

Bern, 17. Juni 2010

Rapportierung von Waldflächen-Veränderungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls

Abklärungen betreffend AREA-Daten

Auftraggeber:

Dr. Nele Rogiers
Abteilung Wald
Bundesamt für Umwelt (BAFU)
3003 Bern

Bearbeitung: Beat Rihm

Mit Beiträgen von: Dr. Nele Rogiers (BAFU) und Dr. Esther Thürig (WSL)

Inhalt

1	Summary (English)	5
2	Fragestellung	6
3	Illustration von Änderungen der Waldfläche in AREA.....	10
3.1	Änderung der Kyoto-Kategorien (CC)	10
3.2	Änderungen dargestellt in der AREA-Nomenklatur	13
3.3	Beispiele Jura, Waldweide und Waldrand (CC12)	17
3.4	Beispiel Wallis (Rodung, CC12).....	19
3.5	Beispiele Steilhang (CC12).....	20
3.6	Beispiele Lawinenzug und Fließgewässer (CC12)	21
3.7	Beispiele Jura und Fließgewässer (CC13)	23
4	Analyse Primärlinien und -flächen (Vector25)	24
5	Vergleich mit Landesforstinventar (LFI).....	28
6	Mögliche Interpretationen und offene Fragen.....	29
7	Referenzen	30

Tabellen

Tabelle 1:	Land-use change Matrix für 2006, hochgerechnet aus den AREA-Daten vom Juni 2008. Einheiten: ha/Jahr. Quelle: FOEN 2009.....	7
Tabelle 2:	Land-use categories (so-called combination categories CC): 6 main land-use categories and the 18 sub-divisions. Quelle: FOEN 2009.....	8
Tabelle 3:	Herleitung der Kyoto-Kategorien (CC) aus AREA landuse/landcover.	9
Tabelle 4:	Kyoto-Kategorien derjenigen Stichprobenpunkte, die zwischen AREA2 und AREA3 von CC12 und CC13 zu nicht-Wald wechselten (Stand Juni 2008).	11
Tabelle 4:	Herkunft der entwaldeten Hektaren aufgeschlüsselt nach Landcover (lc97) und Landuse (lu97), für CC12 und CC13. Gelb: landuse = Landwirtschaft.	13

Tabelle 5:	Landuse lu97 und lu09 der entwaldeten CC12-Hektaren. Umrandet sind die Zellen der Diagonale (Flächen ohne lu-change), total 475 ha.	14
Tabelle 6:	Kyoto-Kategorien derjenigen Hektaren, die in AREA3 als Rodung etikettiert sind.	16
Tabelle 7:	Anzahl Stichprobenpunkte, die von CC12 zu Nicht-Wald wechselten, pro Primärfläche (ObjectvaF) und pro nächstgelegener Primärlinien (ObjectVaL).	26
Tabelle 8:	Mittlerer Abstand von der nächstgelegenen Primärlinien (ObjectVaL) in Meter für diejenigen Stichprobenpunkte, die von CC12 zu Nicht-Wald wechselten, aufgeteilt pro Primärfläche (ObjectvaF).	27
Tabelle 9:	Die LFI-Stichproben (25 Stück) mit Entwaldung zwischen LFI2 und LFI3, ergänzt mit den Kyoto-Kategorien (CC) von AREA.	28

Abbildungen

Abbildung 1:	Kyoto-Kategorie (CC) derjenigen Stichprobenpunkte, die zwischen AREA2 und AREA3 von CC12 zu nicht-Wald wechselten (Stand Juni 2008).	10
Abbildung 2:	Kyoto-Kategorie (CC) derjenigen Stichprobenpunkte, die zwischen AREA2 und AREA3 von CC13 zu nicht-Wald wechselten (Stand Juni 2008).	11
Abbildung 3:	Übersichtskarte LUC zwischen Wald (CC12, CC31) und CC31. Es sind nur diejenigen Stichprobenpunkte dargestellt, die einen entsprechenden Wechsel zwischen AREA2 und AREA3 (Stand Juni 2008) aufweisen.	12
Abbildung 4:	Stichprobenpunkte (Stand Juni 2008), welche zwischen AREA2 und AREA3 als Rodung etikettiert wurden. In Farbe dargestellt ist kyoto09.	15
Abbildung 5:	Detail im Jura mit Auslichtungen von CC12 auf Waldweide und an Waldrändern. Der Code CC54 kommt durch einen Campingplatz zustande, welcher den geschlossenen Baumbestand etwas zurückdrängt.	17
Abbildung 6:	Detail im Jura mit Änderung am Waldrand (CC12).	18
Abbildung 7:	Details von CC12; Einwuchsflächen sowie eine Auslichtung in Siedlungsnähe, welches das Rodungs-Etikett (36) trägt.	19
Abbildung 8:	Detail Auslichtung in Steilhang, möglicherweise durch Lawine. Zwei Punkte wurden von CC12 in CC31 bzw. CC32 umcodiert.	20

Abbildung 9: Detail Auslichtung in Rufe, wahrscheinlich durch Lawine. Sieben Punkte wurden von CC12 in CC32, C36 oder CC37 umcodiert.	21
Abbildung 10: Überschotterung von CC12 durch Fliessgewässer (Beispiel Schwarzwasser).	22
Abbildung 11: Typische Beispiele für die Umwandlung von CC13 zu Nicht-Wald im Jura (oben) und in den Alpen (unten).	23
Abbildung 12: Primärflächen und Primärlinien aus Vector25 (© swisstopo, DV002232.1) gezeigt am Beispiel "Steilhang".	25
Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der Distanz zwischen den Stichprobenpunkten und „Waldrand“. Etwa 75% sind unter 25 m.	27

Version	Datum	Inhalt	Visum
0.2	26.11.2009	Zwischenbericht	BR
0.3	11.02.2010	Unterlage für Sitzung vom 18.02.2010	BR
0.4	17.06.2010	Ergänzungen gemäss Besprechungen vom 29.4.2010 und 17.06.2010	BR

1 Summary (English)

The activity data in the sector Land Use and Land-use Change (LULUCF) are based on the AREA-survey of the Swiss Federal Statistical Office (SFSO). In the AREA-survey, land use (lu) and land cover (lc) are coded separately. For the LULUCF-calculations a new land-use classification was defined by combining lu and lc to 18 so called CC-codes. The CC-codes were designed for optimal differentiation of carbon pools in the landscape. Now, for the reporting under the Kyoto Protocol (KP) human induced deforestation (involving an intention to change the land-use category from forest to non-forest) must be estimated. In this context the question was raised what the best method would be for determining deforestation rates.

In this study, different maps and statistics are used to illustrate the deforested surface area between the second and third AREA-survey: deforestation is calculated in terms of the CC-codes and the original AREA-codes (lu, lc), and compared with the Swiss Statistics of Deforestation and with data of the National Forest Inventory.

The results for CC12 (productive forest) can be summarized as follows. In 2006, 675 ha were transformed to non-forest CC-categories, from which:

- 416 ha were changed to grassland, mainly at the edges of the forests and in mountainous regions with wood pasture or sporadically managed meadows. These changes are mainly looked upon as a result of intermitting management (clearing) of grassland, which was overgrown by bushes or trees. A probably small part of that forest loss is also connected to avalanches.
- 166 ha were changed to settlement categories, which is comparable with the numbers of the Swiss Statistics of Deforestation;
- 59 ha were changed to other land, mainly alluvial forests along wild rivers.
- 33 ha were changed to wetland (due to management of nature conservation areas such as fens) or to surface waters (due to alluvial dynamics or water engineering).

In addition, a vector data set with a scale of 1:25'000 (Vector25 by swisstopo) was used for analysing the distances of the AREA sampling points (hectare mesh points) to different landscape elements. The analysis showed that the mean distance of the deforested CC12-points to the nearest forest edge is only 22.4 m.

In the case of CC13 (unproductive forests), 382 ha were transformed to non-forest categories in 2006. Almost all of these areas were changed to grassland. An analysis of the original lc/lu codes of AREA revealed that there was no change in the land use but only in land cover. Thus, these changes represent not a real deforestation but a result of grassland management (clearing). The reason for the shift of the CC13 to non-forest CC-categories is that CC13 also includes groups of trees on alpine pastures (lc47/lu242).

2 Fragestellung

Zu Handen der Klimaschutz-Konvention (UNFCCC) wird beim BAFU jährlich ein Treibhausgasinventar der Schweiz inklusive Bericht erstellt (FOEN 2009). Die Aktivitätsdaten im Sektor LULUCF (Land Use and Land-use Change) des Inventars basieren hauptsächlich auf Daten der Arealstatistik, welche vom BFS zur Verfügung gestellt werden (SFSO 2008).

Für die Rapportierung im Rahmen des Kyoto-Protokolles werden zusätzliche Tabellen verlangt, welche teilweise auf den Daten, die für die Konvention bereitgestellt werden, aufbauen. Im April 2009 wurden sie im Rahmen eines Testlaufes erstmals produziert. Bei der Erstellung der für das Kyoto-Protokoll benötigten Tabellen sind einige Fragen aufgetaucht: Insbesondere besteht ein Bedarf nach einer genaueren Abklärung, welche Waldflächenveränderungen als "Deforestation" (Rodung) rapportiert werden sollen. Dabei ist zu beachten, dass die Zielrichtungen differieren:

- Für die Konvention (UNFCCC, Sektor LULUCF) sind die Änderungen der Landbedeckung entscheidend, weil diese (über die unterschiedlichen C-Gehalte) die C-Bilanz bestimmen; ob gleichzeitig ein Landnutzungswandel stattfindet, ist sekundär.
- Beim Kyoto-Protokoll wird für eine Rodung die Absicht eines Landnutzungswandels vorausgesetzt.

