

Auteursrechterlijke overeenkomst

Opdat de Universiteit Hasselt uw eindverhandeling wereldwijd kan reproduceren, vertalen en distribueren is uw akkoord voor deze overeenkomst noodzakelijk. Gelieve de tijd te nemen om deze overeenkomst door te nemen, de gevraagde informatie in te vullen (en de overeenkomst te ondertekenen en af te geven).

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling met

Titel: Fytoremediatie in de Belgische Kempen: effect op het landbouwinkomen

Richting: master in de toegepaste economische wetenschappen - beleidsmanagement

Jaar: 2008

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Ik ga akkoord,

WINS, Cindy

Datum: 5.11.2008

Fytoremediatie in de Belgische Kempen

Effect op het landbouwinkomen

Cindy Wins

promotor :
Prof. dr. Theo THEWYS

Woord vooraf

Met deze masterproef besluit ik mijn opleiding tot master in de Toegepaste Economische Wetenschappen aan de Universiteit Hasselt. Aan de basis van deze masterproef ligt mijn interesse in de milieuproblematiek. Door het onderwerp van deze masterproef: "Fytoremediatie in de Belgische Kempen: effect op het landbouwinkomen" heb ik me verder kunnen verdiepen in een milieuprobleem dat dagelijks invloed heeft op de inwoners van de Kempen.

In dit voorwoord wil ik graag mijn oprechte dank betuigen aan alle personen die hebben bijgedragen tot de verwezenlijking van deze masterproef. Zonder hen was deze masterproef nooit totstandgekomen. In de eerste plaats denk ik hierbij aan mijn promotor prof. dr. Thewys, die mij de mogelijkheid heeft gegeven om deze masterproef te schrijven. Verder wil ik ook graag mijn copromotor Nele Witters bedanken. Tijdens de realisatie van deze masterproef heeft zij mij steeds met raad en daad bijgestaan. Zij heeft ingeleverde teksten gelezen en hierop advies gegeven. Zij stond steeds klaar om bijkomende informatie te verschaffen en haar visie te geven op deze masterproef.

Vervolgens wil ik iedereen bedanken die me de nodige informatie verschaft heeft om deze masterproef te verwezenlijken. Hierbij denk ik vooral aan de overheidsorganisaties OVAM en Beleidsdomein Landbouw en Visserij. Ook de vereniging de Boerenbond heeft mij belangrijke informatie verstrekt.

Tenslotte dank ik mijn ouders voor hun morele en financiële steun en voor de kans die ze mij gegeven hebben om universitaire studies te volgen. Ook mijn broer heeft me al die jaren bijgestaan. Verder wil ik mijn vrienden bedanken voor hun onvoorwaardelijke steun tijdens de moeilijkere momenten die ik gedurende de totstandkoming van deze masterproef heb doorgemaakt. Zij hebben er tevens voor gezorgd dat ik een aangename studententijd heb gehad.

Cindy Wins, mei 2008

Samenvatting

De Belgische Kempen worden gekenmerkt door een vervuiling met zware metalen die hoofdzakelijk is terug te brengen tot de non-ferro-industrie die zich op het einde van de 19^{de} eeuw in dit gebied gevestigd had. In totaal is er een gebied van ongeveer 290,4 km² vervuild met zware metalen (cadmium, zink en lood). Zware metalen brengen gezondheidsrisico's met zich mee. Een relatief goedkope oplossing om bodems te saneren is fytoremediatie. Fytoremediatie is een algemene benaming voor technieken die gebruik maken van planten om verontreinigende stoffen te reduceren, verwijderen, degraderen of immobiliseren.

In de Belgische Kempen zijn er veel landbouwers gevestigd. In deze masterproef maken we daarom gebruik van landbouwteelten om de vervuilde bodems te saneren. Na afweging van de drie criteria, met name metaalabsorptie, biomassaproductie en aanvaarding van de teelt door de landbouwer, hebben we uiteindelijk drie teelten besproken. In deze masterproef onderzoeken we het effect van fytoremediatie met koolzaad, energiemais en wilg op het inkomen van de landbouwer.

Een gemiddeld landbouwbedrijf in de Belgische Kempen is een melkveebedrijf met een oppervlakte van 33 ha. Hiervan worden 17 ha ingenomen door voedermais, 13 ha door grasland en 3 ha liggen braak. Het gemiddeld familiale arbeidsinkomen per ha cultuurgrond van melkveebedrijven in Vlaanderen bedroeg in 2005 1.047 €/ha cultuurgrond. Het inkomen op braakgrond is gelijk aan de braakleggingstoelagenrechten, nl. 376 €/ha. Het inkomen op gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd is 1.123,05 €/ha. Het totale arbeidsinkomen van een melkveehouder is 34.819,5 euro. De netto contante waarde van dit arbeidsinkomen over 21 jaar ($i=5\%$) is 468.747,43 euro. In deze masterproef onderzoeken we de veranderingen die dit arbeidsinkomen ondergaat door de overschakeling naar een nieuwe teelt, maar met behoud van het melkvee.

De eerste teelt die we hebben onderzocht is *koolzaad*. De nieuwe netto contante waardes liggen tussen 456.622,56 en 494.038,36 euro, onder andere afhankelijk van de verder verwerking van het koolzaad en het areaal braak dat men met koolzaad bezet. Het verkopen van onverwerkt koolzaad zorgt voor een beperkte daling in de netto contante waarde. Het is voor de melkveehouder dus niet erg nadelig om van teelt te veranderen. De melkveehouder kan er eveneens voor kiezen om de geteelde koolzaad te persen tot pure plantaardige olie (PPO). Deze kan dan verkocht worden aan de handel. Hierbij lijdt hij dan een miniem verlies ten opzichte van de situatie voor sanering. De melkveehouder kan ook op zoek gaan naar particuliere kopers. Particuliere kopers zijn bereid om een hogere prijs te betalen voor PPO dan de handel. De netto contante waarde ligt in dit geval hoger dan bij de verkoop aan de handel. De overstap naar de teelt van koolzaad is in dit geval zelfs voordelig. Een andere mogelijkheid is dat de melkveehouder een

deel van de geproduceerde PPO zelf gebruikt als brandstof voor zijn tractor of personenwagen. Bij het gebruik van PPO in zijn tractor stijgt de netto contante waarde met 4% ten opzichte van de situatie voor sanering. Indien hij PPO gebruikt voor zijn personenwagen is dit zelfs een stijging van meer dan 5%. Als laatste mogelijkheid onderzochten we of de melkveehouder PPO kan verkopen aan een biodieselproducent. Na onderzoek bleek dit niet mogelijk te zijn. Hier dient wel opgemerkt te worden dat bij al deze berekeningen we er initieel van uit gaan dat de metaalvervuiling geen invloed heeft gehad op de prijzen van koolzaad, PPO, koolzaadkoek en koolzaadstro.

Uit ons onderzoek blijkt verder dat koolzaad het hoogste arbeidsinkomen oplevert indien het geteeld wordt op het areaal waar gewone toeslagrechten geactiveerd worden. Hier zijn twee redenen voor. Een eerste reden is de energiepemie. Deze premie wordt enkel verdiend op gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd. Een tweede reden is dat de aankoopkosten van voedermaïs lager liggen dan de teeltkosten.

Bij de teelt van koolzaad kunnen we concluderen dat om een zo hoog mogelijke netto contante waarde te verdienen de melkveehouder het braakareaal braak moet laten liggen. Vervolgens kan hij de koolzaad best persen tot PPO en gebruiken in zijn personenwagen en tractor. De resterende PPO moet hij proberen te verkopen aan particulieren. Indien hij niet genoeg particuliere afnemers vindt zal hij de resterende PPO moeten verkopen aan de handel.

De tweede teelt die we hebben onderzocht is *energiemaïs*. Hierbij onderzochten we 2 gevallen. In het eerste geval werd de geteelde energimaïs in haar geheel verkocht op de markt. De netto contante waarde van dit geval lag tussen 584.968,04 en 606.843,46 euro, een stijging van meer dan 25% in vergelijking met de netto contante waarde voor sanering. Ook hier zijn we vertrokken van de gewone verkoopwaarde van energimaïs (dus nog geen rekening gehouden met effect van metaalconcentraties op de prijs). In dit geval heeft de melkveehouder het hoogste arbeidsinkomen indien hij het braakareaal bezet met energimaïs.

Het tweede geval heeft een minder rooskleurige uitkomst. In dit geval wordt enkel de korrel gebruikt als veevoeder omdat de concentratie aan zware metalen in de korrel (zeer) laag is. De groene delen hebben geen verkoopwaarde. Er worden echter niet voldoende korrels geteeld om alle runderen op het melkveebedrijf te voederen. Daarom koopt de melkveehouder extra voedermaïs aan. De netto contante waarde van dit geval ligt minstens 42% lager dan de situatie voor sanering en ligt tussen 228.016,86 en 270.705,53 euro. In dit geval kan de melkveehouder het braakareaal dus best braak laten om een zo hoog mogelijk arbeidsinkomen te verwerven. Het braakareaal heeft immers hoge bijkomende teeltkosten. Deze kosten worden niet gecompenseerd door bijkomende opbrengsten. Indien men eventueel een prijs ontvangt voor de groene delen van de plant zou dit nog kunnen wijzigen.

Als laatste teelt hebben we de verkoop van *wilg* onderzocht. De netto contante waarde van deze teelt ligt tussen 239.049,38 en 275.414,48 euro. Dit is een daling van meer dan 41% ten opzichte van de situatie voor sanering. Bij wilg is het voor de melkveehouder het meest voordelig om het braakareaal te bezetten en 3 ha voedermaïs te telen. Bovendien is de netto contante waarde het grootst bij een zo klein mogelijk areaal wilg. Dit is omdat door de teelt van wilg, het inkomen daalt. Wilg heeft een lage netto contante waarde, maar de metaalabsorptie is bij deze teelt het grootst. Het vervuilde areaal zal met andere woorden het snelst gesaneerd zijn wanneer men wilg teelt. Het kan daarom voor de OVAM interessant zijn om een premie aan de melkveehouder te geven om over te schakelen naar de teelt van wilg. In een sensitiviteitsanalyse hebben we onderzocht dat de premie minstens 1.009,72 €/ha moet zijn om een netto contante waarde te bereiken die gelijk is aan de situatie voor sanering.

Bij elke teelt moet er rekening gehouden worden met de absorptie van zware metalen. Hierdoor kan de verkoopwaarde van de teelt dalen en de netto contante waarde lager zijn dan verwacht. Daarom hebben we in enkele sensitiviteitsanalyses verschillende variabelen gevarieerd en hun effect op de netto contante waarde van de gevallen bestudeerd.

Uit de sensitiviteitsanalyse blijkt dat de eneriepremie de landbouwer niet aanzet om over te schakelen naar een energieteelt. Deze premie lijkt haar doel dus te missen. Uit een tweede analyse blijkt dat de persing tot PPO in de meeste gevallen leidt tot een stijging van de netto contante waarde ten opzichte van de situatie voor sanering. Uit andere analyses blijkt dat de prijzen van voeder –en energiemais belangrijke variabelen zijn en een grote invloed hebben op de hoogte van de netto contante waarde van het arbeidsinkomen. Het is, tot slot, bijna onmogelijk om de netto contante waarde van wilg te laten stijgen tot het niveau van voor de sanering door de prijs van wilg en de droge stof productie te variëren. Het telen van wilg leidt, zelfs in de beste gevallen, tot een daling in de netto contante waarde. Dit moet echter afgewogen worden tegen de hogere opnamecapaciteit en dus snellere sanering bij teelt van wilg.

De algemene conclusie die we uit deze thesis kunnen trekken is dat het volgens ons het beste is om 1,5 ha van het totale areaal te bezetten met koolzaad. Hiervan wordt PPO geperst die als brandstof in een personenwagen wordt gebruikt. Na enkele jaren hopen we dat de landbouwer nog 3,5 ha extra bezet met koolzaad om ook zijn tractor te voorzien van PPO. De resterende hectaren van het areaal worden bezet met energiemais. Het braakareaal wordt ook bezet met energiemais.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	II
Samenvatting	III
Inhoudsopgave	VI
Lijst met gebruikte afkortingen	X
Lijst met figuren	XI
Lijst met tabellen	XII
1. Probleemstelling	- 14 -
1.1. Praktijkprobleem: omschrijving en situering _____	- 14 -
1.2. Onderzoekdoelen _____	- 15 -
1.3. Doelstelling en werkwijze _____	- 16 -
2. Vervuiling in de Belgische Kempen	- 17 -
2.1. Situering van de Belgische Kempen _____	- 17 -
2.2. Historische Bodemvervuiling _____	- 18 -
2.3. Bodemsaneringsdecreet en uitvoeringsbesluit (VLAREBO) _____	- 18 -
2.4. Zware metalen en landbouw _____	- 23 -
2.4.1. Landbouw in de Kempen _____	- 23 -
2.4.2. Voedsel -en voedernormen voor zware metalen _____	- 24 -
2.5. Impact van de verontreiniging _____	- 25 -
2.5.1. Cadmium _____	- 25 -
2.5.1.1. Gevolgen van cadmiumvervuiling voor de gezondheid _____	- 25 -
2.5.1.2. Cadmium in de Belgische bodem _____	- 26 -
2.5.1.3. Cadmium in voedsel en voeder _____	- 26 -
2.5.2. Lood _____	- 27 -
2.5.2.1. Gevolgen van loodvervuiling voor de gezondheid _____	- 27 -
2.5.2.2. Lood in de Kempense bodem _____	- 27 -
2.5.2.3. Lood in voedsel en voeder _____	- 28 -
2.5.3. Zink _____	- 28 -
2.5.3.1. Gevolgen van zinkvervuiling voor de gezondheid _____	- 29 -
2.5.3.2. Zink in de Kempense bodem _____	- 29 -
2.5.3.3. Zink in voedsel en voeder _____	- 30 -
2.5.4. Arseen _____	- 30 -

3. Fytoremediatie	- 31 -
3.1. Wat is fyto-remediatie? _____	- 31 -
3.2. Verschillende vormen van fyto-remediatie _____	- 31 -
3.2.1. Fyto-extractie _____	- 32 -
3.2.2. Rhizofiltratie _____	- 33 -
3.2.3. Fytostabilizatie _____	- 34 -
3.2.4. Rhizodegradatie _____	- 35 -
3.2.5. Fytodegradatie _____	- 36 -
3.2.6. Fytovolatilizatie _____	- 36 -
3.3. Voor- en nadelen van fyto-remediatie _____	- 37 -
3.3.1. Voordelen van fyto-remediatie _____	- 37 -
3.3.2. Nadelen en beperkingen van fyto-remediatie _____	- 38 -
3.4. Criteria voor de keuze van de plant _____	- 39 -
3.5. Keuze van de teelt in de Kempen _____	- 40 -
3.5.1. Maïs _____	- 41 -
3.5.1.1. Aanvaarding als landbouwteelt _____	- 41 -
3.5.1.2. Biomassaproductie _____	- 41 -
3.5.1.3. Absorptie _____	- 42 -
3.5.2. Koolzaad _____	- 43 -
3.5.2.1. Aanvaarding als landbouwteelt _____	- 43 -
3.5.2.2. Biomassaproductie _____	- 44 -
3.5.2.3. Absorptie _____	- 44 -
3.5.3. Wilg _____	- 45 -
3.5.3.1. Aanvaarding als landbouwteelt _____	- 45 -
3.5.3.2. Biomassaproductie _____	- 46 -
3.5.3.3. Absorptie _____	- 46 -
4. Economische analyse	- 48 -
4.1. Algemene situatie melkveeteler voor sanering _____	- 48 -
4.1.1. Toeslagrechten _____	- 51 -
4.2. Economische situatie landbouwer tijdens sanering _____	- 52 -
4.3. Economisch model _____	- 52 -
4.4. Koolzaad _____	- 54 -
4.4.1. Geval 1: Koolzaad wordt niet verder verwerkt op het landbouwbedrijf _____	- 54 -
4.4.1.1. Bijkomende opbrengsten _____	- 54 -
4.4.1.1.1. Energiepremie _____	- 54 -
4.4.1.1.2. Verkoop koolzaad _____	- 55 -

4.4.1.1.3.	Verkoop koolzaadstro _____	- 56 -
4.4.1.2.	Bijkomende kosten _____	- 56 -
4.4.1.2.1.	Teeltkosten koolzaad _____	- 56 -
4.4.1.2.2.	Aankoop voedermaïs _____	- 57 -
4.4.1.3.	Weggevallen opbrengsten _____	- 58 -
4.4.1.4.	Weggevallen kosten _____	- 58 -
4.4.1.4.1.	Teeltkosten voedermaïs _____	- 59 -
4.4.1.5.	Berekening nieuwe inkomen _____	- 59 -
4.4.2.	Geval 2: verwerking tot PPO en verkoop in de handel _____	- 64 -
4.4.2.1.	Bijkomende opbrengsten _____	- 64 -
4.4.2.1.1.	Eigen gebruik koolzaadkoek _____	- 65 -
4.4.2.1.2.	Verkoopopbrengsten koolzaadolie in de handel _____	- 65 -
4.4.2.2.	Bijkomende kosten _____	- 66 -
4.4.2.2.1.	Perskosten _____	- 66 -
4.4.2.3.	Weggevallen opbrengsten en kosten _____	- 66 -
4.4.2.4.	Berekening nieuwe inkomen _____	- 66 -
4.4.3.	Geval 3: verwerking tot PPO en verkoop aan een particulier _____	- 68 -
4.4.3.1.	Bijkomende opbrengsten _____	- 69 -
4.4.3.1.1.	Verkoopopbrengsten koolzaadolie aan een particulier _____	- 69 -
4.4.3.2.	Bijkomende kosten, weggevallen opbrengsten en kosten _____	- 70 -
4.4.3.3.	Berekening nieuwe inkomen _____	- 70 -
4.4.4.	Geval 4: verwerking tot PPO en gebruik als brandstof voor de tractor _____	- 72 -
4.4.4.1.	Bijkomende opbrengsten _____	- 72 -
4.4.4.1.1.	Uitgespaarde olie tractor _____	- 72 -
4.4.4.2.	Bijkomende kosten _____	- 73 -
4.4.4.2.1.	Kosten ombouw tractor _____	- 73 -
4.4.4.3.	Weggevallen opbrengsten en kosten _____	- 73 -
4.4.4.4.	Berekening nieuwe inkomen _____	- 73 -
4.4.5.	Geval 5: verwerking tot PPO en gebruik als brandstof voor personenwagen _____	- 75 -
4.4.5.1.	Bijkomende opbrengsten _____	- 75 -
4.4.5.1.1.	Uitgespaarde olie personenwagen _____	- 76 -
4.4.5.2.	Bijkomende kosten _____	- 76 -
4.4.5.2.1.	Kosten ombouw motor _____	- 76 -
4.4.5.3.	Weggevallen opbrengsten en kosten _____	- 77 -
4.4.5.4.	Berekening nieuwe inkomen _____	- 77 -
4.4.6.	Geval 6: PPO verkopen aan biodiesel producent. _____	- 79 -
4.4.7.	Samenvattende tabel _____	- 79 -
4.5.	Energiemaïs _____	- 83 -
4.5.1.	Geval 1: Verkoop energimaïs: korrels en groene delen _____	- 83 -

4.5.1.1.	Bijkomende opbrengsten _____	- 83 -
4.5.1.1.1.	Verkoopopbrengsten energiemais _____	- 83 -
4.5.1.2.	Bijkomende kosten, weggevallen opbrengsten, weggevallen kosten _____	- 84 -
4.5.1.3.	Berekening nieuwe inkomen _____	- 85 -
4.5.2.	Geval 2: energiemais: korrels als voeder voor runderen, verkoop groene delen _____	- 89 -
4.5.2.1.	Bijkomende kosten _____	- 89 -
4.5.2.1.1.	Aankoop voedermais _____	- 89 -
4.5.2.2.	Bijkomende opbrengsten, weggevallen kosten en weggevallen opbrengsten _____	- 90 -
4.5.2.3.	Berekening nieuwe inkomen _____	- 90 -
4.5.3.	Samenvattende tabel _____	- 93 -
4.6.	Wilg _____	- 95 -
4.6.1.	Bijkomende opbrengsten _____	- 95 -
4.6.1.1.	Verkoopopbrengsten van wilg _____	- 95 -
4.6.2.	Bijkomende kosten _____	- 95 -
4.6.2.1.	Teeltkosten van wilg _____	- 96 -
4.6.3.	Weggevallen kosten en opbrengsten _____	- 97 -
4.6.4.	Berekening van de netto contante waarde _____	- 97 -
4.6.4.1.	Arbeidsinkomen bij aanleg _____	- 97 -
4.6.4.2.	Arbeidsinkomen groei-jaren _____	- 99 -
4.6.4.4.	Arbeidsinkomen in het laatste jaar _____	- 102 -
4.7.	Sensitiviteitsanalyse _____	- 106 -
4.7.1.	Energiepremie _____	- 106 -
4.7.2.	Verkoopopbrengst PPO _____	- 107 -
4.7.3.	Prijs voedermais _____	- 108 -
4.7.4.	Prijs energiemais _____	- 108 -
4.7.5.	Prijs groene delen _____	- 109 -
4.7.6.	Verkoopopbrengst wilg _____	- 109 -
4.7.7.	Gewone toeslagrechten bij wilg _____	- 110 -
4.7.8.	Bepaling premie/subsidie OVAM _____	- 110 -

5. Conclusies - 112 -

Lijst van geraadpleegde werken - 119 -

Bijlagen - 131 -

Lijst met gebruikte afkortingen

B	: aantal hectaren braak
BEM	: aantal hectaren energiemais waarop braakleggingstoelagen worden geactiveerd
C_t	: nettokasstroom op tijdstip t
EM	: aantal hectaren energiemais waarop gewone toelagen worden geactiveerd
G	: percentage areaal grasland op een gemiddeld landbouwbedrijf
GL	: aantal hectaren grasland waarop gewone toelagen worden geactiveerd
H	: totaal aantal hectaren
KB	: aantal hectaren koolzaad waarop braakleggingstoelagen worden geactiveerd
KZ	: aantal hectaren koolzaad waarop gewone toelagen worden geactiveerd
R	: totaal arbeidsinkomen van een gemiddeld landbouwbedrijf
r	: discontovoet
r_B	: arbeidsinkomen per hectare braak waarop braakleggingstoelagen worden geactiveerd
r_{BEM}	: arbeidsinkomen per hectare energiemais waarop braakleggingstoelagen worden geactiveerd
r_{EM}	: arbeidsinkomen per hectare energiemais waarop gewone toelagen worden geactiveerd
r_{GL}	: arbeidsinkomen per hectare grasland waarop gewone toelagen worden geactiveerd
r_{KB}	: arbeidsinkomen per hectare koolzaad waarop braakleggingstoelagen worden geactiveerd
r_{KZ}	: arbeidsinkomen per hectare koolzaad waarop gewone toelagen worden geactiveerd
r_{VM}	: arbeidsinkomen per hectare voedermais waarop gewone toelagen worden geactiveerd
V	: percentage areaal voedergrassen op een gemiddeld landbouwbedrijf
VM	: aantal hectaren voedermais waarop gewone toelagen worden geactiveerd

Lijst met figuren

Figuur 2.1: De Belgische Kempen _____	- 17 -
Figuur 2.2: Saneringsplicht _____	- 19 -
Figuur 2.3: Cadmiumvervuiling in de Belgische Kempen _____	- 26 -
Figuur 2.4: Loodvervuiling in de Belgische Kempen _____	- 28 -
Figuur 2.5: Zinkvervuiling in de Belgische Kempen _____	- 29 -
Figuur 3.1: Schematische weergave van fyto-extractie _____	- 32 -
Figuur 3.2: Schematische weergave van rhizofiltratie ex-situ _____	- 33 -
Figuur 3.3: Schematische weergave van fytostabilisatie _____	- 34 -
Figuur 3.4: Schematische weergave van rhizodegradatie _____	- 35 -
Figuur 3.5: Schematische weergave van fytodegradatie _____	- 36 -
Figuur 3.6: Schematische weergave van fytovolatilizatie _____	- 37 -

Lijst met tabellen

Tabel 2.1 : Streefwaarden voor de Belgische Kempen _____	- 21 -
Tabel 2.2 : Richtwaarden voor de Belgische Kempen _____	- 22 -
Tabel 2.3: Bodemsaneringnormen voor de Belgische Kempen _____	- 22 -
Tabel 2.4: Belangrijkste teelten in de Belgische Kempen _____	- 23 -
Tabel 2.5: Voedselnormen voor de belangrijkste teelten in de Belgische Kempen _____	- 25 -
Tabel 3.1: Evolutie van koolzaadproductie in België _____	- 44 -
Tabel 4.1: Voedergewassen in de Belgische kempen _____	- 49 -
Tabel 4.2: Gemiddeld areaal in de Belgische Kempen _____	- 49 -
Tabel 4.3: Intrestvoet op een lening voor landbouwinvesteringen. _____	- 54 -
Tabel 4.4: Opbrengst uit de verkoop van koolzaad _____	- 55 -
Tabel 4.5: Berekening van de waarde van koolzaadstro _____	- 56 -
Tabel 4.6: Totale variabele teeltkosten van koolzaad _____	- 57 -
Tabel 4.7: Totale kostprijs voor de aankoop van voedermaïs _____	- 58 -
Tabel 4.8: Totale variabele teeltkosten van maïs _____	- 59 -
Tabel 4.9: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop koolzaad _____	- 61 -
Tabel 4.10: Gewasverdeling voor de oude en de situatie bezet bij verkoop koolzaad _____	- 62 -
Tabel 4.11: Inkomensberekening voor de oude en de situatie bezet bij verkoop koolzaad _____	- 62 -
Tabel 4.12: Gewasverdeling voor de oude en de situatie braak bij verkoop koolzaad _____	- 63 -
Tabel 4.13: Inkomensberekening voor de oude en de situatie braak bij verkoop koolzaad _____	- 63 -
Tabel 4.14: Samenvattende tabel voor de verschillende situaties bij verkoop koolzaad _____	- 64 -
Tabel 4.15: Berekening eigen gebruik koolzaadkoek _____	- 65 -
Tabel 4.16: Berekening van de verkoopopbrengsten van koolzaadolie in de handel _____	- 65 -
Tabel 4.17: Berekening perskosten _____	- 66 -
Tabel 4.18: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop PPO in de handel _____	- 67 -
Tabel 4.19: Samenvattende tabel voor alle situaties bij verkoop PPO in de handel _____	- 68 -
Tabel 4.20: Berekening verkoopopbrengst PPO aan particulier _____	- 69 -
Tabel 4.21: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop PPO aan particulier _____	- 70 -
Tabel 4.22: Samenvattende tabel voor alle situaties bij verkoop PPO aan particulier _____	- 72 -
Tabel 4.23: Berekening uitgespaarde kosten olie tractor _____	- 72 -
Tabel 4.24: Berekening kosten ombouw motor _____	- 73 -
Tabel 4.25: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij gebruik PPO in tractor _____	- 73 -
Tabel 4.26: Verdeling van de hectare naargelang de bestemming van de PPO _____	- 75 -
Tabel 4.27: Samenvattende tabel voor gebruik PPO in tractor _____	- 75 -
Tabel 4.28: Berekening uitgespaarde kosten olie personenwagen _____	- 76 -
Tabel 4.29: Berekening kosten ombouw motor _____	- 77 -

