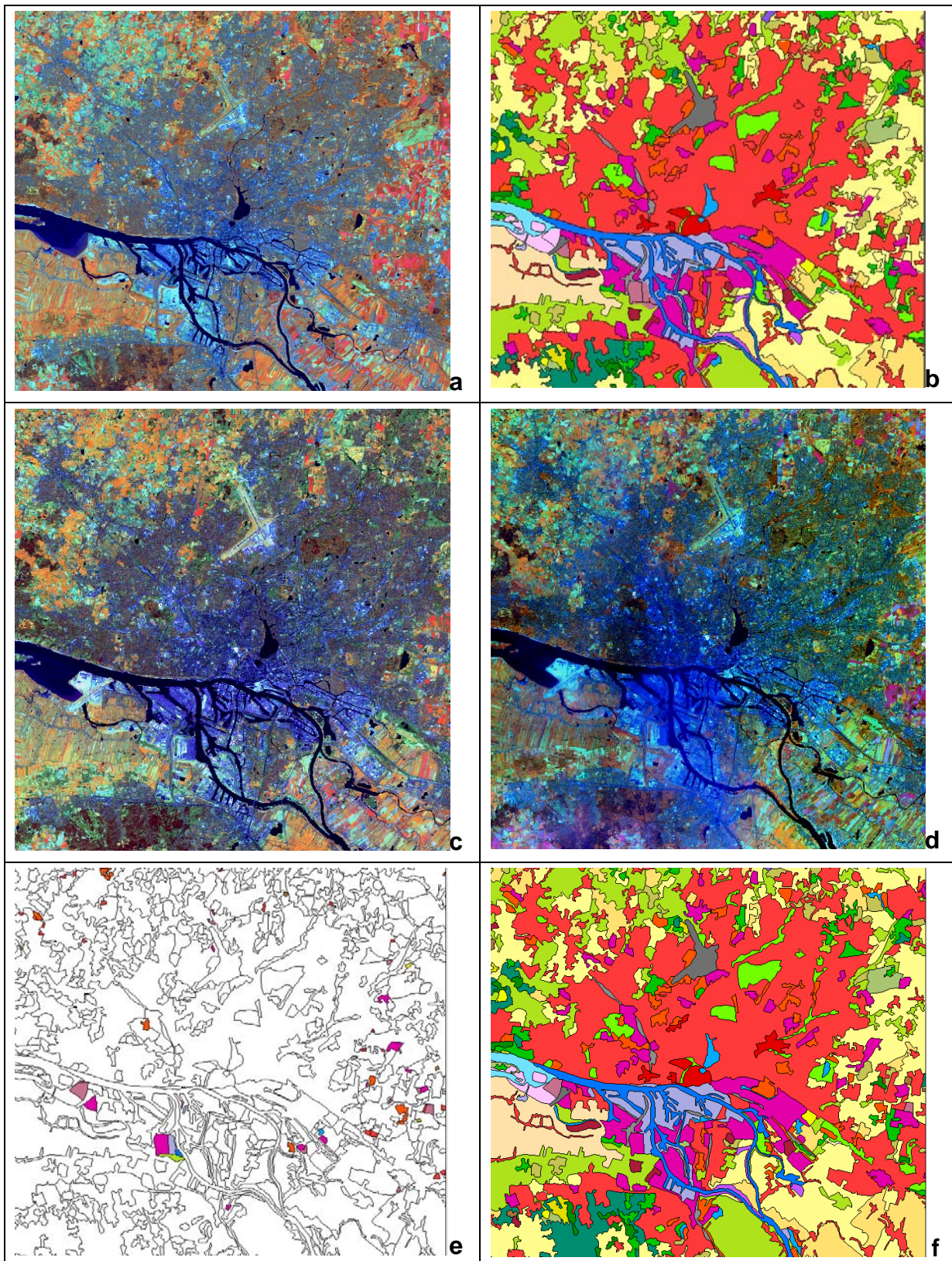


Abbildung 26: Darstellung der Region Hamburg bei der Aktualisierung von CLC. Landsat-Szene aus 2000 (a), CLC2000\_kor (b); IMAGE2006 – Frühjahr (c), IMAGE2006 – Sommer (d); CLC\_Change zum Status 2006 (e), CLC2006 (f). Erkennbar bei den Änderungen ist insbesondere der neue Containerhafen von Altenwerder.

### 3.3.3 Beispiel der Entwicklung im Raum Berlin

Auch die Metropolregion Berlin zeichnet sich durch Veränderungen vor allem im urbanen Kontext aus. Die Landnutzung zum Status 2006 ist in Abbildung 27 dargestellt. Die Abbildung 28 zeigt die Veränderungen von 2000 auf 2006 in der Region zusammengefasst in Transformationsklassen. Deutlich sichtbar sind Veränderungen im Zusammenhang mit Urbanisierungsprozessen. Diese finden sich vor allem im Stadtbereich Berlins wieder. Im Umland dominieren vor allem Wiederaufforstung, aber auch Waldverlust. Außerdem sind Prozesse der Intensivierung und Extensivierung im Ackerlandbereich sichtbar. Dies sind vor allem Umwandlungen von Dauerkulturen (222) zu Ackerland (211) sowie Grünland (231) zu Ackerland.

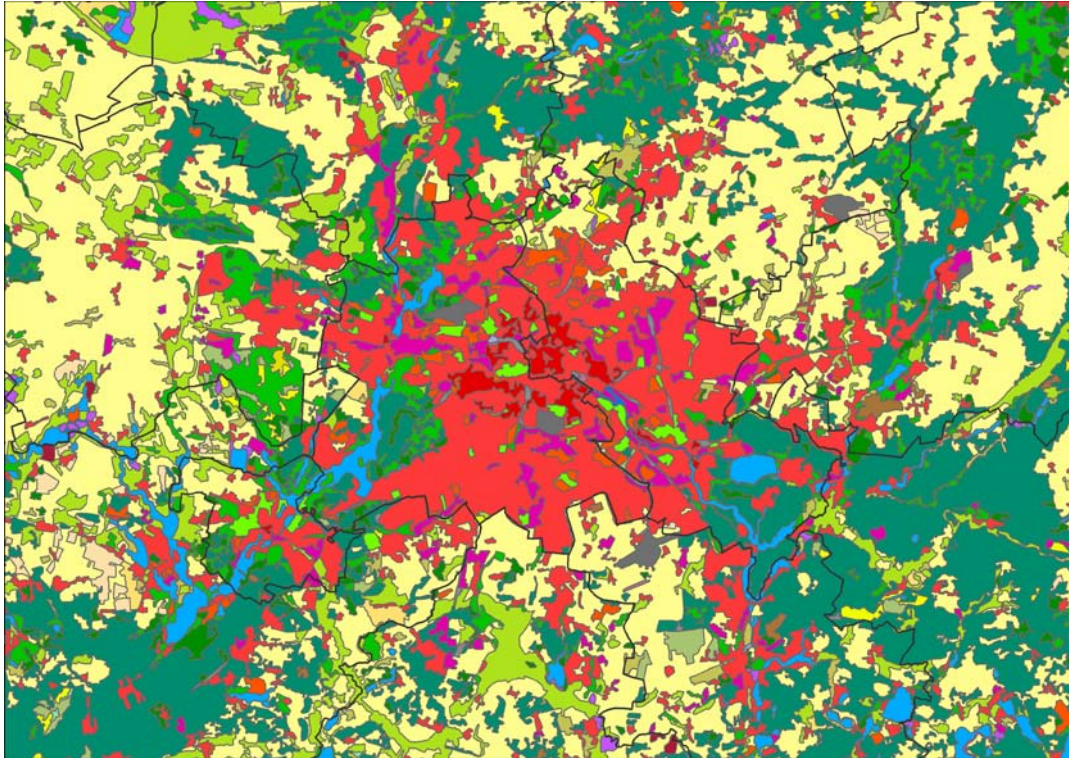


Abbildung 27: Landbedeckung zum Status 2006 in der Metropolregion Berlin (zur Legende siehe die Abbildung 4)

Der Anteil der Veränderungen von 2000 zu 2006 ist jedoch im Vergleich zu den Veränderungen von 1990 zu 2000 vor allem im Umlandbereich Berlins deutlich zurückgegangen (vergleiche Keil et al., 2005).

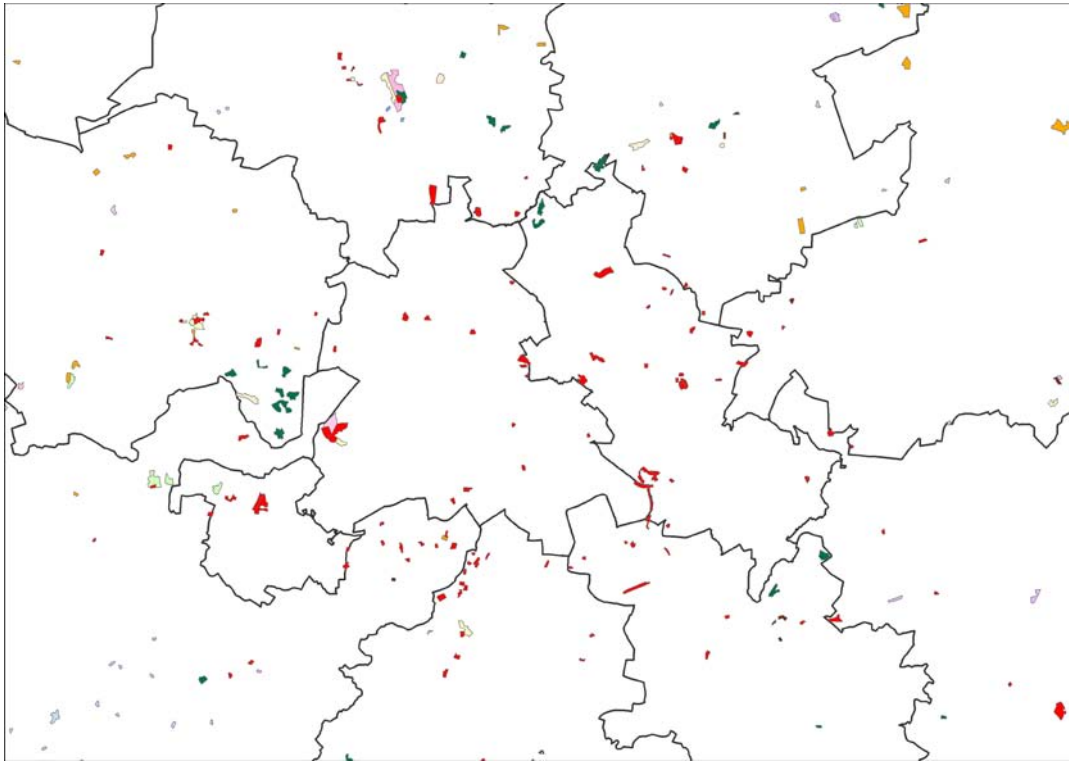


Abbildung 28: Veränderungen der Landbedeckung zwischen 2000 und 2006 in der Metropolregion Berlin (zur Legende siehe Abbildung 24 bzw. Abbildung 25)

### 3.3.4 Beispiel der Entwicklung im Raum München

Als eine weitere Beispielregion für die Darstellung von Änderungen im urbanen Raum soll die Stadt München aufgeführt werden. Die Abbildung 29: Bodenbedeckung laut CLC2006 für den Großraum München (Legende siehe Abbildung 4) zeigt die Landbedeckung der Stadt München mit Umland zum Status 2006. Die Veränderungen in diesem Raum sind in der Abbildung 30 dargestellt. Dabei sind vor allem Veränderungen bezüglich der Zunahme von Versiegelung im Stadtbereich Münchens (so ist am Westrand der Stadt das Erschließungsgebiet Freiham zu identifizieren) sowie im östlichen Umland vorherrschend. Im westlichen Umland sind vorwiegend Veränderungen im Zusammenhang mit Waldverlust durch Sturmschäden, Waldwachstum sowie Veränderungen bezüglich Ackerflächen sichtbar.

