

# **CORINE Land Cover 2000 – Europaweit harmonisierte Aktualisierung der Landnutzungsdaten für Deutschland**

**Abschlussbericht zum F+E Vorhaben  
UBA FKZ 201 12 209**

von

**Manfred Keil,  
Ralph Kiefl, Günter Strunz**

Projektlaufzeit: 1. Mai 2001 - 31. Dezember 2004

IM AUFTRAG DES UMWELTBUNDESAMTES

Mai 2005



# **CORINE Land Cover 2000 – Europaweit harmonisierte Aktualisierung der Landnutzungsdaten für Deutschland**

**Abschlussbericht zum F+E Vorhaben  
UBA FKZ 201 12 209**

von

**Manfred Keil,  
Ralph Kiefl, Günter Strunz**

Projektlaufzeit: 1. Mai 2001 - 31. Dezember 2004

IM AUFTRAG DES UMWELTBUNDESAMTES

Mai 2005



**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.  
Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum  
Oberpfaffenhofen  
82234 Wessling**



## Berichts - Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA - FB 000 826	2.	3.
4. Titel des Berichts CORINE Land Cover 2000 – Europaweit harmonisierte Aktualisierung der Landnutzungsdaten für Deutschland		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Keil, Manfred; Kiefl, Ralph; Strunz, Dr. Günter		8. Abschlussdatum 08.07.2005
		9. Veröffentlichungsdatum Juli 2005
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), D-82234 Weßling		10. UFOPLAN-Nr. 201 12 209
		11. Seitenzahl 83
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau		12. Literaturangaben 26
		13. Tabellen und Diagramme 31
15. Zusätzliche Angaben		14. Abbildungen u. Karten 28
16. Kurzfassung Das Deutsche Projekt „CORINE Land Cover 2000 – Germany“ war integriert in das europaweite Projekt „IMAGE 2000 & CORINE Land Cover 2000“. Das Ziel des Projektes war die Generierung eines aktualisierten Datenbestandes der Landnutzung und Landbedeckung und deren Änderungen innerhalb des 10-Jahres Zeitraums zwischen 1990 und 2000. Auf europäischer Ebene wurde CORINE Land Cover 2000 (CLC2000) von der Europäischen Umweltagentur (EEA) geleitet. Das Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission war verantwortlich für das Teilprojekt IMAGE2000, das die Vorverarbeitung der Satellitenbildgrundlage für den Zeitraum 2000 beinhaltete. 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) Koordination und Management des Projektes. Darüber hinaus waren am nationalen CLC2000 Team mehrere Firmen beteiligt, die mit der Interpretation der Satellitenbilder unterbeauftrag wurden. Das Projekt wurde im Mai 2001 begonnen und endete im Dezember 2004 mit der Lieferung der endgültigen Datenprodukte, die über das Deutsche CLC2000 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 Vorverarbeitung der Vektor- und Satellitendaten von CLC1990, der Kartierung der Landbedeckung und Landnutzung zum Status 2000 und deren Änderungen gegenüber 1990, der Validierung und Qualitätskontrolle, der Integration der Daten zu einem Gesamtdatensatz für Deutschland und der Bereitstellung der endgültigen Datenprodukte. Die Landnutzung wurde im Projekt als Vektordatensatz erfasst. Die hauptsächliche Kartierungsgrundlage bildeten Satellitenbilder von Landsat 5 (für den Status 1990) und Landsat 7 (für den Status 2000). Eine deutliche Qualitätsverbesserung der Kartierung konnte durch die Verwendung des panchromatischen Kanals von Landsat 7 erreicht werden, wodurch die räumliche Auflösung der Satellitendatengrundlage auf 15 m verbessert wurde. 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 Rahmen des Projektes fand im Januar 2004 in Berlin der Anwenderworkshop „CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for Environmental Applications“ statt. 108 Teilnehmer aus 17 Europäischen Staaten diskutierten die Anwendungsmöglichkeiten von CLC2000 und die Nutzeranforderungen für künftige Aktualisierungen. Die Ergebnisse des Workshops wurden in einem Tagungsband innerhalb der Schriftenreihe „UBA Texte“ publiziert. 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 ausführliche statistische Analyse der Datensätze von CLC2000 präsentiert. Signifikante Trends der Landnutzungsänderungen in Deutschland werden ebenso herausgearbeitet wie unterschiedliche Entwicklungen der Landnutzung in den Alten und Neuen Bundesländern.		
17. Schlagwörter Bodenbedeckung, Deutschland, Landnutzung, CORINE Land Cover, CLC2000, Landnutzungsänderungen		
18. Preis	19.	20.

### Report - Sheet

1. Report No. UBA – FB 000 826	2.	3.
4. Report Title CORINE Land Cover 2000 – European-wide Harmonised Update of Land Use Data for Germany		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Keil, Manfred; Kiefl, Ralph; Strunz, Dr. Günter		8. Report Date 08.07.2005
		9. Publication Date July 2005
6. Performing Organisation (Name, Address) German Remote Sensing Data Center (DFD), German Aerospace Center (DLR), D-82234 Weßling		10. UFOPLAN-Ref. No. 201 12 209
		11. No. of pages 83
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau		12. No. of references 26
		13. No. of tables, diagrams 31
15. Supplementary Notes		14. No. of figures 28
<p>16. Abstract</p> <p>The German project 'CORINE Land Cover 2000 – Germany' was integrated in the European-wide project 'IMAGE 2000 &amp; CORINE Land Cover 2000'. The aim of the project was to generate up-to-date maps of land use and land cover and their changes within the 10 years period between 1990 and 2000. In the European context, CLC2000 was led by the European Environment Agency (EEA). The Joint Research Centre (JRC) of the European Commission was responsible for the sub-project IMAGE2000 which covered the pre-processing of the satellite images of 2000. In Germany the project was under the responsibility of the Federal Ministry on Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and the Federal Environmental 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 CLC2000 team, which were contracted for the interpretation of the satellite images.</p> <p>The project started in May 2001 and ended in December 2004 with the delivery of the final products, which can be ordered via the German CLC2000 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 pre-processing of the CLC1990 vector data and the satellite data of CLC1990, the mapping of land cover 2000 and its changes with respect to CLC1990, 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 5 (for 1990) and Landsat 7 (for 2000). An improvement for mapping was the availability of the additional panchromatic band of Landsat 7 with an increased spatial resolution of 15 m. 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.</p> <p>Within the framework of the project, the user workshop 'CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for Environmental Applications' was held in January 2004 in Berlin. 108 participants from 17 European countries participated in the workshop to discuss the possible use of CLC2000 and the user requirements for future updates. The workshop proceedings were published in the series 'UBA Texte'.</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 CLC2000 results is given. It highlights significant trends and changes of land use and land cover in Germany and the differences of land use and land cover and its changes between the Old and the New Federal States in Germany.</p>		
17. Keywords CORINE Land Cover, Germany, CLC2000, Land Use, Land Cover, Land Use Changes		
18. Price	19.	20.

## Inhaltsverzeichnis:

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Aufgabenstellung</i>	1
1.2	<i>Voraussetzungen</i>	1
1.3	<i>Wissenschaftlich-technischer Stand</i>	2
1.4	<i>Grundlegende Dokumente zur Vorgehensweise</i>	3
1.5	<i>Organisationsstruktur des Projektes</i>	4
1.6	<i>Planung und Ablauf des Projektes</i>	5
1.6.1	Planung des Projektes	5
1.6.2	Ablauf des Projektes	6
<b>2</b>	<b>Methodik</b>	<b>10</b>
2.1	<i>Datengrundlage</i>	10
2.1.1	Primäre Satellitendaten	10
2.1.2	Vektordatensatz CLC1990	12
2.1.3	Zusatzdaten	12
2.2	<i>Vorverarbeitung</i>	13
2.2.1	Auswahl und Qualitätskontrolle der Satellitendaten von 2000	13
2.2.2	Geometrische Anpassung der Satellitendaten von 1990	14
2.2.3	Geometrische Anpassung der Vektordaten von 1990	14
2.3	<i>Interpretation und Kartierung</i>	15
2.3.1	Nomenklatur der CORINE Land Cover Klassen	16
2.3.2	Anpassung der CLC Nomenklatur von 1990 und 2000 in Deutschland	18
2.3.3	Methodik bei der Aktualisierung - Einhaltung von Mindestflächen, Generalisierung	20
2.3.4	Digitalisierung der Landnutzungsänderungen	20
2.3.5	Markierung überschätzter oder technisch bedingter Änderungen	24
2.3.6	Kartierung in einer Pufferzone an den Grenzen Deutschlands	25
2.3.7	Besonderheiten bei der Kartierung im Wattenmeer	25
2.3.8	Geländeaufnahmen und deren Dokumentation	26
2.3.9	Erstellung der Metadaten	28
2.4	<i>Qualitätssicherung und Verifizierung</i>	29
2.4.1	Technische Kontrolle am DFD	29
2.4.2	Thematische Kontrolle am DFD	31
2.4.3	Verifizierung durch das Team des ETC-TE	32
2.4.4	Validierung	34
2.5	<i>Integration und Datenabgabe</i>	34
2.5.1	Datenintegration	34
2.5.2	Bereitstellung und Publikation der Daten	34
2.6	<i>Workshop "CORINE Land Cover 2000"</i>	36
<b>3</b>	<b>Ergebnisse der Interpretation und Kartierung</b>	<b>37</b>
3.1	<i>Die CLC-Produkte</i>	37
3.2	<i>Erfahrungen bei der Interpretation</i>	38
3.2.1	Erfahrungen bei der Überprüfung und Korrektur des Datensatzes CLC1990	38
3.2.2	Erfahrungen bei der Erfassung von CLC2000	40
3.2.3	Erfahrungen bei der Veränderungskartierung	43
3.3	<i>Beispiele der Veränderungskartierung</i>	43
3.3.1	Landnutzungsänderungen im Raum Leipzig	43
3.3.2	Landnutzungsänderungen im Großraum Berlin	45

3.3.3	Landnutzungsänderungen im Emsland	47
3.3.4	Auswirkungen von Sturmschäden im nördlichen Schwarzwald	47
3.3.5	Landnutzungsänderungen in der Braunkohleabbauregion Niederlausitz	48
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der statistischen Datenauswertung</b>	<b>51</b>
4.1	<i>Auswertungen für den korrigierten Datensatz CLC1990 rev</i>	51
4.2	<i>Auswertungen für den Datensatz CLC2000</i>	53
4.3	<i>Auswertungen für den Änderungsdatensatz CLC_Changes</i>	55
4.3.1	Konversionen auf CLC Level 3	55
4.3.2	Aggregierte Konversionen auf CLC Level 1	58
4.3.3	Bilanz der Flächenänderungen auf CLC Level 3	60
4.3.4	Änderung der Flächenanteile ausgewählter Hauptklassen	63
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Bewertung</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>67</b>
	<b>Anhang 1: Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten</b>	<b>69</b>
	<b>Anhang 2: Projektions- und Datumparameter im deutschen CLC-Projekt</b>	<b>70</b>
	<b>Anhang 3: Prioritätentabelle</b>	<b>71</b>
	<b>Anhang 4: Anpassung der CLC Nomenklatur 1990 / 2000 in Deutschland</b>	<b>72</b>
	<b>Anhang 5: Datenbeschreibung der Vektordaten</b>	<b>75</b>
	<b>Anhang 6: Metadaten im „Country Level“ für Deutschland für das Produkt CLC2000</b>	<b>76</b>
	<b>Anhang 7: CLC2000 Metadaten im „Working Unit“ Level</b>	<b>79</b>
	<b>Anhang 8: Matrix der ungewöhnlichen Änderungen</b>	<b>82</b>
	<b>Anhang 9: Flächengrößen und –anteile der CLC Klassen im geometrisch angepassten Original-Datensatz CLC1990</b>	<b>83</b>

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1:	Organisationsstruktur innerhalb des europaweiten Projekts	4
Abbildung 2:	Aufgabenbereiche und Projektstruktur im Deutschen Projekt CLC2000 (entnommen Keil et al, 2004)	5
Abbildung 3:	Darstellung des Datenflusses und der Verantwortlichkeiten im deutschen Teilprojekt	5
Abbildung 4:	Aufteilung der Lose und Abdeckung der Kartenblätter TK100	7
Abbildung 5:	Landsat-Überdeckung von Deutschland mit den Kartierungseinheiten der TK100	11
Abbildung 6:	Ergebnisbeispiel für die Anwendung des Rubbersheet-Verfahrens mittels Adjust.	15
Abbildung 7:	Farblegende zu den Bodenbedeckungsklassen in Deutschland	18
Abbildung 8:	Beispiele einfacher CLC Änderungen (aus EEA, 2002, S. 20)	21
Abbildung 9:	Beispiele komplexerer Landnutzungsänderungen (aus EEA, 2002, S. 21)	22
Abbildung 10:	Darstellung der Vorgehensweise bei der Aktualisierung der CORINE Land Cover Datenbasis für 2000.	23
Abbildung 11:	Beispiel einer technisch bedingten Änderung bei der Ausweitung eines Gewerbegebietes	24
Abbildung 12:	Beispiel eines Geländefotos und des zugehörigen Satellitenbildausschnitts des ehemaligen Tagebaus Müheln bei Halle	26
Abbildung 13:	Verteilung der Feldaufnahmen für CLC2000 in Deutschland	27
Abbildung 14:	Ablauf der technischen Kontrolle der Interpretationsergebnisse am DFD	29
Abbildung 15:	Flächenfalle bei der Korrektur von CLC1990 und Interpretation von CLC2000	30
Abbildung 16:	Mangelhafter thematischer Randabgleich zwischen benachbarten Interpretationseinheiten	31
Abbildung 17:	Überdeckung der bei den der Verifizierungsm Meetings geprüften Kartenblätter	33
Abbildung 18:	Darstellung des Ergebnisproduktes CLC2000 für Deutschland	35
Abbildung 19:	Beispiel der CLC-Produkte mit Farblegende am Beispiel der TK100 Bremen	37
Abbildung 20:	Beispiel für adaptierte Interpretationsregeln: Straßendorf bei Papenburg	38
Abbildung 21:	Darstellung der verbesserten Datengrundlage bei der Kartierung	40
Abbildung 22:	Entscheidungshilfen für die Trennung von Ackerland und Wiesen / Weiden durch Verwendung zusätzlicher Landsat-Aufnahmen	41
Abbildung 23:	Die Region Leipzig in den Kartierungen CLC1990 und 2000 sowie abgeleitete Entwicklungen der Landbedeckung in generalisierten Transformationsklassen	44
Abbildung 24:	Die Region Berlin in der Landsat-7 Szene vom August 2000 und in der Kartierung CLC2000	45
Abbildung 25:	Entwicklungen der Landbedeckung in der Region von Berlin in generalisierten Transformationsklassen	46
Abbildung 26:	Darstellung einer neuen Automobilteststrecke im Emsland in den Produkten von CORINE Land Cover	47
Abbildung 27:	Sturmschadensflächen des Orkans „Lothar“ im nördlichen Schwarzwald bei Rastatt	48
Abbildung 28:	Bodenbedeckung und Landnutzungsänderungen in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz	49

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1:	Vergabe der Lose zur Interpretation und Kartierung der CLC-Änderungen in Deutschland	6
Tabelle 2:	Wichtige Daten im Verlauf des Projektes	9
Tabelle 3:	Lage der Spektralkanäle der Sensoren Landsat 5 TM und Landsat 7 ETM+	10
Tabelle 4:	Übersicht über die verwendeten Landsat-7 Aufnahmen bei der Aktualisierung CLC2000	11
Tabelle 5:	Übersicht über die verwendeten Landsat-5 Aufnahmen bei der Ersterfassung CLC1990	12
Tabelle 6:	CLC Nomenklatur der Bodenbedeckungen für Europa	17
Tabelle 7:	Beispiele für die Attributbelegung gemäß des Klassifizierungsschlüssels	23
Tabelle 8:	Relevante Klassen für das deutsche Wattenmeer	25
Tabelle 9:	Erhebungsdaten an den Feldpunkten	26
Tabelle 10:	Beispiel für ein Metadatenblatt auf der deutschen Produkt-DVD	28
Tabelle 11:	Abdeckung der Lose bei den drei Verifizierungsmeetings	32
Tabelle 12:	Vergleich der Anzahl der Polygone von CLC1990 und CLC1990_rev	39
Tabelle 13:	Prozentuale Änderungen der Polygonanzahl und der Flächengrößen nach der Überarbeitung von CLC1990 in den 5 Hauptklassen.	39
Tabelle 14:	Vergleich der Anzahl der Polygone für CLC1990_rev und CLC2000	39
Tabelle 15:	Flächengrößen und –anteile der CLC Level1-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 1990	51
Tabelle 16:	Flächengrößen und –anteile der CLC Level2-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 1990	51
Tabelle 17:	Flächengrößen und –anteile der CLC Level3-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 1990	52
Tabelle 18:	Flächengrößen und –anteile der CLC Level1-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 2000	53
Tabelle 19:	Flächengrößen und –anteile der CLC Level2-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 2000	53
Tabelle 20:	Flächengrößen und –anteile der CLC Level3-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 2000	54
Tabelle 21:	Vergleich der Flächenanteile ausgewählter Landnutzungsklassen für die Alten und Neuen Bundesländer mit Daten der amtlichen Statistik (STABA 2002).	55
Tabelle 22:	Dominierende CLC_Changes zwischen 1990 und 2000 in Deutschland	56
Tabelle 23:	Dominierende CLC_Changes zwischen 1990 und 2000 in den Alten Bundesländern	57
Tabelle 24:	Dominierende CLC_Changes zwischen 1990 und 2000 in den Neuen Bundesländern	57
Tabelle 25:	Aggregation der Änderungen zwischen 1990 und 2000 auf CLC Level 1 in Deutschland	59
Tabelle 26:	Aggregation der Änderungen zwischen 1990 und 2000 auf CLC Level 1 in den Alten Bundesländern	60
Tabelle 27:	Aggregation der Änderungen zwischen 1990 und 2000 auf CLC Level 1 in den Neuen Bundesländern	60
Tabelle 28:	Bilanz der Flächenänderungen zwischen 1990 und 2000 in Deutschland	61
Tabelle 29:	Bilanz der Flächenänderungen zwischen 1990 und 2000 in den Alten und Neuen Bundesländern	62
Tabelle 30:	Flächenanteile und Änderungen ausgewählter Klassen zwischen 1990 und 2000 für Deutschland	63
Tabelle 31:	Flächenanteile und Änderungen ausgewählter Klassen zwischen 1990 und 2000 für Alte und Neue Bundesländer	64

# 1 Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Die Charakterisierung der Landnutzung und Bodenbedeckung bildet eine der räumlichen Basisinformationen bei der Beschreibung des Umweltzustandes und den dafür relevanten Ursache-Wirkungsbeziehungen. Dünge- und Pflanzenschutzmittel gelangen auf Äcker und Wiesen und beeinflussen die Qualität von Gewässern, Böden und Luft. Abbauflächen und Deponien belasten vorwiegend deren nähere Umgebung. Aber auch großräumige, grenzüberschreitende Umweltwirkungen über Luft und Wasser hängen in starkem Maße von der Landnutzung und den unterschiedlichen Aufnahme- und Umsetzungseigenschaften der betrachteten Ökosysteme ab. In der Entwicklung der Landnutzung spiegelt sich andererseits der nach wie vor anhaltende Trend der Flächenversiegelung, z. B. in den Außenbereichen der Städte, wieder.

Um für eine europäische Umweltpolitik vergleichbare Informationsgrundlagen zur Landnutzung und Bodenbedeckung zu bekommen, wurde Mitte der achtziger Jahre das EU-weite Programm CORINE Land Cover initiiert (CORINE: „Coordinated Information on the Environment“), gefördert durch die Europäische Union und die Europäische Umweltagentur gemeinsam mit den Mitgliedstaaten. In diesem Programm wurden ein europaweit harmonisierter Klassifizierungsschlüssel und eine abgestimmte Methodik zur Erfassung der Landnutzung auf der Basis von Satellitendaten entwickelt.

Die Ersterfassung von CORINE Land Cover für Deutschland erfolgte unter der Federführung des Statistischen Bundesamtes im Auftrag des Umweltbundesamtes und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und wurde 1996 abgeschlossen. Datengrundlage waren Daten des LANDSAT-5 Thematic Mapper aus der Vegetationsperiode der Jahre 1989 bis 1992, die Ersterfassung zum Referenzzeitraum um 1990 wird daher auch CORINE Land Cover 1990 - CLC90 genannt. Von den 44 definierten Landnutzungskategorien in Europa sind für Deutschland 37 Kategorien relevant, die in einem Vektordatensatz durch visuelle, GIS-gestützte Interpretation abgeleitet wurden.

Zielsetzung des vorliegenden Projektes, mit dem das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum vom Umweltbundesamt beauftragt wurde, war es, eine Aktualisierung des CLC Datenbestandes für Deutschland 10 Jahre nach der Ersterfassung für den Bezugszeitraum 2000 durchzuführen und die Veränderungen gegenüber 1990 zu kartieren. In der ersten Phase sollten dabei die neuen Bundesländer erfasst werden, da nach der Wiedervereinigung und der Änderung des politischen und wirtschaftlichen Systems auf dem Gebiet der ehemaligen DDR mit den größten Änderungen in der Landnutzung und Bodenbedeckung zu rechnen war. Bei der Kartierung waren die europaweit festgelegten Spezifikationen hinsichtlich der Nomenklatur der Klassen und der Mindesterfassungseinheiten, 25 ha für neue Landnutzungseinheiten und 5 ha für Veränderungsflächen, einzuhalten. Hauptsächliche Datengrundlage für CORINE Land Cover 2000 waren Satellitendaten des Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper (ETM+) aus den Jahren 1999 bis 2001. Bei der Durchführung des Projektes waren über beschränkte Ausschreibungen Firmen für die Interpretation und die Kartierung der Landnutzungsänderungen zu gewinnen, die möglichst umfassendes Know How aus der Beteiligung bei der CORINE Land Cover Ersterfassung und regionale Kenntnisse nachweisen konnten.

## 1.2 Voraussetzungen

Auf der europäischen Ebene wurde für die Aktualisierung der CORINE Land Cover Datenbasis zum Bezugszeitraum 2000 das Projekt I&CLC2000 gestartet. Dabei steht das „I“ für die Projektkomponente IMAGE2000, ein Teilprojekt in der Verantwortung der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission (Joint Research Centre, JRC) in Ispra, bei dem es um die Schaffung einer gemeinsamen Satellitenbildgrundlage für die Bearbeitung für CORINE Land Cover 2000 in Europa ging. Im Rahmen von IMAGE2000 wurde eine orthorektifizierte Datenbasis von Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Daten aus den Vegetationsperioden der Jahre 1999 bis 2001 für die Abdeckung der beteiligten europäischen Mitgliedsstaaten aufgebaut. Bei der Auswahl der Landsat-Szenen waren die einzelnen nationa-

len Projektpartner mit eingebunden. Neben den multispektralen Daten des Landsat-7 ETM+ in einem Pixel-Spacing von 25 m mal 25 m wurden jeweils auch die panchromatischen Kanäle in der erhöhten Auflösung von 12.5 m mal 12.5 m zur Verfügung gestellt.

Die auf der Basis eines digitalen Geländemodells ortho-rektifizierte Datengrundlage bei IMAGE2000 ermöglicht eine genauere geometrische Zuordnung bei den interpretierten abgeleiteten Landnutzungsprodukten, als dies bei der Ersterfassung bei CORINE Land Cover 1990 ohne DGM und Ortho-Rektifizierung der damals verwendeten Landsat-5 TM Daten möglich war. Dies machte aber andererseits eine nachträgliche Bild- zu Bild-Anpassung der Satellitendaten von 1990 sowie auch eine geometrische Anpassung des primären Vektordatensatzes CLC90 an die orthorektifizierten Landsat-Daten von 2000 notwendig, um Effekte von Grenzverschiebungen auf Grund von Landnutzungsänderungen von rein geometrisch bedingten Versätzen unterscheiden zu können. Die geometrische Anpassung der Vektordaten CLC90 und der Satellitendaten von 1990 erfolgten jeweils im Rahmen der nationalen Projekte.

Zusätzlich zu dem CLC90 Vektordatensatz und den Satellitenbildprodukten zu den Bezugszeiträumen 1990 und 2000 wurde vom Umweltbundesamt als weiterer Referenzdatensatz die topographische Karte TK25 flächendeckend für Deutschland digital zur Verfügung gestellt, mit einem Fortführungsstand etwa zwischen 1997 und 1999.

Das Projekt CORINE Land Cover 2000 konnte an das Know How bei verschiedenen Firmen in Deutschland hinsichtlich des Interpretationsschlüssels von CORINE anknüpfen, das über diverse Mitarbeiter bei diesen Firmen von der Ersterfassung in Deutschland vorlag. Im Rahmen der Ersterfassung war auch bereits eine Studie zur Fortführung von CORINE Land Cover durchgeführt worden, an die ebenfalls bei der Projektplanung angeknüpft werden konnte.

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

Der Bedarf an Informationen über die Landbedeckung und Landnutzung sowie deren räumlichen und zeitlichen Veränderungen ist groß. Insbesondere für die Umsetzung von internationalen oder europäischen Vereinbarungen und Richtlinien im Umweltbereich ist es erforderlich, eine entsprechende Datenbasis europaweit harmonisiert aufzubauen und regelmäßig zu aktualisieren. Aber auch auf nationaler Ebene und von den Bundesländern werden diese Daten für verschiedene Auswertungen und Analysen herangezogen, stellt doch CORINE Land Cover immer noch den über die Bundesländergrenzen hinweg einheitlich verfügbaren, geographischen Datensatz in einer verwertbaren Maßstabsebene dar. Die Daten werden beispielsweise für die nationale Umsetzung internationaler Berichtspflichten in der Umweltpolitik eingesetzt, sowie für die Regionalplanung und das Umweltmonitoring genutzt.

Die Satellitenfernerkundung hat sich hierbei als leistungsfähiges Instrument zur Erstellung von digitalen Karten zur Landbedeckung und Landnutzung etabliert. Durch die kontinuierliche Zunahme der verfügbaren Satelliten sowie die Weiterentwicklung und Verbesserung der Sensoren (z.B. räumliche Auflösung) sind die Voraussetzungen für den operationellen Einsatz dieser Systeme gegeben.

Die Anforderungen aus Sicht der Nutzer hinsichtlich der

- Vergleichbarkeit,
- Konsistenz und
- Kontinuität

der zu erstellenden Datenbasis können mit der satellitengestützten Fernerkundung erfüllt werden. Die Auswertung der Satellitendaten beruht auf einer einheitlichen Datenbasis, die nach einem harmonisierten Kartierungsschlüssel ausgewertet wird und auch zukünftig fortgeführt werden kann.

Hinsichtlich der Auswertung der Satellitendaten kommen sowohl visuelle Auswertungen als auch automatisierte Klassifizierungsverfahren zum Einsatz. In der Forschung wurden vor allem die Verfahren zur automatischen Klassifizierung weiterentwickelt. Dabei wurde neben der Analyse des spektralen Informationsgehalts als charakteristischer Kenngröße für Landnutzungseinheiten zunehmend auch die Nutzung von textueller Information vor allem bei

hoch aufgelösten Daten untersucht (STEINNOCHER, 1997). Die Einbeziehung von weiteren Parametern, wie Kontext, Nachbarschaftsbeziehungen, Formparameter etc., kann durch eine objektbasierte Klassifizierung besser realisiert werden. Im Gegensatz zu den pixelbasierten Verfahren wird dabei das digitale Bild zunächst in Segmente unterteilt und die Klassifizierung der Objekte auf der Grundlage eines wissensbasierten Regelwerkes durchgeführt. Dabei können auch zusätzliche GIS-Informationen einbezogen werden. Eine Übersicht über die verschiedenen Ansätze der Objektextraktion und regelbasierten Klassifizierung ist z.B. bei BLASCHKE (2000) gegeben.

Im Projekt CORINE Land Cover 2000 hat man sich als europaweites Standardverfahren grundsätzlich für die Methodik der „rechnergestützten visuellen Interpretation“ entschieden. Dabei werden unter Verwendung der entsprechenden Bildverarbeitungs- bzw. GIS-Software die Ausgangsdaten für die Auswertung (aktuelles Satellitenbild, Satellitenbild 1990, Kartierung CLC1990, Zusatzdaten wie topographische Karten, etc.) am Computer dargestellt und auf der Basis dieser Daten die aktuelle Situation und die Veränderungen gegenüber CLC1990 kartiert. Andere Vorgehensweisen sind im Rahmen der Vergleichbarkeit ebenfalls erlaubt, allerdings mussten diese mit dem CLC2000 Technical Team abgestimmt werden. Beispielsweise haben Schweden, Großbritannien und Finnland ein Verfahren gewählt, bei dem zunächst eine automatisierte Klassifizierung der Landsat-Daten erfolgte und dann unter Einbeziehung weiterer nationaler Datenbestände höher aufgelöste Kartierungen mit Mindest-erfassungsgrenzen von 2–5 ha erstellt wurden. In einem letzten Schritt erfolgte schließlich die Aggregation und Generalisierung der Ergebnisse zu den CLC2000-Produkten.

In Europa sind die Aktivitäten zur Nutzung der Satellitenfernerkundung für Umweltfragestellungen gegenwärtig insbesondere durch die gemeinsame GMES-Initiative der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) gekennzeichnet. GMES steht für „Global Monitoring for Environment and Security“ und hat die Entwicklung und den Betrieb von operationellen Dienstleistungen und Informationsprodukten zum Ziel. Im Bereich der Landbedeckung und Landnutzung werden hierbei Dienste entwickelt, die konform zur Nomenklatur von CORINE Land Cover sind, zudem aber eine weitere Differenzierung bezogen auf die jeweiligen Nutzeranforderungen aufweisen. Die Produkte können somit als CORINE Land Cover Level 4 interpretiert werden. Die thematischen Schwerpunkte der GMES-Services liegen derzeit u.a. in der Produkterstellung für die Berichtspflichten im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie, der Bodenschutzinitiative und des Kyoto-Protokolls.

#### **1.4 Grundlegende Dokumente zur Vorgehensweise**

Voruntersuchungen zur Vorgehensweise bei der Aktualisierung des CORINE Land Cover Datensatzes und zur Erfassung der Veränderungsflächen wurden einmal in einer Begleitstudie bei der deutschen CLC Ersterfassung durchgeführt (Deggau et al. 1998), zum anderen in Studien im Auftrag der EEA insbesondere beim JRC. In den „Technical Guides“ wurden die Vereinbarungen zur Nomenklatur und zur Methodik der Aktualisierung erläutert. Folgende Dokumente standen zum Projektanfang für die Aktualisierung in Deutschland zur Verfügung:

- I&CL2000 Project Document of the Update of the CORINE Land Cover; BOSSARD et al, 2000
- Deggau, M., H. Stralla, A. Wirthmann: Klassifizierung von Satellitendaten (CORINE Land Cover), Endbericht zum Forschungsprojekt UFOPLAN 291 91 055/00, Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Dezember 1998.
- CD Publikation „Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland“, Statistisches Bundesamt; 1997
- CORINE Land Cover - Technical Guide (Red Book); EU; Brussels 1994
- CORINE Land Cover Technical Guide - Addendum 2000, BOSSARD et al, 2000
- Technical and Methodological Guide for Updating CORINE Land Cover Data Base; CEC; Brussels 1997
- CORINE Land Cover update - I&CLC2000 project, Technical Guidelines, Final version, EEA, August 2002

## 1.5 Organisationsstruktur des Projektes

Das deutsche Projekt CORINE Land Cover 2000 ist eingebunden im europaweiten Projekt I&CLC2000. Auf europäischer Ebene ist für das Management und die Koordination für CLC2000 die europäische Umweltagentur EEA mit dem *European Topic Centre for Terrestrial Environment* (ETC-TE) zuständig. Für die technische Unterstützung und Ausbildung, das Datenmanagement, die Datenintegration und -validierung in Europa wurde ein dem ETC-TE angeschlossenes *Technical Team* etabliert (vgl. Abbildung 1). Das Teilprojekt Image2000 für die Schaffung einer EU-weiten Satellitenbildgrundlage ist in der Verantwortung des Joint Research Centre.

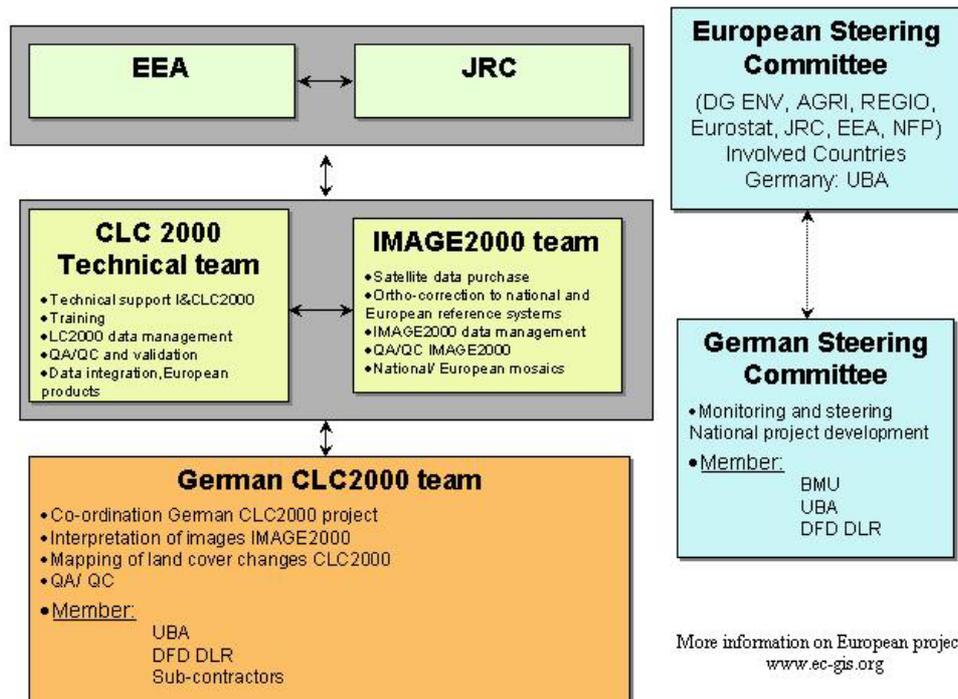


Abbildung 1: Organisationsstruktur innerhalb des europaweiten Projekts (nach Mohaupt et al., 2004)

Auf nationaler Ebene führen Projektteams, die *National CLC2000 Teams*, die Interpretation der Satellitendaten, die Kartierung der Flächen und der Änderungen sowie die Qualitätssicherung und Verifizierung durch. Das Umweltbundesamt ist die national verantwortliche Einrichtung für das Teilprojekt in Deutschland. In seinem Auftrag hat das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLR in Oberpfaffenhofen die Koordination und das Management des deutschen Teilprojektes sowie einen Teil der fachlichen Aufgaben übernommen.

Die Aufgaben im Projekt gliederten sich in die folgenden wesentlichen Arbeitsschritte: Die Vorverarbeitung der CLC1990 Daten, die Auswahl von geeigneten Satellitendaten für Image2000, die Interpretation und Kartierung der Bodenbedeckung CLC2000 und der Veränderungen gegenüber CLC1990, die Integration und Verifizierung der Daten und schließlich die Aufbereitung der Daten und Metadaten auf einer Produkt-DVD und im Internet. In die fachliche Bearbeitung bei der Interpretation und Kartierung waren mehrere Firmen über Unteraufträge eingebunden, die beteiligten Mitarbeiter waren Mitglieder des deutschen CLC-Teams. Ein *Steering Komitee* mit Vertretern des Umweltbundesamtes, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie des DLR begleitete das deutsche Teilprojekt. Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten innerhalb des Projektes in Deutschland sind tabellarisch im Anhang 1 aufgelistet, die Organisationsstruktur des deutschen Projektes kann Abbildung 2 entnommen werden.

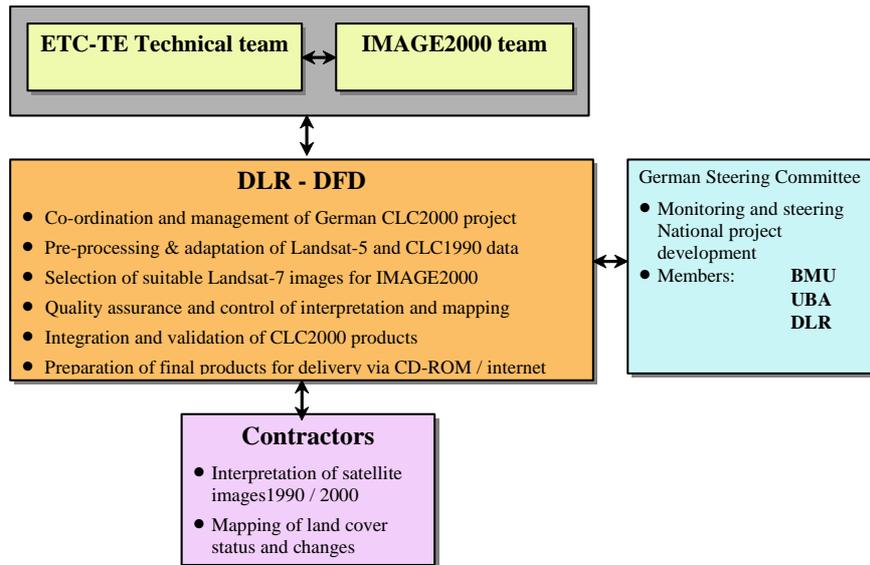


Abbildung 2: Aufgabenbereiche und Projektstruktur im Deutschen Projekt CLC2000 (entnommen Keil et al, 2004)

Eine Übersicht über die Aufgaben im Projekt mit den beteiligten Institutionen und dem Datenfluss ist der Abbildung 3 zu entnehmen.



Abbildung 3: Darstellung des Datenflusses und der Verantwortlichkeiten im deutschen Teilprojekt

## 1.6 Planung und Ablauf des Projektes

### 1.6.1 Planung des Projektes

Im Dezember 2000 wurde vom DLR ein Antrag auf Zuwendungen zu einem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit dem Titel „Aktualisierte Erhebung der Landnutzung für Deutschland innerhalb der europaweiten Aufnahme im Rahmen des EEA-Programms CORINE Land Cover 2000 (CLC 2000)“ beim Umweltbundesamt eingereicht. Der Antrag gliederte sich in 2 Teile:

- Teil A: Aktualisierung der Landnutzung nach der CORINE Nomenklatur für Deutschland, und
- Teil B: Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Hinblick auf erweiterte nationale Nutzeranforderungen und automatisierte Verfahren.

Im Teil A standen die Arbeiten für die Aktualisierung von CORINE Land Cover für Deutschland im Rahmen des europaweiten Projektes CLC2000 im Vordergrund. Diese Arbeiten schlossen eine anteilige Finanzierung durch die EU mit ein.

Der Teil B war als Studie geplant, mit dem Ziel, automatisierte oder semi-automatische Verfahren zu entwickeln, die es erlauben, neben den europaweit einheitlichen Spezifikationen auch weitergehende Anforderungen der behördlichen Nutzer in Deutschland hinsichtlich der thematischen Klassendifferenzierung und der räumlichen Auflösung zu erfüllen. So war beispielsweise eine Zielsetzung, eine verfeinerte räumliche Auflösung bei der Erfassung von „bebauten Flächen“ zu erreichen und eine Differenzierung der städtisch geprägten Flächen in verschiedene Versiegelungsgrade durchzuführen. Es war vorgesehen, die Verfahren in Pilotregionen zu testen und dann in den laufenden Projektteil A, soweit möglich, zu integrieren. In dieses Forschungsvorhaben waren auch mehrere deutsche Forschungspartner eingebunden.

Allerdings erwies sich diese Kombination des operationell ausgerichteten Teil A zusammen mit dem methodisch ausgerichteten Teil B als problematisch. Daher wurde am 26.3.2001 ein modifizierter Antrag auf Zuwendungen beim Umweltbundesamt eingereicht, der lediglich den Teil A enthielt mit einer vorgesehenen Projektlaufzeit vom 1. Mai 2001 bis 31. März 2004.

Der Teil B mit den geplanten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Hinblick auf eine stärkere Automatisierung der Verfahren und zur Erfüllung erweiterter Nutzeranforderungen kam aus verschiedenen Gründen während der Laufzeit des Vorhabens (Teil A) nicht zur Förderung und ist daher nicht Gegenstand des vorliegenden Abschlussberichts.

