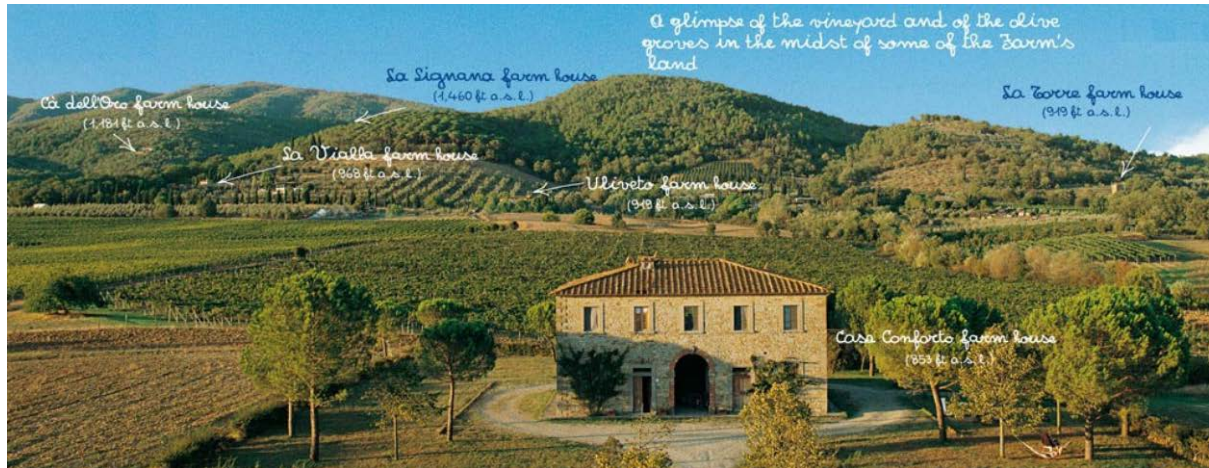


Schatting Balans CO₂-uitstoot

Fattoria La Vialla



Arezzo

De analyses zijn uitgevoerd door:

La Fabbrica del Sole s.c.ar.l.

Universiteit van Siena – Departement Biotechnologie, Scheikunde en Farmacologie

Dr. Paolo Fulini - Onderzoekscoördinator

Dr. Maria Laura Parisi – Ontwikkeling analysemethode en controle geldigheid

Prof. Riccardo Basosi – Verantwoordelijke voor de algehele supervisie analyse



Inhoudsopgave

Inleiding.....3

Systeem gehanteerd voor berekening.....3

1. Analyse van de data van de input en de uitstoot.....4

2. Sector landbouw, bossen en grond.....6

3. Vergelijking tussen bemesting bij biologische en traditionele landbouw.....13

4. Conclusie.....18

Bibliografie en bronnen.....19

Inleiding

Dit rapport vloeit voort uit het onderzoek dat is uitgevoerd om de uitstoot van koolstofdioxide en andere broeikasgassen in kaart te brengen, uitgedrukt in equivalenten koolstofdioxide (CO₂ eq), gerelateerd aan de activiteiten van Fattoria La Vialla in Località Poggiolo Castiglion Fibocchi – Arezzo, Toscane voor het jaar 2012.

Naast een berekening van de hoeveelheid koolstofdioxide die direct of indirect bij de onderzochte activiteiten wordt uitgestoten, is in de analyse ook de bijdrage van alle andere broeikasgassen opgenomen die door het systeem worden gegenereerd, op basis van de GWP-index (global warming potential, GWP, oftewel aardopwarmingsvermogen). Deze index geeft weer in welke mate een gas bijdraagt aan het broeikaseffect, waarbij de GWP-waarde wordt verondersteld als gelijk aan 1. Volgens het Kyoto-protocol komt elk broeikasgas overeen met een bepaalde hoeveelheid CO₂-equivalent.

Voor de berekening van de CO₂-equivalenten zijn de uitstootcoëfficiënten gebruikt die door het Intergovernmental Panel on Climate Change zijn gepubliceerd (IPCC Emission Factor Database, 2007). De geldigheid van de analyse is getoetst met behulp van Simapro-software en de methodes om de impact op het milieu te schatten zijn bijgewerkt naar versie 3.3 van de codes. Wanneer dat nodig was, zijn secundaire data verkregen uit de database Ecoinvent versie 2.2. Fattoria La Vialla verbouwt haar gewassen volgens de principes van biodynamische landbouw en respecteert daarbij de cyclus en de energie van het “bodemsysteem”; het gebied strekt zich uit over meer dan 2.000 hectare, waarvan er 613 bebouwd worden, 206 hectare grond is in conversie naar biologische bebouwing, 759 is bebost (voornamelijk eik en steeneik) en 536 hectare wordt bebouwd met houtige gewassen (wijnngaarden en olijfbomen).

Fattoria La Vialla heeft een helofytenfilter voor het huishoudelijk afvalwater en daarnaast zonnepanelen om duurzame elektriciteit op te wekken met een totale capaciteit van circa 400 kWp. Het papier en karton dat gebruikt wordt voor communicatieve doeleinden en als verpakkingsmateriaal wordt gerecycled en de compensatie van CO₂-uitstoot om deze te produceren is uitgerekend op basis van een systeem van certificaten, dat hieronder nader wordt uitgelegd.

Systeem gehanteerd voor berekening

Om de uitstoot te berekenen zijn we uitgegaan van een systeem dat in stationaire status is. In de analyse worden alleen de materiële en energetische input meegenomen die nodig zijn om alle handelingen voor de productie van het bedrijf uit te kunnen voeren. De realisatie van installaties en machines blijven buiten beschouwing. De berekening van externe milieufactoren is dus gerelateerd aan wat er in (grondstoffen en energie) en uit (eindproducten) het systeem gaat voor wat betreft de activiteiten die zijn uitgevoerd in het onderzochte jaar.