Tabel 4.30: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij gebruik PPO in personenwagen	- 77 -
Tabel 4.31: Verdeling van de hectare naargelang de bestemming van de PPO	- 78 -
Tabel 4.32: Samenvattende tabel voor gebruik PPO in personenwagen	- 79 -
Tabel 4.33: Samenvattende tabel voor alle gevallen en situaties van koolzaad	- 80 -
Tabel 4.34: Waarde van koolzaadkoek is 0 €/ton, ceteris paribus	- 81 -
Tabel 4.35: Prijs van koolzaad is 0 €/ton ceteris paribus	- 81 -
Tabel 4.36: Waarde van koolzaadstro is 0 €/ton, ceteris paribus	- 82 -
Tabel 4.37: Prijs van koolzaadstro is 0 €/ton, prijs van koolzaad is 0 €/ton en waarde van koolzaadkoek is 0 €/ton, ceteris paribus	- 82 -
Tabel 4.38: Verse stof productie en prijzen van energiemaïs	- 84 -
Tabel 4.39: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop energiemaïs aan marktprijs	- 85 -
Tabel 4.40: Gewasverdeling voor de situatie voor en tijdens sanering: verkoop alle delen energiemaïs	- 86 -
Tabel 4.41: Inkomensberekening voor de situatie voor en tijdens sanering: verkoop alle delen energiemaïs	- 86 -
Tabel 4.42: Samenvattende tabel voor alle situaties bij verkoop energiemaïs (aan marktprijs)	- 88 -
Tabel 4.43: Totale kostprijs voor de aankoop van voedermaïs voor de verschillende situaties	- 90 -
Tabel 4.44: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij gebruik korrel voor runderen (situatie bezet)	- 91 -
Tabel 4.45: Samenvattende tabel voor alle situaties bij gebruik voor runderen	- 93 -
Tabel 4.46: Samenvattende tabel voor alle gevallen en situaties van energiemaïs	- 94 -
Tabel 4.47: Droge stof productie en prijzen van wilg	- 95 -
Tabel 4.48: Variabele teeltkosten populier/wilg	- 96 -
Tabel 4.49: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij aanleg	- 98 -
Tabel 4.50: Gewas- en inkomensverdeling voor de drie situaties bij aanleg	- 99 -
Tabel 4.51: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen in groei-jaren	- 99 -
Tabel 4.52: Inkomensverdeling voor drie situaties tijdens de groei-jaren	- 100 -
Tabel 4.53: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen in oogstjaar	- 101 -
Tabel 4.54: Inkomensverdeling voor drie situaties tijdens de oogst-jaren	- 101 -
Tabel 4.55: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen in het laatste jaar	- 102 -
Tabel 4.56: Inkomensverdeling voor drie situaties tijdens het laatste jaar	- 103 -
Tabel 4.57: Arbeidsinkomen gedurende 21 jaar voor wilg	- 104 -
Tabel 4.58: Waarde energiepremie om NCW voor sanering te bereiken	- 107 -

1. Probleemstelling

1.1. Praktijkprobleem: omschrijving en situering

Het gebied van de Belgische Kempen is gesitueerd in de provincies Antwerpen en Limburg (Wouters & Vandenberghe, 1994). Aan het einde van de 19^{de} eeuw heeft de non-ferro industrie zich gevestigd in dit gebied. Tijdens de productie kwamen zware metalen zoals cadmium, lood en zink vrij. De stoffen verspreidden zich via de lucht en kwamen terecht op gronden in de wijde omgeving (Milieurapport Vlaanderen, 2006; OVAM, 2008b). Het afval van de ovens werd bovendien nog gebruikt om wegen te verharderen. Dit zorgde voor een verdere verspreiding van zware metalen in de Belgische Kempen (Nawrot, 2007). De bodemvervuiling is dus van historische aard. Het probleem is dat niemand zich hierdoor verantwoordelijk voelt voor de vervuiling en de sanering ervan.

De zware metalen kunnen in onze voedselketen terecht komen omdat landbouwgewassen de metalen opnemen uit de bodem of omdat vee gevoederd wordt met voedsel dat vervuild is met zware metalen. Enkele jaren geleden werd er een oogst van wortelen en schorseneren in beslag genomen omdat de metaalconcentraties in deze groenten te hoog lagen (Ruttens, 2007). Zware metalen houden gezondheidsrisico's in voor de mens. Cadmium bijvoorbeeld zorgt voor de aantasting van de nieren en beenderweekheid (Langen, 1992). Sommige organisaties beschouwen het metaal zelfs als kankerverwekkend voor de mens (World Health Organization & International Agency For Research On Cancer, 1997). Voor de volksgezondheid is het dus van belang dat de bodemvervuiling wordt aangepakt.

In januari 2006 bedroeg het totale gekende gebied dat met zware metalen verontreinigd is in de Belgische Kempen bij benadering 290,4 km² (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen). De vervuiling is dus verspreid over een groot gebied. Dit maakt het moeilijk om dure saneringsmethoden te gebruiken zoals afgraven. Een goedkopere oplossing om de bodems te saneren is fytoremediatie. Fytoremediatie is een algemene benaming voor technieken die gebruik maken van planten om verontreinigende stoffen te reduceren, verwijderen, degraderen of immobiliseren (Peer, Baxter, Richards, Freeman & Murphy, 2005). Het grootste voordeel van deze techniek is de prijs. In vergelijking met ex-situ saneringstechnieken kan fytoremediatie tot 90% goedkoper zijn (Mueller & Goswami, 2001). De belangrijkste beperking van de techniek is het tijdsaspect. Het kan tientallen jaren duren alvorens de bodems gesaneerd zijn (Raskin & Ensley, 2000).

In de Belgische Kempen is landbouw belangrijk en zijn er bijgevolg veel landbouwgronden (Van Hecke, E., Boon, J., Delien, A. & Vandenhoeck, H., 2003). In het gebied liggen 5.910 landbouwbedrijven die samen een oppervlakte van 112.330 ha cultuurgrond bezetten (Algemene

directie statistiek en economische informatie, 2006). Het voordeel van fytoremediatie is dat bodemsanering gecombineerd kan worden met de teelt van landbouwgewassen. Landbouwers kunnen hun inkomen behouden tijdens de sanering omdat de teelt nog een economische waarde heeft (Soriano & Fereres, 2003). Landbouwers hebben ook voordeel bij het saneren van de bodems. Momenteel bevinden zij zich in een onzekere situatie omdat voedselnormen niet overschreden mogen worden.

In deze masterproef bekijken we 3 teelten die de landbouwer eventueel zou kunnen gebruiken om zijn bodems te saneren. We kijken naar verschillende aspecten van elke teelt. Eerst lichten we de keuze van de teelt toe door het bespreken van de biomassaproductie, metaalabsorptie en aanvaarding door de landbouwers van elke teelt. Na de keuze van 3 teelten (koolzaad, energiemais en wilg) maken we een economische analyse van de impact op het arbeidsinkomen van de landbouwer.

1.2. Onderzoekdoelen

Het doel van deze masterproef is om de impact van fytoremediatie op het inkomen van de landbouwers in de Belgische Kempen te onderzoeken. De centrale onderzoeksvraag van deze masterproef is:

“Wat is het effect van fytoremediatie op het arbeidsinkomen van de landbouwers in de Belgische Kempen?”

We proberen een antwoord te vinden op de centrale onderzoeksvraag aan de hand van enkele deelvragen:

- Wat is het effect van de teelt van koolzaad, energiemais en wilg op het inkomen van de landbouwers in de Belgische Kempen?
- Is fytoremediatie een mogelijke oplossing voor het bodemverontreinigingprobleem in de Belgische Kempen?
- Wat is het effect van de verwerking van de teelt op het inkomen van de landbouwers in de Belgische Kempen?
- Wat is het effect van de bezetting van het braakareaal met energieteelten op het inkomen van de landbouwers in de Belgische Kempen?
- Wat is het effect van de wijziging van bepaalde variabelen op het arbeidsinkomen van de landbouwers in de Belgische Kempen?

1.3. Doelstelling en werkwijze

In deze masterproef beginnen we met een literatuuronderzoek. We omschrijven in het eerste hoofdstuk van de literatuurstudie het bodemverontreinigingprobleem in de Belgische Kempen. We onderzoeken onder meer de oorzaak van de vervuiling, de juridische implicaties van de vervuiling (waarbij we zowel naar bodem -als voedselnormen kijken), de meest vervuilde gemeenten en de gevolgen voor de volksgezondheid. Nadat we het probleem en haar gevolgen voldoende beschreven hebben, onderzoeken we een mogelijke oplossing in het tweede hoofdstuk van de literatuurstudie door een zo volledig mogelijke analyse van fyto-remediatie. We zullen de techniek beschrijven, de voor -en nadelen van de techniek, kijken naar de toepasselijkheid van fyto-remediatie in de Belgische Kempen, en verantwoorden de keuze van de drie teelten. In het derde hoofdstuk zullen we een economisch model ontwikkelen om het arbeidsinkomen van een landbouwer te bepalen indien hij fyto-remediatie toepast met een landbouwteelt. In het vierde en laatste hoofdstuk maken we conclusies over de hele eindverhandeling.

Voor het schrijven van deze masterproef hebben we gebruik gemaakt van literatuur en in zeer grote van persoonlijke communicatie met experts. De literatuur werd gevonden in boeken, wetenschappelijke tijdschriften, congrespapers en rapporten. We hebben ook verschillende websites geraadpleegd. Omwille van de accurateheid hebben we bij de raadpleging van websites getracht zoveel mogelijk informatie te verzamelen van websites van de overheid of internationale instellingen. Tenslotte hebben we ook mensen gecontacteerd die gespecialiseerd zijn in een bepaald aspect van deze masterproef. Op deze manier kwamen we niet-gepubliceerde, maar belangrijke informatie te weten zoals de huidige marktprijzen van bepaalde teelten.

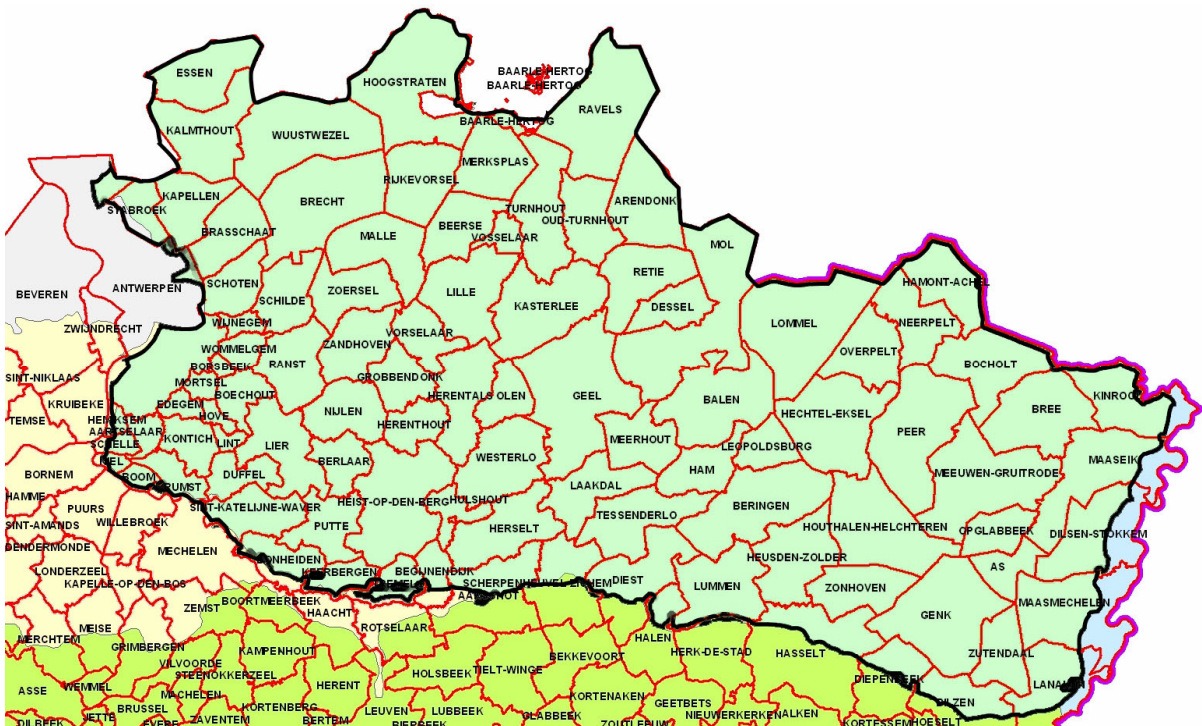
2. Vervuiling in de Belgische Kempen

In de Belgische Kempen is de bodem vervuild met zware metalen. Deze vervuiling is hoofdzakelijk te traceren naar de non-ferro-industrie (OVAM, 2008b). Het verontreinigde gebied bestaat vooral uit landbouwgronden. De landbouwgewassen kunnen zware metalen opnemen. Op deze manier komen zware metalen terecht in de voedselketen. Deze verspreiding dient tegengegaan te worden omdat zware metalen schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens (OVAM, 2008c).

2.1. Situering van de Belgische Kempen

Het gebied van de Kempen is gesitueerd in de Belgische provincies Antwerpen en Limburg en de Nederlandse provincie Noord-Brabant. Het totale gebied heeft een oppervlakte van ongeveer 4.000 km² (Wouters & Vandenberghe, 1994). Deze masterproef focust op het deel van de Kempen gelegen op Belgisch grondgebied. De Belgische Kempen zijn aangegeven op onderstaande kaart en omvatten het noorden van de provincies Antwerpen en Limburg.

Figuur 2.1: De Belgische Kempen



Bron: persoonlijke communicatie, Claes, 6 juli 2007)

2.2. Historische Bodemvervuiling

De meeste zware metalen in bodems hebben een natuurlijke oorsprong. Maar door de vervuilende emissies van bedrijven zijn de concentraties van zware metalen in omliggende bodems drastisch gestegen. De grootste vervuilde gebieden zijn gesitueerd rond bestaande en reeds gesloten non-ferro bedrijven (Wens, 1991). Aan het einde van de 19de eeuw pasten deze non-ferro bedrijven namelijk thermische raffinage toe om metalen uit erts te winnen. Bij deze techniek kwamen zware metalen zoals cadmium, zink en lood vrij. Bovendien werd er arseen uitgestoten. Deze stoffen verspreidden zich via de lucht en kwamen zo terecht op gronden in de wijde omgeving. De lozing van bedrijfsafvalwater zorgde voor een verdere vervuiling van de waterlopen. Het gebruik van zinkassen voor de aanleg van verharde wegen werkten een verdere verspreiding van de zware metalen in de hand (Milieurapport Vlaanderen, 2006; OVAM, 2008b).

De emissies zijn later sterk gedaald omdat er overgeschakeld werd van thermische raffinage op een elektrolytisch proces (Huysentruyt, 1988). Hoewel de industrie bovendien heel wat inspanningen levert worden in de buurt van non-ferrobedrijven nog steeds verhoogde concentraties gemeten (Vlaamse Milieumaatschappij, 2005). Het Actieplan Cadmium (2006) vermeldt welke non-ferro bedrijven de omgeving van de Belgische Kempen vervuild hebben. Op dit moment zijn er nog 2 zinkfabrieken van Umicore actief in Balen en Overpelt. In Lommel is de zinkfabriek gesloten in 1974. Een andere fabriek is gevestigd in Olen. Voor 2005 maakte deze fabriek deel uit van Umicore, momenteel is deze gekend onder de naam Cumerio. Tenslotte is er ook in Beerse een probleem met zware metalen. Hier liggen de bedrijven Campine en Metallo Chimique aan de basis (Peeters, 2006). Huygh (1985) vermeldt ook nog een arseenfabriek in Bocholt. Het Actieplan Cadmium werd opgesteld naar aanleiding van studies die het verband aantoonde tussen longkanker en cadmiumvervuiling (OVAM, 2008a). Het doel van dit plan is om de cadmiumvervuiling in Vlaanderen in kaart te brengen. Het plan geeft ook een overzicht van de maatregelen die genomen worden en reeds genomen zijn in het kader van de sanering van vervuilde gebieden (Actieplan Cadmium, 2006).

In januari 2006 bedroeg het totale gekende gebied dat met zware metalen verontreinigd is in de Belgische Kempen bij benadering 290,4 km² (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen).

2.3. Bodemsaneringsdecreet en uitvoeringsbesluit (VLAREBO)

Het decreet voor bodemsanering en bodembescherming van 27 oktober 2006 is de opvolger van het decreet van 22 februari 1995. De belangrijkste doelstellingen van het decreet zijn nieuwe verontreiniging voorkomen en historische verontreiniging saneren (OVAM, 2008d). Dit decreet krijgt pas uitvoering nadat er een uitvoeringsbesluit is goedgekeurd door de Vlaamse Regering

(decreet van 27 oktober 2006, art 178). Het uitvoeringsbesluit van het decreet van 27 oktober 2006 is het Vlaams Reglement voor de Bodemsanering, ook VLAREBO genoemd (OVAM, 2008e). Op 14 december 2007 is het nieuwe VLAREBO goedgekeurd. Het moet echter nog gepubliceerd worden in het Belgische Staatsblad. Het decreet treedt in werking op 1 juni 2008 (OVAM, 2007).

Het decreet behandelt bodemverontreiniging van historische aard (verschillend van nieuwe bodemverontreiniging). Bodemverontreiniging is historisch indien de bodemverontreiniging van voor 29 oktober 1995 dateert. Na deze datum is de totstandgekomen verontreiniging nieuw (decreet van 27 oktober 2006, art 2). Dit is de datum waarop het eerste bodemsaneringsdecreet in werking trad (OVAM, 2008f). In de Kempen is de vervuiling van historische aard.

Het huidige bodemdecreet stapt af van de exclusieve aanduiding van de saneringsplichtige. In het nieuwe decreet kunnen er meer personen als saneringsplichtige aangeduid worden. Het is voor deze personen wel eenvoudiger om hun onschuld aan te tonen dan bij het oude decreet (Vanheusden, 2007). De aanwijzing van de saneringsplichtige gebeurt via een getrapt systeem, weergegeven in figuur 2.2. De eerste persoon die aangesproken wordt is de exploitant. Als deze afwezig is of zijn onschuld kan bewijzen spreekt men de gebruiker van de grond aan. Als er geen gebruiker is of deze voldoet aan de vrijstellingsvoorwaarden, spreekt men de eigenaar aan. Als ook de eigenaar is vrijgesteld, treedt de OVAM ambtshalve op. De saneringsplichtige zorgt zelf voor de sanering van de vervuilde bodem en wordt aangeduid door de OVAM. Het komt er dus op neer dat wanneer de saneringsplichtige niet aan de vrijstellingsvoorwaarden voldoet, hij de bodem moet saneren (OVAM, 2007). De saneringsplichtige kan de kosten van sanering verhalen op de persoon die aansprakelijk is voor de vervuiling (decreet van 27 oktober 2006, art 13).

Figuur 2.2: Saneringsplicht



Bron: OVAM (2007)

Bij nieuwe bodemverontreiniging wordt overgegaan tot bodemsanering indien bodemsaneringsnormen die door de Vlaamse Regering werden ingesteld overschreden worden. Een bodemsaneringnorm (BSN) is een norm die beantwoordt aan een niveau van bodemverontreiniging dat een aanmerkelijk risico inhoudt van negatieve effecten voor de mens of het milieu. Hierbij wordt rekening gehouden met de kenmerken van de bodem en de functies die deze vervult (decreet van 27 oktober 2006, art 9). Bij nieuwe bodemvervuiling wil men door de sanering de richtwaarden voor de bodemkwaliteit realiseren (decreet van 27 oktober 2006, art 10). Richtwaarden worden door de Vlaamse Regering vastgesteld en beantwoorden aan het gehalte aan verontreinigende stoffen of organismen op of in de bodem, dat toelaat dat de bodem al zijn functies kan vervullen zonder dat enige beperking moet worden opgelegd (decreet van 27 oktober 2006, art 3). Indien het niet mogelijk is om de richtwaarden te realiseren door de kenmerken van de bodemverontreiniging of omdat de sanering overmatige kosten genereert zal men saneren totdat de bodemkwaliteit de bodemsaneringsnormen bereikt. Als ook deze norm niet haalbaar is door de kenmerken van de bodemverontreiniging of omdat de sanering overmatige kosten met zich meebrengt dan saneert men tot het niveau dat de bodemkwaliteit geen risico meer oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu. Als zelfs deze norm niet bereikbaar is door de kenmerken van de verontreiniging of zonder overmatige kosten legt men gebruiks –of bestemmingsbeperkingen op aan de grond (decreet van 27 oktober 2006, art 10).

Bij historische bodemverontreiniging wordt overgegaan tot bodemsanering indien de vervuiling ernstig is (decreet van 27 oktober 2006, art 17). De sanering wordt gedaan tot op het niveau waarbij de bodemkwaliteit geen risico meer oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu. Als deze norm niet behaald kan worden zonder overmatig hoge kosten te maken zal men gebruiks –en bestemmingsbeperkingen opleggen aan de grond (decreet van 27 oktober 2006, art 21). Bij historische bodemvervuiling, zoals in de Belgische Kempen, gelden dus geen normen, maar een risicobeoordeling, wat meestal resulteert in een minder streng saneringsdoel.

Er wordt bij historische verontreiniging geen rekening gehouden met de richtwaarde zoals bij nieuwe bodemverontreiniging. Toch gaan we in deze masterproef met deze norm rekening houden en niet met de norm zoals bij historische bodemverontreiniging in het decreet. De reden hiervoor is dat wanneer men zich houdt aan de minder strenge norm het gebruik van de bodem beperkt wordt en er opvolg –en analysekosten ontstaan. Bij het criterium van de richtwaarde (cfr. nieuwe verontreiniging) kan de bodem alle functies vervullen.

De belangrijkste verontreinigende metalen in de Belgische Kempen zijn arseen, cadmium, lood en zink. Deze metalen worden het meest vernoemd in de dossiers die ingediend worden voor het register van verontreinigende stoffen (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen). Daarom zijn dit de metalen die we zullen bespreken in de volgende delen van de tekst.

Streefwaarden beantwoorden aan het gehalte aan verontreinigende stoffen of organismen op of in de bodem, dat als normale achtergrond in niet-verontreinigde bodems met vergelijkbare bodemkenmerken teruggevonden wordt (decreet van 27 oktober 2006, art 3). Streefwaarden komen overeen met de definitie van achtergrondwaarde die in het eerste bodemdecreet werd gebruikt. De term achtergrondwaarde staat echter nog op de kaarten gebruikt in punt 2.5.1.2., 2.5.2.2. en 2.5.3.2 omdat deze kaarten zijn opgesteld toen het eerste bodemdecreet nog van kracht was.

Streefwaarden staan vermeld in bijlage III van VLAREBO. Deze waarden zijn standaard voor cadmium, ongeacht de bodemkenmerken. Voor lood, zink en arseen moet men de normen berekenen door rekening te houden met de gemeten gehalten aan klei en aan organisch materiaal in de bodem. Deze normen kan men berekenen aan de hand van de formules in bijlage III VLAREBO. De gehalten klei en organisch materiaal variëren van plaats tot plaats, maar op basis van 100 verschillende meetpunten in de Belgische Kempen komen we op een gemiddeld kleigehalte van 3% en een gemiddeld gehalte aan organische stof van 4%.¹

In tabel 2.1 zijn de streefwaarden opgenomen die betrekking hebben op de Belgische Kempen. Tijdens onze berekeningen hebben we afgerond naar een geheel getal.

Tabel 2.1 : Streefwaarden voor de Belgische Kempen

	Het vaste deel van de aarde (mg/kg droge stof)	Grondwater (µg/l)
Arseen	10	5
Cadmium	0,7	1
Lood	38	5
Zink	50	60

Bron: VLAREBO bijlage III

De richtwaarden voor de bodem zijn te vinden in bijlage II van VLAREBO. Dit is de waarde tot waar de bodem gesaneerd moet worden. Voor lood gelden de standaardnormen, terwijl voor cadmium, zink en arseen rekening gehouden moet worden met gehalten aan klei, organisch materiaal of pH-KCl in de bodem. Afhankelijk van deze waarden berekent men de geldende normen. De pH-KCl van de verschillende bodems in Vlaanderen is sterk afhankelijk van de grondsoort en van het gebruiksdoel van de bodem (akkerbouw, weiland of ander gebruik). In de Belgische Kempen geldt op basis van 100 verschillende meetpunten een gemiddelde waarde van 5.²

¹ persoonlijke communicatie, Geysen, 24 oktober 2007

² persoonlijke communicatie, Geysen, 4 februari 2008

De richtwaarden van cadmium, zink, lood en arseen die gelden in de Belgische Kempen zijn terug te vinden in tabel 2.2. Tijdens de berekeningen is afgerond naar een geheel getal, behalve voor de cadmiumnormen.

Tabel 2.2 : Richtwaarden voor de Belgische Kempen

	Het vaste deel van de aarde (mg/kg droge stof)	Grondwater (µg/l)
Arseen	23	12
Cadmium	1,2	3
Lood	120	12
Zink	169	300

Bron: VLAREBO bijlage II

De bodemsaneringsnormen (BSN) voor zware metalen zijn terug te vinden in bijlage IV van VLAREBO (BESLUIT van 14 december 2007, art 47). Wanneer deze normen overschreden worden, moet men saneren. Deze verschillen naargelang het ruimtelijk bestemmingstype waarin een grond gelegen is. De standaardnormen kan men niet gebruiken voor bestemmingstype I en II voor arseen, cadmium en zink en voor bestemmingstype III voor zink. Bij de berekening van de normen moet men rekening houden met de gehalten aan klei, organisch materiaal en pH-KCl van de bodem. In tabel 2.3 zijn de bodemsaneringsnormen terug te vinden voor de Belgische Kempen. Tijdens de berekeningen is afgerond naar een geheel getal.

