

Projekt Mythopia II
Climate Farming

Version 4 – 14. 1. 2010



Laufende Informationen zum Projekt finden Sie auf der Webseite des Delinat-Instituts:

<http://www.delinat-institut.org/Klimafarming.html>

sowie im Ithaka-Journal: www.ithaka-journal.net

Projektträger:

Fondation Delinat Institut für Ökologie und Klimafarming

Ansprechpartner : Hans-Peter Schmidt

Ancienne Eglise 9, CH-1974 Arbaz / Wallis, Tel.: 027-398.51.14

schmidt@delinat-institut.org

www.delinat-institut.org

Projektpartner:

Geographisches Institut, Universität Zürich

Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick

Klimafarming

Klimafarming hat zum Ziel, durch geeignete landwirtschaftliche Maßnahmen für natürliche Kohlenstoffsinken und Kohlenstoffspeicher zu sorgen und damit den Gehalt an Treibhausgasen in der Atmosphäre zu reduzieren. Da diese Maßnahmen mit der Erhöhung der Biodiversität und Bioaktivität in der Landwirtschaft, der biologischen Gesundheit des Bodens sowie der nachhaltigen Landschaftsentwicklung einhergehen, lassen sich zwischen den Erfordernissen des Klimaschutzes, den Herausforderungen an die moderne Landwirtschaft und des Naturschutzes erhebliche Synergieeffekte erzielen.

Die Landwirtschaft trägt mit einem Anteil von derzeit rund 15% erheblich ([Quellennachweise](#)) zu dem vom Menschen verursachten Klimawandel bei. Ursachen dafür sind vor allem:

1. die massive Bodenerosion, die zu Humusabbau führt
2. der Auftrag synthetischer Düngemittel, deren Herstellung einen hohen Energieaufwand erfordert (3l Treibstoff für 1 kg Stickstoff) und deren ungenügende Assimilierung u.a. zur Freisetzung des stark klimaschädigenden Lachgases führt
3. der Einsatz von Pestiziden, der die biologische Bodenaktivität hemmt, den Lebensraum von Kleintieren zerstört und damit die Karbonanreicherung im Boden hindert
4. die Überweidung sowie die Intensivhaltung von Nutztvieh
5. der Energieaufwand für die Landbearbeitung und den Transport der Ernte

Da die Landwirtschaft durch geeignete agronomische Maßnahmen durchaus klimaneutral wirtschaften und zum Teil sogar zur Karbonspeicherung beitragen könnte, ist der potentielle Beitrag der Landwirtschaft zum Klimaschutz sehr hoch. Mit der Einführung der CO₂-Zertifikate steht ein sehr effektives finanzielles Instrument zur Verfügung, um den Landwirten die nötigen finanziellen Anreize für die nachhaltige Umgestaltung der Landwirtschaft zu verschaffen und die relativ leichten Ernteeinbußen, die mit der Extensivierung einhergehen, finanziell auszugleichen. Da zudem die Qualität der landwirtschaftlichen Produkte dank der agronomischen Maßnahmen zum Klimaschutz steigt und auch ein wesentlicher Beitrag zu gesünderer Ernährung geleistet wird, wird gleichzeitig die Wertschöpfung der landwirtschaftlichen Produkte erhöht.

Um sowohl die Klimawirksamkeit als auch die agro-ökonomische Nachhaltigkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen in der Praxis nachzuweisen, müssen in Pilotprojekten zunächst die wissenschaftlichen Grundlagen sowie die behördlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden:

1. Es müssen sichere wissenschaftliche Grundlagen für die Erstellung von Karbonbilanzen in den verschiedenen landwirtschaftlichen Situationen (Ackerbau, Obstbau, Dauerkulturen, Forst, Bodenbeschaffenheit, Klima etc.) geschaffen werden.
2. Die Maßnahmen zum Klimaschutz müssen so an die agronomischen Erfordernisse angepasst werden, dass die wirtschaftliche Grundlage der Landbetriebe stabilisiert wird.
3. Es müssen agronomische Erfahrungen und Kenntnisse gesammelt werden, um die Umstellungsbetriebe mit effektiven Beratungen unterstützen zu können.
4. Es müssen klare behördliche Rahmenbedingungen für die Kontrolle und Zertifizierung der Karbonbilanzen sowie für den Handel mit CO₂-Zertifikaten aus der Landwirtschaft geschaffen werden.