Bij het onderzoek is uitgegaan van een procescyclus van 20 jaar. Voor de overschakeling van traditionele naar biologische landbouw gaat men uit van een periode van 8 jaar, waarin de organische lading van de grond eerst toeneemt en zich daarna stabiliseert.

1. Analyse van de data van de input en de uitstoot

Fattoria La Vialla is een landbouwbedrijf dat voedingsmiddelen produceert van biologische herkomst. Naast de productie van gewassen worden de producten bewerkt en vervolgens verpakt met een geëtiketteerd. Het bedrijf produceert voornamelijk wijn, olijfolie, zuivelproducten en groentenconserven. Voor het verpakken en inpakken van de producten worden glazen flessen en potten gebruikt, kunststof rekwikkelfolie, papier en karton.

In onderstaande tabel wordt het verbruik van Fattoria La Vialla weergegeven, verdeeld in verschillende categorieën: energieverbruik (elektrisch en thermisch), verbruik van materialen (papier, karton, plastic en glas), verbruik voor de landbouwproductie (meststoffen en transport van landbouwapparaten) en verbruik voor transport (benzine en diesel, landbouwmachines).

Berekening van de uitstoot 2012

Macrocategorie	Hoeveelheid	Eenheid	Uitstoot	Eenheid	%
Energieverbruik					
Elektrisch (1)	1.105.240,00	kWh	643,25	tCO ₂ eq	12,55 %
Thermisch (metaangas) (2)	183.000,00	m ³	358,68	tCO ₂ eq	7,00 %
Thermisch (Gpl) (3)	14.000,00	l	20,16	tCO ₂ eq	0,39 %
Verbruik van materiaal					
Papier (4)	635.180,00	kg	536,73	tCO ₂ eq	10,47 %
Karton (5)	852.100,00	kg	836,76	tCO ₂ eq	16,32 %
Plastic (6)	50.136,63	kg	135,47	tCO ₂ eq	2,64 %
Wit glas (7)	478.258,90	kg	335,26	tCO ₂ eq	6,54 %
Halfwit glas (7)	244.690,60	kg	163,70	tCO ₂ eq	3,19 %
Uvag-glas(7)	989.422,00	kg	884,54	tCO ₂ eq	17,25 %
Staal (8)	23.360,37	kg	103,72	tCO ₂ eq	2,02 %
Aluminium (9)	2.676,84	kg	22,89	tCO ₂ eq	0,45 %
Hout	33.775,58	kg	63,22	tCO ₂ eq	1,23 %
Verbruik voor landbouwproductie					
Meststoffen	1.284.872,00	kg	138,77	tCO ₂ eq	2,71 %
Diesel landbouwmachines	63.500,00	l	168,28	tCO ₂ eq	3,28 %
Verbruik voor transport					
Transport diesel	240.170,00	l	636,45	tCO ₂ eq	12,41 %
Transport per trein	24.000,00	l	63,60	tCO ₂ eq	1,24 %
Transport benzine	6.465,00	l	15,39	tCO ₂ eq	0,30 %

Totale uitstoot productiecyclus

5.126,85tCO₂ eq

Tabel 1: Verbruik en uitstoot van Fattoria La Vialla

Voor thermische energie, nodig voor verwarming en warm water voor huishoudelijke en productieve doeleinden, wordt metaangas gebruikt, met een jaarlijks verbruik van 183.000 m³.

De Fattoria verbruikt elk jaar 1.105.240 Kwh elektriciteit naast de zelfgeproduceerde energie die wordt opgewekt door de duurzame energie-installaties. Deze energie zorgt voor een jaarlijkse uitstoot van 643,25 tCO₂ en wordt gecompenseerd door RECS-certificaten.

Vergeleken met de vorige analyse, waar het gebruik van papier en karton zorgde voor de grootste uitstoot van CO₂eq, is in dit geval Uvag-glas het materiaal dat het meeste impact heeft op het milieu, met een aandeel van 17,25% (884,54 tCO₂) van de totale uitstoot door het materiaalverbruik.

Op de tweede en derde plaats, voor wat betreft het grootste materiaalverbruik qua gewicht, is te zien dat het verbruik van papier en karton percentueel gezien hoger is vergeleken met de andere materialen, namelijk respectievelijk 10,47% en 16,32%. Zoals nader zal worden uitgelegd, wordt dit belangrijke aandeel in de uitstoot jaarlijks gecompenseerd door de aanschaf van Nature Office-certificaten. Dit certificatensysteem garandeert de compensatie van CO₂-uitstoot door herbebossing.

La Vialla werkt met biodynamische landbouwtechnieken waarbij geen kunstmest wordt gebruikt maar uitsluitend grondstoffen van natuurlijke herkomst; bij de analyse hadden we de impact van meststoffen veel groter geschat, die wordt berekend door de massa van de gebruikte meststoffen om te zetten in equivalente kippenmest en daar de uitstoot van te berekenen: ondanks de veel te hoge schattingen is de bemesting voor niet meer dan 2,8% van invloed op de uitstoot van in totaal 138,77 tCO₂.

Voor wat betreft het totale brandstofverbruik per type aandrijving, valt op dat het verbruik van diesel vele malen groter is dan dat van benzine, aangezien het wagenpark voor het overgrote deel uit door diesel aangedreven machines en voertuigen bestaat. Bovendien hebben we na de eerste analyses van de uitstoot het gebruik van dieselloftuigen gestimuleerd ten nadele van door benzine aangedreven voertuigen.

Bij het berekenen van de uitstoot door het verbruik van elektriciteit is rekening gehouden met een compenserende factor door de opwekking van duurzame energie: Fattoria La Vialla bezit dan ook meerdere fotovoltaïsche installaties met een totale capaciteit van circa 400 kWp.