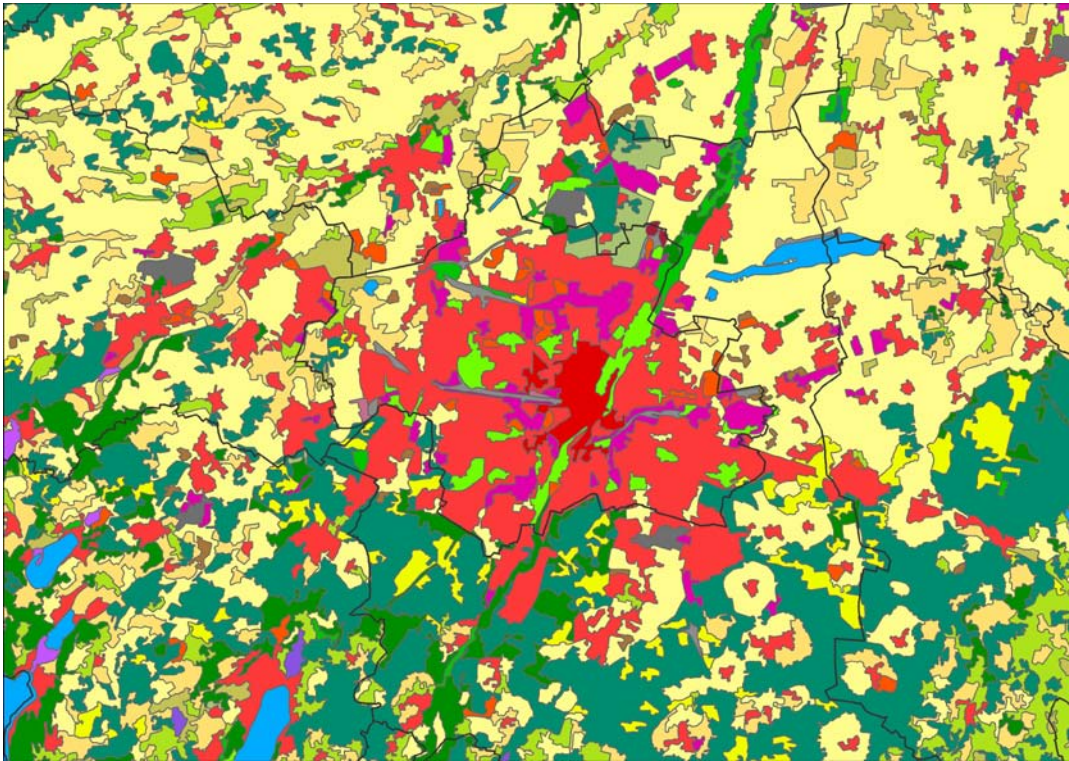


Abbildung 29: Bodenbedeckung laut CLC2006 für den Großraum München (Legende siehe Abbildung 4)

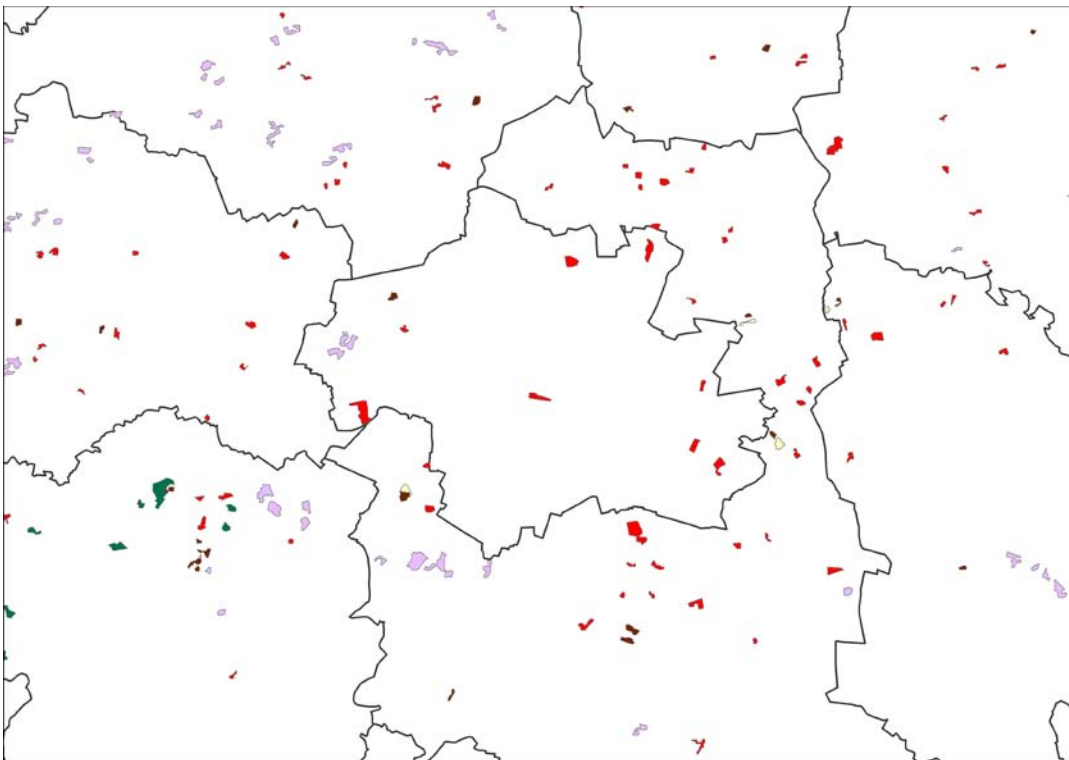


Abbildung 30: Landnutzungsveränderungen zum Status CLC2006 im Großraum München (Legende siehe Abbildung 24 bzw. Abbildung 25)



### 3.3.5 Beispiel Tagebaulandschaften

Bei der Aktualisierung CORINE Land Cover 2000 resultierten für das Kartenblatt Hoyerswerda in der Niederlausitz an der Grenze zu Polen die umfangreichsten Änderungen aller TK100 in Deutschland. Diese waren bedingt insbesondere durch Prozesse im Zusammenhang mit dem Braunkohletagebau, zusätzlich auch durch die Stilllegung von größeren Truppenübungsplätzen. Insgesamt resultierten Änderungen in den CLC-Kategorien für 12% der Fläche. Daher ist es von Interesse, sich die weitere Dynamik hinsichtlich der Landnutzung und Landbedeckung zwischen 2000 und 2006 in dieser Region anzusehen.

Wie für die Region Leipzig, sind die Änderungsflächen hinsichtlich der neun Transformationsklassen zusammengefasst, die mehr die verschiedenen Prozesse deutlich machen. Die Abbildung 31 zeigt zunächst die Situation auf Grund der Aktualisierung von CLC2000 (Abbildung 31) sowie die abgeleiteten Änderungssituationen zwischen 1990 und 2000 (Abbildung 32).

In der Abbildung 33 sind die Situation 2006 aufgrund der Aktualisierung CLC2006 sowie die abgeleiteten zusammengefassten Änderungsprozesse zwischen 2000 und 2006 dargestellt. Als flächenmäßig stärkster Prozess resultieren die mit dem ehemaligen Braunkohletagebau verknüpften Flutungen, die eine größere Erhöhung der Wasserflächen ausmachen. Eine Seenlandschaft ist entstanden. Die weiteren Prozesse mit höherer Flächenrelevanz stehen ebenfalls mit dem Tagebau in Zusammenhang, es sind neue Tagebauflächen, aber auch Aufforstungen auf ehemaligen Tagebauflächen. Zahlenmäßig wird zwischen 2000 und 2006 nur ein Prozentsatz von etwa 4 % bei den Änderungsflächen im Kartenblatt C4750 Hoyerswerda im Vergleich zur Gesamtausdehnung erreicht.

Die auch beträchtlichen Änderungsflächen im Kartenblatt C4754 Niesky zwischen 1990 und 2000 betreffen in erster Linie große stillgelegte militärische Übungsflächen, die der Sukzession überlassen wurden. Bei diesen Flächen kommt es zu keiner größeren weiteren Entwicklung, so dass es in der Region dieses Kartenblatts beträchtlich weniger Änderungsflächen zwischen 2000 und 2006 im Vergleich zum vorherigen Untersuchungszeitraum von 1990 bis 2000 gab.