Im Rahmen des Projekts *Mythopia II* sind zwei verschiedene landwirtschaftliche Bereiche für die Pilotversuche ausgewählt worden: 1. Rebberg / 2. Hochstamm-Obstplantage

1. Weinberg

Die stark intensivierte Monokultur des Weinbaus trägt in der derzeit überwiegend praktizierten Kulturform erheblich zur Klimaschädigung bei. Der großflächige Einsatz von Herbiziden zwischen den Rebzeilen, der enorme Aufwand synthetischer Düngemittel, die häufigen Passagen des Traktors und der Einsatz von Fungiziden mit hoher Biotoxizität machen aus der Jahrtausende alten Rebkultur einen nicht zu unterschätzenden Risikofaktor für die Klimaentwicklung.

Ohne allzu großen Aufwand und unter lediglich geringen Ernteeinbußen lässt sich in der aktuellen Monokultur des Rebbaus eine nicht nur klimaneutrale, sondern sogar klima-positive Zone einrichten. Erreichen lässt sich dies u.a. durch verschiedene Begrünungsstrategien zur Aktivierung der Bodenaktivität, den Eintrag ligninhaltiger Komposte, die Randzonenbepflanzung mit Bäumen und Büschen sowie den Eintrag von Bio-Kohle in die landwirtschaftlich genutzten Böden.

Karbonbilanz – Weinberg

Einsparung durch Verzicht auf synthetischen N-Dünger

CO ₂ -Aufwand zur N-Herstellung (50kg N /ha)	0,4	t/a
N ₂ O-Emission ca. 4% N *310	0,6	t/a
Humusverlust durch Erosion ca.:	0,5	t/a
CO ₂ -Reduktion pro Jahr	1,5	t/a

Speicherung im Boden

C-Anreicherung im Boden durch geeignete

Humus-Bewirtschaftung 1,5 t / ha a

5,5 t/a

C-Anreicherung im Boden durch Bio-Kohle total ca. 100 t/ha	365	T
CO ₂ -Reduktion Boden pro Jahr	15,9	t/a
Speicherung in Wuchsholz		
in Obstbäumen an Rändern (10 Stk. /ha) 50 Jahre	76	T
m ³ Rebholz + Wurzel / ha bei Guyoterziehung	24	
spez. CO ₂ -Speicher kg/m ³ ca.	1900	
C-Speicher in Rebholz 35 Jahre	46	T
CO ₂ -Reduktion Holz pro Jahr	2,8	T
Gesamtbilanz - CO ₂ - Reduktion 35 Jahre	707	T
Gesamtbilanz - CO₂ Reduktion pro Jahr	20,2	t/a
davon als Emissionsverminderung nach Kyoto-Protokoll Anrechenbar	14,2	t/a

nicht eingerechnet sind die Traktorfahrten, die Methanemission des Komposts und der Leguminosen, der Zuwachs der Biomasse über dem Boden

Der in der obigen Rechnung angegebene Wert für die Karbonanreicherung im Boden durch Humusbewirtschaftung beruht auf Untersuchungen im Ackerbau, wobei die Karbonentwicklung nur im regelmäßig gepflügten Oberboden untersucht wurde. Im Weinberg, wird die Karbonanreicherung vermutlich deutlich mehr als das Dreifache dieses Wertes betragen, da nicht nur im ungepflügten Oberboden höhere Humuskapazitäten vorliegen, sondern vor allem auch im Unterboden ein erhebliches Karbonspeicherpotential besteht. Durch eine Reihe von Maßnahmen wie pH-Regulierung (Anteil an harzreichem Holz im Kompost), Bodendurchlüftung (Durchwurzelung der Hilfskräuter), Bodenstrukturierung und biologische Bodenbewegung (Regenwürmer) kann die Anreicherung von Humus in tieferen Bodenschichten begünstigt werden. In entsprechenden Versuchsreihen und Analysen wird es darum gehen, verlässliche Werte für das Karbonspeicherpotential im Gesamtboden des Weinbergs zu ermitteln sowie die konkreten Einflüsse der jeweiligen agronomischen Maßnahmen zu untersuchen.