Tabel 2.3: Bodemsaneringsnormen voor de Belgische Kempen

	Het vaste deel van de aarde (mg/kg droge stof)					Grondwater (µg/l)
	I	II	III	IV	V	I,II,III,IV,V
Arseen	38	38	103	267	267	20
Cadmium	2	2	6	9,5	30	5
Lood	200	200	560	735	1250	20
Zink	282	282	282	1000	1250	500

Bron: VLAREBO bijlage IV

Bestemmingstype I komt overeen met bos –en natuurgebieden. Bestemmingstype II zijn gronden die geklasseerd zijn als landbouwgebieden. De woongebieden worden onder bestemmingstype III gebracht. Het vierde bestemmingstype is bestemd voor recreatiegebieden en ten slotte is bestemmingstype V voor industriegebieden (VLAREBO, bijlage IV).

We zullen de interpretatie van deze tabel uitleggen aan de hand van een voorbeeld. Voor een landbouwer geldt dat hij moet kijken naar bestemmingstype II omdat dit de bodemsaneringsnorm is die geldt voor landbouwgebieden. Hier geldt dus dat de landbouwgrond maar slechts 2 mg/kg droge stof cadmium mag bevatten. Als dezelfde grond geklasseerd werd als een industriegebied zou er hier maximaal 30 mg/kg droge stof cadmium in de grond mogen zitten alvorens sanering noodzakelijk is.

2.4. Zware metalen en landbouw

2.4.1. Landbouw in de Kempen

In tabel 2.4 zijn de belangrijkste teelten in de Belgische Kempen weergegeven. De gegevens zijn gevonden in de landbouwtelling van 2005. In 2005 waren er 5.910 landbouwbedrijven met een totale oppervlakte aan cultuurgrond van 112.330 ha. Voedermaïs was de belangrijkste teelt in de Kempen. Er waren 3.055 bedrijven die op een totale oppervlakte van 32.208 ha voedermaïs teelden. Korrelmaïs was ook een belangrijke teelt voor de Kempen. Er waren 1.304 bedrijven die korrelmaïs teelden op een oppervlakte van 12.188 ha. Verder werd de landbouwgrond vooral gebruikt voor tijdelijke en permanente weiden. Deze weiden werden gebruikt voor afmaaïen en afgrazen. De tijdelijke weiden namen een totale oppervlakte van 24.010 ha in door 2.296 bedrijven. 3.401 bedrijven hadden permanente weiden en namen een oppervlakte van 27.654 ha in (Algemene directie statistiek en economische informatie, 2006). Hieruit blijkt dat de belangrijkste teelten in de Belgische Kempen voedermaïs, weiden (gras) en korrelmaïs zijn. De andere teelten in de tabel zijn duidelijk minder significant in de Belgische Kempen.

Tabel 2.4: Belangrijkste teelten in de Belgische Kempen

Teelt	Aantal hectare	Aantal bedrijven
Voedermaïs	32.208	3.055
Permanente weiden	27.654	3.401
Tijdelijke weiden	24.010	2.296
Korrelmaïs	12.188	1.304
Aardappelen	2.989	470
Tarwe	1.929	388
Triticale	1.359	452
Suikerbieten	976	181
Gerst	896	339

Bron: Algemene directie statistiek en economische informatie (2006)

2.4.2. Voedsel –en voedernormen voor zware metalen

De voedselnormen voor zware metalen vindt men in verordening³ (EG) nr. 1881/2006. Deze verordening is rechtstreeks van toepassing in België en alle andere landen van de EU. In deze verordening zijn de normen te vinden die gelden voor voedsel voor menselijk consumptie. In België is er ook een regeling voor zware metalen in voedingssupplementen. Dit wordt geregeld in het Koninklijk Besluit van 14 juni 2002 tot vaststelling van maximale gehalten aan contaminanten waaronder zware metalen in voedingssupplementen. De voedselnormen uit verordening (EG) nr. 1881/2006 gelden voor het eetbare deel van de plant en na wassen ervan (verordening (EG) nr. 1881/2006 van 19 december 2006, art 1). Merk wel op dat de normen worden uitgedrukt op het gewicht van het product zoals het is (het verse gewicht), en niet op het droge stofgehalte zoals men dat doet bij bodemsaneringsnormen.⁴

Dierenvoeding wordt geregeld door richtlijn⁵ 2002/32/EG van 7 mei 2002 inzake ongewenste stoffen in diervoeding. Richtlijn 2002/32/EG werd omgezet in nationale wetgeving via het ministerieel besluit van 12 februari 1999 betreffende de handel en het gebruik van producten bestemd voor het voederen van dieren.⁶ De normen voor dierenvoeding zijn te vinden in bijlage 1 van de richtlijn 2002/32/EG. De normen geven het maximumgehalte van het zwaar metaal aan in mg/kg van voedermiddelen die herleid zijn tot een vochtgehalte van 12% (richtlijn (EG) nr. 2002/32 van 7 mei 2002, art 4). Tabel 2.5 somt de voedselnormen op voor cadmium, lood en zink die gelden in de Belgische Kempen.

Bij grassen, bieten en maïs zijn er in het verleden in de Belgische Kempen lichte overschrijdingen waargenomen. Deze gewassen mochten nog geteeld worden voor eigen gebruik, maar mochten niet op de markt verkocht worden. Bij de veeteelt is er vooral een probleem bij de nieren en lever van de dieren. Vooral de normen van de nieren werden ernstig overschreden, de normen van de lever werden slechts licht overschreden. Deze overschrijdingen leverden sommige gemeenten zelfs een exportverbod op. In deze gemeenten werd wel een risicobeheermaatregel genomen. Als men de nieren verwijderd uit het vee dan kan men deze dieren toch nog op de markt verkopen. Voor de melkproductie tot slot is er nooit een probleem geweest (Dries, 2007). Dit laatste is een zeer belangrijke vaststelling omdat wij op basis hiervan ervan zullen uitgaan dat het inkomen uit melk zal behouden blijven.

³ Een verordening is een rechtsinstrument waarover de EU beschikt en is verbindend in al haar onderdelen en rechtstreeks toepasbaar in elke lidstaat (European Union, 2006).

⁴ persoonlijke communicatie, Vinkx, 18 juli 2007

⁵ Een richtlijn is een rechtsinstrument waarover de EU beschikt en is enkel verbindend voor het bereiken van een resultaat in de daarvoor aangewezen lidstaat. De EU lidstaat kan zelf de vorm en de middelen voor het bereiken van het resultaat kiezen (European Union, 2006).

⁶ persoonlijke communicatie, Van Nevel, 18 oktober 2007

Tabel 2.5: Voedselnormen voor de belangrijkste teelten in de Belgische Kempen

	Cadmium	Lood	Zink⁷	Bron
Voedermaïs	0,10	0,20	geen maximum	verordening 1881/2006/EG
Korrelmaïs	1	10	geen maximum	ministerieel besluit van 12 februari 1999
Gras	1	30	geen maximum	ministerieel besluit van 12 februari 1999

2.5. Impact van de verontreiniging

2.5.1. Cadmium

Cadmium is een zacht en zilverachtig metaal dat makkelijk gesneden kan worden met een mes (D'Mello, 2003). Het is een zwaar metaal dat gebruikt wordt voor de kleurstoffen geel en rood in kunststoffen, glazuur en verf. Een tweede mogelijkheid is dat cadmium wordt gebruikt in batterijen (Van Gool, 1994). De kleurstoffen op basis van cadmium zijn van hoge kwaliteit, duurzaam en stabiel. Het gebruik van cadmium in batterijen kent de laatste jaren een toenemend verbruik. Het metaal komt van nature haast niet voor in België. Cadmium aanwezig in België is grotendeels het gevolg van vervuiling (Staessens, 1999).

2.5.1.1. Gevolgen van cadmiumvervuiling voor de gezondheid

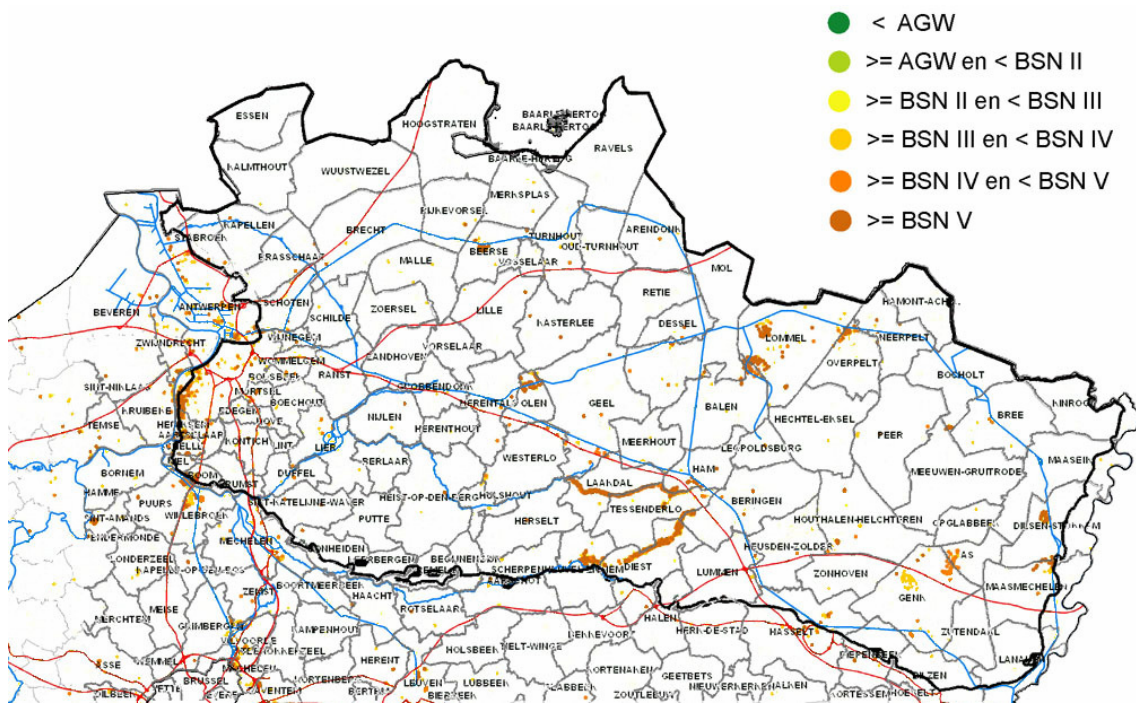
Cadmium vervult geen enkele nuttige taak in ons lichaam en is bovendien giftig. Verder is het metaal zeer moeilijk uit het lichaam te verwijderen. Men schat dat het 10 à 30 jaar duurt alvorens men de helft van het opgenomen cadmium in het lichaam weer kwijt is. Dit betekent dat de stof zich langzaam opstapelt in het lichaam van de mens. Men heeft vastgesteld dat de hoeveelheid cadmium in het lichaam laag is bij kinderen maar geleidelijk stijgt gedurende de rest van het leven (Staessens, 1999). 50% van het cadmium in een mens verzamelt zich in de nieren. De lever wordt er in mindere mate door aangetast. Chronische effecten van het metaal zijn de aantasting van de nieren en beenderweekheid. Cadmium wordt ook in verband gebracht met nierstenen en hoge bloeddruk (Langen, 1992). Acute effecten van cadmium zijn diarree en braken (D'Mello, 2003). Cadmium wordt door verschillende organisaties als kankerverwekkend beschouwd voor de mens (World Health Organization & International Agency For Research On Cancer, 1997).

⁷ Zie 2.5.3.3.

2.5.1.2. Cadmium in de Belgische bodem

Figuren 2.3, 2.4 en 2.5 zijn een samenvoeging van 2 afzonderlijke kaarten. Een eerste kaart is een kaart van de Belgische Kempen waarop alle gemeenten zijn aangeduid (persoonlijke communicatie, Claes, 6 juli 2007). Hierop plaatsten we een kaart met de hoogste meetwaarden van cadmium, lood of zink die voorkomen in Vlaanderen (OVAM, 2006a; OVAM, 2006b; OVAM, 2006c). Op deze kaart hebben we enkel de meetwaarden vanaf BSN II laten staan. Op landbouwgronden (zoals het overgrote deel van de bodems in de Kempen) hoeft men namelijk pas te saneren vanaf het moment dat BSN II wordt overschreden. Op deze kaart wordt nu dus aangeduid in welke gemeenten bodemsanering noodzakelijk is. Uit figuur 2.3 kunnen we opmaken dat de gemeenten Beerse, Olen, Lommel, Neerpelt, Overpelt en Balen het meest vervuild zijn met cadmium.

Figuur 2.3: Cadmiumvervuiling in de Belgische Kempen



Bron: persoonlijke communicatie, Claes, 6 juli 2007; OVAM (2006a)

2.5.1.3. Cadmium in voedsel en voeder

Cadmium is zeer makkelijk opneembaar door planten. Het wassen van het voedsel zorgt niet voor een vermindering van de hoeveelheid cadmium in het voedsel (Langen, 1992). De

cadmiumopname door de mens gebeurt voor 75% via het voedsel (Langen, 1992). Gemiddeld 5 % hiervan wordt geabsorbeerd door het lichaam (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen). De voedselnormen die gelden voor cadmium staan in tabel 2.5.

2.5.2. Lood

Lood is een zacht, donkergrijs metaal dat voor verschillende producten gebruikt wordt. Lood wordt gebruikt in batterijen, als stabilisator in plastic, kleurpigment, porseleinen glazen, munitie en als bescherming tegen straling (D'Mello, 2003). Lood wordt verder ook gebruikt in bekabeling, en voor producten die puur uit lood bestaan, zoals schietlood (Van Gool, 1994).

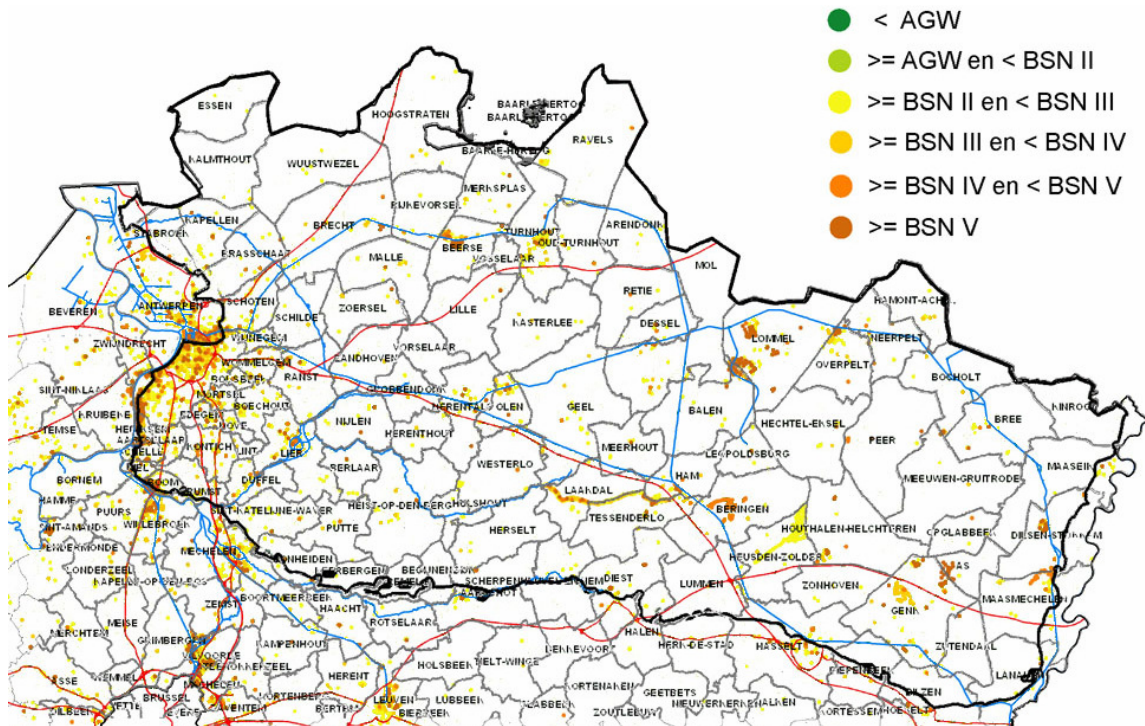
2.5.2.1. Gevolgen van loodvervuiling voor de gezondheid

Lood wordt grotendeels opgeslagen in het beenderstelsel. Het voornaamste effect is dat het de aanmaak van rode bloedcellen blokkeert. Andere effecten treden op in het zenuwstelsel en bij de voortplanting. D'Mello meldt verder nog de volgende chronische effecten: constipatie, bloedarmoede, verlamming en verlaagde leercapaciteiten bij kinderen. Acute effecten die gepaard gaan met een opname van lood in het lichaam zijn: hoofdpijn, prikkelbaarheid en koliek (D'Mello, 2003). Andere literatuur vermeldt dat er ernstige afwijkingen aan het zenuwstelsel van ongeboren kinderen kunnen voorkomen (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen).

2.5.2.2. Lood in de Kempense bodem

In figuur 2.4 wordt de loodvervuiling in de Belgische Kempen weergegeven. Uit de figuur blijkt dat vooral de gemeenten Beerse, Olen, Lommel, Overpelt en Balen getroffen worden door bodems die vervuild zijn met lood.

Figuur 2.4: Loodvervuiling in de Belgische Kempen



Bron: persoonlijke communicatie, Claes, 6 juli 2007; OVAM (2006a)

2.5.2.3. Lood in voedsel en voeder

60% van de loodopname in het lichaam van de mens gebeurt via het voedsel (Langen, 1992). In tabel 2.5 zijn de voedsel -en voedernormen opgenomen voor lood in die gelden in de Belgische Kempen.

2.5.3. Zink

Zink is een blauw wit, zacht metaal. Zink is minder sterk dan andere metalen en wordt daarom vaak verbonden met andere metalen in legeringen zoals bijvoorbeeld brons (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen). Zink wordt gebruikt voor het maken van rubber, als pigment in bepaalde verven, voor batterijen en in magneetbanden. Er zijn ook volledige zinkproducten zoals dakgoten, leidingen, sloten en onderdelen van machines (Van Gool, 1994). Andere toepassingen waarvoor men zink gebruikt: keramiek, meststoffen, explosieven en geneesmiddelen (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen).

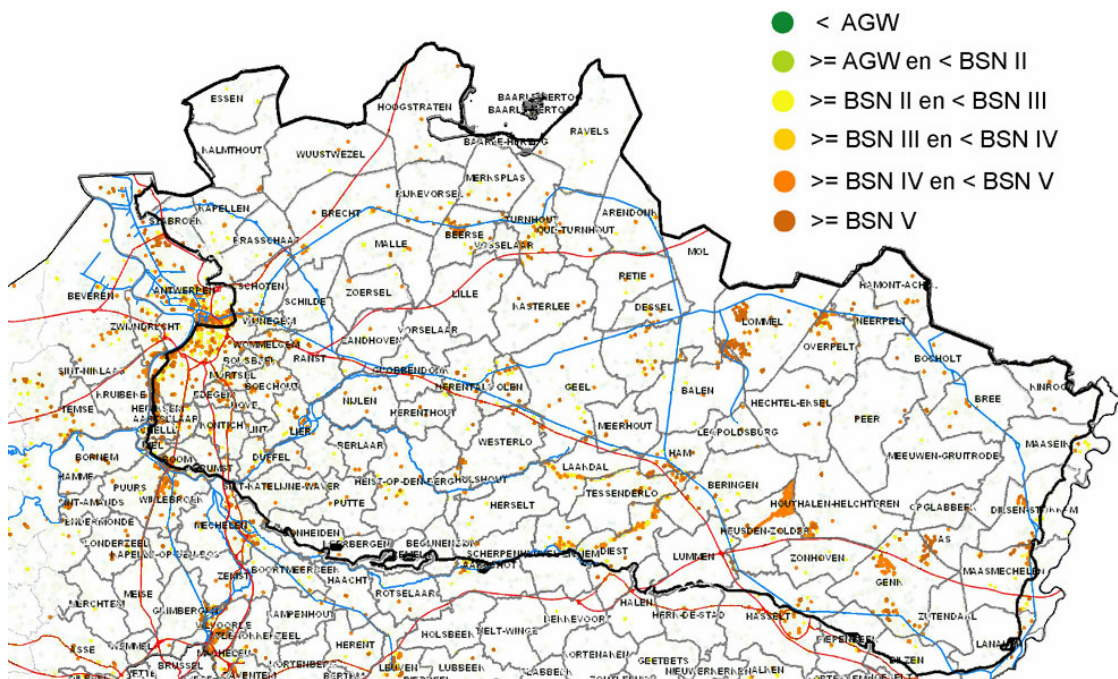
2.5.3.1. Gevolgen van zinkvervuiling voor de gezondheid

Vanaf bepaalde concentraties kan zink ongewenste neveneffecten hebben op het ecosysteem. Voor de mens is het metaal bijna onschadelijk. (Milieurapport Vlaanderen, 2006). Zink wordt beschouwd als een essentieel element voor de mens. Een tekort aan zink kan leiden tot een vertraging van de groei, huidandoeningen, immunologische afwijkingen en kan een rol spelen bij anorexia. Normaal gezien kunnen mensen relatief grote concentraties van zink verwerken. Bij een teveel aan zink kunnen er problemen optreden zoals darmklachten, huidirritaties, anemie. Het inademen van zinkdampen kan koorts tot gevolg hebben (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen).

2.5.3.2. Zink in de Kempense bodem

Figuur 2.5 duidt de bodemvervuiling met zink aan in de Belgische Kempen. Deze figuur geeft aan dat de gemeenten Beerse, Turnhout, Olen, Lommel, Overpelt en Balen getroffen worden door zinkvervuiling in hun bodems.

Figuur 2.5: Zinkvervuiling in de Belgische Kempen



Bron: persoonlijke communicatie, Claes, 6 juli 2007; OVAM (2006a)

2.5.3.3. *Zink in voedsel en voeder*

De voornaamste wijze waarop zink in het menselijk lichaam terecht komt is via het voedsel (MIRA Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen). Zink is niet geregeld als contaminant in voedsel en diervoeding. Men denkt dat het probleem niet met maximumgehalten moet worden opgelost. Er is wel een wetgeving over zink in voedingssupplementen, bijzondere voeding en verrijkte voedingsmiddelen. Bepaalde vormen van zink kunnen dus bewust toegevoegd worden aan voedingsmiddelen onder bepaalde voorwaarden. Dit is omdat iedereen zink nodig heeft voor een goede gezondheid.⁸

2.5.4. *Arseen*

Een zwaar metaal is een metaal met een dichtheid die hoger is dan $4,5-5,0 \text{ kg dm}^{-3}$ en voldoet aan de eigenschap van toxiciteit. Arseen heeft een dichtheid van $5,7 \text{ kg dm}^{-3}$. Toch wordt arseen niet gekwalificeerd als een zwaar metaal (D'Mello, 2003; besluit van 5 maart 2004, art 1 §2, 9°). Het metaal voldoet niet aan de eigenschap van toxiciteit. De kans op schade voor de gezondheid is klein (Leeneers, 2004). Hoewel arseen aanwezig is in de Belgische Kempen, gaan we hier niet verder op in. Deze masterproef focust slechts op de zware metalen.

⁸ persoonlijke communicatie, Vinkx, 15 oktober 2007

3. Fytoremediatie

In het vorige hoofdstuk hebben we naast de zware metalen, eveneens het gebied besproken dat vervuild is met zware metalen. In dit hoofdstuk zullen we een techniek bespreken die gebruikt wordt om bodems te saneren. Deze techniek is fyto-remediatie. We zullen eerst een korte omschrijving geven van het begrip gevolgd door uitleg over de verschillende vormen die er bestaan van fyto-remediatie. Daarna geven we een overzicht van de belangrijkste voor- en nadelen van de techniek en criteria voor het kiezen van een goede plant voor een succesvolle sanering. We eindigen met het bespreken van de belangrijkste criteria voor de 3 teelten: koolzaad, energiemais en wilg.

3.1. Wat is fyto-remediatie?

De term fyto-remediatie is ontstaan in 1991. Het is een relatief nieuwe en opkomende techniek. Fyto-remediatie staat de laatste tijd in de belangstelling omdat het een innovatief en kosteneffectief alternatief is voor andere meer algemene bodemsaneringstechnieken (Adams et al., 2000). Het is een algemene benaming voor technieken die gebruik maken van planten om verontreinigende stoffen te reduceren, verwijderen, degraderen of immobiliseren. Het doel van de techniek is om een gebied terug bruikbaar te maken voor private en publieke doelstellingen (Peer, Baxter, Richards, Freeman & Murphy, 2005).

Omdat fyto-remediatie een relatief nieuwe techniek is, is er nog relatief weinig onderzoek naar verricht. Fyto-remediatie werkt niet bij alle soorten vervuiling. Als men de bodem toch via fyto-remediatie wil saneren zal men over informatie moeten beschikken om na te gaan of fyto-remediatie wel effectief is bij dit type vervuiling. Er is voornamelijk een tekort aan onderzoek over de prestaties die bepaalde planten kunnen leveren en bij welke vervuiling zij het beste werken (Mueller & Goswami, 2001).