### 1.6.2 Ablauf des Projektes

Das Projekt startete am 1. Mai 2001. In der ersten Phase des Projektes waren diverse **Vorverarbeitungen** nötig, um einerseits in Kooperation mit dem JRC eine verwertbare Satellitendatengrundlage zum Referenzjahr 2000 für Deutschland zu bekommen und um andererseits die Vektordaten der Ersterfassung CLC90 und die zugehörigen Satellitendaten zum Referenzjahr 1990 auf die neue orthorektifizierte Landsat-7 Datengrundlage anzupassen. Die genannten Vorverarbeitungen wurden am DFD durchgeführt, dabei war zunächst ein Vorlauf in den jeweils zu bearbeitenden Gebieten für die nachfolgenden Arbeiten nötig. Erst die geometrisch zusammenpassenden Daten ermöglichten dann im nächsten Schritt, den Zustand der Landnutzung im Vergleich 1990 und 2000 zu interpretieren und Veränderungen zu kartieren.

Für die Aufgabenpakete der **Interpretation und Kartierung** wurden deutsche Firmen, die Erfahrungen aus der Ersterfassung von CORINE Land Cover in Deutschland aufweisen konnten, über **beschränkte Ausschreibungen** im deutschen CLC2000 Projekt eingebunden. In der Phase A konnten parallel drei Arbeitsgebiete (die Lose 1, 2 und 3) ausgeschrieben werden, die Lose 1 und 2 decken die Neuen Bundesländer ab, Los 3 Nordwestdeutschland mit den Küstenregionen von Niedersachsen und Schleswig-Holstein. In Folge von Verzögerungen bei den anteiligen EU-Fördermitteln mussten in der folgenden Phase B die drei Lose 4, 5 und 6 auf dem Gebiet der alten Bundesländer nacheinander ausgeschrieben werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Vergabe der Lose zur Interpretation und Kartierung der CLC-Änderungen in Deutschland

Los	Datum der Ausschreibung	Beauftragte Firma bzw. Firmenkonsortium	Datum der Beauftragung
Los 1	29.8.2001	GAF AG	22.10.2001
Los 2	29.8.2001	Infoterra GmbH (in Kooperation mit Hugin GmbH und Delphi IMM GmbH)	22.10.2001
Los 3	29.8.2001	EFTAS	22.10.2001
Los 4	21.8.2002	EFTAS	9.10.2002
Los 5	29.7.2003	EFTAS	15.09.2003
Los 6	8.3.2004	GAF AG	29.04.2004

Die Aufteilung der Lose und die Abdeckung durch die korrespondierenden Kartenblätter der TK100 im Maßstab 1:100.000 als Kartierungseinheiten sind in Abbildung 4 dargestellt.

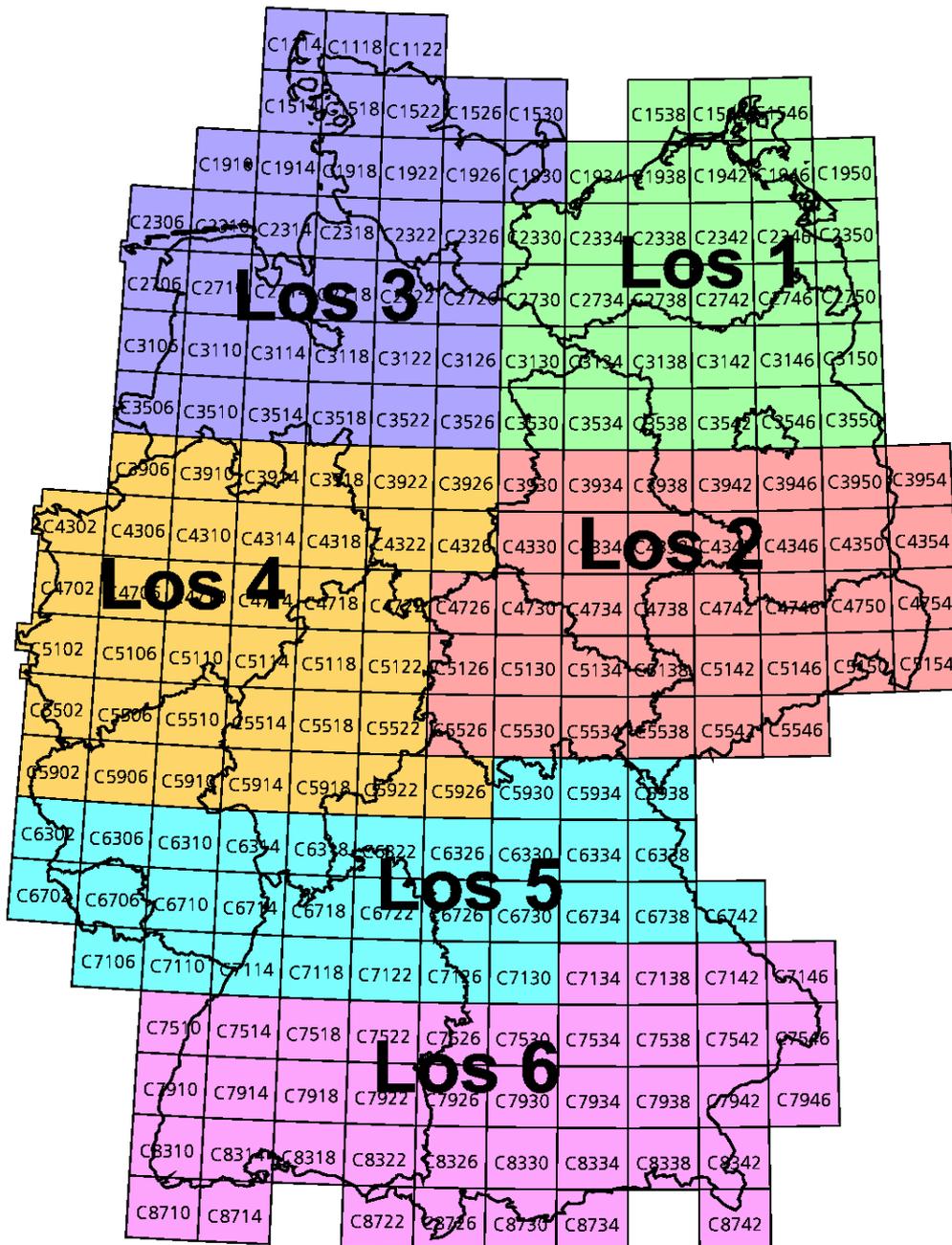


Abbildung 4: Aufteilung der Lose und Abdeckung der Kartenblätter TK100

Um eine harmonisierte Auswertung zu CORINE Land Cover in den Regionen Deutschlands und auch im europaweiten Kontext zu gewährleisten, war eine Schulung in einer abgestimmten Vorgehensweise zur Interpretation und Kartierung essentiell und entsprechend im Projekt eingeplant. Die beauftragten Firmenteam und beteiligten Mitarbeiter im DFD wurden in der Anfangsphase der Bearbeitung der Lose auf zwei **Trainingmeetings** im DFD in Oberpfaffenhofen von Vertretern des Technischen Teams des ETC-TE in der Interpretation geschult (siehe Tabelle 2). Im Verlauf der Losbearbeitungen wurden auf mehreren Statusmeetings aktuelle Fragestellungen mit den Firmenteam besprochen und die Vorgehensweisen im Detail abgestimmt.

Mehrere Stufen bei der **Qualitätssicherung** dienten der Einhaltung einer vergleichbaren, harmonisierten Vorgehensweise bei der Interpretation und der Kartierung in den verschiedenen Losen. Ein wichtiger Baustein waren dabei begleitende **Geländeaufnahmen** sowohl durch die Firmen als auch durch das Team am DFD. Die Geländeaufnahmen dienten dem Erkenntnisgewinn bei unklaren Situationen der Landbedeckung und Landnutzung, die dort abgeleiteten Aussagen wurden mit in die Interpretation und Kartierung eingearbeitet. Die Produkte wurden in mehreren Teillieferungen pro Los an das DFD für die technische und thematische Kontrolle übergeben und wurden dann den Firmen wieder mit Korrekturvorschlägen zur Einarbeitung überstellt. In vielen Regionen waren weitere Iterationen bei der Produkterstellung zur Gewährleistung einer konsistenten, vergleichbaren Kartierung nötig.

Die **Phase A** mit der Abdeckung der Lose 1-3 wurde mit einem Statusmeeting am UBA in Berlin am 22.8.2002 abgeschlossen, an dem neben den beteiligten Firmen auch Vertreter der Nutzer von UBA und BfN teilnahmen.

Im August 2002 erfolgte auch die Ausschreibung von Los 4 (Westdeutschland) und damit der Start der **Phase B**. Es zeigte sich allerdings, dass insbesondere im Los 2 noch aufwendigere Korrekturarbeiten durchzuführen waren, die zum großen Teil die Verbesserung des Datensatzes CLC1990 betrafen und für die Schaffung eines aussagekräftigen Change-Layers (Veränderung der Landbedeckung zwischen 1990 und 2000) notwendig waren.

Am 18.4.2003 wurde der „Final Report - First Grant Agreement“ an ETC-TE und die EEA für die EU-Finanzierung der Phase A versandt, zusammen mit einem ersten Teil der Datenprodukte (Abdeckung ca. 58 % der Lose 1+2, ca. 70 % des Loses 3, entsprechend ca. 30 % der Überdeckung Deutschlands).

Der nicht vorhersehbare hohe Aufwand bei der Korrektur des Datensatzes CLC1990 insbesondere im Los 2 machten einen Aufstockungsantrag notwendig, der Anfang Juli 2003 bewilligt wurde. Die Aufstockungsmittel umfassten daneben auch Mittel, die für die Organisation und Durchführung eines europaweit ausgerichteten Nutzerworkshops zu CORINE Land Cover 2000 zur Verfügung gestellt wurden.

Der **Workshop** *"CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for environmental applications"* wurde am 20.-21. Januar 2004 in Berlin durchgeführt und war mit 108 Teilnehmern aus 17 europäischen Ländern ein großer Erfolg.

Die Überprüfung der beiden Hauptprodukte CLC2000 und CLC\_Changes durch das Technische Team des ETC-TE erfolgte auf drei **Verifizierungsm Meetings** am DLR in Oberpfaffenhofen (siehe Tabelle 2). Neben den technischen Überprüfungen der Polygone und der Kontrolle von ungewöhnlichen Änderungen auf der Gesamtfläche der Kartierungseinheiten (den TK100) wurden genauere thematische Überprüfungen auf Stichproben-Flächen durchgeführt, die ca. 8 % der Gesamtfläche ausmachten und zu entsprechende Korrekturvorschlägen durch das ETC-TE führten. Bei den Kartierungsprodukten von CLC2000 waren in den meisten Kartenblättern keine größeren Korrekturen notwendig. Bei den kartierten Veränderungsflächen, den CLC\_Changes, waren allerdings in Teilregionen wie den südlichen neuen Bundesländern umfangreichere Korrekturen nötig, häufig aufgrund von problematischen Interpretationsergebnissen in dem Datensatz CLC1990.

Im November / Dezember 2004 wurden die **Integration** der 6 Lose und der geforderten Pufferzonen an den Grenzen Deutschlands sowie die Überprüfung und Korrektur der Ergebnisprodukte abgeschlossen. Am 14. und 17. Dezember wurden die Vektordatenprodukte CLC1990\_rev, CLC2000 und CLC\_Changes an das Technische Team des ETC-TE für die technische Gesamtprüfung versandt, die Metadaten folgten am 20. Dezember. Am 21. Dezember konnten die CLC-Produkte deutschlandweit zur **Veröffentlichung** auf einem passwortgeschützten Ftp-Server freigegeben werden (beziehbar über Online-Bestellung über die Internet-Adresse <http://www.corine.dfd.dlr.de>). Ende April 2005 standen die CLC2000 Produkte für Deutschland auch per DVD zur Verfügung.

Eine Übersicht der wichtigsten Daten im Projekt zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Wichtige Daten im Verlauf des Projektes

1.5.2001	Projektstart
22.10.2001	Beauftragung der Firmen GAF AG (Los 1), Infoterra GmbH (Los 2) und EFTAS (Los 3)
25.10.2001	Kickoff-Meeting am DLR Oberpfaffenhofen
11.12.2001	Interpretations-Workshop (erstes Training) mit Vertretung des ETC-TE, des UBA sowie der beteiligten Firmen am DFD in Oberpfaffenhofen
5.-7.2.2002	Trainings-Workshop mit 5 Vertretern des ETC-TE, mit dem UBA sowie den beteiligten Firmen am DFD in Oberpfaffenhofen
22.8.2002	Status-Meeting Abschluss Phase A (Lose 1-3) am UBA in Berlin
9.10.2002	Beauftragung der Firma EFTAS für das Los 4
29.-31.10.2002	1. Verification Meeting am DFD in Oberpfaffenhofen mit 4 Vertretern des ETC-TE (mit ca. 29 % der Fläche Deutschlands, ca. 64 % der Lose 1-3)
18.4.2003	1. Teillieferung und Bericht an das ETC-TE und die EEA als Ergebnisse des First Grant Agreement
15.9.2003	Beauftragung der Firma EFTAS für das Los 5
28.-29.10.2003	Teilnahme am Technischen Workshop zu CLC2000 in Brüssel
3.11.2003	Gesamtlieferung der Lose 1,2,3 (45% der Fläche Deutschlands) an das ETC-TE und die EEA
19.-21.11.2003	2. Verification Meeting am DFD in Oberpfaffenhofen mit 2 Vertretern des ETC-TE
20.-21.1.2004	Workshop "CORINE LAND COVER 2000 in Germany and Europe and its use for environmental applications" in Berlin
29.4.2004	Beauftragung der Firma GAF AG für das Los 6
11.-15.10.2004	3. Verification Meeting am DFD in Oberpfaffenhofen mit 2 Vertretern des ETC-TE
17.12.2004	Gesamtlieferung der CLC Datenprodukte (Endversion) an ETC-TE
21.12.2004	Veröffentlichung der CLC Datenprodukte im Internet

## 2 Methodik

### 2.1 Datengrundlage

#### 2.1.1 Primäre Satellitendaten

Die hauptsächliche Datengrundlage zur Erfassung des aktuellen Standes der Landnutzung zum Referenzjahr 2000 waren die Satellitendatenprodukte des Landsat-7 ETM+ („Enhanced Thematic Mapper“), die im Projekt IMAGE-2000 in einer gemeinsamen Datenbasis für Europa unter Federführung des JRC als orthorektifizierte Produkte zusammengestellt wurden.

Gegenüber dem Vorgänger-System Landsat-5 TM („Thematic Mapper“) hat der Enhanced Thematic Mapper zusätzlich zu den Multispektraldaten mit 30 m mal 30 m Auflösung in sieben Spektralkanälen (zur Lage der Spektralkanäle siehe Tabelle 3) einen panchromatischen Kanal mit 15 m mal 15 m Auflösung. Diese verbesserte Auflösung kommt vor allem der genaueren Abgrenzung von bebauten Gebieten entgegen.

Tabelle 3: Lage der Spektralkanäle der Sensoren Landsat 5 TM und Landsat 7 ETM+

LANDSAT 5 TM			
Spektralkanäle	Spektralbereich	Spektrale Auflösung in Mikrometer	Pixelgröße in Meter
1	sichtbar blau VIS	0.45 - 0.52	30 m
2	sichtbar grün VIS	0.52 - 0.60	30 m
3	sichtbar rot VIS	0.63 - 0.69	30 m
4	nahes Infrarot NIR	0.76 - 0.90	30 m
5	kurzwelliges Infrarot SWIR	1.55 - 1.73	30 m
6	thermisches Infrarot TIR	10.4 - 12.5	120 m
7	kurzwelliges Infrarot SWIR	2.08 - 2.35	30 m
LANDSAT 7 ETM+ (Verbesserungen zu Landsat 5 TM)			
6	thermisches Infrarot TIR	10.4 - 12.5	60 m
<b>8 PAN</b> panchromatisch	VIS - NIR	0.52 - 0.90	15 m

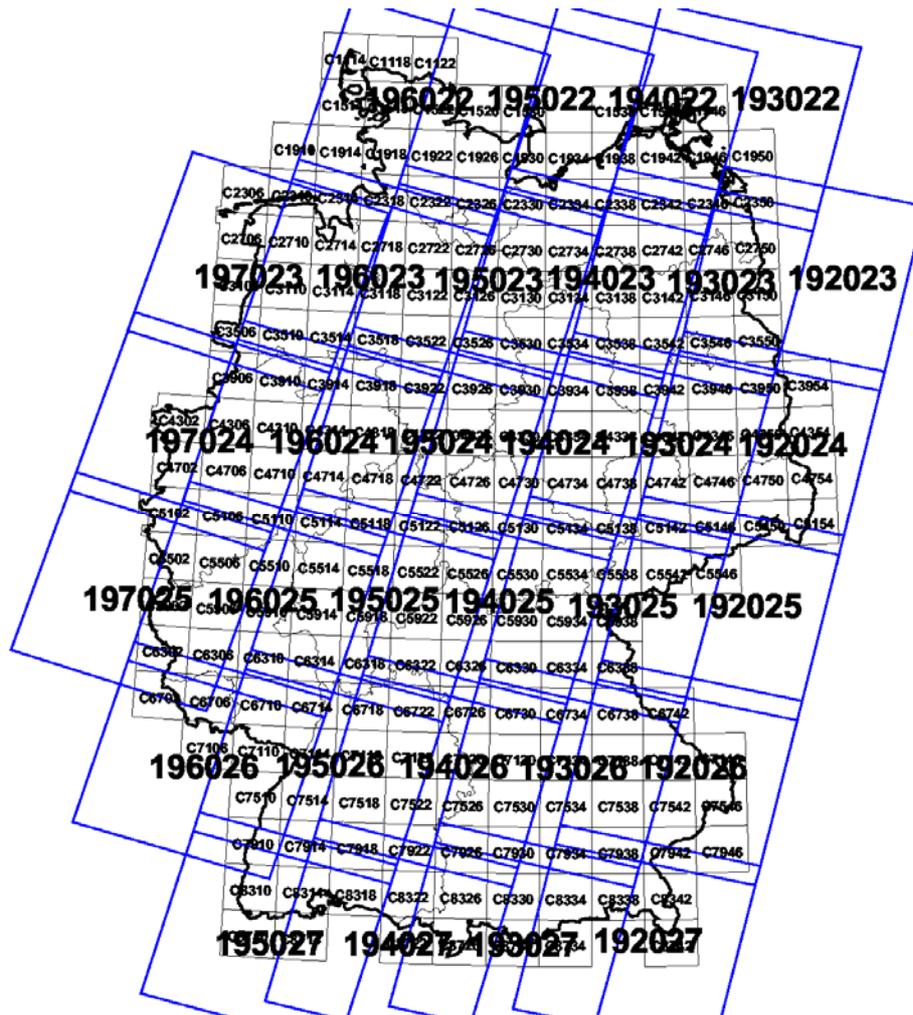
Eine weitere Verbesserung des Landsat-7 Datensatzes war durch die Orthorektifizierung gegeben, die insbesondere in bergigen Gebieten die räumliche Zuordnung wesentlich verbesserte. Für die Orthorektifizierung der Landsat-7 Daten war dem JRC vom Umweltbundesamt ein digitales Geländemodell von Deutschland mit einer lateralen Auflösung von 3 Bogensekunden mal 3 Bogensekunden (ca. 90 m mal 90 m) zur Verfügung gestellt worden. Die georektifizierten Landsat-7 Daten wurden für das deutsche Teilprojekt vom JRC im System Gauß-Krüger, Sphäroid Bessel, in den jeweils vorliegenden Zonen GK Zone 2 bis GK Zone 5 geliefert. Die Projektions- und Datumparameter für CLC2000 Datenprodukte sind dem Anhang 2 zu entnehmen.

Landsat-7 Szenen sollten während der Vegetationsperiode und möglichst zum Referenzjahr 2000 aufgenommen sein, was aber in Folge der Wolkenbedeckung nur teilweise gelang. Für die Abdeckung von Deutschland sind 31 Szenen erforderlich. In Absprache zwischen DFD, UBA und JRC wurden die Satellitenbildaufnahmen laut der Tabelle 4 für die Auswertung in Deutschland gewählt, deren Lage in der Abbildung 5 dargestellt ist.

Dabei wird sichtbar, dass 18 von 31 Szenen aus dem Referenzjahr 2000 genutzt werden konnten. Aus 1999 wurden 9 Szenen gewählt, 4 Szenen mussten aus 2001 hinzugezogen werden. Hinsichtlich der Aufnahmemonate entstammen 21 Szenen dem Zeitraum zweite Junihälfte bis Mitte September, also dem Sommer, 3 Szenen wurden in der zweiten Septemberhälfte aufgenommen, 7 Szenen mussten aus dem Zeitraum zwischen Mitte Mai und Mitte Juni hinzugezogen werden, der hinsichtlich der Trennung von Ackerland und Grünland weniger gut ist.

Tabelle 4: Übersicht über die verwendeten Landsat-7 Aufnahmen bei der Aktualisierung CLC2000

Szene LS-7	Aufnahme-datum	Region	Szene LS-7	Aufnahme-datum	Region
192/023	24.09.2000	Stettin	194/027	18.06.2000	Bodensee
192/024	24.09.2000	Cottbus	195/022	09.06.2000	Lübeck
192/025	24.09.2000	Dresden-Süd	195/023	09.06.2000	Hamburg
192/026	26.08.2001	Straubing	195/024	09.06.2000	Göttingen
192/027	26.08.2001	Chiemsee	195/025	11.09.1999	Frankfurt
193/022	14.08.2000	Rügen	195/026	15.08.2001	Stuttgart
193/023	14.08.2000	Neustrelitz	195/027	15.08.2001	Freiburg
193/024	13.09.1999	Dessau	196/022	15.05.2000	Neumünster
193/025	13.09.1999	Hof	196/023	15.05.2000	Bremen
193/026	13.09.1999	Ingolstadt	196/024	15.05.2000	Dortmund
193/027	13.09.1999	Garmisch-Part.	196/025	05.07.2001	Koblenz
194/022	03.08.1999	Rostock	196/026	02.09.1999	Kaiserslautern
194/023	04.09.1999	Wittenberge	197/023	26.08.2000	Emden
194/024	04.09.1999	Harz	197/024	26.08.2000	Kleve
194/025	18.06.2000	Coburg	197/025	11.09.2000	Aachen
194/026	18.06.2000	Dinkelsbühl	197/026	11.09.2000	Saarbrücken

Abbildung 5: Landsat-Überdeckung von Deutschland mit den Kartierungseinheiten der TK100. Dabei entsprechen die ersten drei Ziffern der Szenenbezeichnung dem *Path*, die letzten beiden Ziffern der *Row*.

Für die Erfassung der Veränderungen waren die Landsat-7 Szenen von 2000 mit den Landsat-5 Szenen der Ersterfassung von 1990 zu vergleichen. Die Landsat-5 Szenen wurden vom Statistischen Bundesamt aus der Ersterfassung CLC1990 zur Verfügung gestellt in Form von georeferenzierten Datensätzen. Eine Orthorektifizierung war bei der Ersterfassung von 1990 nicht vorgenommen worden. Die Aufnahmen des Landsat-5 stammen aus den Jahren 1989 bis 1992 (jeweils von Mai bis September). Der relativ große Zeitraum der Datenerfassung war notwendig, um eine weitgehend wolkenfreie Datengrundlage für ganz Deutschland zu erhalten.

Da sich die Landsat-Daten benachbarter Orbits insbesondere im nördlichen Teil Deutschlands stark überlappen, standen für beide Erhebungszeiträume (für CLC1990 und CLC2000) in den Überlappungsbereichen neben der Primärszene auch die Nachbarszenen für die Interpretation zur Verfügung. Der Grad der Überlappung wird in der Abbildung 5 deutlich.

Die Aufnahmedaten der für die Ersterfassung CLC1990 in Deutschland genutzten Landsat-5 TM Daten sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Übersicht über die verwendeten Landsat-5 Aufnahmen bei der Ersterfassung CLC1990

Szene LS-5	Aufnahmedatum	Region	Szene LS-5	Aufnahmedatum	Region
192/023	06.07.1991	Stettin	194/027	02.08.1990	Bodensee
192/024	06.07.1991	Cottbus	195/022	05.07.1989	Lübeck
192/025	06.07.1991	Dresden-Süd	195/023	11.07.1991	Hamburg
192/026	07.08.1991	Straubing	195/024	26.05.1992	Göttingen
192/027	07.08.1991	Chiemsee	195/025	13.09.1991	Frankfurt
193/022	07.07.1989	Rügen	195/026	07.09.1989	Stuttgart
193/023	07.07.1989	Neustrelitz	195/027	09.08.1990	Freiburg
193/024	07.07.1989	Dessau	196/022	15.07.1990	Neumünster
193/025	07.07.1989	Hof	196/023	25.05.1989	Bremen
193/026	29.06.1992	Ingolstadt	196/024	25.05.1989	Dortmund
193/027	30.08.1991	Garmisch-Part.	196/025	05.08.1992	Koblenz
194/022	20.06.1992	Rostock	196/026	05.08.1992	Kaiserslautern
194/023	19.05.1992	Wittenberge	197/023	03.05.1990	Emden
194/024	02.08.1990	Harz	197/024	03.05.1990	Kleve
194/025	02.08.1990	Coburg	197/025	03.05.1990	Aachen
194/026	02.08.1990	Dinkelsbühl	197/026	n.v.	Saarbrücken

### 2.1.2 Vektordatensatz CLC1990

Die Aktualisierung der Bodenbedeckung stützte sich auf den Vektordatensatz der Ersterfassung, CLC1990, gegen den auch die Veränderungsflächen auszuweisen waren. Der Vektordatensatz lag als ArcInfo Coverage vor und *beinhaltete die vier Feature-Klassen arc, label, polygon und tic*. Die Polygon-Attribute beinhalten u. a. die Klassifizierungsschlüsselzahlen für den Landnutzungszustand in CLC1990 sowie pro Polygon die zugehörige Blatt-Nummer der topographischen Karte TK100 und auch die hauptsächlich verwendete Satellitenbildszenen.

### 2.1.3 Zusatzdaten

Als weitere Referenzdatengrundlage wurde dem DFD eine digitale Überdeckung von Deutschland mit der **Topographischen Karte 1:25 000**, der TK25, vom UBA zur Verfügung gestellt. Die TK25-Daten lagen dabei als Sets von gescannten Einzelkacheln von 8 km mal 8 km im TIF-Format vor, mit einem Bearbeitungsstand zwischen ca. 1996 und 1999. Die digitalen Datensätze der TK25 wurden den beteiligten Firmen in ihrem jeweiligen Bearbeitungsgebiet zur Verfügung gestellt. Für die effektive Verwendung wurden die TK25-Kacheln jeweils

zu einzelnen Datensätzen der TK100 vereinigt. Daneben wurden bei den Firmen und am DFD Topographische Karten im Maßstab 1:100 000 und 1:50 000 eingesetzt.

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.

Im Gebiet des Loses 6 wurde bei der Interpretation und auch bei der Qualitätsüberwachung auf **ein flächendeckendes Mosaik von IRS-1C Daten** von 2001 zurückgegriffen, das in einer durch den panchromatischen Kanal geschärften Pseudocolor-Version vorlag. In einer Reihe von Kartenblättern konnten auch **weitere Landsat-7 Datensätze** der Jahre 1999 bis 2003 für Kontrollzwecke und als weiteres Indiz für die Interpretationsentscheidung (insbesondere hinsichtlich der Trennung von Ackerland und Grünland) verwendet werden.

In einzelnen Teilgebieten wurden **Luftbilder** in verschiedenen Maßstäben genutzt, zum Beispiel als Referenz in Sturmschadensgebieten im Schwarzwald, die kurz nach dem Orkan Lothar auf Bildflügen aufgenommen worden waren. Des Weiteren fanden einige thematische Karten bei der Interpretation Eingang.

Die genutzten primären Satellitendaten und die Zusatzdaten sind pro Kartierungseinheit der entsprechenden TK100 im **Metadatensatz** aufgeführt.

## 2.2 Vorverarbeitung

Vor der Kartierungsbearbeitung der Landbedeckung von 2000 im Vergleich mit der Situation in 1990 war die Schaffung und Bereitstellung von koregistrierten Satellitendaten von 2000 und 1990 sowie eines geometrisch angepassten Vektordatensatzes mit der Landbedeckung von 1990 (CLC1990) notwendig. Während, wie bereits angesprochen, die Satellitendaten von 2000 unter der Federführung des JRC zentral für die europäischen Teilnahmestaaten beschafft und aufbereitet wurden, war die geometrische Aufbereitung der Satellitendaten und der Vektordaten von 1990 Aufgabe der nationalen Einrichtungen. Bei der Auswahl der Landsat-7 Szenen und bei der Qualitätskontrolle der rektifizierten Landsat-7 Szenen waren die nationalen Teams beteiligt.

### 2.2.1 Auswahl und Qualitätskontrolle der Satellitendaten von 2000

Für die **Auswahl der Landsat-7 Szenen** wurden zur Beurteilung der Wolkenbedeckung und der Überdeckung Quicklooks aus den Internetseiten der Verreiber Eurimage und USGS genutzt, andere Produkte wurden vom Projekt Image2000 zur Verfügung gestellt (siehe z. B. <http://www.envicat.com/projects/image2000/overview.html>). Von den 31 Landsat-7 Szenen der Gesamtüberdeckung Deutschlands konnten 21 Szenen aus dem Sommerzeitraum Mitte Juni bis Mitte September gewählt werden (siehe Kapitel 2.1, primäre Datengrundlage).

Die unter der Federführung des JRC orthorektifizierten Landsat-7 Datenprodukte wurden im System Gauß-Krüger, Zone 2, 3, 4 oder 5, in einer resampelten Pixelgröße von 25 m mal 25 m geliefert (zu den Transformationsparametern siehe Anhang 2). Hinsichtlich der **Qualitätskontrolle** in Bezug auf die **geometrische Lagegenauigkeit** wurden für zwei Szenen genauere Qualitätsanalysen der orthorektifizierten Produkte durchgeführt unter Auswahl von ca. 50 Kontrollpunkten. Für die Szene 193/23 (Berlin) ergaben sich dabei mittlere Abweichungen (RMS) von 13,7 m in x und 12,6 m in y bei Maximalabweichungen von 45,4 m in x und 34,4 m in y. Für die Szene 193/27 (München) resultierten mittlere Abweichungen (RMS) von 8,2 m in x und 8,4 m in y bei Maximalabweichungen von 21,8 m in x und 24,7 m in y. Dies erfüllte voll die Anforderungen des Projektes.

Ein besonderes Problem zeigte sich bei der Szene 196/22 (Neumünster). Bei dieser Szene war die Rektifizierung der panchromatischen Daten (gegenüber den digital vorliegenden topographischen Karten TK25) in Ordnung. Allerdings zeigten sich bei den multispektralen Kanälen am westlichen und am östlichen Rand der Szene Lageabweichungen bis zu 8 Pixeln (ca. 200 m). Es stellte sich heraus, dass die Szene 196/22 im nördlichen Bereich, der schon dänisches Gebiet bedeckt, größere Datenfehler in den multispektralen Daten aufwies und dort unbrauchbar war, dass andererseits aber wohl auch die innere Geometrie im südli-

chen Anschluss mit beeinträchtigt war. Die Landsat-7 Szene 196/22 wurde beim JRC reklamiert, eine verbesserte Georektifizierung wurde vom JRC nachgeliefert.

Lageungenauigkeiten bis ca. 3-4 Pixel wurden auch bei der Szene 193/22 (Stettin) im äußersten Nordosten von Deutschland festgestellt. Dies war offensichtlich dadurch begründet, dass für die Entzerrung dieser Szene im wesentlichen Passpunkte auf dem Gebiet von Polen verwandt wurden, was anscheinend zu Diskrepanzen mit den aus den topographischen Karten in Deutschland ermittelten Passpunkten führte. Die Region von Stettin wird aber auch ganz von der im Westen anschließenden Szene 193/22 (Rügen) abgedeckt, so dass sich die Kartierungen in der Region voll auf diese Szene stützen konnten und auch für die geometrische Anpassung der Landsat-Daten von 1990 diese Szene genutzt wurde.

### 2.2.2 Geometrische Anpassung der Satellitendaten von 1990

Als vergleichende Datengrundlage zum Status 1990 standen die schon georeferenzierten Satellitenbildszenen der Ersterfassung von 1990 zur Verfügung, die dem DFD vom Statistischen Bundesamt überlassen wurden. Dabei waren damals keine Geländekorrekturen (unter Einbeziehung des digitalen Höhenmodells) erfolgt. Da die Originaldaten für eine nachträgliche Orthorektifizierung der Landsat-5 Daten von 1990 nicht verfügbar waren, erfolgte die Koregistrierung mit den orthorektifizierten Landsat-7 Daten von 2000 durch eine Bild-zu-Bild-Anpassung über Passpunkte mit einem Polygonausgleich ersten oder zweiten Grades. Pro Satellitenbildszenen wurden zwischen 25 und 51 Passpunkte eingesetzt.

Bei der Koregistrierung wurden mittlere Abweichungen (RMS) im Bereich von 10,0 m bis 28,2 m in x und 13,2 m bis 40,1 m in y erreicht. Dies entsprach allgemein einer Lagegenauigkeit der koregistrierten Landsat-5 Daten gegenüber den Landsat-7 Daten von einem oder zwei Pixeln (mit 25 m Kantenlänge) Versatz, im Extremfall von 3 oder auch 4 Pixeln Versatz. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die innere Genauigkeit der Landsat-5 Daten und der Landsat-7 Daten bei ca. einem Pixel liegt.

### 2.2.3 Geometrische Anpassung der Vektordaten von 1990

Die Anpassung der Vektordaten CLC1990 an die Satellitendatengrundlage von 2000 bzw. 1990 erfolgte in ArcInfo unter Einsatz des ArcInfo Tools *Adjust* (nur in der Version für Workstations). Dabei werden die notwendigen Verschiebungen des Vektordatensatzes durch die Verteilung anzugebender Linkvektoren bestimmt. Mit Hilfe dieser Linkvektoren werden die Verschiebungsrichtung der Segmente und der Verschiebungsbetrag festgelegt. *Adjust* beruht auf einem Ansatz eines *rubber sheet –Verfahrens*. Es handelt sich dabei um eine so genannte Dreiecksvermaschung, anhand von jeweils drei Linkvektoren werden auch die Verschiebungsbeträge und -richtungen für die dazwischen liegenden Arcs (Segmente) berechnet. Dabei beeinflusst ein Linkvektor seine unmittelbare Umgebung stärker als die weiter entfernten liegenden Arcs.

Zum Setzen der Linkvektoren wurde eine Prozedur unter AML entwickelt. Nachdem über den jeweiligen Bearbeitungsblock Linkvektoren gesetzt wurden, wurde mit dem Befehl *Adjust* die Anpassung der Arcs an die Geometrie des Satellitenbildes (an die mit der 2000er Szene koregistrierte Landsat-Szene von 1990) vorgenommen. Da die Versätze v. a. an den Blatt-schnitträndern auftraten und manchmal dort auch gegenläufig waren bzw. unterschiedlich groß waren, stellte es sich als ratsam heraus, sich beim Setzen der Linkvektoren an dem Schnitt der Kartenblätter der Ersterfassung zu orientieren. In ebenen Regionen war der Versatz innerhalb eines Kartenblattes häufig gleichgerichtet.

Die Ergebnisse des *Adjust*-Laufes wurden auf die gewünschte Einpassung unter ERDAS Imagine überprüft. In der Regel waren zwei, teilweise auch mehr *Adjust*-Durchläufe notwendig, da es immer Bereiche gab, die entweder überkorrigiert waren oder in der die gewünschte Korrektur nicht eingetreten war, da der Verschiebungsbetrag zu klein gesetzt war. Waren größere Bereiche einer Nachkorrektur zu unterziehen, wurde die Variante des *Limitadjust* eingesetzt. Dabei wird um den zu korrigierenden Bereich ein Polygon aus Nullvektoren gezogen, die die Randbereiche konstant halten, innerhalb des Bereichs werden neue Linkvektoren an die zu verschiebenden Arcs für entsprechende Verschiebungen gesetzt. Die Nullvektoren des Außenpolygons bewirken, dass alle Linkvektoren außerhalb des Polygons ge-

löscht werden, so dass die Arcs außerhalb dieses Polygons von der zweiten Korrektur unberührt bleiben. In lokalen Einzelfällen mit noch inkorrekt liegenden Vektordaten wurden manuelle Korrekturen in ArcInfo mit Hilfe der *Edit Tools* vorgenommen.

Ein Beispiel für das Resultat der geometrischen Korrektur mittels Linkvektoren und dem Adjust zeigt Abbildung 6.



Abbildung 6: Ergebnisbeispiel für die Anwendung des Rubbersheet-Verfahrens mittels Adjust. Die gelben Linien zeigen die Polygone von CLC1990 vor, die roten nach der Anpassung.

Nach Abschluss der geometrischen Korrektur des jeweiligen Vektordatensatzes musste die Topologie neu berechnet und auf Fehler überprüft werden und Fehler in der Topologie (wie ungeschlossene Polygone, Sliverpolygone, Polygone mit mehreren Labelpunkten oder Polygone ohne Labelpunkte und Dangles) in ArcInfo behoben werden. Vor dem Anschluss des geometrisch korrigierten Bearbeitungsblockes an den Gesamtdatensatz wurde an den betroffenen Rändern eine Randanpassung mit dem Tool *Edgematch* vorgenommen. Mit Hilfe des Tools *Mapjoin* erfolgt dann das endgültige Zusammenfügen der Vektordatenblöcke zu einem einzigen Datensatz.

Der notwendige Aufwand zur geometrischen Anpassung des CLC1990 Vektordatensatzes war wesentlich höher als zunächst abgeschätzt. Nur in wenigen Blättern reichten 15 bis 20 Linkvektoren pro Kartenblatt TK100 aus. Im Mittel wurden ca. 120 Linkvektoren pro Kartenblatt gesetzt, in einer Reihe von Kartenblättern mit sehr inhomogener Verteilung der Verschiebungen waren zwischen 200 und 250 Linkvektoren pro Kartenblatt notwendig.

Im Mittel wurde erreicht, dass die Vektordaten von CLC1990 bis auf ein oder zwei Pixel auf die Landnutzungsgrenzen in den Satellitendaten passten, in einzelnen Regionen blieben Restverschiebungen von bis zu 100 m bestehen.

### 2.3 Interpretation und Kartierung

Wie in den Kapiteln 1.5 und 1.6 erwähnt, erfolgte die Interpretation und Kartierung für die aktualisierte Erfassung von CORINE Land Cover unter Einbeziehen verschiedener Unterauftragnehmer. Um eine konsistente und innerhalb von Europa harmonisierte Datenbasis zu gewährleisten, war eine bis in die Details abgestimmte Vorgehensweise auf der Basis der Nomenklatur und der Interpretationsvorschriften (EEA, 1997; BOSSARD et al, 2000) sowie der Datenerhebungsanleitung der Ersterfassung in Deutschland (Deggau et al., 1998) notwendig.

### 2.3.1 Nomenklatur der CORINE Land Cover Klassen

Die Nomenklatur der CORINE Land Cover Klassen besteht aus drei Ebenen, die oberste Ebene wird durch die fünf Hauptklassen „Bebaute Flächen“, „Landwirtschaftliche Flächen“, „Wälder und naturnahe Flächen“, „Feuchtflächen“ 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 besetzt sind. Die Einteilung der CLC-Klassen auf der europäischen Ebene ist in Tabelle 6 dargestellt. Bei der Zuordnung der Klassen im hierarchischen System wird mit einer Tripeldarstellung gearbeitet, so bezeichnet 312 zum Beispiel die Bodenbedeckungsklasse der Nadelwälder.

Die Interpretationsvorschriften, welche Landschaftsformen oder Objekte in welche Klasse aufzunehmen sind, sind im Einzelnen bei (BOSSARD et al, 2000), im CORINE Land Cover Technical Guide - Addendum 2000, dargestellt. Hier wird auch erläutert, wie in bestimmten Situationen der Landbedeckung zu generalisieren und zuzuordnen ist. Ausführungen zum Interpretationsschlüssel und dessen Anwendung sind auch in der Datenerhebungsanleitung und der Fortschreibungsstudie der Ersterfassung, im Anhang 4 und Anhang 14 des Endberichts (Deggau et al., 1998) dargestellt. Dabei ist bei den Klassendefinitionen eine Reihe von Besonderheiten zu beachten:

**Landnutzung und Landbedeckung:** Die Hauptklasse 1 der bebauten Flächen wird in erster Linie nicht durch Landbedeckungen, sondern durch Landnutzungen, also durch funktionelle Klassen, gebildet. Diese können im Satellitenbild durchaus durch ein Ensemble von unterschiedlichen Landbedeckungen charakterisiert sein, so z. B. die Landnutzungsklasse 124 - Flughäfen, durch die Rollbahnen, durch Grassland zwischen den Rollbahnen und durch die Flughafengebäude. Andererseits ist ein Waldstück, das ringsherum oder von drei Seiten durch städtische Wohnbebauung und Gewerbeflächen umgeben ist, auf Grund einer anzunehmenden hohen Nutzung als Erholungswald oder Park zu 141 - Städtischen Grünflächen, zu zählen.