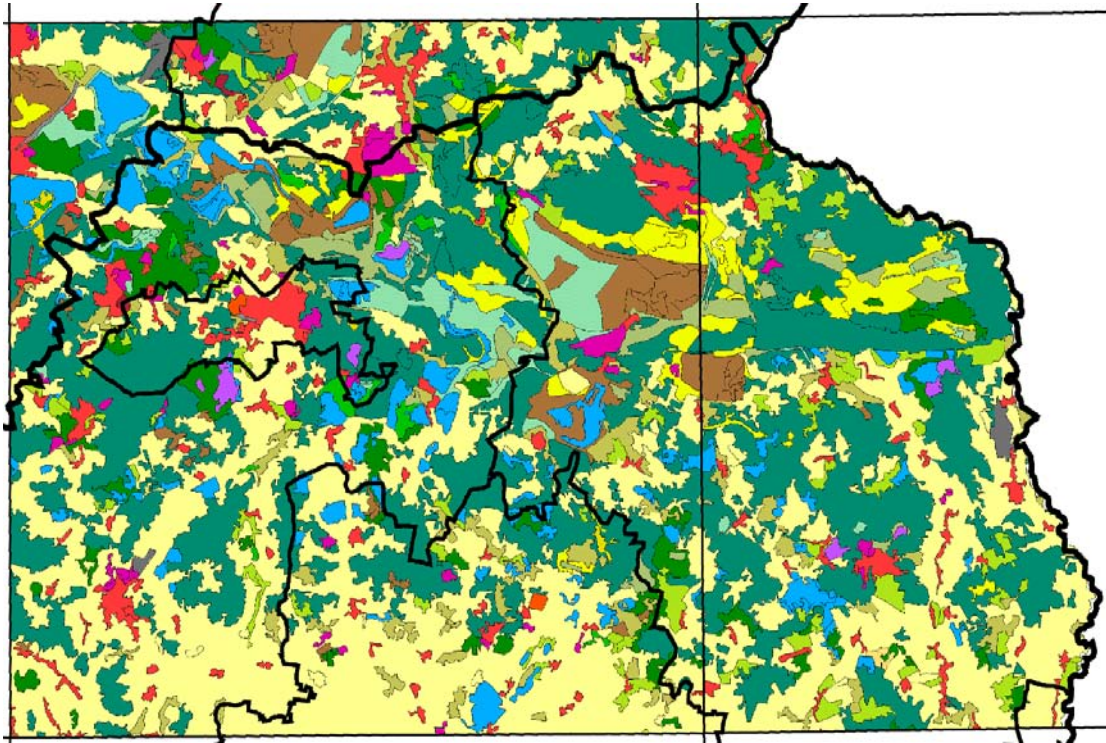


Abbildung 31: Bodenbedeckung laut CLC2000 in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz. Legende siehe Abbildung 4.

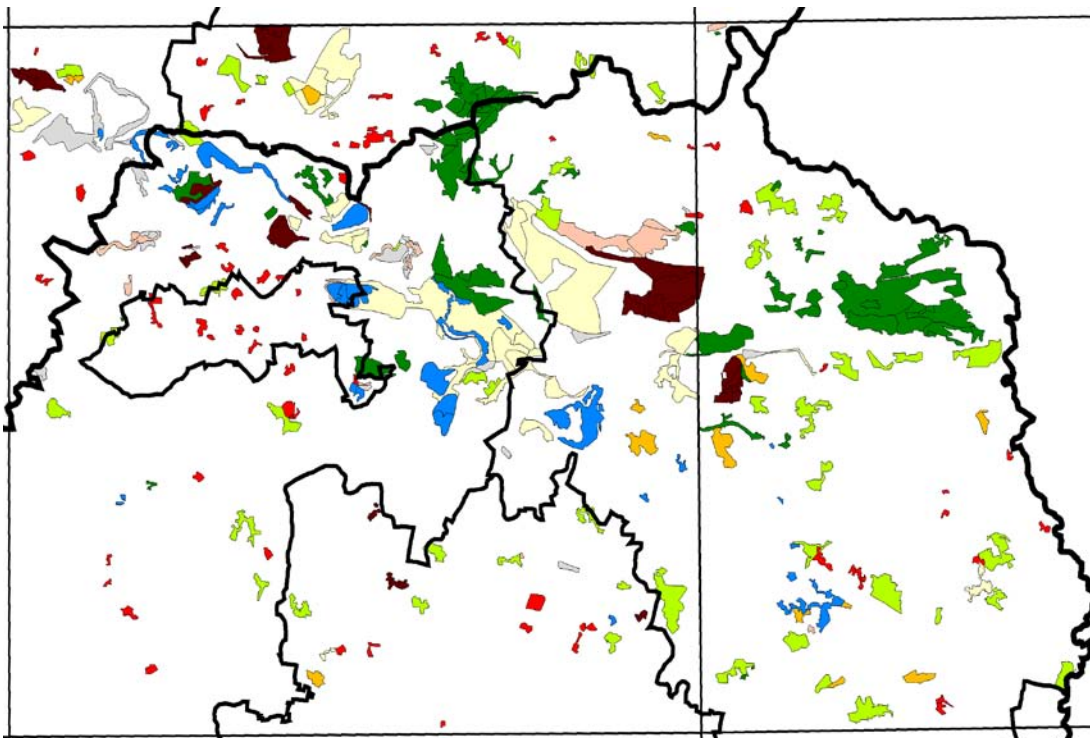


Abbildung 32: Landnutzungsänderungen in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz gemäß CLC2000\_Change. Die gesamten Änderungen, die meist im Zusammenhang mit dem Braunkohletagebau und nachfolgenden Rekultivierungsmaßnahmen sowie Stilllegungen von Truppenübungsplätzen stehen, betragen hier 12% der Gesamtfläche. Dargestellt sind die Änderungen in zusammengefassten Transformationsklassen. Zur Legende siehe Abbildung 24 bzw. Abbildung 25.

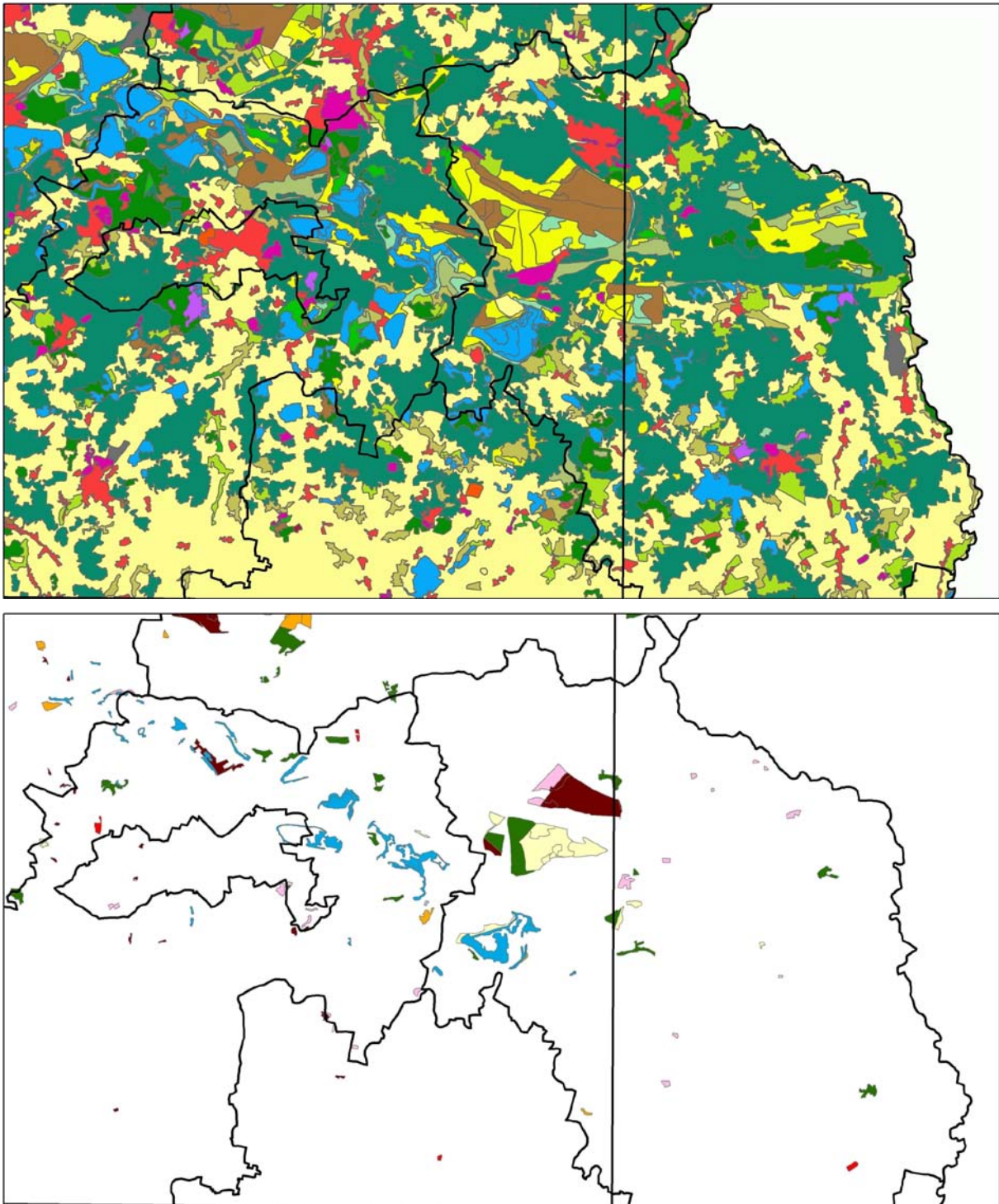


Abbildung 33: Bodenbedeckung zum Status 2006 (oben) und Landnutzungsänderungen (unten) in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz zwischen 2000 und 2006. Dargestellt für die Änderungen sind wiederum zusammengefasste Transformationsklassen. Als hauptsächlichster Änderungsprozess sind die gefluteten ehemaligen Tagebauflächen zu erkennen (zur Legende für die obere Abbildung siehe Abbildung 4, zur Legende für die untere Abbildung siehe Abbildung 24 bzw. Abbildung 25).

### 3.3.6 Beispiel Forstwirtschaft

Als letztes Beispiel seien die Auswirkungen von Sturmschäden auf die Forstwirtschaft dargestellt, hier für eine Region des westlichen Erzgebirges. Südlich der Gemeinde Schwarzenberg im Westen des Kartenausschnitts und am südöstlichen Rand sind diverse Schneisen im Wald und ausgeräumte Flächen hinzugekommen, die wahrscheinlich auf Sturmschäden zurückzuführen sind. Man verneint die hauptsächliche Sturmrichtung aus SSW zuordnen zu können. Die Region ist in den Bildprodukten 2000 / 2006 und den abgeleiteten GIS-Layern in der Abbildung 33 und Abbildung 34 dargestellt.