Die Humusanreicherung der Böden war bei den Klimaverhandlungen von Kyoto ein gravierender Streitpunkt und wurde bei den Verträgen zunächst ausgeklammert, da zum einen die Gesamtkarbonbilanzierung noch schwierig und zum anderen die Stabilität des C-Gehaltes über längere Zeiträume noch nicht hinreichend garantiert bzw. kontrolliert werden kann. Bei den Nachfolgeverhandlungen werden die Karbonsenken im Boden wieder Diskussionsgegenstand sein, weshalb die entsprechenden wissenschaftlichen Versuche von entscheidender Bedeutung sind.

Karbonspeicherung durch Bio-Kohleeintrag

Im Gegensatz zur normalen Humusanreicherung könnte die C-Anreicherung des Bodens durch den Eintrag von Bio-Kohle durchaus mit CO₂-Zertifikaten abgegolten werden, da hierbei nicht die eigentliche C-Senke, sondern die Emissionsverhinderung abgerechnet würde. Beim Prozess der hydrothermalen Karbonisierung (HTC) werden 100% des in den Molekülen der Biomasse enthaltenen Kohlenstoffes extrahiert und je nach Prozessdauer in verschiedenen, stabilen Kristallisationsformen gewonnen. Wird die so gewonnene Biokohle nicht zur Wärmeerzeugung oder Verstromung eingesetzt, sondern in Karbonsenken gespeichert, kann die entsprechende Menge an CO₂-Emissionen verhindert werden. Im Boden bleibt der Kohlenstoff in Form von Bio-Kohle sehr stabil über Jahrtausende gebunden und stellt damit sogar eine noch dauerhaftere Karbonspeicherung als die Verbauung von Schlagholz dar. Insofern die HTC-Reaktionen exotherm ablaufen und die zur Karbonisierung verwendete Biomasse dem Verrottungsprozess entzogen wird, also weder Methan noch CO₂ entsteht, ist die Klimabilanz äußerst positiv (siehe Tabelle im Anhang).

Das Einbringen der Bio-Kohle in landwirtschaftlich genutzte Böden zielt jedoch keineswegs nur auf den Senkeneffekt ab, sondern hat vor allem äußerst positiven Auswirkungen auf die Bodenaktivität, Bodengesundheit und Ertragskapazität, womit die Maßnahmen des Klimafarmings auch der Landwirtschaft zu gute kommen. In entsprechenden wissenschaftlichen Untersuchungen¹ wurden folgende Vorteile für die Bodenkultur bereits nachgewiesen:

- Verbesserung des Wasserspeichervermögens, wodurch Einsparungen bei künstlicher Bewässerung und sogar Neubepflanzungen von Trockengebieten möglich werden
- Deutlicher Zuwachs der Bodenbakterien, die in den Mikroporen der Kohle geschützten Lebensraum finden, wodurch die Nährstoffumsetzung für die Pflanzen gefördert wird
- Zunahme der Wurzelmykorrhizen für eine verbesserte Mineralstoffaufnahme
- Adsorption toxischer Bodenmoleküle wie NO_x, Cu, wodurch die Ausspülung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ins Grundwasser verhindert wird
- Höhere Bodendurchlüftung und somit deutliche Reduktion der Methan- und Lachgasemissionen
- Verbesserung der Kationen-Austausch-Kapazität für den Stoffhaushalt der Pflanzen
- Verstärkung der Stickstoff-Fixierung
- pH-Ausgleich

¹ Für eine umfassende Bibliographie zur Karbonanreicherung durch Bio-Kohle-Eintrag siehe u.a.:

<http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publications.htm>

Während die positiven Auswirkungen für den Getreide- und Leguminosenanbau bei Bio-Kohle-Einträgen von 50 – 140 t/ha hinreichend nachgewiesen werden konnten, bleibt der Einfluss dieser Bodenmaßnahmen sowie die entsprechenden Grenzwerte für den Obst-, insbesondere aber für den hochsensiblen Weinbau zu untersuchen. Reben, die traditionell auf eher trockenen, humusärmeren Böden die qualitativ besten Erträge liefern, könnten durch zu hohen C-Eintrag an Charakteristik verlieren. Die bessere Verfügbarkeit der Mineralstoffe, die Gesundung des Bodens (u.a. Adsorption der zu hohen Kupfergehalte) und die damit einhergehende Verbesserung der Krankheitsresistenz der Reben lassen freilich auch für die Weinqualität eher positive Auswirkungen erwarten.

Die nach dem Protokoll von Kyoto anrechenbare Emissionseinsparung von ca. 14 t CO₂ pro Jahr und Hektar mögen auf den ersten Blick gering erscheinen. Doch bei dem derzeitigen Wert von 80,00 CHF pro t CO₂ beläuft sich dies auf 1120,00 CHF / ha, was fast der Hälfte der derzeitigen Direktzahlungen entspricht.

Bei einer mittelfristigen Umstellung von 15-20% des Walliser Weinberges würden sich die jährlichen Einsparungen an CO₂ auf 10-14.000 t für einen Wert von etwa 1 Million CHF pro Jahr belaufen. Eine solche Umstellung brächte zudem einen enormen Qualitäts- und Imagegewinn (Klimaneutraler Weinberg!) für die Walliser Weinkultur.

Wird zudem ein Teil der aus Biomasse hergestellten Bio-Kohle zur Gewinnung von Elektrizität verwendet und die landwirtschaftlichen Maschinen weitestgehend auf Strom- und Li-Akku-Betrieb umgestellt, wäre die Landwirtschaft nicht mehr wie heutzutage für 15% der klimaschädigenden Emissionen verantwortlich, sondern würde klimapositiv wirtschaften, die Städter also nicht nur mit Nahrungsmitteln, sondern auch mit Energie und nachhaltiger Luftreinigung versorgen.

Die Versuche und Analysen werden auf dem Weinberg von Mythopia in der Walliser Gemeinde Ayent auf einer Fläche von 2 ha durchgeführt. Projektbeginn Januar 2007 (siehe auch Projekt *Mythopia I*).

2. Hochstamm – Obstplantage

Aufgrund der Mechanisierung der Produktionsmethoden hat sich im Obstbau quasi vollständig der Niedrigstammanbau durchgesetzt. Die niedrigen Bäume lassen sich einfacher mit Traktor betriebenen Spritzmaschinen gegen Schädlinge behandeln, Ernte und Baumschnitt sind erheblich leichter und durch die weniger tiefe Wurzelung der Bäume lässt sich leichter mit Düngemitteln und Bewässerung die Ertragsleistung beeinflussen.

Nachteile der Niedrigstammpflanzungen sind die verminderte Widerstandsfähigkeit der Bäume und die geringere geschmackliche Entfaltung des Obstes, was beides nicht zuletzt auf die reduzierte Ausbreitung und Aktivität der Wurzeln zurückzuführen ist. Die durchschnittliche Lebensdauer der Niedrigstammpflanzungen beträgt, anstatt 50 Jahre für einen hochstämmigen Obstbaum, nur rund 15 Jahre. Das Holz der 15 jährigen Niederstammbäume lässt sich höchstens als Feuerholz verwenden bzw. verkohlen, wohingegen das Holz der 50 jährigen Hochstammbäume zu wertvollen Brettern oder Furnieren verarbeitet werden kann, wobei das Karbon der Bäume weiter gespeichert bleibt.

Hochstämmige Obstbäume sind dank ihrer tieferen und weiter verflochtenen Wurzeln nicht auf synthetische Düngemittel angewiesen, was wiederum der gesamten Bodenkultur sowie der Humusanreicherung zugute kommt. Hochstammbäume bieten im Unterschied zu Niedrigstammbäumen Lebensraum für viele Vogelarten und Insekten.