Berekening compensaties

Energie fotovoltaïsche panelen Vialla a Terra	152	kWp	182.400,00	kWh/jaar	106,16	tCO ₂ eq
Energie fotovoltaïsche panelen Cerbara Falda	35,52	kWp	42.624,00	kWh/jaar	24,807168	tCO ₂ eq
Energie fotovoltaïsche panelen Cerbara sched	76,44	kWp	91.728,00	kWh/jaar	53,385696	tCO ₂ eq
Energie fotovoltaïsche panelen Cerbara Eurostir	55,86	kWp	67.032,00	kWh/jaar	39,012624	tCO ₂ eq
Energie fotovoltaïsche panelen Subbiano	71,50	kWp	85.800,00	kWh/jaar	49,9356	tCO ₂ eq

CO ₂ gecompenseerd door fotovoltaïsche panelen	273,30	tCO ₂ eq
---	--------	---------------------

Tabel 2: Compensaties door opwekking duurzame energie

Bij het kwantificeren van de uitstoot door het verbruik van thermische energie, is er rekening mee gehouden dat het verbruik van metaangas en het verbruik van LPG deels wordt gecompenseerd door de productie van

duurzame thermische energie.

La Vialla beschikt ook over zonnecollectoren met een totaal vermogen van 18,90 kWp, waarmee jaarlijks 27.234,90 kWh kan worden geproduceerd met een totale CO₂-compensatie van 7,03 tCO₂.

In totaal is de uitstoot door de vier macrocategorieën “Energie”, “Materiaal”, “Transport” en “Landbouwproductie” gelijk aan 5.126,85 tCO₂ eq.

Wanneer we deze uitstoot per macrocategorie bekijken, valt op dat “Materiaal” daarin het grootste aandeel heeft, met een percentage van 60,91% van het totaal.

Naast de RECS-compensatie, maakt La Vialla gebruik van de Nature Office-certificaten om de uitstoot door papier en karton te compenseren. In 2012 was het totaal van gecompenseerde CO₂ 3.307,08 tCO₂ eq. Voor het verpakken heeft Fattoria La Vialla in 2012 459,59 tCO₂ eq gecompenseerd door middel van Climate Protection-certificaten van Landbell.

CO2 gecompenseerd door fotovoltaïsche panelen		273,30	tCO ₂ eq
CO2 gecompenseerd door zonnecollectoren		7,03	tCO ₂ eq
Compensatie uitstoot papier en karton	Certificaat Nature Office	3.307,08	tCO ₂ eq
Compensatie verpakking	Climate Protection LandBell	459,59	tCO ₂ eq

Tabel 3: Compensatie

Een belangrijk gegeven voor de analyse is het verbruik door transport, zowel over de weg als per trein (voor treintransport wordt uitgegaan van een gemiddelde besparing van 70% ten opzichte van wegverkeer) met een totaal van 13% van het geheel, wat overeenkomt met een uitstoot van 715 tCO₂ eq.

De uitstoot door activiteiten ten behoeve van de landbouwproductie, waarbij het voornamelijk gaat om het gebruik van meststoffen en het gebruik van diesel voor de landbouwmachines, is gelijk aan ongeveer 3,28% door diesel voor de landbouwmachines en 2,71% door de equivalenten kippenmest, met een totaal van 307 tCO₂ eq.

Aan de opname van CO₂ zal in het bijzonder aandacht worden geschonken in het hoofdstuk Landbouw, Bossen en Grond.

2. Landbouw, Bossen en Grond ⁽¹⁰⁾

Het gebruik van de grond en de antropische activiteiten die daarmee verbonden zijn heeft invloed op allerlei processen in het ecosysteem, die kunnen leiden tot de vorming van broeikasgassen.

De belangrijkste processen zijn fotosynthese, celademhaling, verrotting, nitrificatie, denitrificatie en de verbranding van de biomassa. Deze processen zorgen voor de transformatie van koolstof en stikstof door biologische processen (micro-organismen, planten en dieren) of natuurkundige processen (verbranding, uitlogen en run-off).

De CO₂-stromen tussen de atmosfeer en de ecosystemen worden voornamelijk bepaald door de opname van koolstofdioxide door middel van fotosynthese en door de vrijlating ervan middels celademhaling, verrotting en verbranding van het organische materiaal. N₂O wordt voornamelijk uitgestoten door processen van nitrificatie en denitrificatie. CH₄ wordt uitgestoten door methanogenese in anaerobe toestand, d.w.z. zeggen zonder zuurstof, in de bemeste grond, en in mindere mate ook tijdens de verbrandingsprocessen bij gebrek aan zuurstof, bijvoorbeeld wanneer de stoppels worden verbrand. Bij veel van deze processen worden ook indirecte broeikasgassen aangemaakt (bijv. bij verbranding en uitlogen).

Bij dit gedeelte van de analyse is de CO₂ voor de sector Landbouw, Bossen en Grond van Fattoria La Vialla meegerekend.

De verschillende ecosystemen zijn in een schema volgens de methodologie van het IPCC ingedeeld in drie categorieën die koolstof kunnen opnemen: de biomassa, de dode organische materie (strooisellaag) en de grond.

Om de veranderingen in koolstofvoorraden in de drie categorieën te meten, oftewel om de netto balans tussen uitstoot en opname van CO₂ te berekenen, baseert de IPCC-methodologie zich op de aanname dat de veranderingen in de koolstofvoorraad van een ecosysteem voornamelijk plaatsvinden via een uitwisseling van CO₂ tussen het aardoppervlak en de atmosfeer, waarbij er bijvoorbeeld vanuit wordt gegaan dat de mate van uitlogen verwaarloosbaar is. Dit heeft tot gevolg dat een toename van de koolstofvoorraad betekent dat er netto meer CO₂ uit de atmosfeer opgenomen wordt, en een afname van deze voorraad betekent dat er netto meer wordt uitgestoten.