Gemäss Arealstatistik gibt es nebst den Flächen, die sich zu Wald entwickeln (Verwandung oder Aufforstung) auch eine erhebliche Fläche, die sich von Wald zu einer anderen Landnutzungskategorie (Siedlung, Grassland, Feuchtgebiete oder unproduktives Land) entwickelt. Z.B. wurden gemäss Tabelle 1 im Jahr 2006 insgesamt 109 ha von produktivem Wald (CC12) zu bebautem Gebiet (CC51) umgewandelt (Bedeutung der CC-Kategorien in Tabelle 2 und Tabelle 3). Diese Zahl entspricht den Angaben der Rodungsstatistik (FOEN 2009i) im Mittel recht gut. Es gibt aber z.B. auch 151 ha, die von CC12 zu permanentem Grassland (CC31) umgewandelt werden; insgesamt verliert CC12 675 ha an die Nicht-Wald-Kategorien.

CC13 verliert gemäss Tabelle 1 insgesamt 382 ha an Nicht-Wald-Kategorien, wobei der allergrösste Teil zu Grassland geht.

Es soll abgeklärt werden, wie solche "Entwaldungen" zu Stande kommen: Handelt es sich um "echte" Landnutzungsänderungen im Sinne des Kyoto-Protokolls? Handelt es sich um "Rodungen" mit direktem menschlichem Eingriff? Welche Rolle spielen Naturereignisse?

Welches sind die Gründe für die Entwaldung? Es sind u.a. folgende Erklärungen (Hypothesen) denkbar:

- a) Rodungen oder temporäre Rodungen, d.h. Eingriff mit dem Ziel, den Wald in eine andere Nutzung zu überführen;

- b) Pflegemassnahmen der Landwirte im Bereich Waldweide, d.h. Entfernung von Sträuchern, Gehölzen und Ernte von Bäumen, welche in AREA zum "Kippen" von Wald zu Grassland führen;
- c) Pflegemassnahmen der Landwirte auf vergandenden Flächen, d.h. auf Grassland, welches infolge Vergandung in AREA in eine Waldkategorie gekommen ist und durch die Pflegemassnahmen nun wieder zu Grassland umgeteilt wird;
- d) Zurückschneiden von vordrängenden Waldrändern durch Landwirte, welche in AREA als Verkleinerung der Waldfläche interpretiert werden;
- e) Verlust von Bäumen und Gebüsch durch Lawinen, Erdrutsche oder andere Naturereignisse;
- f) Artefakte durch die Art der Definition von Wald aufgrund der Landuse- und Landcover-Codes von AREA (siehe Tabelle 3);
- g) Interpretationsspielräume bei der AREA-Erhebung.

Es sei bereits vorweggenommen, dass alle diese möglichen Gründe tatsächlich eine Rolle spielen, mit Ausnahme des letzten: mit dem vom BFS vorgelegten Bild- und Dokumentationsmaterial (Weibel 2010) kann belegt werden, dass in allen untersuchten Beispielen tatsächlich Veränderungen auf den Luftbildern erkennbar sind und diese plausibel interpretiert wurden.

Zur Illustration der verschiedenen Fälle werden im folgenden Kapitel einzelne typisch erscheinende Situationen auf der Karte ausgewählt und dokumentiert.

Tabelle 1: Land-use change Matrix für 2006, hochgerechnet aus den AREA-Daten vom Juni 2008. Einheiten: ha/Jahr. Quelle: FOEN 2009.

2006		change to CC																		
		11	12	13	21	31	32	33	34	35	36	37	41	42	51	52	53	54	61	decrease
change from CC	11		96		151	123	2	88		20	32	20	13	109	31	15	11	59	97	
	12	1		249	255	59		46		7	2	0	4	4			0	5	874	
	13	4	488																	
	21	3	0		1569	7	146	22		4	12	9	9	651	355	17	3	9	2818	
	31	20	102	295	459		641	31	317	1	65	17	4	5	713	402	17	11	67	3166
	32	3	601	542	2	164		1	202		11	12	1		11	4	1	1	19	1576
	33		0		153	96	5		12	1	2	0		0	44	29	1	3	11	357
	34	3	379	36	65	808	68	14		0	8	22	4	1	126	94	3	35	15	1681
	35				1	3		3	9						1	0				18
	36	0	12	20	7	123	191	1	29			105	3		2	0			36	531
	37	3	19	3	3	3	220	0	51		18		1	0	5	1			9	334
	41	1	2	0	0	1	6		2		3	3		10	5	1	0		59	93
	42	0	25	7		0	0		1		0		5		1				0	41
	51	23	10		83	149	10	5	8		5	6	3		291	65	22	3		690
	52	6	6		21	41	4	1	5		0	2	2	1	465		52	249	0	855
	53	2	11		3	13	3	1	1			0	0	0	56	36		30	0	157
	54	1	4		0	2	1		3			1			115	302	14			444
61	1	39	6	23	50	81	6	20		310	28	55		5	1				624	
increase	72	1794	1158	821	3428	1419	210	818	2	453	242	111	47	2313	1547	187	366	294	15282	

Tabelle 2: Land-use categories (so-called combination categories CC): 6 main land-use categories and the 18 sub-divisions. Quelle: FOEN 2009.

CC Main category	CC Sub-division	Remarks	CC code
A. Forest Land	Afforestations	areas converted to forest by active measures, e.g. planting	11
	Productive Forest	dense and open forest meeting the criteria of forest land	12
	Unproductive Forest	brush forest and forest on unproductive areas meeting the criteria of forest land	13
B. Cropland		arable and tillage land (annual crops and leys in arable rotations)	21
C. Grassland	Permanent Grassland	meadows, pastures (low-land and alpine)	31
	Shrub Vegetation	agricultural and unproductive areas predominantly covered by shrubs	32
	Vineyards, Low-Stem Orchards, Tree Nurseries	perennial agricultural plants with woody biomass (no trees)	33
	Copse	agricultural and unproductive areas covered by perennial woody biomass including trees	34
	Orchards	permanent grassland with fruit trees	35
	Stony Grassland	grass, herbs and shrubs on stony surfaces	36
	Unproductive Grassland	unmanaged grass vegetation	37
D. Wetlands	Surface Waters	lakes and rivers	41
	Unproductive Wetland	reed, unmanaged wetland	42
E. Settlements	Buildings and Constructions	areas without vegetation such as houses, roads, construction sites, dumps	51
	Herbaceous Biomass in Settlements	areas with low vegetation, e.g. lawns	52
	Shrubs in Settlements	areas with perennial woody biomass (no trees)	53
	Trees in Settlements	areas with perennial woody biomass including trees	54
F. Other Land		areas without soil and vegetation: rocks, sand, screes, glaciers	61

3 Illustration von Änderungen der Waldfläche in AREA

3.1 Änderung der Kyoto-Kategorien (CC)

Für die Erstellung der Karte in Abbildung 1 werden alle Punkte ausgewählt, die in AREA2 CC12 waren und in AREA3 zu nicht-Wald geworden sind, total 2727 Hektar-Punkte (siehe Abbildung 1). Die Karte zeigt, dass in den Berggebieten die meisten Flächen zu Grassland konvertierten, während im Mittelland die Umwandlung zu Siedlungsflächen dominiert. Tabelle 4 enthält die Flächensummen pro CC.

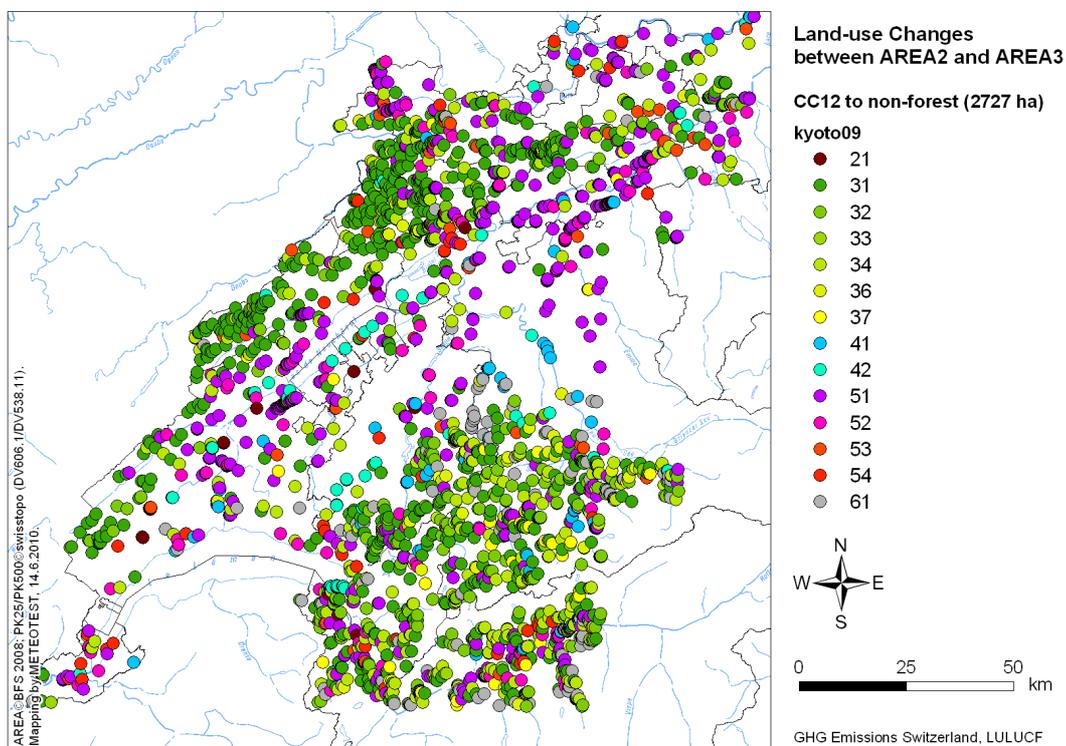


Abbildung 1: Kyoto-Kategorie (CC) derjenigen Stichprobenpunkte, die zwischen AREA2 und AREA3 von CC12 zu nicht-Wald wechselten (Stand Juni 2008).