**Flächen heterogener Struktur:** 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 darf 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 **Dominanzprinzip** bei heterogenen Landnutzungen, siehe auch Datenerhebungsanleitung der Ersterfassung (DEGGAU et al., 1998), Anhang 4, S. 30-33).

Die Klasse 243 – „Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe“ wurde definiert, um Landwirtschaftsflächen, die aufgelockert sind durch mehrere kleine Teilflächen (< 25 ha) mit natürlicher Bodenbedeckung wie Wald, Feuchtgebieten oder auch Teichen, als naturnahere Landwirtschaftsflächen oder Landschaftselemente abgrenzen zu können. Die Klasse 243 kann so eingesetzt werden, um Parklandschaften mit vielen kleineren Gehölzen zwischen Ackerflächen und Wiesen / Weiden zu charakterisieren.

**Zuordnung von spezifischen Bodenbedeckungsarten:** Spezifische Bodenbedeckungsformen wurden häufig einzelnen Positionen der Nomenklatur zugewiesen, wobei zusätzliche Unterscheidungskriterien zu beachten sein können. Kleingärten werden z.B. unter 142 Sport- und Freizeitflächen erfasst, wenn von einer dominierenden Erholungsfunktion (wie in deutschen Städten) auszugehen ist. Bei einer dominanten Funktion der Gemüse- oder Obstproduktion (wie sie teilweise in Orten des östlichen Mitteleuropas gängig war) ist die Kategorie 242 – Komplexe Parzellenstrukturen zu wählen.

Tabelle 6: CLC Nomenklatur der Bodenbedeckungen für Europa  
(die in Deutschland nicht vertretenen Klassen sind kursiv markiert)

CORINE Land Cover Nomenklatur der Bodenbedeckungen			
Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	
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
	14 Künstlich angelegte, nicht landwirtschaftlich genutzte Grünflächen	132 Deponien und Abraumhalden	
		133 Baustellen	
		141 Städtische Grünflächen	
	2 Landwirtschaftliche Flächen	21 Ackerflächen	142 Sport- und Freizeitanlagen
			211 Nicht bewässertes Ackerland
			212 <i>Regelmäßig bewässertes Ackerland</i>
		22 Dauerkulturen	213 <i>Reisfelder</i>
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	311 Laubwälder
			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	

**Definition zusätzlicher Merkmale zur Zuordnung von Landbedeckungsklassen:** Für einzelne Klassen der Bodenbedeckung wurden zusätzliche Merkmale und Eigenschaften definiert, die die Zuordnung und die Unterscheidung von anderen Bodenbedeckungsarten präzisieren. So wurde z.B. festgelegt, dass der Versiegelungsgrad als Kriterium zur Unterscheidung der städtisch geprägten Flächen herangezogen wird.

**Farbdarstellung der Landbedeckungsklassen:** Für die farbige Darstellung der CORINE LC Klassen hat sich im europäischen Kontext eine Farbdarstellung entwickelt, die der Farblgende von Abbildung 7 zu entnehmen ist.

<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, DEPONIEEN 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 Stümpfe
■ 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 Gewässrläufe
■ 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 7: Farblgende zu den Bodenbedeckungsklassen in Deutschland

### 2.3.2 Anpassung der CLC Nomenklatur von 1990 und 2000 in Deutschland

Im Laufe des Fortschreitens der Ersterfassung CLC1990 in Europa, unter anderem bei den damaligen EU-Beitrittskandidaten im östlichen Mitteleuropa, ist es zu einer Adaption der Interpretations- und Kartierungsvorschriften gekommen, um unter den Bodenbedeckungsklassen in anderen Ländern typische Landschafts- oder auch Siedlungsformen mit erfassen zu können. Um die Vergleichbarkeit in Europa zu gewährleisten, war auch das deutsche Teilprojekt angehalten, diese adaptierten Kartierungsvorschriften nun für CORINE Land Cover 2000 anzuwenden. Um andererseits keine Veränderungen auf Grund unterschiedlicher Interpretations- und Kartierungsvorschriften in 1990 und 2000 zu erfassen oder dies zumindest möglichst weitgehend einzuschränken, bedingte dies auch eine nachträgliche Umsetzung in einem korrigierten Datensatz CLC1990 (in CLC1990\_rev).

Die einzelnen in Frage kommenden Abweichungen wurden auf den Trainingstreffen mit den Vertretern des ETC-TE diskutiert und die für spezielle Situationen notwendigen Anpassungen in der Interpretation bei CLC2000, aber auch CLC1990\_rev zusammengestellt. Teilweise wurden dabei auch Kompromisslösungen vereinbart, um den Aufwand insbesondere bei der nachträglichen Korrektur der CLC1990 Daten nicht zu hoch werden zu lassen.

Folgende hauptsächlichen Adaptionen waren dabei zu leisten:

Bei der Ersterfassung in Deutschland wurden bei Ortschaften, so bei den vielen **Straßendörfern** in Norddeutschland, Ortsteile unter 25 ha dann zusammengefasst, wenn die Ortsteile nicht mehr als 100 m auseinander lagen. Nach der neuen adaptierten Vorschrift, die z. B. bei den Streusiedlungen und Straßendörfern in Polen Anwendung fand, sind Ortsteile dann zu Orten größer 25 ha zusammenzufassen, wenn sie nicht mehr als 300 m auseinander liegen. Dabei ist die zusammenfassende Abgrenzung längs der Verbindungsstraßen vorzunehmen.

Auch bei **Wasserflächen** wurde bei CLC2000 gegenüber der Ersterfassung eine Regel eingeführt, dass Gruppen von Seen oder Teichen dann zu Flächen über 25 ha zusammengefasst werden können, wenn die Einzelobjekte keinen größeren Abstand als 300 m haben. Dabei muss das generalisierte Polygon mehr als 75% freie Wasserflächen ausweisen. Bei kleinen Feuchtgebieten unter 25 ha zwischen einzelnen Seen bietet sich es an, diese dann mit in die generalisierten Wasserflächen aufzunehmen.

Eine Abstandsregel mit bis 300 m Abstand wurde auch bei der Generalisierung von **Inselgruppen** eingeführt.

Bei der Abgrenzung der bebauten Flächen 112 (**Nicht durchgängig städtische Prägung**) und 121 (**Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen**) war die Adaption einzuführen, dass gegenüber der Ersterfassung in Deutschland öffentliche Einrichtungen wie Hospitäler und Universitätskomplexe etc. mit in 121 aufzunehmen waren, was ebenfalls Umwidmungen auch in dem Datensatz von 1990 erforderlich machte.

Bei der Abgrenzung von **Abbaugebieten mit anliegenden künstlichen Seen** waren bei der Ersterfassung die unter Wasser stehenden Bereiche mit zu den Abbaugebieten hinzugenommen worden. Laut Technical Guide für CLC2000 waren aber bei einer notwendigen Generalisierung kombinierter Abbau- und Wasserflächen die Zuordnungen auf Grund der dominanten Flächenanteile durchzuführen.

In CLC2000 waren **Hopfenflächen** als Teil von Dauerkulturen, und zwar mit in 222 - Obst- und Beerenobstbeständen, aufzunehmen, bei der Ersterfassung CLC1990 waren die Hopfenflächen als Teil von 211 – Nicht bewässertes Ackerland behandelt worden.

Umfangreiche Korrekturen waren im Datensatz CLC1990 im Zusammenhang mit der Klasse 324 (**Wald-Strauch-Übergangsstadien**) durchzuführen. Zu diesen Flächen zählen laut (BOSSARD et al, 2000) in CLC2000 Kahlschläge in Wäldern, Aufforstungsflächen, aber auch stark betroffen Waldschadensflächen auf Grund von Sturmwurf, Schneebruch, saurem Regen (bei mehr als 50% Flächenanteilen von toten oder entnommenen Bäumen). Bei der Ersterfassung in Deutschland waren Aufforstungsflächen nur sehr selten mit in die Kategorie 324 aufgenommen worden, da diese Flächen nur als Zwischenstadium bei der forstlichen Bewirtschaftung gesehen wurden und häufig den umliegenden Waldklassen zugeordnet blieben. Stark geschädigte Waldflächen wie auf dem Hauptkamm des Erzgebirges, mit großen Totholzanteilen oder Entnahmen sowie zunehmender Verbuschung, waren in CLC1990 häufig der Klasse 322 - Heiden und Moorheiden zugeordnet worden und mussten umgewidmet werden.

Eine ausführliche Übersicht zu den Adaptionen ist im Anhang 4 in Tabellenform aufgelistet.

### **2.3.3 Methodik bei der Aktualisierung - Einhaltung von Mindestflächen, Generalisierung**

Da die Erhebungen für CORINE Land Cover auf Flächendeckung in den EU-Staaten für Zielsetzungen im Rahmen der EU-weiten Umwelt-, Landwirtschafts- und Regionalpolitik abzielen und auf einen Zielmaßstab von 1:100 000 ausgelegt sind, wurden Mindest erfassungsgrößen für die Abgrenzung der Landnutzungseinheiten und der Veränderungsflächen eingeführt, die bei neuen Landnutzungseinheiten bei 25 ha (in 1990 und 2000) liegen und bei Veränderungsflächen bei 5 ha. Außerdem haben die Polygone Mindestbreiten von 100 m aufzuweisen.

Im Falle eines durch Änderungen entstehenden neuen Polygons, das in CLC1990 nicht vorhanden war, sind dabei die CLC Kartierungsvorschriften zu beachten, eine Minimalfläche von 25 ha und eine Mindestbreite von 100 m. Dies bedeutet, dass eine Veränderungsfläche innerhalb eines Polygons mit einer Fläche zwischen 5 ha und 25 ha nicht als Änderungsfläche erfasst wird (so genanntes isoliertes Polygon). Berücksichtigt werden nach der Erhebungsanleitung für Veränderungsflächen (EEA, 2002, S. 18) also nur Verschiebungen von Landnutzungsgrenzen, wenn die Änderungen zwischen 5 ha und 25 ha groß sind. Auf der anderen Seite sind Polygone, die auf Grund von Landnutzungsänderungen die Größe von 25 ha in der Fläche unterschreiten, aus dem Datensatz CLC2000 zu eliminieren (EEA, 2002, S. 18).

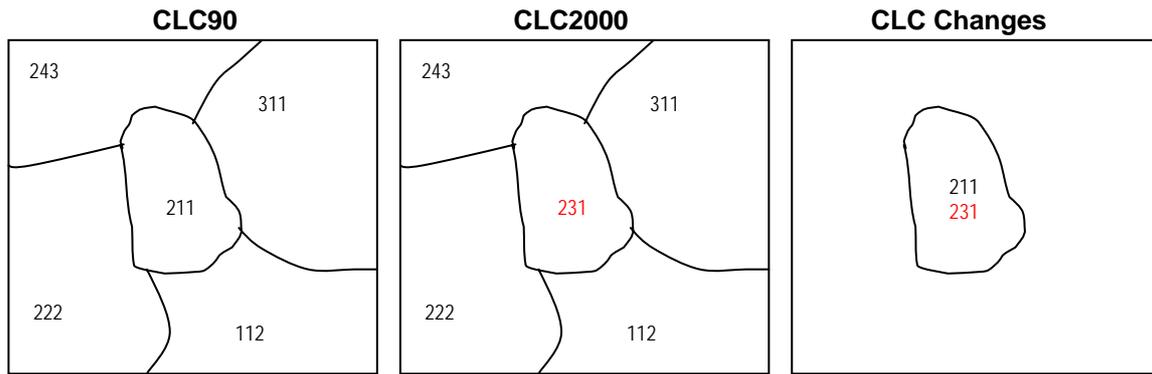
Eine Reihe von Beispielen von einfachen Situationen bei der Veränderungskartierung ist in Abbildung 8 dargestellt, in Abbildung 9 schließen sich komplexere Situationen bei CLC Veränderungen an.

Beim Entstehen von nicht genügend großen Polygonflächen sind Generalisierungen der Landnutzungssituation notwendig. Dabei ist eine Bewertung der in Frage kommenden Nachbarflächen, die das neue zu generalisierende Polygon aufnehmen können, nach einer Prioritätstabelle aus (EEA, 2002) vorzunehmen, die im Anhang 3 beigefügt ist. Aus dieser Tabelle ist z. B. zu entnehmen, dass bei einer aufzulösenden Restfläche von 231 (Wiesen / Weiden) in eine der in Frage kommenden drei benachbarten Flächen 141 (Städtische Grünflächen) (Priorität 4), 242 (Komplexe Parzellenstrukturen) (Priorität 2), 313 (Mischwald) (Priorität 7) die Fläche 242 die höchste Priorität hat und die Restfläche von 231 mit zu dieser Klasse zu nehmen ist.

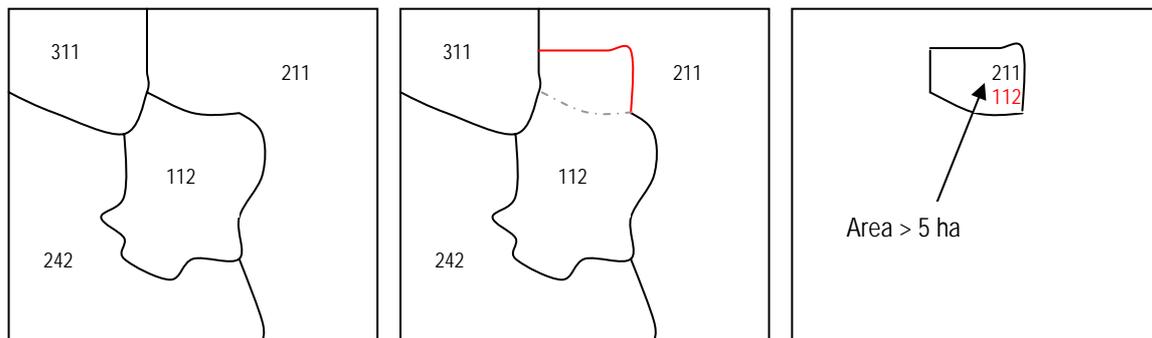
### **2.3.4 Digitalisierung der Landnutzungsänderungen**

Die Kartierung von CLC2000 und die Veränderungserfassung wurden zunächst in den Kartierungseinheiten der TK 100 vorgenommen, beim Aufbau der Losabdeckungen waren dann entsprechende Randabgleiche an den Blattgrenzen der TK100 durch die betroffenen Firmen vorzunehmen. Die Interpretation und Abgrenzung der Änderungen erfolgte im Unterschied zur Ersterfassung nicht auf Plotausgaben der TK100, sondern direkt am Bildschirm, was die Konsistenz der Daten bezüglich der Geometrie wesentlich verbesserte.

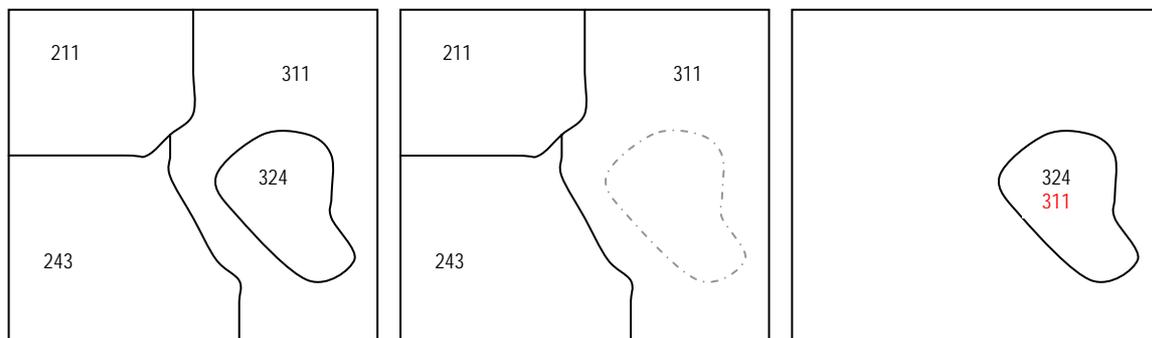
Zur Veränderungserfassung auf der Ebene der TK 100 wurden dabei zweckmäßigerweise mehrere Durchgänge vorgenommen. So wurden zunächst nur die von Änderungen betroffenen Polygone markiert. Dabei wurden für den Vergleich der Situation in 1990 und 2000 in zwei Fenstern die Überlagerungen der Vektordaten einmal auf dem alten und zum anderen auf dem neuen Satellitendatenausschnitt verglichen. Zur Orientierung und zur Vollständigkeitskontrolle bei der Bearbeitung war ein eingeblendetes Gitter von z. B. 5 km mal 5 km empfohlen worden. Bei der Bearbeitung waren thematische Fehler im Datenbestand der Ersterfassung extra zu markieren. Verdächtige Flächen hinsichtlich von Änderungen oder notwendigen Korrekturen waren dann bezüglich der Flächengröße der Landnutzungsänderungen zu überprüfen, um zu entscheiden, ob die Änderungen bzw. Korrekturen in Bezug auf Fortführungsuntergrenze und Erfassungsuntergrenze relevant für die Fortführung waren.



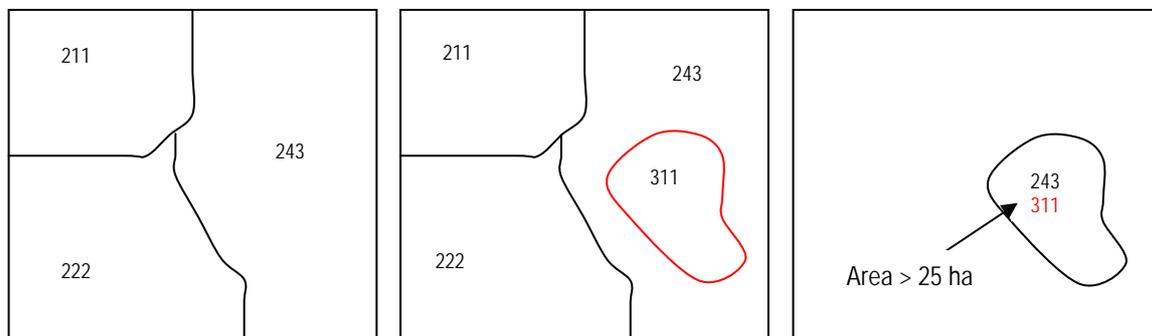
1. Änderung des CLC Code: Das Polygon 211 hat sich in eine Fläche mit 231gewandelt



2. Flächenaustausch zwischen 2 Polygonen: 112 hat zugenommen, 211 abgenommen

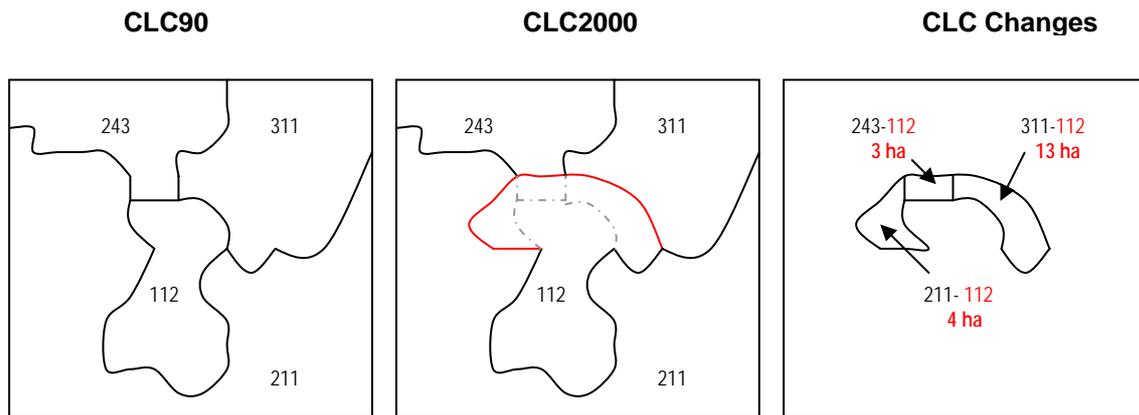


3. Verschwinden eines Polygons: 311 nimmt zu, 324 verschwindet, da < 25 ha



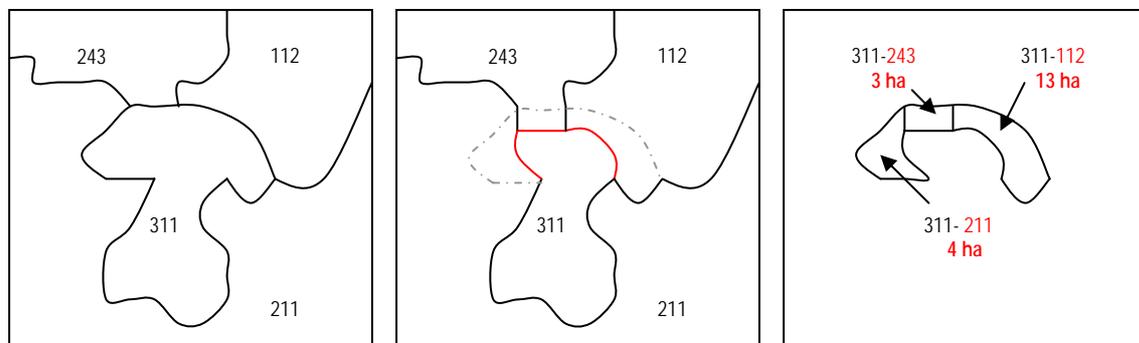
4. Auftauchen eines neuen Polygons: 311 ist neu innerhalb 243 (bei Fläche >25 ha)

Abbildung 8: Beispiele einfacher CLC Änderungen (aus EEA, 2002, S. 20)



Beispiel 1:

Die Gesamtfläche eines Polygons (> 5 ha) kann verschiedene Änderungsflächen enthalten, einige von ihnen kleiner als 5 ha. Das Beispiel zeigt eine anwachsende Siedlung.



Beispiel 2:

Die Gesamtzunahme bei einem Polygon (> 5 ha) kann verschiedene verbundene Veränderungsflächen enthalten, einige unter 5 ha. Das Beispiel zeigt einen kleiner werdenden Wald.

Abbildung 9: Beispiele komplexerer Landnutzungsänderungen (aus EEA, 2002, S. 21)

In einem weiteren Durchgang wurden dann Flächen mit Veränderungen neu abgegrenzt, aufgelöst, erweitert, verkleinert oder gänzlich mit einer anderen Bodenbedeckungsart belegt. Dies erfolgte jedoch so, dass Änderungen durch zusätzliche Polygonzüge dokumentiert wurden und die Originalabgrenzungen im Datenbestand bestehen blieben – dies ermöglichte das Nachvollziehen der Korrekturen und Veränderungsinterpretationen bei den verschiedenen Stufen der Qualitätskontrolle bei den Unterauftragnehmern und am DFD. Da neben dem Status in CLC2000 in einem weiteren Produkt die Änderungen im Zeitraum 1990 bis 2000 zu dokumentieren waren, war es notwendig, bei Änderungen in 2000 gegenüber 1990 zu prüfen, ob es sich um echte Änderungen handelte, oder ob der Status in 1990 nicht richtig erkannt bzw. falsch interpretiert wurde. Entsprechend musste ein Attribut belegt werden, das eine eventuell notwendige Korrektur an dem jeweiligen Polygon von CLC1990 aufnahm („revised CLC1990“).

Neben der Bedeutung der Polygone im alten Datensatz (Parameter NSK1 mit der alten Landnutzungsart) wurde jeweils ein Parameter NSK2 für den thematisch korrigierten Datensatz CLC1990 sowie ein Parameter NSK3 für den Status der Bodenbedeckung im Datensatz von 2000 nach dem Klassifizierungsschlüssel eingetragen.

Die Belegung NSK3 ergibt den aktuellen Stand der Bodenbedeckung in CLC 2000, die Belegung von NSK2 und NSK3 im Vergleich ermöglicht die Berechnung von Statistiken der Veränderungen innerhalb des Bearbeitungsgebietes bzw. von der gesamten Bundesrepublik im Hinblick auf die Generalisierungs- und Aktualisierungsmethodik von CLC2000 (vgl. Tabelle 7).

Die Teilung von Polygonen bei der Änderung in einer Teilfläche bedingte, dass benachbarte Polygone gleiche Belegungen haben konnten. Erst nach der Anwendung der Funktion *Dissolve*, wurden Polygone gleicher Belegung bei dem entsprechenden Datenlayer zusammengefasst und konnten Flächenkontrollen durchgeführt werden. Zur Ausschaltung der Flächenfehler waren die Firmen aufgerufen, Flächenkontrollen unter Verwendung von *Dissolve* durchzuführen und fehlerhafte Flächen zu korrigieren.

Als weitere Polygonattribute waren die zugrunde liegende Kartenblattnummer der TK100 einzutragen sowie die primär genutzte Landsat-Szene und bei überlappend vorliegenden Szenen evtl. weitere Szenen-Nummern. Weitere Zusatzattribute wurden hinsichtlich des Interpretationsstandes und zur Charakterisierung eventueller Fehlinterpretationen in 1990 vergeben. In einem Zusatzattribut konnten Bemerkungen der Interpreten für die nachfolgende Qualitätssicherung eingetragen werden. Eine genaue Beschreibung der Datenstrukturen der resultierenden Vektordaten (Polygon-Attributtabelle und Arc-Attributtabelle) sind im Anhang 5 nachzuschlagen.

Tabelle 7: Beispiele für die Attributbelegung gemäß des Klassifizierungsschlüssels

ITEM	NSK1	NSK2	NSK3
<b>Interpretationsstand</b>	Status 1990, wie bei CLC1990 erfasst	Status 1990, korrigiert	Status 2000
<b>Beispiel-1</b>	133	122	122
<b>Beispiel-2</b>	231	231	121

Die Methodik bei der Aktualisierung von CORINE Land Cover kann wie folgt zusammengefasst werden: Durch den Vergleich der Satellitenbildgrundlage vom Referenzzeitraum 1990 zu den Satellitendaten von 2000 ist zunächst die Vektordatenbasis von 1990 auf eventuelle Fehlinterpretationen hin zu korrigieren (Output: CLC1990\_rev) und die dazu resultierenden Veränderungsflächen zum Zeitpunkt 2000 hin abzugrenzen (Output: CLC\_Changes), unter Einsatz weiterer Referenzdaten und Geländeinformationen. Hinsichtlich der einzuhaltenden Mindestflächen sind bestimmte Generalisierungsmaßnahmen (entsprechend Kapitel 2.3.3) einzuhalten. Dadurch ergibt sich die Datenbasis CLC2000. Diese Vorgehensweise ist in der Abbildung 10 bildhaft dargestellt.

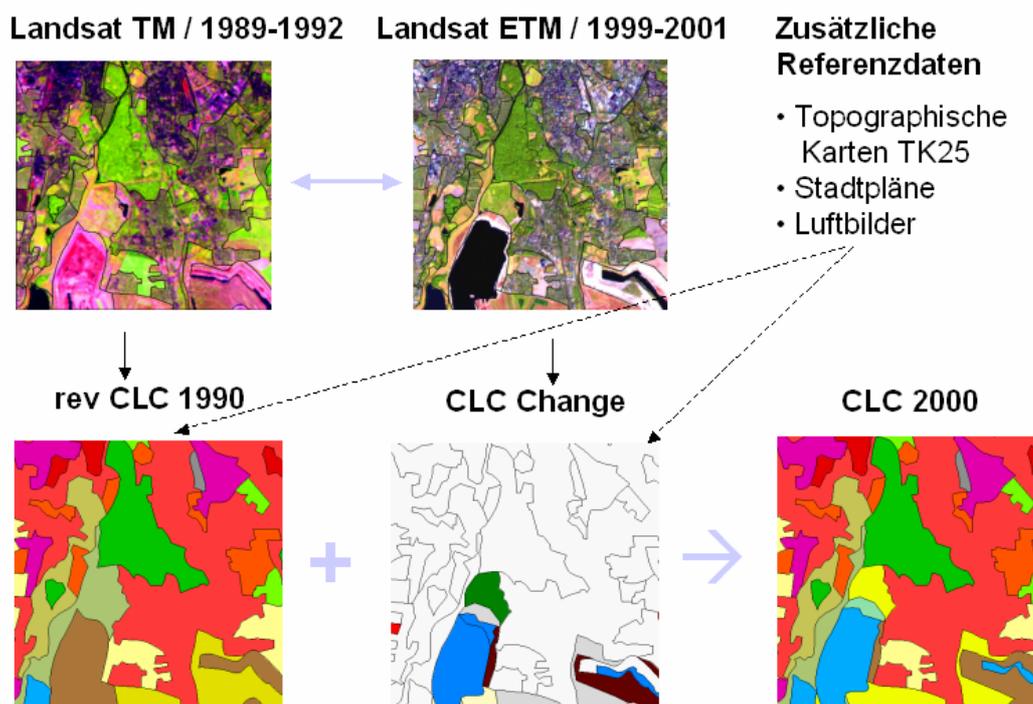


Abbildung 10: Darstellung der Vorgehensweise bei der Aktualisierung der CORINE Land Cover Datenbasis für 2000.

### 2.3.5 Markierung überschätzter oder technisch bedingter Änderungen

Auf der Grundlage der Aktualisierungsmethodik kann es auf Grund notwendiger Generalisierungen bei Umwidmungen in andere Klassen zu Fehleinschätzungen hinsichtlich der Flächenänderungen kommen. So kann bei Landnutzungseinheiten mit heterogener Zusammensetzung eine untergeordnete Landnutzungs-kategorie, z. B. NSK=112 (bebaute Flächen nicht durchgängig städtischer Prägung) von 12 ha, in der Erfassung gegenüber der umliegenden Landnutzungs-kategorie, z. B. NSK=211 (Ackerland) von 24 ha, nicht berücksichtigt worden sein, das Polygon von 36 ha war insgesamt der Klasse 211 zugeordnet. Eine Ausdehnung der Bebauung von 12 ha auf z. B. 22 ha führt gegenüber der Nachbarkategorie Ackerland (nun nur noch 14 ha) zu einer Dominanz und der Umwidmung der gesamten Landnutzungseinheit in die Klasse 112 (bebaute Flächen nicht durchgängig städtischer Prägung). Die Veränderungserfassung ergibt in diesem Fall auf Grund der Flächenumwidmung eine Zunahme der Versiegelung um 36 ha, der aber eine tatsächliche Zunahme der Versiegelung von nur 10 ha zu Grunde liegt.

Deshalb war für jedes geänderte und/oder neu hinzugekommene Polygon ein weiteres Zusatzattribut NRCH („no real change“, im Normalfall gleich 0 gesetzt) zu vergeben, welches mit NRCH=1 festhält, dass die Änderung gegenüber dem Status 1990 keine echte Änderung mit der vollen Fläche des Änderungspolygons war. Diese Information kann später mit zur Bewertung der resultierenden Flächenstatistiken herangezogen werden.

Die Belegung dieses Zusatzattributs mit NRCH=1 erfolgte auch in Situationen, in denen auf Grund von Änderungen eine Restfläche unter 25 ha sank und in eine der benachbarten Klassen aufgelöst werden musste, oder in Fällen, bei denen in 1990 eine Teilfläche die 25 ha noch nicht erreicht hatte und mit in eine der benachbarten Flächen eingegangen war, in 2000 aber sich über 25 ha vergrößert hatte. In beiden Fällen sind die Änderungen auf Grund der Generalisierungsregeln in Zusammenhang mit den einzuhaltenden Mindestflächen technisch bedingt.

Der zweite Fall notwendiger Markierung kam häufiger im Zusammenhang mit der Erweiterung von Industrie- und Gewerbeflächen im Umfeld von Wohnbebauungen vor (siehe Abbildung 11). Ein schon teilweise existierendes Gewerbegebiet, Polygon A, war in 1990 noch in der Klasse 112 integriert, da es die 25 ha für die Zuordnung zu 121 noch nicht erreicht hatte. Durch die Erweiterung auf z. B. ehemaliger Ackerfläche 211 in 1990 kam aber ein weiteres Polygon B hinzu, dass in 2000 der Klasse 121 zugeordnet wurde, so dass beide Polygone (A und B) in 2000 die Mindestvermessungsgröße von 25 ha überschritten hatten. Die scheinbare Veränderung des Polygons A (112→121) ist zunächst ungewöhnlich, sie entspricht im Beispiel nicht der Realität und ist technisch bedingt. Es wurde in solchen Fällen ungewöhnlicher Änderungen innerhalb des Interpretationsspielraums möglichst versucht, technisch bedingte Änderungen, zu vermeiden, in Fällen wie z.B. in Abbildung 11 dargestellt, war die Ausweisung der Veränderungsfläche jedoch nicht zu umgehen.

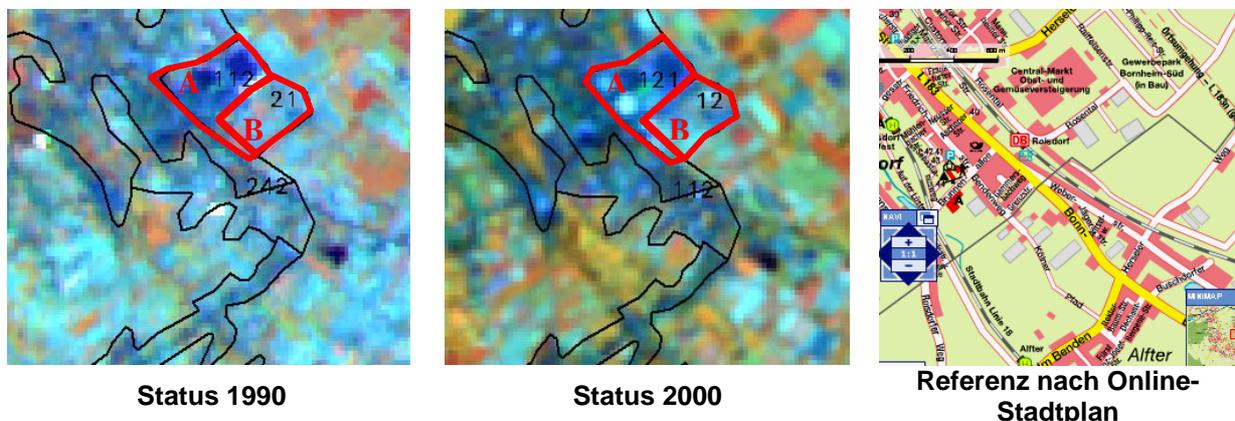


Abbildung 11: Beispiel einer technisch bedingten Änderung bei der Ausweitung eines Gewerbegebietes  
Zuwachs von 17 ha, in Status 1990 noch in 112 integriert, um 12 ha auf 29 ha, damit eigenständiges Polygon mit Code 121 im Status 2000

### 2.3.6 Kartierung in einer Pufferzone an den Grenzen Deutschlands

Um für die beteiligten Länder in Europa einen nahtlosen Übergang der Landnutzung gemäß den Regeln für CORINE Land Cover zu bekommen, war jedes Land angehalten, die Interpretation und Kartierung über die Landesgrenzen hinaus in einem Pufferbereich von mindestens 500 m bis 1000 m fortzusetzen. Eine Angleichung der Landnutzung auf dieser Basis an den Grenzen ist Aufgabe des Technischen Teams des ETC-TE, die im Verlauf des Frühjahrs / Sommers 2005 erfolgt und in einen nahtlosen Vektordatensatz für die beteiligten Länder in Europa münden soll.

Ein weiterer Grund für die Interpretation in einer Pufferzone waren die geometrischen Anpassungen des CLC1990 Datensatzes an die orthorektifizierten Landsat-Daten von 2000 mittels der ADJUST Funktion und Linkvektoren. Dadurch konnte es auch zu Versätzen an den Landesgrenzen Deutschlands ins Landesinnere und damit zu „Datenlücken“ gegenüber der offiziellen Staatsgrenze kommen, die mittels der Daten im Pufferbereich auffüllbar waren.

Als Basis für die Interpretation in der Pufferzone wurden für einige Nachbarländer betroffene Ausschnitte aus dem Vektordatensatz CLC1990 angefragt, um die Interpretationszeit verkürzen zu können. Entsprechende Vektordaten wurden für die Länder Belgien, Frankreich, Österreich und Tschechien für 1990 geliefert. Da für die Niederlande, Luxemburg und Polen beim Erstellen der Pufferzone bereits auch der Datensatz CLC2000 vorlag und zur Verfügung gestellt wurde, konnten für diese Länder die CLC2000-Daten mit als Kartierungsgrundlage genutzt werden. Die Vektordatensätze für 1990 und 2000 in der Pufferzone wurden von den Firmen EFTAS und GAF sowie dem DFD aufgebaut.

### 2.3.7 Besonderheiten bei der Kartierung im Wattenmeer

Eine Besonderheit lag bei der Aktualisierung von CORINE Land Cover im Wattenmeer vor. Für die Wattenmeerbereiche in der deutschen Nordsee sind die Klassen der Tabelle 8 und deren Abgrenzung relevant. Dabei ist die Dynamik im Wattenmeer von besonderem Interesse, die sich in der Verlagerung von Sandbänken und Prielen auf Grund von Gezeiten und insbesondere nach Sturmfluten manifestiert, die somit Änderungen der Flächen von 423 (In der Gezeitenzone liegende Flächen) zur Folge hat.

Tabelle 8: Relevante Klassen für das deutsche Wattenmeer

331	Strände, Dünen und Sandflächen
421	Salzwiesen
423	In der Gezeitenzone liegende Flächen
522	Mündungsgebiete
523	Meere und Ozeane

Bei der Ersterfassung konnte auf Landsat-5 Szenen zurückgegriffen werden, die bei Niedrigwasserstand bzw. Ebbe aufgenommen worden waren und damit die Wattenbereiche zeigten (zu den Aufnahmedaten und den betroffenen Landsat-Szenen siehe Tabelle 5). Die Abgrenzung der Polygone mit 423 (In der Gezeitenzone liegende Flächen) und 523 (Meere und Ozeane) sowie 522 (Mündungsgebiete) erfolgte bei der Ersterfassung mittels der Landsat-Daten. Die Aufnahmen zum Referenzjahr 2000 (siehe Tabelle 4) waren aber bei Flut aufgenommen und gestatteten daher diese Abgrenzung nicht. Wegen der eingeschränkten Verfügbarkeit wolkenfreier Landsat-Szenen in Nordwestdeutschland konnte auf den Aspekt von Niedrigwasser keine Rücksicht genommen werden. Es wurde daher in Absprache mit dem Technischen Team des ETC-TE vereinbart, dass für den Stand von 2000 die digital vorliegende Topographische Karte 1:25 000 mit einem Fortführungsstand von etwa 1997 / 1998 zu nutzen war, die die entsprechenden Küstenlinien (das mittlere Tiden-Niedrigwasser) und Fahrrinnen („Baljen“) im Wattenmeer ausweist. Diese Linien wurden vom Unterauftragnehmer EFTAS für den Status von 2000 digitalisiert und integriert. Um die bei der Verschneidung mit dem Datensatz CLC1990 resultierenden vielen kleinen und schmalen Einzelflächen (unter 5 ha und unter 100 m Breite) zu eliminieren und möglichst methodenbedingte Änderungsflächen auszuschalten, war eine umfangreiche interaktive Nachbearbeitung am DFD notwendig, die größere Verlagerungen von Sandbänken aber noch erkennen lässt.

### 2.3.8 Geländeaufnahmen und deren Dokumentation

Zur Unterstützung der Interpretation wurden von den Unterauftragnehmern, aber auch von Seiten des DFD Geländeaufnahmen durchgeführt. Diese sollten zur Klärung von Unsicherheiten bei der Interpretation beitragen, wenn auch andere Referenzdaten nur unzureichende Informationen lieferten, und zur Prüfung von Interpretationsergebnissen genutzt werden. Die Geländeaufnahmen wurden für den Eintrag in einer Excel-Datenbank aufbereitet. Neben den Koordinaten im Gauß-Krüger-System und den Befunden vor und nach der Geländeaufnahme wurden die meisten Geländepunkte auch fotografisch erfasst und die Fotos digital aufbereitet und abgespeichert (vgl. Tabelle 9 mit den Erhebungsdaten an den Feldpunkten). Zur besseren Vergleichbarkeit mit den entsprechenden Ausschnitten im Satellitenbild wurde auch die Richtung bei der Fotoaufnahme mit erfasst. Auf Grund der teilweise jahreszeitlich ungünstigen Projektphasen (die Ausschreibungen im Herbst bedingten auch Geländeaufnahmen im Winterhalbjahr) waren nicht alle Fotoaufnahmen in gleicher Weise aussagekräftig. Daher wurde an einigen Standorten auf die fotografische Dokumentation verzichtet und nur die Situation der Landnutzung in der Datenbank aufgenommen.