In de IPCC-richtlijnen van 2006 wordt een schatting gemaakt van alle uitstoot en opname van broeikasgassen van antropische herkomst in de AFOLU-sector (Agriculture, Forestry and Other Land Use). Dit betekent dat alle uitstoot en opname in de gebieden die door de antropische activiteiten zijn veranderd moeten worden meegenomen in de berekening, maar de uitstoot en opname in natuurlijke ongerepte gebieden zijn daarbij niet meegeteld.

De benadering die stelt dat door de mens bewerkte gebieden als proxy moeten worden gebruikt voor de antropische effecten wordt voorgesteld in de IPCC-richtlijnen "*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*" uit 2003 (IPCC, 2003).

Om de hoeveelheid opgenomen CO₂ te berekenen is de "*Gain-Loss*"-methode gebruikt, waarmee de verandering in koolstofvoorraad wordt berekend door de koolstof van de verwijderde biomassa in mindering te brengen op de koolstof die door de jaarlijkse aanwas is vast gaan zitten in de plantaardige biomassa.

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

ΔC_B = Jaarlijkse verandering van de voorraad C in de biomassa (bovengronds en ondergronds), t C jaar⁻¹

ΔC_G = Jaarlijkse toename van de voorraad C door de groei van de biomassa van elke categorie grondgebruik, t C jaar⁻¹

ΔC_L = Jaarlijkse afname van de voorraad C door het verlies van de biomassa van elke categorie grondgebruik, t C jaar⁻¹

De schatting van de veranderingen in de koolstofvoorraad van de biomassa is gemaakt voor de categorieën bodembebruik, bosgebieden en gecultiveerde gebieden. Wanneer de wijzigingen van de koolstofvoorraad, als verschil tussen gefixeerde en verloren koolstof, eenmaal in kaart is gebracht, kunnen de tonnen CO₂ worden berekend door de verkregen waarde met $\pm 44/12$ te vermenigvuldigen (verhouding tussen moleculegewicht CO₂ en koolstof), met een negatieve waarde bij een opname en een positieve waarde bij een uitstoot.

De analyse van CO₂-uitstoot is gemaakt met de door het bedrijf verstrekte gegevens, zoals in onderstaande tabellen te zien is.

Bossoort	Oppervlakte per bossoort	Jaarlijkse aanwas van de bovengrondse biomassa	Conversie factor en aanwas van de biomassa	Verhouding tussen ondergrondse en bovengrondse biomassa	Gemiddelde jaarlijkse groei van de ondergrondse en bovengrondse biomassa	Koolstof voorraad	Totaal C	Totaal CO2
Meeteenheid bronnen	ha bedrijfsgegeven	m3/ha IFR	tbiomassa/m3 IPCC	- IPCC	t/ha eq.	% IPCC	tC/jaar eq.	tCO2/jaar eq.
Kastanjeboom	60,00	7,08	0,60	0,46	6,20	0,51	189,85	696,11
Pijnboom	9,00	10,30	0,69	0,29	9,20	0,48	39,51	145,22
Eik	549,00	3,21	0,90	0,30	3,80	0,51	1.051,01	3.852,70
Moseik	117,00	4,42	0,60	0,30	3,40	0,51	205,56	753,73
Volgroeid bos *	24,00	1,50	1,30	0,46	2,80	0,51	34,85	127,88

* Volgens de maatstaven geldig voor mediterrane bossen

Totale opname	5.576,64
----------------------	-----------------

Teelt van houtachtigen	Oppervlakte teelt houtachtigen	Teelt resten	Totale biomassa	Biomassa in de planten	Vochtigheid	Biomassa	Jaarlijkse aanwas van de biomassa	Voorraad C in de biomassa	C-groei	CO2-opname
Meeteenheid	ha	t/ha	t/ha	t/ha	%	t/ha	t	-	t/anno	tCO2/anno
Wijngaard	282,82	2,90	3,63	0,73	35,00	0,25	71,77	0,50	35,88	131,57
Olijfboomgaard*	252,83	2,20	2,75	0,55	40,00	0,22	55,62	0,50	27,81	101,98

* Uitgaande van 250 bomen per hectare

Totale opname	233,56
----------------------	---------------

Fixatie CO₂ in de bodem	4,24	tCO₂ eq
---	-------------	---------------------------

Tabel 4: Opname bossen en grond

De Fattoria heeft een totaal van ca. 759 hectare van gemiddelde groeikracht, waarvan: 549 in een mix van donzige eik, eik en moseik, met een gemiddelde bedekking van 70%, 60 hectare kastanjabomen met een gemiddelde bedekking van 65% en 9 hectare pijnbomen met een gemiddelde bedekking van 85%. Het onderhoud bestaat uit voornamelijk dopheide en jeneverbes.

Van de 613 hectare gecultiveerde grond zijn 252 begroeid met olijfbomen en 282 hectare wordt gebruikt voor wijngaarden. Zowel de wijngaarden als de olijfbomen worden meegeteld bij de berekening van de in beslag genomen CO₂ eq.

Het bosoppervlak dat is gebruikt voor de berekening van de jaarlijkse CO₂-opname staat hierboven aangegeven.

Bij de onderverdeling van de gecultiveerde soorten in opgaand bos en hakhoutbos, die door de regering is opgelegd, is gebruik gemaakt van de verhoudingen uit de gegevens van de Inventario Forestale Regionale (Regionale Inventarisatie Bosgebieden) (IFR, 1999).

De waarden van jaarlijkse toename van de biomassa van de soorten die vallen onder opgaand bos zijn gemiddelde waarden van productieve bossen in de Regio Toscane. De waarden van aanwas van hakhoutbos zijn verkregen door de waarde (IFR-gegevens) van de specifieke *growing stock* (groeïende biomassa) te delen door het aantal jaren waarna er gekapt wordt, beschouwd als 24 jaar, zoals ook vermeld is in het onderzoek naar de status van de Toscaanse bossen (CRA, 2002; ARSIA, 2006).