Für die Erstellung der Karte Abbildung 2 werden alle Punkte ausgewählt, die in AREA2 CC13 waren und in AREA3 zu nicht-Wald geworden sind, Total 1265 Hektar-Punkte. Die Karte zeigt, dass praktisch alle Flächen zu Grassland umgewandelt wurden (siehe auch Tabelle 4).

Tabelle 4: Kyoto-Kategorien derjenigen Stichprobenpunkte, die zwischen AREA2 und AREA3 von CC12 und CC13 zu nicht-Wald wechselten (Stand Juni 2008).

kyoto09	CC12			CC13		
	Anzahl	Summe	Prozent	Anzahl	Summe	Prozent
11	12			13		
12	0			0		
13	0	12	0%	0	13	1%
21	13	13	0%	0	0	0%
31	778			990		
32	324			110		
33	9			0		
34	323			99		
36	65			11		
37	76	1575	58%	3	1213	96%
41	77			1		
42	63	140	5%	9	10	1%
51	507			12		
52	171			2		
53	77			0		
54	57	812	30%	5	19	2%
61	175	175	6%	10	10	1%
Total	2727	2727	100%	1265	1265	100%

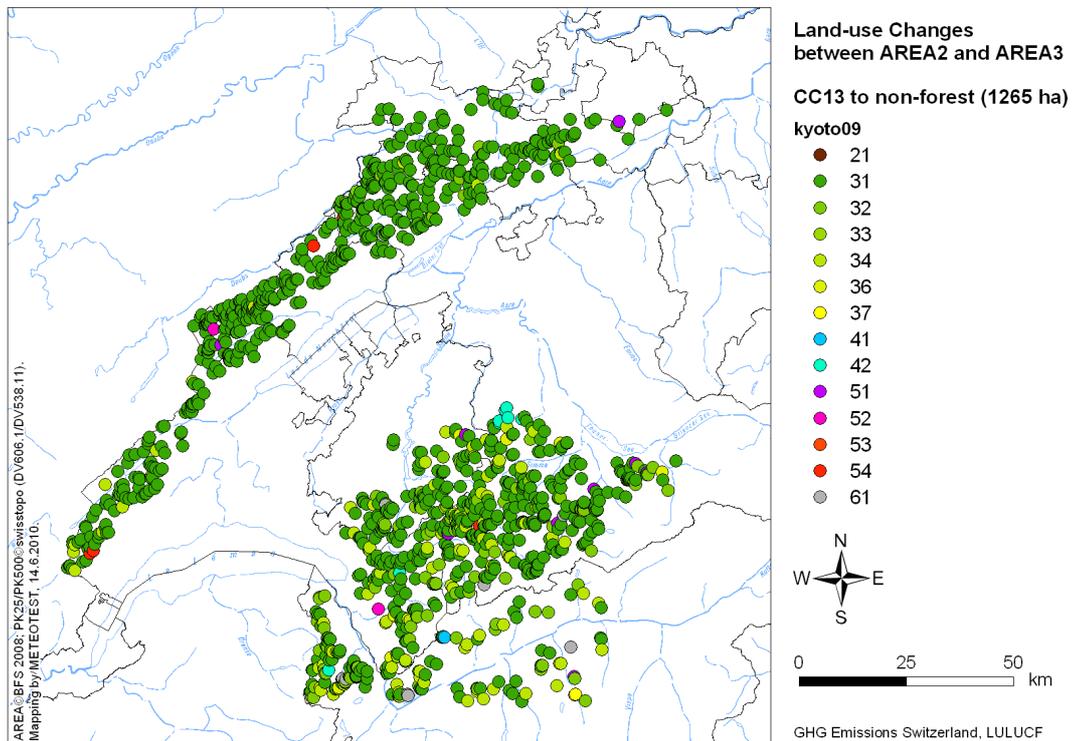


Abbildung 2: Kyoto-Kategorie (CC) derjenigen Stichprobenpunkte, die zwischen AREA2 und AREA3 von CC13 zu nicht-Wald wechselten (Stand Juni 2008).

Als weiteres Beispiel zeigt Abbildung 3 die Hektarraster-Punkte der Arealstatistik, die zwischen den Erhebungen AREA2 und AREA3 von Wald (CC12 oder CC13) zu CC31 oder retour gewechselt haben. Die beiden Kategorien CC12 und CC31 stellen den "schärfsten" Kontrast zwischen Wald und Grassland dar, währenddem z.B. CC32 (Gebüsch) und CC34 (Gehölz) schon eine Vorstufe der Vergandung bedeuten können.

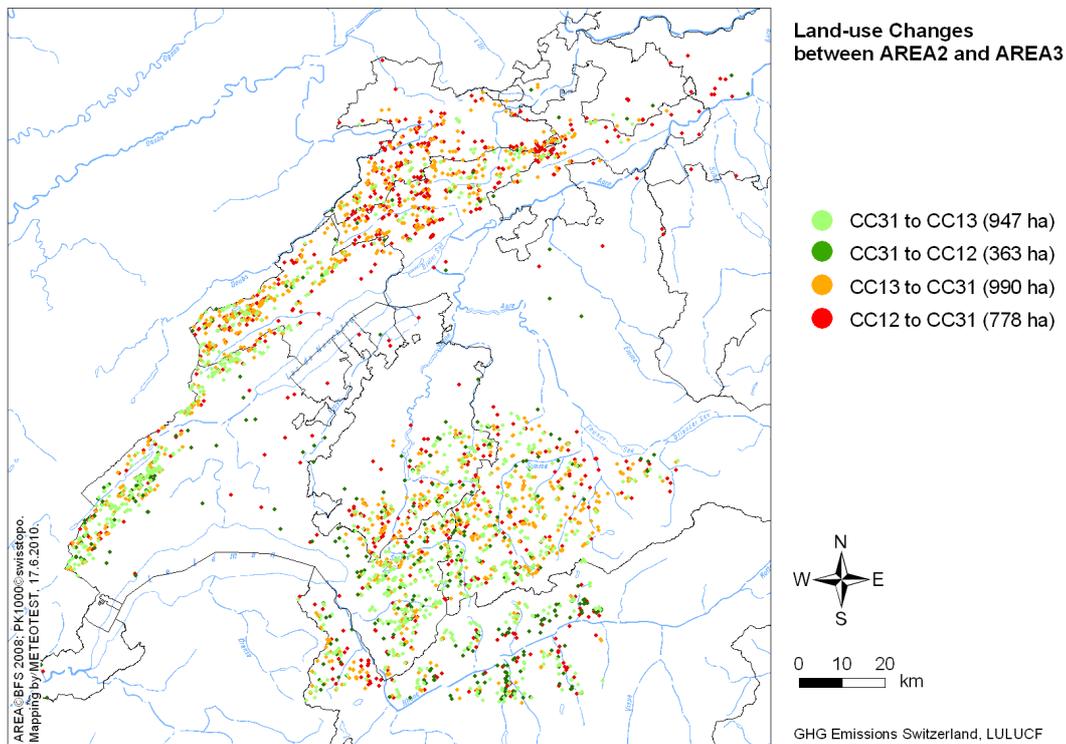


Abbildung 3: Übersichtskarte LUC zwischen Wald (CC12, CC31) und CC31. Es sind nur diejenigen Stichprobenpunkte dargestellt, die einen entsprechenden Wechsel zwischen AREA2 und AREA3 (Stand Juni 2008) aufweisen.

Insgesamt wechseln 778 ha (verteilt über ca. 12 Jahre, auf ca. einem Drittel der Landesfläche) von produktivem Wald (CC12) zu permanentem Grassland. 363 ha wechseln in die Gegenrichtung. Im Falle von unproduktivem Wald (CC13) sind es 947 ha bzw. 990 ha. Insgesamt scheint in der Zeitperiode 1995–2007 (zwischen AREA2 und AREA3) v.a. im östlichen Jura sowie im Freiburger und z.T. Berner Oberland die Entwaldung den Einwuchs flächenmässig zu übertreffen.

3.2 Änderungen dargestellt in der AREA-Nomenklatur

Tabelle 5 zeigt aufgeschlüsselt nach den AREA-Codierungen für Landcover und Landuse, welche Flächen entwaldet wurden. Bei CC12 erweist sich, dass nur etwa 20% der Fälle durch die Kombination lc44-lu2XX (siehe Tabelle 3) hervorgerufen werden, d.h. durch diejenigen CC12, die auf Landuse Landwirtschaft liegen. Bei CC13 wird aber deutlich, dass die Kombination lc47-lu242, welche 2007 neu in die Kombinationskategorie CC13 eingeteilt wurde, zu 91% für die Abgänge von CC13 verantwortlich ist!