Tabelle 9: Erhebungsdaten an den Feldpunkten

LFD NR	TK100 Nr.	Firma (Kürzel)	Feldbegehungsnummer	Feldfoto ja(1) / nein(0)	TK Foto Nr.	Film Photo Nr.	Blickrichtung
Datum	X_COORD	Y_COORD	NSK3_VFELD	NSK3_NFELD	Beschreibung / Kommentar	Weiterer Kommentar	

Geländeaufnahmen waren u. a. für die Differenzierung von natürlichen Vegetationsstadien, z. B. auf ehemaligen Tagebauflächen und in Mooregebieten sowie für die Abgrenzung von Ackerland, Brache, Grünland, Dauerkulturen und komplexen Parzellenstrukturen in der Landwirtschaft wichtig und hilfreich.

Die Abbildung 12 zeigt das Beispiel eines Fotos auf ein früheres Braunkohleabbaugebiet mit diversen Stadien der Sukzession und den zugehörigen Ausschnitt im Satellitenbild.



Abbildung 12: Beispiel eines Geländefotos und des zugehörigen Satellitenbildausschnitts des ehemaligen Tagebaus Mücheln bei Halle

Dabei wurden von den Firmen unterschiedliche Ansätze bei den Feldaufnahmen eingenommen. Während in den Losen 1, 3, 4 und 5 die Geländeaufnahmen über die Regionen der Lose verteilt durchgeführt worden waren, mit unterschiedlicher Intensität, wurden im Los 2 und im Los 6 ausführlichere Geländeaufnahmen nur in einem Teil der Kartenblätter durchgeführt. Die für die Interpretation hauptverantwortlichen Firmen, Firma HUGIN im Los 2 und Firma GAF im Los 6, konnten in diesen Losen auch von ihren Ortskenntnissen und der Vertrautheit mit vielen Gegebenheiten aus regionalen Projekten profitieren.

Eine Darstellung der Verteilung der Geländepunkte in Deutschland ist in Abbildung 13 zu entnehmen.

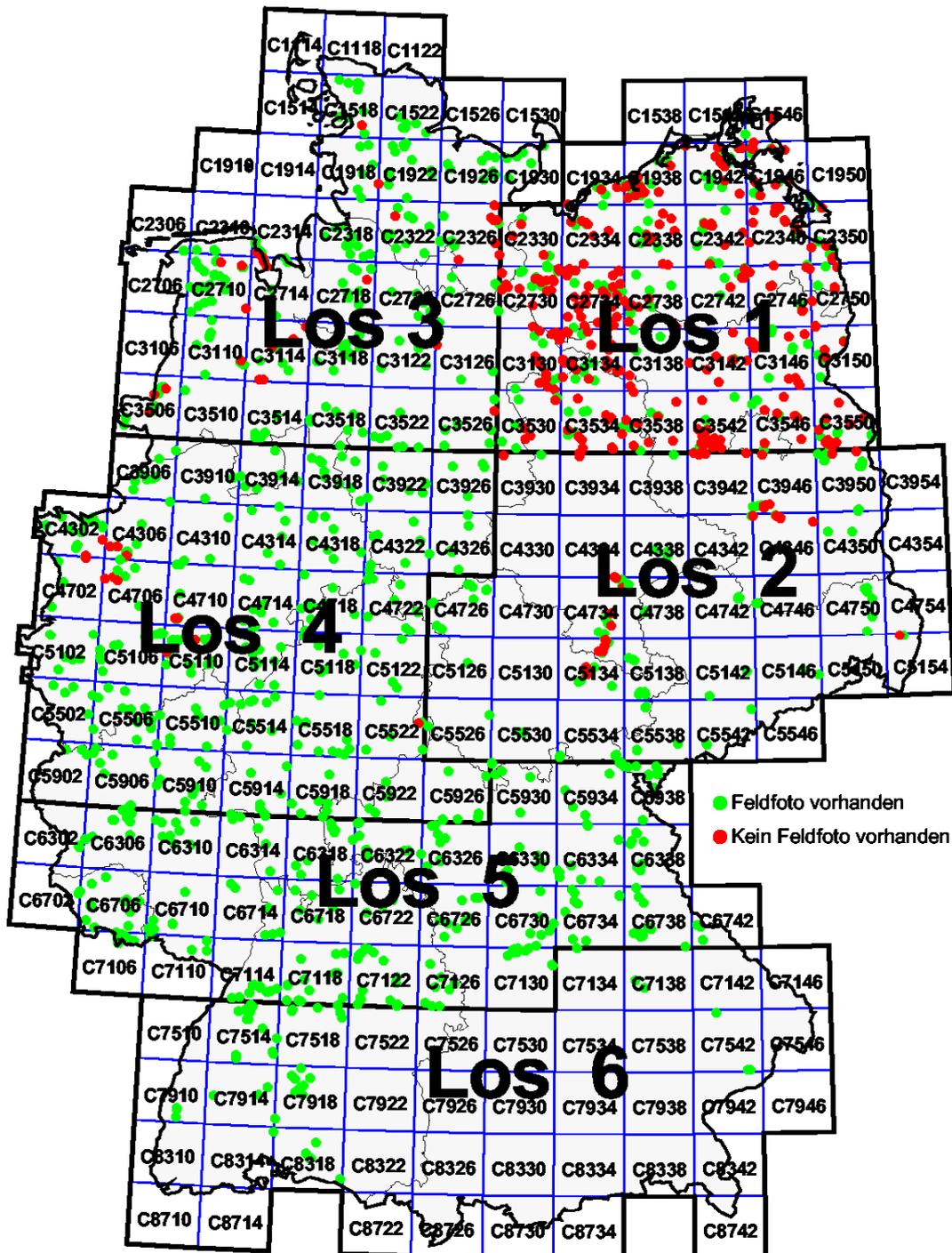


Abbildung 13: Verteilung der Feldaufnahmen für CLC2000 in Deutschland

### 2.3.9 Erstellung der Metadaten

Metadaten waren einmal für die abzuliefernden nationalen Produkte an die EEA, die Vektordatensätze CLC2000, CLC1990\_rev und CLC\_Change, zu erstellen, die die länderspezifischen Angaben. Die Metadaten für die deutschen nationalen Produkte sind am Beispiel des Produktes CLC2000 im Anhang 6 aufgelistet.

Darüber hinaus waren Metadatenblätter für die einzelnen Kartierungseinheiten, d. h. für die einzelnen TK100 der topographischen Karte 1:100 000, zu erstellen. Die Metadaten pro Kartenblatt geben Auskunft über die jeweils verwendeten Satellitendaten in 1990 und 2000, die verwendeten Zusatzdaten wie Topographische Karten, Stadtpläne, Luftbilder sowie über den verantwortlichen Unterauftragnehmer geben. Diese Daten sind auf Produkt-DVD „CORINE Land Cover 2000 – Daten zur Bodenbedeckung in Deutschland“ enthalten. Darüber hinaus wurden weitere Metainformationen an die EEA pro Kartiereinheit übermittelt, die zur Qualitätssicherung eingesetzt worden waren. Dazu gehören die Namen der verantwortlichen Interpreten und Chefinterpreten sowie weiterer beteiligter Mitarbeiter des nationalen Teams, diverse Daten zur Interpretation, zu Randabgleichen, Hinweise zu Geländeaufnahmen, Kommentare zur Qualität der CLC90-Erfassung und zu Besonderheiten bei der Kartierung.

Ein Beispiel für das ausführliche Metadatenblatt (in Englisch) ist im Anhang 7 dargestellt, ein Beispiel für ein kompaktes, auf der DVD verfügbares Metadatenblatt in Tabelle 10.

Tabelle 10: Beispiel für ein Metadatenblatt auf der deutschen Produkt-DVD

<b>Kartenblattnummer</b>	C7930
<b>Kartenblattname</b>	Augsburg
<b>Los</b>	Los6
<b>Bearbeiter</b>	GAF AG

#### IMAGE 2000 Daten, Landsat7 ETM+

Path	Row	Aufnahmezeitpunkt (MM/TT/JJJJ)
193	26	09/13/1999
193	27	09/13/1999

#### Satellitendaten 1990, Landsat5 TM

Path	Row	Aufnahmezeitpunkt (MM/TT/JJJJ)
193	26	06/29/1992
193	27	08/30/1991

#### Zusatzdaten

Datentyp / Datenquelle	Titel	Aufnahmedatum / Produktionsjahr	Maßstab
Karte	Topographische Karte TK25, digital	Ca. 1997- 1999	1 : 25.000
Karte	Topographische Karte TK100, analog	2000	1 : 100.000
Satellitenbild	LS7 ETM+ 193/026	05/13/2001	
Satellitenbild	LS7 ETM+ 193/027	05/13/2001	
IRS 1C/D 5m LISS/PAN Merge Mosaik	Euromaps Deutschland	1997-2001	1: 25 000
Stadtplan 9.Auflage	Falk-Stadtplan Augsburg	1998/1999	1: 20 000

## 2.4 Qualitätssicherung und Verifizierung

Die Qualitätssicherung zog sich durch alle Phasen des Projektes. So war bei der Schaffung der Satellitendatengrundlage zunächst die Beurteilung der Eignung von den zu beschaffenden Landsat-7 Daten erforderlich. Nach der Orthorektifizierung im IMAGE2000 Teilprojekt wurde die geometrische Genauigkeit an Testszenen der Landsat-7 Daten ermittelt sowie die Koregistrierung der Landsat-5 Daten von 1990 überprüft. Bei der geometrischen Anpassung der Vektordaten CLC1990 beinhaltete die Überprüfung der mit dem ArcInfo Tool *Adjust* angepassten Daten einen umfangreichen Arbeitsschritt (siehe Kapitel 2.2, Vorverarbeitung).

Die Qualitätskontrolle bei der Interpretation und Kartierung der Änderungen erfolgte in mehreren Schritten. Die Interpretationsarbeiten in den einzelnen Losen bauten dabei auf den Trainingsmeetings (siehe Kap. 1.6) auf, die der Abstimmung in Deutschland und in Europa dienten, sowie auf den begleitenden Geländeaufnahmen.

In den Ausschreibungen für die Arbeitspakete „Interpretation und Kartierung der Änderungen“ in den einzelnen Losen war schon die Bedeutung der firmeneigenen Qualitätskontrolle angesprochen worden. Für die thematische Kontrolle der Interpretation war bei den Firmen der Chefinterpret zuständig, für die technische Kontrolle der GIS-Produkte bezüglich einwandfreier Topologie und der Wahrung der Mindesterfassungsgrößen der verantwortliche GIS-Spezialist der Firma. Die Erstlieferungen der Unterauftragnehmer an das DFD erfolgten in mehreren Teillieferungen, meist in Blöcken von 9 bis 15 TK100 Blättern. Dies ermöglichte, die Korrektorempfehlungen des DFD in entsprechender Form auch für die Folgeblätter direkt bei der dortigen Erstinterpretation zu berücksichtigen. Für die zweite Lieferung waren dann die Korrektorempfehlungen des DFD einzuarbeiten, die Bearbeitungsblöcke zur Gesamtbedeckung des Loses zusammenzuführen und dabei notwendige Randanpassungen innerhalb des Loses und gegebenenfalls zu schon vorliegenden Nachbarlosen durchzuführen (siehe Abbildung 3).

### 2.4.1 Technische Kontrolle am DFD

Die Datenlieferungen der Unterauftragnehmer erfolgten in Form von Coverages im ArcINFO-Exportformat. Nach erfolgreichem Import wurden die Datensätze einer semiautomatischen technischen Prüfung unterzogen. Abbildung 14 gibt einen Überblick über diese Kontrollen. Für die technische Kontrolle wurde ArcINFO Workstation, ArcView 3.3. und ArcGIS eingesetzt. Es wurde zu diesem Zweck im Rahmen des Projektes eine Reihe von AML-Skripte, ArcView Erweiterungen und ArcGIS Skripte erstellt.

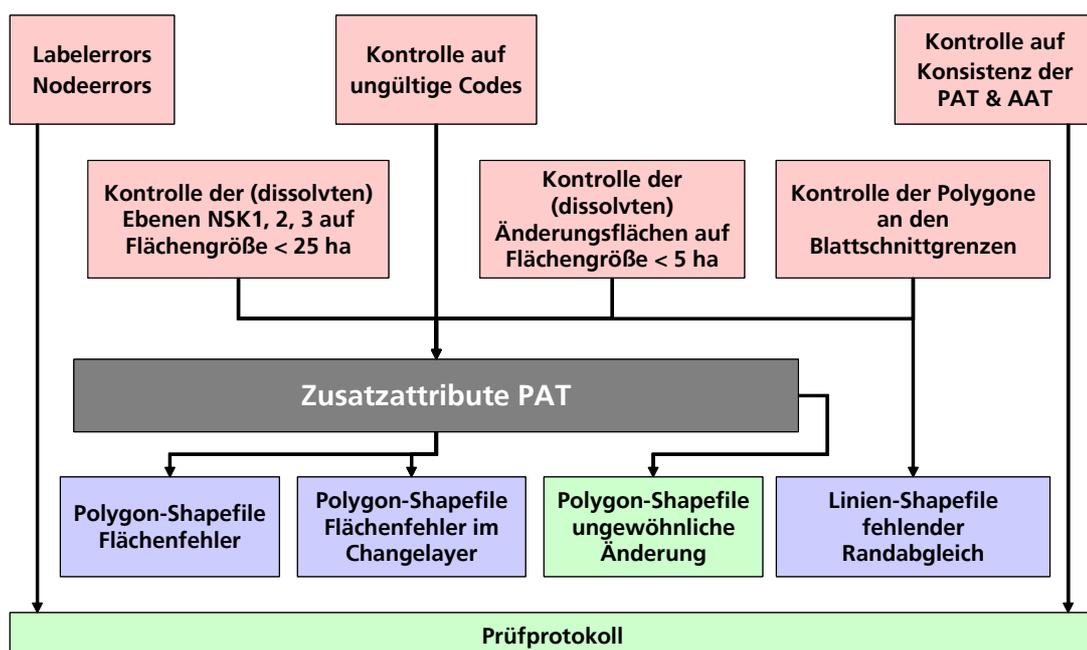


Abbildung 14: Ablauf der technischen Kontrolle der Interpretationsergebnisse am DFD

Zunächst wurde in der Programmumgebung ArcINFO Workstation überprüft, ob *Label-* und *Nodeerrors* übersehen wurden, ob die Topologie korrekt erzeugt wurde und ob alle erforderlichen Attribute in den Polygon- und Arc-Attributtabelle (PAT und AAT) existieren. In einem zweiten Schritt wurde die Existenz von ungültigen Landnutzungs-codes in der PAT überprüft. Unter Verwendung einer Änderungsmatrix (siehe Anhang 8) wurden ungewöhnliche Übergänge zwischen den Landnutzungs-codes NSK2 (Interpretation 1990 korrigiert) und NSK3 (Interpretation 2000) markiert.

Die Kartiervorschriften in CORINE Land Cover sahen Mindestgrößen für jede Landnutzungseinheit von 25 ha und 5 ha für Änderungsflächen vor. Die vorliegende Datenstruktur der drei Datenebenen NSK1, 2 und 3 (siehe Kapitel 2.3.4), die Unterteilung des Gesamtdatensatzes in Kacheln im Blattschnitt der TK100 sowie die Existenz der Grenzen der Landsat-Szenen bedingte es, dass Landnutzungseinheiten aus mehreren Teilflächen zusammengesetzt sein konnten. Dieser Sachverhalt machte eine Vorprozessierung mittels *Dissolve* notwendig, wobei jeder Datensatz in einzelne NSK- und Änderungsebenen zerlegt wurde. Im Anschluss daran konnte die Einhaltung der Mindestflächengrößen über ein Abfragesystem überprüft werden.

Zur Verdeutlichung sei hier kurz ein Beispiel für einen Flächenfehler dargestellt. Die Datenerhebung (Korrektur des Datensatzes CLC1990 und Interpretation des Datensatzes CLC2000) wurde durch die Unterauftragnehmer in mehreren Schritten vollzogen. Durch die Datenstruktur hatten Neudigitalisierungen und Attributumsetzungen, die in einer der Datenebenen vollzogen wurden, Auswirkungen auf die anderen, wodurch Flächenfehler entstehen konnten. Die folgende Abbildung 15 zeigt ein Beispiel für einen solchen Flächenfehler.

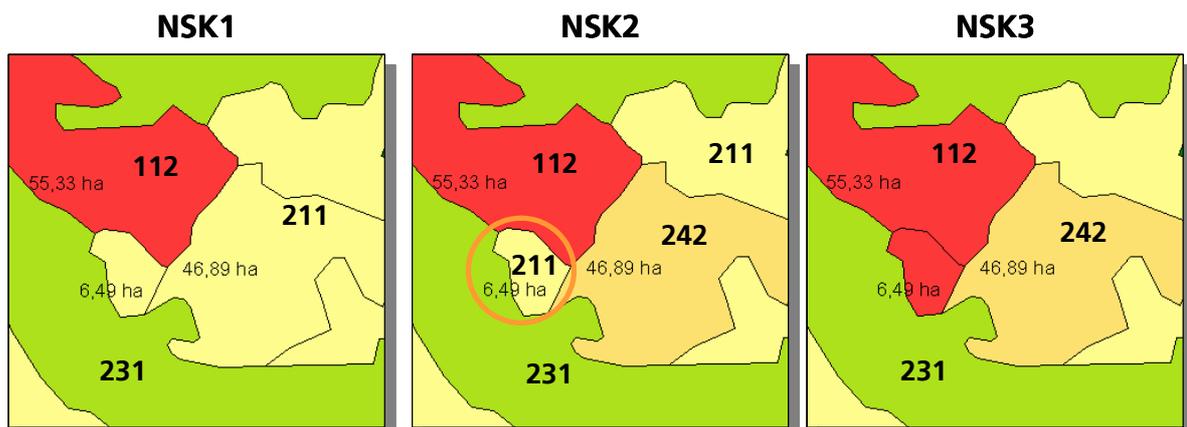


Abbildung 15: Flächenfalle bei der Korrektur von CLC1990 und Interpretation von CLC2000

In der ursprünglichen Interpretation CLC1990 (NSK1) hatten zwei benachbarte Flächen die Nutzung 112 und 211. Die Fläche der Klasse 112 wurde in der Interpretation CLC2000 (NSK3) durch Neudigitalisierung auf Kosten der Klasse 211 erweitert. Im korrigierten Datensatz CLC1990 rev (NSK2) wurde die ursprüngliche Interpretation für das neue Teilstück beibehalten. Allerdings wurde in einer zweiten Digitalisierung für die Ebenen NSK2 und NSK3 eine Teilfläche mit der Nutzung 242 auf Kosten der Klasse 211 ausgewiesen. Daraus resultierte in der Ebene NSK2 eine Restfläche mit der ursprünglich interpretierten Nutzung 211, deren Flächengröße unter der geforderten Mindestflächengröße lag.

Als letzte technische Kontrolle wurde der Randabgleich zwischen benachbarten Kartiereinheiten überprüft. Das Bearbeitungsgebiet wurde innerhalb des Projektes in mehrere Lose und diese wiederum in mehrere Interpretationseinheiten aufgeteilt. Die Grenzen zwischen den Einheiten folgten dem Blattschnitt der TK100 und waren demzufolge künstlich.

Per Definition durften sich Polygone, die durch eine solche künstliche Grenze getrennt wurden, nicht thematisch unterscheiden. Darüber hinaus mussten Nodes angrenzender Polygone auf einem Blattschnitt zusammenfallen (*Snapping*). Wo dies nicht der Fall war, musste ein thematischer oder geometrischer (*Edgematch*) Randabgleich nachgeholt werden. Die folgende Abbildung 16 zeigt ein Beispiel für eine künstliche Grenze, an der ein solcher thematischer Randabgleich erfolgen musste.

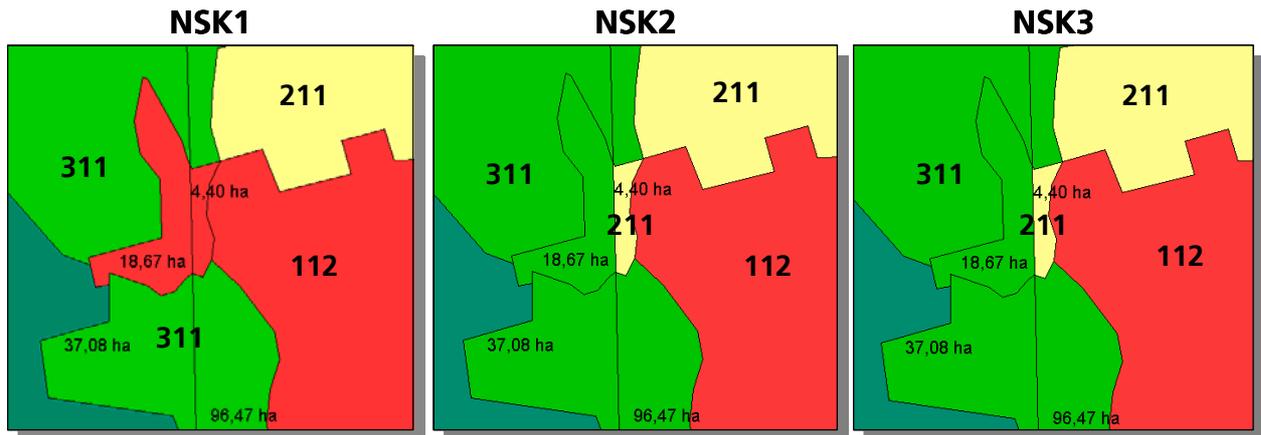


Abbildung 16: Mangelhafter thematischer Randabgleich zwischen benachbarten Interpretationseinheiten

In vorliegendem Fall wurde von den Interpreten zweier benachbarter Kartiereinheiten die ursprüngliche Interpretation (NSK1) von Teilen eines Polygons mit der Nutzung 112 als fehlerhaft erkannt. Die Korrektur (NSK2 und NSK3) erfolgte allerdings auf unterschiedliche Weise. Während der Interpret der westlichen Kartiereinheit seinen Teil des fraglichen Polygons der Klasse 311 zuwies, interpretierte der Interpret der östlichen Kartiereinheit den Bereich in seiner Kartiereinheit als 211. Unabhängig davon, welche Interpretation hier korrekt war, wurde dieser Bereich als fehlerhaft detektiert und zur Überarbeitung markiert.

Die technische Überprüfung wurde für jeden überprüften Datensatz in einem Kontrollprotokoll beschrieben, in dem die aufgetretenen Fehler dokumentiert wurden. Alle Polygone, die an Flächenfehlern oder fehlenden Randabgleichen beteiligt waren, wurden in der Polygon-Attributtabelle (PAT) mittels Zusatzattributen und Kommentaren gekennzeichnet. Es wurden jeweils Polygonshapefiles für unwahrscheinliche Änderungen, Flächenfehler im Änderungslayer und Flächenfehler in den Ebenen NSK2 und NSK3 erstellt. Zusätzlich dazu wurde aus der Linienebene des Coverages zur besseren Orientierung ein Linienshapefile der Blatt-schnitte abgeleitet, an denen ein Randabgleich nachgeholt werden musste.

Je nach Umfang der notwendigen technischen Korrekturen wurde ein Datensatz sofort an den Unterauftragnehmer zurückgegeben oder zur thematischen Kontrolle der Interpretationen intern freigegeben.

#### 2.4.2 Thematische Kontrolle am DFD

Nach der ersten Teillieferung eines Datensatzes an das DFD wurden die Produktlayer CLC1990\_rev (NSK2), CLC2000 (NSK3) und der resultierende Änderungslayer CLC\_Change 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 und mit eventuellen Hinweisen auf Geländeaufnahmen, hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit der Interpretationsentscheidungen zu Rate gezogen. Die thematische Kontrolle wurde unter Nutzung des Bildverarbeitungssystems ERDAS IMAGINE und der GI-Systeme ArcInfo und ArcView durchgeführt.

Es bewährte sich bei der Kontrolle der Interpretation, in dem Fenster mit den Landsat-Daten von 1990 und den Vektordaten CLC1990\_rev auch den Layer der CLC\_Changes mit einzu-blenden. Während des Projektes wurde zudem eine Matrix mit unwahrscheinlichen Änderungen entwickelt (siehe Anhang 8), auf deren Basis ein weiterer Vektorlayer entwickelt und zusätzlich für die Überprüfung eingeblendet wurde. Bei der Überprüfung wurden diverse Referenzdaten zu Rate gezogen, neben vorhandenen topographischen Karten und Luftbildern insbesondere auch Informationen aus dem Internet wie Online-Stadtpläne, Naturschutzinformationen oder auch Informationen zu Golfplätzen. Vereinzelt wurden auch unklare Landnutzungssituationen telefonisch bei entsprechenden Gemeindeverwaltungen abgefragt.

Die Korrekturvorschläge an die Unterauftragnehmer wurden über folgende Dateien weitergegeben:

Eingearbeitete Attribute (NSK1-DFD, NSK2-DFD, NSK3-DFD, Notiz-DFD) an einem Duplikat des gelieferten Vektorlayers (bei reinen Umwidmungen und gleich bleibender Geometrie), Polygon-Shape-Files mit neu aufzunehmenden Polygonen mit der entsprechenden Belegung (NSK1-DFD, NSK2-DFD, NSK3-DFD, Notiz-DFD).

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.

Auch bei weiteren Korrekturdurchläufen, die sich auf Grund der Verifizierungsmeetings durch das ETC-TE als notwendig herausgestellt hatten, wurde am DFD diese Dokumentation der Korrekturvorschläge als Basis für die GIS-Integration beibehalten.

### 2.4.3 Verifizierung durch das Team des ETC-TE

Die Verifizierung der CLC-Produkte durch das Technische Team des ETC-TE erfolgte in Deutschland auf drei Verifizierungs-Meetings. Bei den ersten beiden Meetings konnten ca. 60 % der Fläche Deutschlands abgedeckt werden, beim dritten Meeting ca. 40 % (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Abdeckung der Lose bei den drei Verifizierungsmeetings

Meeting	Datum	Abdeckung der Lose	Abdeckung in Deutschland
Nr. 1	29.-31.10.2002	ca. 70 % Los 1 ca. 45 % Los 2, ca. 70 % Los 3 (ca. 64 % der Lose 1-3)	ca. 29 %
Nr. 2	19.-21.11.2003	ca. 30 % Los 1 ca. 55 % Los 2 ca. 30 % Los 3 ca. 34 % Los 4 (ca. 36 % der Lose 1-3)	ca. 31 %
Nr. 3	11.-15.10.2004	ca. 66 % Los 4 Los 5 Los 6	ca. 40 %

Die Lage der auf den drei Verifizierungsmeetings geprüften Kartenblätter ist der Abbildung 17 auf der folgenden Seite zu entnehmen.

Die Zielsetzung des ETC-TE im Auftrag der EEA war, die Ergebnisse der Interpretation anhand eines Verifizierungsplans 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 erste Überprüfung ungefähr zur „Halbzeit“ des Projektes erfolgte, um in den nachfolgenden Arbeitsgebieten eine möglichst abgestimmte Interpretation zu gewährleisten.

Für die Verifizierung wurden vom DFD jeweils vorab die zu prüfenden CLC-Datensätze mit dem Status in 2000 und den Änderungen zwischen 1990 und 2000 geliefert. Der Verifizierungsansatz beinhaltete die Vorauswahl von ein bis zwei Kacheln mit 10 km mal 10 km in jeder Kartierungseinheit (den TK-100) nach einem Sampling hinsichtlich der Hauptnutzungstypen in den einzelnen Regionen. Dabei sollten 8 bis 10 % der Daten mittels einer Stichprobenauswahl, nach Hauptnutzungen einerseits sowie Gebieten mit unterschiedlichen Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2000 andererseits, hinsichtlich der thematischen Zuordnung und Abgrenzung genauer überprüft werden. Die mehr technischen Checks in Bezug auf gültige Codes, Einhaltung der Mindestflächen und hinsichtlich unrealistischer Änderungen wurden jeweils auf dem vollen Kartenblatt der TK100 durchgeführt.

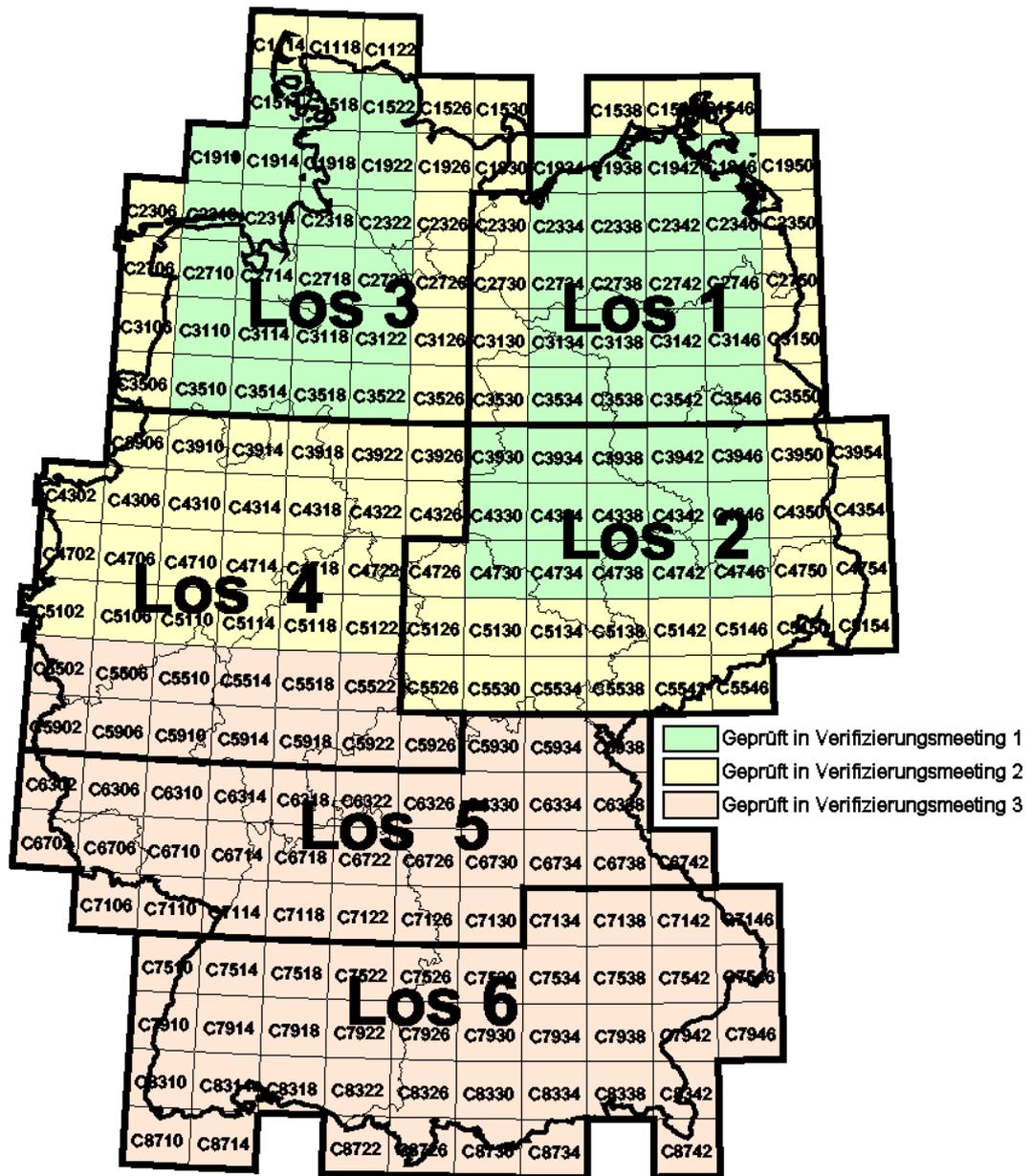


Abbildung 17: Überdeckung der bei den drei Verifizierungsmeetings geprüften Kartenblätter

Kartierungsgrundlage bei der Verifizierung waren die Landsat Produkte von 1990 und 2000 sowie die Referenzinformationen, die auch dem Interpretationsteam und dem DFD zur Verfügung standen, wie die topographischen Karten TK-100 und TK-25 (digital), einzelne Sonderkartenprodukte (Stadtpläne u.a.) sowie Fotos und Informationen von Geländeaufnahmen.

Das Ziel der Checks, alle für das jeweilige Verifizierungsmeeting vorbereiteten Kartenblätter auf den gewählten Stichprobenflächen zu überprüfen, konnte im vorgesehenen Zeitrahmen nicht voll erreicht werden. Durch Auslassen einzelner Kartenblätter konnten zwischen 60 % und 80 % der vorbereiteten Regionen abgedeckt werden (genauere Informationen siehe in den Verifizierungsberichten des ETC-TE, Christensen et al., 2002, Jaffrain et al., 2003, Buttner et al., 2004).

Insgesamt wurden während der drei Meetings 151 Kartenblätter überprüft, davon wurden 113 akzeptiert, 22 mit Bedingungen akzeptiert und 16 zurückgewiesen, bis auf drei Kartenblätter auf Grund von Mängeln des Veränderungsdatensatzes. Die Korrekturvorschläge des ETC-TE wurden im Wesentlichen eingearbeitet. Für die Endphase der Korrekturen in den südlichen Losen, vom letzten Verifizierungsmeeting bis zur Endabgabe des Datensatzes, standen dafür 2 Monate zur Verfügung.

#### **2.4.4 Validierung**

Zur Abschätzung der Genauigkeit bzw. mittleren Zuordnungswahrscheinlichkeit der CORINE Land Cover Klassen war zunächst im Projekt eine Validierung des CLC2000 Datensatzes und der Änderungen geplant. Bei einer Validierung der CLC-Klassen sind dabei die Regeln hinsichtlich der minimalen Erfassungseinheiten von 25 ha bzw. 5 ha zu berücksichtigen, die zu Generalisierungen führen können.

Für aussagekräftige Ergebnisse hinsichtlich einer Validierung sind gut über die gesamte Kartierungsregion Deutschland verteilte Validierungsflächen mit entsprechend aussagefähigen Referenzdaten notwendig, möglichst auf einem Stichprobenraster. Dazu boten sich die Daten des EU-Projektes LUCAS für Deutschland an. Im Projekt LUCAS wurden terrestrisch auf einem Stichprobenraster von 18 km mal 18 km für die primären Erfassungspunkte Landnutzungsdaten auf 10 sekundären Erfassungspunkten aufgenommen (siehe z. B. Meinel & Hennersdorf, 2002). Vom Hauptpunkt des primären Rasters wurden auch Geländefotos in die vier Hauptrichtungen aufgenommen.

Da eine Validierung mit diesen LUCAS Daten für ganz Europa vom Technischen Team des ETC-TE übernommen wurde und auch Zeit- und Ressourcenknappheit dazu kamen, wurde auf eine eigene Validierung mit den LUCAS Daten verzichtet. Die Validierung wird für die Flächenstaaten Europas auch Aussagen hinsichtlich der Einzelstaaten erlauben, die Ergebnisse werden im Laufe des Sommers 2005 erwartet.

### **2.5 Integration und Datenabgabe**

#### **2.5.1 Datenintegration**

Die Datenintegration beinhaltete den Gesamtaufbau der Datenbasis für Deutschland, inklusive der angrenzenden Pufferzone. Dabei wurde der „nahtlose Übergang“ von einem Los zum anderen sichergestellt. Für die Randabgleiche wurde das ArcINFO Tools „*Edgematch*“ verwendet (siehe dazu auch Kapitel 2.4.1). Zur Datenintegration gehörte auch die Transformation der Daten in andere Gauß-Krüger-Zonen. In den östlichen Bundesländern (Lose 1 und 2) wurde zunächst im Gauß-Krüger-System der Zone 4 gearbeitet, in den Losen 3-6 (alte Bundesländer) im Gauß-Krüger-System der Zone 3. Der Gesamtdatenbestand wurde im Gauß-Krüger-System der Zone 3 aufgebaut, nach Abschluss aller Korrekturen und Tests aber auch in den Systemen Gauß-Krüger Zone 4 und UTM Zone 32 zur Verfügung gestellt.

#### **2.5.2 Bereitstellung und Publikation der Daten**

Der endgültige Datensatz wurde dem Partner GISAT des ETC-TE am 17.12.2005 zur technischen Überprüfung übersandt. Dazu gehörten die Vektordatensätze CLC2000, CLC1990\_rev und CLC\_Changes sowie die Metadatensätze auf der Landesebene und auf der Ebene der Kartierungseinheiten der TK100. Die Datensätze wurden nach den entsprechenden Überprüfungen am GISAT akzeptiert und konnten damit veröffentlicht werden.

Eine Farbdarstellung des Datensatzes CORINE Land Cover 2000 für Deutschland, in der Farbzurordnung gemäß der Legende aus Abbildung 7, ist in Abbildung 18 auf der folgenden Seite zu finden.

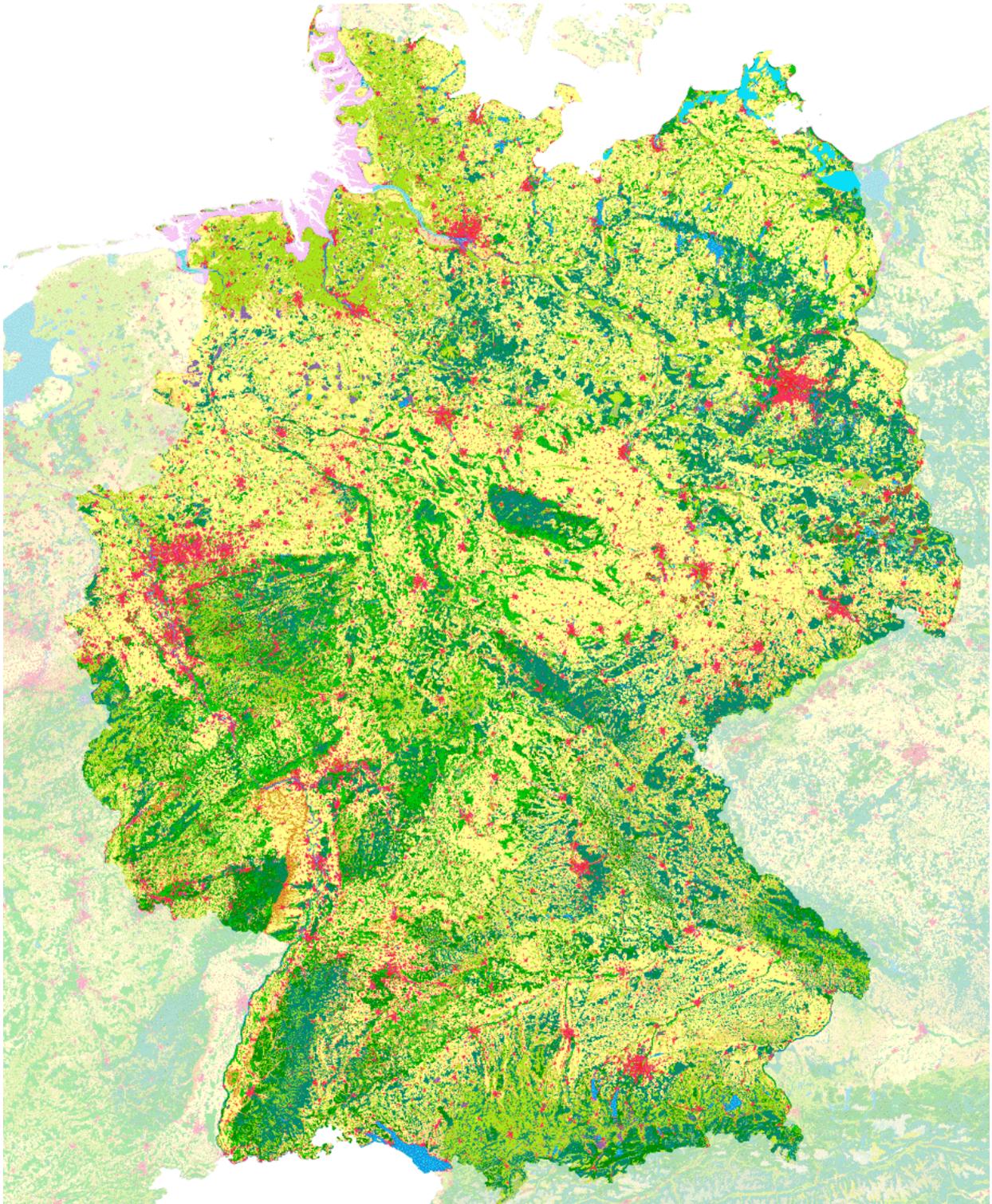


Abbildung 18: Darstellung des Ergebnisproduktes CLC2000 für Deutschland  
Das Produkt ist in einer Überlagerung der CLC-Darstellung (CLC1990) der europäischen Nachbarn dargestellt, Farbzunordnung gemäß Abbildung 7.