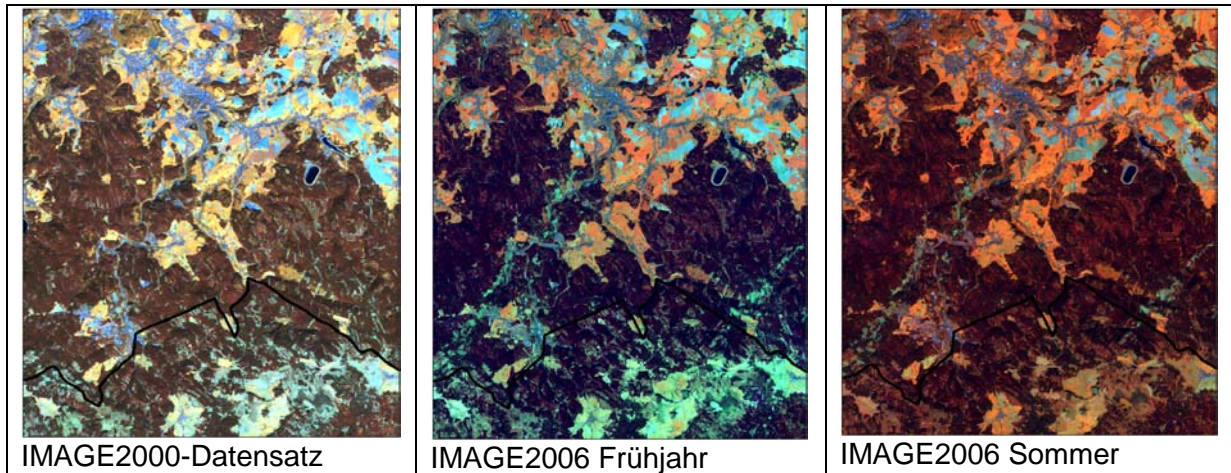


Abbildung 34: Beispiel von Änderungen in Waldgebieten in der Region westliches Erzgebirge südlich Schwarzenberg - die Satellitendaten für die Interpretation und Kartierung der Änderungen. Links: Landsat-7 Datensatz aus IMAGE2000; Mitte: Frühjahrsszene aus IMAGE2006; rechts: Sommerszene aus IMAGE2006. Das Beispiel bezieht sich auf die Region westliches Erzgebirge südlich Schwarzenberg.

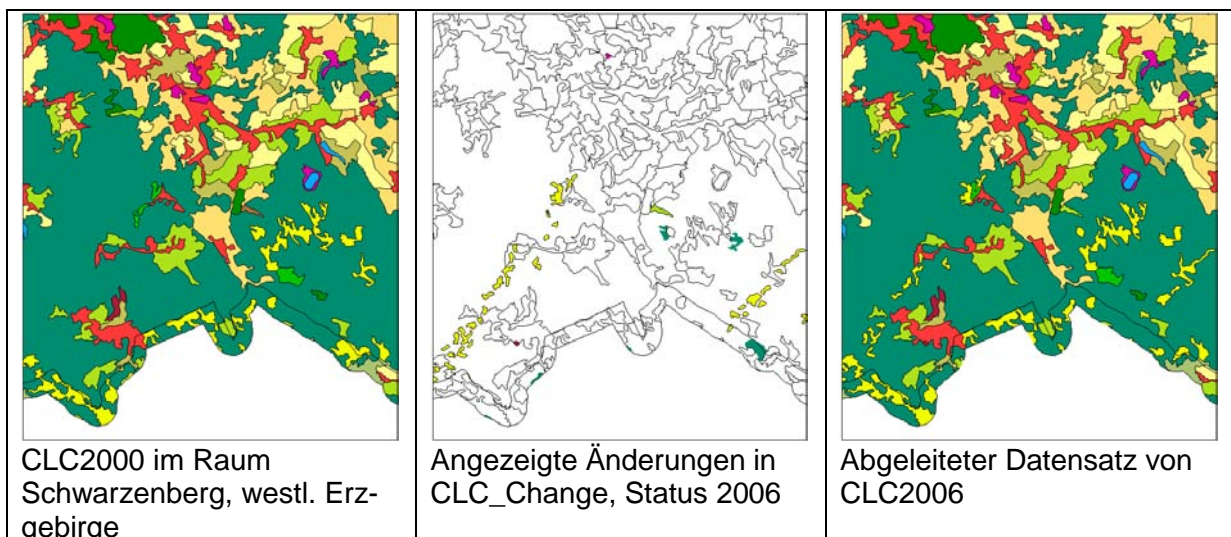


Abbildung 35: Die resultierenden Vektordaten der Region Schwarzenberg, westliches Erzgebirge. Als hauptsächliche Änderungen zwischen 2000 und 2006 werden neue Flächen in der Klasse 324 (Wald-Strauch-Übergangsstadien) angezeigt.

### 3.4 Ermittelte Trends aus der Veränderungskartierung

Die Veränderungen zwischen dem Stand 2000 und 2006 (CLC\_Changes) wurden separat in einem Änderungsdatensatz gemäß der in Kapitel 2.2 beschriebenen Me-

thodik erfasst. Aus diesen ermittelten Veränderungen können die dominierenden Veränderungen bestimmt werden und die hauptsächlichen Änderungspaare dabei sukzessive zu einem Anteil der aus ihnen gebildeten Gesamtänderungsfläche kumuliert werden.

Wie schon bei der Aktualisierung von CLC2000, soll neben dem Bezug auf die Gesamtfläche von Deutschland dabei zusätzlich auch der Bezug auf die Fläche der alten und der neuen Bundesländer getrennt Berücksichtigung finden. Die dominierenden Veränderungen sind in Tabelle 8 für Gesamtdeutschland, sowie in Tabelle 9 für die alten und in Tabelle 10 für die neuen Bundesländer wiedergegeben. Dabei sind die Übergänge den Transformationsklassen nach Feranec et al. (2000) und Keil et al. (2005) farblich zugeordnet (Legende siehe Tabelle 8).

Aus Tabelle 7 ist ersichtlich, dass landwirtschaftliche Flächen den größten Anteil an der Gesamtfläche Deutschlands einnehmen. Daher ist dort auch ein großer Teil der Veränderungen zu erwarten.

Tabelle 7: Anteil der 5 Hauptklassen an der Gesamtfläche von Deutschland

CLC-Hauptklassen (Level 1)	Flächenanteil
Bebaute Flächen	8,32 %
Landwirtschaftliche Flächen	58,84 %
Wälder und naturnahe Flächen	30,39 %
Feuchtflächen	1,25 %
Wasserflächen	1,20 %

Innerhalb der Gesamtfläche Deutschlands liegt der größte Anteil an Veränderungen beim Übergang von Nadelwald (312) zu Wald-Strauch-Übergangsstadium (324). Diese Veränderung nimmt 11,77% der Fläche der Veränderungen ein und ist vor allem auf Waldverlust in Folge von Sturmschäden, unter anderem bedingt durch den Orkan Jeanett im Dezember 2002 sowie Ausläufern von Orkan Gudrun im Januar 2005, zurückzuführen. Dem gegenüber steht aber auch die Wiederaufforstung mit Übergängen von Wald-Strauch-Übergangsstadium (324) zu Mischwald (313) mit einem Flächenanteil von 7,01%, zu Nadelwald (312) mit einem Flächenanteil von 5,23% sowie zu Laubwald (311) mit einem Flächenanteil von 2,4%.

Weiterhin nimmt der Prozess der Intensivierung in der Landwirtschaft einen hohen Anteil an den Veränderungen in Gesamtdeutschland ein. Dabei ist vor allem der Übergang von Grünland (231) zu Ackerland (211), aber auch von Grünland zu Flächen mit komplexer Parzellenstruktur (242) mit insgesamt über 10% an der Gesamtveränderungsfläche von Bedeutung. Im Gegensatz zu den Veränderungen von 1990 zu 2000, wo vor allem der Prozess der Extensivierung in der Landwirtschaft den größten Anteil an den Veränderungen einnahm (siehe Keil et al. 2005), spielt dieser Prozess in den Veränderungen von 2000 zu 2006 nur noch eine geringe Rolle. Der Übergang von Ackerland (211) zu Grünland (231) hat von 2000 auf 2006 noch einen Flächenanteil von 1,55% an der Gesamtfläche der Veränderungen.

Weiterhin sind Veränderungsprozesse im Zusammenhang mit der Zunahme von Versiegelung, z.B. von Ackerland zu Flächen nicht durchgängig städtischer Prägung (112) sowie zu Industrie- und Gewerbeflächen (121) sowie Veränderungen in Kontext von Abbauflächen von Bedeutung. Letztere sind zum einen Rekultivierungsprozesse, so z.B. Veränderungen von Abbaufläche (131) zu Wald-Strauch-Übergangsstadium (324) oder Wasserflächen (512), sowie zum anderen neu hinzukommende Abbauflächen aus ehemaligen Ackerflächen oder Nadelwäldern.

Tabelle 8: Dominierende CLC\_Changes zwischen 2000 und 2006 in Deutschland

Übergang	Deutschland			
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumuliert	
Intensivierung in der Landwirtschaft	312 → 324	265,30	11,77%	11,77%
Extensivierung in der Landwirtschaft	231 → 211	192,87	8,56%	20,33%
Aufforstung	211 → 112	178,61	7,92%	28,25%
Flächen mit Waldverlust	324 → 313	157,95	7,01%	35,26%
Urbanisierung/ Zunahme der Versiegelung	324 → 312	117,93	5,23%	40,49%
Neue Abbaufäche	211 → 131	86,09	3,82%	44,31%
Rekultivierung von Abbaufächen	133 → 112	77,81	3,45%	47,76%
Neue Wasserfläche	211 → 121	77,21	3,43%	51,18%
Sonstige Änderung	324 → 311	54,00	2,40%	53,58%
	333 → 512	51,03	2,26%	55,84%
	211 → 133	48,11	2, 3%	57,98%
	131 → 324	46,79	2,08%	60,05%
	131 → 512	42,37	1,88%	61,93%
	133 → 121	41,72	1,85%	63,78%
	333 → 324	39,54	1,75%	65,54%
	242 → 112	37,29	1,65%	67,19%
	231 → 242	36,98	1,64%	68, 3%
	231 → 112	36,16	1,60%	70,44%
	211 → 231	35,02	1,55%	71,99%
	211 → 142	26,22	1,16%	73,15%
	312 → 131	24,52	1,09%	74,24%
	313 → 324	24,29	1,08%	75,32%
	131 → 211	23,43	1,04%	76,36%
	333 → 231	23,12	1,03%	77,38%
	131 → 333	22,06	0,98%	78,36%
	211 → 512	2 ,45	0 95%	79,31%
	324 → 131	20,29	0,90%	80,21%
	331 → 423	19,98	0,89	81,10%
	131 → 231	18,47	0,82%	81,92%
	321 → 324	17,60	0,78%	82,70%
	333 → 321	16,87	0,75%	83,45%
	222 → 211	13,97	0,62%	84,07%
	231 → 121	12,86	0,57%	84,64%
	133 → 122	11,62	0,52%	85,16
	231 → 411	11,47	0,51%	85,66%
	242 → 211	11,00	0,49%	86,15%
	242 → 121	9,43	0,42%	86,57%
	231 → 131	9,12	0,40%	86,98%
	231 → 512	9,02	0,40%	87,38%
	231 → 324	8,66	0,38%	87,76%
	133 → 211	8,07	0,36%	88,12%
	133 → 231	7,60	0,34%	88,46%
	231 → 133	7,40	0,33	88,7 %
	211 → 122	7,32	0,32%	89,11%
	311 → 324	7,31	0,32%	89,43%
	242 → 231	7,19	0,32%	89,75%

Die Tabellen Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen die dominierenden Veränderungen zwischen 2000 und 2006 für die alten und neuen Bundesländer getrennt. Dabei ist

ein deutlicher Unterschied der Veränderungen sichtbar. In den alten Bundesländern dominieren vor allem Veränderungen im Zusammenhang mit Waldverlust durch Sturmschäden, Urbanisierungsprozessen, aber auch Wiederaufforstung und Intensivierung in der Landwirtschaft.