Das bedeutet, dass bei der Kombinationskategorie CC13 die Umwandlung zu Grassland in der Nomenklatur von AREA in den meisten Fällen kein "echter" Land-use change ist sondern nur eine Veränderung des Landcover. Konkret sind es 1076 ha (von total 1265 ha) die 1997 und 2009 unverändert mit lu242 (Alp- und Jurawei-den i.w.S.) codiert wurden.

Tabelle 5: Herkunft der entwaldeten Hektaren aufgeschlüsselt nach Landcover (lc97) und Landuse (lu97), für CC12 und CC13. Gelb: landuse = Landwirtschaft.

CC12:

Anzahl von lu97	lu97									Gesamterg
lc97	222	223	241	242	301	303	304	403	423	
21						3	6			9
31						11	18			29
32						2	2			4
41					1612			8		1620
42					86	4				90
43					340			11		351
44	37	97	9	346	114	1	1	2	2	609
46							1			1
47						4	10			14
Gesamtergebnis	37	97	9	346	2152	25	38	21	2	2727

CC13:

Anzahl von status	lu97					Gesamtergebnis
lc97	242	243	301	304 (Leer)		
44		2				2
45			114			114
47	1147					1147
51				1		1
53				1		1
(Leer)						
Gesamtergebnis	1147	2	114	2		1265

Wie sieht die Situation bei den entwaldeten CC12 aus: wie gross ist hier der Anteil, der gemäss AREA-Codierung keinen "echten" Land-use change darstellt? Um diese etwas detaillierter aufzuzeigen, werden in Tabelle 6 der Land-use Code im Jahr 1997 (lu97) und im Jahr 2009 (lu09) einander gegenübergestellt. Es handelt sich also um eine Change-Matrix auf Basis der AREA-lu-Codes.

Es zeigt sich, dass nur 475 von 2727 ha (17%) einen unveränderten lu-Code besitzen (Diagonale in der Matrix); in den meisten Fällen handelt es sich dabei um die landwirtschaftlichen lu-Codes (gelb und orange Farben). In rund 80% der Fälle zeigt auch die AREA-Erhebung einen Land-use Change von "Waldbestände" (lu=301) zu Nicht-Wald an, wobei rund 36% zu Siedlung, 27% zu Grassland, 10% zu Gewässern/Feuchtgebieten und 27% zu Unproduktiven Flächen umgewandelt werden.

Nebst den lu- und lc-Codes wird in der AREA-Erhebung in gewissen Fällen auch eine Etikette erfasst. Die Etikette Nr. 36 ("Rodungen") wird vergeben, falls der Interpret klare Indizien für eine Rodung erkennt. Im Sample vom Juni 2008 wurde sie insgesamt auf 1624 ha vergeben (Abbildung 4). Davon waren 97% in AREA2 als CC12 codiert worden.

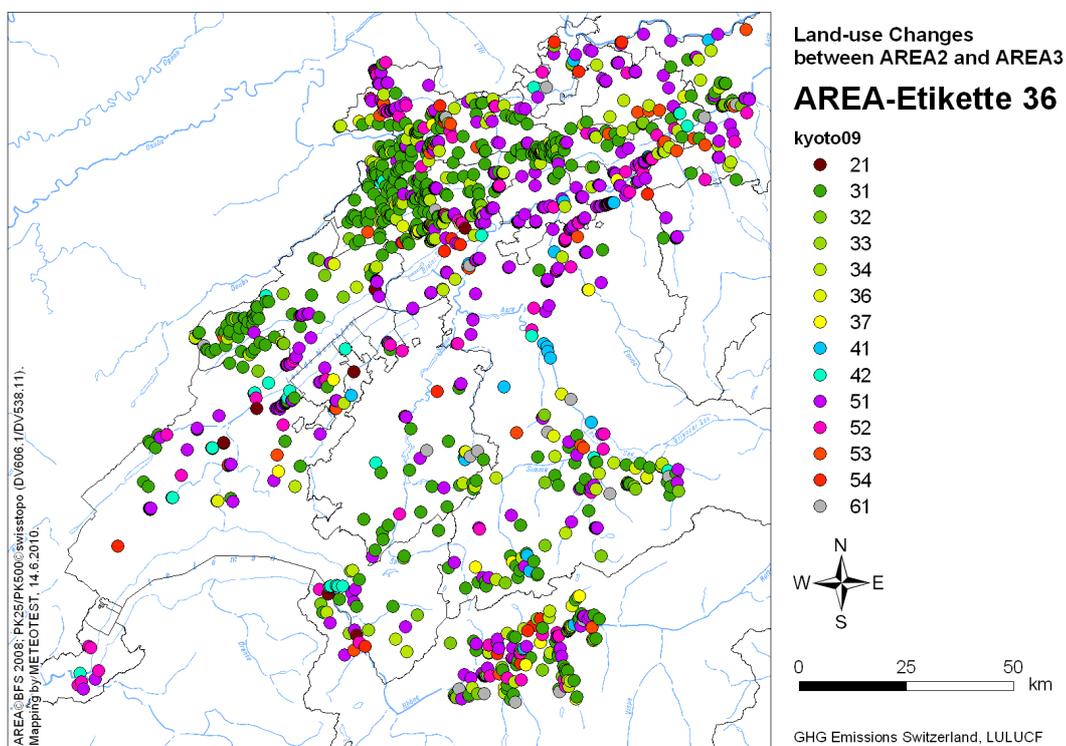


Abbildung 4: Stichprobenpunkte (Stand Juni 2008), welche zwischen AREA2 und AREA3 als Rodung etikettiert wurden. In Farbe dargestellt ist kyoto09.

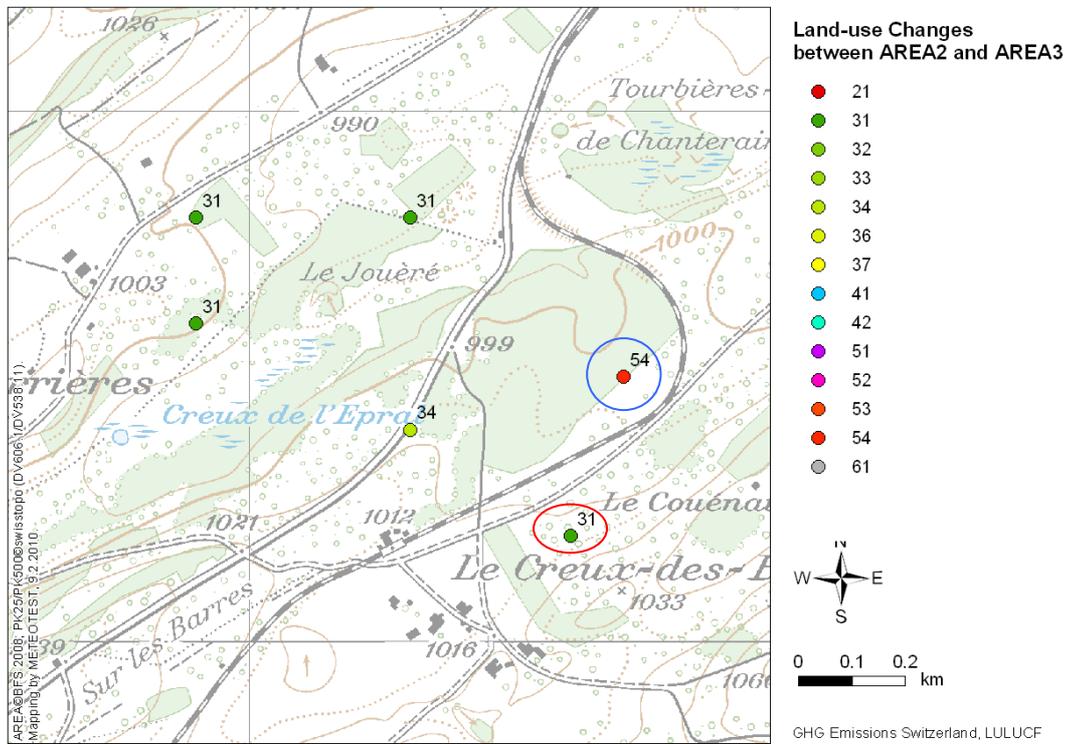
Tabelle 7 zeigt das Schicksal der etikettierten Flächen: Der grösste Teil ist, ausgedrückt in Kyoto-Kategorien, zu Grassland geworden (44%), dann folgen Siedlungsflächen (38%) und Gebiete, die Wald geblieben sind (11%).

Im Vergleich mit Tabelle 6 kann man folgern, dass die Etiketten nicht konsequent auf allen neu entstandenen Siedlungsflächen vergeben wurden (nur 621 ha gegenüber 817 ha). Des Weiteren wurden gemäss Aussage von Felix Weibel (BFS) auch gröbere Pflegeeingriffe auf Waldweiden, v.a. im Jura, als Rodung etikettiert, die dann zu Grassland übergangen. In den meisten dieser Fälle liegt vermutlich keine Rodungsbewilligung vor. Zudem sind auch wasserbauliche Eingriffe etikettiert worden.