Die Veröffentlichung der Daten für die nichtkommerzielle Nutzung erfolgt nach Abstimmung mit dem UBA und dem BMU auf zwei Wegen, per Download von einem durch Passwort geschützten FTP-Server des DLR, und per Zusendung einer DVD. Die Veröffentlichung der deutschen Produkte geschieht in Übereinkunft mit der EEA wie im "Agreement between EEA and the participating Member State on a common policy for the use and the dissemination of I&CLC2000 products" vereinbart.

Die Bestellung der Daten kann dabei online auf der Webseite zu CORINE Land Cover erfolgen, die unter der Adresse

<http://www.corine.dfd.dlr.de>

abrufbar ist. Die Webseite ist deutsch- und englischsprachig verfasst. Sie gibt ausführlich Auskunft zum deutschen Projekt und zu den Datenprodukten, erlaubt Zugriff auf Veröffentlichungen zum Projekt (z. B. zu einigen Tagungsbandbeiträgen des CLC2000 Workshops in Berlin), weist auf Links zum europaweiten Projekt und führt den Interessenten auf webbasierte Formulare, in denen er die folgenden Datenprodukte online bestellen kann:

- Vektorinformationen in den drei Referenzsystemen Gauß-Krüger Zone 3 und 4 sowie UTM Zone 32 mit den Produktlayern
  - CLC2000,
  - CLC\_Changes,
  - Rev\_CLC1990,
- Rasterinformation zu CLC2000 in drei räumlichen Auflösungen (100 m mal 100 m, 250 m mal 250 m, 1000 m mal 1000 m)
- Metadaten auf der Basis der Kartierungseinheiten der TK100

Die Vektorinformationen sind neben der Gesamtüberdeckung von Deutschland auch extra für alle 16 Bundesländer sowohl auf dem FTP-Server als auch auf der DVD verfügbar.

Die DVD trägt den Titel „CORINE Land Cover 2000: Daten zur Bodenbedeckung – Deutschland“. Der Inhalt der DVD wird durch eine hypertextbasierte Nutzerführung erschlossen. Die DVD wird durch Öffnen der Datei start.html in einem Standard-Webbrowser gestartet und gestattet das Navigieren zu den gewünschten Datenprodukten. Ebenso können Metadaten sowie Informationen zum Projekt, zur Erhebungsmethodik und zu Beispielauswertungen recherchiert werden.

Bei der online-Bestellung wird der Aufgabenbereich, für den die Daten jeweils bestellt werden, abgefragt und für Nutzeranalysen für das UBA in einer Datenbank unter vertraulicher Behandlung erfasst. Beim Auslösen des Bestellvorgangs markiert der Nutzer ein Feld, unter dem er sich mit den aufgeführten Datennutzungsbedingungen einverstanden erklärt. Pro Bestellvorgang (Downloadberechtigung oder Bezug der DVD) wird vom DFD ein Entgelt von 30.00 EUR zzgl. 16% Mehrwertsteuer erhoben.

## **2.6 Workshop „CORINE Land Cover 2000“**

Der Workshop "CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for Environmental Applications" wurde am 20.-21 Januar 2004 gemeinsam von BMU, UBA und DLR in Berlin durchgeführt. Der Workshop hatte zum Ziel, das Projekt einem größeren Nutzerkreis vorzustellen und intensiv über die Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung dieser Daten zu diskutieren. Die Veranstaltung war mit 108 Teilnehmern aus 17 europäischen Ländern ein großer Erfolg. Anhand von verschiedenen Präsentationen wurden Anwendungsmöglichkeiten u. a. im Management von Flusseinzugsgebieten, in der Luftreinhaltepolitik, des Boden-, Ökosystem- und Naturschutzes, sowie der Regional- und Transportplanung aufgezeigt. Es wurde deutlich, dass europaweit harmonisierte Landnutzungsdaten eine wesentliche Grundlage für die konsistente Umsetzung von internationalen Verpflichtungen von der nationalen bis hin zur europäischen Ebene darstellen. Die Nutzeranforderungen für zukünftige Aktualisierungen wurden intensiv diskutiert und für die einzelnen Aufgabenbereiche in tabellarischer Form zusammengestellt. Schließlich wurde über zukünftige Entwicklungen, vor allem im GMES-Kontext diskutiert. Dabei ist zu erwarten, dass einige der Nutzeranforderungen durch die Produkte und Dienstleistungen erfüllt werden können, die derzeit im Rahmen der GMES-Services der ESA entwickelt werden. Eine enge Abstimmung dieser Aktivitäten ist daher erforderlich.

Die Beiträge des Workshops sowie Ergebnisse und Empfehlungen des Workshops sind in dem Tagungsband zusammengefasst, der in der Reihe UBA Texte 04/2004 veröffentlicht wurde.

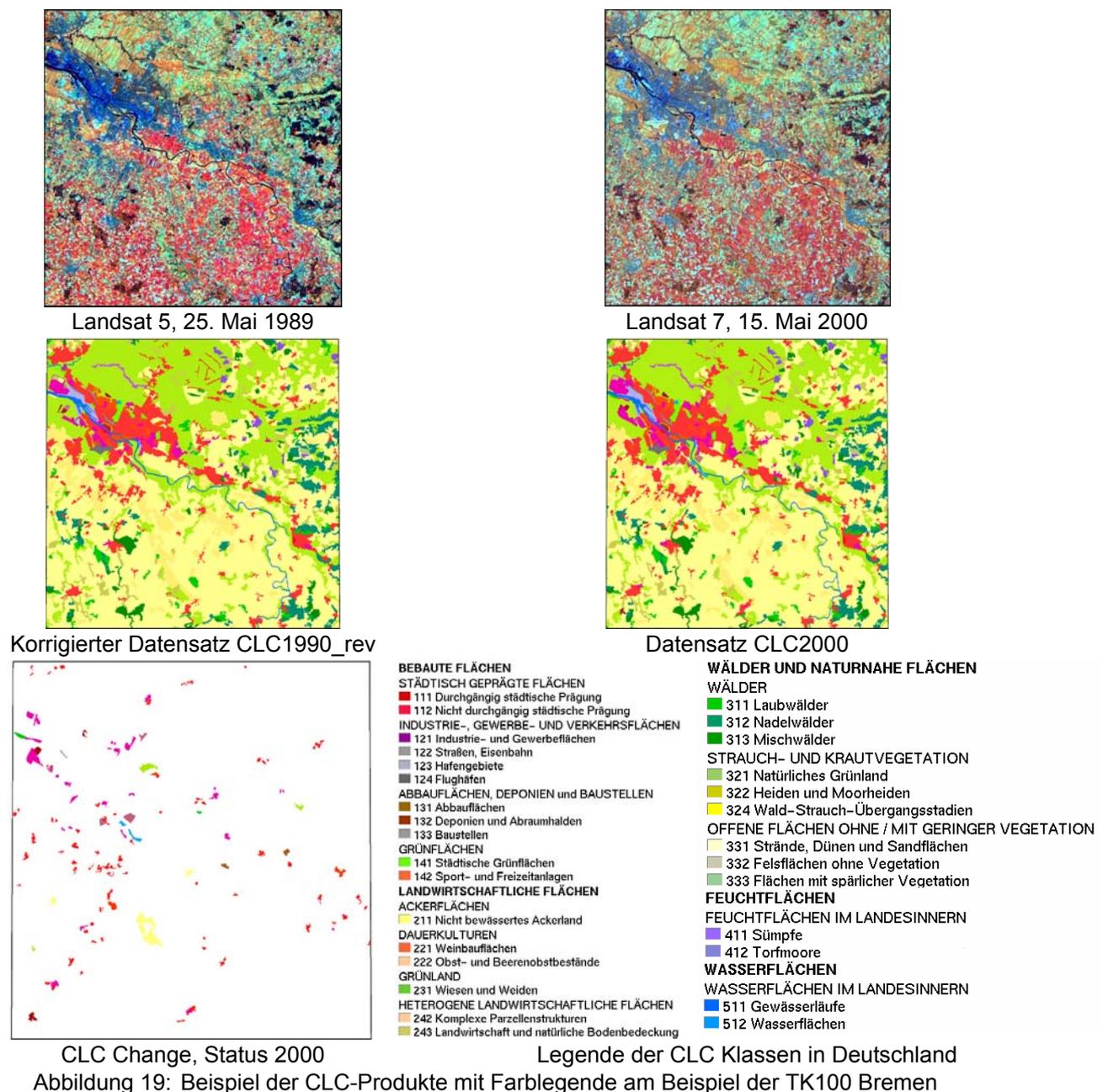
### 3 Ergebnisse der Interpretation und Kartierung

In diesem Kapitel werden zunächst die Vektordatenprodukte der Aktualisierung von CORINE Land Cover vorgestellt. Danach werden die Erfahrungen zusammengefasst, die bei der Interpretation der Satellitendaten gesammelt wurden.

#### 3.1 Die CLC-Produkte

Drei Produkte resultieren aus dem Projekt CORINE Land Cover Update 2000: CLC2000 mit dem Status in 2000, CLC\_Changes mit den Änderungsflächen zwischen 1990 und 2000, und CLC1990\_rev mit dem Status in 1990, das überarbeitet wurde. Die Änderungsflächen enthalten sowohl den Status der Bodenbedeckung von 1990 als auch den Status von 2000.

Durch das Attribut der zugehörigen Kartierungseinheit, stehen neben der Gesamtüberdeckung von Deutschland auch die drei Produkte für einzelne Kartenblätter zur Verfügung. Abbildung 19 ist als Beispiel das Kartenblatt C3118 Bremen und die zugrunde liegenden Satellitendaten von 1990 und 2000 zu entnehmen. Die Änderungsflächen sind dabei im Zustand 2000 dargestellt.



### 3.2 Erfahrungen bei der Interpretation

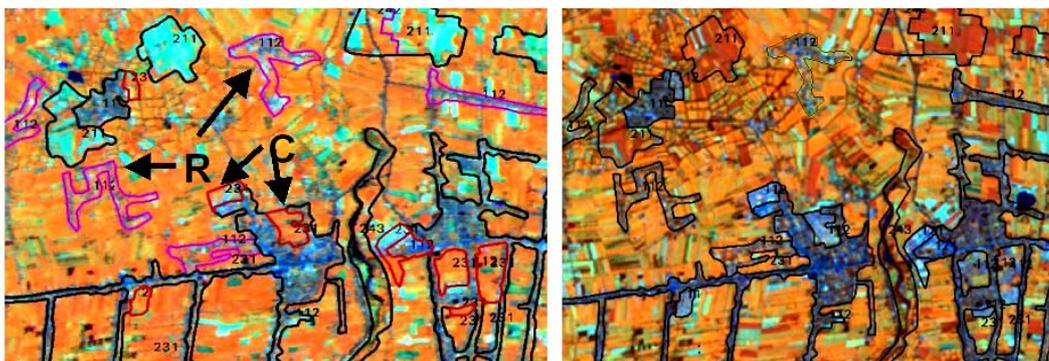
Im Folgenden sollen einige Erfahrungen bei der Interpretation und Kartierung der drei Produkte CLC1990\_rev, CLC2000 und des Änderungsdatensatzes CLC\_Changes dargestellt werden.

#### 3.2.1 Erfahrungen bei der Überprüfung und Korrektur des Datensatzes CLC1990

Durch die notwendige Adaption einiger Kartierungsvorschriften im europaweiten Kontext (siehe Kapitel 2.3.2) waren für einige Objektklassen umfangreichere Korrekturen im Datensatz CLC1990 notwendig, um künstliche Änderungen gegenüber 2000 zu vermeiden. Dazu gehörte insbesondere die feinere Erfassung von Straßendörfern in Norddeutschland mit der neuen Abstandsregel, dass Ortsteile bis 300 m Abstand mit in die Abgrenzung der Ortschaften einzubeziehen waren (siehe Beispiel in Abbildung 20).

Umfangreiche Kartierungsarbeiten im Datensatz von 1990 waren auch im Zusammenhang mit der Abgrenzung von Aufwuchsflächen oder Blößen bzw. stark von Sturm geschädigten Flächen in Waldgebieten (Kategorie 324, Wald-Strauch-Übergangsstadien) zu leisten, die bei der Ersterfassung mehr als kurzzeitige Übergangsstadien im Wald angesehen und nur in eingeschränktem Umfang als Kategorie 324 kartiert worden waren.

Andere Korrekturen im Zusammenhang mit den Adaptionen waren für Kiesabbauflächen (mit in 131 aufzunehmen) und benachbarte Wasserflächen durchzuführen (vgl. Anhang 4), die nach der adaptierten Kartierungsvorschrift gemäß ihren Flächenanteilen zu kartieren waren. Bei der Ersterfassung waren die angrenzenden Wasserflächen, meist auch geflutete Kiesabbauflächen, mit in der Kategorie 131 integriert worden.



Landsat-5 (Mai 1990) + CLC1990

Landsat-7 (August 2000) + CLC2000

**R:** Revision der CLC90 Polygone (pink), bis 300 m statt 100 m Abstandsregel

**C:** Veränderung in 2000, CLC\_Change (red)

Abbildung 20: Beispiel für adaptierte Interpretationsregeln: Straßendorf bei Papenburg

Insgesamt stellte sich heraus, dass ein **größerer Aufwand** der Kartierung in die **Korrektur des Datensatzes CLC1990** zu investieren war. Insbesondere waren in einigen Regionen der neuen Bundesländer, so in Teilen von Sachsen und Thüringen, umfangreiche Korrekturen im Datensatz von CLC1990 erforderlich. Dazu gehörte eine feinere Differenzierung der Bodenbedeckung in Abbaugeländen, auf militärischen Übungsflächen, die teilweise auch 1990 schon nicht mehr genutzt waren, und vor allem in der in der Landwirtschaft.

Es stellte sich heraus, dass das Dauergrünland (231, Wiesen und Weiden) in einigen Regionen, z. B. im Vorland des Thüringer Waldes und des Erzgebirges, im Datensatz von CLC1990 und zunächst auch in CLC2000 in größerem Umfang unterrepräsentiert war. Dies lieferten zum Beispiel auch Vergleiche auf Kreisebene mit der Realnutzungsstatistik (StaBa, 2003). Bei einem stärkeren kleinräumigen Nebeneinander von Ackerland und Grünland war daher ein höherer Digitalisierungsaufwand mit feinerer Differenzierung zwischen den Klassen 211, 231 und 242 im Datensatz CLC1990\_rev notwendig, der dann auch der Erfassung in 2000 zugute kam.

Auf den Trainingsmeetings und ersten Verifizierungsm Meetings wurde angesprochen, dass die Kategorie 243 (Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung) häufiger zur Abgrenzung von Gruppen von Gehölzen oder Waldstücken in landwirtschaftlicher Umgebung genutzt werden sollte, um strukturell stärker gegliederte landwirtschaftliche Flächen besser gegenüber Landwirtschaftsflächen ohne größere strukturelle Elemente abgrenzen zu können. Dies war bei der Ersterfassung nur in kleinerem Ausmaß erfolgt und wurde nachgeführt.

Die feinere Differenzierung und kleinräumigere Digitalisierung wird u. a. auch in der **Anzahl der Polygone** des überarbeiteten Datensatzes CLC1990\_rev gegenüber dem Ausgangsdatsatz CLC1990 sichtbar. Durch die Überarbeitung von CLC1990 hat sich die Polygonanzahl (in der hinsichtlich der TK100 zusammengefassten Datenbasis) um 10 482 Polygone, entsprechend einer Steigerung von 8,2 %, erhöht (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Vergleich der Anzahl der Polygone von CLC1990 und CLC1990\_rev  
Die Berechnung erfolgte nach der Zusammenfassung zu einer blattschnittfreien Datenbasis.

CLC1990 (ohne Puffer)	CLC1990_rev (ohne Puffer)	
Anzahl Polygone	Anzahl Polygone	Änderung gegen CLC1990
128.049	138.531	8,2%

Die Aufteilung der Steigerung nach den 5 Hauptklassen ist in Tabelle 13 dargestellt, im Vergleich ist auch die Änderung der Flächengröße angegeben. Dabei wird die große Steigerung der Polygonanzahl, auch in Relation zur Flächenänderung, sowohl für die Kategorie der Landwirtschaft als auch für die bebauten Flächen sichtbar.

Tabelle 13: Prozentuale Änderungen der Polygonanzahl und der Flächengrößen nach der Überarbeitung von CLC1990 in den 5 Hauptklassen.

CLC Code	CLC1990rev zu CLC1990	
Hauptklasse	Änderung Polygonanzahl	Änderung Flächengröße
1	6,5%	2,3%
2	12,7%	-0,4%
3	4,4%	0,2%
4	-8,4%	-2,8%
5	14,6%	0,4%
Gesamt	8,2%	0,0%

Im Vergleich dazu steigerte sich die Polygonanzahl bei der Aktualisierung im Datensatz CLC2000 gegenüber der überarbeiteten Datenbasis CLC1990\_rev um 2,3 % (siehe die Tabelle 14), den höchsten Steigerungsanteil hatte dabei mit 8,0 % höherer Polygonanzahl die Hauptklasse Wasser, gefolgt von der Hauptklasse Bebaute Flächen mit 5,6 % und der Hauptklasse Landwirtschaft mit 1,5 %.

Tabelle 14: Vergleich der Anzahl der Polygone für CLC1990\_rev und CLC2000  
Die Berechnung erfolgte nach der Zusammenfassung zu einer blattschnittfreien Datenbasis unter Einbeziehung eines 1km-Puffers um das Bearbeitungsgebiet.

CLC1990_rev (mit Puffer)	CLC2000 (mit Puffer)	
Anzahl Polygone	Anzahl Polygone	Änderung gegen CLC1990_rev
140.253	143.486	2,3%

Der Zahlenvergleich hinsichtlich der steigenden Polygonanzahlen, einmal bei der Überarbeitung der Erfassung CLC1990, zum anderen bei der eigentlichen Aktualisierung zu CLC2000, demonstriert den hohen Aufwand bei der Korrektur von CLC1990. Des Weiteren zeigt er die Verbesserung beider Datensätze auf Grund zusätzlicher feinerer Differenzierungen im Vektordatensatz an.

### 3.2.2 Erfahrungen bei der Erfassung von CLC2000

Die bessere Datengrundlage der Erfassung von CORINE Land Cover im Jahr 2000 ermöglichte einige Verbesserungen bei der Aktualisierung des Datensatzes, z. B. bei den bebauten Flächen. Eine Verbesserung bei der Differenzierung in der Landwirtschaft konnte durch eine verstärkte Nutzung multitemporaler Satellitendaten erreicht werden.

#### Erfassung von bebauten Flächen

Die bessere Qualität der Landsat-7 Daten mit dem zusätzlich verfügbaren panchromatischen Kanal in den Daten von 2000 machte insbesondere eine bessere Abgrenzung und Diversifizierung von Ortschaften möglich. So konnten z. B. kleinere Dörfer (aber über 25 ha groß) in der Umgebung von Agrarflächen, die im Datensatz von 1990 im Falle von geringer Vegetationsbedeckung farblich der Agrarumgebung ähnlich waren, auf Grund der besser aufgelösten Strukturen in 2000 erkannt und abgegrenzt werden. Diese waren dann im Datensatz von CLC1990\_rev möglichst mit der damaligen entsprechenden Ausdehnung zu erfassen.

Die Einbindung des panchromatischen Kanals reichte dabei schon gut in einer RGB-Kanalkombination von (PAN, ETM5, ETM3) aus, mit dem panchromatischen Kanal an Stelle des Kanals ETM4, da der panchromatische Kanal des Sensors ETM+ einen großen Spektralanteil im Nahen Infrarot aufweist. Die erweiterte textuelle Information und bessere Differenzierung durch den panchromatischen Kanal wird z. B. in der Abbildung 21 sichtbar.

Die Einbindung des panchromatischen Kanals mit dem höheren textuellen Informationsgehalt verbesserte auch die Abgrenzung der Klassen 111 und 112 (mit dominanter Wohnbebauung) von der Klasse 121, Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen. Vom Aufwand her musste eine Nachbearbeitung dieser Landnutzungsklassen mit stärkerem Bedarf an Referenzinformation auf größere, klar identifizierbare Komplexe mit 121 beschränkt bleiben (vgl. Anhang 4).

Die Möglichkeit, für viele Ortschaften aktuelle Referenzinformation aus Internet-Stadtplänen ziehen zu können, erleichterte die Überprüfung bei Abgrenzungen innerhalb von Ortschaften, z. B. bei der Abgrenzung von Kleingartenanlagen (zu 142) gegenüber lockeren, parkähnlichen Wohnbebauungen (112).



Abbildung 21: Darstellung der verbesserten Datengrundlage bei der Kartierung  
Vergleich der Satellitendaten von Landsat-5 TM von 1990 (links), Kanal 5,4,3 (RGB) mit dem Satellitendatenprodukt von Landsat-7 ETM, Kanal 5, PAN, 3 (RGB) unter Ausnutzung des panchromatischen Kanals. Die Bilder zeigen einen Ausschnitt im südlichen Teil von Leipzig.

### Erfahrungen bei der Abgrenzung von Ackerland und Grünland

Bei der Abgrenzung von Ackerland (211) und Wiesen und Weiden (231) bzw. komplexen Parzellenstrukturen (242) stellte sich heraus, dass die Interpretationssicherheit stark vom Zeitpunkt der Satellitenaufnahme abhing. Aufnahmen aus Mai oder Juni erwiesen sich eher als ungünstig. Die spektrale Ausprägung der Wiesen und Weiden zeigte sich in diesem Zeitraum stark abhängig vom Wuchs- und Mahdzustand und war sehr variable. Andererseits wiesen die grünen Ackerflächen in diesem Zeitraum teilweise ähnliche spektrale Eigenschaften auf. Die Sommerszenen von Juli bis ca. Mitte September waren günstiger. In Herbstszenen zeigten sich farbliche Überlappungen, wenn es zu spätem Umpflügen und größerer Verkräutung auf abgeernteten Feldern kam.

Ein anderes Problem bildete der kurzzeitige Anbau von Futtergräsern oder Futterklee als Zwischenfrucht auf sonst ackerbaulich genutzten Flächen, der sich bei monotemporalen Aufnahmen kaum von Wiesenflächen als Dauergrünland unterscheiden ließ.

Die Interpretationssicherheit bei der Abgrenzung von Wiesen und Weiden ließ sich stark durch den Einsatz multitemporaler Aufnahmen verbessern, bei denen eine andere Jahreszeit oder auch ein anderes Jahr mit anderen Situationen in der Landwirtschaft zugrunde lag. Ein Großteil der Untersuchungsregionen war zu beiden Referenzzeiträumen (1990 und 2000) durch die Überlappung benachbarter Szenen zusätzlich abgedeckt, in Norddeutschland erreicht die Überlappung 80-90 %. Als zusätzliche Entscheidungshilfe bei der Qualitätskontrolle standen darüber hinaus am DFD weitere Landsat-7 Szenen aus dem DFD-Archiv des „Landsat-7 Scientific Data Pool“ aus den Jahren 1999 bis 2003 zur Verfügung, die für viele Situationen bei der Ackerland-Grünland-Trennung eine gute Hilfe leisteten (siehe das Beispiel in Abbildung 22).

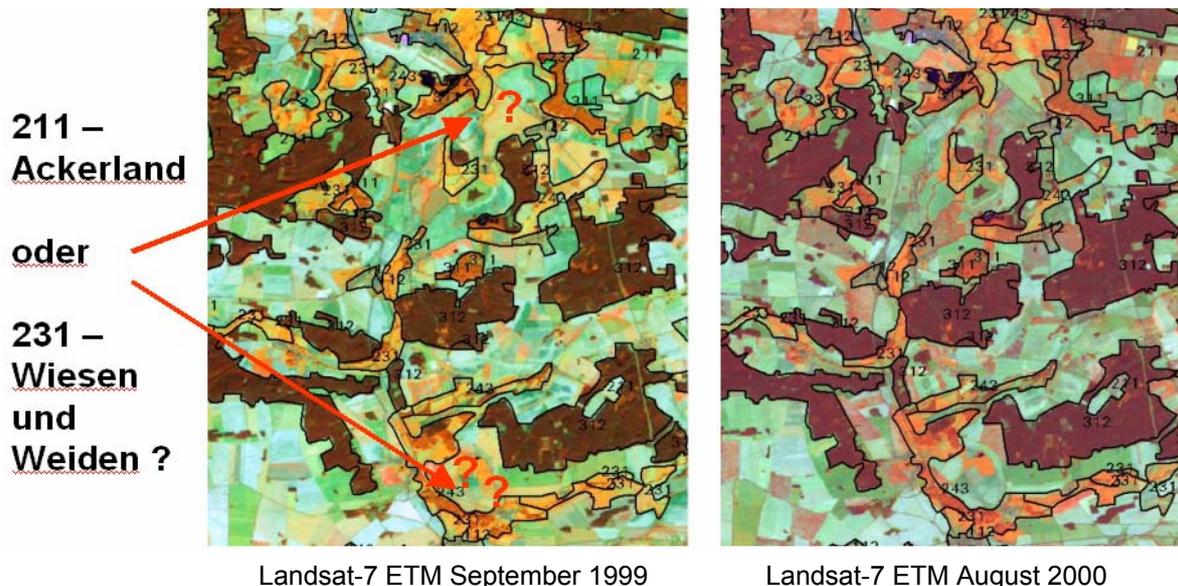


Abbildung 22: Entscheidungshilfen für die Trennung von Ackerland und Wiesen / Weiden durch Verwendung zusätzlicher Landsat-Aufnahmen

### Erfassung von Hopfenflächen

Im Unterschied zur Ersterfassung in Deutschland waren die Hopfenflächen für CLC2000 (entsprechend auch in CLC1990\_rev) mit in die Kategorie Dauerkulturen als 222 (Obst- und Beerenobstbestände) aufzunehmen (siehe Anhang 4) statt in der Kategorie 211 (Ackerland). Um Fehlinterpretationen möglichst einzuschränken, wurden Vorinformationen zum Vorkommen der hauptsächlichlichen Hopfenflächen auf Landkreisebene im GIS hinzugezogen. Dabei wurden die Hauptanbauggebiete der Hallertau (südlich von Ingolstadt) und von Tett nang (nördlich von Lindau / Bodensee) berücksichtigt. Mit diesem Vorwissen und unter Nutzung der (nicht immer aktuellen) Hopfensignaturen in der TK25 war es möglich, aus den vorlie-

genden Sommerszenen die jeweilige Verbreitung der Hopfenflächen in 1990 und 2000 abzugrenzen. Ein Teil der Hopfenflächen, bei denen die 25 ha Mindestgröße nicht erreicht wurden, wurden in der Kategorie 242 aufgenommen. Als Grundlage der Abgrenzung wurde zunächst eine überwachte Klassifizierung der Hopfenflächen im Hauptgebiet der Hallertau auf der Grundlage der Landsat-Szenen durchgeführt.

### **Interpretation und Diversifizierung der Waldflächen**

Die Dynamik innerhalb der Waldflächen ist im Datensatz von CLC insbesondere durch die Auswirkungen von Sturmereignissen wie dem Orkan Lothar im Dezember 1999 und den dadurch ausgelösten forstlichen Aufarbeitungen gekennzeichnet. Dabei waren die Sturmschadensflächen in der Kategorie 324, Wald-Strauch-Übergangsstadien, zu erfassen (vgl. Anlage 3). In die Abgrenzung von 324 wurden in Abstimmung mit dem ETC-TE auch Flächen mit verbliebenen Nadelwaldanteilen aufgenommen, wenn diese unter ca. 50 % sanken und die geworfenen oder ausgeräumten Flächen dominant waren.

Wie schon erwähnt, wurden bei der Ersterfassung nur in geringem Umfang Flächen von 324 ausgegrenzt. Dies wurde für einen Großteil der Flächen im Datensatz CLC1990\_rev nachgeholt.

Darüber hinaus wurde versucht, in der teilweise recht breit ausgelegten Klasse der Mischwälder (313) feinere Differenzierungen mit Ausgrenzung von dominanten Nadelwald- oder auch Laubwaldanteilen durchzuführen.

### **Interpretation von naturnahen Flächen und Feuchtflächen**

Im Abstimmungsprozess mit dem Technischen Team des ETC-TE wurde deutlich, dass das ETC-TE teilweise die Level 3 Klassen von naturnahen Flächen und Feuchtflächen etwas anders auffasst als es in der Ersterfassung in Deutschland geschehen war, was meist dann eine Umsetzung in beiden Datensätzen, CLC2000 und CLC1990\_rev, bedeutete:

- Die Kategorie 322 (Heideflächen) wurde nicht als Übergangsstadium von 333 – 321 – 324 gesehen, wie teilweise auf Truppenübungsplätzen bei der Ersterfassung angewandt, sondern nur eingesetzt, wenn Heideflächen als Klimaxstadien vorlagen und es entsprechende Hinweise darauf in der TK25 oder durch zusätzliche Referenzdaten gab.
- Bei der Kategorie 322 (Heideflächen) im Bergland wurde überprüft, ob es sich nicht eher um 324 (Wald-Strauch-Übergangsstadien) auf Grund von Waldschäden, z. B. nach Sturmereignissen, handelte.
- Die Klasse 321 (natürliches Grünland) wurde restriktiver in der Abgrenzung zu 231 (Wiesen und Weiden) eingesetzt. In der Umgebung von landwirtschaftlichen Flächen wurde 321 nur bei Vorliegen von entsprechender Referenzinformation zum Status als Naturschutzgebiet, z. B. bei FFH-Gebieten, verwendet. Typisch war der Einsatz als Vegetationsklasse auf ehemaligen militärischen Übungsflächen, oder auch auf kalkigen Böden als ökologisches Habitat.
- In einigen Gebieten war die Einstufung von Stilllegungsflächen und die Festlegung des Überganges von 211 oder 231 nach 321 problematisch, stillgelegte Ackerflächen sind als Brache bis zu 3 Jahren nach ackerbaulicher Nutzung noch als 211 einzustufen und dann zunächst in 231 aufzunehmen (BOSSARD et al., 2000).
- Im Voralpenland war die Unterscheidung zwischen 411 (Sümpfen) und 412 (Torfmooren) zu verbessern, um Feuchtgebiete im Umfeld von Gewässern von Torfmooren mit entsprechender Torfbildung besser abzugrenzen. Oft konnten hier schon die Nutzung, Formmerkmale oder Nachbarschaftsinformationen helfen, in einigen Gebieten wurden botanische Informationen hinzugezogen.

### 3.2.3 Erfahrungen bei der Veränderungskartierung

Wie im Kapitel 2.3.3 erläutert, wurden für die Erfassung der Veränderungsflächen zwischen 1990 und 2000 die kombinierte Regel laut EEA & ETC-TE (2002) benutzt, bei der sowohl mindestens 5 ha für die Veränderungsfläche erreicht sein muss, als auch die neuen (und die alten) resultierenden Flächen mindestens 25 ha aufweisen müssen.

Wegen der Einhaltung der Mindestflächen von 25 ha kann es daher zu Änderungen kommen, die methodisch bedingt sind und keiner realen Änderung entsprechen. Für diese Fälle wurde die Vergabe des zusätzlichen Attributs NRCH (NRCH=1, „no real change“) eingeführt (siehe Kapitel 2.3.5 und Abbildung 11). Die entsprechende Markierung wurde insbesondere im Zusammenhang mit bebauten Flächen und deren Entwicklung vergeben, aber auch für andere Klassen eingesetzt. Wie in Kapitel 2.3.5 dargestellt, wurde möglichst versucht, durch eine entsprechende Interpretation und Abgrenzung diese Situationen zu vermeiden oder gering zu halten.

Bei der Prozessierung der Änderungsflächen wurden die so markierten Polygone trotzdem mit einbezogen, um die Relation **CLC1990\_rev + Change = CLC2000** beibehalten zu können.

Bei der verwendeten CLC-Methodik dürfte wesentlich stärker ins Gewicht fallen, dass andere Arten von Änderungsflächen nicht mit in den Änderungslayer eingehen: neu entstandene isolierte Änderungsfläche, die also keinen Kontakt mit einer der Nachbarflächen gleichen Codes haben, werden auch bei Flächengrößen zwischen 5 ha und 25 ha nicht erfasst (da kein resultierendes Polygon > 25 ha entsteht). Eine Erfassung dieser Änderungsflächen würde bei Kartierungseinheiten ab 25 ha auch problematisch sein, da dann die neue Bezugsdatenbasis für zukünftige Veränderungsprozesse nicht klar ist.

Im Rahmen des Interpretationsspielraums (Abgrenzungsschärfe + / - 1 Pixel Breite) wurde in Abstimmung mit dem ETC-TE Team auch in solchen Situationen versucht, wichtige Veränderungsprozesse durch entsprechende Abgrenzungen noch mit in die Kartierung einzubeziehen.

Eine Erfahrung bei der Veränderungserfassung war, dass die unterschiedlichen Mindestgrößen bei der Kartierung (CLC2000) und den Änderungsflächen häufig einen größeren Aufwand bei der Festlegung der adäquaten Generalisierung nach sich zog.

Im Rahmen der Überprüfungen wurde versucht, auch für den Bereich der Landwirtschaft nicht echte oder nicht evidente Änderungen zu eliminieren, die zum großen Teil im Zusammenhang mit Einschränkungen in der Qualität der Ersterfassung standen (z. B. wegen ungünstiger Aufnahmen bei CLC1990 zur Abgrenzung von Ackerland und Grünland). Da aber zum Status 1990 weniger Satellitenbildabdeckungen als in 2000 und nicht ausreichend Referenzdaten zur Verfügung standen, waren die Überarbeitungen in diesem Zusammenhang (auch aus Ressourcengründen) nicht flächendeckend möglich.

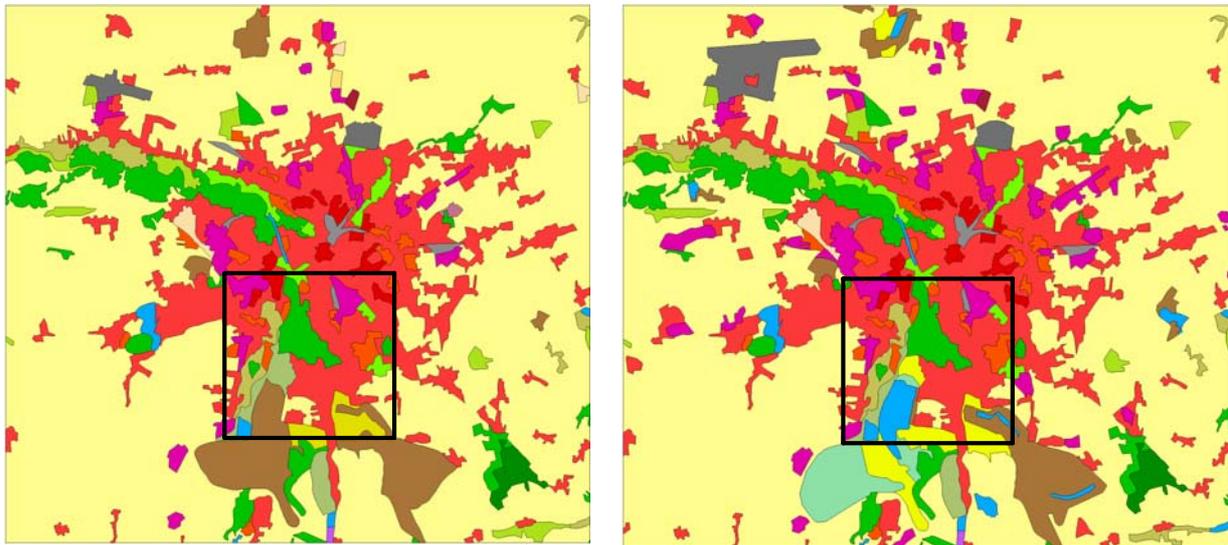
## 3.3 Beispiele der Veränderungskartierung

Im Folgenden sind einige Beispiele zusammengestellt, die verschiedene Veränderungsprozesse in einigen Regionen aufzeigen.

### 3.3.1 Landnutzungsänderungen im Raum Leipzig

Als ein Beispiel für die Ausdehnung urbaner Räume wird hier die Region Leipzig betrachtet, die nach der Wiedervereinigung in Deutschland verschiedene Transformationsprozesse aufzuweisen hat. Auf der einen Seite wird die Ausdehnung von Leipzig ins Umland mit Wohngebieten (112) und Industrie- und Gewerbeflächen (121) sowie den Ausbau des Flughafens (124) deutlich, dargestellt in Abbildung 23, oben; diese Änderungen sind in der Abbildung 23, unten, in der Transformationsklasse „Urbanisierung“ zusammengefasst. Auf der anderen Seite kommt hier die spezielle Lage von Leipzig mit der südlichen Nachbarschaft von Braunkohletagebauten zum Tragen, die nach 1990 in größerem Umfang still gelegt wurden und in den Datensätzen von 2000 in Rekultivierungsflächen oder auch neuen Seenlandschaften sichtbar wurden (siehe KEIL et al., 2002; KEIL et al., 2003).

Die Transformationsklassen in der Abbildung 23, unten, fassen diverse Übergänge von Landnutzungen in Transformationsprozessen in Anlehnung an (FERANEC et al, 2000) zusammen.



Ergebnisse der Interpretation **CLC1990\_rev** (links) und **CLC2000** (rechts) für die Region Leipzig. Die schwarz markierte Box umfasst den Bereich, der durch die Landsat-Subszenen in Abbildung 21 abgedeckt ist. Die Farbgebung entspricht der Farblegende aus Abbildung 7.

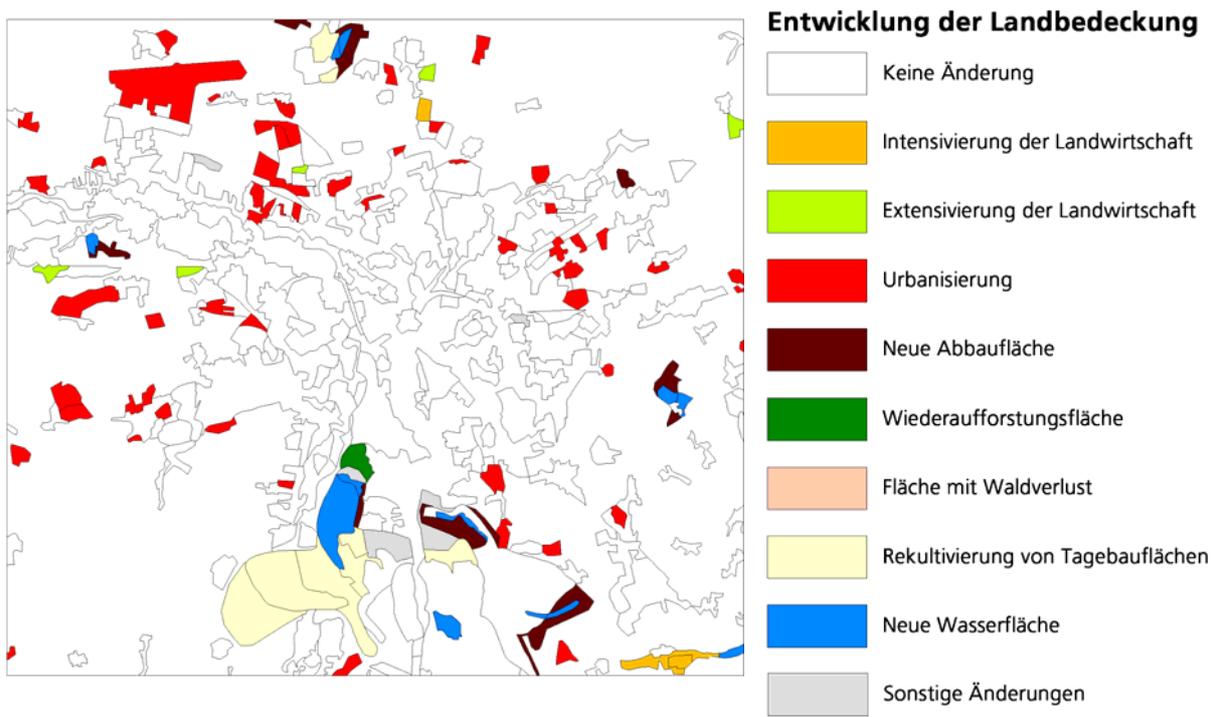


Abbildung 23: Die Region Leipzig in den Kartierungen CLC1990 und 2000 sowie abgeleitete Entwicklungen der Landbedeckung in generalisierten Transformationsklassen (unten; nach: Keil et al., 2002)

### 3.3.2 Landnutzungsänderungen im Großraum Berlin

Die Region Berlin wird in Abbildung 24 (oben) in einem Satellitenbildprodukt von 2000, überlagert mit den interpretierten Polygonen, und in Abbildung 24 (unten) in der farbkodierten Darstellung von CLC2000 dargestellt.