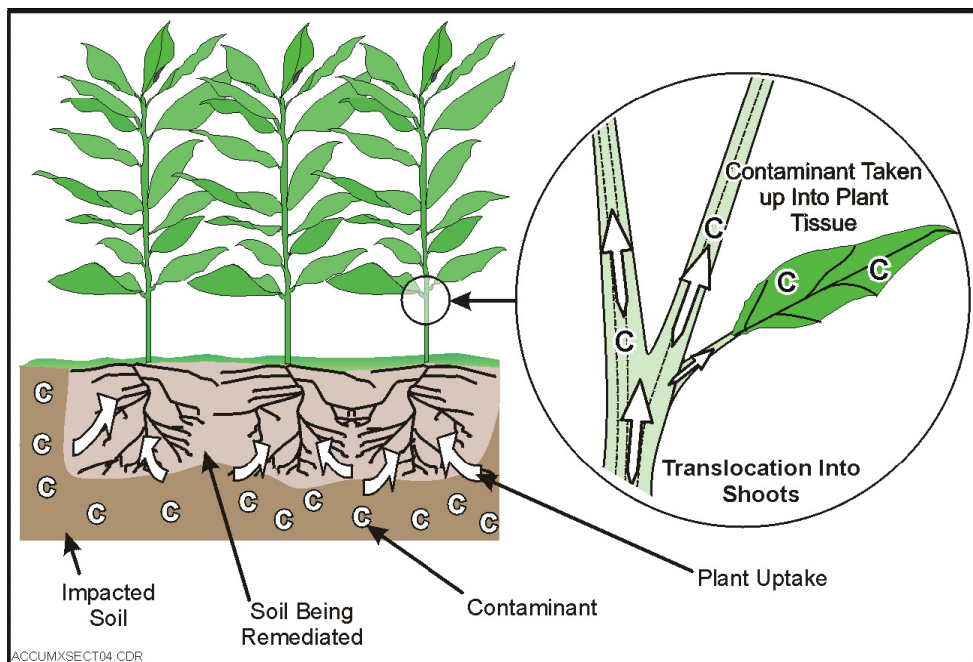
3.2. Verschillende vormen van fyto-remediatie

Fyto-remediatie is een verzameling voor verschillende technieken, naargelang de verschillende omstandigheden op een terrein. De technieken verschillen in meerdere factoren zoals de soort vervuilde stof, het objectief van de sanering en de omstandigheden op het vervuilde terrein (Mueller & Goswami, 2001). Er zijn 6 verschillende vormen van fyto-remediatie: fyto-extractie, rhizofiltratie, fytostabilisatie, rhizodegradatie, fytodegradatie en fytovolatilisatie. Deze verschillende vormen worden in de onderstaande tekst kort toegelicht.

3.2.1. *Fyto-extractie*

Bij fyto-extractie maakt men gebruik van metaal-accumulerende planten die de metalen uit de grond opnemen. Metaalaccumulerende planten zijn planten die een ongewoon grote hoeveelheid metalen opnemen. Bij het kiezen van geschikte planten maakt men gebruik van verschillende criteria zoals biomassa productie, teelttechnische eigenschappen, genetische kenmerken van de plant en het feit of de plant al aanvaard is als landbouwgewas door de landbouwers (Raskin & Ensley, 2000). Nadat de metalen zijn opgenomen door de wortels worden ze door de plant getransporteerd naar hoger gelegen delen van de plant. Deze delen kunnen later geoogst worden (Meers, 2005). Op deze manier wordt de vervuiling uit de bodem van het terrein gehaald (Adams et al., 2000). Het is voordelig indien de oogst nog een economische of landbouwkundige waarde heeft (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, 2003). Onderstaande tekening geeft schematisch weer hoe fyto-extractie werkt.

Figuur 3.1: Schematische weergave van fyto-extractie



Bron: Mueller & Goswami (2001)

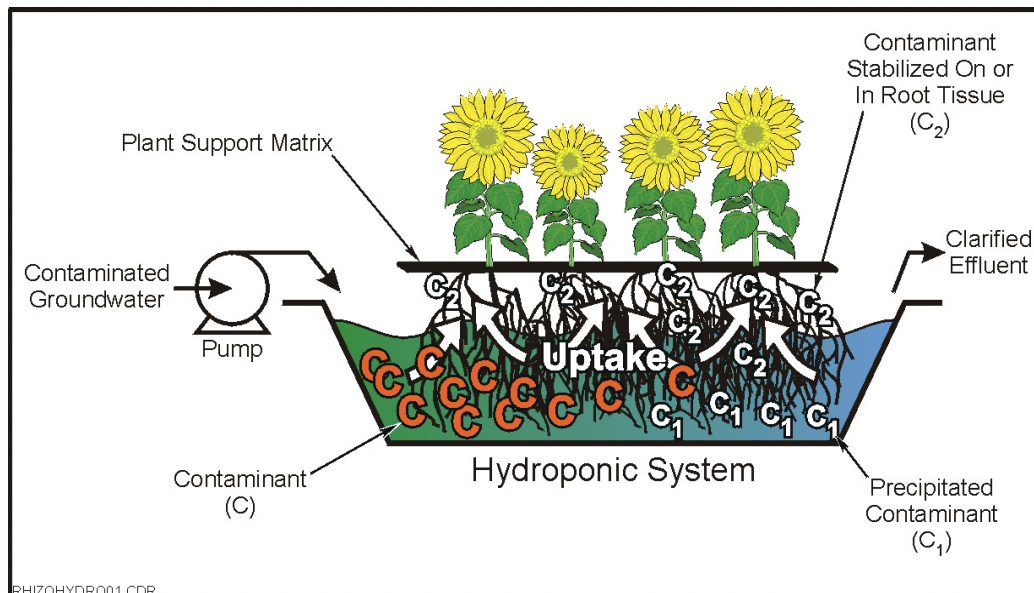
Fyto-extractie wordt vooral gebruikt voor de sanering van gronden die vervuild zijn met zware metalen. Vooral voor cadmium, nikkel, zink, arseen, selenium en koper is deze techniek goed toepasbaar. Lood is een metaal dat minder goed opgenomen wordt. Men kan de opname van lood bevorderen door bepaalde stoffen aan de bodem toe te voegen (Schnoor, 1997). Een probleem dat zich stelt is dat vele metaalaccumulatoren traag groeien, een kleine biomassa opbrengst kennen en

een klein wortelstelsel hebben (Adams et al., 2000). Fyto-extractie is ook de techniek die aangewezen is voor de vervuilde bodems in de Belgische Kempen. De metalen die hier aanwezig zijn, kunnen via deze techniek geabsorbeerd worden.

3.2.2. Rhizofiltratie

Rhizofiltratie is een techniek om zware metalen uit water te absorberen. De wortels van planten absorberen de metalen uit het water, concentreren deze metalen en slaan ze op. Bij deze techniek is het belangrijk om de juiste plant te kiezen. De criteria die men hiervoor gebruikt zijn: maximale metaalabsorptie door de plant, lage onderhoudskosten, gebruiksgemak en een minimum aan afval. Een bijkomend criterium is dat de plant zo veel mogelijk biomassa kan produceren. De zonnebloem is een algemeen aanvaarde plant voor rhizofiltratie (Raskin & Ensley, 2000). Deze techniek kan men ook toepassen om bepaalde radio-isotopen uit de grond te saneren (Schnoor, 1997). De vervuiling wordt verwijderd uit het water omdat de planten die de metalen geabsorbeerd hebben verwijderd worden uit het water (Meers, 2005). Rhizofiltratie is over het algemeen succesvoller dan fyto-extractie. De reden hiervoor is dat metalen die opgelost zijn in water makkelijker absorbeerbaar zijn dan metalen die in de grond gelegen zijn (Meers, 2005). Het onderstaande schema toont aan hoe rhizofiltratie in de praktijk werkt. Dit schema geldt in het geval dat de verwijdering van de vervuiling buiten de site (of ex-situ) gebeurt. Het vervuilde water wordt door de wortels van de planten gepompt. Deze planten absorberen de vervuilde stoffen en zuiveren zo het water (Mueller & Goswami, 2001).

Figuur 3.2: Schematische weergave van rhizofiltratie ex-situ



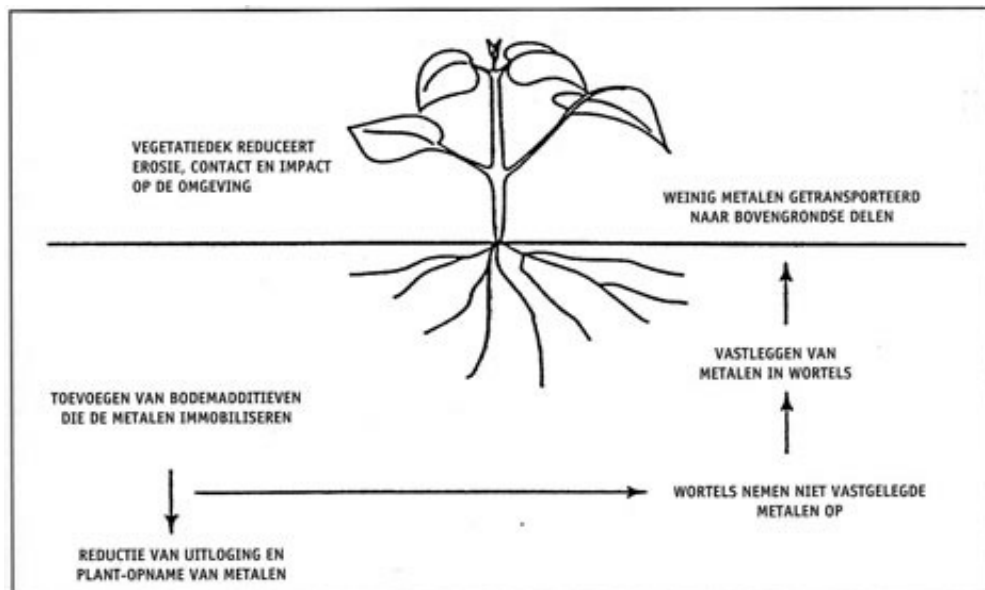
Bron: Mueller & Goswami (2001)

3.2.3. Fytostabilisatie

Fytostabilisatie is een vorm van fyto-remediatie waarbij de verontreinigende stof wordt vastgelegd in de bodem door de wortelactiviteit van de plant. De plant draagt bij tot de immobilisatie van de vervuulende stof door de fysieke structuur van de bodem daarvoor meer geschikt te maken (De Vries et al, 2001). Fytostabilisatie wordt ook gebruikt om de verplaatsing van het grondwater in de bodem te controleren (Hauser, Gill, Gimon, & Horin, 2001). Fytostabilisatie verwijdert de vervuiling niet, maar vermindert het risico van deze vervuiling voor de gezondheid van de mens en zijn omgeving (Raskin & Ensley, 2000). De doelstelling van fyto-stabilisatie is om een verdere verspreiding van de verontreiniging te voorkomen (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, 2003).

De stabilisatie van de vervuiling kan op twee vlakken bereikt worden, via een chemisch proces of via een fysiek proces. Bij het laatste proces beschermt de plant de grond tegen wind -en watererosie en vermindert het doorsijpelen van grondwater naar diepere grondlagen zodat de vervuiling zich niet verspreidt. Op chemisch vlak werkt fyto-stabilisatie op 3 manieren. De vervuiling kan geabsorbeerd worden door de wortels en hier opgeslagen worden. Een tweede mogelijkheid is dat de vervuulende elementen zich vasthechten op de wortels en een derde mogelijkheid is dat er chemische veranderingen plaatsvinden in de rhizosfeer (de wortelzone) van planten (Meers, 2005). Deze techniek wordt vooral gebruikt voor zware metalen zoals arseen, cadmium, chroom, koper, lood en zink (Mueller & Goswami, 2001). In figuur 3.3 staat de schematische weergave van fyto-stabilisatie.

Figuur 3.3: Schematische weergave van fyto-stabilisatie

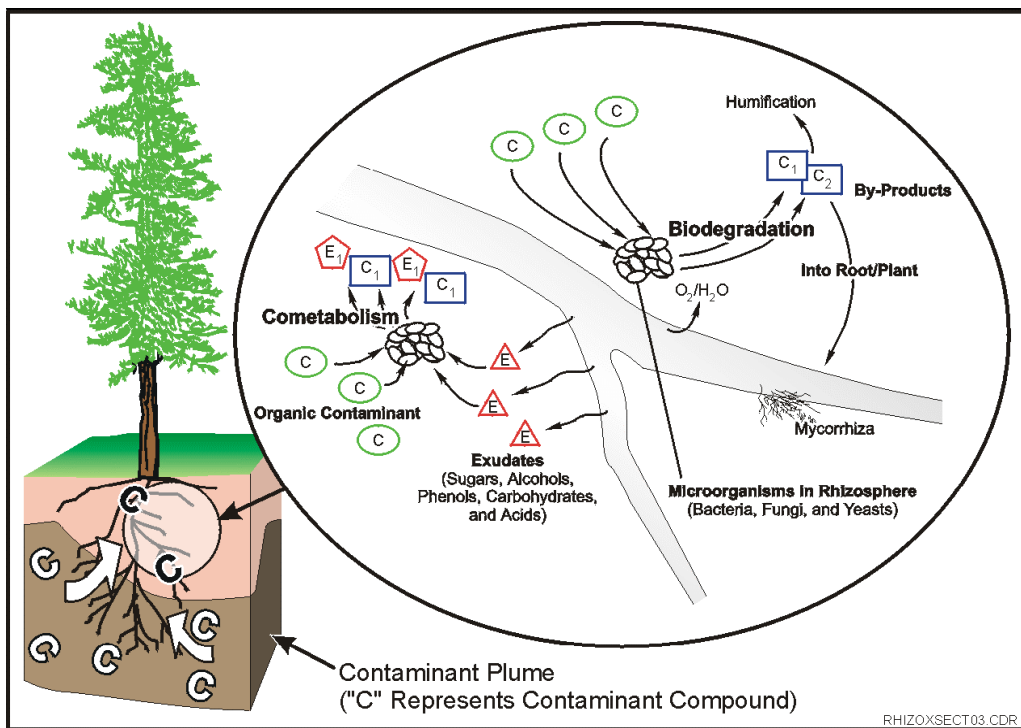


Bron: Centrum voor Milieukunde (2008)

3.2.4. Rhizodegradatie

Rhizodegradatie is het afbreken van organische vervuiling in de bodem door micro-organismen. De bedrijvigheid van de micro-organismen wordt versterkt door de aanwezigheid van de wortelzone (Adams et al., 2000). De afbraak wordt versterkt door de groei van gist, schimmels of bacteriën die gevoed worden door stoffen die vrijgelaten worden door de wortels van de plant. Deze stoffen zijn onder andere suikers, alcoholen en zuren (Hauser, Gill, Gimon, & Horin, 2001). Er is dus een symbiotische relatie tussen de plant en de bodemorganismen. De planten zorgen voor voedingsstoffen zodat de organismen zich kunnen ontwikkelen en onderhouden. De organismen zorgen op hun beurt voor een gezondere bodem zodat de planten hiervan kunnen profiteren (Mueller & Goswami, 2001). Rhizodegradatie wordt toegepast bij vervuiling door organische elementen zoals pesticiden, aromaten en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (Schnoor, 1997). Onderstaande tekening geeft een schematische weergave van de werking van rhizodegradatie.

Figuur 3.4: Schematische weergave van rhizodegradatie

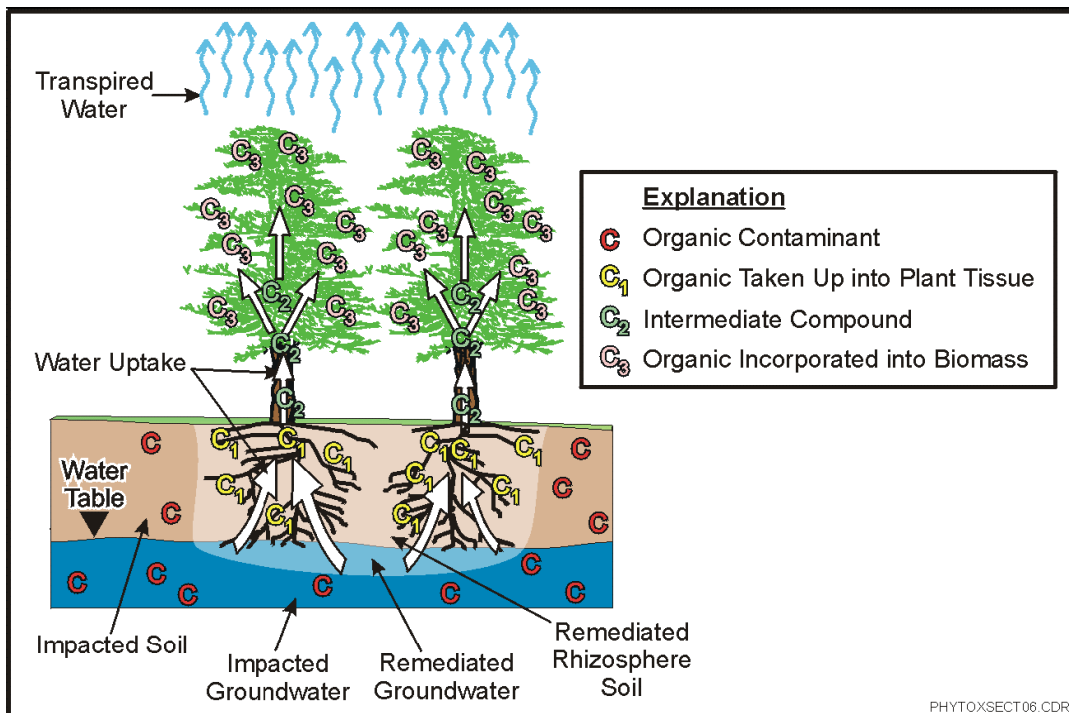


Bron: Mueller & Goswami (2001)

3.2.5. Fytodegradatie

Fytodegradatie is de afbraak van vervuilende stoffen die opgenomen zijn door planten. Deze afbraak gebeurt door stofwisselingsprocessen in de plant. Aanvullend kan er ook nog degradatie van de vervuilende stoffen plaatsvinden buiten de plant. De vervuiling wordt dan door bijvoorbeeld enzymen afgebroken die worden geproduceerd door de plant (Adams et al., 2000). De opgenomen en afgebroken vervuilende stoffen worden opgeslagen in de plantweefsels (Mueller & Goswami, 2001). Fytodegradatie wordt toegepast bij vervuiling met organische stoffen, pesticiden, fenolen en organochlorides (Adams et al., 2000). Onderstaande tekening geeft schematisch het proces van fytodegradatie weer.

Figuur 3.5: Schematische weergave van fytodegradatie



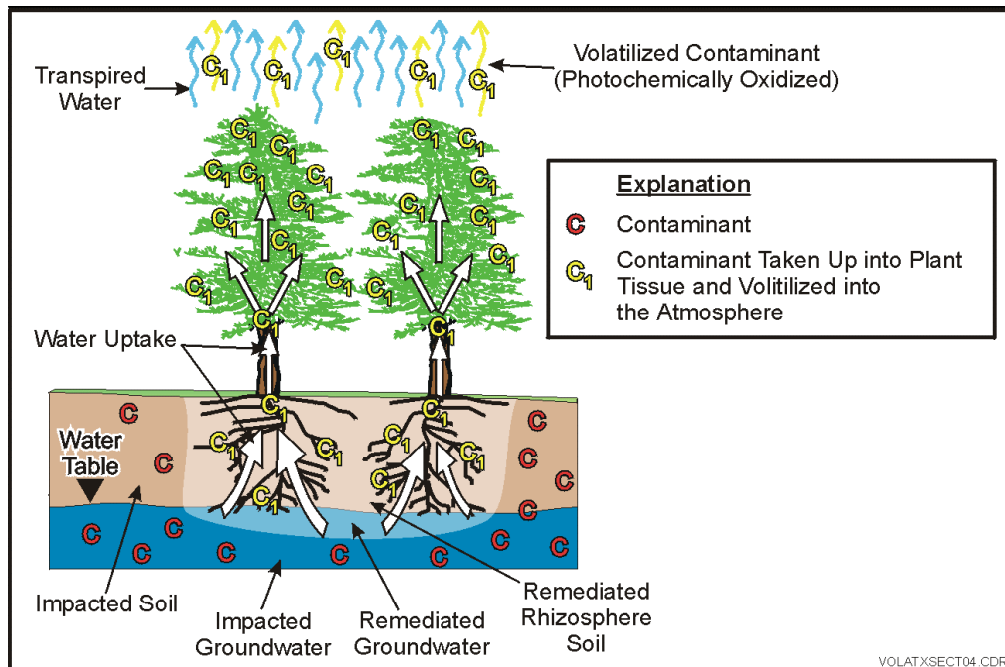
Bron: Mueller & Goswami, 2001

3.2.6. Fytovolatilizatie

Fytovolatilizatie tot slot is de opname van vervuilende stoffen door planten, waarbij de stoffen daarna worden vrijgegeven door de plant in de vorm van gas. Het is mogelijk dat de stof chemisch is veranderd alvorens zij door de plant wordt vrijgegeven in de atmosfeer (Hauser, Gill, Gimon, & Horin, 2001). Deze techniek wordt gebruikt voor de volgende vervuilende elementen: organochlorides en sommige anorganische stoffen zoals selenium, arseen en kwik (Adams et al., 2000). Onderstaande tekening geeft het proces van fytovolatilizatie weer. Na absorptie worden de

stoffen getransporteerd naar de bladeren en via de kleine openingen in deze bladeren vrijgelaten in de atmosfeer (Peer, Baxter, Richards, Freeman & Murphy, 2005).

Figuur 3.6: Schematische weergave van fytovolatilizatie



Bron: Mueller & Goswami, 2001

3.3. Voor- en nadelen van fyto remediatie

Aan fyto remediatie zijn zowel voor- als nadelen verbonden. De belangrijkste elementen zullen in de volgende onderdelen van de tekst behandeld worden.

3.3.1. Voordelen van fyto remediatie

Fyto remediatie heeft een belangrijk kostenvoordeel. Het is een kosteneffectief alternatief voor de sanering van bodems. Als we fyto remediatie vergelijken met het wijdverspreide en algemeen gebruikte alternatief afgraven, blijkt dat er een duidelijk economisch voordeel te behalen valt met fyto remediatie. We kunnen dit aantonen aan de hand van een voorbeeld: het afgraven van een met lood vervuilde grond kost ongeveer \$130-\$350 per ton. De geschatte kost van fyto remediatie op hetzelfde gebied is daarentegen slechts \$20-\$80 per ton (Raskin & Ensley, 2000). Suthersan (1999) verklaarde het kostenvoordeel door de lage kapitaal -en werkingskosten die gepaard gaan

met fytoremediatie. De werkingkosten omvatten vooral de kosten van bemesting en irrigatie.⁹ Fytoremediatie is minstens 40% goedkoper dan andere in-situ saneringstechnieken. In vergelijking met ex-situ saneringstechnieken loopt dit zelfs op tot 90% (Mueller & Goswami, 2001).

Een ander voordeel van fytoremediatie is dat deze techniek een positieve publieke perceptie heeft. De buurt zal er beter uitzien omdat er meer groen in de omgeving is en deze omgeving er ook verzorgder uitziet. Fytoremediatie zorgt verder ook voor relatief weinig geluidsoverlast, wat bijdraagt aan de positieve perceptie van de buurt (Mueller & Goswami, 2001). Twee andere voordelen zijn volgens Raskin en Ensley (2000) dat de sanering kan gebeuren zonder het terrein te verstoren en dat de techniek ook bruikbaar is als een combinatie met andere saneringstechnieken. Het is zeer belangrijk voor landbouwgronden dat de sanering kan gebeuren zonder dat het terrein verstoord wordt.

3.3.2. Nadelen en beperkingen van fytoremediatie

Het belangrijkste nadeel van fytoremediatie is het tijdsaspect. Sommige hyperaccumulerende planten (dit zijn planten die een bepaald metaal in zeer hoge mate opnemen) groeien extreem langzaam. In eerder onderzoek is er geschat dat natuurlijk hyperaccumulerende planten 13 tot 16 jaar nodig hebben om een vervuild terrein te saneren, maar dit is afhankelijk van de graad van sanering en de norm die men wil behalen (Raskin & Ensley, 2000). Er is dus inzet nodig op lange termijn om het systeem te onderhouden (Suthersan, 1999). Het tijdsaspect is in de Belgische Kempen een overkomelijk nadeel. De bodem wordt hier gebruikt voor de landbouw. Fytoremediatie zou dus toegepast worden met landbouwgewassen die een economische waarde hebben. De grond genereert dus elke oogst een opbrengst waardoor de duur van de sanering minder belangrijk wordt.

Een ander nadeel is dat de bodem slechts tot een bepaalde diepte kan gereinigd worden. Fytoremediatie werkt enkel bij de bovenste bodemlagen. De wortels van een plant nemen de vervuiling op en dus kan deze slechts verwijderd worden in het gebied waar er wortels aanwezig zijn (Raskin & Ensley, 2000). Ook dit nadeel is niet van toepassing voor de Belgische Kempen. De vervuiling in dit gebied is slechts aanwezig in de bovenste lagen van de bodem en is dus te verwijderen met planten (Milieurapport Vlaanderen, 2006).

Fytoremediatie is vooral bruikbaar bij een wijdverspreide vervuiling met een lage concentratie aan

⁹ In de volgende onderdelen van de tekst zullen de dollargegevens steeds omgezet worden naar euro. Deze omzetting gebeurt aan de hand van de koers van 15 oktober 2007. Men moet er wel rekening mee houden dat op dit moment de euro ongewoon hoog genoteerd stond (De Schamphelaere, 2007) Op 15 oktober 2007 kon men voor 1 euro 1,4173 dollar krijgen (ECB, 2007). De kosten van afgraven van een met lood vervuilde bodem in euro is dus €91,72-€246,95 per ton.

vervuilende stoffen. De reden hiervoor is dat hoge concentraties van vervuiling de groei van de planten negatief kunnen beïnvloeden. Deze beperking van de groei kan ervoor zorgen dat fytoremediatie niet werkt op deze gronden (Adams et al., 2000). De vervuiling in de Belgische Kempen is diffuus verspreid en ook dit nadeel is hier dus niet van toepassing (Milieurapport Vlaanderen, 2006).

Het gebruik van fytoremediatie kan tot slot problemen geven naargelang de tijd van het jaar. De vervuilde stoffen die de plant geaccumuleerd heeft, kunnen zich in de bladeren van de plant hebben genesteld. De plant verliest deze bladeren in de herfst waardoor de vervuiling weer terug in de bodem kan terechtkomen. In de winter stopt de plant ook met de transformatie en absorptie van vervuilde stoffen (Schnoor, 1997).

Uit de opsomming van de voor- en nadelen blijkt dat fytoremediatie zich uitstekend leent voor het saneren van de landbouwgronden in de Kempen.

3.4. Criteria voor de keuze van de plant

Een eerste criterium is worteldiepte. De worteldiepte is verschillend voor elke soort plant maar hangt ook af van lokale omstandigheden op het terrein. De diepte van de vervuiling mag algemeen gezien niet de worteldiepte overtreffen. De reden hiervoor is dat de wortels de vervuiling absorberen en dus tot aan de vervuiling moeten reiken om dit mogelijk te maken. Men kan hier een uitzondering maken wanneer de vervuiling naar hoger gelegen gedeelten van de bodem verplaatst kan worden (Adams et al., 2000).