Tabelle 9: Dominierende Veränderungen der Landnutzung/ -bedeckung zwischen 2000 und 2006 in den Alten Bundesländern (Legende siehe Tabelle 8)

Übergang	Alte Bundesländer		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumuliert
312 → 324	186,55	14,80%	14,80%
211 → 112	168,37	13,35%	28,15%
324 → 313	119,64	9,49%	37,64%
211 → 121	62,53	4,96%	42,60%
133 → 112	60,61	4,81%	47,41
324 → 312	55,34	4,39%	51,80%
231 → 211	52,30	4,15%	55,95%
211 → 131	49,78	3,95%	59,89%
242 → 112	36,53	2,90%	62,79%
324 → 311	35,00	2,78%	65,57%
231 → 112	34,91	2,77%	68,34%
211 → 133	32,38	2,57%	70,91%
133 → 121	27,60	2,19%	73,09%
231 → 242	26, 3	2,11%	75,21%
313 → 324	19,96	1,58%	76,79%
131 → 211	19,78	,57%	78,36%
211 → 142	19,59	1,55%	79,91%
211 → 512	12,35	0,98%	80,89%
211 → 231	10,28	0,82%	81,71%
242 → 121	9,25	0,73%	82,44%
242 → 211	8,85	0,70%	83,14%
231 → 121	8,83	0,70%	83,8 %
312 → 131	7,36	0,58%	84,43%
242 → 231	6,31	0,50%	84,93%
231 → 133	5,83	0,46%	85,39%
231 → 512	5,71	0,45%	85,85%
131 → 324	5,61	0,45%	86,29%
231 → 412	5,60	0,44%	86,73%
242 → 131	5,50	0,44%	87,17%
211 → 242	5,36	0,43%	87,60%
231 → 131	5,11	0,40%	88,00
231 → 142	4,98	0,40%	88,40%
133 → 142	4,77	0,38%	88,77%
133 → 122	4,60	0,36%	89,14%
311 → 324	4,57	0,36%	89,50%
412 → 211	4,55	0,36%	89,86%
133 → 242	4,02	0,32%	90,18%
242 → 142	4,02	0,32%	90,50%
211 → 412	3,93	0,31%	90,81%

Tabelle 10: Dominierende Veränderungen der Landnutzung/ -bedeckung zwischen 2000 und 2006 in den Neuen Bundesländern (Legende siehe Tabelle 8)

Übergang	Neue Bundesländer + Berlin		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumuliert
231 → 211	139,32	15,32%	15,32%
312 → 324	73,72	8,10%	23, 2%
324 → 312	54,50	5,99%	29,41%
333 → 512	44,04	4,84%	34,25%
131 → 324	40,72	4,48%	38,73%
131 → 512	38,60	4,24%	42,98%
333 → 324	36,75	4,04%	47,02%
211 → 131	34,25	3,77%	50,78%
324 → 313	25,93	2,85%	53,63%
211 → 231	24,55	2,70%	56,33%
333 → 231	2 ,84	2,51%	58,84%
131 → 333	19,93	2,19%	61,03%
324 → 131	17,83	1,96%	62,99%
312 → 131	16,97	1,87%	64,86%
133 → 112	16,95	1,86%	66,72%
333 → 321	15,85	1,74%	68,47%
131 → 231	15,61	1,72%	70,18%
211 → 133	14,82	1,63%	71,81%
321 → 324	14,38	1,58%	73,39
211 → 121	13,99	1,54%	74,93%
222 → 211	13,49	1,48%	76,41%
133 → 121	13,41	1,47%	77,89%
324 → 311	12,80	1,41%	79,29%
231 → 242	10,35	1,14%	80,43%
231 → 411	9,94	1,09%	81,52%
211 → 112	9,90	1,09%	82,61%
211 → 512	8,71	0,96%	83,57%
231 → 324	6,78	0 74%	84,31%
133 → 211	6,59	0,72%	85,04%
133 → 122	6,29	0,69%	85,73%
324 → 512	5,46	0,60%	86,33%
211 → 142	5,31	0,58%	86,91%
124 → 142	4,78	0,53%	87,44%
211 → 122	4,65	0,51%	87,95%
133 → 231	4,25	0,47%	88,42%
231 → 121	3,95	0,43%	88,85%
211 → 124	3 71	0,41%	89,26%
131 → 211	3,65	0,40%	89,66%
231 → 131	3,52	0,39%	90,05%

Letztere nimmt jedoch in den neuen Bundesländern mit 15,3% einen wesentlich höheren Anteil an den Veränderungen ein. Hier dominieren aber vorwiegend auch Veränderungen im Zusammenhang mit der Rekultivierung von ehemaligen Abbauflächen sowie das Hinzukommen neuer Tagebauflächen.

### 3.5 **Ergebnisse aus den Testvergleichen von CLC2006 laut EEA und abgeleitet aus dem DLM-DE**

Im Folgenden sind die auf 2006 hin aktualisierten DLM-DE Datensätze und die daraus abgeleiteten CLC2006-Produkte aus der Machbarkeitsstudie für das BKG (Bock, 2008) dargestellt, gefolgt von den generalisierten Produkten auf 5 ha MMU (Mindesterfassungsfläche) und auf 25 ha MMU. Als letztes Produkt für die jeweiligen Testregionen ist zum Vergleich das herkömmlich nach den EEA-Guidelines abgeleitete Produkt CLC2006 dargestellt.

Die Abbildung 36 zeigt eine **Subregion** von ca. 8 km mal 8 km aus dem Kartenblatt TK100 **Mannheim-Ludwigshafen** mit der Gemeinde **Frankenthal** im oberen Drittel und Stadtteilen sowie westlichen Vororten von Ludwigshafen im rechten Bildteil. In dem auf 1 ha generalisierten DLM-DE Produkt (Abbildung 36a) sind im Westen Weinanbauflächen zu sehen, daran schließen sich Ackerflächen und Ortschaften an, im Osten dann Stadtteile sowie westliche Vororte von Ludwigshafen mit Wohnbebauung und Industrie- und Gewerbeflächen. Im Bereich der Ackerflächen sind eine Reihe von langgezogenen grün dargestellten Flächen auszumachen. Sie stellen Straßenbegleitgrün aus den ATKIS-Datensätzen dar, das zur CLC-Kategorie 231 (Wiese / Weide) transferiert wurde. Die Generalisierung auf 5 ha MMU als Zwischenprodukt zeigt die erfolgreiche Aggregation, meist generalisiert zu den anschließenden Ackerflächen (Abbildung 36b). Die Abbildung 36c und d schließlich demonstrieren das auf 25 ha MMU generalisierte DLM-DE Produkt und das herkömmliche Produkt CLC2006 laut EEA-Methodik.

Die Siedlungsflächen der DLM-DE-Derivate und von CLC2006 weisen meist die gleichen Muster und Flächenausdehnungen auf. Beim Wechsel von landwirtschaftlichen Flächen und kleineren Waldflächen resultieren teilweise auch größere Unterschiede.

In der Abbildung 37a bis d sind die entsprechenden Produkte für das **Testgebiet Rendsburg** dargestellt, in der Anordnung wie in Abbildung 36. Im Teil a wird in der Landwirtschaft das kleinräumige Nebeneinander von Ackerland- und Grünlandflächen sichtbar, teilweise durchsetzt mit Gehöften und kleinen Siedlungsteilen. Diese heterogenen landwirtschaftlichen Flächen sind gemäß der EEA-Methodik in der CLC-Klasse 242 (in dunklem beigen Farbton dargestellt) aufgenommen worden. Die Umsetzung in die heterogene Kategorie 242 bei entsprechendem Muster konnte in der Aggregation noch nicht modelliert werden.

Die entsprechenden Produkte für das **Testgebiet Mannheim** sind in der Abbildung 38 dargestellt. Die Subregion Frankenthal (siehe Abbildung 36) ist Teil dieses Testgebietes. Das kleinräumige Nebeneinander unterschiedlicher CLC-Klassen im Hafenumfeld von Mannheim und Ludwigshafen weist für die Aufgabenstellung der Generalisierung größere Herausforderungen auf. Dabei soll bezüglich der Nachbarschaftsbeziehungen die Prioritätentabelle der EEA die Aggregation bestimmen, aber auch in Relation zu den Flächengrößen der beteiligten Polygone. Im Zentrum von Mannheim mit diversen abzweigenden Hafenbecken am Rhein und dem Nebeneinander diverser Bebauungen hat sich die Reihenfolge der Generalisierung ungünstig ausgewirkt, mit einer Überbewertung der Wasser und Hafenflächen. Insgesamt kann das Ergebnis der Aggregation aber als zufriedenstellend bewertet werden.