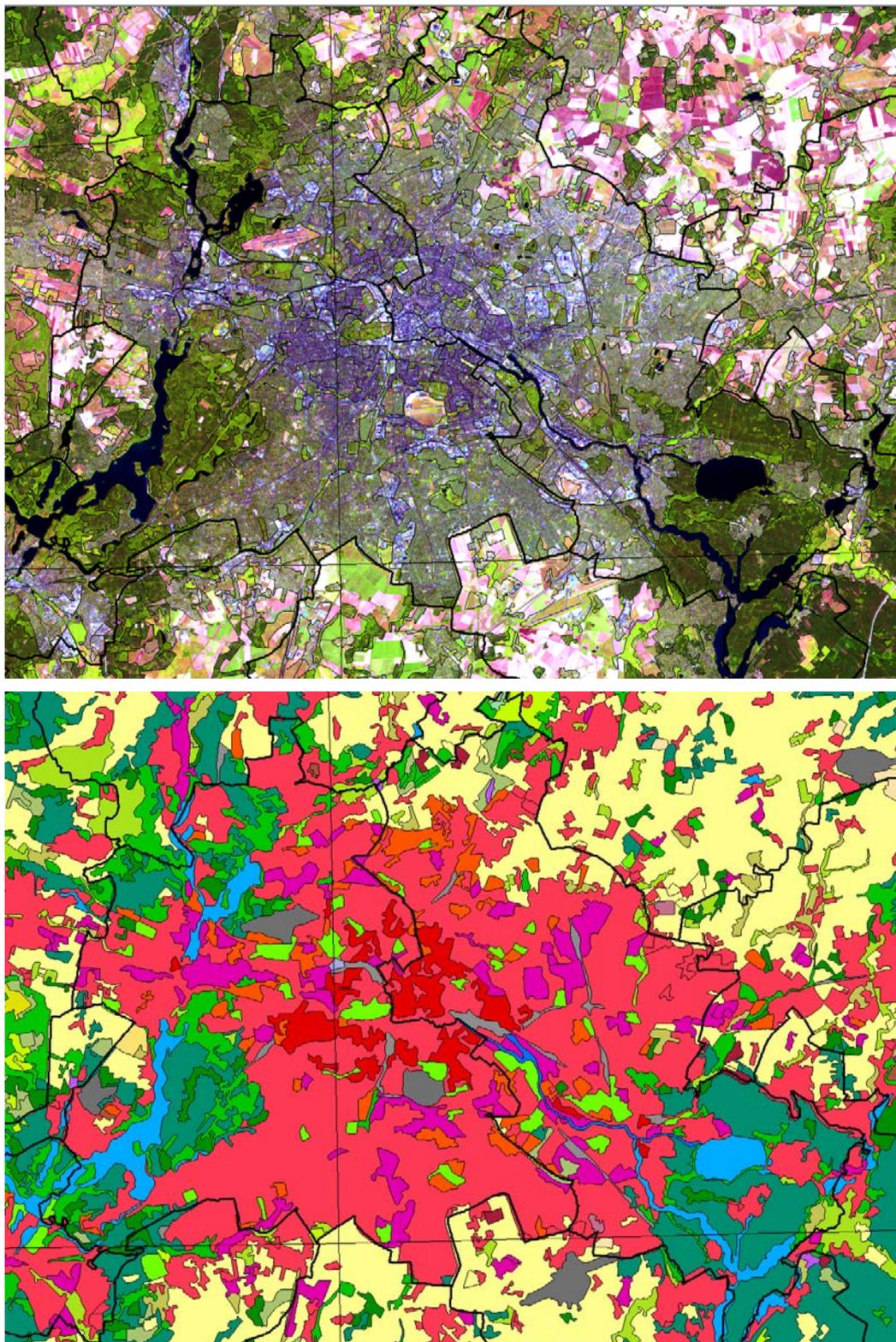


Abbildung 24: Die Region Berlin in der Landsat-7 Szene vom August 2000 und in der Kartierung CLC2000 (Farbzuordnung gemäß Abbildung 7, Überlagerung mit Verwaltungsgrenzen)

Der Großraum von Berlin unterliegt ebenfalls umfangreichen Entwicklungs- und Transformationsprozessen. Durch die spezielle Situation von Berlin vor der Wiedervereinigung, bei der für Westberlin Ausdehnungsprozesse durch die politischen Grenzen limitiert waren, machen sich viele Transformationsprozesse vor allem im umgebenden Bundesland Brandenburg bemerkbar. Die Veränderungen aus dem Datensatz CLC\_Change, dargestellt in zusammengefassten Änderungs- oder Transformationsklassen, sind Abbildung 25 zu entnehmen. Abgebildet sind ebenfalls Verwaltungsgrenzen sowie eine Zonierung des Großraums Berlin (siehe unten).

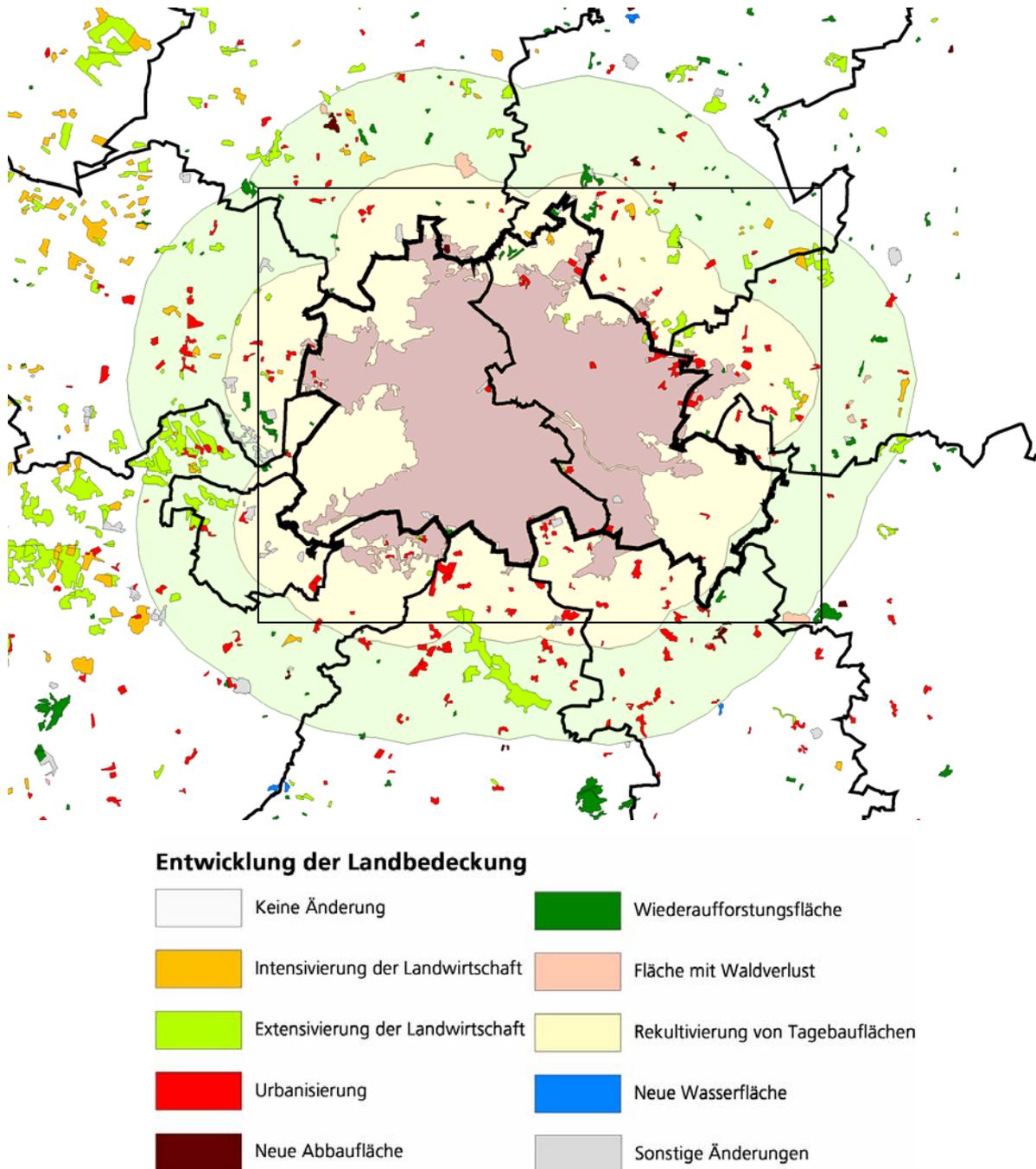


Abbildung 25: Entwicklungen der Landbedeckung in der Region von Berlin in generalisierten Transformationsklassen

Die Region wurde in drei Zonen unterteilt: Kernzone im Zentrum, daran anschließend erste Pufferzone bis 6,2 km Abstand gemäß der Definition im EU-Projekt MOLAND, zweite Pufferzone von 6,2 km bis 15 km; nach KEIL et al., 2004. Das innere Rechteck zeigt die Lage der Abbildung 24.

Wenn für die zusammenhängende Agglomeration von Berlin die Definition von Kernzone und anschließender Pufferzone aus dem EU-Projekt MOLAND gewählt wird, resultiert eine Pufferzone von 6,2 km Breite (KEIL et al, 2004; EEA, 2002). Dabei ist die Kernzone als die zusammenhängende bebaute Fläche (CORINE Hauptkategorie 1) definiert, die Breite  $d$  der Pufferzone wird nach folgender Formel berechnet:  $d = 0,25 * \sqrt{A}$ , mit  $A$  als Fläche der Kernzone. Diese erste Pufferzone ist zusammen mit einer zweiten Pufferzone (6.2 km bis 15 km) und der Kernzone in Abbildung 25 dargestellt. Interessant ist, dass die neu urbanisierten Flächen bei 4,27 km<sup>2</sup> (0,67%) in der Kernzone und 25,10 km<sup>2</sup> (2,20%) in der ersten Pufferzone einen flächenmäßig ähnlich großen Zuwachs von 24,13 km<sup>2</sup> (1,48%) in der zweiten Pufferzone ausmachen.

Neben dem Urbanisierungsprozess zeigt sich als zweiter bedeutsamer Prozess in Abbildung 25 die Extensivierung in der Landwirtschaft. Diese Extensivierung besteht auf der einen Seite in der Umwandlung von Ackerland (211) in Wiesen und Weiden (231) oder in komplexe Parzellenstrukturen (242) bzw. von 242 in 231, auf der anderen Seite fallen in diese Transformationsprozesse und zusammengefassten Änderungsklassen auch die Umwandlung von Dauerkulturen (222) in Ackerland oder Grünland.

### 3.3.3 Landnutzungsänderungen im Emsland

Ein optisch markantes Beispiel ist das Beispiel einer neu gebauten Automobilstrecke im Emsland im Osten von Papenburg in der Abbildung 26, in den Klassen von CORINE Land Cover dargestellt, mit einer teilweisen Trockenlegung von Mooregebieten verbunden.

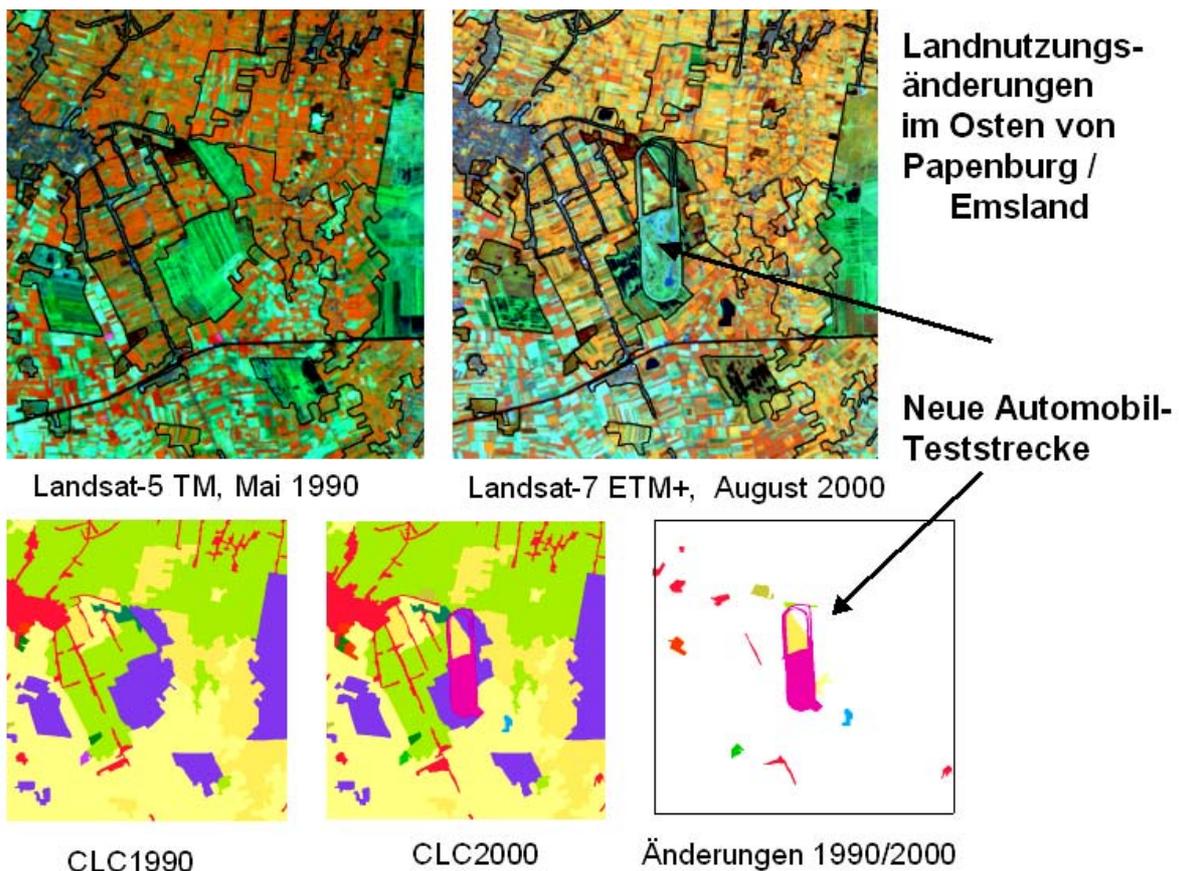


Abbildung 26: Darstellung einer neuen Automobilteststrecke im Emsland in den Produkten von CORINE Land Cover

### 3.3.4 Auswirkungen von Sturmschäden im nördlichen Schwarzwald

Wie groß das Ausmaß von Landnutzungsänderungen im Zusammenhang mit Sturmschäden in Waldgebieten sein kann, zeigt die Abbildung 27. Am 26. Dezember 1999 wurden große

Teile von Südwestdeutschland, der nördlichen Schweiz sowie Ostfrankreichs vom Orkan Lothar heimgesucht. Der Orkan hinterließ auch große Schadensflächen in den Wäldern in Deutschland, insbesondere im nördlichen Schwarzwald. Dabei waren insbesondere die Nadelholzarten betroffen.

Die Landsat-7 Szene aus 2001 zeigt die weitgehend ausgeräumten Schadensflächen mit unterschiedlicher Dichte der nachwachsenden Bodenvegetation und ersten Stadien der Wiederaufforstung. Im Datensatz der Veränderungsflächen von CLC2000 bilden die Sturmwurf-flächen vom Orkan Lothar die mit Abstand umfangreichsten Veränderungsflächen. Sie wurden in der Klasse 324 - Wald-Strauch-Übergangsstadien, in 1990 meist zur Klasse 312 - Nadelwälder zugehörig, erfasst.

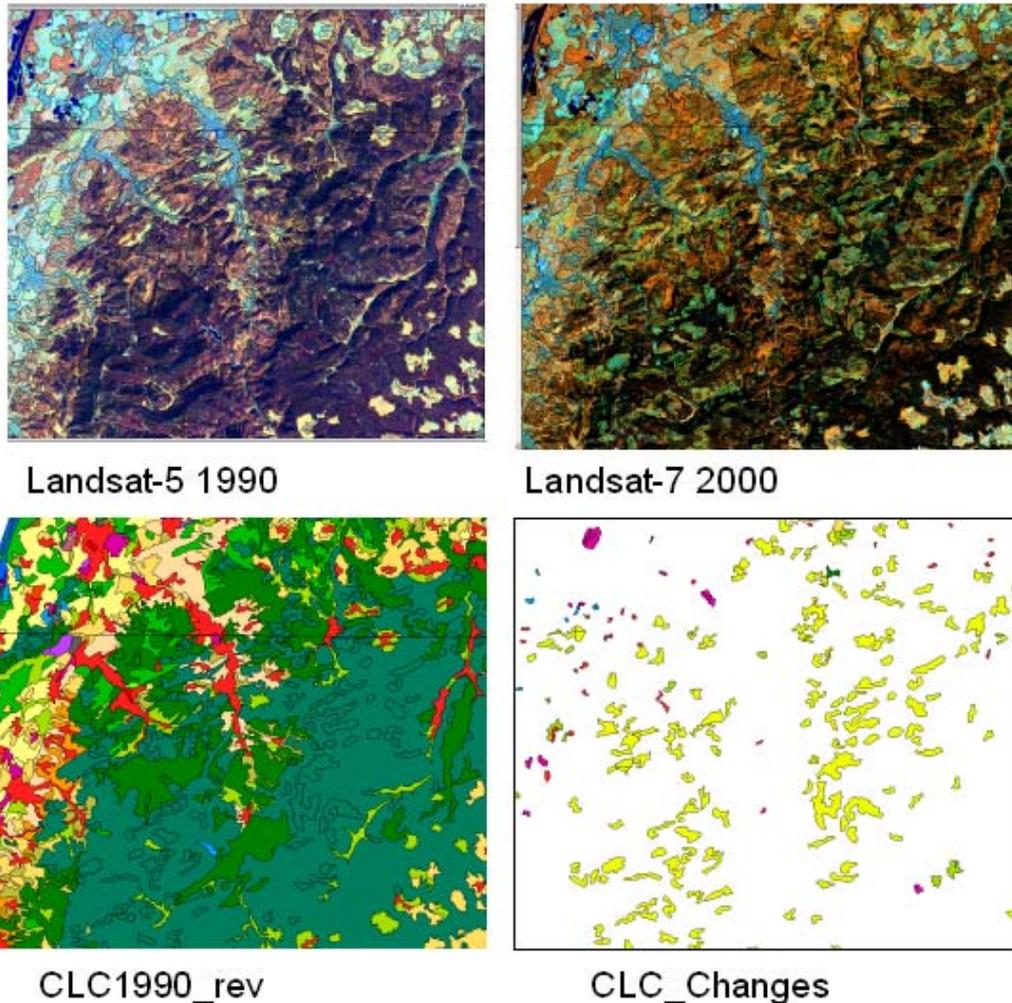


Abbildung 27: Sturmschadensflächen des Orkans „Lothar“ im nördlichen Schwarzwald bei Rastatt. Dargestellt sind die Schadensflächen im Satellitenbild (das Landsat-7 Bild rechts oben entstammt dem Jahr 2001) und im Produkt der CLC-Veränderungsflächen (rechts unten). Neue Flächen von 324 - Wald-Strauch-Übergangsstadien sind in gelb dargestellt.

### 3.3.5 Landnutzungsänderungen in der Braunkohleabbauregion Niederlausitz

Die Region mit dem prozentual höchsten Anteil an Veränderungsflächen in Deutschland in den CLC-Klassen ist die Niederlausitz, eine Region, die stark durch die großen Abbaubereiche für Braunkohle gekennzeichnet ist. Auf der Fläche der beiden Kartenblätter Hoyerswerda und Niesky kommt es auf knapp 12% der Gesamtfläche zu Veränderungen der Landnutzung zwischen 1990 zu 2000 (KIEFL et al, 2003). Die Abbildung 28 zeigt die Landnutzung zum

Stand 2000 sowie die Veränderungsflächen, wiederum in zusammengefassten Transformationsklassen laut Abbildung 23 dargestellt.

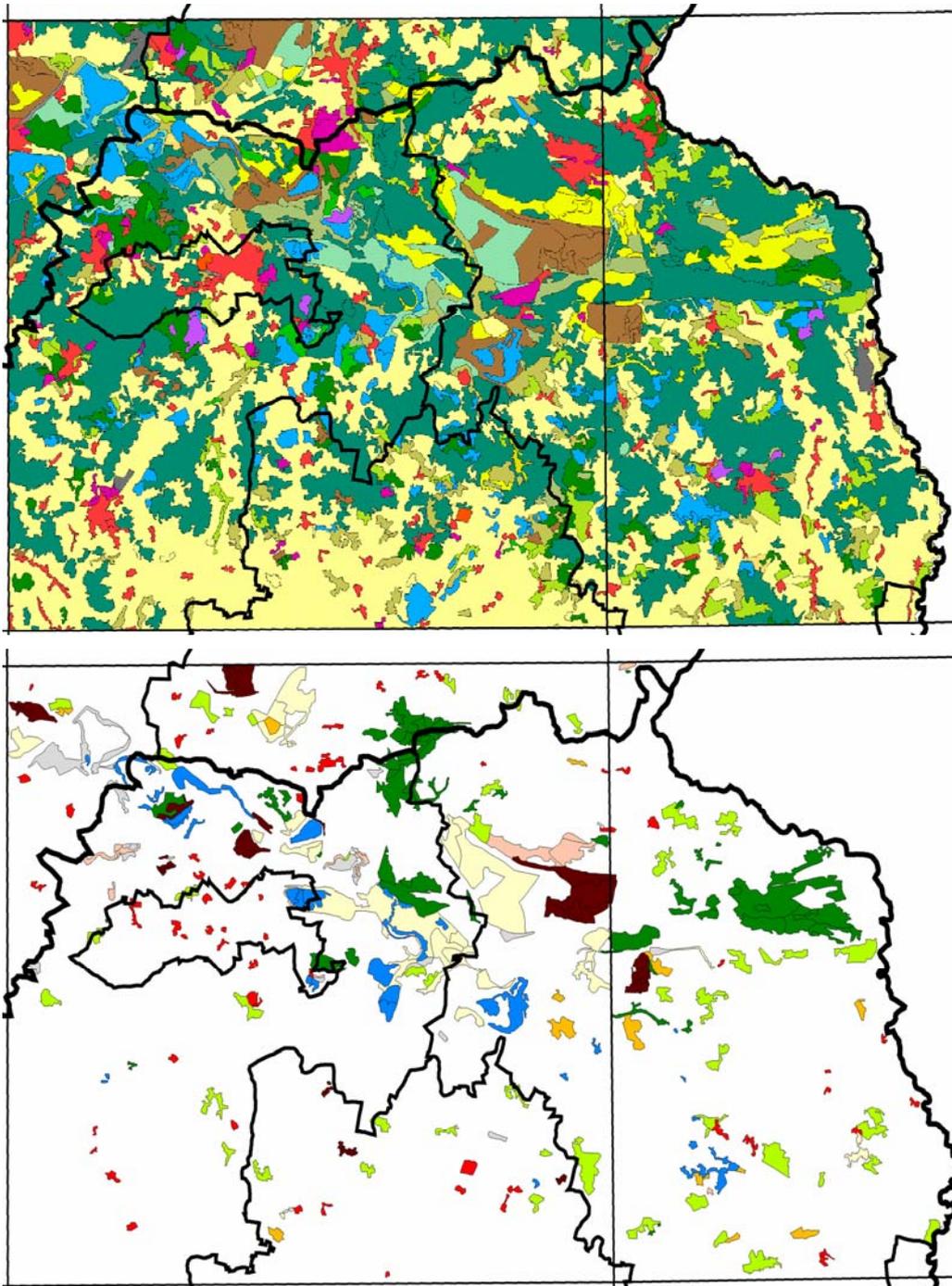


Abbildung 28: Bodenbedeckung und Landnutzungsänderungen in den TK100-Blättern Hoyerswerda und Niesky in der Niederlausitz  
Die gesamten Änderungen, die meist im Zusammenhang mit dem Braunkohleabbau und nachfolgenden Rekultivierungsmaßnahmen sowie Stilllegungen von Truppenübungsplätzen stehen, betragen hier 12% der Gesamtfläche. Legende für die obere Abbildung siehe Abbildung 7, Legende für die untere Abbildung siehe Abbildung 23.

Als wichtigster Grund für diese flächenintensiven Veränderungen ist in erster Linie die Rekultivierung von Braunkohletagebauen zu nennen. Diese spiegeln sich einmal in der dazugehörigen Veränderungskategorie der Rekultivierungen wieder, andererseits zeigen sie sich in ei-

nem hohen Anteil der Klasse „neue Wasserflächen“. Aufforstungsflächen haben einen ähnlich hohen Stellenwert. In den meisten Fällen stehen sie im Zusammenhang mit der Aufgabe von militärischen Übungsplätzen bzw. ebenfalls mit der Stilllegung von Tagebauflächen. Daneben spielen Flächenkonversionen in der Landwirtschaft eine gewichtige Rolle in der Region, wobei Extensivierungen die überwiegende Mehrheit darstellen. Meist handelt es sich dabei um den Übergang von Acker- nach Grünland. Demgegenüber tritt die auch vorkommende Urbanisierung eher in den Hintergrund.

## 4 Ergebnisse der statistischen Datenauswertung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Interpretation dargestellt und diskutiert. Dies geschieht für den Gesamtdatenbestand Deutschland und in einem Vergleich zwischen Alten und Neuen Bundesländern einschließlich Berlin. Für die Auswertung wurde der Gesamtdatensatz mit den Ebenen CLC1990rev und CLC2000 mit einem Datensatz der administrativen Grenzen der Bundesländer Deutschlands (Quelle: INFAS Geodaten, Gebietsstand 2002) verschnitten. Aus der resultierenden Tabelle wurden alle hier dargestellten Ergebnisse abgeleitet. Durch diese Vorgehensweise wurde in die Statistiken eine Gebietsfläche von 357.564 km<sup>2</sup> für die Bundesrepublik Deutschland ausgewertet. Davon entfallen auf die Alten Bundesländer 248.583 km<sup>2</sup> (etwa 70%), die Neuen Bundesländer inklusive Berlin umfassen eine Fläche von 108.981 km<sup>2</sup>.

### 4.1 Auswertungen für den korrigierten Datensatz CLC1990 rev

Die Flächengrößen und die Anteile an der Gesamtfläche für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland insgesamt zum Status 1990 können Tabelle 15, Tabelle 16 und Tabelle 17 entnommen werden. Die Werte wurden aus dem korrigierten Datensatz CLC1990\_rev abgeleitet. Die CLC Codes beziehen sich auf die Nomenklatur laut Tabelle 6.

Tabelle 15: Flächengrößen und –anteile der CLC Level1-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 1990

CLC Code	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer + Berlin		Deutschland	
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
1	19.647,87	7,90%	7.729,73	7,09%	27.377,60	7,66%
2	148.266,91	59,64%	67.970,99	62,37%	216.237,91	60,48%
3	77.462,47	31,16%	31.351,10	28,77%	108.813,57	30,43%
4	1.383,40	0,56%	259,12	0,24%	1.642,52	0,46%
5	1.822,66	0,73%	1.670,56	1,53%	3.493,22	0,98%

Tabelle 16: Flächengrößen und –anteile der CLC Level2-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 1990

CLC Code	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer + Berlin		Deutschland	
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
11	15.861,98	6,38%	5.634,87	5,17%	21.496,85	6,01%
12	2.288,07	0,92%	944,38	0,87%	3.232,45	0,90%
13	625,48	0,25%	821,40	0,75%	1.446,89	0,40%
14	872,34	0,35%	329,08	0,30%	1.201,41	0,34%
21	84.206,17	33,87%	55.416,08	50,85%	139.622,25	39,05%
22	2.354,49	0,95%	426,10	0,39%	2.780,59	0,78%
23	35.757,72	14,38%	8.638,79	7,93%	44.396,51	12,42%
24	25.948,53	10,44%	3.490,02	3,20%	29.438,55	8,23%
31	74.447,08	29,95%	29.706,36	27,26%	104.153,44	29,13%
32	2.521,63	1,01%	1.446,70	1,33%	3.968,33	1,11%
33	493,76	0,20%	198,03	0,18%	691,80	0,19%
41	1.132,85	0,46%	259,12	0,24%	1.391,97	0,39%
42	250,55	0,10%	0,00	0,00%	250,55	0,07%
51	1.724,33	0,69%	1.642,41	1,51%	3.366,74	0,94%
52	98,33	0,04%	28,15	0,03%	126,48	0,04%

Tabelle 17: Flächengrößen und –anteile der CLC Level3-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 1990

CLC Code	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer + Berlin		Deutschland	
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
111	148,23	0,06%	83,16	0,08%	231,39	0,06%
112	15.713,75	6,32%	5.551,71	5,09%	21.265,46	5,95%
121	1.773,26	0,71%	716,87	0,66%	2.490,12	0,70%
122	114,88	0,05%	50,52	0,05%	165,40	0,05%
123	101,84	0,04%	7,89	0,01%	109,72	0,03%
124	298,10	0,12%	169,10	0,16%	467,20	0,13%
131	445,50	0,18%	754,16	0,69%	1.199,66	0,34%
132	120,71	0,05%	52,09	0,05%	172,80	0,05%
133	59,27	0,02%	15,16	0,01%	74,43	0,02%
141	321,13	0,13%	102,26	0,09%	423,39	0,12%
142	551,21	0,22%	226,82	0,21%	778,03	0,22%
211	84.206,17	33,87%	55.416,08	50,85%	139.622,25	39,05%
221	1.289,32	0,52%	0,78	0,00%	1.290,10	0,36%
222	1.065,17	0,43%	425,32	0,39%	1.490,49	0,42%
231	35.757,72	14,38%	8.638,79	7,93%	44.396,51	12,42%
242	19.865,53	7,99%	853,66	0,78%	20.719,19	5,79%
243	6.083,01	2,45%	2.636,36	2,42%	8.719,37	2,44%
311	18.304,22	7,36%	5.659,19	5,19%	23.963,41	6,70%
312	35.857,57	14,42%	20.843,45	19,13%	56.701,02	15,86%
313	20.285,29	8,16%	3.203,72	2,94%	23.489,01	6,57%
321	1.102,42	0,44%	869,76	0,80%	1.972,18	0,55%
322	467,96	0,19%	98,28	0,09%	566,24	0,16%
324	951,25	0,38%	478,66	0,44%	1.429,91	0,40%
331	62,76	0,03%	18,03	0,02%	80,79	0,02%
332	165,80	0,07%	0,34	0,00%	166,13	0,05%
333	264,90	0,11%	178,26	0,16%	443,16	0,12%
334	0,00	0,00%	1,40	0,00%	1,40	0,00%
335	0,30	0,00%	0,00	0,00%	0,30	0,00%
411	237,26	0,10%	254,77	0,23%	492,03	0,14%
412	895,59	0,36%	4,35	0,00%	899,94	0,25%
421	152,66	0,06%	0,00	0,00%	152,66	0,04%
423	97,89	0,04%	0,00	0,00%	97,89	0,03%
511	598,75	0,24%	135,68	0,12%	734,43	0,21%
512	1.125,59	0,45%	1.506,72	1,38%	2.632,31	0,74%
521	2,21	0,00%	17,85	0,02%	20,06	0,01%
522	80,75	0,03%	0,00	0,00%	80,75	0,02%
523	15,37	0,01%	10,30	0,01%	25,67	0,01%

Die Klassen mit den größten Flächenanteilen für den bundesweiten Datensatz sind nicht bewässertes Ackerland (211) mit 39% Flächenanteil, Nadelwald (312) mit knapp 16% und Grünland (231) mit über 12%. Danach folgen die die Klassen Laub- (311) und Mischwald (313). Diese Reihenfolge ist zwar bei Alten und Neuen Bundesländern fast identisch, es werden allerdings bei den Größenordnungen der Flächenanteile zum Teil erheblich Unterschiede deutlich: Während in den Alten Bundesländern der Flächenanteil von Ackerland etwa ein Drittel beträgt, liegt diese Klasse in Neuen Bundesländern auf der Hälfte der Fläche vor. Der Flächenanteil von Grünland ist in den Alten Bundesländern nahezu doppelt so hoch wie in den Neuen Bundesländern, die Klasse der komplexen Parzellenstrukturen weist in den Alten Bundesländern 8% Flächenanteil auf, während sie in den Neuen Bundesländern mit

0,78% Flächenanteil vergleichsweise ohne Bedeutung ist. Letzteres ist ein deutlicher Hinweis auf die unterschiedlichen Strukturen der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Des Weiteren ist der Anteil der Klasse Mischwald (313) in den Alten Bundesländern fast dreimal so hoch wie in den Neuen Bundesländern. Abbauflächen (131) besitzen in den Neuen Bundesländern einen über viermal so hohen Flächenanteil als in den Alten Bundesländern, wenn auch diese Klasse von der absoluten Flächengrößen her gesehen eine geringere Rolle spielt.

Die Flächengrößen und –anteile des geometrisch angepassten, aber noch nicht thematisch bearbeiteten Originaldatensatzes von CLC1990 sind zum Vergleich im Anhang 9 dargestellt.

#### 4.2 Auswertungen für den Datensatz CLC2000

Die Flächengrößen und die Anteile an der Gesamtfläche für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland insgesamt zum Status 2000 sind in Tabelle 18, Tabelle 19 und Tabelle 20 aufgelistet. Generell gelten die Aussagen bezüglich der Reihenfolge der größten Klassen und der Unterschiede zwischen Alten und Neuen Bundesländern, die für den Status 1990 getroffen wurden, auch für den Status 2000. Hingewiesen sei an dieser Stelle allerdings darauf, dass sich die Differenz der Flächenanteile der Abbauflächen (131) zwischen den Neuen und Alten Bundesländern halbiert hat, bedingt durch Rückgänge der Abbauflächen in den neuen Bundesländern.

Tabelle 18: Flächengrößen und –anteile der CLC Level1-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 2000

CLC Code	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer + Berlin		Deutschland	
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
1	20.856,76	8,39%	8.108,63	7,44%	28.965,38	8,10%
2	147.033,32	59,15%	67.146,00	61,61%	214.179,33	59,90%
3	77.424,31	31,15%	31.691,10	29,08%	109.115,41	30,52%
4	1.365,33	0,55%	258,74	0,24%	1.624,08	0,45%
5	1.903,60	0,77%	1.777,02	1,63%	3.680,62	1,03%

Tabelle 19: Flächengrößen und –anteile der CLC Level2-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 2000

CLC Code	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer + Berlin		Deutschland	
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
11	16.514,16	6,64%	5.935,96	5,45%	22.450,12	6,28%
12	2.616,91	1,05%	1.210,41	1,11%	3.827,32	1,07%
13	694,20	0,28%	603,06	0,55%	1.297,26	0,36%
14	1.031,49	0,41%	359,20	0,33%	1.390,69	0,39%
21	82.919,16	33,36%	54.015,86	49,56%	136.935,03	38,30%
22	2.351,56	0,95%	171,43	0,16%	2.522,99	0,71%
23	35.920,17	14,45%	9.493,32	8,71%	45.413,48	12,70%
24	25.842,43	10,40%	3.465,40	3,18%	29.307,83	8,20%
31	74.066,31	29,80%	29.919,63	27,45%	103.985,94	29,08%
32	2.902,96	1,17%	1.507,25	1,38%	4.410,20	1,23%
33	455,05	0,18%	264,22	0,24%	719,27	0,20%
41	1.115,19	0,45%	258,74	0,24%	1.373,93	0,38%
42	250,15	0,10%	0,00	0,00%	250,15	0,07%
51	1.807,04	0,73%	1.748,91	1,60%	3.555,94	0,99%
52	96,56	0,04%	28,11	0,03%	124,67	0,03%

Tabelle 20: Flächengrößen und –anteile der CLC Level3-Klassen für die Alten und Neuen Bundesländer sowie für Deutschland gesamt zum Status 2000

CLC Code	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer + Berlin		Deutschland	
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
111	148,23	0,06%	83,55	0,08%	231,78	0,06%
112	16.365,93	6,58%	5.852,41	5,37%	22.218,34	6,21%
121	2.096,40	0,84%	973,27	0,89%	3.069,67	0,86%
122	119,71	0,05%	53,44	0,05%	173,15	0,05%
123	102,34	0,04%	7,91	0,01%	110,25	0,03%
124	298,47	0,12%	175,78	0,16%	474,25	0,13%
131	528,05	0,21%	517,30	0,47%	1.045,35	0,29%
132	120,29	0,05%	57,57	0,05%	177,86	0,05%
133	45,86	0,02%	28,19	0,03%	74,05	0,02%
141	323,63	0,13%	102,39	0,09%	426,02	0,12%
142	707,86	0,28%	256,81	0,24%	964,67	0,27%
211	82.919,16	33,36%	54.015,86	49,56%	136.935,03	38,30%
221	1.290,99	0,52%	0,61	0,00%	1.291,59	0,36%
222	1.060,57	0,43%	170,82	0,16%	1.231,39	0,34%
231	35.920,17	14,45%	9.493,32	8,71%	45.413,48	12,70%
242	19.764,57	7,95%	860,80	0,79%	20.625,37	5,77%
243	6.077,87	2,45%	2.604,59	2,39%	8.682,46	2,43%
311	18.324,86	7,37%	5.690,29	5,22%	24.015,15	6,72%
312	35.353,47	14,22%	20.983,72	19,25%	56.337,19	15,76%
313	20.387,99	8,20%	3.245,62	2,98%	23.633,60	6,61%
321	1.116,92	0,45%	642,85	0,59%	1.759,77	0,49%
322	467,64	0,19%	92,05	0,08%	559,69	0,16%
324	1.318,40	0,53%	772,35	0,71%	2.090,75	0,58%
331	63,43	0,03%	12,92	0,01%	76,34	0,02%
332	165,80	0,07%	0,34	0,00%	166,13	0,05%
333	225,52	0,09%	250,97	0,23%	476,49	0,13%
334	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
335	0,30	0,00%	0,00	0,00%	0,30	0,00%
411	236,18	0,10%	253,79	0,23%	489,97	0,14%
412	879,01	0,35%	4,95	0,00%	883,96	0,25%
421	157,04	0,06%	0,00	0,00%	157,04	0,04%
423	93,11	0,04%	0,00	0,00%	93,11	0,03%
511	606,12	0,24%	135,68	0,12%	741,80	0,21%
512	1.200,92	0,48%	1.613,22	1,48%	2.814,15	0,79%
521	2,21	0,00%	17,81	0,02%	20,02	0,01%
522	79,71	0,03%	0,00	0,00%	79,71	0,02%
523	14,64	0,01%	10,30	0,01%	24,94	0,01%

Für ausgewählte Klassen von CLC2000 wurde ein Vergleich mit Werten der amtlichen Statistik (STABA 2002) angestellt, der der Tabelle 21 zu entnehmen ist. Grundsätzlich ist ein solcher Vergleich aufgrund unterschiedlicher Klassendefinitionen der Datengrundlagen problematisch. Die meisten Klassen sind nicht oder nur sehr eingeschränkt vergleichbar, daher wurden einige Klassenwerte gemäß einem Schema von KEIL et al. (2003) zusammengefasst und modifiziert. Zu berücksichtigen ist bei den Versuchen eines Vergleichs auch, dass bei den Ergebnissen von CORINE Land Cover die Mindestgrößen bei der Zuordnung der Flächen einzuhalten war.

Um die Flächenstatistiken von Ackerland und Grünland näher an die Werte der amtlichen Statistik heranzuführen, war es notwendig, die Beiträge der heterogenen Klassen 242 und 243 zu den Landwirtschaftsklassen Ackerland und Grünland sowie der Kategorie „Wälder und Wald-Strauch-Übergangsstadien“ mit zu integrieren. Dabei wurde die einfache Annahme gemacht, dass sich die heterogene Klasse 242 im Mittel aus 50 % Ackerland und 50 % Grünland zusammensetzt. Zusätzlich wurde für die Klasse 243 ein mittlerer Beitrag von einem Drittel Ackerland, einem Drittel Grünland und einem Drittel Wald angenommen, so dass ein Drittel der Flächengröße der Klasse 243 in die Kategorie „Wälder und Wald-Strauch-Übergangsstadien“ fällt (siehe Tabelle 21).

Tabelle 21: Vergleich der Flächenanteile ausgewählter Landnutzungsklassen für die Alten und Neuen Bundesländer mit Daten der amtlichen Statistik (STABA 2002).