Een ander belangrijk criterium is de productie van biomassa. Een plant accumuleert een bepaalde hoeveelheid van de vervuilende stof per kilogram biomassa. Hoe meer biomassa een plant aanmaakt, hoe meer vervuilende stoffen deze planten dus kunnen accumuleren (Raskin & Ensley, 2000). Men moet de plant ook makkelijk kunnen cultiveren en oogsten. Het beste is dat men de plant ook nog verschillende keren per jaar kan oogsten (Peer, Baxter, Richards, Freeman & Murphy, 2005).

Het is eveneens belangrijk om te kijken naar de hoeveelheid die de plant kan absorberen van de vervuilde stof. In deze masterproef zal dus rekening gehouden worden met planten die zware metalen kunnen absorberen aangezien de Belgische Kempen hiermee vervuild zijn. Hierbij is het begrip hyperaccumulator van belang. Hyperaccumulators zijn planten die ongewoon grote hoeveelheden metalen kunnen absorberen in vergelijking met andere planten en de metaalconcentratie die er zich in de grond bevindt. Een hyperaccumulator kan ten minste 1000 mg per kg droog gewicht van een specifiek metaal of metalloïde accumuleren. Voor sommige metalen of metalloïden is dit 10.000 mg per kg droog gewicht (Adams et al., 2000). De totale opname van

een zwaar metaal door de plant gedurende 1 jaar kunnen we dan berekenen aan de hand van een sterk vereenvoudigde formule. We vermenigvuldigen de biomassaproductie per jaar in kg droge stof met de opname van een zwaar metaal door de plant per kg droge stof.¹⁰

De keuze valt het beste op een plant die al van nature in de omgeving van het terrein voorkomt. Deze planten zijn aangepast aan het lokale klimaat, de insecten en ziekten. De plant moet ook hoge concentraties van de vervuilde stof kunnen verdragen (Peer, Baxter, Richards, Freeman & Murphy, 2005). Bij een landbouwteelt is het ook belangrijk dat de teelt aanvaard wordt door de landbouwers. Landbouwers denken over het algemeen redelijk conservatief en zullen dus niet snel een compleet nieuwe teelt verbouwen (Thewys, 2007).

Bij vervuiling van het grondwater is er een belangrijk bijkomend criterium bij de selectie van de plantensoort. Men kijkt dan ook of de plant veel water verbruikt door evapotranspiratie (Schnoor, 1997). Evapotranspiratie is de combinatie van 2 processen: evaporatie en transpiratie. Evaporatie is het proces waarbij water omgezet wordt in waterdamp. Transpiratie is de verwijdering van waterdamp uit de plant via kleine openingen in de bladeren van de plant (Allen, Pereira, Raes & Smith, 1998). Bij een hogere evapotranspiratie zal er bijgevolg sneller gesaneerd worden door de plant.

3.5. Keuze van de teelt in de Kempen

We kiezen voor een landbouwteelt aangezien het gebied dat we bespreken een landbouwzone is (Van Hecke, E., Boon, J., Delien, A. & Vandenhoeck, H., 2003). Een landbouwteelt zal hier dus het meest geschikt zijn als plant voor fyto-remediatie. Er zijn verschillende voordelen verbonden aan de keuze voor een landbouwteelt in plaats van een gewone plant. Een landbouwplant heeft een hogere biomassaproductie en past zich makkelijker aan in een nieuwe veranderlijke omgeving. Belangrijk is dat de teelt zich kan aanpassen aan de metaalconcentraties in de bodem en de metalen kan concentreren in de plant. Een ander voordeel van een landbouwteelt is dat een langere saneringsperiode beter aanvaard wordt, zowel op economisch als op ecologisch vlak. De teelt kan namelijk nog economisch gevaloriseerd worden en gaat een verdere verspreiding van de contaminanten tegen. Er is echter het risico dat de metalen terecht komen in de voedselketen van de mens of dieren (Soriano & Fereres, 2003).

Van de criteria die besproken werden in 3.4 zullen we voornamelijk rekening houden met de drie belangrijkste criteria. De ideale plant voor fyto-remediatie produceert een *hoge biomassa* en kan *metalen* absorberen (Pulford & Watson, 2003). Omdat het hier landbouwgewassen betreft, is het ook belangrijk dat deze gewassen *aanvaard* worden door de landbouwer (Thewys, 2007). Deze

¹⁰ persoonlijke communicatie, Ruttens, 12 februari 2008

combinatie is niet altijd mogelijk. Daarom moeten we de belangen van deze 3 criteria tegen elkaar afwegen (Pulford & Watson, 2003). We gaan dit doen voor drie teelten nl. maïs, koolzaad en wilg.

Absorptie en biomassaproductie van planten zijn afhankelijk van de bodemkenmerken. Daarom hebben we getracht gegevens te gebruiken van onderzoeken die uitgevoerd worden/werden in de Belgische Kempen. De gegevens voor metaalopname en biomassaproductie voor maïs en wilg komen van Ann Ruttens van de groep milieubiologie van de U Hasselt. Dit onderzoek wordt momenteel uitgevoerd op een proefveld in Lommel. De resultaten van het onderzoek zijn nog niet gepubliceerd. Vanuit het onderzoek van Grispén, Nelissen & Verkleij (2005) bekwamen we data over de metaalabsorptie door koolzaad. De biomassaproductie van koolzaad werd gevonden in een publicatie van Steunpunt Duurzame Landbouw. Voor de resterende gegevens en voor een aanvulling op de gegevens van lokale onderzoeken zullen we ons daarom voor baseren op internationale literatuur.

3.5.1. Maïs

Maïs is na gras het belangrijkste gewas voor de melkveehouderij. Een eerste reden hiervoor is dat maïs een hoge en constante voederwaarde heeft (Van Schooten, Philipsen, & Groten, 2005). Het heeft een grote energie-inhoud en een grote hoeveelheid zetmeel (De Boer, Van Duinkerken, Philipsen, & Van Schooten, 2003). Een tweede reden is dat maïs past bij gras in het melkveeantsoen. Maïs wordt eind april, begin mei gezaaid en geoogst in half september, half oktober (Van Schooten, Philipsen, & Groten, 2005).

3.5.1.1. Aanvaarding als landbouwteelt

In hoofdstuk 1 werd al eerder vastgesteld dat maïs de belangrijkste teelt is in de Belgische Kempen. Er worden 2 soorten maïs geteeld: voedermaïs en korrelmaïs. Voedermaïs is met 32.208 ha duidelijk de voornaamste teelt. Korrelmaïs wordt op 12.188 ha geteeld (Algemene directie statistiek en economische informatie, 2006).

3.5.1.2. Biomassaproductie

Voor de biomassaproductie moeten we een onderscheid maken tussen energimaïs en voedermaïs omdat de drogestof productie van energimaïs hoger is dan die van voedermaïs (Calus, Dumoulin, Ghekiere, Mattheeuws & Platteau, 2007). De totale bovengrondse droge stofproductie wordt geoogst bij maïs. In Nederland kan er potentieel/theoretisch 20 tot 25 ton droge stof voedermaïs per hectare behaald worden. De productie ligt in werkelijkheid tussen 11,5 en 16,5 ton droge stof per hectare. De werkelijke productie is lager omdat de omstandigheden op het veld niet altijd optimaal zijn, er zijn verschillende weers –of bodemomstandigheden op het terrein aanwezig (Van

Schooten, Philipsen, & Groten, 2005). De drogestof productie is 30% van de verse stofproductie (Calus, Dumoulin, Ghekiere, Mattheeuws & Platteau, 2007). De werkelijke verse stofproductie van voedermaïs in Nederland is dus ongeveer 38 à 55 ton verse stof per ha. Volgens Calus, Dumoulin, Ghekiere, Mattheeuws & Platteau (2007) ligt de biomassaproductie van voedermaïs op 50 ton verse stof per ha. De Boerenbond schat de verse stofproductie lager in. Zij ramen de verse stofproductie van voedermaïs op ongeveer 45 ton per ha¹¹. De Boer, Van Duinkerken, Philipsen en Van Schooten (2003) schatten dat de verse stof productie van voedermaïs ongeveer 46 ton per ha is.

Volgens het onderzoek in Lommel van de onderzoeksgroep milieubiologie aan de UHasselt bedraagt de biomassaproductie van energiemais op een veld in de Kempen 20 ton droge stof per hectare.¹² De verse stof productie hiervan is ongeveer 67 ton per hectare. Volgens mr. Veenstra van Thecogas kan op een goede zandbodem in Nederland een verse stof productie van 60 ton per ha behaald worden¹³. Ook Calus, Dumoulin, Ghekiere, Mattheeuws & Platteau (2007) hebben onderzocht dat de gemiddelde verse stof productie van energiemais 60 ton per ha is. Bij zure bodems, zoals in de Kempen, kan de biomassaproductie afnemen. Bij een pH-waarde van 4,4 ligt de biomassaproductie gemiddeld 10 à 20 % lager (De Boer, Van Duinkerken, Philipsen, & Van Schooten, 2003). De aanwezigheid van cadmium kan de groei van maïs verder vertragen (Maksimovic, Kastori, Krstic & Lukovic, 2007).

3.5.1.3. Absorptie

De opname van cadmium in de wortels en stengels van maïs varieert naargelang de concentratie van cadmium en de duur van de blootstelling aan het metaal (Wang, Zou, Duan, Jiang & Liu, 2005). Het onderzoek in Lommel heeft voorlopig slechts waarden voor cadmium en zink. Bij de metaalabsorptie door maïs kan er een onderscheid gemaakt worden tussen de groene delen van de plant en de kolf. De groene delen nemen een veel grotere concentratie op dan de kolf. De cadmiumopname bedraagt 3,5 mg per kg droge stof voor de groene delen en 0,07 mg per kg droge stof voor de kolf. De zinkopname bedraagt 800 mg per kg droge stof voor de groene delen van maïs en 60 mg per kg droge stof voor de kolf.¹⁴ Uit een experiment in een serre blijkt dat de opname van lood door maïs (als geheel) 0,3 mg per kg droge stof bedraagt (Meers, Ruttens, Hopgood, Lesage & Tack, 2005).

Maïs heeft een hoge biomassaproductie, maar neemt niet zoveel metalen op als een hyperaccumulerende plant. De hoge biomassa compenseert de lage concentraties van zware

¹¹ persoonlijke communicatie, Vaes, 3 maart 2008

¹² persoonlijke communicatie, Ruttens, 17 december 2007

¹³ Persoonlijk communicatie, Veenstra, 6 maart 2008

¹⁴ persoonlijke communicatie, Ruttens, 17 december 2007

metalen in de plant (Wang, M., Zou, J., Duan, X., Jiang, W. & Liu, D., 2005). In absolute waarden is de opname van zware metalen door maïs dus niet zo slecht.

Maïs is aanvaard door de landbouwers en is een belangrijke teelt voor de Belgische Kempen. We kiezen deze teelt vooral omdat de plant een hoge biomassa produceert en aanvaard is door de landbouwers. De opname van zware metalen door de plant is echter relatief laag. Onderzoek heeft uitgewezen dat het ongeveer 188 jaar duurt alvorens de bodems in de Belgische Kempen gesaneerd zijn indien men energiemaïs teelt (Ruttens, 2007).

3.5.2. Koolzaad

Koolzaad (*Brassica napus*) kan men indelen in winter- en zomerkoolzaad (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). Door de zachte winters in België wordt er in ons land hoofdzakelijk winterkoolzaad verbouwd. Zomerkoolzaad wordt bijna uitsluitend geplant als noodgewas. De opbrengst van zomerkoolzaad is gemiddeld slechts 60% van die van winterkoolzaad. De teeltkosten van zomerkoolzaad zijn wel lager dan die van winterkoolzaad. Hierdoor kan men de teelt van zomerkoolzaad toch overwegen (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). Winterkoolzaad is een plant die gaat bloeien als de dagen lengen. Voor deze periode moet zij tijdens een seizoen van korte dagen een voldoende vegetatieve ontwikkeling kunnen krijgen. Deze ontwikkeling gebeurt dus in de winter. Het zaaien van de teelt gebeurt tussen half augustus en half september. Het oogsten is dan gepland in juli van het volgende jaar (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). Koolzaad kan gebruikt worden voor menselijke consumptie. De koolzaadproductie wordt dan gebruikt als spijsolie, grondstof voor margarine en als bakolie (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). De winning van olie uit koolzaad heeft een restproduct dat gebruikt wordt voor veevoeder (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). Een andere belangrijke toepassing van koolzaad is voor de productie van biodiesel (Demirbas & Demirbas, 2007). De toekomst van koolzaad voor de productie van biodiesel heeft het potentieel om rendabel te zijn. Dit is zeker het geval door de stijgende energieprijzen (Grispen, Nelissen & Verkleij, 2005).

3.5.2.1. Aanvaarding als landbouwteelt

Koolzaad is één van de oudste gecultiveerde olieproducerende teelten, in Europa wordt het al sinds de 14^{de} eeuw geteeld. Koolzaad is een wereldwijd geproduceerde teelt en dit maakt het een goede plant om in huidige landbouwsystemen geteeld te worden (Grispen, Nelissen & Verkleij, 2005). Winterkoolzaad is een traditioneel gewas met een voldoende gekende teelttechniek (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). Zomerkoolzaad daarentegen is in Vlaanderen een marginaal gewas met een weinig gekende teelttechniek (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). In België situeert het koolzaadareaal zich in hoofdzaak in de Condroz

(Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). De evolutie van de koolzaadproductie in België wordt weergegeven in tabel 3.1. Hieruit blijkt dat koolzaad vroeger meer geteeld werd dan nu. Sinds 2004 is de teelt echter terug aan een opmars bezig. In de Belgische Kempen zijn er slechts 3 landbouwbedrijven die deze teelt verbouwen (6 ha) (Algemene directie statistiek en economische informatie, 2006). De teelt is dus (nog) niet aanvaard door de landbouwers.

Tabel 3.1: Evolutie van koolzaadproductie in België

Jaar	Aantal bedrijven	Aantal hectares
1985	376	2.406
1990	764	5.303
1995	1.251	8.570
2000	1.076	7.717
2001	681	5.068
2002	633	5.093
2003	576	4.644
2004	678	5.556
2005	703	5.636

Bron: Algemene directie statistiek en economische informatie (2006)

3.5.2.2. Biomassaproductie

Koolzaad heeft een hogere biomassaproductie dan typische hyperaccumulatoren (Grispen, Nelissen & Verkleij, 2005). Winterkoolzaad heeft een oogstpotentieel van 4 tot 6 ton droge stof per ha (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). Volgens Ciudad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003) ligt de droge stofproductie van winterkoolzaad in Vlaanderen lager en bedraagt deze 3,1 ton droge stof per ha per jaar.

3.5.2.3. Absorptie

Bepaalde soorten koolzaad zijn bruikbaar voor fytoremediatie op gronden die vervuild zijn met zware metalen. Koolzaad neemt ongeveer 8,1 mg per kg droog gewicht cadmium op. De zinkopname is 1.215 mg per kg droog gewicht (Grispen, Nelissen & Verkleij, 2005). De loodopname door koolzaad is 2,4 mg per kg droge stof (Meers, Ruttens, Hopgood, Lesage & Tack, 2005).

Koolzaad is dus een goede accumulator en heeft een gemiddelde biomassaproductie. Het grootste nadeel van deze teelt is dat de plant niet aanvaard is door de landbouwers. Hierdoor is het moeilijk

om landbouwers te overtuigen om koolzaad te verbouwen. Onderzoek heeft uitgewezen dat het ongeveer 234 jaar duurt voordat de bodems in de Belgische Kempen gesaneerd zijn indien men koolzaad teelt. Deze teelt kan slechts driejaarlijks geteeld worden. Indien men niet afwisselt met een andere metaalaccumulerende plant duurt het dus meer dan 700 jaar alvorens de bodems gesaneerd worden (Ruttens, 2007).

3.5.3. Wilg

Bomen kunnen in het algemeen overleven in een grond die vervuild is met zware metalen. Maar de groei van bomen vertraagt vaak door de aanwezigheid van deze zware metalen. Het voordeel van het gebruik van bomen voor fyto-remediatie is dat de grond gestabiliseerd wordt door het uitgebreid wortelstelsel. Het risico op verspreiding van de vervuiling na het planten van wilg wordt dus verkleind (Pulford & Watson, 2003). Andere voordelen van bomen voor fyto-remediatie zijn: hoge transpiratie, grote groei en een hoge biomassa-productie (Wieshammer et al., 2007). Wilg (*Salix*) is een energieteelt (Demirbas & Demirbas, 2007). Er zijn 400 soorten wilgen. De meerderheid van deze bomen groeit op vochtige bodems (Pulford & Watson, 2003). Wilg kan na oogsten gebruikt worden als brandstof, grondstof voor papierproductie, spaanplaat, houtskool en als grondstof voor viscose in de textielindustrie (Pulford & Watson, 2003).

Vooraf het gebruik van korte-omloop wilg met een oogst om de 3 à 5 jaar is beloftevol. De snelle groei en de snelle opname van voedingsstoffen (en dus ook van zware metalen) zijn voordelen voor het gebruik van deze bomen voor fyto-remediatie (Pulford & Watson, 2003). Wilg is een vorm van korte-omloophout en wordt om de 3 à 5 jaar geoogst. Een plantage met wilg heeft een levensduur van 20 à 25 jaar (Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul, 2003).

3.5.3.1. Aanvaarding als landbouwteelt

De productie van wilg wordt in de landbouwtelling van 2005 niet vernoemd (Algemene directie statistiek en economische informatie, 2006). Wilg wordt onder meer in Oost-Vlaanderen, te Eksaarde, als landbouwgewas geteeld.¹⁵ In april 2008 werden er te Wervik in de provincie West-Vlaanderen wilgen geplant (VILT, 2008b). In de Belgische Kempen is er slechts 1 aanplanting van ongeveer 5 ha met wilg en populier, namelijk op het eerderevermelde proefterrein in Lommel. Deze aanplanting is voor niet-commerciële doeleinden. De aanplanting is gebeurd in het kader van het project rond fyto-remediatie waarvan wij gegevens gebruiken in deze masterproef.¹⁶

¹⁵ persoonlijke communicatie, Vanden Broeck, 20 december 2007

¹⁶ persoonlijke communicatie, Van Peteghem, 15 januari 2008

3.5.3.2. Biomassaproductie

Zoals reeds gesteld kan wilg overleven op gronden die vervuild zijn met zware metalen, maar kan de groei van de plant vertraagd worden door de aanwezigheid van de vervuiling (Pulford & Watson, 2003). Wilg is enorm bruikbaar voor fyto-remediatie omdat het frequent geoogst kan worden. Hierbij wordt er tot 10 à 15 ton droge stof per ha per jaar geoogst. Wilg maakt dus grote hoeveelheden biomassa aan (Pulford & Watson, 2003).

De biomassa productie op niet-zure gronden ligt algemeen hoger dan de biomassa productie op zure gronden (Klang-Westin & Eriksson, 2002). De Kempen heeft een zure grond (OVAM, 2008).

Volgens Ciudad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003) is de droge stof productie van wilg 10,8 ton per ha per jaar. Bij een veldonderzoek in Zweden blijkt dat bij een zandige bodem, zoals in de Kempen, de biomassa per ha hoog is. De stam maakt ongeveer 30,9 ton biomassa per hectare aan. Dit zorgt voor 7,7 ton biomassa per jaar per hectare omdat in dit onderzoek de oogst slechts om de 4 jaar plaatsvond. De bladeren hebben een biomassa van 6,3 ton per ha per jaar (Klang-Westin & Eriksson, 2002). Volgens Schaff, Pezeshk & Shields (2003) heeft een zandgrond een positief effect op de groei van wilgen. Wilgen die groeien op een zandgrond hebben een grotere groei, hogere biomassa productie en een hogere overlevingsratio. Ann Ruttens stelt daarentegen dat de specifieke condities in de Belgische Kempen niet optimaal zijn voor de groei van wilgen. Zand houdt minder goed water vast dan leem en klei. Dit kan de reden zijn waarom in de Kempen een zandgrond toch voor een lagere biomassaproductie zorgt. Dit is dus tegengesteld aan het onderzoek van Schaff, Pezeshk & Shields (2003). Wilg produceert ongeveer 8 ton biomassa per hectare per jaar. De bladeren nemen hier 1,6 ton biomassa van in, aldus Ruttens.¹⁷

3.5.3.3. Absorptie

De metaalabsorptie van bomen kan enorm variëren naargelang de bron van vervuiling en de toestand op de site. Uit onderzoek blijkt dat de cadmiumopname bij 70 soorten wilgen verschillende resultaten oplevert. Sommige soorten nemen 43 keer meer cadmium op dan andere (Pulford & Watson, 2003). Wilg is geen hyperaccumulator van zware metalen, maar toch een goede accumulator (Klang-Westin & Eriksson, 2002). De absorptie van cadmium is over het algemeen hoog voor wilg (Klang-Westin & Eriksson, 2002; Wieshammer et al., 2007). De absorptie van cadmium door de stam van een wilg op een zandige bodem in Zweden is 2,2 mg per kg droge stof. De bladeren absorberen ongeveer 3,8 mg cadmium per kg droge stof. Er is m.a.w. een groot potentieel dat wilg substantiële hoeveelheden cadmium opneemt (Klang-Westin & Eriksson, 2002). Ann Ruttens bevestigt dat de metaalabsorptie voor wilg verschillend is voor bladeren en scheut. De absorptie van cadmium door de bladeren is 40 mg per kg droge stof. De scheut neemt 25 mg per

¹⁷ persoonlijke communicatie, Ruttens, 17 december 2007

kg droge stof op.⁹ Ook voor zink is er een potentieel voor absorptie door wilgen (Pulford & Watson, 2003). Volgens Ann Ruttens is de zinkopname door bladeren is 2.000 mg per kg per droge stof en de scheut neemt 300 mg per kg droge stof op.⁹ Lood wordt over het algemeen minder goed geabsorbeerd. De bladeren nemen 40 mg lood per kg droge stof op en de scheut neemt hier slechts 3 mg lood per kg droge stof op.⁹

Wilg hebben we gekozen voor zijn grote opnamecapaciteit en redelijk grote biomassa-productie. Het grootste nadeel van deze teelt is dat de landbouwers er geen ervaring mee hebben. Zij aanvaarden de teelt voorlopig niet als landbouwgewas. Onderzoek heeft uitgewezen dat het ongeveer 117 jaar duurt voordat de bodems in de Belgische Kempen gesaneerd zijn indien men wilg teelt (Ruttens, 2007).

4. Economische analyse

We vatten dit hoofdstuk aan met een bespreking van de huidige situatie van de melkveeteler. We bekijken onder meer de grootte van zijn landbouwbedrijf en zijn huidig arbeidsinkomen. Hierna bespreken we de situatie van de melkveeteler tijdens de sanering van zijn landbouwgrond. We bespreken dit voor 3 mogelijke teelten, respectievelijk koolzaad, energiemais en wilg. We sluiten dit hoofdstuk af met een sensitiviteitsanalyse van enkele belangrijke variabelen die het nieuwe arbeidsinkomen beïnvloeden.

4.1. Algemene situatie melkveeteler voor sanering

Het gemiddelde melkveebedrijf in Vlaanderen heeft in 2005 33,4 ha cultuurgrond. Met cultuurgrond bedoelen we de oppervlakte van het melkveebedrijf waarop een teelt staat. Gebouwen, wegen, grachten, tuin, bos,... behoren dus niet tot de cultuurgrond van het melkveebedrijf. In de toekomst zal de oppervlakte cultuurgrond nog vergroten. Ongeveer 85% van de cultuurgrond is bestemd voor grasland en voedergewassen. Dit komt neer op 28,3 hectare per bedrijf (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2007). De overige 5,1 ha van het landbouwbedrijf is bestemd voor andere teelten zoals granen, suikerbieten, aardappelen,...¹⁸

Vóór 2005 moesten landbouwers bovendien 10% van hun grond laten braak liggen¹⁹. Als de landbouwer zijn braakleggingstoelagen wil behouden zal hij ook nu nog 10% van zijn grond braak moeten laten of er een non-foodgewas op zetten. We veronderstellen in deze masterproef dat de landbouwer zijn braakleggingstoelagen wil behouden. We zullen in het verdere verloop en ter vereenvoudiging er vanuit gaan dat 10% braak ligt en 90% van de cultuurgrond wordt bezet met voedergewassen en grasland²⁰.

De landbouwtelling van 2005 leert ons verder dat er in de Kempen 5.910 landbouwbedrijven zijn. Deze bezetten samen een areaal aan cultuurgrond van 112.330 ha. 57.520 ha is bestemd voor voedergewassen (Algemene directie statistiek en economische informatie, 2006). Deze voedergewassen zijn onderverdeeld als aangeduid in tabel 4.1.

¹⁸ Persoonlijke communicatie, Demuyndt, 17 maart 2008

¹⁹ Persoonlijke communicatie, van Gelderen, 5 maart 2008

²⁰ Wij zullen verder rekenen met een areaal voor voeder en gras van 33,4 ha i.p.v. 28,3 ha omdat het aandeel van de overige teelten in het gemiddelde arbeidsinkomen per ha in een melkveebedrijf zeer klein is

Tabel 4.1: Voedergewassen in de Belgische kempen

Teelt	Aantal ha	Verdeling
Voedermaïs volledig	31.104	57,29%
Voedermaïs gemalen kolf	1.105	
Tijdelijke weiden afmaaien	11.844	42,71%
Tijdelijke weiden afgrazen	12.166	
Tussentotaal	56.219	100%
Andere eenjarige voedergewassen	240	
Voederbieten	343	
Andere wortels en knollen	15	
Groenvoeders	704	
Totaal	57.520	

Indien we beide gegevens integreren - namelijk dat een melkveebedrijf hoofdzakelijk voedergewassen teelt en uit grasland bestaat (90%) en de algemene verdeling van de voedergewassoorten in de Kempen zoals aangeduid in tabel 4.1 - kunnen we bij benadering berekenen dat het areaal aan voedergewassen op een gemiddeld melkveebedrijf in de Kempen voor 57,29% bestaat uit voedermaïs. Dit bedrag bekomt men door het totaal aantal hectaren voedermaïs te delen door het tussentotaal (we maken abstractie van de overige teelten zoals reeds aangegeven). Op analoge wijze bekomt men dat een gemiddeld melkveebedrijf voor 42,71% bestaat uit grasland.