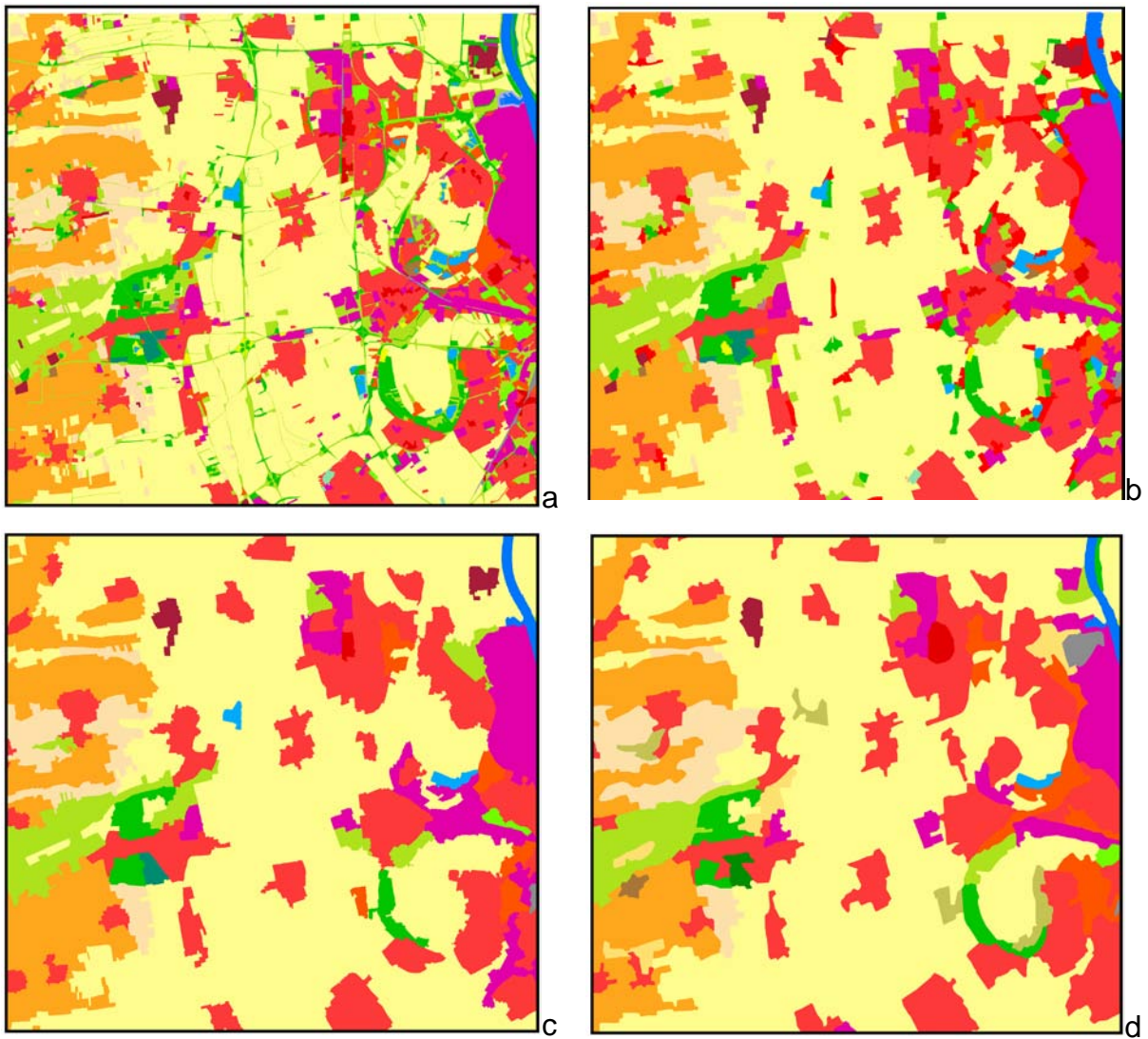


Abbildung 36: Subregion Frankenthal, a) aktualisiertes DLM-DE, 1 ha MMU; b) aktualisiertes DLM-DE, 5 ha MMU; c) aktualisiertes DLM-DE, 25 ha MMU; d) CLC2006 laut EEA, 25 ha MMU

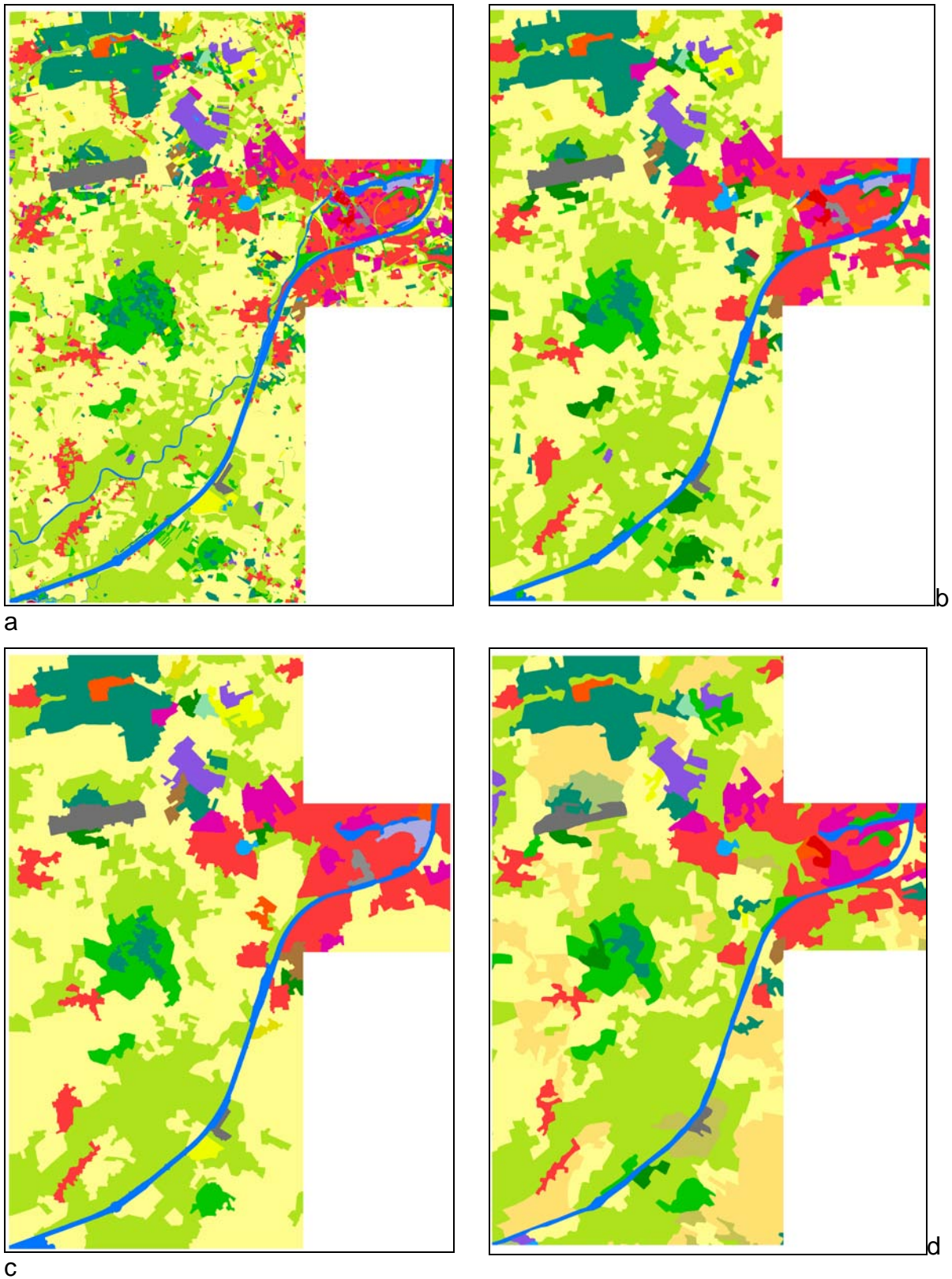


Abbildung 37: Testgebiet Rendsburg a) aktualisiertes DLM-DE, 1 ha MMU; b) aktualisiertes DLM-DE, 5 ha MMU; c) aktualisiertes DLM-DE, 25 ha MMU; d) CLC2006 laut EEA, 25 ha MMU

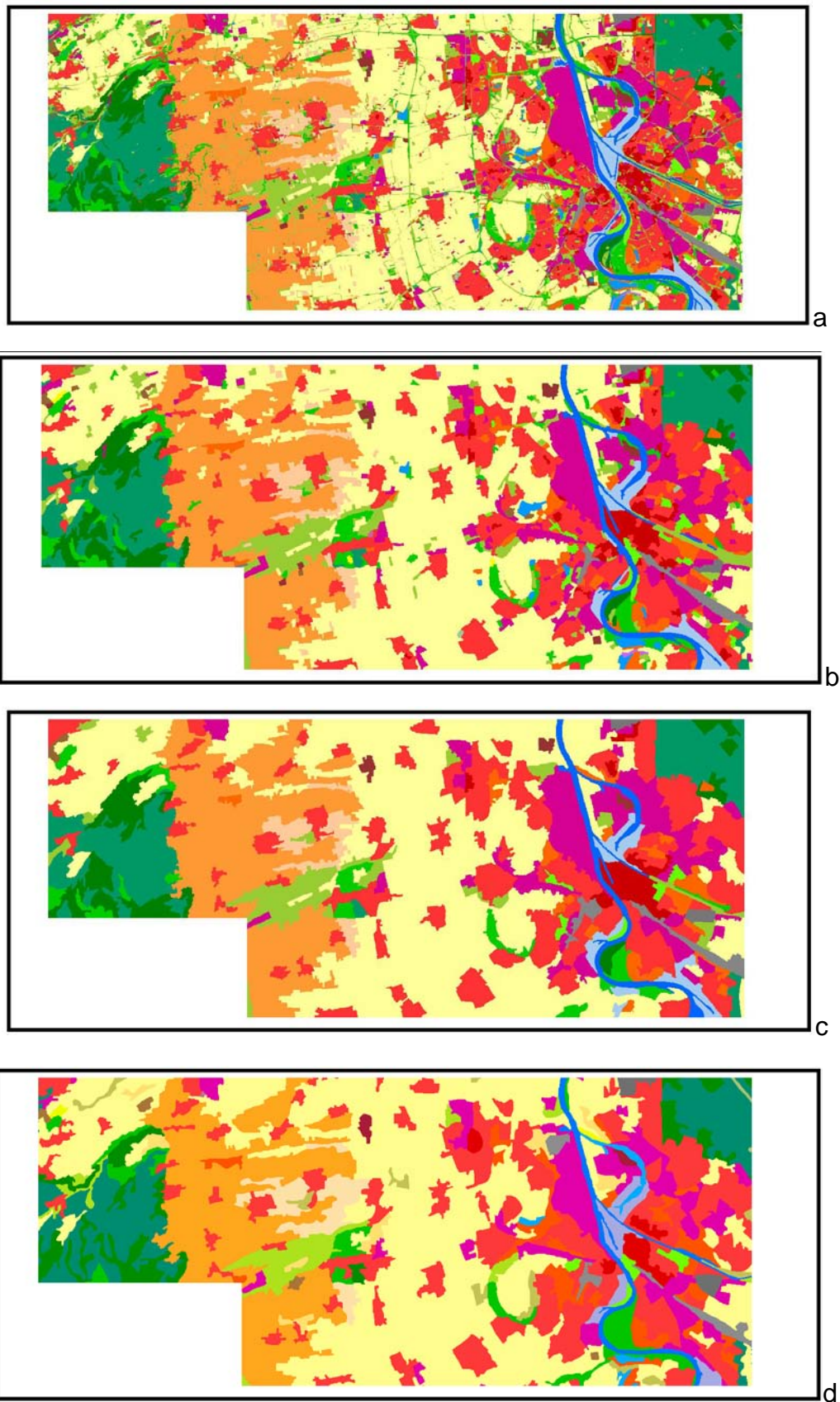


Abbildung 38: Testgebiet Mannheim a) aktualisiertes DLM-DE, 1 ha MMU; b) aktualisiertes DLM-DE, 5 ha MMU; c) aktualisiertes DLM-DE, 25 ha MMU; d) CLC2006 laut EEA, 25 ha MMU

In der bearbeiteten Fläche des **Testgebiets Dresden** (Abbildung 39) kommt im Ostteil die Thematik der heterogenen Klassen in der Landwirtschaft zum tragen, hier

durch ein kleingliedriges Nebeneinander von Ackerflächen, Grünland und Gehölzen. Durch das Fehlen der Generierung dieser heterogenen Klassen bei der DLM-DE Generalisierung resultieren teilweise größere Unterschiede zwischen generalisiertem DLM-DE und herkömmlichem CLC2006. Im Westen sind einige Siedlungsbereiche, in der Umgebung von Landwirtschaft, bei der Generalisierung zu 25 ha MMU nicht mehr enthalten, die die visuelle Interpretation beim herkömmlichen CLC-2006-Produkt enthält.