Het type bos dat is geïdentificeerd als hakhoutbos betreft hakbos van verschillende eikenbossen. De groeiwaarden (*growing stock*) die als input zijn gebruikt zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Bij de jaarlijkse toename van koolstof is de aanwas van de totale biomassa meegerekend, als som van de boven- en ondergrondse biomassa. Het verlies aan koolstof komt voort uit het bosgebruik en de verloren biomassa.

De jaarlijkse toename van de biomassa in het bos is berekend volgens onderstaande vergelijking (Eq. IPCC 2.9, Vol 4):

$$\Delta C_G = \sum_i (A_i \cdot G_{total_i} \cdot CF_i)$$

Waarin:

A staat voor het gebied van een type bos, in ha

G_{total} staat voor de gemiddelde groei van de totale biomassa, t s.s. ha⁻¹ jaar⁻¹

CF staat voor het gedeelte koolstof in de droge substantie, t C (t s.s.)⁻¹ i type bos

Bij de berekening zijn de *default*-waarden van het gedeelte koolstof in de biomassa van hout van naaldbomen en loofbomen uit de tabel IPCC 4.3 gebruikt, gelijk aan respectievelijk 0,48 en 0,51 t C (t s.s.)⁻¹. De gemiddelde jaarlijkse toename van de biomassa, als som van de luchtbiomassa en de wortelbiomassa, is berekend met de volgende vergelijking, waarvoor Tier 2 gebruikt is (Eq. IPCC 2.10):

$$G_{total} = \sum \{I_w \cdot BCEF_i \cdot (1 + R)\}$$

Waarin:

I_w staat voor de gemiddelde jaarlijkse toename voor een bepaalde vegetatie, m³ ha⁻¹ jaar⁻¹

BCEF_i staat voor de factor van omzetting en uitzetting die gebruikt is om de wortelbiomassa te schatten,

t staat voor de luchtbiomassa (m³ toename)⁻¹

R staat voor de verhouding tussen de wortelbiomassa en de luchtbiomassa voor een bepaalde vegetatie.

De gemiddelde jaarlijkse groeifactoren in m³/ha van de bossoorten zijn afkomstig uit de IFR van Toscane (Tabel 4). De waarden van de uitzettingsfactor van de biomassa (BCEF_i) en van de verhouding wortels/loof (R) die zijn gebruikt, zijn van *default* IPCC. Bij de keuze voor de waarden van BCEF_i is gebruik gemaakt van de waarden uit tabel IPCC 4.5, waarbij de waarden van *growing stock* van de IFR zijn gebruikt (Tabel 5). Om de waarden van het verband tussen bovengrondse en ondergrondse biomassa te kiezen, is gekozen voor de default-waarden van de IPCC-tabel 4.4. Deze verwijzen naar gebieden met een gematigd klimaat, waarbij de waarde van de basisdichtheid wordt toegepast voor de omzetting van de jaarlijkse toename van m³/ha naar t s.s./ha, beginnend bij de *growing stock*-waarden van IFR.

Bij de balans van koolstof moeten, naast de bosculturen, ook de bewerkte gebieden met permanente teelt in overweging worden genomen.

De hoeveelheid koolstof die wordt uitgestoten of opgenomen door de biomassa van permanente teelt hangt af van wat er verbouwd wordt, van de landbouwtechnieken, van de grond en van het klimaat van een bepaald terrein. Eenjarige gewassen (bijv. granen, groente) worden bijvoorbeeld elk jaar geoogst, waardoor zich geen koolstof blijft ophopen in de biomassa. Bij boomsoorten daarentegen, zoals fruitbomen, olijfbomen

en wijngaarden, kunnen juist grote hoeveelheden koolstof in de houtmassa worden opgeslagen.

Er is daarom voor gekozen om de opslag van koolstof in de houtige biomassa van gecultiveerde boomsoorten, zoals wijngaarden, olijfbomen en fruitbomen te analyseren, waarbij gegevens van ISTAT zijn gebruikt over terrein dat wordt gebruikt voor de groei van houtachtige soorten. Voor de waarden van restmateriaal die je kunt verkrijgen uit de teelt van fruitbomen, olijfbomen en wijngaarden zijn gegevens uit de literatuur gebruikt die geldig zijn voor Midden-Italië (Onderzoekscentrum voor Biomassa, Universiteit van Perugia). Met die gegevens hebben we verondersteld dat het restmateriaal voor 80% overeenkomt met de totale jaarlijkse groei van de plant, wat betekent dat 20% van de aanwas op de plant blijft. Deze hoeveelheid is vervolgens vermenigvuldigd met de gemiddelde vochtigheidsgraad van het hout (waarde uit de literatuur) om te komen tot het aantal ton droge stof per hectare. Deze waarde is daarna vermenigvuldigd met het corresponderende aantal hectare houtsoorten en met het deel IPCC-koolstof dat kenmerkend is voor houtsoorten in de landbouw, dat gelijk is aan 0,5 t C per ton droge stof.

Een andere factor waar rekening mee gehouden moet worden bij de analyse van de fixatie van koolstof is de toename van organisch materiaal in de velden van het landbouwbedrijf door de biologische landbouw.