Een gemiddeld landbouwbedrijf in de Belgische Kempen heeft dus ongeveer 10% braak liggen. Dit komt overeen met 3,4 ha braak. De landbouwer heeft bijgevolg nog 30 ha van zijn areaal over om te bezetten met voedermaïs en gras. Hiervan bezet de landbouwer 57,29% met voedermaïs en 42,71% met gras. Dit betekent dat een gemiddeld melkveebedrijf in de Kempen 17,19 ha voedermaïs en 12,81 ha grasland heeft. Ter vereenvoudiging zullen we werken met 17 ha voedermaïs, 13 ha grasland en 3 ha braak.

Tabel 4.2: Gemiddeld areaal in de Belgische Kempen

Bestemming	Aantal hectaren	Afgerond
Voedermaïs	17,19	17
Grasland	12,81	13
Braak	3,4	3
Totaal	33,4	33

Het gemiddeld aantal melkkoeien voor een melkveebedrijf in Vlaanderen is 46. In de toekomst verwacht men dat het aantal melkkoeien per bedrijf zal dalen. De oorzaak hiervan is terug te brengen tot de melkquotaregeling en een stijgende melkgift per koe (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2007). Het gemiddeld aantal koeien in de Belgische Kempen ligt hoger. Hier heeft een gemiddeld bedrijf in 2007 ongeveer 55,48 koeien²¹.

Het gemiddeld (braak en niet-braak) familiaal arbeidsinkomen²² per ha cultuurgrond van de sterk gespecialiseerde melkveebedrijven in Vlaanderen bedroeg in 2005 1.047 €/ha cultuurgrond (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2007). Hiervan zijn voor 2005 geen gegevens beschikbaar per landbouwstreek bij het beleidsdomein Landbouw en Visserij²³. Het arbeidsinkomen wordt eigenlijk verdiend op 28,3 hectare voedergewassen en grasland en op 5,1 ha andere teelten. Voor deze masterproef hebben we bijgevolg het inkomen nodig dat op deze 28,3 ha wordt verdiend en trekken we dit door naar 33,4 ha. Uit het meest recente rentabiliteitsrapport (2007) blijkt dat het inkomen verworven op andere teelten slechts een relatief klein aandeel van de totale opbrengsten uitmaakt. Van de totale opbrengsten in 2005 van 3.920 €/ha, vertegenwoordigen de overige teelten ('marktbaar gewassen') slechts 207 €/ha, terwijl de opbrengsten uit voedergewassen en rundvee 3.209 €/ha vertegenwoordigen (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2007). We zullen daarom in deze masterproef aannemen dat het arbeidsinkomen van een gemiddeld melkveebedrijf 1.047 €/ha is, ongeacht of er andere teelten worden verbouwd. We gaan er dus ter vereenvoudiging vanuit dat dit inkomen eveneens zou kunnen worden benaderd indien men 5,1 ha eveneens zou gebruiken voor voedergewassen en rundvee. Dit inkomen is dus een kleine onderschatting van het werkelijke inkomen dat de landbouwer op zijn areaal voedergewassen en grasland verdient.

De gewone toeslagrechten zijn al verrekend in het arbeidsinkomen. In Vlaanderen heeft een gemiddeld gewoon toeslagrecht in 2008 een waarde van 507 euro. Dit bedrag werd berekend door het totale bedrag dat wordt uitgekeerd voor gewone toeslagrechten te delen door het aantal toeslagrechten. In 2008 is het totaal uit te keren bedrag 240.751.480,74 euro en zijn er 474.912,48 gewone toeslagrechten²⁴. Op de braak gelegen gronden van het bedrijf verdient de landbouwer een braakleggingstoelage. De braakleggingstoelage in Vlaanderen heeft in 2008 een gemiddelde waarde van 376 euro⁷. De berekening is analoog aan de berekening van de gewone toeslagrechten. Er wordt in 2008 1.958.493,62 euro uitgekeerd en er zijn 5.211,83 braakleggingstoelagen.

²¹ Persoonlijke communicatie, Verhaegen, 3 maart 2008

²² Het arbeidsinkomen is gelijk aan alle opbrengsten min alle kosten op een landbouwbedrijf. De kosten zijn exclusief het loon dat het bedrijfshoofd aan zichzelf en zijn gezinshoofden toekent. (Platteau et al., 2006).

²³ Persoonlijke communicatie, Demuyne, 11 maart 2008

²⁴ Persoonlijke communicatie, Eyleen, 10 maart 2008

Het arbeidsinkomen van 1.047 €/ha wordt verdiend op de totale 33,4 ha cultuurgrond. Dit is dus inclusief het braak gelegen areaal. Het enige inkomen dat op deze grond wordt verdiend is de braakleggingstoelage van 376 euro per ha. Het inkomen op de resterende 30 ha ligt dus hoger dan 1.047 €/ha en is 1.123,05 €/ha²⁵.

4.1.1. Toeslagrechten

Het is van belang om de bedrijfstoelage (gewone en braakleggingstoelagen) verder toe te lichten. De bedrijfstoelage is een subsidieregeling van de Europese Unie. De invoering gebeurde in 2005 (European Commission, 2008a). Door deze nieuwe regeling werden de meeste premies die de landbouwer voorheen ontving als rechtstreekse steun vervangen door één enkel steunbedrag (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2008b).

Het aantal toelagen dat aan een landbouwbedrijf werd toegekend is gebaseerd op het aantal hectaren akkerbouw –en voedergewassen die aangegeven werden in de referentieperiode 2000-2002²⁶ (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2004). In deze periode moest een landbouwer 10% van de totale oppervlakte waar hij steun om vroeg braak laten liggen. Hierdoor is er een verschil ontstaan tussen braakleggingstoelagen en de gewone toelagen²⁷. Er bestaan ook nog speciale toelagen, maar hier gaan we niet verder op in.

Om steun van de Europese Unie te ontvangen moeten de toelagen jaarlijks geactiveerd worden. Gewone toelagen worden geactiveerd door op het perceel een landbouwgewas te telen. De toelage wordt toegekend voor elke landbouwactiviteit, behalve voor het telen van groenten, fruit, aardappelen of blijvende teelten. Specifiek voor deze masterproef komen grasland, maïs en koolzaad in aanmerking voor gewone bedrijfstoelage (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2004). Voor deze gewassen veranderen de totale subsidies die zij ontvangen niet indien de landbouwers hierop overschakelen. Wilg komt niet in aanmerking voor gewone toelagen omdat men wilg beschouwd als blijvende teelt.^{28,29}

Braakleggingstoelagen worden geactiveerd door braakgelegde gronden aan te geven. Op deze gronden mag geen enkel gewas voor commerciële doeleinden geteeld worden. De enige uitzondering hierop zijn non-food gewassen. Het telen van koolzaad, wilg en energiemaïs is dus niet conflicterend met het krijgen van de braakleggingstoelage. Overschakeling op deze gewassen zal er dus niet zorgen dat de landbouwer zijn braakleggingstoelagen verliest.

²⁵ $((1.047 * 33,4) - (3,4 * 376)) / 30$

²⁶ Persoonlijke communicatie, van Gelderen, 5 maart 2008

²⁷ Persoonlijke communicatie, Eylen, 12 maart 2008

²⁸ Persoonlijke communicatie, Holmstock, 22 april 2008

²⁹ Persoonlijke communicatie, Meiresonne, 6 mei 2008

Braakleggingstoelagerechten die een producent heeft, moeten geactiveerd worden vooraleer men gewone toeslagerechten kan activeren (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2004).

Voor 2008 werd de braakverplichting op 0% teruggebracht vanwege de hoge graanprijzen. Hierdoor kunnen in 2008 uitzonderlijk alle teelten behalve groenten en aardappelen geactiveerd worden¹⁰. Hier zullen we in deze masterproef geen rekening mee houden omdat het hier gaat om een uitzonderingsmaatregel.

4.2. Economische situatie landbouwer tijdens sanering

In deze masterproef willen we het huidige areaal aan voedermaïs geheel of gedeeltelijk vervangen door een andere landbouwteelt. Onze focus in deze masterproef ligt op koolzaad, wilg en energiemaïs. In het basisscenario blijft de melkveeteelt voor 100% behouden. Dit betekent dat de volledige hoeveelheid voedermaïs die momenteel geteeld wordt, moet worden behouden. De voedermaïs die niet meer wordt geteeld, zal dus moeten worden aangekocht³⁰.

Door de omschakeling naar een andere teelt zullen er kosten zijn die verdwijnen, zoals de teeltkosten van voedermaïs. Aan de andere kant zullen er kosten zijn die ontstaan door de overschakeling naar een nieuwe teelt. Een voorbeeld hiervan zijn teeltkosten van de nieuwe teelt. Er zullen ook nieuwe opbrengsten ontstaan omdat er nu nieuwe gewassen geteeld worden waar een nieuwe afzetmarkt moet worden gezocht. Door rekening te houden met de veranderingen tussen beide situaties zullen we in deze masterproef het nieuwe inkomen berekenen voor de landbouwer.

4.3. Economisch model

In onderstaande vergelijking berekenen we het totale arbeidsinkomen voor een gemiddeld melkveebedrijf (R).

$$\begin{aligned} R &= (H-B)*V* r_{VM} + (H-B)*G* r_{GL} + B*r_B && \text{(eq 1)} \\ R &= (33,4-3,4)*57,29\%*1.123,05 + (33,4-3,4)*42,71\%*1.123,05 + 3,4*376 \\ R &= 34.969,9 \end{aligned}$$

³⁰ Dit is een vereenvoudiging in deze thesis. We veronderstellen dat in de vroegere situatie alle voedermaïs die geteeld werd ook voor het melkvee werd gebruikt. In realiteit zal dit niet altijd het geval zijn geweest. In essentie verandert dit niets aan de resultaten. De opbrengst die een landbouwer vroeger had door voedermaïs te verkopen, is in de nieuwe situatie een vermeden kost omdat deze hoeveelheid niet aangekocht moet worden. We veronderstellen hierbij impliciet dat de aankoop -en verkoopprijs gelijk zijn.

Als we werken met de afgeronde gegevens komen we uit op het volgende arbeidsinkomen:

$$R = VM * r_{VM} + GL * r_{GL} + B * r_B \quad \text{(eq 2)}$$

$$R = 17 * 1.123,05 + 13 * 1.123,05 + 3 * 376$$

$$R = 34.819,5$$

Een gemiddeld melkveebedrijf in de Belgische Kempen heeft een jaarlijks arbeidsinkomen van 34.819,5 euro.

Om de verschillende teelten (koolzaad, wilg en energiemaïs en het inkomen vóór sanering) met elkaar te kunnen vergelijken zullen we de netto contante waarde berekenen van alle situaties over eenzelfde tijdspanne. We hebben voor een tijdspanne van jaar 1 tot jaar 21 gekozen³¹. De netto contante waarde houdt rekening met de tijds waarde van geld (Laveren, Engelen, Limère & Vandemaele, 2004). De berekening van de NCW voor elke situatie is te vinden in bijlage 1. De formule om de netto contante waarde te berekenen is:

$$NCW = \sum_{t=1}^{21} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Hierbij is jaar 1, het jaar waarin men met de sanering start.

Voor de berekening van de netto contante waarde maken we gebruik van een discontovoet van 5%. Deze discontovoet is gelijk aan de rentevoet die een bank aanrekenet voor een lening voor landbouwinvesteringen³². We kunnen geen vast percentage geven voor deze rentevoet. De rentevoet is afhankelijk van verschillende factoren: het bedrag, de termijn, de faalkans van de investering, de waarborgen die de bank kan nemen en het cliëntschap³³.

Volgens Fortis zal de rentevoet minimaal 5% zijn en maximaal 6%³⁴. Dexia gaf aan dat een lening voor 15 jaar voor een landbouwinvestering ongeveer een rentevoet van 5,25% zal hebben³⁵. Volgens KBC ligt de rentevoet voor een gemiddeld risico tussen 5,30 en 5,60%³³. In deze masterproef zullen we werken met een percentage van 5%.

³¹ Dit is het kleinste gemene veelvoud van de rotaties van de verschillende teelten: maïs (1j), koolzaad (1j) en wilg (21 jaar)

³² We gaan hier voor de eenvoud van uit dat de investering volledig geleend wordt

³³ Persoonlijke communicatie, Cops, 4 april 2008

³⁴ Persoonlijke communicatie, Lefèvre, 27 maart 2008

³⁵ Persoonlijke communicatie, Claesen, 27 maart 2008

Tabel 4.3: Intrestvoet op een lening voor landbouwinvesteringen.

	Dexia	KBC	Fortis
rentevoet	5,25	5,30 à 5,60%	5 à 6%

De netto contante waarde van het arbeidsinkomen voor sanering (jaar 1-21) aan een discontovoet van 5% bedraagt 468.747,43 euro.

4.4. Koolzaad

Een eerste plant die we bespreken is koolzaad. In 3.5.2. werd al een onderverdeling gemaakt tussen winter –en zomerkoolzaad. Aangezien er in België hoofdzakelijk winterkoolzaad geteeld wordt, zullen we ons hiertoe beperken in deze masterproef (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). Al de gegevens over koolzaad in deze masterproef zijn dus van toepassing op winterkoolzaad. De bespreking van koolzaad gebeurt aan de hand van 6 gevallen. Elk geval is verschillend naargelang de bestemming van het koolzaad.

4.4.1. Geval 1: Koolzaad wordt niet verder verwerkt op het landbouwbedrijf

In deze hypothese vervangt de landbouwer zijn voedermaïs door de teelt van koolzaad. Het koolzaad wordt dan verkocht aan de marktprijs zonder verdere verwerking door de melkveehouder.

4.4.1.1. Bijkomende opbrengsten

De overschakeling resulteert in 3 nieuwe opbrengsten voor de landbouwer. De landbouwer ontvangt een energiepemie van de Europese Unie voor de teelt van een energiegewas, heeft opbrengsten uit de verkoop van koolzaad en opbrengsten uit de verkoop van koolzaadstro.

4.4.1.1.1. Energiepemie

De premie voor energiegewassen is een additionele premie bovenop de premies die de landbouwers momenteel al ontvangen van de Europese Unie (European Commission, 2008b). Deze premie is dus een extra opbrengst voor de landbouwer als deze overschakelt van voedermaïs naar koolzaad. Landbouwers moeten jaarlijks de premie voor energiegewassen aanvragen (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2008a). Alle gewassen, behalve suikerbiet, kunnen hiervoor in aanmerking komen (European Commission, 2008b). De voorwaarde is dat het eindproduct van het gewas biobrandstof of elektrische en thermische energie uit biomassa is. De premie bedraagt maximaal 45 € per ha (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2008a). Deze premie geldt voor een maximaal areaal van 2.000.000 ha voor de Europese Unie. Landbouwers die in aanmerking willen

komen voor de subsidie, moeten een contract afsluiten met een erkende verwerker, tenzij zij zelf voor de verwerking van de gewassen tot energie instaan. De landbouwers kunnen de gewassen ook gebruiken voor eigen energieverbruik (European Commission, 2008b). Als de landbouwer niet voldoet aan de voorwaarden die vermeld staan in het contract, dan kan de Europese Unie straffen opleggen.

Voor de oogst van 2007 is het maximale areaal van 2.000.000 ha voor het eerst overschreden. Als gevolg hiervan is de premie voor 2007 verminderd tot 31,65 €/ha. De cijfers voor 2008 zijn pas bekend in de zomer (persoonlijk communicatie, Cloet, 27 februari 2008). Volgend jaar wordt de premie afgeschaft. De Europese Unie wil het budget, dat momenteel naar de financiering van de energiepremie gaat, nu aanwenden voor onderzoek naar biobrandstoffen van de tweede generatie (VILT, 2008a). De energiepremie is enkel te combineren met de gewone toeslagrechten. Als men braakleggingstoelagen activeert, kan men de extra energiepremie niet bekomen (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2008a).

4.4.1.1.2. Verkoop koolzaad

De bruto-opbrengst van koolzaad kan men berekenen door de gemiddelde opbrengst per hectare te vermenigvuldigen met de prijs per ton (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). De gegevens over de gemiddelde biomassaproductie van koolzaad komen uit punt 3.5.2.2. van deze masterproef. De prijs van koolzaad varieert van 200 tot 220 euro per ton verse stof.

Gezien de specifieke omstandigheden van deze masterproef, houden we er echter ook rekening mee dat de landbouwer geen koper vindt voor zijn koolzaad. Het geteelde koolzaad heeft namelijk metalen opgenomen en zou dus geen waarde kunnen hebben. In tabel 4.4 staan de gegevens om de totale verkoopopbrengsten van koolzaad per hectare cultuurgrond te berekenen.

Tabel 4.4: Opbrengst uit de verkoop van koolzaad

	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)	Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003)	Bernelot Moens & Wolfert (2003)	Eigen hypothese	Wervel vzw (2007)
verse stof per ha (kg/ha)	4.500	3.100			
prijs (€/ton verse stof)	200		210	0	220

4.4.1.1.3. Verkoop koolzaadstro

Bij de teelt van koolzaad bekomt men ook koolzaadstro. Meestal wordt koolzaadstro gehakseld en is het een bron van humus en voedingsstoffen voor de volgende teelt. Dit betekent voor de landbouwer een besparing op meststoffen.³⁶ Een hectare produceert ongeveer 2 tot 4 ton koolzaadstro (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). De prijs van koolzaadstro is volgens het beleidsdomein Landbouw en Visserij 26,67 €/ton. Horseflax (Drenthe, NL) verkoopt stalstrooisels en betaalt aan landbouwers 50 euro per ton koolzaadstro als dit van het veld komt. Als het stro uit opslag komt betaalt zij hiervoor 100 euro per ton.³⁷ We houden er ook rekening mee dat de landbouwer geen afnemer vindt voor zijn koolzaadstro omdat er zware metalen zijn opgenomen door het koolzaad. De opbrengst van het stro kan m.a.w. gelijkgesteld worden aan 0.

Tabel 4.5: Berekening van de waarde van koolzaadstro

	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)	Horseflax (van het veld)	Horseflax (vanuit opslag)	Eigen hypothese
verse stof per ha (kg/ha)	3.000			
prijs (€/ton)	26,67	50	100	0

4.4.1.2. Bijkomende kosten

De teelt van koolzaad zorgt ervoor dat er nieuwe kosten ontstaan. De landbouwer zal bovendien voedermaïs moeten aankopen om aan zijn koeien te voeren. De teelt van voedermaïs is namelijk niet meer mogelijk op het gewone areaal in de mate dat er koolzaad op de velden wordt gezet. Op het braakareaal stond in de situatie voor sanering geen voedermaïs. Op dit areaal zijn er hierdoor geen bijkomende kosten om voedermaïs aan te kopen.

4.4.1.2.1. Teeltkosten koolzaad

De teeltkosten voor koolzaad bestaan uit vaste en variabele kosten. De vaste teeltkosten worden geschat op 400 euro per hectare. De vaste kosten omvatten onder andere pacht, machinekosten, diverse kosten (kleine facturen zoals telefoon en water) en gebouwen (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). De totale variabele teeltkosten van koolzaad zijn verder uitgediept in tabel 4.6. De variabele teeltkosten variëren van 570 tot 604 euro per hectare.

³⁶ Persoonlijk communicatie, Lamont, 3 maart 2008

³⁷ Persoonlijke communicatie, Horseflax, 2 maart 2008

Tabel 4.6: Totale variabele teeltkosten van koolzaad

Kostenposten	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)	Bernelot Moens & Wolfert (2003)
<i>zaaizaad (€/ha)</i>	40	47
<i>prijs zaaizaad (€/kg)</i>	8	7,83
<i>zaaizaad per ha (kg/ha)</i>	5	6
<i>bemesting(€/ha)</i>	129	100
<i>NO₃ (€/ha)</i>	99	
<i>behandeling (strooien) (€/ha)</i>	10	
<i>drijfmest + mestinjectie (€/ha)</i>	20	
<i>halmverkorting (€/ha)</i>	75	
<i>prijs product (€/ha)</i>	60	
<i>bespuiting (€/ha)</i>	15	
<i>ziektebestrijding (€/ha)</i>	40	107
<i>prijs product (€/ha)</i>	40	
<i>behandeling (€/ha)</i>	0	
<i>onkruidbestrijding (€/ha)</i>	95	144
<i>prijs product (€/ha)</i>	80	
<i>behandeling (€/ha)</i>	15	
<i>insectenbestrijding (€/ha)</i>	15	
<i>prijs product (€/ha)</i>	15	
<i>behandeling (€/ha)</i>	0	
<i>loonwerk (ploegen, zaaien en dorsen) (€/ha)</i>	100	
<i>zaadverschoning (€/ha)</i>	110	
<i>energie (€/ha)</i>		46
<i>productgebonden kosten (€/ha)</i>		126
totaal variabele teeltkosten (€/ha)	604	570

4.4.1.2.2. Aankoop voedermaïs

Omdat de landbouwers op bepaalde hectares geen voedermaïs meer zullen produceren, zullen zij deze in de toekomst moeten aankopen. Deze voedermaïs dient als voeder voor hun koeien. Uit tabel 4.7 blijkt dat de gemiddelde verse stof productie van voedermaïs tussen de 38 à 55 ton per ha ligt. In 3.5.1.2. is hier meer informatie over te vinden. Voor ons basismodel kiezen we als gemiddelde waarde 50 ton verse stof voedermaïs per ha. Deze hoeveelheid zal dus moeten worden aangekocht per hectare cultuurgrond waar de teelt van voedermaïs wordt vervangen door de teelt

van koolzaad. Indien koolzaad op braakgrond wordt geteeld dient hiervoor geen voedermaïs te worden aangekocht.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat de prijzen van de plantaardige grondstoffen op 2 jaar tijd zijn verdubbeld, door een stijgende vraag vanuit de energiesector en vanuit Azië. Vergistinginstallaties (voornamelijk maïs als input) zijn bijvoorbeeld in Duitsland zeer populair. Ook Azië kent een enorme stijging van de vraag naar plantaardige grondstoffen. Als de petroleumprijs bovendien zo hoog blijft, kunnen we aannemen dat de prijs van plantaardige grondstoffen hoog zal blijven (zeker niet zal dalen). Mocht de petroleumprijs zakken (wat ons onwaarschijnlijk lijkt), dan zal de plantaardige energie niet meer rendabel zijn en daalt ook de prijs van deze grondstof.³⁸ Volgens mr. Vaes van de Boerenbond lag de aankoopprijs van een ton voedermaïs tot 2006 rond de 17 à 18 euro per ton. De voedermaïsprijs bedraagt momenteel al ongeveer 30 euro per ton verse stof³⁹.

Tabel 4.7: Totale kostprijs voor de aankoop van voedermaïs

	Calus, Dumoulin, Ghekiere, Mattheeuws & Platteau (2007)	Van Schooten, Philipsen, & Groten (2005)	Persoonlijke communicatie, Vaes, 3 maart 2008	De Boer, Van Duinkerken, Philipsen, & Van Schooten (2003)	Persoonlijke communicatie, Vaes, 3 maart 2008
verse stof per ha (ton/ha)	50	38 à 55	45	46	
prijs (€/ton)					30

4.4.1.3. *Weggevallen opbrengsten*

Er zijn geen weggevallen opbrengsten. De landbouwer behoudt zijn koeien en zal dus nog steeds zijn melkopbrengsten hebben zoals in de oude situatie, voor de sanering.

4.4.1.4. *Weggevallen kosten*

Aangezien de landbouwer zijn teelt van voedermaïs op een bepaalde hectare vervangt door de teelt van koolzaad, zullen zijn teeltkosten van voedermaïs op deze hectare grond wegvallen tijdens de sanering. Deze weggevallen teeltkosten bestaan zowel uit vaste als variabele teeltkosten. Dit is echter enkel het geval voor de grond waar vroeger maïs op stond en niet voor voormalig braak.

³⁸ Persoonlijke communicatie, Huybrechts, 31 maart 2008

³⁹ persoonlijke communicatie, Vaes, 3 maart 2008

4.4.1.4.1. Teeltkosten voedermaïs

De vaste teeltkosten van maïs liggen tussen de 400 en 420 euro per hectare⁴⁰. Dit is ongeveer gelijk aan de vaste teeltkosten van koolzaad (de vaste kosten beschouwen we dus als niet afhankelijk van de teelt). Voor de variabele kosten van voedermaïs refereren we naar drie bronnen (zie tabel 4.8). De twee eerste bronnen geven ongeveer een gelijke waarde aan voor de variabele kosten. Deze zouden tussen de 1.250 en 1.258 €/ha liggen. De Boerenbond stelt dat de gemiddelde variabele teeltkosten ongeveer 1.100 à 1.200 €/ha zijn. Deze variabele teeltkosten zijn in 2007 toegenomen omdat de prijzen voor brandstof, meststoffen en sproeistoffen gestegen zijn⁴¹.

Tabel 4.8: Totale variabele teeltkosten van maïs

Kostenposten (€/ha)	Van Schooten, Philipsen & Groten (2005)	De Boer, Van Duinkerken, Philipsen & Van Schooten (2003)	persoonlijke communicatie, Vaes, 25 maart 2008
zaaizaad	195	180	
meststoffen	150	153	
gewasbeschermingsmiddelen	115	85	
ploegen	105	110	
zaaiklaarmaken	50		
zaaien	70	78	
spuiten en eggen	61	81	
oogsten/hakselen	375	429	
aanrijden	55	93	
cultivateren	50	49	
slootonderhoud	24		
totaal variabele teeltkosten (€/ha)	1.250	1.258	1.100 à 1.200

4.4.1.5. Berekening nieuwe inkomen

In tabel 4.9 staat de berekening van het nieuwe arbeidinkomen van de melkveeteler indien hij koolzaad teelt en verkoopt. De berekening van het nieuwe inkomen is gebeurd voor twee bestemmingen. In de eerste bestemming berekenen we het nieuwe arbeidsinkomen voor gronden waar gewone toeslagrechten op geactiveerd worden. In de tweede bestemming berekenen we het inkomen voor gronden waar braakleggingstoelagerechten op worden geactiveerd. Tussen beide gevallen zijn er 3 verschillen.

Het eerste verschil is het *basisinkomen*. Bij de gronden waarop gewone toeslagrechten kunnen geactiveerd worden, maken we gebruik van het inkomen dat een landbouwer verdient met zijn

⁴⁰ Persoonlijke communicatie, Vaes, 13 maart 2008

⁴¹ persoonlijke communicatie, Vaes, 25 maart 2008

voedergewassen en melkvee. Hierbij zijn de gewone toeslagrechten al verrekend. Bij de gronden waarop braakleggingstoelagerechten geactiveerd worden nemen we aan dat de landbouwer in de oude situatie geen inkomen had op deze gronden. We nemen dus aan dat hij geen non-food gewassen op deze grond had staan in de oude situatie. De enige opbrengst op deze grond was de bedrijfstoelagerechten voor braaklegging. Deze toeslag ontvangt hij nog steeds nu er koolzaad op deze gronden staat omdat dit een non-foodgewas is.