Die Thematik der nicht umgesetzten heterogenen CLC-Klassen spiegelt sich auch in den kleinparzellierten landwirtschaftlichen Flächen des **Testgebietes Friedrichshafen** wieder (Abbildung 40), die hier einen großen Flächenanteil in der Landwirtschaft ausmachen. Hier besteht im Zusammenhang der Vergleichbarkeit der neuen Kartierung, basierend auf den DLM-DE - Produkten, und der CLC-Kartierung laut EEA-Methodik noch größerer Handlungsbedarf bei der Generalisierung.

Genauere Analysen hinsichtlich der Auswirkungen verschiedener Generalisierungsansätze und der Vergleichbarkeit der Produkte sind bei Nieland (2009) zu finden. Eine entsprechende Bewertung im Zusammenhang mit einem Methodenwechsel bei der Aktualisierung von CLC in Deutschland ist einer begleitenden Studie vorbehalten, die im April 2010 verfügbar sein wird.

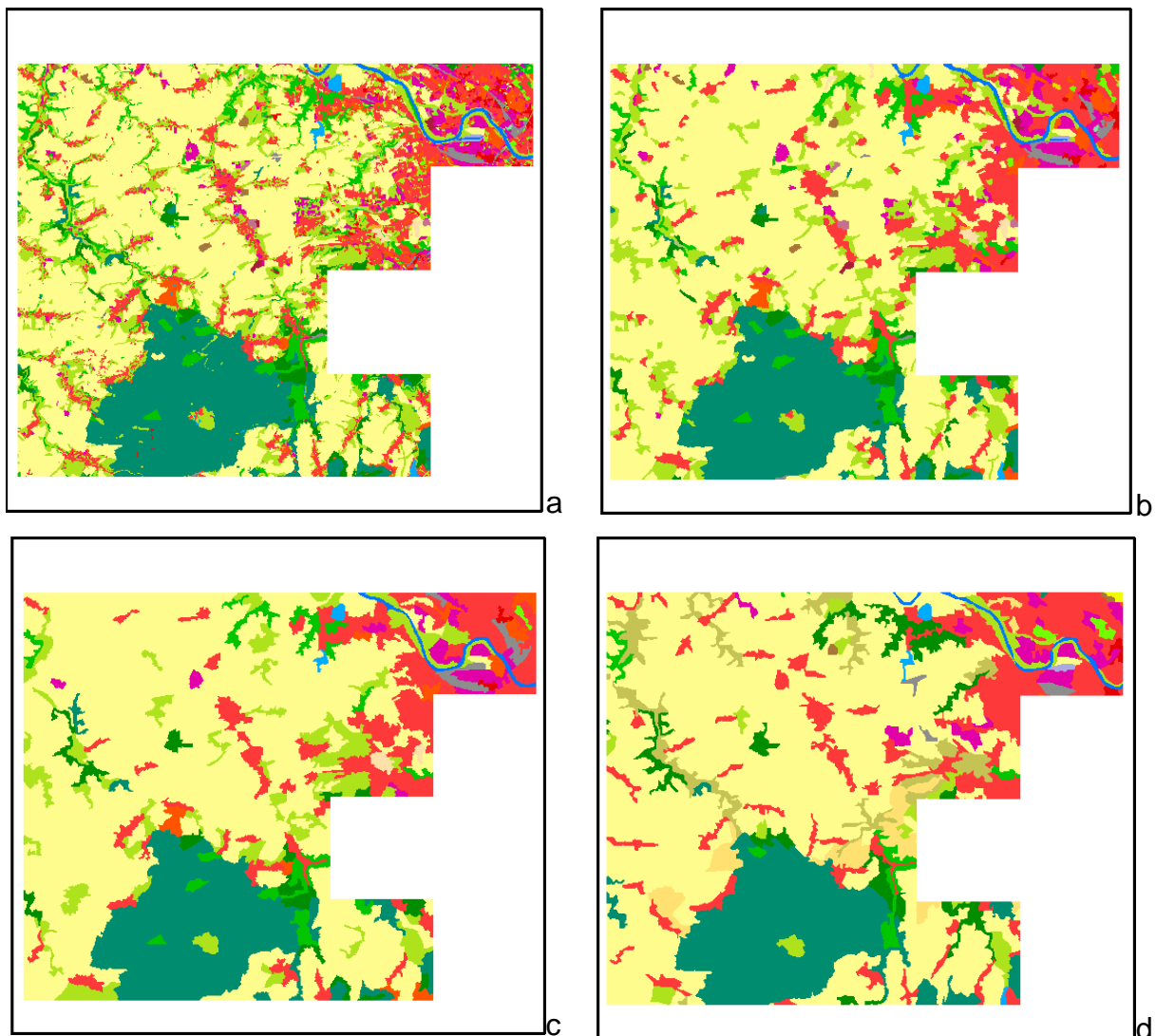


Abbildung 39: Testgebiet Dresden a) 1 ha MMU; b) 5 ha MMU; c) 25 ha MMU; d) CLC2006 laut EEA, 25 ha MMU

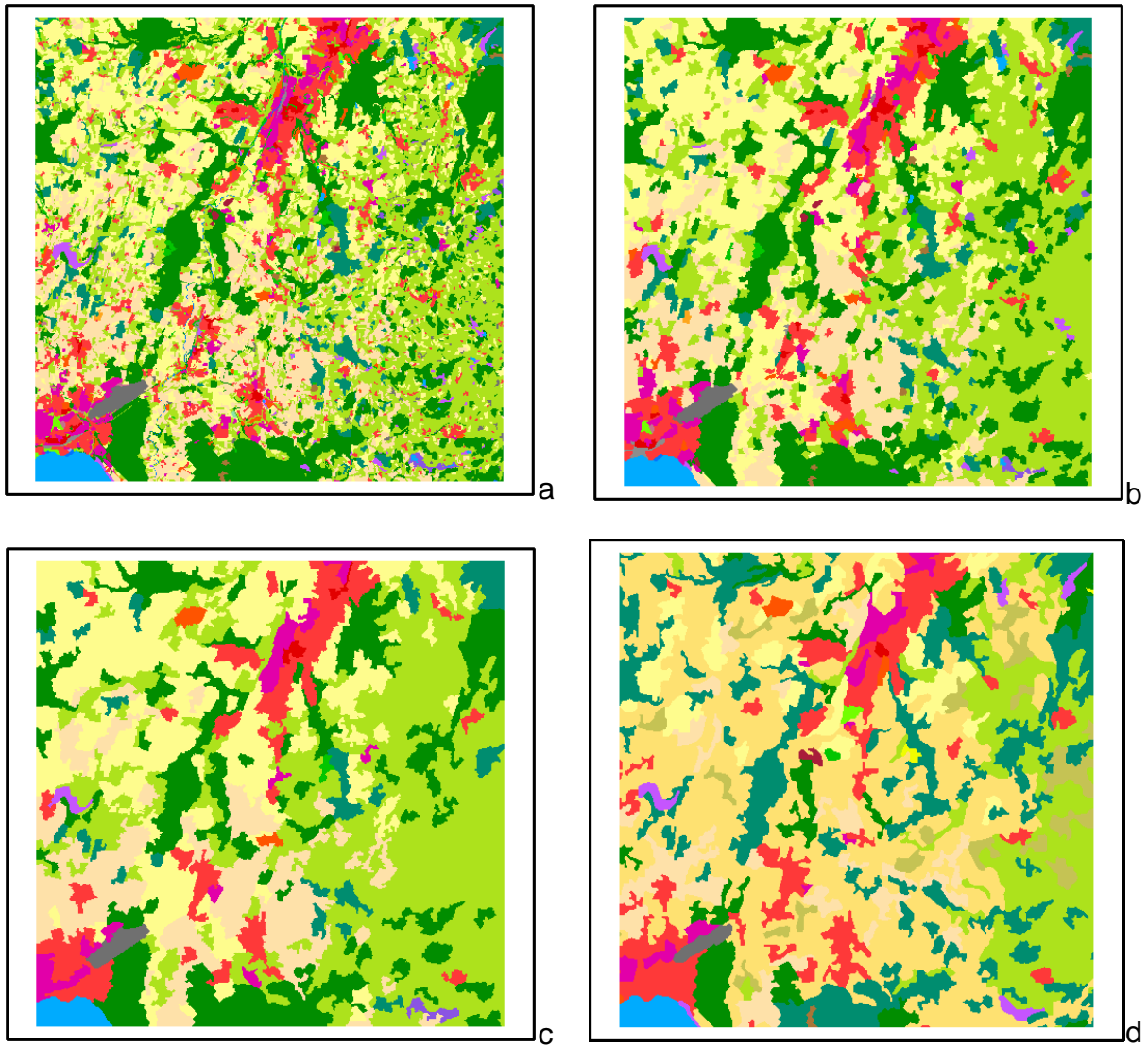


Abbildung 40: Testgebiet Friedrichshafen a) 1 ha MMU; b) 5 ha MMU; c) 25 ha MMU; d) CLC2006 laut EEA, 25 ha MMU

## 4 Zusammenfassung und Bewertung

### 4.1 *Verwertbarkeit der Ergebnisse*

Die Ergebnisse des Vorhabens zur Aktualisierung von CORINE Land Cover 2006 setzen die Zeitreihe der Bodenbedeckungssituationen von CLC1990 über CLC2000 zu CLC2006 fort und spiegeln mit den auch umweltrelevanten CLC-Klassen die Dynamik der Landbedeckung und der Veränderung der Flächen mit natürlichen Ressourcen wieder. Dabei enthalten die kartierten Änderungsflächen von 2000 nach 2006 auch sogenannte „Inselpolygone“, die an keine gleichartige LC Klasse gebunden sind und daher in dem abgeleiteten Datensatz von CLC2006 nicht auftauchen.