Tabelle 7: Kyoto-Kategorien derjenigen Hektaren, die in AREA3 als Rodung etikettiert sind.

kyoto09	Anzahl	Summe	Prozent
11	2		
12	30		
13	142	174	11%
21	9	9	1%
31	461		
32	64		
33	6		
34	136		
36	18		
37	28	713	44%
41	30		
42	37	67	4%
51	385		
52	150		
53	59		
54	27	621	38%
61	40	40	2%
Total	1624	1624	100%

3.3 Beispiele Jura, Waldweide und Waldrand (CC12)

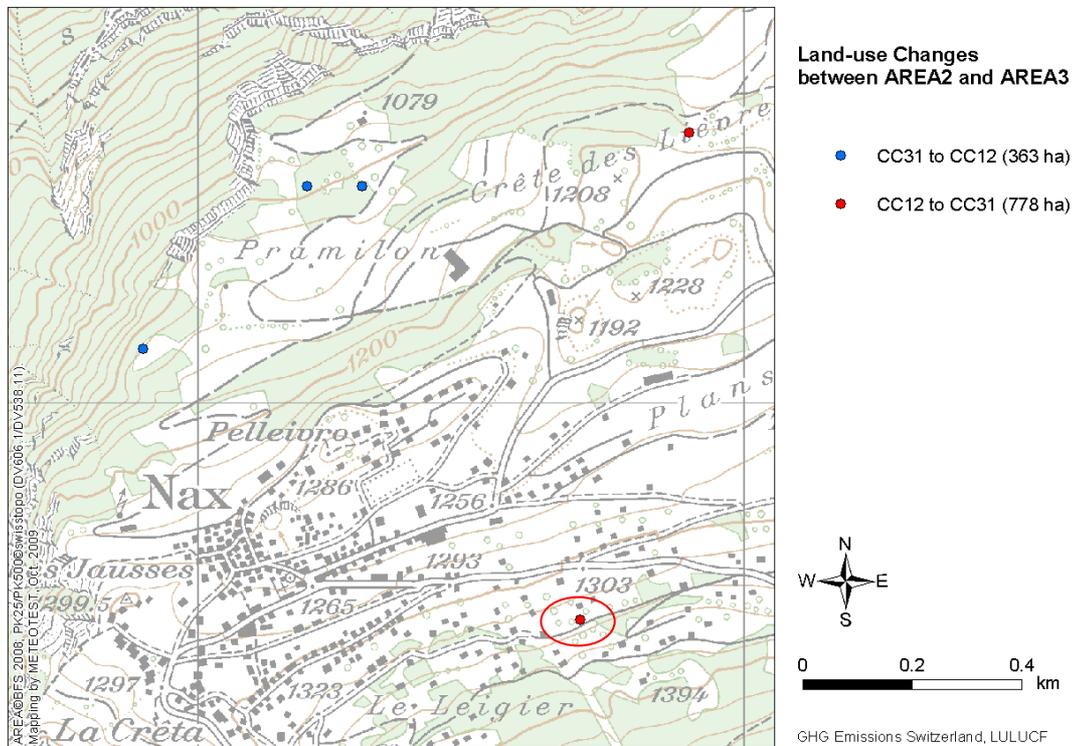


x	562600
y	228200
kyoto85	12
kyoto97	12
kyoto09	31
lc85	41
lc97	41
lc09	21
lu85	301
lu97	301
lu09	242
eti85	0
eti97	0
eti09	0
datum85	1982
datum97	1994
datum09	2005



Abbildung 5: Detail im Jura mit Auslichtungen von CC12 auf Waldweide und an Waldrändern. Der Code CC54 kommt durch einen Campingplatz zustande, welcher den geschlossenen Baumbestand etwas zurückdrängt.

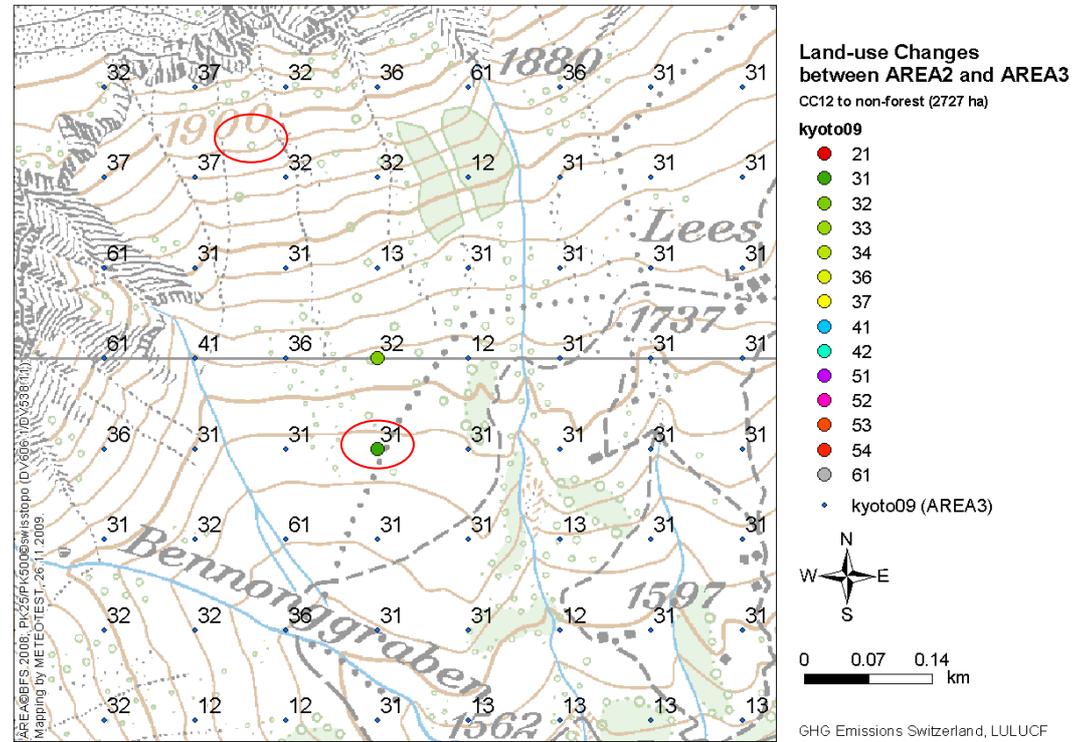
3.4 Beispiel Wallis (Rodung, CC12)



x	599700
y	119600
kyoto85	12
kyoto97	12
kyoto09	31
lc85	44
lc97	44
lc09	21
lu85	301
lu97	301
lu09	223
eti85	0
eti97	0
eti09	36
datum85	1980
datum97	1992
datum09	2004

Abbildung 7: Details von CC12; Einwuchsf lächen sowie eine Ausrichtung in Siedlungsnähe, welches das Rodungs-Etikett (36) trägt.

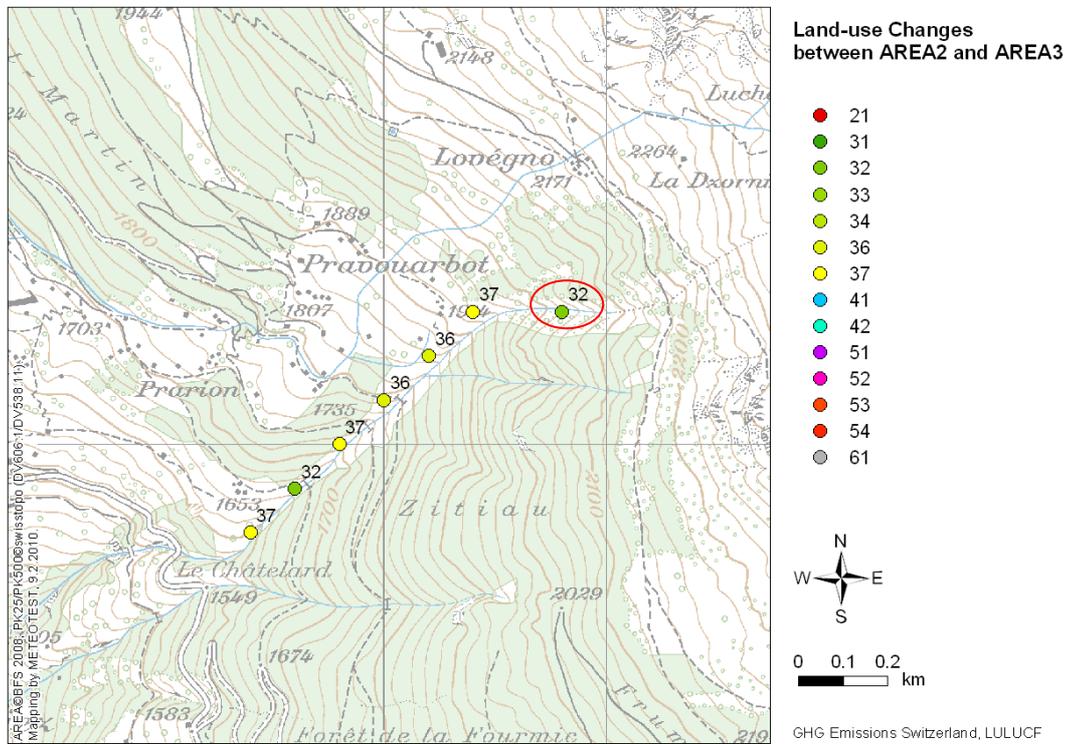
3.5 Beispiele Steilhang (CC12)



ID	1112142
x	612400
y	134900
kyoto85	12
kyoto97	12
kyoto09	31
lc85	44
lc97	44
lc09	21
lu85	242
lu97	242
lu09	242
eti85	0
eti97	0
eti09	0
datum85	1980
datum97	1992
datum09	2004

Abbildung 8: Detail Ausrichtung in Steilhang, möglicherweise durch Lawine. Zwei Punkte wurden von CC12 in CC31 bzw. CC32 umcodiert.

3.6 Beispiele Lawinenzug und Fließgewässer (CC12)



x	602400
y	113300
kyoto85	12
kyoto97	12
kyoto09	32
lc85	41
lc97	41
lc09	31
lu85	301
lu97	301
lu09	421
eti85	0
eti97	0
eti09	0
datum85	1980
datum97	1992
datum09	2004

Abbildung 9: Detail Ausrichtung in Rufe, wahrscheinlich durch Lawine. Sieben Punkte wurden von CC12 in CC32, C36 oder CC37 umcodiert.