Kategorie	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer + Berlin		Deutschland	
	CLC2000	amtl. Statistik	CLC2000	amtl. Statistik	CLC2000	amtl. Statistik
städtische, Industrie- und Gewerbeflächen (11x + 121)	7,5%	7,2%	6,3%	4,9%	7,1%	6,5%
Abbauflächen (131)	0,2%	0,3%	0,5%	0,9%	0,3%	0,5%
Ackerland (211 + 0,33*243 + 0,5*242)	38,1%	29,6%	50,7%	41,2%	42,0%	33,1%
Wiesen und Weiden (231 + 0,33*243 + 0,5*242)	19,2%	15,9%	9,9%	10,2%	16,4%	14,2%
Wälder / Wald-Strauch-Übergangsstadien (31x + 324 + 0,33*243)	31,1%	30,4%	29,0%	27,4%	30,5%	29,5%
Wasserflächen (5xx)	0,8%	2,0%	1,6%	3,0%	1,0%	2,3%

Es zeigt sich, dass für die ausgewählten Klassen der Trend und die Größenordnungen der Werte der amtlichen Statistik in den CLC2000 Daten widerspiegeln. Recht gut getroffen werden die Werte für die Waldflächen und der städtischen, Industrie- und Gewerbeflächen in den Alten Bundesländern sowie den Grünflächen in den Neuen Bundesländern. Durch CORINE völlig überschätzt wird der Anteil der Klasse Ackerland, unterschätzt werden die Anteile der Wasserflächen und Abbauflächen. Bedingt wird dies in erster Linie durch die Anwendung der Mindestflächengrößen bei der Interpretation von CLC. Dadurch werden dominante Landnutzungsklassen überschätzt, kleinere und schmalere Landnutzungseinheiten werden durch die notwendige Generalisierung beseitigt. Aus diesem Grund wäre auch ein Vergleich der Werte für linienhafte Elemente wie Verkehrsflächen mit Werten aus der amtlichen Statistik nicht sinnvoll.

### 4.3 Auswertungen für den Änderungsdatensatz CLC\_Changes

Änderungsflächen (CLC\_Changes) wurden als Differenzflächen zwischen den beiden Datenbasen CLC1990 rev und CLC2000 gemäß der oben beschriebenen Methodik abgeleitet. Insgesamt wurden auf 8.553 km<sup>2</sup> Landnutzungsänderungen detektiert, was 2,39% der Gesamtfläche Deutschlands entspricht. Über die Hälfte der Änderungsflächen liegen in den Neuen Bundesländern und Berlin, obwohl diese weniger als ein Drittel der Gesamtfläche Deutschlands einnehmen. Auf 1,64% des Gebietes der Alten Bundesländern (4.085 km<sup>2</sup>) wurden Änderungen kartiert, demgegenüber wurden 4,10% der Fläche der Neuen Bundesländer (4.468 km<sup>2</sup>) als Änderungsflächen ausgewiesen.

#### 4.3.1 Konversionen auf CLC Level 3

Die dominierenden Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2000, die zusammen über 90% der Änderungsflächen ausmachen, wurden für Deutschland (siehe Tabelle 22) sowie

die Alten und Neuen Bundesländer (siehe Tabelle 23 und Tabelle 24) berechnet. Die Übergänge wurden in Änderungsklassen, die in Anlehnung an FERANEC et al. (2000) entwickelt wurden, zugeordnet und in den Tabellen farblich unterlegt, die Legende zur Tabelle 22 zeigt die thematische und farbliche Zuordnung (vergleiche auch die Beispiele von Veränderungsprozessen in den Regionen von Leipzig und Berlin, in Abbildung 23 und Abbildung 24).

Für den gesamtdeutschen Datensatz nehmen 36 Übergänge 90% aller Änderungsflächen ein. Dabei sind erwartungsgemäß Übergänge von der Klasse Ackerland (211) in andere Klassen dominierend. Den größten Anteil weist der Übergang von Ackerland (211) nach Grünland (231) auf, den drittgrößten der Übergang von Ackerland in die Klasse komplexe Parzellenstrukturen (242). Offenbar spiegelt sich hier ein Trend der Extensivierung in der Landwirtschaft wieder. Allerdings fanden auch Flächenumwidmungen in die entgegengesetzte Richtung statt (Intensivierung in der Landwirtschaft), wenn auch in geringerem Ausmaß (an fünfter und zehnter Stelle). Auf dem zweiten und siebten Platz liegen Übergänge von Ackerland in nicht durchgängig städtisch geprägte (112) und Industrie- und Gewerbeflächen (121), hier und auch in weiteren rötlich unterlegten Übergängen zeigen sich Urbanisierungseffekte und eine Zunahme an versiegelten Flächen. Bedeutsam sind allerdings auch die Flächen mit Veränderungen der Waldklassen, insbesondere der Übergang von Nadelwaldflächen (312) in Flächen mit Wald-Strauch-Übergangsstadien (324), der die viertgrößte Änderungsklasse darstellt. Ursache waren hier die Auswirkungen des Orkans Lothar im Dezember 1999 in vielen Wäldern Südwestdeutschlands. Da diese Flächen zum größten Teil in der forstlichen Nutzung bleiben, kann man eigentlich nicht von Waldverlust sprechen, wie in der Farbzunahme geschehen. Eine wichtige Rolle spielen allerdings auch Aufforstungen (Übergänge von 324 in Waldklassen 313, 312 und 311) als Teil der forstlichen Bewirtschaftung.

Tabelle 22: Dominierende CLC\_Changes zwischen 1990 und 2000 in Deutschland

#### Legende

Intensivierung in der Landwirtschaft
Extensivierung in der Landwirtschaft
Aufforstung
Flächen mit Waldverlust
Urbanisierung / Zunahme der Versiegelung
Neue Abbaufäche
Rekultivierung von Abbaufächen
Neue Wasserfläche
Sonstige Änderung

Übergang	Deutschland		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumulativ
211→231	1.475,97	17,26%	17,26%
211→112	692,29	8,09%	25,35%
211→242	648,61	7,58%	32,93%
312→324	570,63	6,67%	39,60%
231→211	569,43	6,66%	46,26%
242→231	470,26	5,50%	51,76%
211→121	418,25	4,89%	56,65%
222→211	275,94	3,23%	59,88%
321→324	247,27	2,89%	62,77%
242→211	239,48	2,80%	65,57%
324→313	219,02	2,56%	68,13%
211→131	160,94	1,88%	70,01%
131→333	151,72	1,77%	71,78%
324→312	139,87	1,64%	73,42%
231→242	138,84	1,62%	75,04%
211→142	138,66	1,62%	76,66%
231→112	128,20	1,50%	78,16%
242→112	109,14	1,28%	79,44%
333→321	96,39	1,13%	80,56%
131→324	95,72	1,12%	81,68%
131→512	88,14	1,03%	82,71%
313→324	83,56	0,98%	83,69%
211→312	81,00	0,95%	84,64%
324→311	62,91	0,74%	85,37%
211→512	51,70	0,60%	85,98%
211→133	41,63	0,49%	86,46%

Übergang	Deutschland		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumulativ
131→211	40,34	0,47%	86,94%
211→222	39,43	0,46%	87,40%
333→324	37,22	0,44%	87,83%
312→131	36,54	0,43%	88,26%
231→121	35,65	0,42%	88,68%
242→121	34,95	0,41%	89,08%
321→312	29,63	0,35%	89,43%
231→142	27,58	0,32%	89,75%
112→121	26,79	0,31%	90,07%
311→324	23,65	0,28%	90,34%

Betrachtet man die Landnutzungsänderungen getrennt nach Alten und Neuen Bundesländern (siehe Tabelle 23 und Tabelle 24), werden Unterschiede ersichtlich. In den Alten Bundesländern liegen bei der zusammenfassenden Betrachtung die dominierenden Änderungen im Bereich der Extensivierung der Landwirtschaft und den Flächen mit einer zunehmenden Versiegelung (beide mit jeweils über einem Viertel der Änderungsfläche). Flächen mit Waldverlust und Intensivierungen in der Landwirtschaft bilden die beiden nächst wichtigeren Änderungsklassen.

Tabelle 23: Dominierende CLC\_Changes zwischen 1990 und 2000 in den Alten Bundesländern (Legende siehe Tabelle 22)

Übergang	Alte Bundesländer		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumulativ
312→324	537,34	13,15%	13,15%
211→242	460,77	11,28%	24,44%
211→112	418,63	10,25%	34,68%
211→231	303,97	7,44%	42,13%
242→231	265,04	6,49%	48,61%
242→211	224,38	5,49%	54,11%
211→121	201,08	4,92%	59,03%
324→313	188,49	4,61%	63,64%
231→211	121,36	2,97%	66,61%
211→142	118,32	2,90%	69,51%
231→112	115,46	2,83%	72,34%
242→112	106,20	2,60%	74,94%
231→242	96,82	2,37%	77,31%
211→131	88,90	2,18%	79,48%
313→324	78,56	1,92%	81,41%
324→312	57,00	1,40%	82,80%
324→311	43,19	1,06%	83,86%
242→121	34,02	0,83%	84,69%
211→512	33,26	0,81%	85,51%
333→321	31,91	0,78%	86,29%
231→121	30,89	0,76%	87,05%
131→211	22,50	0,55%	87,60%
211→133	22,36	0,55%	88,14%

Tabelle 24: Dominierende CLC\_Changes zwischen 1990 und 2000 in den Neuen Bundesländern (Legende siehe Tabelle 22)

Übergang	Neue Bundesländer + Berlin		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumulativ
211→231	1.172,00	26,23%	26,23%
231→211	448,07	10,03%	36,25%
222→211	273,84	6,13%	42,38%
211→112	273,66	6,12%	48,51%
321→324	238,57	5,34%	53,85%
211→121	217,17	4,86%	58,71%
242→231	205,22	4,59%	63,30%
211→242	187,83	4,20%	67,50%
131→333	151,13	3,38%	70,88%
131→324	89,08	1,99%	72,88%
324→312	82,87	1,85%	74,73%
211→312	78,57	1,76%	76,49%
131→512	73,63	1,65%	78,14%
211→131	72,04	1,61%	79,75%
333→321	64,48	1,44%	81,19%
231→242	42,02	0,94%	82,13%
211→222	33,70	0,75%	82,89%
312→324	33,29	0,74%	83,63%
333→324	32,54	0,73%	84,36%
324→313	30,52	0,68%	85,04%
321→312	26,41	0,59%	85,64%
312→131	24,20	0,54%	86,18%
131→321	20,81	0,47%	86,64%

Übergang	Alte Bundesländer		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumulativ
231→142	20,81	0,51%	88,65%
112→121	18,49	0,45%	89,11%
242→142	16,87	0,41%	89,52%
133→121	16,16	0,40%	89,91%
311→324	14,66	0,36%	90,27%

Übergang	Neue Bundesländer + Berlin		
	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumulativ
211→142	20,34	0,46%	87,10%
324→311	19,72	0,44%	87,54%
211→133	19,27	0,43%	87,97%
211→512	18,44	0,41%	88,38%
131→211	17,84	0,40%	88,78%
321→131	17,69	0,40%	89,18%
211→311	17,29	0,39%	89,56%
242→211	15,11	0,34%	89,90%
211→324	14,73	0,33%	90,23%
321→333	14,69	0,33%	90,56%
231→112	12,75	0,29%	90,85%

In den Neuen Bundesländern spielen Extensivierungen in der Landwirtschaft mit über 40% der Änderungsfläche die dominierende Rolle. Die Änderungsklassen der Urbanisierung, Intensivierung in der Landwirtschaft und Aufforstung weisen ähnliche Flächenanteile auf, beachtlich sind allerdings auch die Übergänge von Abbauflächen (131) in verschiedene andere Klassen wie Flächen mit spärlicher Vegetation (333), Wald-Strauch-Übergangsstadien (324), natürliches Grünland (321) oder Wasserflächen (512) und weisen auf Rekultivierungsmaßnahmen ehemaliger Tagebauflächen hin.

In der Einzelbetrachtung der Übergänge zwischen Landnutzungsklassen (siehe Tabelle 23 und Tabelle 24) lassen sich die Unterschiede weiter belegen. Während der Verlust von Nadelwaldbeständen (Übergang 312 nach 324) in den Neuen Bundesländern vergleichsweise ohne Bedeutung ist, stellt diese Konversion in den Alten Bundesländern den größten Anteil an den Änderungsflächen dar. Ursache hierfür sind, wie schon angesprochen, die Sturmwürfe durch die Stürme Vivian, Wiebke und Lothar, die v.a. die Nadelwaldbestände in Schwarzwald, Hunsrück und Soonwald stark beeinträchtigt haben. Aufforstungen treten hier demgegenüber deutlich in den Hintergrund, werden aber sicherlich bei kommenden Aktualisierungen des Datenbestandes eine große Rolle spielen. Es zeigt sich allerdings bereits ein deutliches Übergewicht bei dem Zuwachs von Mischwäldern gegenüber reinen Laub- und Nadelwäldern, was vielleicht als Effekt von veränderten Strategien in der Forstwirtschaft gedeutet werden könnte. In den Neuen Bundesländern dagegen geben der hohe Anteil von Konversionen von Flächen mit spärlicher Vegetation (333) und natürlichem Grünland (321) in Wald-Strauch-Übergangsgesellschaften (324) ebenso wie Übergänge in die Waldklassen (324 nach 31x) deutliche Hinweise auf Verbuschungen und Aufforstungen auf ehemaligen militärischen Übungsflächen.

Wie bereits in der zusammenfassenden Betrachtung beschrieben, spielen Flächenkonversionen innerhalb der landwirtschaftlichen Klassen sowohl in den Alten als auch in den Neuen Bundesländern die gewichtigste Rolle. Während allerdings in den Alten Bundesländern ein Austausch zwischen Ackerland (211), Grünland (231) und komplexen Parzellenstrukturen (242) in allen Richtungen stattfand (mit einem deutlichen Übergewicht bei dem Verlust von Ackerland), ist in den Neuen Bundesländern der Übergang von Ackerland nach Grünland mit über einem Viertel der gesamten Änderungsfläche absolut dominant. Der Übergang in die entgegengesetzte Richtung stellt hier die zweithäufigste Klasse. Beachtlich ist der hohe Anteil der Konversion von Obst- und Beerenobstbeständen (222) in Ackerland in den neuen Bundesländern, was die Aufgabe zahlreicher Sonderkulturen anzeigt.

#### 4.3.2 Aggregierte Konversionen auf CLC Level 1

Aggregiert auf CLC Level 1 sind insgesamt 25 Konversionstypen zwischen den Klassen möglich, inklusive klasseninterner Übergänge. Tabelle 25 zeigt die Aggregation der Konver-

sionsflächen für Deutschland, es dominieren die drei Konversionstypen interne Übergänge zwischen landwirtschaftlichen Klassen (2→2), Übergang von landwirtschaftlichen zu bebauten Flächen (2→1) und interne Übergänge innerhalb der Klasse Wälder und naturnahe Flächen (3→3), wobei deutlich der erste Typ überwiegt. Diese drei Typen nehmen über 86% der gesamten Änderungsfläche ein.

Tabelle 25: Aggregation der Änderungen zwischen 1990 und 2000 auf CLC Level 1 in Deutschland

CLC1990 Level1	CLC2000 Level1	Deutschland		
		Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil	Kumulativ
2	2	3.913,01	45,75%	45,75%
2	1	1.910,79	22,34%	68,09%
3	3	1.575,25	18,42%	86,50%
1	3	292,88	3,42%	89,93%
2	3	208,75	2,44%	92,37%
3	1	149,36	1,75%	94,12%
1	5	104,04	1,22%	95,33%
1	1	100,90	1,18%	96,51%
1	2	83,19	0,97%	97,48%
2	5	74,92	0,88%	98,36%
3	2	42,74	0,50%	98,86%
4	2	20,89	0,24%	99,10%
3	5	15,19	0,18%	99,28%
2	4	13,44	0,16%	99,44%
4	3	11,96	0,14%	99,58%
3	4	8,12	0,09%	99,67%
4	1	6,26	0,07%	99,75%
4	5	5,45	0,06%	99,81%
5	4	4,16	0,05%	99,86%
5	3	3,66	0,04%	99,90%
4	4	3,43	0,04%	99,94%
5	2	2,50	0,03%	99,97%
5	1	1,87	0,02%	99,99%
1	4	0,39	0,00%	100,00%
5	5	0,17	0,00%	100,00%

Die oben beschriebenen Verhältnisse für Deutschland spiegeln sich beim Vergleich zwischen Alten und Neuen Bundesländern beim Vergleich der Konversionstypen wieder (siehe Tabelle 26 und Tabelle 27). In beiden Fällen bilden interne Übergänge zwischen landwirtschaftlichen Klassen (2→2) die größte Klasse, allerdings in den Neuen Bundesländern mit über 50% wesentlich dominanter als in den Alten Bundesländern mit etwas über einem Drittel der Änderungsfläche. Eine wesentlich größere Rolle spielen in den Alten Bundesländern der Übergang von landwirtschaftlichen zu bebauten Flächen (2→1) und interne Übergänge innerhalb der Klasse Wälder und naturnahe Flächen (3→3). Zu einem großen Teil dürfte dafür der Waldverlust durch Sturmwurf verantwortlich sein, während in den neuen Bundesländern dieser Konversionstyp eher durch Aufforstungen geprägt ist (siehe auch Tabelle 24 und Tabelle 25).

Während in den Alten Bundesländern alle weiteren Konversionstypen eine nur sehr untergeordnete Rolle spielen, sind in den Neuen Bundesländern noch der Übergang von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Wälder und naturnahe Flächen (2→3) sowie der Übergang von künstlichen / bebauten Flächen in Wälder und naturnahe Flächen (1→3) erwähnenswert. Eine solche Konversion scheint auf den ersten Blick etwas verwunderlich, ist allerdings sehr leicht mit der Rekultivierung von Tagebauflächen zu erklären.

Tabelle 26: Aggregation der Änderungen zwischen 1990 und 2000 auf CLC Level 1 in den Alten Bundesländern

CLC 1990 Level1	CLC 2000 Level1	Alte Bundesländer		
		Fläche [km²]	Anteil	Kumulativ
2	2	1.503,80	36,81%	36,81%
2	1	1.236,38	30,27%	67,08%
3	3	986,00	24,14%	91,22%
1	1	67,77	1,66%	92,88%
3	1	59,07	1,45%	94,33%
2	5	51,43	1,26%	95,59%
1	2	49,86	1,22%	96,81%
1	5	29,74	0,73%	97,53%
2	3	21,92	0,54%	98,07%
3	2	18,85	0,46%	98,53%
1	3	13,07	0,32%	98,85%
4	2	12,36	0,30%	99,15%
4	3	9,39	0,23%	99,38%
4	1	5,37	0,13%	99,52%
2	4	5,36	0,13%	99,65%
3	5	3,98	0,10%	99,74%
4	4	3,43	0,08%	99,83%
3	4	2,17	0,05%	99,88%
5	4	1,65	0,04%	99,92%
5	3	1,54	0,04%	99,96%
5	1	0,80	0,02%	99,98%
5	2	0,41	0,01%	99,99%
4	5	0,18	0,00%	99,99%
5	5	0,17	0,00%	100,00%
1	4	0,07	0,00%	100,00%

Tabelle 27: Aggregation der Änderungen zwischen 1990 und 2000 auf CLC Level 1 in den Neuen Bundesländern

CLC 1990 Level1	CLC 2000 Level1	Neue Bundesländer + Berlin		
		Fläche [km²]	Anteil	Kumulativ
2	2	2.409,22	53,91%	53,91%
2	1	674,41	15,09%	69,01%
3	3	589,24	13,19%	82,19%
1	3	279,81	6,26%	88,46%
2	3	186,83	4,18%	92,64%
3	1	90,29	2,02%	94,66%
1	5	74,29	1,66%	96,32%
1	2	33,32	0,75%	97,07%
1	1	33,14	0,74%	97,81%
3	2	23,89	0,53%	98,34%
2	5	23,49	0,53%	98,87%
3	5	11,21	0,25%	99,12%
4	2	8,53	0,19%	99,31%
2	4	8,09	0,18%	99,49%
3	4	5,95	0,13%	99,62%
4	5	5,27	0,12%	99,74%
4	3	2,56	0,06%	99,80%
5	4	2,52	0,06%	99,85%
5	3	2,13	0,05%	99,90%
5	2	2,08	0,05%	99,95%
5	1	1,07	0,02%	99,97%
4	1	0,89	0,02%	99,99%
1	4	0,33	0,01%	100,00%
4	4	0,00	0,00%	100,00%
5	5	0,00	0,00%	100,00%

### 4.3.3 Bilanz der Flächenänderungen auf CLC Level 3

Die Entwicklung der Landnutzung zwischen 1990 und 2000 kann in Form von Flächenänderungsbilanzen zusammengefasst werden. Dabei wurden basierend auf den Änderungsstatistiken für jede CLC Klasse die positiven und negativen Flächenänderungen zusammengefasst. Daraus wurden eine Netto-Änderungsfläche und eine relative Netto-Änderung gegenüber dem Status 1990 berechnet.

Eine solche Bilanz für Deutschland ist in Tabelle 28, für die Alten und Neuen Bundesländer in Tabelle 29 dargestellt. Die größten absoluten Netto-Flächengewinne auf gesamtdeutscher Ebene weisen die Klassen Grünland (231), Flächen nicht durchgängig städtischer Prägung (112), Industrie- und Gewerbeflächen (121) und Wald-Strauch-Übergangsstadien (324) auf. Die größten absoluten Netto-Flächenverluste weisen mit Abstand die Klassen Ackerland (211) auf, gefolgt von den Klassen Nadelwald (312), Obst- und Beerenobstbestände (222), natürliches Grünland (321) und Abbauflächen (131) auf.

Betrachtet man die Netto-Änderung in Relation zur Gesamtfläche einer Klasse zum Status 1990, besitzt die Klasse Wald-Strauch-Übergangsstadien (324) den größten Zuwachs, gefolgt von Sport- und Freizeitanlagen (142) und Industrie- und Gewerbeflächen (121). Die größten relativen Verluste sind bei den Klassen Obst- und Beerenobstbestände (222), Abbauflächen (131) und natürliches Grünland (321) zu verzeichnen.

Tabelle 28: Bilanz der Flächenänderungen zwischen 1990 und 2000 in Deutschland

CLC Code	Deutschland				
	CLC1990 Fläche [km <sup>2</sup> ]	Zuwachs [km <sup>2</sup> ]	Rückgang [km <sup>2</sup> ]	Netto-Änderung [km <sup>2</sup> ]	Relative Netto-Änderung
111	231,39	0,38	0,00	0,38	0,2%
112	21.265,46	989,43	36,55	952,88	4,5%
121	2.490,12	583,69	4,14	579,55	23,3%
122	165,40	8,10	0,35	7,74	4,7%
123	109,72	1,03	0,49	0,53	0,5%
124	467,20	17,58	10,53	7,05	1,5%
131	1.199,66	279,60	433,91	-154,31	-12,9%
132	172,80	22,88	17,82	5,06	2,9%
133	74,43	69,49	69,87	-0,38	-0,5%
141	423,39	3,66	1,04	2,63	0,6%
142	778,03	193,35	6,70	186,65	24,0%
211	139.622,25	1.176,16	3.863,39	-2.687,22	-1,9%
221	1.290,10	3,68	2,19	1,49	0,1%
222	1.490,49	41,51	300,61	-259,09	-17,4%
231	44.396,51	1.994,85	977,88	1.016,97	2,3%
242	20.719,19	803,26	897,08	-93,82	-0,5%
243	8.719,37	42,86	79,77	-36,90	-0,4%
311	23.963,41	113,94	62,21	51,73	0,2%
312	56.701,02	298,23	662,06	-363,83	-0,6%
313	23.489,01	259,32	114,73	144,59	0,6%
321	1.972,18	135,92	348,34	-212,42	-10,8%
322	566,24	1,19	7,74	-6,55	-1,2%
324	1.429,91	1.093,34	432,50	660,84	46,2%
331	80,79	3,26	7,71	-4,45	-5,5%
332	166,13	0,00	0,00	0,00	0,0%
333	443,16	187,29	153,97	33,33	7,5%
334	1,40	0,00	1,40	-1,40	-100,0%
335	0,30	0,00	0,00	0,00	0,0%
411	492,03	16,59	18,65	-2,06	-0,4%
412	899,94	6,47	22,44	-15,97	-1,8%
421	152,66	4,93	0,55	4,38	2,9%
423	97,89	1,56	6,35	-4,79	-4,9%
511	734,43	8,04	0,67	7,37	1,0%
512	2.632,31	191,60	9,77	181,84	6,9%
521	20,06	0,00	0,04	-0,04	-0,2%
522	80,75	0,00	1,04	-1,04	-1,3%
523	25,67	0,12	0,85	-0,73	-2,8%

Ein Vergleich der Flächenänderungsbilanzen der Alten und Neuen Bundesländer kann in Tabelle 29 entnommen werden. Der größte absolute Netto-Flächengewinn in den Alten Bundesländern ist bei der Klasse Flächen nicht durchgängig städtischer Prägung (112) zu verzeichnen, Industrie- und Gewerbeflächen (121) und Wald-Strauch-Übergangsstadien (324) haben in ähnlichem Ausmaß zugenommen. Demgegenüber weist in den Neuen Bundesländern die Klasse Grünland (231) den größten absoluten Netto-Zuwachs auf, mit großem Abstand folgen in vergleichbaren Größenordnungen Flächen durchgängig städtischer Prägung (112), Wald-Strauch-Übergangsstadien (324) und Industrie- und Gewerbeflächen (121).

Tabelle 29: Bilanz der Flächenänderungen zwischen 1990 und 2000 in den Alten und Neuen Bundesländern

CLC-Code	Alte Bundesländer					Neue Bundesländer + Berlin				
	CLC1990 Fläche [km²]	Zuwachs [km²]	Rückgang [km²]	Netto-Änderung [km²]	Relative Netto-Änderung	CLC1990 Fläche [km²]	Zuwachs [km²]	Rückgang [km²]	Netto-Änderung [km²]	Relative Netto-Änderung
111	148,23	0,00	0,00	0,00	0,0%	83,16	0,38	0,00	0,38	0,5%
112	15.713,75	672,92	20,74	652,17	4,2%	5.551,71	316,51	15,81	300,71	5,4%
121	1.773,26	325,25	2,11	323,14	18,2%	716,87	258,44	2,03	256,41	35,8%
122	114,88	5,12	0,29	4,83	4,2%	50,52	2,98	0,06	2,91	5,8%
123	101,84	1,00	0,49	0,50	0,5%	7,89	0,03	0,00	0,03	0,4%
124	298,10	6,30	5,93	0,37	0,1%	169,10	11,28	4,60	6,69	4,0%
131	445,50	140,83	58,28	82,55	18,5%	754,16	138,77	375,63	-236,86	-31,4%
132	120,71	12,63	13,05	-0,42	-0,4%	52,09	10,25	4,77	5,48	10,5%
133	59,27	42,58	55,99	-13,41	-22,6%	15,16	26,91	13,88	13,03	85,9%
141	321,13	3,25	0,76	2,50	0,8%	102,26	0,41	0,28	0,13	0,1%
142	551,21	159,53	2,87	156,65	28,4%	226,82	33,82	3,83	29,99	13,2%
211	84.206,17	399,73	1.686,74	-1.287,01	-1,5%	55.416,08	776,43	2.176,65	-1.400,22	-2,5%
221	1.289,32	3,52	1,86	1,66	0,1%	0,78	0,16	0,33	-0,17	-22,3%
222	1.065,17	7,28	11,87	-4,59	-0,4%	425,32	34,24	288,74	-254,50	-59,8%
231	35.757,72	588,98	426,53	162,44	0,5%	8.638,79	1.405,87	551,34	854,53	9,9%
242	19.865,53	569,19	670,15	-100,96	-0,5%	853,66	234,07	226,93	7,14	0,8%
243	6.083,01	16,58	21,72	-5,14	-0,1%	2.636,36	26,28	58,05	-31,76	-1,2%
311	18.304,22	55,79	35,15	20,64	0,1%	5.659,19	58,15	27,05	31,10	0,5%
312	35.857,57	68,19	572,30	-504,10	-1,4%	20.843,45	230,04	89,76	140,28	0,7%
313	20.285,29	201,79	99,09	102,70	0,5%	3.203,72	57,53	15,64	41,89	1,3%
321	1.102,42	37,16	22,66	14,49	1,3%	869,76	98,76	325,67	-226,91	-26,1%
322	467,96	1,09	1,42	-0,32	-0,1%	98,28	0,10	6,32	-6,22	-6,3%
324	951,25	658,98	291,83	367,15	38,6%	478,66	434,35	140,67	293,68	61,4%
331	62,76	3,26	2,60	0,66	1,1%	18,03	0,00	5,11	-5,11	-28,4%
332	165,80	0,00	0,00	0,00	0,0%	0,34	0,00	0,00	0,00	0,0%
333	264,90	5,64	45,02	-39,38	-14,9%	178,26	181,65	108,94	72,71	40,8%
334	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%	1,40	0,00	1,40	-1,40	-100,0%
335	0,30	0,00	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%
411	237,26	0,52	1,61	-1,09	-0,5%	254,77	16,06	17,04	-0,98	-0,4%
412	895,59	5,66	22,23	-16,58	-1,9%	4,35	0,82	0,21	0,60	13,9%
421	152,66	4,93	0,55	4,38	2,9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%
423	97,89	1,56	6,35	-4,79	-4,9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%
511	598,75	8,04	0,67	7,37	1,2%	135,68	0,00	0,00	0,00	0,0%
512	1.125,59	77,34	2,00	75,34	6,7%	1.506,72	114,26	7,76	106,50	7,1%
521	2,21	0,00	0,00	0,00	0,0%	17,85	0,00	0,04	-0,04	-0,2%
522	80,75	0,00	1,04	-1,04	-1,3%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%
523	15,37	0,12	0,85	-0,73	-4,7%	10,30	0,00	0,00	0,00	0,0%

Der größte absolute Netto-Flächenverlust ist mit Abstand bei der Klasse Ackerland (211) festzustellen, erwähnenswert große absolute Flächenverluste sind noch bei der Klasse Nadelwald (312) zu verzeichnen. In den Neuen Bundesländern fanden die größten absoluten Netto-Flächenverluste, die im Übrigen die Verluste in den Alten Bundesländern sogar absolut übertreffen, bei der Klasse Ackerland (211) statt. Allerdings weisen hier noch die Klassen Obst- und Beerenobstbestände (222), Abbauflächen (131) und natürliches Grünland (321) stark negative Flächenbilanzen auf, was sich auch in der gleichen Weise in den relativen Netto-Flächenverlusten widerspiegelt. Dagegen traten in den Alten Bundesländern höhere relative Netto-Flächenverluste nur bei wenigen kleinen Landnutzungseinheiten auf.

Die größten relativen Netto-Flächengewinne in den Alten Bundesländern besitzt die Klasse Wald-Strauch-Übergangsstadien (324), gefolgt von der Klasse Sport- und Freizeitanlagen (142). Es ist zu vermuten, dass für diese Zunahme die Einrichtung zahlreicher Golfplätze verantwortlich ist. Ebenfalls vergleichsweise hohe relative Zuwächse weisen die Klassen Industrie- und Gewerbeflächen (121) und Abbauflächen (131). Letzteres ist durchaus bemerkenswert, da die Abbauflächen in den Neuen Bundesländern einen komplett anderen Trend anzeigen. In den Neuen Bundesländern lag der höchste relative Zuwachs bei der Klasse Baustelle (133), was eventuell durch ein deutlich erhöhtes Aufkommen an Großbaustellen nach der Vereinigung mit Westdeutschland zu erklären wäre. In diesem Zusammenhang steht vermutlich auch der hohe Zuwachs bei den Gewerbe- und Industrieflächen (121). Sehr

hohe relative Flächengewinne sind bei den Klassen Wald-Strauch-Übergangsstadien (324) und Flächen mit spärlicher Vegetation (333) zu verzeichnen. Weiter oben wurde bereits auf Gründe für diese Entwicklungen eingegangen, es handelt sich hier um Effekte durch Verbuchung und Aufforstung auf ehemaligen Truppenübungsplätzen, insbesondere aus der Klasse natürliches Grünland (321), bzw. auf Grund der Rekultivierung ehemaliger Tagebauflächen. In Zusammenhang mit dieser steht vermutlich auch der recht hohe Zuwachs an Gewässerflächen (512). Erwähnenswert ist sicherlich noch, dass in den Neuen Bundesländern die Klasse Grünland (231), die 1990 die drittgrößte Landnutzungseinheit war, einen Nettozuwachs von etwa 10% aufweist.

#### 4.3.4 Änderung der Flächenanteile ausgewählter Hauptklassen

Zusammenfassend seien in Tabelle 30 und Tabelle 31 für ausgewählte Hauptklassen die Flächenanteile und relativen Änderungen zwischen 1990 und 2000 für Deutschland und die Alten und Neuen Bundesländer dargestellt. Dabei werden wiederum mittlere Beiträge der heterogenen landwirtschaftlichen Flächen 242 und 243 zu den Kategorien Ackerland, Wiesen und Weiden sowie „Wälder und Wald-Strauch-Übergangsstadien“ laut Kap. 4.2 mit einbezogen.

Tabelle 30: Flächenanteile und Änderungen ausgewählter Klassen zwischen 1990 und 2000 für Deutschland

Kategorie	Deutschland		
	CLC1990 rev	CLC2000	relative Änderung
<b>Bebaute Flächen (1xx)</b>	<b>7,66%</b>	<b>8,10%</b>	<b>5,80%</b>
städtische, Industrie- und Gewerbeflächen (11x + 121)	6,71%	7,14%	6,39%
Abbauflächen (131)	0,34%	0,29%	-12,86%
<b>Landwirtschaftliche Flächen (2xx)</b>	<b>60,48%</b>	<b>59,90%</b>	<b>-0,95%</b>
Ackerland (211 + 0,33*243 + 0,5*242)	42,75%	41,98%	-1,80%
Wiesen und Weiden (231 + 0,33*243 + 0,5*242)	16,12%	16,39%	1,66%
<b>Wälder / naturnahe Flächen (3xx)</b>	<b>30,43%</b>	<b>30,52%</b>	<b>0,28%</b>
Wälder / Wald-Strauch-Übergangsstadien (31x + 324 + 0,33*243)	30,33%	30,47%	0,44%
<b>Feuchtflächen (4xx)</b>	<b>0,46%</b>	<b>0,45%</b>	<b>-1,12%</b>
<b>Wasserflächen (5xx)</b>	<b>0,98%</b>	<b>1,03%</b>	<b>5,36%</b>

Aus beiden Tabellen wird ersichtlich, dass die Klassen bebaute Flächen, Wälder und naturnahe Flächen sowie Wasserflächen Zuwächse aufweisen. Dabei nehmen - entgegen den Trends der übergeordneten Hauptklassen - der Anteil der Abbauflächen ab und der Anteil der Wiesen und Weiden zu. Die Anteile der landwirtschaftlichen Flächen und der Feuchtflächen sind rückläufig.

Im Vergleich zwischen Alten und Neuen Bundesländern (Tabelle 31) können folgende Aussagen getroffen werden:

- Der Anteil der bebauten Fläche und insbesondere der Anteil der städtischen, Industrie- und Gewerbeflächen ist sowohl 1990 als auch 2000 in den Alten Bundesländern höher. Allerdings sind die Zuwachsraten für städtische, Industrie- und Gewerbeflächen in den Neuen Bundesländern deutlich höher.
- Der Anteil der Abbauflächen ist jeweils in den Neuen Bundesländern wesentlich höher, nimmt aber dort um fast ein Drittel ab, in den Alten Bundesländern dagegen um 18% zu.
- Der Anteil der landwirtschaftlichen Fläche liegt in den Neuen Bundesländern leicht über dem Anteil in den Alten Bundesländern und nimmt in den Neuen Bundesländern auch etwas stärker ab. Allerdings ist die Struktur der landwirtschaftlichen Fläche stark

unterschiedlich. Der Anteil an Grünland ist in den Alten Bundesländern etwa doppelt so hoch und bleibt bei leicht steigender Tendenz ziemlich stabil. In den Neuen Bundesländern ist der Anteil stark ansteigend zu.

- Der Anteil der Wälder und Wald-Strauch-Übergangsstadien erweitert um einen Anteil an der Mischklasse Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung (243) ist in den Alten Bundesländern etwas höher und nimmt dort ganz leicht ab. In den Neuen Bundesländern dagegen nimmt der Anteil dieser Klasse zu.
- Der Anteil an Feuchtflächen ist in den Alten Bundesländern mehr als doppelt so hoch und nimmt stärker ab als in den Neuen Bundesländern.
- Der Anteil an Wasserflächen ist in den Neuen Bundesländern mehr als doppelt so hoch und steigt stärker an als in den Alten Bundesländern, was u.a. ein Effekt der Rekultivierungsmaßnahmen von Tagebauflächen sein kann.

Tabelle 31: Flächenanteile und Änderungen ausgewählter Klassen zwischen 1990 und 2000 für Alte und Neue Bundesländer

Kategorie	Alte Bundesländer			Neue Bundesländer + Berlin		
	CLC1990 rev	CLC2000	relative Änderung	CLC1990 rev	CLC2000	relative Änderung
<b>Bebaute Flächen (1xx)</b>	<b>7,90%</b>	<b>8,39%</b>	<b>6,15%</b>	<b>7,09%</b>	<b>7,44%</b>	<b>4,90%</b>
städtische, Industrie- und Gewerbeflächen (11x + 121)	7,09%	7,49%	5,53%	5,83%	6,34%	8,78%
Abbauflächen (131)	0,18%	0,21%	18,53%	0,69%	0,47%	-31,41%
<b>Landwirtschaftliche Flächen (2xx)</b>	<b>59,64%</b>	<b>59,15%</b>	<b>-0,83%</b>	<b>62,37%</b>	<b>61,61%</b>	<b>-1,21%</b>
Ackerland (211 + 0,33*243 + 0,5*242)	38,68%	38,14%	-1,39%	52,04%	50,75%	-2,48%
Wiesen und Weiden (231 + 0,33*243 + 0,5*242)	19,19%	19,23%	0,23%	9,12%	9,89%	8,53%
<b>Wälder / naturnahe Flächen (3xx)</b>	<b>31,16%</b>	<b>31,15%</b>	<b>-0,05%</b>	<b>28,77%</b>	<b>29,08%</b>	<b>1,08%</b>
Wälder / Wald-Strauch-Übergangsstadien (31x + 324 + 0,33*243)	31,14%	31,13%	-0,02%	28,50%	28,95%	1,60%
<b>Feuchtflächen (4xx)</b>	<b>0,56%</b>	<b>0,55%</b>	<b>-1,31%</b>	<b>0,24%</b>	<b>0,24%</b>	<b>-0,14%</b>
<b>Wasserflächen (5xx)</b>	<b>0,73%</b>	<b>0,77%</b>	<b>4,44%</b>	<b>1,53%</b>	<b>1,63%</b>	<b>6,37%</b>

Abschließend kann festgestellt werden, dass sich regional unterschiedliche Entwicklungstrends in den Alten und in den Neuen Bundesländern in den Produkten von CORINE Land Cover widerspiegeln.

## 5 Zusammenfassung und Bewertung

Im behandelten Vorhaben wurde eine aktualisierte Erfassung der Landnutzung und Landbedeckung für Deutschland nach einem europaweit abgestimmten Klassifizierungsschlüssel erstellt, der bis jetzt in 30 europäischen Staaten verwandt wurde und dem sich auch noch verbleibende europäische Staaten wie Norwegen und Island sowie die Türkei anschließen wollen. Damit ist eine vergleichbare Datengrundlage zur Landbedeckung in Europa entstanden, die eine Grundlage der Bewertung für viele umwelt- und regionalpolitische Aufgabenstellungen bildet.

Bei der Aktualisierung der Landnutzungsdaten auf der primären Basis von Satellitendaten des Landsat-7 hat sich das Einbeziehen von der regionalen Expertise und der Kenntnisse und Erfahrungen mit der CLC Nomenklatur der beteiligten Firmen als sinnvoll erwiesen.

Durch die verbesserte Datengrundlage der orthorektifizierten Landsat-7 Daten und die geometrische Anpassung der Daten der Ersterfassung von 1990 konnte die Qualität der Kartierung gegenüber der Ersterfassung stark verbessert werden. Zur Ableitung aussagekräftiger Datenprodukte hinsichtlich der Veränderungen waren dabei teilweise umfangreiche Korrekturen des Datensatzes CLC1990 notwendig, die in diesem Umfang am Projektanfang nicht abzuschätzen waren. Auch war gegenüber der deutschen Ersterfassung eine Anpassung einzelner Kartierungsvorschriften an die zwischenzeitlich etablierten Kartierungsanleitungen im europäischen Kontext notwendig, die zu weiteren Korrekturschritten im Datensatz von 1990 (z. B. hinsichtlich der Abgrenzung von Straßendörfern) führten.

Die qualitativ besseren Daten des Landsat-7 mit dem zusätzlichen panchromatischen Kanal erlaubten es, rückwirkend viele Verbesserungen auch im Datensatz CLC1990\_rev anzubringen. Bei der häufig schwierigen Abgrenzung der landwirtschaftlichen Klassen (Ackerland, Wiesen und Weiden, komplexe Parzellenstrukturen) half die intensive Nutzung multitemporaler und multisaisonaler Datensätze, teilweise schon durch die Überlappung mit Nachbarszenen, teilweise durch zusätzliche Satellitendatensätze gegeben.