Het tweede verschil is de *energiepremie*. Bij gewone toeslagrechten kan men deze premie vragen. De premie is echter niet combineerbaar met braakleggingstoelagerechten. We kiezen voor een energiepremie van 31,65 euro per ha omdat dit volgens ons de meeste waarschijnlijke waarde is, gegeven de huidige stimulatie van energieteelten. Daarom is het waarschijnlijk dat ook dit jaar het areaal van 2.000.000 ha wordt overschreden (en dus de maximale premie van 45 €/ha niet meer gehaald wordt). Vanaf volgend jaar bestaat deze premie niet meer (VILT, 2008a).

Het derde verschil zijn de teeltkosten en de aankoop van *voedermaïs*. Bij gewone toeslagrechten zijn dit weggevallen kosten. Bij braakleggingstoelagerechten is dit niet het geval. Op dit areaal stond in de oude situatie geen voedermaïs. Daarom kunnen deze kosten dus niet wegvallen. Omdat er op dit areaal geen voedermaïs geteeld werd is het dus ook niet nodig hiervoor voedermaïs aan te kopen.

Koolzaad is een plant die om de 3 of 4 jaar geteeld kan worden op dezelfde oppervlakte. In een vierjaarlijkse rotatie is de koolzaadopbrengst ideaal (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). Wij zullen aannemen dat een landbouwer koolzaad om de 3 jaar teelt. De reden hiervoor is dat de grond dan sneller gesaneerd kan worden. Aangezien de opbrengst dan niet maximaal is, zullen we in ons basisscenario de laagste verse stof productie gebruiken als meest waarschijnlijke waarde. Voor de prijs per ton van koolzaad hebben we de middelste waarde genomen. Voor koolzaadstro nemen we een gemiddelde verse stof productie van 3 ton en een prijs van 50 euro per ton verse stof.

De vaste teeltkosten voor winterkoolzaad zijn 400 euro per ha. Als meest waarschijnlijke variabele teeltkosten voor koolzaad kiezen we voor 604 euro per ha omdat deze bron het meest recent is. De aankoop van voedermaïs schatten we op 1.500 euro per ha. De vaste teeltkosten van voedermaïs schatten we op 410 euro per ha. Dit zijn de vaste teeltkosten voor voedermaïs volgens de Boerenbond en is ongeveer gelijk aan de vaste teeltkosten van koolzaad. Voor de variabele teeltkosten van voedermaïs kiezen we voor 1.250 euro per ha, aangezien de drie bronnen voor deze kosten ongeveer overeenkomen.

Het nieuwe arbeidsinkomen tijdens sanering wordt berekend door het volledige basisinkomen (want melkvee blijft voor 100% behouden) te vermeerderen met de bijkomende opbrengsten uit

koolzaad en de weggevallen kosten van voedermaïs. Hier worden dan de kosten van de teelt van koolzaad afgetrokken. Het nieuwe arbeidsinkomen bedraagt dan op gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd 1.111,70 euro per ha. De kosten van voedermaïs stijgen (1.500-1.250), maar dit wordt gecompenseerd door de opbrengsten uit koolzaad (651+150-604) en de premie. Het nieuwe arbeidsinkomen op gronden waarop men de braaktoeslag activeert is 173 euro per ha. Dit is voornamelijk te wijten aan de vaste teeltkosten van koolzaad die we eveneens zullen aanrekenen op het braakareaal.

Tabel 4.9: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop koolzaad

	gewone toeslag		braaktoeslag	
		€/ha		€/ha
basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
bijkomende opbrengsten		832,65		801
<i>energiepremie</i>	<i>31,65</i>			
<i>verkoop koolzaad</i>	<i>651</i>		<i>651</i>	
<i>waarde koolzaadstro</i>	<i>150</i>		<i>150</i>	
bijkomende kosten		2.504		1.004
<i>teeltkosten koolzaad (vast deel)</i>	<i>400</i>		<i>400</i>	
<i>teeltkosten koolzaad (variabel deel)</i>	<i>604</i>		<i>604</i>	
<i>aankoop voedermaïs</i>	<i>1.500</i>			
weggevallen opbrengsten		0		0
weggevallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	<i>410</i>			
<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	<i>1.250</i>			
nieuw inkomen melkveehouderij tijdens de sanering		1.111,70		173
wijziging van het inkomen ten opzichte van situatie voor sanering		-11,35		-203

In onze situatie wordt 17 ha van de grond ingenomen door voedermaïs, 13 ha door grasland en liggen er 3 ha van het areaal braak. Zoals we al eerder bespraken, kiezen we voor een teeltrotatie van 3 jaar. Om een constant inkomen voor de landbouwer te garanderen zullen we één derde van het areaal voedermaïs bezetten met koolzaad i.p.v. 1 jaar het areaal volledig met koolzaad te bezetten en de volgende 2 jaar met voedermaïs. Op die manier wordt elk jaar ongeveer hetzelfde geteeld en zou het inkomen dus ongeveer gelijk moeten zijn. De rotatie van het braakareaal kan

vervolgens op twee manieren ingevuld worden.

In een eerste situatie wordt eerst het braakgelegen areaal volledig ingenomen door de nieuwe teelt alvorens men het overige areaal bezet. De volledige 3 ha komen m.a.w. in aanmerking om koolzaad op te zetten. Deze situatie noemen we vanaf nu *situatie bezet*. In de tweede situatie worden de 3 ha helemaal braak gelaten en wordt koolzaad geteeld op gronden waar vroeger voedermaïs op stond. Vanaf nu noemen we deze situatie de *situatie braak*.

Situatie bezet

Een schema van de bezetting van het areaal kan in bijlage 2 gevonden worden. In totaal zijn er 20 ha die bezet kunnen worden met koolzaad. Dit zijn 3 ha braak en 17 ha voedermaïs. Jaarlijks kunnen er ongeveer 6 ha landbouwgrond met koolzaad bezet worden (zodat er driejaarlijkse rotatie mogelijk is). Op de eerste 3 ha koolzaad worden braakleggingstoelagerechten geactiveerd, op de resterende 3 ha worden gewone toeslagerechten geactiveerd. Er zijn ook nog 13 ha grasland en 14 ha voedermaïs. In tabel 4.10 staat de verdeling van de gewassen op het areaal voor de huidige situatie en de situatie tijdens de sanering. De inkomensverdeling is terug te vinden in tabel 4.11.

Tabel 4.10: Gewasverdeling voor de oude en de situatie bezet bij verkoop koolzaad

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie tijdens sanering
Gras	13 ha	13 ha
Voedermaïs	17 ha	14 ha (17-3 ha)
Braak	3 ha	0 ha (3-3 ha)
Koolzaad		6 ha (3+3 ha)
Totaal (ha)	33 ha	33 ha

Tabel 4.11: Inkomensberekening voor de oude en de situatie bezet bij verkoop koolzaad

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie tijdens sanering
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	17 ha*1.123,05 €/ha	14 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha
Koolzaad		3 ha*173 €/ha (op braakgrond)
		3 ha*1.111,70 €/ha
Totaal (€)	€ 34.819,5	€ 34.176,45

Het nieuwe inkomen wordt dan berekend zoals aangegeven in tabel 4.11, met behulp van de volgende formule⁴²:

$$R = GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + KB \cdot r_{KB} + VM \cdot r_{VM} \quad (\text{eq 3})$$

$$R = 13 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 1.111,70 + 3 \cdot 173 + 14 \cdot 1.123,05$$

$$R = 34.176,45$$

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen ligt 643 euro lager dan het oude inkomen (voor sanering).

De netto contante waarde over 21 jaar van de verkoop van koolzaad, geteeld op gewoon én braakareaal bedraagt 460.090 euro. Dit is een daling van 1,85% van het gemiddelde inkomen op het gehele areaal. De daling van het inkomen op braak is veel hoger dan de daling op gewoon areaal. Braak neemt echter slechts een klein deel van het areaal in, vandaar de kleine daling.

Situatie braak

Gezien de conclusies in de eerste situatie aangaande braak, laten we in de tweede situatie 3 ha braak. 6 ha voedermaïs worden vervangen door koolzaad. Er zijn dus in totaal 3 ha braak, 6 ha koolzaad, 13 ha gras en 11 ha voedermaïs. De gewas –en inkomensverdeling is in tabel 4.12 en tabel 4.13 terug te vinden. Een schema met de areaalbezetting is terug te vinden in bijlage 3.

Tabel 4.12: Gewasverdeling voor de oude en de situatie braak bij verkoop koolzaad

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie tijdens sanering
Gras	13 ha	13 ha
Voedermaïs	17 ha	11 ha (17-6 ha)
Braak	3 ha	3 ha
Koolzaad		6 ha
Totaal (ha)	33 ha	33 ha

Tabel 4.13: Inkomensberekening voor de oude en de situatie braak bij verkoop koolzaad

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie tijdens sanering
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	17 ha*1.123,05 €/ha	11 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	3 ha*376 €/ha
Koolzaad		6 ha*1.111,70 €/ha
Totaal (€)	€ 34.819,5	€ 34.751,4

⁴² In alle berekeningen die volgen zullen we ervan uit gaan dat het inkomen op het voedermaïsareaal dezelfde zijn als voor sanering. We houden er dus nog geen rekening mee dat het inkomen hierop onzeker is door de vervuiling aanwezig in de voedermaïs.

$$R = GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + KB \cdot r_{KB} + VM \cdot r_{VM} + B \cdot r_B \quad (\text{eq 4})$$
$$R = 13 \cdot 1.123,05 + 6 \cdot 1.111,70 + 11 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 376$$
$$R = 34.751,4$$

Het inkomen in de situatie braak ligt 68,1 euro lager dan in de oude situatie voor de sanering. De netto contante waarde over 21 jaar van de verkoop van koolzaad, geteeld op gewoon areaal bedraagt 467.831 euro. Dit is een te verwaarlozen daling ten opzichte van het inkomen voor sanering.

Het arbeidsinkomen voor de melkveehouder en de netto contante waarde voor alle situaties zijn weergegeven in tabel 4.14. Uit de tabel blijkt dat het inkomen voor sanering voordeliger was dan het inkomen tijdens sanering. Algemeen kunnen we stellen dat het voor de landbouwer niet erg nadelig is om van teelt te veranderen mits hij de geteelde koolzaad onverwerkt verkoopt. Situatie braak is voordeliger dan situatie bezet omdat het inkomen op het braakareaal 203 €/ha lager ligt indien men er koolzaad op teelt. Het verlies is dus kleiner als men de 6 ha volledig teelt op gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd.

Tabel 4.14: Samenvattende tabel voor de verschillende situaties bij verkoop koolzaad

	Totaal arbeidsinkomen	Netto contante waarde
Situatie voor sanering	€ 34.819,5	€ 468.747,43
Situatie bezet	€ 34.176,45	€ 460.090,56
Situatie braak	€ 34.751,4	€ 467.830,66

Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze positieve uitkomsten voornamelijk te wijten zijn aan het feit dat we de reguliere verkoopprijs voor koolzaad hebben gehanteerd. We zullen in een volgend geval nagaan of men het verlies aan inkomen niet kan vermijden. Dit zou mogelijk kunnen zijn door de koolzaad te verwerken alvorens te verkopen.

4.4.2. Geval 2: verwerking tot PPO en verkoop in de handel

In het tweede geval oogst de melkveehouder het koolzaad en perst deze tot pure plantaardige olie (PPO). Na de persing verkoopt de melkveehouder de PPO aan de handel.

4.4.2.1. Bijkomende opbrengsten

De nieuwe opbrengsten in het tweede geval zijn de waarde van het koolzaadstro, het eigen gebruik van de koolzaadkoek en de verkoopopbrengsten van de PPO. Bij gewone toeslagrechten verkrijgt

men ook nog een energiepremie. Het eigen gebruik van de koolzaadkoek en de verkoopopbrengsten van koolzaadolie worden hierna verder toegelicht.

4.4.2.1.1. Eigen gebruik koolzaadkoek

Koolzaadkoek kan gebruikt worden door de landbouwer als veevoeder. Koolzaadkoek vervangt dan geheel of gedeeltelijk sojaschroot (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). De landbouwer bespaart dus op de aankoop van sojaschroot (bijkomende opbrengst). Doordat het koolzaad geteeld is in de Belgische Kempen bevat het koolzaad zware metalen. Het geven van deze koek aan dieren zorgt ervoor dat de zware metalen in de voedselketen terecht komen. We moeten er dus rekening mee houden dat de koolzaadkoek onbruikbaar is voor de landbouwers. Als we de berekening maken met de laagste verse stof productie komen we uit op een waarde van 301,17 euro per ha voor de koek (tabel 4.15).

Tabel 4.15: Berekening eigen gebruik koolzaadkoek

Variabelen	Waarde	Bron
verse stof per ha (kg/ha)	4.500	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
	3.100	Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003)
aantal kg koek voor 1 ton koolzaad	670	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
aantal kg koek	2.077	
opbrengst koek (€/ton)	145	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
	0	Eigen assumptie
waarde koek (€/ha)	301,17	

4.4.2.1.2. Verkoopopbrengsten koolzaadolie in de handel

De landbouwer kan zijn koolzaadolie verkopen aan de handel aan een prijs van 0,40 € per liter (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 3005). De berekening in tabel 4.16 maakt gebruik van de laagste verse stof productie.

Tabel 4.16: Berekening van de verkoopopbrengsten van koolzaadolie in de handel

Variabelen	Waarde	Bron
verse stof per ha (kg/ha)	4.500	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
	3.100	Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003)
aantal liter olie voor 1 ton koolzaad (l/ton)	330	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
aantal liter olie (l/ha)	1.023	
verkoopprijs (€/l)	0,40	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
verkoopopbrengst olie (€/ha)	409,2	

4.4.2.2. Bijkomende kosten

De bijkomende kosten zijn de vaste teeltkosten van koolzaad, de variabele teeltkosten van koolzaad, de aankoop van voedermaïs en de perskosten om van koolzaad PPO te maken. De eerste 3 kosten zijn al besproken in onderdeel 4.4.1.2. De perskosten worden hierna verder uitgelegd.

4.4.2.2.1. Perskosten

Als de melkveehouder zijn koolzaad zelf wil persen tot PPO zal hij een persmachine moeten aankopen. De totale aankoopkosten voor een persmachine bedragen 8.000 euro. De berekening van de kost per ha per jaar is uitgewerkt in tabel 4.17. De machine heeft een levensduur van 5 jaar. In die periode kan er 80.000 liter olie geperst worden. De perskosten van koolzaad zijn dan 0,1 euro per liter (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005).

Tabel 4.17: Berekening perskosten

	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
kosten pers	2.800
kosten filter	4.700
kosten opslagtank	500
totale aankoopkosten	8.000
geperste olie 5 jaar	80.000
perskosten per liter (€/l)	0,1

4.4.2.3. Weggefallen opbrengsten en kosten

In dit tweede geval zijn er geen weggefallen opbrengsten. Er zijn wel weggefallen kosten. Deze weggefallen kosten zijn de vaste en variabele teeltkosten van voedermaïs.

4.4.2.4. Berekening nieuwe inkomen

Het arbeidsinkomen van koolzaad per ha wordt analoog berekend aan het eerste geval. De berekening staat in tabel 4.18. We houden steeds rekening met de laagste verse stof productie omdat koolzaad in een driejarige teeltrotatie een lagere opbrengst heeft. Het nieuwe arbeidsinkomen per ha is voor zowel gronden waar gewone toeslagrechten op worden geactiveerd als voor gronden waar braakleggingstoelagerechten op worden geactiveerd lager dan voor

sanering. Bij gewone toeslagrechten bedraagt het nieuwe arbeidsinkomen 1.068,77 €/ha. Bij braakleggingstoelagerechten is het arbeidsinkomen 130 €/ha.

Tabel 4.18: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop PPO in de handel

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
bijkomende opbrengsten		892,02		860,37
<i>energiepremie</i>	31,65			
<i>verkoop olie aan handel</i>	409,2		409,2	
<i>verkoop koolzaadstro</i>	150		150	
<i>eigen gebruik koolzaadkoek</i>	301,17		301,17	
bijkomende kosten		2.606,3		1.106,3
<i>teeltkosten koolzaad (vast deel)</i>	400		400	
<i>teeltkosten koolzaad (variabel deel)</i>	604		604	
<i>aankoop voedermaïs</i>	1.500			
<i>perskosten</i>	102,3		102,3	
<i>ombouw personenwagen</i>				
weggefallen opbrengsten		0		0
weggefallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	410			
<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	1.250			
nieuw inkomen melkveehouderij tijdens de sanering		1.068,77		130,07
wijziging van het inkomen ten opzichte van de situatie voor sanering		-54,29		-245,94

Situatie bezet

In de eerste situatie zijn er 6 ha koolzaad, 13 ha grasland en 14 ha voedermaïs. De 3 ha waarop braakleggingstoelagerechten op worden geactiveerd worden bezet met koolzaad.

$$R = GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + KB \cdot r_{KB} + VM \cdot r_{VM}$$

(eq 5)

$$R = 13 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 1.068,77 + 3 \cdot 130,07 + 14 \cdot 1.123,05$$

$$R = 33.918,84$$

Het nieuwe arbeidsinkomen is 33.918,84 euro. Dit is meer dan 900 euro lager dan het oude inkomen. De netto contante waarde voor een periode van 21 jaar bedraagt 456.623 euro, een daling van 2,59%. Deze kleine daling is net als bij de verkoop van koolzaad te wijten aan het feit dat we er vanuit gaan dat de landbouwer de reguliere prijs krijgt voor zijn koolzaadstro en hij de koolzaadkoek kan gebruiken.

Ook bij de verwerking tot PPO stellen we vast dat de daling van het inkomen sterker is op braak dan op gewone grond. Daarom zullen we in de tweede situatie de braakgrond niet bezetten met koolzaad.

Situatie braak

In deze situatie zijn er 3 ha braak, 13 ha gras, 11 ha voedermaïs en 6 ha voedermaïs worden vervangen door koolzaad.

$$R = GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + VM \cdot r_{VM} + B \cdot r_B \quad (\text{eq 6})$$
$$R = 13 \cdot 1.123,05 + 6 \cdot 1.068,77 + 11 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 376$$
$$R = 34.493,79$$

Het inkomen in de tweede situatie is 34.493,79 euro. Dit is 325,71 euro lager dan in de situatie voor sanering. De netto contante waarde in deze derde situatie is 464.362,66 euro.

Uit tabel 4.19 blijkt dat de situatie voor sanering het meest voordelig is voor de melkveehouder. De landbouwer maakt dus een zeer miniem verlies door over te schakelen naar de teelt van koolzaad en verkoop van PPO aan de handel. Zoals reeds eerder gesteld, is dit te wijten aan het gebruik van normale waardes voor de verkoopprijs PPO.

Tabel 4.19: Samenvattende tabel voor alle situaties bij verkoop PPO in de handel

	Totaal arbeidsinkomen	Netto contante waarde
Situatie voor sanering	€ 34.819,5	€ 468.747,43
Situatie bezet	€ 33.918,84	€ 456.622,56
Situatie braak	€ 34.493,79	€ 464.362,66

4.4.3. Geval 3: verwerking tot PPO en verkoop aan een particulier

In geval 3 perst de melkveehouder zijn geogste koolzaad tot PPO. Hierna zoekt hij zelf een particulier om zijn koolzaadolie aan te verkopen. Dit geval is verschillend van het vorige in de mate

dat de landbouwer een hogere prijs zal krijgen voor zijn PPO. Het brengt echter een grotere onzekerheid met zich mee vermits PPO in kleinere hoeveelheden wordt afgenomen door particulieren. Wij zullen ervan uit gaan dat de landbouwer alles verkocht krijgt.

4.4.3.1. Bijkomende opbrengsten

De bijkomende opbrengsten door de omschakeling naar koolzaad zijn: koolzaadstro en koolzaadkoek die in het eigen bedrijf gebruikt kunnen worden en de verkoopopbrengsten van PPO aan een particuliere koper. Bij de gewone toeslag ontvangt de melkveehouder ook nog een energiepremie. De verkoopopbrengsten van PPO aan een particulier worden hierna besproken.

4.4.3.1.1. Verkoopopbrengsten koolzaadolie aan een particulier

We nemen aan dat de landbouwer ongeveer 65 cent per liter koolzaadolie aan een particulier kan vragen. Deze prijs ligt 25 cent hoger dan de prijs die een groothandelaar wil geven in geval 2. De groothandel zal minder bereid zijn te geven aan een landbouwer omdat hij zelf nog kosten heeft bovenop de aankoopprijs zoals verpakkingskosten, sorteerkosten,...⁴³

De huidige richtprijs voor 1 liter PPO is 1,029 €/liter (Plantenolie BVBA, 2008). Dus een particulier die meer dan een euro wil geven voor PPO aan de pomp zal zeker bereid zijn om 65 cent per liter te betalen voor een liter PPO van de landbouwer. Deze particulier koopt echter slechts enkele tientallen liters per week. Het is dus moeilijk voor de landbouwer om genoeg afnemers te vinden voor zijn PPO. De groothandel neemt wel grotere hoeveelheden af maar dan aan een lagere prijs²⁶. In tabel 4.20 staat de berekening van de opbrengst van koolzaadolie bij verkoop aan een particulier. Bij de berekening werd gebruik gemaakt van de laagste verse stof productie.

Tabel 4.20: Berekening verkoopopbrengst PPO aan particulier

variabelen	waarde	bron
verse stof per ha (kg/ha)	4.500	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
	3.100	Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003)
aantal liter olie voor 1 ton koolzaad (l/ton)	330	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
aantal liter olie (l/ha)	1.023	
verkoopprijs (€/l)	0,65	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
totale verkoopopbrengst olie (€/ha)	664,95	

⁴³ Persoonlijk communicatie, Lamont, 3 maart 2008

4.4.3.2. Bijkomende kosten, weggevallen opbrengsten en kosten

De bijkomende kosten in dit geval zijn de teeltkosten van koolzaad, de aankoop van voedermaïs en de perskosten. Er zijn geen opbrengsten die wegvallen. De enige kosten die wegvallen zijn de vaste en variabele teeltkosten van voedermaïs.

4.4.3.3. Berekening nieuwe inkomen

De berekening van het arbeidsinkomen gebeurt analoog aan de andere gevallen. Deze berekening staat in tabel 4.21. Het nieuwe arbeidsinkomen per ha is in beide gevallen hoger dan in de situatie voor sanering. Het arbeidinkomen per ha op gronden met gewone toeslagrechten is 1.324,52 €/ha, bij braakleggingstoelagerechten is dit 385,82 €/ha.

Tabel 4.21: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop PPO aan particulier

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
bijkomende opbrengsten		1.147,77		1.116,12
<i>energiepremie</i>	31,65			
<i>verkoop koolzaadolie aan particulier</i>	664,95		664,95	
<i>waarde koolzaadstro</i>	150		150	
<i>eigen gebruik koolzaadkoek</i>	301,17		301,17	
bijkomende kosten		2.606,3		1.106,3
<i>teeltkosten koolzaad (vast deel)</i>	400		400	
<i>teeltkosten koolzaad (variabel deel)</i>	604		604	
<i>aankoop voedermaïs</i>	1.500			
<i>perskosten</i>	102,3		102,3	
weggevallen opbrengsten		0		0
weggevallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	410			
<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	1.250			
nieuw inkomen melkveehouderij tijdens de sanering		1.324,52		385,82
wijziging van het inkomen ten opzichte van de situatie voor sanering		201,47		9,82

Situatie bezet

Op een gemiddeld landbouwareaal in de Belgische kempen zijn er zijn 6 ha koolzaad, 13 ha grasland en 14 ha voedermaïs. De 3 ha waarop braakleggingstoelagen op worden geactiveerd, worden bezet met koolzaad.

$$\begin{aligned} R &= GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + KB \cdot r_{KB} + VM \cdot r_{VM} && \text{(eq 7)} \\ R &= 13 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 1.324,52 + 3 \cdot 385,82 + 14 \cdot 1.123,05 \\ R &= 35.453,34 \end{aligned}$$

Het nieuwe arbeidsinkomen is 35.453,34 euro. Dit is 633,84 euro hoger dan het oude inkomen. De netto contante waarde voor een periode van 21 jaar is 477.280,32 euro. Dit is een stijging van bijna 2% ten opzichte van voor de sanering.

Situatie braak

In de tweede situatie zijn er 3 ha braak, 13 ha gras, 11 ha voedermaïs en 6 ha voedermaïs worden vervangen door koolzaad.

$$\begin{aligned} R &= GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + VM \cdot r_{VM} + B \cdot r_B && \text{(eq 8)} \\ R &= 13 \cdot 1.123,05 + 6 \cdot 1.324,52 + 11 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 376 \\ R &= 36.028,29 \end{aligned}$$

Het jaarlijkse inkomen in de deze situatie is 36.028,29 euro. Dit is 1.208,79 euro hoger dan in de situatie voor sanering. De netto contante waarde in deze tweede situatie is 485.020,42 euro.

Uit tabel 4.22 blijkt dat de situatie tijdens sanering voor het eerst voordeliger is dan de situatie voor sanering. Voor de melkveehouder is een overstap naar koolzaad dus voordelig als hij genoeg particulieren vindt om zijn PPO af te nemen.

Opnieuw stellen we vast dat men beter koolzaad teelt op gewone grond dan op braakgrond. Bovendien gaan we er nog steeds van uit dat de metaalvervuiling geen invloed heeft gehad op prijzen van koolzaadkoek en -stro. Dit is echter onwaarschijnlijk, zodat we dit later zullen wijzigen.

Tabel 4.22: Samenvattende tabel voor alle situaties bij verkoop PPO aan particulier

	Totaal arbeidsinkomen	Netto contante waarde
Situatie voor sanering	€ 34.819,5	€ 468.747,43
Situatie bezet	€ 35.453,34	€ 477.280,32
Situatie braak	€ 36.028,28	€ 485.020,42

4.4.4. Geval 4: verwerking tot PPO en gebruik als brandstof voor de tractor

In het vierde geval gebruikt de landbouwer een deel van de PPO als brandstof voor zijn tractor. De PPO die hij niet zelf gebruikt verkoopt hij aan een particulier (vermits uit vorige gevallen blijkt dat dit voordeliger is dan verkoop aan de handel).

4.4.4.1. Bijkomende opbrengsten

De enige nieuwe opbrengst is de uitgespaarde olie voor de tractor. Een bijkomende opbrengst is bovendien de verkoop van de rest van de olie aan particulieren.