Würde man im Obstbau wieder vermehrt auf hochstämmige Bäume setzen, könnte ein erheblicher Beitrag für die Reduktion der klimaschädigenden Gase geleistet werden. Folgende Überschlagsrechnung mag dies verdeutlichen:

CO2 Speicher - Apfelbaum – Überschlagsrechnung

ausgewachsener Baum ca. 50 Jahre:

Radius m	0,22
Länge m	8,00
Stammvolumen m3	1,2
Gesamtvolumen über Boden m3	3,6
Wurzelvolumen m3 (ca)	3,6
spez. CO2-Speicher kg/m3	1.050,00
CO2-Speicher t pro Baum	7,6
Pflanzdichte stamm/ha	150,00
CO2-Speicher t/ha	1.130
C-Anreicherung im Boden durch Bio-Kohle- eintrag ca. 100 t/ha	365,00
Gesamt- CO2- Speicher t/ha für 50 Jahre	1.495
Preis in CHF pro t CO2	80,00
Zertifikatspreis für 1ha Hochstammapfel 50a	119.600,00
CO2-Prämie pro Baum	797,00
Edelholzertrag nach 50 Jahren in m3 Rundholz	0,60
Pflanzdichte Stamm/ha	150,00
Gesamtedelholzertrag in m3	90,00
Durchschnittspreis m3 roh	1.500,00
Ertrag	135.000,00

Der Ertrag für die jährliche CO2-Speicherung von 30 t/ha mag wiederum nicht sonderlich hoch erscheinen, doch bei einer Hochrechnung auf 20% der 7500 ha des Schweizer Obstbaus steht mittelfristig ein Potential von über 45.000 t CO2 pro Jahr zur Verfügung.

Die Versuche werden bei der Anpflanzung von 2,5 ha hochstämmiger Obstbäumen alter Sorten (*pro specia rara*) in der Walliser Gemeinde Arbaz durchgeführt. Hierbei werden verschiedene Mengen Bio-Kohle (von 10 bis 140 t / ha) auf der Versuchsfläche ausgebracht, um einen langfristigen Vergleich hinsichtlich Wuchskraft, Krankheitsresistenz, Fruchtaroma, Bodenaktivität, Beikräutervielfalt zu ermöglichen. Die weitere Nährstoffversorgung der Böden wird durch Zwischenbegrünung mit Leguminosen gewährleistet. Die Hochstamm-Obstbäume werden in einem Abstand gepflanzt, dass eine Zwischenbegrünung mit vielfältigen Büschen, Sträuchern und Weidepflanzen möglich wird, um so die Biomasse für die Herstellung weiterer Bio-Kohle zu gewinnen.

Anhang

Vergleich einiger Umwandlungsverfahren von Biomasse hinsichtlich Energieeffizienz und Karbonbindung

Verfahren	Rohstoff	Treibstoff – Äquivalent	C-Bindung	Bemerkung
Gärung	Weizen	2.760 l / ha	66 %	Intensive Monokultur, Nahrungsmittelkonkurrenz
	Zuckerrübe	6.620 l / ha	66 %	Intensive Monokultur, Nahrungsmittelkonkurrenz
Ölauspressung	Raps	1.400 l / ha		Intensive Monokultur, Weiterverwendung von Presskuchen u. Stroh (durch HTC)
Biovergasung - Biomethan	Misch-Biomasse, Abfälle, Gülle	1.500 l / ha + 5.500 l / ha Abwärme	50 %	Mischkultur möglich, Abfallnutzung, keine Trocknung, schwierige Nutzung der Abwärme
Kompostierung	Misch-Biomasse, Bioabfälle		10 %	
Verrottung	Misch-Biomasse, Bioabfälle	-	0-1 %	
Biogas to Liquid (BTL)	Misch-Biomasse, Bioabfälle	2300 l / ha	60 %	Nachhaltige Kultivierung möglich, kompliziertes, teures, zentralisiertes Verfahren, Trocknung der Ausgangssubstanzen
Hydrothermale Karbonisierung (HTC)	Misch-Biomasse, Bioabfälle	10.000 – 14.000 l / ha	100 %	Nachhaltige Kultivierung möglich, einfaches dezentrales Verfahren