Uit analyses die door Fattoria La Violla zijn uitgevoerd op terreinen van verschillende aard en texturen, die de gebruikte landbouwoppervlakte vormen, blijkt het volgende verloop van de Organische Stof (OS) in de grond:

- Gecultiveerde grond die jarenlang is gebruikt voor traditionele landbouw, kende in het algemeen OS-waarden gelijk aan 0,008 – 0,010% oftewel 8 – 10 g/kg geanalyseerde grond.
- Na 4 jaar van bewerking van dezelfde grond, waarbij het systeem werd omgezet naar biologisch en biodynamisch, zijn de waarden veranderd in 0,015 – 0,018% dus 15 - 18 g/kg met een gemiddelde toename van ongeveer 80 – 100% van de beginwaarde. Deze conversie betekent dat de grond in staat wordt gesteld om de OS-waarde ruimschoots te dekken, zowel voor de jaarlijks verloren gegaan OS vanwege natuurlijke mineralisatie (gelijk aan 2-3% per jaar) als voor de OS die gebruikt is door de geteelde gewassen.
- Na 8 jaar van biologische en biodynamische verbouwing, is te zien dat dezelfde grond zich in een stabiel evenwicht bevindt voor wat betreft de gefixeerde-gemineraleerde OS, uitgaande van: het vermogen van de grond om koolstof te ontvangen en op te slaan, de geteelde gewassen en het pedoklimatische systeem waarin het zich bevindt, waarmee stabiele OS-waarden worden bereikt die schommelen tussen de 0,020 en 0,025% = 20 – 25 g/kg.

Dit betekent dat in de 8 jaar dat er biologisch en biodynamisch verbouwd is, het bedrijf ervoor heeft gezorgd dat in de laag gecultiveerde grond (50cm) 12 – 15 g OS per kg grond is gefixeerd, naast het jaarlijkse verlies vanwege het gebruik van de gewassen en de directe mineralisatie.

Er vanuit gaande dat het terrein van La Violla voornamelijk modderig-zanderig zijn en het gewicht van de grond (schijnbare dichtheid) rond de 1,200 kg/dm³ ligt, kunnen we op de volgende manier uitrekenen wat de hoeveelheid gefixeerde OS is in die 8 jaar:

- volume/inhoud van 1 m² grond: (1 m² = 100 dm²)

50cm grond (laag gebruikt door de planten) = 5 dm x 100 dm² = 500 dm³ dus 500 liter (L)

In beschouwing genomen dat 1 hectare bestaat uit 10.000m², is het volume van 50 cm grond gelijk aan 5.000.000 dm³.

Als we nu de schijnbare dichtheid van onze grond vermenigvuldigen met het volume, kunnen we het gewicht van 50cm van een hectare grond uitrekenen, namelijk:

5.000.000 dm³ x 1,200 kg/dm³ = 6.000.000 kg

Nu we weten dat we in 8 jaar 12 – 15 gr OS per kg grond (gemiddeld 13,5 g/kg) hebben gefixeerd, kunnen we concluderen dat de totale hoeveelheid gefixeerde OS per hectare gelijk is aan:

13,5 g/kg x 6.000.000 kg = 81.000.000 g = **81.000 kg/ha in 8 jaar = 10.125 kg/ha-jaar**

Na die 8 jaar behoudt het grondsysteem het bereikte quotum van 20 – 25 g/kg, of in ieder geval is de toename veel langzamer en daarom moeilijk te kwantificeren op de middellange termijn.

Het biologische en biodynamische systeem, kortom, garandeert jaarlijks een herstel van ten minste het verloren quotum door natuurlijke mineralisatie, gelijk aan: (waarbij het gemiddelde van de aangegeven waarden wordt gebruikt)

22,5 g/kg x (– 2,5% verlies) = 0,5625 g/kg x 6.000.000 kg = 3.375.000 g = **3.375 kg/ha per jaar**

Als we nu kijken naar de 613 hectare bewerkte grond, zien we dat de gefixeerde organische stof ongeveer neerkomt op 6.207 t OS dat in één jaar in de grond is gefixeerd.

Aangezien het percentage koolstof in de droge stof ongeveer 48% is, kunnen we stellen dat er 2.893 t koolstof is opgenomen, gelijk aan 10.608 t CO₂ eq.

Gedurende de 8 jaar waarin de organische stof zich heeft opgehoopt, is er in totaal 84.861 t CO₂ eq gefixeerd.

Als we deze waarde verbinden met de tijd die in de algemene analyse in beschouwing is genomen (20 jaar) kunnen we zeggen dat er elk jaar **4.243** t CO₂ eq wordt opgenomen.

De opname die hierboven wordt beschreven kan alleen plaatsvinden wanneer de grond biologisch wordt verbouwd. Door standaard intensieve landbouw, waarbij kunstmest wordt gebruikt, neemt de hoeveelheid organische stof die in de grond aanwezig is aanzienlijk af en komt er een einde aan de microbiële biodiversiteit, waardoor op de lange termijn de grond volledig verschaald raakt.

De periode die in de analyse is gebruikt is 20 jaar.

Gedurende deze tijdspanne kun je de gefixeerde CO₂ in de bomen beschouwen als permanent opgenomen, als je het vergelijkt met de levenscycli van de bewerkingen van Fattoria La Violla.

Om de bossen te behouden en te beschermen en om een constante bijdrage aan biomassa te garanderen, hebben wij het volgende aangelegd voor de bescherming en het behoud van het bos:

1. Tien kilometer lange brandgangen.
2. Een brandpreventie georganiseerd door het bedrijf zelf, dat in de droogste periode van het jaar in dienst doet (tractor met waterpomp voor onmiddellijk ingrijpen en nachtpatrouille om brandhaarden te signaleren).

3. Vergelijking tussen gebruikte meststoffen bij biologische en conventionele landbouw

Met deze vergelijking willen we laten zien dat al vanaf het moment van bemesting van de grond er bij conventionele landbouw, waarbij chemische meststoffen gebruikt worden, veel meer uitstoot is dan bij biologische landbouw.

De parameters hiervoor zijn bepaald door de energetische gegevens te herleiden tot data over uitstoot. Met behulp van het programma Simapro zijn alle externe energetische gegevens die verbonden zijn met de productie van meststoffen in beschouwing genomen, omgezet in t.o.e. (ton olie-equivalent) en vervolgens naar equivalente tonnen koolstofdioxide.