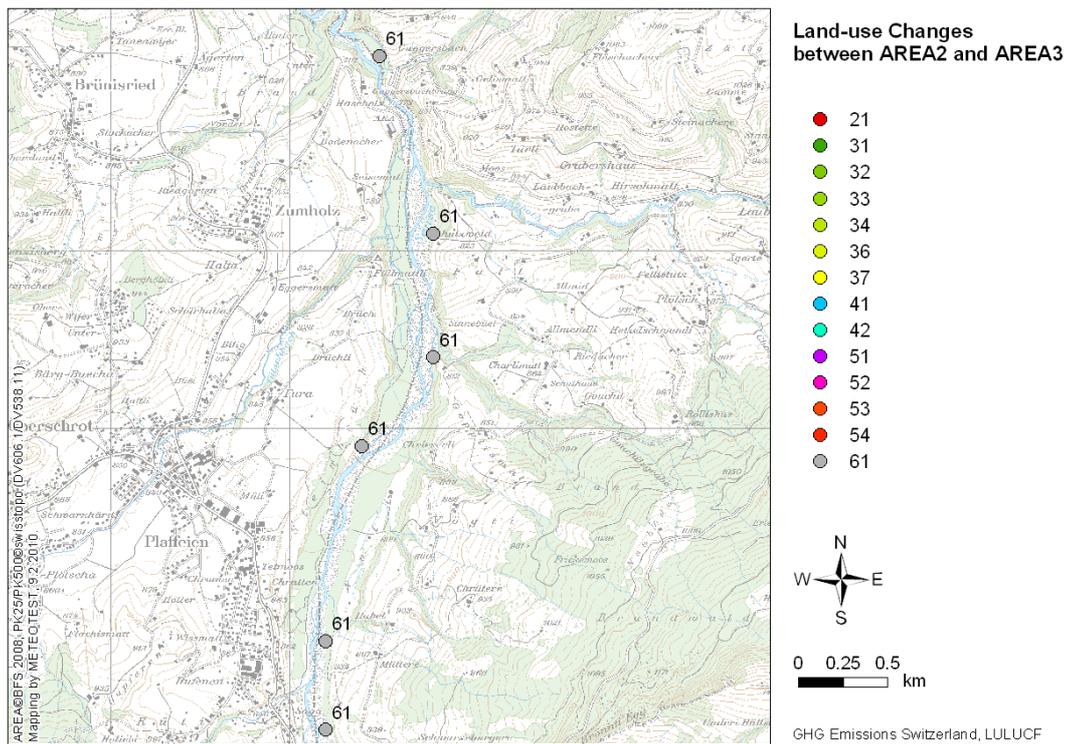


Abbildung 10: Übersotterung von CC12 durch Fließgewässer (Beispiel Schwarzwasser).

3.7 Beispiele Jura und Fließgewässer (CC13)

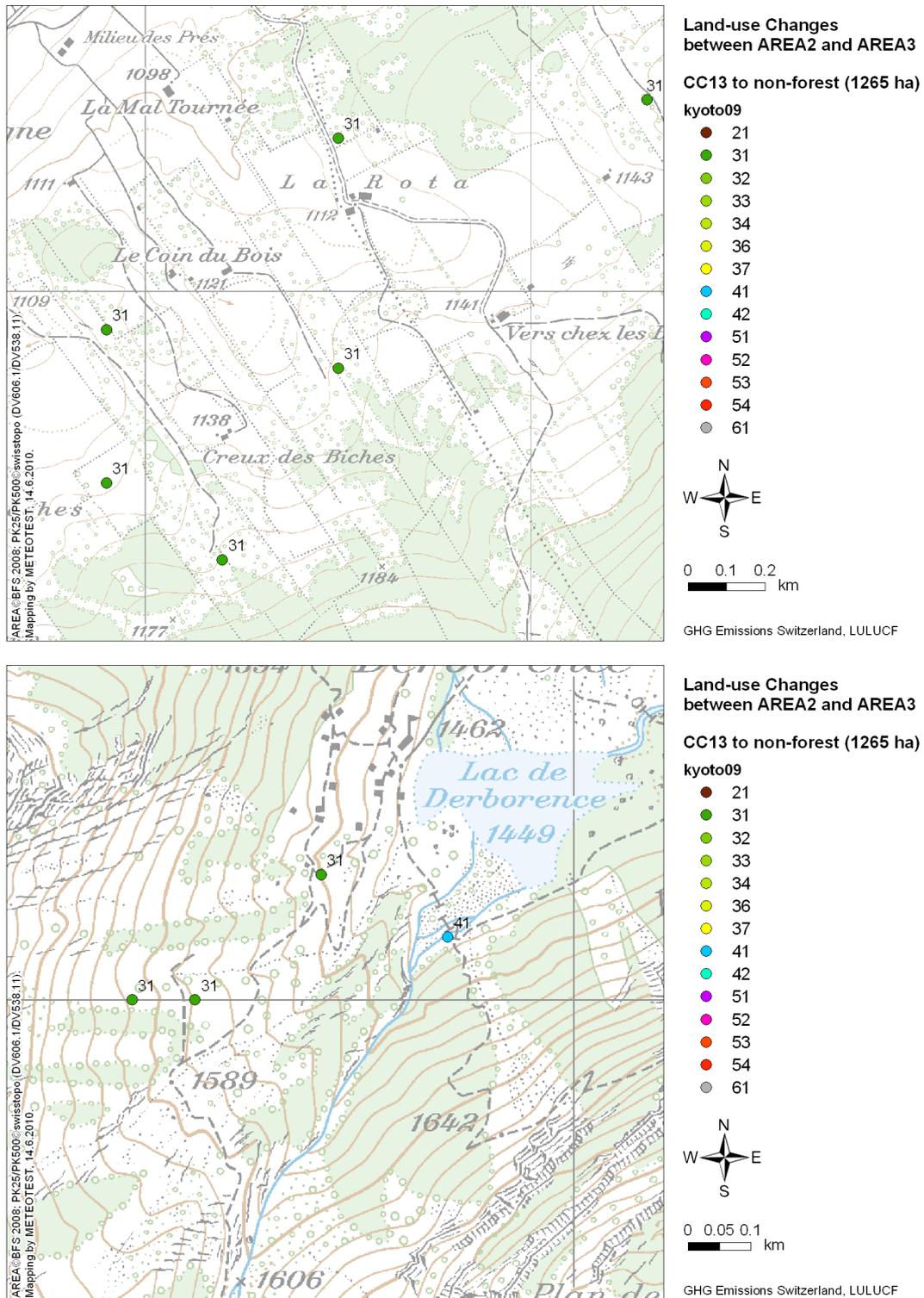


Abbildung 11: Typische Beispiele für die Umwandlung von CC13 zu Nicht-Wald im Jura (oben) und in den Alpen (unten).

4 Analyse Primärlinien und -flächen (Vector25)

In diesem Kapitel wird die Lage der "entwaldeten" AREA-Stichproben bezüglich Primärflächen und ihre Distanz zum Waldrand (Datensätze Vector25 von swisstopo) berechnet und statistisch ausgewertet. Dabei ist zu beachten, dass Vector25 nicht immer auf den neusten Flugbildern basiert. Trotzdem sollte die Auswertung einen Eindruck vermitteln, in welchen Situationen gemäss Landeskarte sich die Entwaldung im Allgemeinen abspielt.

Für diese Analyse werden alle Punkte ausgewählt, die in AREA2 CC12 waren und in AREA3 zu nicht-Wald geworden sind, total 2727 Hektar-Punkte (siehe Abbildung 1). Für jeden Punkt wurde der Code der Primärfläche (Datensatz Vector25), in welcher er liegt, sowie die Distanz zur nächstgelegenen Primärlinie (Waldrand oder andere) berechnet. Die Primärlinien und -flächen sind in Abbildung 12 exemplarisch dargestellt.

Anschliessend folgen statistische Auswertungen. Die Grundlagedaten dazu befinden sich in der Datei cc12_nf_vector25.xls.