Der aktualisierte Datensatz CLC2006 gibt für Modellierungen im Umweltbereich (z. B. von Nährstoffeinträgen im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie) die aktuellere Situation der Bodenbedeckung wieder als der alte Datensatz CLC2000. Dabei hat sich die GIS-gestützte Ableitung unter Verwertung der erfassten technischen Änderungen durchaus bewährt.

### 4.2 *Einordnung in das Umfeld laufender ähnlicher Vorhaben*

Gegenüber den sektoralen Erfassungen der Bodenbedeckung in den GMES Fast Track Services „Soil Sealing“ und „Forest“ bzw. GMES Forest Monitoring decken die CLC-Klassen alle Bodenbedeckungen bzw. Landnutzungen in den vorgegebenen 44 CLC-Klassen ab. Das deutsche DeCOVER-Vorhaben setzt mehr auf automatisierte Klassifizierungsansätze, aber ist ein Vorhaben zur Methodenentwicklung, und wird auch nach der Phase 2 nur Testgebiete von Deutschland abdecken – im Gegensatz zur Abdeckung der Gesamtfläche von Deutschland in CLC2006.

Basierend auf der parallel zum CLC2006-Projekt durchgeführten Machbarkeitsstudie am DFD zur Aktualisierung des DLM-DE (im Auftrag des BKG) wird zurzeit eine Aktualisierung des DLM-DE, basierend auf den ATKIS-Daten, zum Referenzjahr 2009 durchgeführt. Unter der Leitung von INFOTERRA GmbH nutzt ein Konsortium im Auftrag des BKG dabei Satellitendaten von RapidEye aus 2009, um eine hoch aufgelöste Datenbasis CLC2009-HR abzuleiten, die für Aufgabenstellungen diverser Ressorts eingesetzt werden kann. Auf dieser Datenbasis sollen auch zukünftige Aktualisierungen von CLC aufsetzen, was für Änderungskartierungen ab 2009 verbesserte Ergebnisse in Deutschland verspricht, eingebunden in die amtlichen Geometrien von ATKIS und DLM-DE.

Es bleibt die Notwendigkeit, auch für die Zeit des Methodenwechsels von 2006 zu 2009 hinsichtlich der CORINE Land Cover Erhebung brauchbare Veränderungsinformationen abzuleiten, bzw. die Fehlermargen bei einer einfachen Differenzenbildung der unterschiedlichen Datensätze abzuschätzen. Dieser Punkt ist ein Aspekt bei den im Januar 2010 noch laufenden „Begleitenden Arbeiten zur Aktualisierung von CLC2006“, die im Laufe des Frühjahrs 2010 abgeschlossen sein werden.

## 5 Literaturverzeichnis

### 5.1 Veröffentlichungen im Kontext des Vorhabens

- Keil, M. (2008): Datenerhebungsanleitung zur Erfassung der Änderungen zu CLC zwischen 2000-2006 („CLC\_Change\_2000-2006“), Version 2 (Mai 2008), unveröffentlicht, DLR-DFD, Oberpfaffenhofen.
- Metz, A. (2009): Knowledge based update of DLM-DE with remote sensing and geo-data for deduction of a high resolution land use / land cover mapping using CORINE Land Cover. Diplomarbeit, Institut für Geographie, Technische Universität Dresden.
- Metz, A., M. Bock, M. Keil (2009): Semiautomatische Methoden zur Aktualisierung des DLM-DE aus Fernerkundungs- und Geodaten zur Ableitung einer hochauflösenden Kartierung der Bodenbedeckung gemäß CORINE Land Cover. Proceedings AGIT GIS-Konferenz in Salzburg, 8. - 10. Juli 2009.
- Nieland, S. (2009): Entwicklung und Bewertung einer Methode zur automatisierten Generalisierung des DLM-DE auf den Zielmaßstab des CORINE Land Cover Datensatzes in Deutschland. Diplomarbeit im Fachgebiet Geographie, Universität Innsbruck.
- Nieland, S., A. Dietz, M. Bock, M. Keil, A. Heller (2009): Untersuchungen zum Einfluss eines Methodenwechsels auf die Aktualisierung der Bodenbedeckung gemäß CORINE Land Cover in Deutschland. Proceedings AGIT GIS-Konferenz in Salzburg, 8. - 10. Juli 2009.
- Pfützner, A. (2009): Bewertung der Aussagekraft fernerkundlich generierter Produkte zur Versiegelung im Hinblick auf ein flächendeckendes Monitoring. Diplomarbeit, Institut für Geographie, Technische Universität Dresden.

### 5.2 Referenzen

- AdV (2008): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens, Erläuterungen zum ATKIS® Basis-DLM. Techn. Report, <http://www.adv-online.de> (status: 27-08-2009).
- Arnold, S. (2009): Integration von Fernerkundungsdaten in national und europäische Geodateninfrastrukturen – Ableitung von CORINE Land Cover-Daten aus dem DLM-DE. Photogrammetrie – Fernerkundung – Geoinformation, 2-2009 , 123–135.
- Bock, M., Keil, M., Strunz, G., Dietz, A., Eisfelder, C., Metz, A., & Rössig, C. (2008): Ergebnisse der Machbarkeitsstudie – Aktualisierung und Nutzung des DLM-DE für die Ableitung von CORINE Land Cover auf der Basis von Satellitendaten. Studie im Auftrag des BKG, DLR Oberpfaffenhofen, unveröffentlicht.
- Bossard, M., Feranec, J., & Otahel, J. (2000): CORINE Land Cover technical guide – Addendum 2000. Technical Report 40, ESA, Copenhagen.
- Büttner, G., & Kosztra, B. (2007): CLC2006 – Technical Guidelines. Universität Antonoma de Barcelona, 2007.

- Büttner, G., & Kosztra, B. (2009a): CLC2006 first verification report, Germany, EEA subvention 2009. ETC Land Use and Spatial Information, Universitat Autònoma de Barcelona, 2007.
- Büttner, G., & Kosztra, B. (2009b): CLC2006 second verification report, Germany, EEA subvention 2009. ETC Land Use and Spatial Information, Universitat Autònoma de Barcelona, 2007.
- Deggau, M., H. Stralla, A. Wirthmann (1998): Klassifizierung von Satellitendaten (CORINE Land Cover), Endbericht zum Forschungsprojekt UFOPLAN 291 91 055/00, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Dezember 1998.
- Feranec, J., Suri, M., Otahel, J., Cebecauer, T., Kolar, J., Soukup, T., Zdenkova, D., Waszmuth, J., Vajdea, V., Vijdea, A., Nitica, C. (2000): Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s – 1990s. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2, pp. 129-139.
- Feranec, J., Hazeub, G., Christensenc, S., & Jaffraind, G. (2007): Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land Use Policy*, 24 , 234–247.
- Grünreich, D. (2007): GMES Fast Track Land Monitoring Core Service, Strategic Implementation Plan, Final Version. Tech. rep., Land Monitoring Core Service Implementation Group. <http://www.gmes.info> (status: 21-08-2009).
- Höfer, R. (2007): Vergleich der multispektralen Sensoren ETM+ (Landsat 7) und LISS3 (IRS-P6) hinsichtlich der Nutzung einer CORINE Land Cover Aktualisierung. Diplomarbeit, Institut für Geographie, Technische Universität Dresden.
- Höfer, R., Wehrmann, T. & Meinel, G. (2007): "Ableitung von CORINE Land Cover Klassen aus IRS-P6 Satellitendaten durch objektorientierte Klassifikation." In: Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. (Hrsg): *Angewandte Geoinformatik 2007*. Beiträge zum 19. AGIT-Symposium Salzburg, 2007.
- Keil, M., Kiefl, R., & Strunz, G. (2005a). CORINE Land Cover 2000 – Europaweit harmonisierte Aktualisierung der Landnutzungsdaten für Deutschland – Abschlussbericht zum F+E Vorhaben. Oberpfaffenhofen. [http://www.corine.dfd.dlr.de/media/download/clc2000\\_final-report\\_de.pdf](http://www.corine.dfd.dlr.de/media/download/clc2000_final-report_de.pdf)
- Keil, M.; Kiefl, R. ; Strunz, G. (2005b): CORINE LAND COVER 2000 - Germany, Final Report. Version: Juni 2005. [http://www.corine.dfd.dlr.de/media/download/clc2000\\_final-report\\_de.pdf](http://www.corine.dfd.dlr.de/media/download/clc2000_final-report_de.pdf)
- Mohaupt-Jahr, B., & Keil, M. (2004): The CLC 2000 project in Germany and environmental applications of land use information. In F. E. A. Germany (Ed.) *Workshop CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for Environmental Applications*, 20–21 January 2004, Berlin.
- Pataki, M. (2008): A macro program for generating CLC2006 from CLC2000 and CLC-Changes, Draft Users' Manual, Version 1.1, Project 1.2.6: CORINE Land Cover update. ETC Land Use and Spatial Information, Universitat Autònoma de Barcelona, 2008.



- Schrader, H. (2007): Contributions of GMES Land Monitoring projects to European SDI Implementation. In: 13th EC GI & GIS Workshop. Porto, 2007.
- Wehrmann, T. (2006). Automatisierte Klassifikation von Landnutzung durch Objekterkennung am Beispiel von CORINE Land Cover. Dissertation, Geographisches Institut, Universität Würzburg.

### Anhang I: Matrix der ungewöhnlichen Änderungen (1 bei ungewöhnlichen Änderungen)

	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142	211	221	222	231	242	243	311	312	313	321	322	324	331	332	333	334	335	411	412	421	423	511	512	521	522	523	
111	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
112	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
121	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
122	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
123	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
124	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
131	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
132	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
133	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
141	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
142	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
211	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
221	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
222	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
231	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
242	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
243	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
311	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
312	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
313	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
321	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
322	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
324	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
331	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
332	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
333	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
334	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
335	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
411	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
412	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
421	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
423	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
511	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
512	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
521	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
522	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
523	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