Als meststof voor de biologische landbouw hebben we gekozen voor kippenmest.

KIPPENMEST

Energie in input per 1 kg product		Eenheid	Omzettings-factor	Eenheid		Eenheid
kool, bruin, in de grond	0,0052358	kg	9,9	MJ eq / kg	0,05183442	MJ
kool, hard, niet gespecificeerd, in de grond	0,0051115	kg	19,1	MJ eq / kg	0,09762965	MJ
Energie, brutto verbrandingswaarde, in biomassa					0,012518	MJ
Energie, brutto verbrandingswaarde, in biomassa, primair bos					2,5607E-06	MJ
Energie, kinetisch (wind), geconverteerd					0,0030163	MJ
Energie, kracht (waterkracht reservoir), geconverteerd					0,17965	MJ
Energie, zon, geconverteerd					0,00009629	MJ
Gas, mijn, off-gas, proces, koolmijnbouw/m3	0,000050713	m3	39,8	MJ eq / m3	0,002018377	MJ
Gas, natuur, in de grond	0,0036376	m3	38,3	MJ eq / m3	0,13932008	MJ
Olie, ruw, in de grond	0,02561	kg	45,8	MJ eq / kg	1,172938	MJ

Totale energie per kg product	1,659023678	MJ
-------------------------------	-------------	----

Omzettingstabel		
1 teo	41.870,00	MJ
1 teo	2,81	t CO2

Equivalente t.e.o.	3,96E-05	t.e.o
CO2-uitstoot per 1 kg product	0,11	kg

Meststof gebruikt door het bedrijf	320.000,00	kg
CO2-uitstoot	35.629,19	kg

BIAMMONIUMFOSFAAT

Energia in input per kg di product		Eenheid	Omzettings-factor	Eenheid		Eenheid
kool, bruin, in de grond	0,13785	kg	9,9	MJ eq / kg	1,364715	MJ
kool, hard, niet gespecificeerd, in de grond	0,15322	kg	19,1	MJ eq / kg	2,926502	MJ
Energie, bruto verbrandingswaarde, in biomassa					0,39291	MJ
Energie, bruto verbrandingswaarde, in biomassa, primair bos					0,017942	MJ
Energie, kinetisch (wind), geconverteerd					0,056306	MJ
Energie, kracht (waterkracht reservoir), geconverteerd					0,47946	MJ
Energie, zon, geconverteerd					0,00081555	MJ
Gas, mijn, off-gas, proces, koolmijnbouw/m3	0,0014886	m3	39,8	MJ eq / kg	0,07413228	MJ
Gas, natuur, in de grond	0,21314	m3	38,3	MJ eq / m3	8,163262	MJ
Olie, ruw, in de grond	0,15837	kg	45,8	MJ eq / kg	7,253346	MJ

Omzettingstabel		
1 t.e.o.	41.870,00	MJ
1 t.e.o.	2,81	t CO2
Equivalente t.e.o.	4,95E-04	t.e.o.
CO2-uitstoot per 1 kg product	1,39	kg

Meststof gebruikt door het bedrijf	59.500,00	kg
CO2-uitstoot	82.776,46	kg

KALIUMSOLFAAT

Energie in input per 1 kg product		Eenheid	Omzettings-factor	Eenheid		Eenheid
kool, bruin, in de grond	0,1089	kg	9,9	MJ eq / kg	1,07811	MJ
kool, hard, niet gespecificeerd, in de grond	0,13133	kg	19,1	MJ eq / kg	2,508403	MJ
Energie, bruto verbrandingswaarde, in biomassa					0,30173	MJ
Energie, bruto verbrandingswaarde, in biomassa, primair bos					0,000047062	MJ
Energie, kinetisch (wind), geconverteerd					0,043961	MJ
Energie, kracht (waterkracht reservoir), geconverteerd					0,4179	MJ
Energie, zon, geconverteerd					0,00063736	MJ
Gas, mijn, off-gas, proces, koolmijnbouw/m3	0,0012766	m3	39,8	MJ eq / m3	0,05080868	MJ
Gas, natuur, in de grond	0,17643	m3	38,3	MJ eq / m3	6,757269	MJ
Olie, ruw, in de grond	0,26798	kg	45,8	MJ eq / kg	12,273484	MJ

Totale energie per kg product	23,4323501	MJ
-------------------------------	------------	----

Omzettingstabel		
1 t.e.o.	41.870,00	MJ
1 t.e.o.	2,81	t CO2
Equivalenten teo	5,60E-04	teo
CO2-uitstoot per 1 kg product	1,57	kg

Meststof gebruikt door het bedrijf	59.500,00	kg
CO2-uitstoot	93.569,90	kg

AMMONIUMNITRAAT

Energia in input per 1 kg product		Eenheid	Omzettings-factor	Eenheid		Eenheid
kool, bruin, in de grond	0,12276	kg	9,9	MJ eq / kg	1,215324	MJ
kool, hard, niet gespecificeerd, in de grond	0,16718	kg	19,1	MJ eq / kg	3,193138	MJ
Energie, bruto verbrandingswaarde, in biomassa					0,40399	MJ
Energie, bruto verbrandingswaarde, in biomassa, primair bos					0,000063658	MJ
Energie, kinetisch (wind), geconverteerd					0,049607	MJ
Energie, kracht (waterkracht reservoir), geconverteerd					0,53423	MJ
Energie, zon, geconverteerd					0,00071211	MJ
Gas, mijn, off-gas, proces, koolmijnbouw/m3	0,0016257	m3	39,8	MJ eq / m3	0,06470286	MJ
Gas, natuur, in de grond	0,90467	m3	38,3	MJ eq / m3	34,648861	MJ
Olie, ruw, in de grond	0,40004	kg	45,8	MJ eq / kg	18,321832	MJ

Totale energie per kg product	58,43246063	MJ
-------------------------------	-------------	----

Omzettingstabel		
1 t.e.o.	41.870,00	MJ
1 t.e.o.	2,81	t CO2
Equivalenten teo	1,40E-03	teo
CO2-uitstoot per 1 kg product	3,92	kg

Meststof gebruikt door het bedrijf	59.500,00	kg
CO2-uitstoot	233.332,11	kg

Het verschil in uitstoot tussen het gebruik van kippenmest en chemische mest, bestaand uit de drie delen: bioammonisch fosfaat, kaliumsulfaat en ammoniumnitraat, laat zien dat de uitstoot van CO₂ eq door kunstmest vele malen groter is.