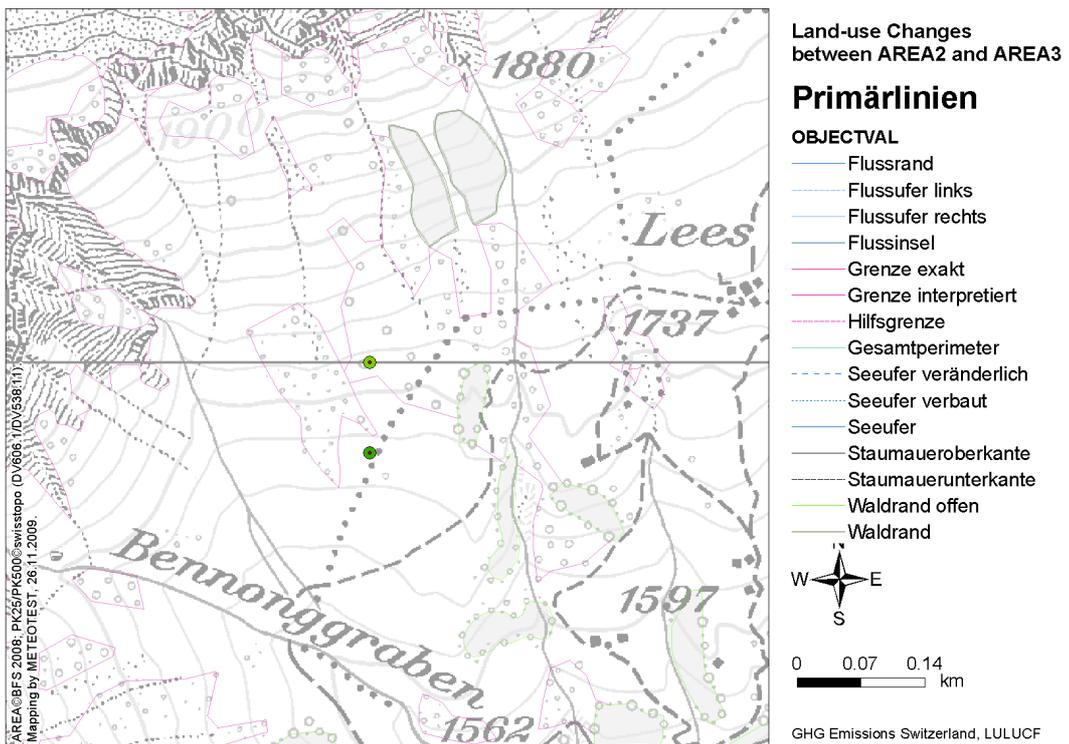
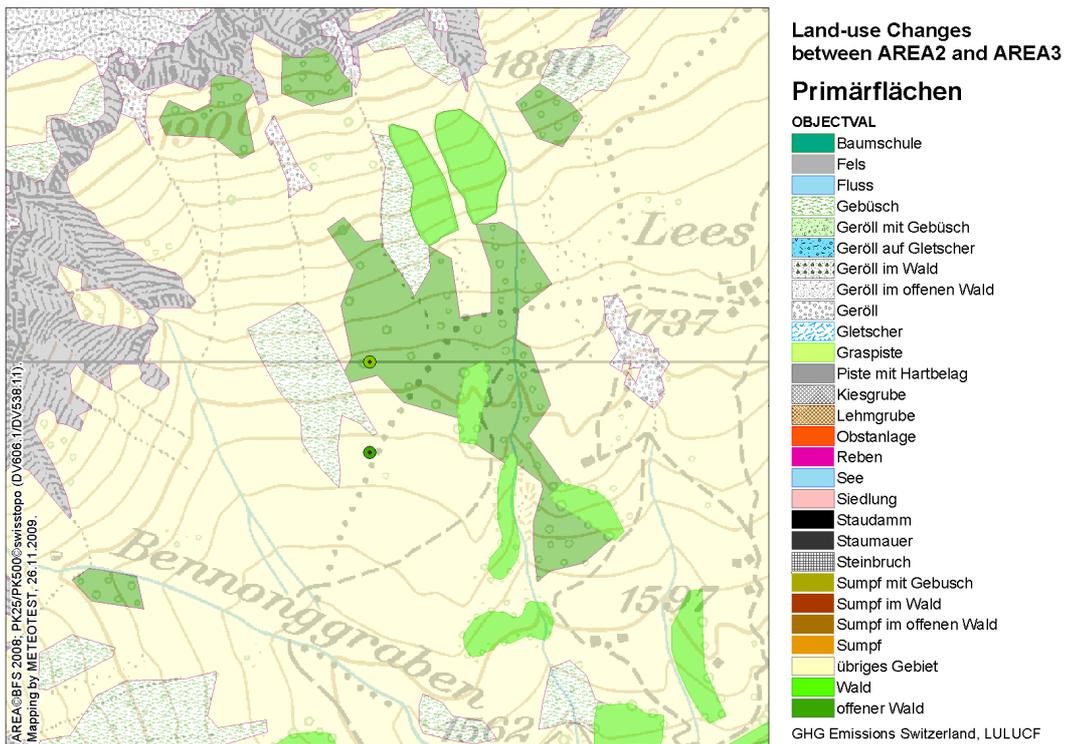


Abbildung 12: Primärflächen und Primärlinien aus Vector25 (© swisstopo, DV002232.1) gezeigt am Beispiel "Steilhang".

Tabelle 8 zeigt, wie viele Stichprobenpunkte in welchen Primärflächen liegen und welcher Primärlinien-Typ den kleinsten Abstand zum Stichprobenpunkt aufweist. Lesebeispiel: 755 ha liegen im "übrigen Gebiet" (Z_Uebrig, alles was auf der Landeskarte weiss ist, v.a. Landwirtschaftsflächen) und die nächstgelegene Primärlinie ist ein "Waldrand". Waldrand und offener Waldrand sind die dominanten Linientypen. Auffällig oft tritt auch der Linientyp "Grenze interpretiert" auf, welche durch swisstopo festgelegt wird, um z.B. offenen Wald (Baumkreise auf der Landeskarte) von übrigen Gebiet abzugrenzen.

Tabelle 8: Anzahl Stichprobenpunkte, die von CC12 zu Nicht-Wald wechselten, pro Primärfläche (ObjectvaF) und pro nächstgelegener Primärlinien (ObjectvaL).

OBJECTVAL	Fluss_Li	Fluss_Re	Flussins	GrenzEx	GrenzIn	H_Grenze	Seeu_and	Seeu_bau	Seeufer	Waldrand	WaldrO	Gesamtergebnis
Z_Fels					26					1		27
Z_Fluss	7	7	2									16
Z_Gebue					55					17	17	89
Z_GerGeb											1	1
Z_Geroel	4	1	2		42					17	4	70
Z_GerWa					1							1
Z_KiGrub					65				2	43		110
Z_LeGrub										4		4
Z_ObstAn					3					3		6
Z_Reben				1						2		3
Z_See									17			17
Z_Siedl	1	3			19			1	1	58	3	86
Z_SteBru					8					3		11
Z_SumGeb										2		2
Z_Sumpf					4		1			13		18
Z_SumWa					2					3		5
Z_SumWaO											2	2
Z_Uebrig	5	6	1	3	153	4			7	755	204	1138
Z_Wald	15	30			89		1		5	757	99	996
Z_WaldOf					52				1	17	58	128
Gesamtergebnis	32	47	5	4	519	4	2	1	33	1695	388	2730

In Tabelle 9 sind für die gleichen Kombinationen wie in Tabelle 8 die mittleren Distanzen der Stichprobenpunkte zur benachbarten Primärlinie dargestellt. Lesebeispiel: Bei denjenigen Stichprobenpunkten, deren nächstgelegene Primärlinie ein Waldrand ist (d.h. in 1695 von 2730 Fällen), beträgt im Mittel die Distanz zu dieser Linie 22.4 m.

Abbildung 13 zeigt die Häufigkeitsverteilung dieser Distanzen; es wird ersichtlich, dass in gut 70% der (1695) Fälle die Distanz weniger als 20 m beträgt.

Tabelle 9: Mittlerer Abstand von der nächstgelegenen Primärlinien (ObjectVaL) in Meter für diejenigen Stichprobenpunkte, die von CC12 zu Nicht-Wald wechselten, aufgeteilt pro Primärfläche (ObjectvaF).

OBJECTVAL	Fluss_Li	Fluss_Re	Flussins	GrenzEx	GrenzIn	H_Grenze	Seeu_and	Seeu_bau	Seeufer	Waldrand	WaldrO	Gesamtergebnis
Z_Fels					7.3					5.5		7.3
Z_Fluss	6.5	4.7	13.2									6.6
Z_Gebue					19.4					15.0	19.0	18.5
Z_GerGeb											11.8	11.8
Z_Geroel	18.2	16.2	14.5		11.9					11.5	4.4	11.9
Z_GerWa					7.6							7.6
Z_KiGrub					31.7				42.4	36.5		33.8
Z_LeGrub										9.3		9.3
Z_ObstAn					23.6					26.5		25.0
Z_Reben				3.3						3.1		3.2
Z_See									8.3			8.3
Z_Siedl	294.4	63.4			31.6			47.5	130.8	14.8	16.8	25.3
Z_SteBru					26.2					9.7		21.7
Z_SumGeb										16.4		16.4
Z_Sumpf					14.2		32.8			19.2		18.8
Z_SumWa					12.8					19.1		16.6
Z_SumWaO											42.7	42.7
Z_Uebrig	26.2	11.6	13.3	32.8	23.3	0.0			15.1	17.5	17.4	18.2
Z_Wald	15.5	20.4			32.6		8.8		18.9	27.6	19.2	26.7
Z_WaldOf					16.4				50.9	24.6	23.8	21.1
Gesamtergebnis	24.3	19.6	13.7	25.4	23.3	0.0	20.8	47.5	18.4	22.4	18.9	21.9