In den diversen Beispielen und in der Diskussion der statistischen Auswertungen wurde gezeigt, dass sich viele Trends der Entwicklung der Landnutzung und Landbedeckung in den CORINE LC Klassen widerspiegeln. Auf die nicht so ohne weiteres mit anderen statistischen Erhebungen vergleichbaren Ergebnisse wurde hingewiesen.

Durch die Erfassungsuntergrenzen von 25 ha in den Datensätzen von CLC1990 und CLC2000 und von 5 ha bei den Änderungsflächen waren häufig Generalisierungen der Kartierung notwendig. Die zwei unterschiedlichen Minimalflächen führten in einigen Situationen zu problematischen Umwidmungen und dadurch bedingten (mit einem Zusatzattribut gekennzeichneten) technischen Änderungen, die keinen echten Änderungen entsprachen.

In der Auswirkung dürften sich aber die neu entstandenen Landbedeckungsflächen zwischen unter 25 ha Größe bei Abschätzungen der Flächenentwicklung wesentlich umfangreicher bemerkbar machen, die durch die Kartierungsregeln der EEA nicht mit erfasst wurden. Eine nachträgliche Erfassung Flächen dieser Art zwischen 5 ha und 25 ha Größe würde allerdings umfangreiche Kartierungsarbeiten bedingen.

Bei der Durchführung des CLC Nutzerworkshops in Berlin im Januar 2004 wurde der Nutzen der CLC Kartierungen insbesondere im grenzüberschreitenden Kontext, für Modellierungen von Wassereinzugsgebieten oder der Luftbelastung deutlich. Andererseits wurden für eine Reihe nationaler oder überregionaler, z. B. in der Zuständigkeit von Bundesländern liegenden Fragestellungen der Bedarf an thematisch und auch räumlich verbesserten Produkten zur Landnutzung deutlich. Ein Anforderungskatalog ist in den Proceedings des Nutzerworkshops tabellarisch zusammengestellt. Primär stellte sich dabei der Bedarf an feiner aufgelösten Produkten von bebauten Flächen heraus, es wurden Mindesterfassungsgrößen von 1 bis 5 ha genannt. Damit verbunden ist die gewünschte feinere thematische Untergliederung hinsichtlich des Versiegelungsgrades mit mindestens einer weiteren Versiegelungsstufe zwischen 20 und 50 %. Dies sollte dann im Rahmen einer Verfeinerung im CORINE Land Cover Level 4 oder auch 5 geschehen.

Im Zusammenhang der Initiativen der GSE Services, insbesondere *GMES Land*, werden entsprechende Produkte generiert und getestet. Zwischenzeitlich wurden auch an verschie-

denen Stellen Methoden der automatischen Landnutzungskartierung weiterentwickelt. Dabei werden verstärkt Methoden der objektbasierten Klassifizierung unter zusätzlicher Nutzung textueller Informationen eingesetzt (De Kok et al., 2003, Esch et al., 2004). Bei feineren Erfassungsuntergrenzen wäre eine stärker automatisierte oder semiautomatische Vorgehensweise aus Ressourcengründen auch unumgänglich. Für den umfangreichen Klassenkatalog von 44 Landbedeckungsklassen im Level 3 von CORINE Land Cover steht ein handhabbares System in Kombination von automatischen und visuellen Komponenten aber noch aus.

Im Rahmen einer gemeinsamen Initiative der Europäischen Kommission (EU) und der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) werden zurzeit das GMES Projekt *GEOLAND* (EU) durchgeführt und mehrere GMES Service Elemente - GSE (ESA) implementiert. In diesen Projekten werden Teilaspekte abgedeckt und in Demonstrationsregionen thematisch und räumlich feiner differenzierte Produkte für verschiedene Anwendungsbereiche entwickelt. Eingebunden sind diese jeweils in die CORINE LC Klassenhierarchie. Weitere Aktivitäten in ähnlicher Richtung sind in Vorbereitung, so die Initiative „*DeCOVER*“, ein Nationales Demonstrationsvorhaben „*Deutsche Land Cover Datenbasis für Bund- und Länderaufgaben*“ beim Projektträger DLR im Auftrag des BMBF.

Das große Interesse an CORINE Land Cover bei der EU wird deutlich durch Überlegungen, die nächste Aktualisierung nicht erst mit Daten von 2010, sondern mit Daten von 2005 zu starten, wobei hierbei an ein ähnliches Vorgehen mit GIS-gestützter visueller Interpretation wie bei CLC2000 bislang favorisiert wird.

## 6 Literaturverzeichnis

- BLASCHKE, T. (2000): Objektextraktion und regelbasierte Klassifikation von Fernerkundungsdaten: Neue Möglichkeiten für GIS-Anwender und Planer. Tagungsband 5. Symposium Computergestützte Raumplanung - CORP2000, 16.-18.2.2000, Wien. [http://213.47.127.15/corp/archiv/papers/2000/CORP2000\\_blaschke.pdf](http://213.47.127.15/corp/archiv/papers/2000/CORP2000_blaschke.pdf)
- BOSSARD, M., FERANEC, J. and OTAHEL, J. (2000): CORINE Land Cover Technical Guide – Addendum 2000. Technical Report 40, EEA, Copenhagen.
- BÜTTNER, G. & FERANEC, J. (2004): CLC2000 3rd Verification in Germany. Verification Mission Report 52/2004. ETC-TE, Barcelona, Spain.
- CHRISTENSEN, S., JAFFRAIN, F., FERANEC, J. & BÜTTNER, G. (2002): CLC2000 Verification Mission Report GERMANY (Oberpfaffenhofen – Munich), 29<sup>th</sup> – 31<sup>st</sup> October 2002. Verification Mission Report 01/2002. ETC-TE, Barcelona, Spain.
- 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.
- DE KOK, R., T. WEVER, R. FOCKELMANN (2003): Analysis of Urban Structure and Development Applying Procedures for Automatic Mapping of Large Area Data. In: Carstens, J. (Ed.): Proceedings of the ISPRS WG VII / 4 Symposium. Remote Sensing of Urban Areas 2003, pp. 41-45.
- EU (1994): CORINE Land Cover - Technical Guide (Red Book); EU, Brussels.
- EEA and ETC-TE (2002): CORINE Land Cover update I&CLC2000 project. Technical Guidelines. Final Version. EEA, Copenhagen.
- EEA (2002): Towards an urban atlas - Assessment of spatial data on 25 European cities and urban areas. European Environmental Agency, Environmental issue report No. 30, Copenhagen.
- ESCH, TH., A. ROTH, G. STRUNZ & S. DECH (2003): Object-oriented classification of Landsat 7 data for regional planning purposes. In: Carstens, J. (Ed.): Proceedings of the ISPRS WG VII / 4 Symposium. Remote Sensing of Urban Areas 2003, pp. 50-55.
- 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.
- HEYMANN, Y., STEENMANS, CH., CROISSILLE, G., BOSSARD, M. (1994): CORINE Land Cover. Technical Guide. Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).
- JAFFRAIN, G., J. FERANEC, G. BÜTTNER, S. CHRISTENSEN & E.EVRARD (2002): CLC2000 Training Report, Germany, 5<sup>th</sup> February 02 – 8<sup>th</sup> February 02. Training Mission Report 01/2002. ETC-TE, Barcelona, Spain.
- JAFFRAIN, G., MARI, L. (2003): CLC2000 2nd Verification in Germany. Verification Mission Report 30/2003. ETC-TE, Barcelona, Spain.
- KEIL, M., MOHAUPT-JAHR, B., KIEFL, R., STRUNZ, G. (2002): Das Projekt CORINE Land Cover 2000 in Deutschland. In: S. Dech et al. (Hrsg.): Tagungsband 19. DFD-Nutzerseminar, 15. - 16. Oktober 2002, S. 95-104.
- KEIL, M., MOHAUPT-JAHR, B., KIEFL, R., STRUNZ, G. (2003): Update of the CORINE Land Cover Base in Germany. In: Carstens, J. (Ed.): Proceedings of the ISPRS WG VII / 4 Symposium. Remote Sensing of Urban Areas 2003, pp. 72-77.

- KEIL, M., KIEFL, R., STRUNZ, G., MEHL, H., MOHAUPT-JAHR, B. (2004): Examples and experiences of the update interpretation process for CLC2000 in Germany. Proceedings CORINE Land Cover Workshop, 20-21 January 2004, Berlin. UBA-Texte 04/04, pp. 52-61.
- KIEFL, R., KEIL, M., STRUNZ, G., MEHL, H., MOHAUPT-JAHR, B. (2003): CORINE Land Cover 2000 - Stand des Teilprojektes in Deutschland. In: J. Strobl, T. Blaschke, G. Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XV, Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2003, Wichmann Verlag, Heidelberg, S. 202-207.
- KLEESCHULTE, S., BÜTTNER, G. (2004): Coordination and technical implementation of CLC2000. In: Workshop CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for environmental applications, 20-21 January 2004, Berlin, UBA Texte 04/04, pp. 46-51.
- MEINEL, G. & J. HENNERSDORF (2002): Classification Systems of Land Cover and Land Use and Their Challenges for Picture Processing of Remote Sensing Data. Proceedings of the third International Symposium Remote Sensing of Urban Areas, 11-13 June 2002, Istanbul, pp. 472-479.
- MOHAUPT-JAHR, B., KEIL, M. (2004): The CLC2000 project in Germany and environmental application of land use information. Proceedings CORINE Land Cover Workshop, 20-21 January 2004, Berlin, UBA-Texte 04/04, pp. 37-45.
- PERDIGÃO, V., ANNONI, A. (1997): Technical and Methodological Guide for Updating CORINE Land Cover Data Base. Luxembourg (JRC and EEA).
- STABA (2003): Statistische Ämter des Bundes (StaBa) und der Länder (Hrsg.): Statistik regional, Daten für die Kreise und kreisfreien Städte Deutschlands. CD-ROM, Ausgabe 2002, Wiesbaden.
- STEENMANS, C., GHEORGHE, A. (2004): European perspective on the joint I&CLC2000 project. In: Workshop CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for environmental applications, 20-21 January 2004, Berlin, UBA Texte 04/04, pp. 31-36.
- STEINNOCHER, K. (1997): Texturanalyse zur Detektion von Siedlungsgebieten in hochauflösenden panchromatischen Satellitenbilddaten. In: Dollinger, F. & Strobl, J. (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung IX, Salzburger Geographische Materialien, Bd. 26, S. 143-152.
- UBA (2004): Workshop CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for environmental applications, 20-21 January 2004, Berlin, Proceedings, UBA Texte 04/04.

## Anhang 1: Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten

No	Aufgabenbeschreibung	Position / Expertise	Verantwortliche(r)
<b>1</b>	<b>IMAGE2000 (Beiträge des Nationalen Teams)</b>		
1.1	Qualitätskontrolle der Orthorektifizierung, Anpassung der IMAGE90 Satellitendatengrundlage	Bildverarbeitungsexperten	Manfred Keil Ralph Kiefl
<b>2</b>	<b>Geometrische Anpassung von CLC1990</b>		
2.1	Geometrische Anpassung der CLC1990 Vektordaten an die orthorektifizierte Grundlage IMAGE2000	GIS Experten	Ralph Kiefl Nadine Schmidt Frank Wojciechowski Brigitte Jöhl
2.2	Qualitätskontrolle	Leitender GIS Experte	Ralph Kiefl
<b>3</b>	<b>Kartierung der Landnutzung und Landnutzungsänderungen</b>		
3.1	Revision / Korrektur von CLC1990, Interpretation von CLC2000 and CLC_Changes Feldbegehungen	Chefinterpreten  Bildinterpreten	Regine Richter (GAF) Susanne Meirich (ITD) Carsten Haub (EFTAS)  Andrea Blümel (GAF) Karin Eichler (GAF) Monika Kuba (GAF) Claudius Heibl (GAF) Elke Krätzschar (HUGIN) Matthias Wollmann (HUGIN) D. Heinrich (HUGIN) Stefan Gläßer (HUGIN) Dirk Lindemann (EFTAS) Claudia Lücke (EFTAS)
3.2	Datenintegration (CLC2000, (CLC1990_rev, CLC_Changes)	Leitender GIS Experte	Ralph Kiefl
<b>4</b>	<b>Qualitätskontrollen, Metadaten</b>		
4.1	Thematische Qualitätskontrolle der Interpretationseinheiten	Projektleiter / Bildinterpretin  Chefinterpreten	Manfred Keil Uta Heiden  Regine Richter (GAF) Susanne Meirich (ITD) Carsten Haub (EFTAS)
4.2	Technische Qualitätskontrolle	GIS Experten	Ralph Kiefl  Horst Ringenberg (GAF) Regin Lippold (Delphi IMM) Georg Altrogge (EFTAS)
4.3	Metadaten	Bildinterpreten  Projektleiter GIS Experten	See 3.1  Manfred Keil Uta Heiden Ralph Kiefl
4.4	Endabnahme	Projektleiter	Manfred Keil  Regine Richter (GAF) Hanjo Kahapka (ITD) Carsten Haub (EFTAS)
<b>5</b>	<b>Produkterstellung und Datenabgabe</b>		
5.1	Produkterstellung	Leitender GIS Experte	Ralph Kiefl
5.2	Datenabgabe	Projektleiter / Leitender GIS Experte	Manfred Keil Ralph Kiefl
<b>6</b>	<b>Management</b>		
6.1	Nationale Projektkoordination	Projektkoordinatorin	Birgit Mohaupt-Jahr (UBA)
6.2	Nationale Projektleitung	Projektleiter	Manfred Keil
6.3	Nationaler Lenkungsausschuss	Mitglieder des nationalen Lenkungsausschuss	Birgit Mohaupt-Jahr (UBA) Hartmut Streuff (BMU) Günter Strunz (DLR)

## Anhang 2: Projektions- und Datumparameter im deutschen CLC-Projekt

### GK3:

Projection TRANSVERSE  
Datum USER\_DEFINED 586.000 87.000 409.000 -0.5200 -0.1500 2.8200 1.0090  
(entspricht Potsdam / Rauenberg in ERDAS)  
Zunits NO  
Units METERS  
Spheroid BESSEL  
Xshift 0.0000000000  
Yshift 0.0000000000  
Parameters  
1.00000000 /\* scale factor at central meridian  
9 0 0.000 /\* longitude of central meridian  
0 0 0.000 /\* latitude of origin  
3500000.00000 /\* false easting (meters)  
0.00000 /\* false northing (meters)

### GK4:

Projection TRANSVERSE  
Datum USER\_DEFINED 586.000 87.000 409.000 -0.5200 -0.1500 2.8200 1.0090  
(entspricht Potsdam / Rauenberg in ERDAS)  
Zunits NO  
Units METERS  
Spheroid BESSEL  
Xshift 0.0000000000  
Yshift 0.0000000000  
Parameters  
1.00000000 /\* scale factor at central meridian  
12 0 0.000 /\* longitude of central meridian  
0 0 0.000 /\* latitude of origin  
4500000.00000 /\* false easting (meters)  
0.00000 /\* false northing (meters)

### UTM32:

Projection UTM  
Zone 32  
Datum WGS84  
Zunits NO  
Units METERS  
Spheroid WGS84  
Xshift 0.0000000000  
Yshift 0.0000000000  
Parameters  
0.9996000000 /\* scale factor at central meridian  
9 0 0.000 /\* longitude of central meridian  
0 0 0.000 /\* latitude of origin  
500000.00000 /\* false easting (meters)  
0.00000 /\* false northing (meters)



## Anhang 4: Anpassung der CLC Nomenklatur 1990 / 2000 in Deutschland

Zusammengestellt auf Basis von Papieren des 2. Trainingsmeetings am DLR Oberpfaffenhofen, 5. bis 7.2.2002 und weiterer Diskussion mit dem Technischen Team des ETC-TE

Objects	Definition in German CLC1990 in (StBA, 1996)	Definition for CLC2000 (BOSSARD et al, 2000) and outlines for use in Germany
<b>Residential discontinuous urban fabric</b>		
<b>Ribbon-built villages</b>  112 / 2xx	Ribbon-built villages (“Straßendörfer” and “Hufendörfer”) in a width of 100 m are registered if the gaps between the buildings are below 100m (StBA, 1996)	Small discontinuous urban fabric areas less than 25 ha are grouped together, if the distance between each of them is less than 300 m in order to reach 25 ha. The exterior contour line leans on road network (BOSSARD et al, 2000)  <b>If equal / similar extension in 1990:</b> use polygon of 2000 and assign 112 in 1990 as well  <b>If increased polygon area (change):</b> Indicate change by polygons to 1990 status (if extension > 25 ha in 1990).  <b>If extension in 1990 below 25 ha:</b> keep old assignment but mark by a flag (NRCH=1) that no real change in full extent happened to CLC2000.
<b>University areas / hospitals etc.</b>  112 / 121	Function of living is dominant, <b>university areas</b> and military living buildings and administration buildings are included in 112. Military objects with non-residential use are in class 121. (StBA, 1996)	<b>Hospitals, universities, schools</b> are included in 121 (BOSSARD et al, 2000). Delineate obvious big complex areas of universities / hospitals stable in 1990 / 2000 to 121 (detailed differentiation not possible), focus on changes.
<b>Large blocks of flats, with green spaces between 111 / 112</b>	Typical for 112: one-family houses and ribbon buildings; large blocks with large green between buildings in 112, with small green in 111, notice sealing value 80% (StBA, 1996)	<b>Large blocks</b> of flats, where <b>green spaces</b> , parking areas and adventure playgrounds cover significant surface area, to 112 (BOSSARD et al, 2000)
<b>Road and rail networks and associated land</b>		
<b>Road and rail networks 122 / 121</b>	122 consists mainly of: railway stations and marshalling yards, motor way crossings, parking areas (no info on priorities) (StBA, 1996)	<b>Railways</b> have a higher priority than urban fabric does, roads have a lower priority (BOSSARD et al, 2000)

Objects	Definition in German CLC1990 in (StBA, 1996)	Definition for CLC2000 (BOSSARD et al, 2000) and outlines for use in Germany
<b>Airports</b>		
<b>Sport airports</b>  124 / 142	<b>Sport airports</b> with asphalted runways in 124; without asphalted runways, when they can be detected in the satellite imagery (StBA, 1996)	<b>Sport airports</b> will be classified as 124, if airport infrastructure (fortified runways, passenger terminals, halls, etc.) is visible (BOSSARD et al, 2000)
		<b>Small airfields</b> are to be classified as 142, if airport infrastructure is not visible (BOSSARD et al, 2000)
<b>Sport and leisure facility</b>		
<b>Allotment gardens</b>  142 / 242	<b>Allotment gardens:</b> Camping, sports fields, sport stadium, leisure parks, public parks out of urban areas, as well as allotment gardens, in 142 (StBA, 1996)	<b>Allotment gardens:</b> Contribution due to major use (142 if mainly leisure facility, 242 if mainly used for vegetable / fruit production) (BOSSARD et al, 2000)
<b>Mineral extraction sites</b>		
<b>Mineral extraction sites / artificial lakes</b>  131 / 512	<b>Artificial lakes</b> by extraction („Baggerseen“) are completely registered as mineral extraction sites if on the biggest part of the area an active extraction of gravel or sand can be recognized (no limitation in size) (StBA, 1996)	In CLC2000, delineate and assign <b>mineral extraction sites</b> and <b>artificial lakes</b> due to their area portions (BOSSARD et al, 2000)  Adapt in 1990. Remain assignment to 131 in <b>CLC1990</b> , unless water dominates (~ 80 - 90%).
<b>Non-irrigated arable land / Fruit trees and berry plantations / Vineyards</b>		
<b>Hop plantations</b>  211 / 222	<b>Hop plantations</b> are registered as arable land (StBA, 1996)	<b>Hop plantations:</b> To be integrated in 222 if > 25 ha (BOSSARD et al, 2000). To be checked which additional information available.
<b>Nursery gardens of wine and fruit trees</b>  222 / 221 / 211	<b>Nursery gardens</b> of fruit trees and shrubs	<b>Nursery gardens</b> if detectable as <b>fruit trees nurseries</b> : 222, if uncertain / mixed: 211 (BOSSARD et al, 2000).
	<b>wine-growing nurseries</b>	If detectable as <b>wine-growing nurseries</b> : 221, if uncertain / mixed: 211 (BOSSARD et al, 2000)

Objects	Definition in German CLC1990 in (StBA, 1996)	Definition for CLC2000 (BOSSARD et al, 2000) and outlines for use in Germany
<b>Transitional woodland and shrub</b>		
<b>Transitional woodland, shrub</b>  <b>324</b>	<b>Transitional Woodland</b> 324 was used not in transient states in forestry, but mainly for shrub areas with single trees or tree groups to be found on: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uncultivated former vineyards</li> <li>- Military training areas</li> <li>- Fallow land of former track systems, industrial areas, extraction sites, deposits</li> <li>- Woodland areas near the timberline with high portions of shrub</li> <li>- Areas strongly affected by forest decline (totally tree-less areas were mainly assigned to 322) (StBA, 1996)</li> </ul>	<b>Transitional woodland / shrub for</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Clear cuts</b> in forest areas,</li> <li>- <b>Young plantations,</b></li> <li>- <b>Heavily damaged forests</b> by wind, snow-brake or acid rains and other pollution with more than 50% dead trees (BOSSARD et al, 2000)</li> </ul> <p>In <b>CLC2000</b>: Delineate large forest areas heavily destructed (e.g. by storm) as 324. Integrate large young reforestation and afforestation in 324, especially on former non-forest areas (former military areas).</p> <p>Prefer 324 instead of 322 for mixed vegetation cover.</p> <p>In <b>CLC90</b>: Integrate status also in CLC1990, especially for large areas and for transient states of former non-forest areas (e.g. former military areas).</p>
<b>Water bodies</b>		
<b>Groups of small lakes</b>  <b>512</b>	Water body 512 if > 25 ha and mostly width > 100 m (StBA, 1996)	<b>Groups of small lakes</b> : if >75% of the polygon is free water, distance < 300 m, combine to 512 (BOSSARD et al, 2000)
<b>Sea and Ocean / Islands</b>		
<b>Groups of small islands</b>  <b>523</b>	No comments on islands in (StBA, 1996)	<b>Groups of small islands</b> : if >75% of the polygon is land, distance < 300 m (BOSSARD et al, 2000), otherwise 523

StBA, 1996: Statistisches Bundesamt, CLC Datenerhebungsanleitung, 1.9.1996.

BOSSARD et al, 2000: EEA, Corine land cover technical guide Addendum 2000, May 2000.

## Anhang 5: Datenbeschreibung der Vektordaten

### Struktur der Arc Attribute Table (AAT)

Name	Typ	Breite	Beschreibung
FNODE#	Bin	4	ID des Startnodes
TNODE	Bin	4	ID des Zielnodes
LPOLY#	Bin	4	ID des linken Polygons
RPOLY#	Bin	4	ID des rechten Polygons
LENGTH	Float	8	Länge des Liniensegmentes in m
COVER_#	Bin	4	Auto-Id des Liniensegmentes
COVER_ID	Integer	4	User-Id des Liniensegmentes
LS	Integer	1	Linienart mit folgenden Belegungsmöglichkeiten: 1. Grenze zwischen Landnutzungen 2. Blattschnitt der TK100 3. Grenze der Bundesrepublik (inkl. eines Puffers von ca. 500m)

### Struktur der Polygon Attribute Table (PAT)

Name	Typ	Breite	Beschreibung
Area	Float	8	Fläche in m <sup>2</sup>
Perimeter	Float	8	Umfang in m
Cover_#	Bin	4	Auto-Id des Polygons
Cover_ID	Bin	4	User-Id des Polygons
TKNR	Character	6	Code der TK100 (z.B. C4310)
CODE1990	Integer	3	Code der Landnutzung 1990
CODE2000	Integer	3	Code der Landnutzung 2000
CHANGE	Character	8	Für Polygone mit einer Landnutzungsänderung von 1990 nach 2000 wurde für dieses Attribut eine Zeichenkette nach dem Schema Code1990->Code2000 vergeben (z.B. 211->112)
NRCH	Integer	1	Änderungsflächen ohne reale Änderung erhalten den Wert 1. Dabei handelt es sich zum einen um Polygone, deren Änderung durch Generalisierung infolge der Einhaltung der minimalen Flächengrößen verursacht wurde. Zum anderen können es auch Polygone sein, die schon Anteile der neuen Landbedeckung, aber in 1990 noch ohne die notwendige Mindestfläche von 25 ha enthalten haben. Für alle anderen Polygone wird der Wert 0 gesetzt.

## Anhang 6: Metadaten im „Country Level“ für Deutschland für das Produkt CLC2000

1	LITERATURE, REPORTS	
1.1	List of literature.	<p>EEA and ETC-TE (2002): CORINE Land Cover update I&amp;CLC2000 project. Technical Guidelines. Final Version. EEA, Denmark.</p> <p>BOSSARD, M., FERANEC, J. and OTAHEL, J. (2000): CORINE Land Cover Technical Guide – Addendum 2000. Technical Report 40, EEA, Denmark.</p> <p>JAFFRAIN, G., J.FERANEC, G. BÜTTNER, S. CHRISTENSEN &amp; E.EVRARD (2002): CLC2000 Training Report, Germany, 5<sup>th</sup> February 02 – 8<sup>th</sup> February 02. Training Mission Report 01/2002. ETC-TE, Barcelona, Spain.</p> <p>CHRISTENSEN, S., JAFFRAIN, F., FERANEC, J. &amp; BÜTTNER, G. (2002): CLC2000 Verification Mission Report GERMANY (Oberpfaffenhofen – Munich), 29<sup>th</sup> – 31<sup>st</sup> October 2002. Verification Mission Report 01/2002. ETC-TE, Barcelona, Spain.</p> <p>JAFFRAIN, G., MARI, L. (2003): CLC2000 2nd Verification in Germany. Verification Mission Report 30/2003. ETC-TE, Barcelona, Spain.</p> <p>BÜTTNER, G. &amp; FERANEC, J. (2004): CLC2000 3rd Verification in Germany. Verification Mission Report 52/2004. ETC-TE, Barcelona, Spain.</p> <p>KEIL, M., MOHAUPT-JAHR, B., KIEFL, R., STRUNZ, G. (2003): Update of the CORINE Land Cover Base in Germany. Proceedings Fourth International Symposium 'Remote Sensing of Urban Areas', 27-29 June 2003, Regensburg (Germany).</p> <p>MOHAUPT-JAHR, B., KEIL, M. (2004): The CLC2000 project in Germany and environmental application of land use information. Proceedings CORINE Land Cover Workshop, 20-21 January 2004, Berlin, p. 37-45. UBA-Texte 04/04, Berlin.</p> <p>KEIL, M., KIEFL, R., STRUNZ, G., MEHL, H., MOHAUPT-JAHR, B. (2004): Examples and experiences of the update interpretation process for CLC2000 in Germany. Proceedings CORINE Land Cover Workshop, 20-21 January 2004, Berlin, p. 52-61. UBA-Texte 04/04, Berlin.</p>
2.	NATIONAL PROJECT DESCRIPTION	
2.1	General Info (Objectives, Goals, National Specifics, Comments For User)	<p>The overall aim of CORINE land cover in Germany was to produce an updated database for the year 2000 (+/- 1 year) and to deduce the changes between 2000 and the primary assessment of 1990.</p> <p>Besides the datasets CLC2000 and CLC_changes a revised CLC1990 dataset was produced for Germany. The database has to fulfil the EU wide specifications defined by the technical team to guarantee a maximum consistency in Europe. The CLC products are to assist national and EU wide planning and modelling tasks for environmental protection and sustainable land management.</p>
2.2	Project Organisation, Organisation Chart	<p>DLR Oberpfaffenhofen German Remote Sensing Data Center (DFD) D-82230 Wessling</p>

		on behalf of the Federal Environmental Agency (UBA), D-14191 Berlin.
2.3	Funding	European Union, Federal Environmental Agency (UBA) – Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)
2.4	National Team – List of Subcontractors	EFTAS, D-48145 Münster GAF AG, D-80634 München Infoterra GmbH, D-88090 Immenstaad, in cooperation with - Delphi IMM, D-14469 Potsdam - Hugin GmbH, D-07743 Jena
2.5	Validation Team	European Topic Center for Terrestrial Environment
2.6	Time Schedule	June 2001 – December 2004
2.7	Hardware	PC, UNIX WS
2.8	Software	ArcInfo, ArcView, ERDAS Imagine
<b>3</b>	<b>IMAGE 2000 (Image2000 team)</b>	
	Image Identification	<i>Dataset Title &lt;Path/row/set/type combination&gt;</i>
	Acquisition	<i>Date, Path, Row, Set, Type, Scene coords</i>
	Ortho-rectification	<i>Method, Who, GCP number, RMSE<sub>x</sub>, RMSE<sub>y</sub>, overall RMSE<sub>p</sub></i>
	Image enhancement	<i>Used SW, Who, Filtering, Merging, Composition</i>
	Quality control	<i>Procedure description, Who, Date, Results, External geometry quality</i>
<b>4.</b>	<b>DATA DESCRIPTION</b>	
4.1	Metadata Reference	
4.1.1.	National identifier for the Dataset	CLC2000_METADATA_DE
4.1.2.	Contact	DLR Oberpfaffenhofen, German Remote Sensing Data Center (DFD) D-82230 Wessling <a href="http://corine.dfd.dlr.de">http://corine.dfd.dlr.de</a>
4.1.3.	Last Metadata Update Date	12/21/2004
4.2	General Information	
4.2.1.	Dataset Title	CLC2000 (CORINE Land Cover 2000) of Germany
4.2.2.	Abstract Describing Dataset	The Land Cover dataset CLC2000 contains land cover data for Germany in the year 2000 (+/- 1 year) and is mainly based on satellite data of Landsat-7 ETM+. The database was created as an update of the CLC1990 database of Germany. The datasets have to fulfil the standards of the EU concerning CORINE Land Cover (in thematic and geometric conditions). The EU CLC2000 database will be an instrument in implementing and monitoring EU environmental policies.
4.2.3.	Dataset Topic Category	Land Cover, Land Use, CORINE, CLC2000, I&CLC2000, change detection, monitoring, 1:100000, 37 land cover classes
4.2.4.	Spatial Data Format	ArcInfo export files e00
4.2.5.	Dataset Scale	1:100000

4.2.6.	Coordinate Reference System	Gauss-Krüger, Bessel ellipsoid, Zone 3
4.2.7.	National Responsible Party	Federal Environmental Agency (UBA) D-14191 Berlin www.uba.de
4.2.8.	Main Contractor	DLR Oberpfaffenhofen, German Remote Sensing Data Center (DFD) D-82230 Wessling http://corine.dfd.dlr.de
4.3	Data extent	
4.3.1	Name of Spatial System	Gauss-Krüger, Bessel ellipsoid, Zone 3
4.3.2	West Bounding Coordinate	3278 000 m
4.3.3	South Bounding Coordinate	5228 000 m
4.3.4	East Bounding Coordinate	3947 000 m
4.3.4	North Bounding Coordinate	6112 000 m
4.3.5.	Period Start Date	June 2001
4.3.6.	Period End Date	December 2004
4.3.7.	Number of classes	37
4.4.	Data Quality	
4.4.1.	Overall Positional Accuracy (CLC2000 Technical Team)	<i>An assessment of the accuracy of the location of the spatial objects in the dataset relative to their real positions on the earth's surface. The respective parameter showing the horizontal accuracy will be defined including a methodological explanation on how to get this value.</i>
4.4.2.	Attribute Accuracy (CLC2000 Technical Team)	<i>This element describes a measurement of the attribute values assigned to dataset features relative to their true 'real world' values. It will be defined including a methodological explanation on how to get this value.</i>
4.4.3.	Logical Consistency	No polygons < 25 ha in CLC2000 and CLC90_rev, no polygons < 5 ha in the change database, only closed polygons, no incorrect codes.
4.5	Data access/ Data dissemination	
4.5.1.	Contact	Manfred.Keil@dlr.de www.corine.dfd.dlr.de Birgit.Mohaupt@uba.de www.uba.de
4.5.2.	Procedure	Data ordering and delivery service via www.corine.dfd.dlr.de at the German Remote Sensing Data Center (DFD) of DLR on behalf of UBA. The service for ftp download started at 21 December 2004, DVD delivery planned for second half of January 2005.
4.5.3.	Conditions	See www.corine.dfd.dlr.de and agreement for use and dissemination of I&CLC2000 products

**Anhang 7: CLC2000 Metadaten im „Working Unit“ Level**

<b>Title of working unit:</b>	<b>C3118</b>
-------------------------------	--------------

**A: GENERAL INFORMATION**

<b>Contractor:</b>	Federal Environmental Agency (UBA), Dept. II 4.4, AS Spandau
<b>Address:</b>	Bismarckplatz 1, D-14193 Berlin
<b>Phone:</b>	+49 (0)30 8903 3751
<b>Fax:</b>	+49 (0)30 8903 2130
<b>Responsible:</b>	Birgit Mohaupt-Jahr
<b>E-mail:</b>	birgit.mohaupt@uba.de

<b>Contracted:</b>	German Aerospace Center (DLR), German Remote Sensing Data Center (DFD)
<b>Address:</b>	Oberpfaffenhofen, Postfach 1116, D-82230 Wessling
<b>Phone:</b>	+49 (0)8153 28 1377
<b>Fax:</b>	+49 (0)8153 28 1445
<b>Project leader:</b>	Manfred Keil
<b>E-mail:</b>	manfred.keil@dlr.de

**1. IMAGE2000 data used**

Landsat ETM or other scene(s)				
Satellite & Sensor	Path-	Row	Date (m/d/y)	Remark (e.g. clouds)
Landsat7 ETM+	196	23	05/15/2000	
Landsat7 ETM+	195	23	06/09/2000	

**2. Topographic maps used (indicate in remark if digital)**

Scale	Sheet id	Title/Name	Year of production	Year of last revision	Remark
1:100000	C3118	Top Map 100	2000	2000	
1:25000	–	Top Map 25 digital	1997-1999		digital

**3. Other ancillary data used (thematic data, satellite images, aerial photos, city maps, vegetation maps)**

Id	Data source/type	Title (if relevant)	Date of production (m/d/y)	Scale (spatial detail)	Remark
	Satellite Image	LS7 ETM+ 196/023	07/05/2001		
	City Map	City Map of Bremen			
	Satellite Image	LS7 ETM+ 196/023	04/03/2002		

**4. Photointerpreter(s)**

Name	Affiliation	Phone	E-mail	interpretation		
				start (m/d/y)	end (m/d/y)	no. of days
Claudia Lücke	EFTAS, D-48145 Münster	+49-251-1330715	carsten.haub@eftas.com		01/08/2002	

**B: DATA PREPARATION****1. Checking and systematic correction of IMAGE90 data (optional)**

Landsat ETM or any other satellite scenes used (e.g. SPOT)							
Satellite & Sensor	path-	row	Date (m/d/y)	Max. systematic geom. error (m)	(optional) Checked & corrected (name)	(optional) Date (m/d/y)	(optional) Reference data
Landsat5 TM	196	23	05/25/1989	< 50 m			
Landsat5 TM	195	23	07/11/1991	< 50 m			

**2. Checking and systematic correction of CLC90 data**

Corrections	Type of correction	Checked and corrected by	Date (m/d/y)		Remarks
			Start	end	
Geometrical errors	Systematic correction	Ralph Kiefl		12/05/2001	Errors > 100 m corrected by rubber sheeting
	Local correction	Ralph Kiefl		12/05/2001	Errors > 100 m corrected by rubber sheeting
Thematic errors	Logical coherence*	Ralph Kiefl		12/05/2001	ok
	Semantic accuracy** and exhaustiveness***	Carsten Haub		09/06/2002	differentiations in bogs 412

\* = compliance with internal rules of CLC (100 m, 25 ha) according to Technical Guidelines and Addendum

\*\*= interpretation according to CLC nomenclature;

\*\*\* = details are appropriate

**3. Verification and acceptance on national level**

Date (m/d/y)	Accepted by	Signature	Remark
10/22/2002	Manfred Keil		additional 112 due to adaptation of nomenclature

**C: INTERPRETATION OF CHANGES AND CREATION OF CLC2000****1. Photo-interpretation and internal quality control**

Date of submission (m/d/y)	Control made by	Date of control (m/d/y)	Remark (errors, corrections, etc.)
06/04/2002	Carsten Haub	09/06/2002	survey of ribbon-built villages, 412

**2. Field checking (if carried out)**

Date (m/d/y)	Itinerary (main settlements crossed on the working unit)	Problems checked and main conclusions
01/15/2002		in general

**3. Border matching with neighbour working units or countries**

working unit /Country	Controlled and corrected by	Date (m/d/y)	Remark
neighbouring map units	Claudia Lücke	03/04/2002	

**D: FINAL TECHNICAL QUALITY CONTROL****1. Control of topology, unnecessary boundaries, 25 ha limit, invalid codes and invalid changes**

	Date (m/d/y)	Controlled by	Remark
CLC2000	12/10/2004	Ralph Kiefl	
CLC Changes	12/10/2004	Ralph Kiefl	
CLC90	12/10/2004	Ralph Kiefl	

**2. Verification and acceptance**

	Date (m/d/y)	Name	Signature	Remark
National level	10/22/2002	Manfred Keil		
CLC2000 technical team	10/31/2002	S. Christensen, G. Jaffrain, J. Feranec, G. Buettner		See verification mission report no. 1

**E: SOFTWARE / HARDWARE**

Work phase	Software used	Hardware used
Systematic geometric correction of IMAGE90	Erdas IMAGINE_8.5	UNIX WS
Systematic geometric correction of CLC90	ArcInfo8.2	UNIX WS
Topological and thematic corrections of CLC90	ArcView 3.2, ArcInfo 8.1	PC
Interpretation of changes	ArcView 3.2, ArcInfo 8.1	PC
Creation of CLC2000	ArcView 3.2, ArcInfo 8.1	PC
Technical quality control	ArcInfo 8.3, ArcView 3.3 (PC)	PC, UNIX WS
Database integration (border matching)	ArcInfo 8.3	PC, UNIX WS

### Anhang 8: Matrix der ungewöhnlichen Änderungen

	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142	211	221	231	242	243	311	312	313	321	322	324	331	332	333	334	335	411	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	
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

Anmerkung: Der Wert 1 markiert einen unübliche Landnutzungskonversion

## Anhang 9: Flächengrößen und –anteile der CLC Klassen im geometrisch angepassten Original-Datensatz CLC1990

Dargestellt sind die Flächengrößen und –anteile der CLC Klassen (Level 3) für Deutschland im geometrisch angepassten, aber noch nicht thematisch überarbeiteten Datensatz CLC1990. Mit erfasst sind hier noch die Wattenmeerbereiche und vorgelagerten Meeresbereiche (daher Gesamtfläche 387.105 km<sup>2</sup>).

CLC Code	Bedeckungsart	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anteil
111	Durchgängig städtische Prägung	224	0,06%
112	Nicht durchgängig städtische Prägung	20.856	5,39%
121	Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen	2.342	0,61%
122	Straßen-, Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen	162	0,04%
123	Hafengebiete	113	0,03%
124	Flughäfen	480	0,12%
131	Abbauflächen	1.282	0,33%
132	Deponien und Abraumhalden	169	0,04%
133	Baustellen	68	0,02%
141	Städtische Grünflächen	336	0,09%
142	Sport- und Freizeitanlagen	747	0,19%
211	Nicht bewässertes Ackerland	143.009	36,94%
221	Weinbauflächen	1.278	0,33%
222	Obst- und Beerenobstbestände	1.305	0,34%
231	Wiesen und Weiden	43.326	11,19%
242	Komplexe Parzellenstrukturen	20.591	5,32%
243	Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe	7.520	1,94%
311	Laubwälder	23.701	6,12%
312	Nadelwälder	57.342	14,81%
313	Mischwälder	23.653	6,11%
321	Natürliches Grünland	1.969	0,51%
322	Heiden und Moorheiden	1.055	0,27%
324	Wald-Strauch-Übergangsstadien	307	0,08%
331	Strände, Dünen und Sandflächen	229	0,06%
332	Felsflächen ohne Vegetation	164	0,04%
333	Flächen mit spärlicher Vegetation	320	0,08%
334	Brandflächen	0	0,00%
335	Gletscher und Dauerschneegebiete	0	0,00%
411	Sümpfe	500	0,13%
412	Torfmoore	1.056	0,27%
421	Salzwiesen	162	0,04%
423	In der Gezeitenzone liegende Flächen	2.782	0,72%
511	Gewässerläufe	636	0,16%
512	Wasserflächen	3.024	0,78%
521	Lagunen	1.110	0,29%
522	Mündungsgebiete	261	0,07%
523	Meere und Ozeane	25.025	6,46%
<b>Gesamt</b>		<b>387.105</b>	<b>100,00%</b>