CO2 uitgestoten door biologische landbouw (kippenmest)	35.629,19	kgCO ₂ eq
CO2 uitgestoten door conventionele landbouw (som chemische meststoffen)	409.678,47	kgCO ₂ eq

4. Conclusie

Fattoria La Vialla besteedt al sinds lange tijd bijzonder veel aandacht aan het milieu en zet zich in om de impact op het milieu tot een minimum te beperken. Dit doet zij door installaties aan te leggen waarmee duurzame energie wordt opgewekt voor elektriciteit en thermische energie, door gerecyclede en gecertificeerde materialen (papier en karton) te gebruiken voor het verpakken van de producten en door natuurlijke stoffen te gebruiken voor de bemesting van de grond, waarbij de grond bovendien op biodynamische en biologische wijze verbouwd wordt.

Hieronder volgt een samenvatting van de berekende CO₂-uitstoot in dit onderzoek.

CONCLUSIES		
Uitstoot	5.126,85	tCO ₂ eq
Energieproductie fotovoltaïsche panelen	273,30	tCO ₂ eq
Energieproductie zonnecollectoren	7,03	tCO ₂ eq
Compensatie RECS-certificaten	624,16	tCO ₂ eq
Compensatie Nature Office	3.307,08	tCO ₂ eq
Compensatie Landbell	459,59	tCO ₂ eq
Opname door bomen	5.576,64	tCO ₂ eq
Opname door houtachtige soorten	233,56	tCO ₂ eq
Opname in de grond	4,24	tCO ₂ eq

CO₂-balans	-5.358,74	tCO ₂ eq
Wanneer we de CO₂ in de grond niet meetellen	-5.354,50	tCO ₂ eq

Tabel 4: Samenvattende tabel, verbruik en uitstoot van Fattoria La Vialla

Bij de analyse zijn de volgende uitstotende factoren meegerekend: het verbruik van fossiele energie, zowel elektrisch als thermisch, het verbruik van materialen voor verpakking, het gebruik van mest voor de gewassen, het verbruik van brandstof voor transport en landbouwmachines.

De meeste CO₂ wordt uitgestoten door het gebruik van glas, papier en karton. Deze materialen worden in grote hoeveelheden gebruikt voor de verpakking van producten. Aangezien deze materialen gerecycled en gecertificeerd zijn, is het niet mogelijk om de uitstoot verder terug te dringen (waarbij de mogelijkheid open blijft om onderzoek te doen naar een ander systeem van verpakken waardoor het verbruik van materiaal afneemt, en om een nieuw packaging-systeem te bedenken).

Zoals af te leiden valt uit de gegevens van de analyse heeft het bedrijf, ook als we de opname van koolstofdioxide door de grond buiten beschouwing laten, een positieve opnamecyclus van CO₂ in de cyclus van twintig jaar die voor deze studie is gebruikt. Dit komt doordat de bossen die verspreidt over het land van het bedrijf staan in staat zijn om de vervuilende invloeden van buitenaf door broeikasgassen te compenseren en op te nemen.

Bibliografie e Bronnen

- 1) Dones R., Bauer C., Bolliger R., Burger B., Faist Emmenegger M., Frischknecht R., Heck T., Jungbluth N. and Röder A. (2007) Life Cycle Inventories of Energy Systems: Results for Current Systems in Switzerland and other UCTE Countries. Final report ecoinvent data v2.0, No. 5. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 2) Jungbluth N. (2007) Sonnenkollektor-Anlagen. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz (ed. Dones R.). Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 3) Jungbluth N. (2007) Sonnenkollektor-Anlagen. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz (ed. Dones R.). Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 4) Hirschier R. (2007) Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper. Final report ecoinvent data v2.0 No. 11. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 5) Hirschier R. (2007) Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper. Final report ecoinvent data v2.0 No. 11. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 6) Hirschier R. (2007) Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper. Final report ecoinvent data v2.0 No. 11. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 7) Hirschier R. (2007) Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper. Final report ecoinvent data v2.0 No. 11. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 8) Classen M., Althaus H.-J., Blaser S., Doka G., Jungbluth N. and Tuchschnid M. (2009) Life Cycle Inventories of Metals. Final report ecoinvent data v2.1 No.10. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 9) Classen M., Althaus H.-J., Blaser S., Doka G., Jungbluth N. and Tuchschnid M. (2009) Life Cycle Inventories of Metals. Final report ecoinvent data v2.1 No.10. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- 10) Progetto REGES - Progetto per la verifica e la certificazione della riduzione delle emissioni di gas a effetto serra per il territorio della provincia di Siena" sviluppato dal gruppo di Ecodinamica Dipartimento di Chimica Università degli Studi di Siena (2008)
- 11) APAT, 2001. Linee guida agli inventari locali delle emissioni in atmosfera. Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria.
- 12) ARSIA, 2006. Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana.
- 13) INFC, 2005 – Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale - Corpo Forestale dello Stato. CRA - Istituto Sperimentale per l'Assessment Forestale e per l'Alpicoltura.
- 14) ENEA, 2006. Rapporto Energia Ambiente 2005. Roma.