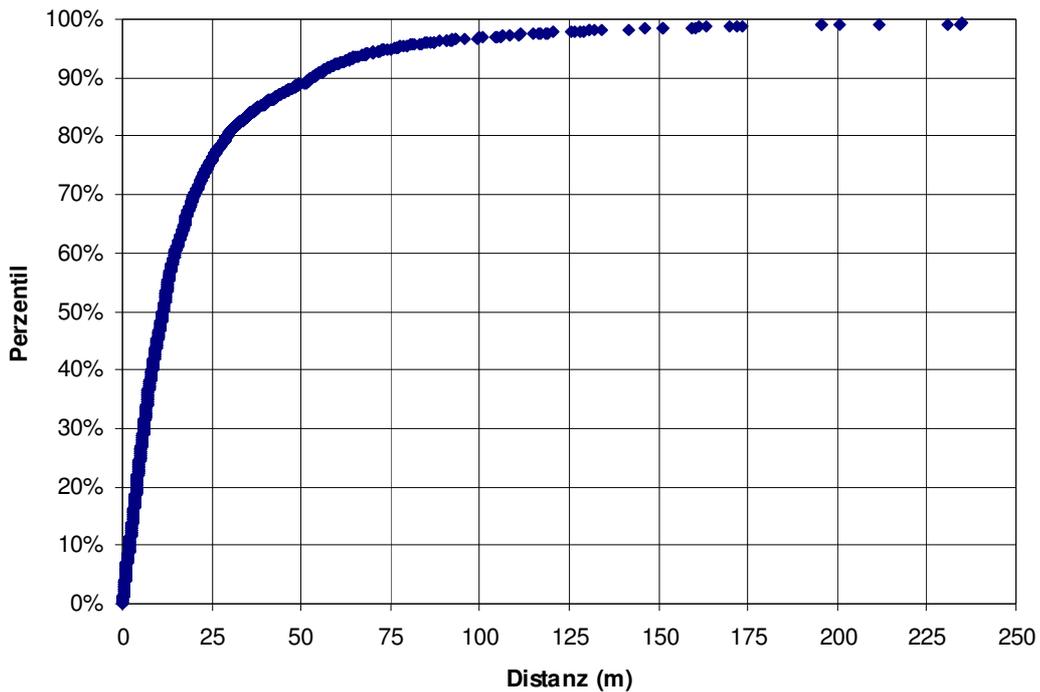


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der Distanz zwischen den Stichprobenpunkten und „Waldrand“. Etwa 75% sind unter 25 m.

5 Vergleich mit Landesforstinventar (LFI)

Zwischen der 2. und der 3. LFI-Erhebung (Brändli 2010) wurden insgesamt 74 Stichprobenpunkte auf dem km-Raster, welche der CC12-Definition entsprechen, zu Nicht-Wald (Auswertung E. Thürig, WSL). Davon sind 25 auch durch die AREA-Stichprobe (Stand Juni 2008) abgedeckt und in Tabelle 10 aufgelistet.

Von diesen 25 Punkten sind in AREA2 nur 9 Punkte Wald (CC12 in Spalte Kyoto97) und davon wiederum ist nur 1 Punkt in AREA3 Nicht-Wald geworden. Andererseits ist in 13 Fällen der Waldtyp im LFI (Spalte TYP1) 3 oder 6, d.h. "dauernd nicht bestockt" oder "dauernd aufgelöste Bestockung". Die Spalte RVMRDGREEN enthält den Holzvorrat in m³/ha. Der hohe Wert im Beispiel Nr. 11 wird durch sog. Tarifbäume hervorgerufen.

Man sieht also auch hier, dass es sich um die "Grenzfälle" handelt, wobei doch etwas überrascht, wie oft sich AREA und LFI bei der Waldfeststellung uneinig sind. Ist dies eher eine Frage der Definitionen, der Methoden oder der Datengrundlage? Das BFS hat für einige der Punkte Bildunterlagen geliefert, mit welchen die Kyoto-Codierungen plausibilisiert werden konnten (Weibel 2010).

Tabelle 10: Die LFI-Stichproben (25 Stück) mit Entwaldung zwischen LFI2 und LFI3, ergänzt mit den Kyoto-Kategorien (CC) von AREA.

NR	CLNR	X	Y	RVMRDGREEN	TYP1	kyoto85	kyoto97	kyoto09
1	14197	613000	254000	139	3	51	51	51
2	139695	607000	132000	220	3	34	34	31
3	108097	558000	161000	9	3	42	42	42
4	37058	570000	225000	3	3	31	31	32
5	117845	560000	153000	34	3	52	52	52
6	101845	623000	166000	0	3	13	13	31
7	147958	612000	121000	99	3	51	51	51
8	78140	586000	185000	139	3	52	52	52
9	59069	534000	201000	145	6	12	31	31
10	152160	612000	115000	28	6	34	34	34
11	37046	564000	225000	614	6	12	12	12
12	26090	570000	239000	33	6	12	32	31
13	146447	572000	123000	59	6	12	31	31
14	100512	600000	167000	832	8	12	12	12
15	25391	605000	240000	310	11	12	12	12
16	119076	573000	152000	508	11	12	12	12
17	92892	610000	173000	44	12	12	12	12
18	146523	610000	123000	8	13	12	12	12
19	122664	606000	149000	69	14	34	34	34
20	35513	594000	227000	480	15	12	12	52
21	87799	536000	177000	377	15	12	12	12
22	123620	501000	148000	355	15	31	31	31
23	9911	645000	260000	631	15	34	34	34
24	142862	569000	128000	408	16	54	54	54
25	120307	598000	151000	680	16	12	12	12

6 Mögliche Interpretationen und offene Fragen

Die Umwandlung von produktivem Wald (CC12) zu Nicht-Wald kann zusammenfassend wie folgt interpretiert werden: Gemäss Tabelle 1 sind davon total 675 ha pro Jahr (2006, hochgerechnet auf die ganze Schweiz) betroffen. Davon gehen

- 416 ha zu Grassland, v.a. in der Nähe von Waldrändern (siehe Abbildung 6 und Abbildung 13) und bei unscharfen Übergängen von Grassland zu Wald (aufgelöster Wald) wie zum Beispiel in Abbildung 5 oder in Lawinenzügen (Abbildung 8 und Abbildung 9);
- 166 ha zu Siedlung, v.a. im Mittelland (siehe Abbildung 1); dies dürften zum grossen Teil "echte" Rodungen sein, die wahrscheinlich auch in der Rodungsstatistik (FOEN 2009i) auftauchen sofern es nicht nur temporäre Rodungen sind;
- 59 ha zu Other Land, v.a. durch die Dynamik an Fließgewässern im Bereich von Auenwäldern (siehe Beispiel in Abbildung 10);
- 33 ha zu Wetland (Oberflächengewässer und Feuchtgebiete), was einerseits durch Wasserbau (z.B. Aare Thun-Bern) und andererseits durch Moorpflagemassnahmen (z.B. Bekämpfung der Verbuschung am Südufer Neuenburgersee, Klaus 2007) erklärt werden kann (siehe Abbildung 1).

Wie sind die Umwandlungen zu Grassland, zu bewerten? Teilweise muss von "unbewilligten Rodungen" ausgegangen werden, welche von einzelnen Bäumen und Gebüsch bis zu recht massiven Eingriffen reichen. Diese Eingriffe können jedoch wohl alle noch unter „Pflagemassnahmen“ gefasst werden, welche auf wenig (sporadisch) genutztem Grassland stattfinden. Ein Teil der Umwandlungen zu Grassland sind auf Lawinen zurückzuführen. Es war nicht möglich, diesen Teil zu quantifizieren, aber er dürfte nicht stark ins Gewicht fallen.

Artefakte durch die Art der Definition von Wald aufgrund der Landuse- und Landcover-Codes von AREA scheinen bei CC12 nicht eine entscheidende Bedeutung zu haben. In über 80% der Fälle, in welchem eine CC12-Entwaldung detektiert wird, zeigt auch die AREA-Codierung einen Wechsel des Landuse an (Tabelle 6).

Der Vergleich mit den LFI-Entwaldungen zeigt etwas überraschende Differenzen, wobei die Stichprobenzahl sehr klein ist.

Die Umwandlung von unproduktivem Wald (CC13) zu Nicht-Wald kann zusammenfassend wie folgt interpretiert werden: Es handelt sich dabei zum allergrössten Teil nicht um einen echten Land-use Change im Sinne des Kyoto-Protokolls, da sich zwar die CC-Kategorie ändert, jedoch nicht der Landuse-Code von AREA (siehe Tabelle 5). Betroffen ist die die Kombination lc47/lu242, welche nachträglich in die Kategorie CC13 aufgenommen wurde (Thürig 2007), um den formalen Anforderungen an die Walddefinition im Kyoto-Protokoll Genüge zu leisten.

7 Referenzen

- Brändli, U.-B. (Red.) 2010:** Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Aufnahme 2004-2006. [Results of the third Swiss national forest inventory 2004-2006]. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf. Bundesamt für Umwelt, Bern, 312 S.
<http://www.lfi.ch/publikationen/publ/lfi3-fr.php> [25.03.2010]
- FOEN 2009:** Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2007: National Inventory Report, CRF tables, and Kyoto Protocol LULUCF tables 2000-2007. Submission of 15 April 2009 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment, Bern.
<http://www.environment-switzerland.ch/climatereporting/00545/07651/index.html?lang=en>
- FOEN 2009i:** Jahrbuch Wald und Holz 2009. Umwelt-Wissen Nr. 0925. [Annuaire La forêt et le bois 2009. Connaissance de l'environnement no 0925]. Federal Office for the Environment, Bern. [German and French]
<http://www.environment-switzerland.ch/climatereporting/00545/01913/index.html?lang=en>
- Klaus G. (ed.) 2007:** Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- SFSO 2008:** Supply of provisional data of the AREA Land Use Statistics. Written communication from Felix Weibel and Jürg Burkhalter (SFSO, Neuchâtel) to Lukas Mathys (Sigmaphan, Bern), 26.06.2008.
<http://www.environment-switzerland.ch/climatereporting/00545/01913/index.html?lang=en>
- Thürig E. 2007:** Anpassung der CH Daten an die Vorgaben der Walddefinition vom KP. Arbeitsbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Weibel F. 2010:** Image data for six selected sites of the AREA Land Use Statistics. Written communication from Felix Weibel (SFSO, Neuchâtel), E-mail 23.2.2010.