4.4.4.1.1. Uitgespaarde olie tractor

1 ton koolzaad brengt 330 liter koolzaadolie op (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). De prijs van rode diesel bedroeg op 7 maart 2008 0,7672 euro per liter. Als we de kleinste verse stof productie gebruiken om de opbrengst mee te berekenen komt dit uit op 784,85 euro per ha. Koolzaadolie heeft dus een waarde van 784,85 euro per ha voor de landbouwer als de olie gebruikt wordt voor zijn tractor⁴⁴. De berekening van de uitgespaarde kosten staat in tabel 4.23.

Tabel 4.23: Berekening uitgespaarde kosten olie tractor

Variabelen	Waarde	Bron
verse stof per ha (kg/ha)	4.500	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
	3.100	Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003)
aantal liter olie voor 1 ton koolzaad	330	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
aantal liter olie (l/ha)	1.023	
opbrengst rode diesel (€/l)	0,7672	Informazout (2008)
totale opbrengst olie (€/ha)	784,85	

⁴⁴ We gaan er vanuit dat 1 liter PPO 1 liter diesel vervangt (van Dooren, van der Voort, Timmermans, 2007)

4.4.4.2. Bijkomende kosten

De bijkomende kosten in dit geval zijn de teeltkosten, aankoop voedermaïs, perskosten en de kosten om de tractor om te bouwen. Enkel de laatste kost zal besproken worden.

4.4.4.2.1. Kosten ombouw tractor

Koolzaadolie is stroperiger en heeft een dikkere consistentie dan diesel. Daarom moet men de motor ombouwen zodat deze geschikt is om op koolzaadolie te rijden. Het ombouwen van de motor kost 2.500 euro. We schrijven deze kosten af op 10 jaar. De tractor wordt 7.500 uren gebruikt door de landbouwer, waarbij deze tractor 5 liter per uur verbruikt (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). De afschrijfkosten voor de ombouw van de motor zijn dus 0,07 euro per liter. Deze berekening staat in tabel 4.24.

Tabel 4.24: Berekening kosten ombouw motor

	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
kosten ombouw motor (€)	2.500
draaiuren tractor 10 jaar (u)	7.500
olieverbruik per uur (l/u)	5
totaal verbruik afschrijfperiode (l)	37.500
kosten per liter (€/l)	0,066667

4.4.4.3. Weggefallen opbrengsten en kosten

Er zijn geen weggefallen opbrengsten (melkvee wordt voor 100% behouden). De weggefallen kosten zijn de vaste en variabele teeltkosten van voedermaïs.

4.4.4.4. Berekening nieuwe inkomen

Bij de gewone toeslag is het arbeidsinkomen 1.376,21 €/ha. Bij braaktoeslag is dit 437,51 €/ha. Dit is voor beide gevallen een stijging ten opzichte de situatie voor sanering. Deze berekening is terug te vinden in tabel 4.25.

Tabel 4.25: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij gebruik PPO in tractor

	gewone toeslag		braaktoeslag	
		€/ha		€/ha

basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		507
bijkomende opbrengsten		1.267,66		1.236
<i>energiepremie</i>	31,65			
<i>waarde koolzaadstro</i>	150		150	
<i>uitgespaarde olie voor tractor</i>	784,85		784,85	
<i>eigen gebruik koolzaadkoek</i>	301,17		301,17	
bijkomende kosten		2.674,5		1.174,5
<i>teeltkosten koolzaad (vast deel)</i>	400		400	
<i>teeltkosten koolzaad (variabel deel)</i>	604		604	
<i>aankoop voedermaïs</i>	1.500			
<i>perskosten</i>	102,3		102,3	
<i>ombouw tractor</i>	68,2		68,2	
weggefallen opbrengsten		0		0
weggefallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	410			
<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	1.250			
nieuw inkomen melkveehouderij tijdens de sanering		1.376,21		437,51
wijziging van het inkomen ten opzichte van situatie voor sanering		253,16		61,51

De tractor wordt elk jaar 750 uur gebruikt (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005). Elk jaar wordt er dus 3.750 liter PPO verbruikt door de melkveehouder. In elk van onze twee situaties worden er jaarlijks 6 ha koolzaad geteeld. Als we de laagste verse stof productie nemen komen we uit op een jaarlijkse productie van PPO van 6.138 liter (= 1.023*6, tabel 4.26). Er resteren dus nog 2.388 liter PPO waarvoor de melkveehouder een bestemming moet vinden. Een eerste mogelijkheid is dat de melkveehouder op zoek gaat naar particulieren om zijn PPO aan te verkopen. Een tweede mogelijkheid is dat de melkveehouder de resterende PPO verkoopt aan de handel. Deze tweede mogelijkheid bleek echter het minst rendabel, daarom zullen we enkel verkoop aan een particulier verder onderzoeken.

In tabel 4.26 wordt weergegeven hoeveel hectare koolzaad nodig zijn om de tractor gedurende een jaar te voorzien van zelfgeperste PPO. Elk jaar is er ongeveer 3.750 liter PPO nodig. Als we rekening houden met de laagste verse stof productie van koolzaad moeten we ongeveer 3,67 ha

koolzaad bezetten om deze hoeveelheid te bereiken. De PPO die van de overige 2,33 ha koolzaad geteeld wordt is bestemd voor de verkoop aan een particulier.

Tabel 4.26: Verdeling van de hectare naargelang de bestemming van de PPO

	Hectare	Liter per ha	Totaal
Tractor	3,67	1.023	3.754,4
Particulier	2,33	1.023	2.383,6
Totaal	6		6.138

Uit voorgaande berekeningen bleek reeds dat men braakgrond best niet bezet met koolzaad. Daarom zullen we hier enkel de situatie bespreken waar men de 6 ha koolzaad teelt op het areaal waar gewone toeslagrechten op worden geactiveerd. Er zijn met andere woorden 3 ha braak, 13 ha gras, 11 ha voedermaïs en 6 ha koolzaad.

$$R = GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + VM \cdot r_{VM} + B \cdot r_B \quad (\text{eq 9})$$

$$R = 13 \cdot 1.123,05 + 3,67 \cdot 1.376,21 + 2,33 \cdot 1.324,52 + 11 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 376$$

$$R = 36.218,01$$

Het nieuwe arbeidsinkomen is 36.218,01 euro. Dit arbeidsinkomen is 1.398,51 euro hoger dan in de situatie voor sanering. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen bedraagt 487.574,51 euro. Dit is een stijging van 4%. In tabel 4.27 kan men de resultaten bondig terugvinden.

Tabel 4.27: Samenvattende tabel voor gebruik PPO in tractor

	Totaal arbeidsinkomen	Netto contante waarde
Situatie voor sanering	€ 34.819,5	€ 468.747,43
Situatie tijdens sanering	€ 36.218,01	€ 487.574,51

4.4.5. Geval 5: verwerking tot PPO en gebruik als brandstof voor personenwagen

In het vijfde geval veronderstellen we dat de landbouwer zijn koolzaad perst tot PPO en deze gebruikt als brandstof voor zijn personenwagen.

4.4.5.1. Bijkomende opbrengsten

De bijkomende opbrengsten in geval 5 zijn de energiepemie bij de activering van gewone toeslagrechten, de waarde van de uitgespaarde olie die gebruikt wordt in de personenwagen van

de landbouwer, de waarde van koolzaadstro en het eigen gebruik van het restproduct koolzaadkoek. Alleen de waarde van de uitgespaarde olie voor een personenwagen is nog niet eerder besproken in deze masterproef.

4.4.5.1.1. *Uitgespaarde olie personenwagen*

De waarde van uitgespaarde olie voor gebruik door de landbouwer zelf in zijn personenwagen ligt hoger dan de verkoopprijs aan een particulier omdat een particulier op dit moment nog niet bereid is om dezelfde prijs te betalen als voor zijn fossiele brandstof.

Om te kijken hoeveel een landbouwer bespaart door PPO voor zijn personenwagen te gebruiken kijken we naar de prijs van witte diesel omdat dit de huidige brandstof is voor zijn personenwagen. Op 7 maart 2008 was de prijs van witte diesel 1,226 euro per liter. Als we de berekening doen met de laagste verse stof productie komen we uit op een opbrengst van 1.254,2 euro per ha. Deze berekening is terug te vinden in tabel 4.28.

Tabel 4.28: Berekening uitgespaarde kosten olie personenwagen

variabelen	waarde	bron
verse stof per ha (kg/ha)	4.500	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
	3.100	Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003)
aantal liter olie voor 1 ton koolzaad	330	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
aantal liter olie (l/ha)	1.023	
opbrengst witte diesel (€/l)	1,226	Informazout (2008)
Totale opbrengst olie (€/ha)	1.254,2	

4.4.5.2. *Bijkomende kosten*

De bijkomende kosten van de omschakeling naar koolzaad in dit geval zijn: vaste teeltkosten van koolzaad, variabele teeltkosten van koolzaad, de aankoop van voedermaïs, de perskosten om PPO te maken van koolzaad en de ombouwkosten van de motor. De kosten om de motor van de personenwagen om te bouwen worden besproken in het volgende onderdeel.

4.4.5.2.1. *Kosten ombouw motor*

De afschrijfperiode van de ombouwkosten bedraagt 10 jaar. We veronderstellen dat de landbouwer in die periode 200.000 km aflegt en dus ongeveer 16.000 liter PPO nodig heeft. Per liter komt dit neer op een kost van 0,15625 euro per liter. Bij de laagste verse stof productie is dit een gemiddelde kost van 159,84 euro per ha. Elk jaar verbruikt de landbouwer dus 1.600 liter PPO voor zijn personenwagen. Deze berekening is terug te vinden in tabel 4.29.

Tabel 4.29: Berekening kosten ombouw motor

	Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005)
kosten ombouw motor (€)	2.500
kilometers totale periode (km)	200.000
olieverbruik per uur (l/km)	0,08
totaal verbruik afschrijfperiode (l)	16.000
meerkost per liter (€/l)	0,15625
totale kosten ombouw motor (€/ha)	159,84

4.4.5.3. Weggevallen opbrengsten en kosten

Er zijn geen weggevallen opbrengsten. De weggevallen kosten zijn de vaste en variabele teeltkosten van voedermaïs.

4.4.5.4. Berekening nieuwe inkomen

Door rekening te houden met de laagste verse stof productie hebben we het meest waarschijnlijke scenario berekend. Bij de gewone toeslagrechten verandert het inkomen positief ten opzichte van de situatie voor sanering. Het nieuwe inkomen is 1.753,92 €/ha. Ook bij de braaktoeslag is er een positieve evolutie. Het inkomen op gronden waar braakleggingstoelagerechten op worden geactiveerd is 815,22 €/ha. Deze berekening staat in de onderstaande tabel.

Tabel 4.30: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij gebruik PPO in personenwagens

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
bijkomende opbrengsten		1.737,02		1.705,37
<i>energiepremie</i>		31,65		
<i>uitgespaarde olie voor personenwagen</i>		1.254,2		1.254,2
<i>verkoop koolzaadstro</i>		150		150
<i>eigen gebruik koolzaadkoek</i>		301,17		301,17
bijkomende kosten		2.766,14		1.266,14
<i>teeltkosten koolzaad (vast deel)</i>		400		400

teeltkosten koolzaad (variabel deel)	604		604	
aankoop voedermaïs	1.500			
perskosten	102,3		102,3	
ombouw personenwagen	159,84		159,84	
weggevallen opbrengsten		0		0
weggevallen kosten		1.660		0
teeltkosten voedermaïs (vast deel)	410			
teeltkosten voedermaïs (variabel deel)	1.250			
nieuw inkomen melkveehouderij tijdens de sanering		1.753,92		815,22
wijziging van het inkomen		630,88		439,22

De personenwagen verbruikt in ons geval elk jaar 1.600 liter PPO. In elk van onze situaties worden er jaarlijks 6 ha koolzaad geteeld. Als we de laagste verse stof productie nemen komen we uit op een jaarlijkse PPO-productie van 6.138 liter. Dit betekent dat er nog 4.538 liter PPO resteert. Net zoals in het vierde geval zullen we de resterende olie verkopen aan een particulier.

In tabel 4.31 wordt weergegeven hoeveel hectare koolzaad nodig zijn om de personenwagen van de melkveehouder gedurende een jaar te voorzien van zelfgeperste PPO. Voor één personenwagen is dit 1,56 ha. De overige 4,44 ha worden verkocht aan particulieren.

Tabel 4.31: Verdeling van de hectare naargelang de bestemming van de PPO

	Hectare	Liter per ha	Totaal
Personenwagen	1,56	1.023	1.600
Particulier/handel	4,44	1.023	4.538
Totaal	6		6.138

Koolzaad wordt best geteeld op gewone gronden. Daarom bespreken we hier enkel de situatie waarin men de 6 ha koolzaad teelt op het areaal waar gewone toeslagrechten op worden geactiveerd. Er zijn dus 13 ha grasland, 6 ha koolzaad, 11 ha voedermaïs en 3 ha braak.

$$R = GL \cdot r_{GL} + KZ \cdot r_{KZ} + VM \cdot r_{VM} + B \cdot r_B \quad (\text{eq 10})$$

$$R = 13 \cdot 1.123,05 + 1,56 \cdot 1.753,92 + 4,44 \cdot 1.324,52 + 11 \cdot 1.123,05 + 3 \cdot 376$$

$$R = 36.698,16$$

Het nieuwe arbeidsinkomen bedraagt 36.698,16 euro. Dit arbeidsinkomen ligt 1.878,66 euro hoger dan in de situatie voor sanering. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen is 494.038,36 euro. Dit is een stijging van meer dan 5%.

Uit tabel 4.32 blijkt dat het arbeidsinkomen tijdens sanering aanzienlijk hoger ligt dan in de situatie voor sanering. Het is dus voor de melkveehouder interessant om over te schakelen op de teelt van koolzaad op gewoon areaal en 3 ha van zijn areaal braak te laten liggen.

Tabel 4.32: Samenvattende tabel voor gebruik PPO in personenwagen

	Totaal arbeidsinkomen	Netto contante waarde
Situatie voor sanering	€ 34.819,5	€ 468.747,43
Situatie tijdens sanering	€ 36.698,16	€ 494.038,36

4.4.6. Geval 6: PPO verkopen aan biodiesel producent.

In het laatste geval veronderstellen we dat de melkveehouder zijn zelfgeperste PPO kan verkopen aan een biodieselproducent. Deze biodieselproducent zou de PPO dan zelf verder verwerken tot biodiesel. Volgens mr. Creton van Bioro is dit niet mogelijk. Bioro is een biodieselfraffinaderij die gelegen is in Gent. Bij Bioro werkt men namelijk met een gesloten proces: de enige input is koolzaad. Volgens mr. Creton zal een landbouwer geen biodieselproducent vinden om PPO af te nemen⁴⁵. We kunnen besluiten dat dit laatste geval niet realistisch is en zullen dit geval niet verder uitwerken.

4.4.7. Samenvattende tabel

In tabel 4.33 hebben we de netto contante waarde van elk geval opgesomd. Hieruit blijkt dat de melkveehouder er best voor kiest om zijn koolzaad te persen tot PPO indien hij beslist om koolzaad te telen. Uit de tabel blijkt verder nog dat de melkveehouder er goed aan doet om zelf op zoek te gaan naar particuliere kopers. Particulieren betalen immers een hogere prijs voor PPO dan de handel. Dit uit zich in een hogere netto contante waarde. We moeten er wel rekening mee houden dat het mogelijk is dat de melkveehouder niet genoeg particulieren vindt om zijn PPO aan te verkopen. Het inkomen ligt dus hoger maar is onzekerder.

Uit de tabel blijkt voorts duidelijk dat de ombouw van de motor van een tractor of personenwagen een positief effect heeft op de netto contante waarde. Als de melkveehouder een zo hoog mogelijk arbeidsinkomen wil verdienen doet hij er dus goed aan om PPO zelf te gebruiken als brandstof

⁴⁵ Persoonlijke communicatie, Creton, 27 maart 2008

alvorens te verkopen omdat hij dan de prijs van witte/rode diesel uitspaart. Deze prijs ligt hoger dan de prijs die hij ontvangt van de handel of van particulieren.

We kunnen eveneens besluiten dat de melkveehouder er best voor opteert om het koolzaad te telen op areaal waar voorheen voedermaïs stond in plaats van op braakareaal. Dit is deels te wijten aan het feit dat de aankoopkosten van voedermaïs lager liggen dan de teeltkosten van voedermaïs. Dit voordeel heeft hij niet op braakgrond. Een andere oorzaak is de energiepemie. Als koolzaad geteeld wordt op gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd, maakt hij aanspraak op deze premie. Dit is niet het geval voor gronden waarop braakleggingstoeslagrechten worden geactiveerd.

Om een zo hoog mogelijke netto contante waarde te verdienen moet de melkveehouder het braakareaal braak laten liggen. Vervolgens moet hij de koolzaad persen tot PPO en gebruiken in zijn personenwagen en tractor. De resterende PPO moet hij proberen te verkopen aan particulieren. Indien hij niet genoeg particuliere afnemers vindt zal hij de resterende PPO moeten verkopen aan de handel.

Tabel 4.33: Samenvattende tabel voor alle gevallen en situaties van koolzaad

Geval	Situatie	Netto contante waarde
vóór sanering	Geen koolzaad	€ 468.747,43
Geval 1: verkoop koolzaad	Situatie bezet	€ 460.090,56
	Situatie braak	€ 467.830,66
Geval 2: verwerking tot PPO - verkoop handel	Situatie bezet	€ 456.622,56
	Situatie braak	€ 464.362,66
Geval 3: verwerking tot PPO - verkoop particulier	Situatie bezet	€ 477.280,32
	Situatie braak	€ 485.020,42
Geval 4: verwerking tot PPO -gebruik in tractor/verkoop particulier	Situatie braak	€ 487.574,51
Geval 5: verwerking tot PPO-gebruik in personenwagen/ verkoop particulier	Situatie braak	€ 494.038,36

Deze inkomens zien er rooskleurig uit voor de landbouwer. Deze analyse is echter gebaseerd op meest waarschijnlijke waardes uit de literatuur. In onze gevalsstudie is het koolzaad echter gecontamineerd. De concentratie zware metalen in koolzaad is groter in de groene delen (bladeren, stengel en stro) van de plant dan in de korrel. Onderzoek heeft verder nog uitgewezen dat de metalen in de koek zitten en niet in de PPO.⁴⁶ Daarom is het voor een gefundeerde conclusievorming voor de landbouwer noodzakelijk de volgende zaken eveneens na te gaan:

⁴⁶ Persoonlijke communicatie, Van Slycken, 23 april 2008

(i) Voor PPO hebben we steeds gerekend met de reguliere prijs (en dus geen rekening gehouden met de vervuiling aanwezig in het koolzaad). Dit is enkel het geval indien niets van de metalen terecht komt in de olie. Indien we ons hiervan kunnen vergewissen, kunnen we de prijzen die we gebruiken voor de verkoop aan particulier en handel alsook de opportuniteiten voor de landbouwer (gebruik in tractor en personenwagen) behouden.

(ii) Indien we er vanuit gaan dat alle metalen terecht komen in de koek (zoals onderzoek aantoont) zullen we toch moeten nagaan wat het effect hiervan is op de waarde en dus op het inkomen. In de voorgaande berekeningen telden we met een waarde van 145 €/ton. In tabel 4.34 bekijken we de nieuwe netto contante waardes indien de koolzaadkoek geen waarde meer heeft.

Tabel 4.34: Waarde van koolzaadkoek is 0 €/ton, ceteris paribus

Geval	Situatie	Netto contante waarde	% wijziging tov vóór sanering
vóór sanering	Geen koolzaad	€ 468.747,43	0%
Geval 2 (handel)	Situatie bezet	€ 432.296,48	-7,7%
	Situatie braak	€ 440.036,58	-6,1%
Geval 3 (particulier)	Situatie bezet	€ 452.954,24	-3,4%
	Situatie braak	€ 460.694,34	-1,7%
Geval 4 (tractor)	Situatie braak	€ 463.248,43	-1,2%
Geval 5 (personenwagen)	Situatie braak	€ 469.712,28	0%

Uit deze tabel blijkt dat het inkomen enkel behouden blijft indien de landbouwer de PPO zelf gebruikt in zijn personenwagen.

(iii) Evenmin mogen we zomaar veronderstellen dat koolzaad in zijn geheel en koolzaadstro aan de normale waardes zullen kunnen worden verkocht.

Tabel 4.35: Prijs van koolzaad is 0 €/ton ceteris paribus

Geval	Situatie	Netto contante waarde	% wijziging tov vóór sanering
Vóór sanering	Geen koolzaad	€ 468.747,43	0%
Geval 1 (koolzaad)	Situatie bezet	€ 407.507,17	-13,06%
	Situatie braak	€ 415.247,26	-11,41%

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het niet aangewezen is voor een landbouwer om over te schakelen naar koolzaad indien hij van plan is om het zonder verdere verwerking te verkopen. Hij

kan beter trachten een verkoopbaar product zoals PPO te produceren waar de metalen geen invloed hebben op de prijs omdat de concentraties in PPO zeer laag zijn.

Tabel 4.36: Waarde van koolzaadstro is 0 €/ton, ceteris paribus

Geval	Situatie	Netto contante waarde	% wijziging tov vóór sanering
Vóór sanering	Geen koolzaad	€ 468.747,43	0%
Geval 1 (koolzaad)	Situatie bezet	€ 447.974,57	-4,43%
	Situatie braak	€ 455.714,67	-2,78%
Geval 2 (handel)	Situatie bezet	€ 450.564,56	-3,88%
	Situatie braak	€ 452.246,67	-3,52%
Geval 3 (particulier)	Situatie bezet	€ 465.164,33	-0,76%
	Situatie braak	€ 472.904,43	+0,89%
Geval 4 (tractor)	Situatie braak	€ 475.458,52	+1,43%
Geval 5 (personenwagen)	Situatie braak	€ 481.922,37	+2,81%

Uit voorgaande tabel blijkt dat enkel de beste twee gevallen een grotere netto contante waarde behouden dan voor de sanering. De impact van koolzaadstro op de netto contante waard is redelijk groot.

Tabel 4.37: Prijs van koolzaadstro is 0 €/ton, prijs van koolzaad is 0 €/ton en waarde van koolzaadkoek is 0 €/ton, ceteris paribus

Geval	Situatie	Netto contante waarde	% wijziging tov vóór sanering
Vóór sanering	Geen koolzaad	€ 468.747,43	0%
Geval 1 (koolzaad)	Situatie bezet	€ 395.391,18	-15,65%
	Situatie braak	€ 403.131,27	-14,00%
Geval 2 (handel)	Situatie bezet	€ 426.238,48	-10,36%
	Situatie braak	€ 427.920,59	-8,71%
Geval 3 (particulier)	Situatie bezet	€ 440.838,25	-5,95%
	Situatie braak	€ 448.578,35	-4,30%
Geval 4 (tractor)	Situatie braak	€ 451.132,44	-3,76%
Geval 5 (personenwagen)	Situatie braak	€ 457.596,29	-2,38%

Integratie van alle mogelijke effecten van de metalen op het inkomen tonen aan dat in het slechtste geval (niks van de nevenproducten heeft een waarde of kan verkocht worden) de landbouwer in geen enkel geval het inkomen van voor de sanering bereikt.

4.5. Energiemaïs

De tweede teelt die we bespreken is energiemaïs. Het hele areaal voedermaïs zal vervangen worden door de teelt van energiemaïs. De bespreking gebeurt analoog aan koolzaad. In dit onderdeel maken we een onderscheid tussen 2 gevallen. In het eerste geval verkopen we de geteelde energiemaïs op de markt. In het tweede geval worden de geteelde korrels gevoederd aan de runderen.

4.5.1. Geval 1: Verkoop energiemaïs: korrels en groene delen

In het eerste geval nemen we aan dat de melkveehouder de marktprijs krijgt voor zijn energiemaïs. Omdat de energiemaïs vervuild is met zware metalen kan de ontvangen prijs lager liggen dan de marktprijs. In een latere sensitiviteitsanalyse zullen we het effect van een lagere prijs op de netto contante waarde onderzoeken.

4.5.1.1. Bijkomende opbrengsten

De bijkomende opbrengsten zijn de energiepemie en de opbrengsten uit de verkoop van energiemaïs. De premie is maximaal 45 euro per ha en bedroeg vorig jaar 31,65 euro per ha. Vanaf volgend jaar zal deze premie afgeschaft worden.

4.5.1.1.1. Verkoopopbrengsten energiemaïs

De verse stof productie van energiemaïs ligt tussen 60 à 67 ton per ha. In punt 3.5.1.2. is er meer informatie te vinden over de verse stof productie van energiemaïs. Volgens mr. Veenstra van Thecogas (een biogasproducent) wordt er in Nederland geen onderscheid gemaakt tussen gewone voedermaïs en energiemaïs. In Nederland is de marktprijs van voedermaïs dus gelijk aan de marktprijs voor energiemaïs. Momenteel is deze prijs erg hoog. Eén ton maïs kost op de markt ongeveer 50 €/ton verse stof. Twee jaar geleden was dit nog slechts 35 €/ton verse stof. De exacte prijs die de landbouwer ontvangt hangt af van verschillende factoren: de tijd van het jaar (richting oogsttijdstop zal de prijs afnemen), de afstand, de kwaliteit, de continuïteit van de relatie,...⁴⁷ Volgens Biogas-E vzw lag de prijs van energiemaïs vorig jaar op 28 à 33 €/ton verse stof. Deze prijs is erg hoog en is erg afhankelijk van de kwaliteit van de maïs. Deze bepaalt het biogaspotentieel voor biogasproducenten.⁴⁸ Ecoprojects gebruikt energiemaïs om te vergisten tot biogas. In 2007 betaalden zij een prijs van 24,79 €/ton verse stof energiemaïs rechtstreeks aan de landbouwer. In deze prijs was hakselen, inkuilen en stockeren tot afhaling op kosten van de koper

⁴⁷ Persoonlijk communicatie, Veenstra, 6 maart 2008

⁴⁸ Persoonlijke communicatie, Velghe, 5 maart 2008

inbegrepen. De prijs van energiemais voor de oogst van 2008 is nog niet bekend.⁴⁹ KWS is een kweekbedrijf van zaaizaden (waaronder mais). Volgens mr. Bakker van KWS ligt de marktprijs tussen de 30 en 35 €/ton verse stof.⁵⁰ Volgens de Boerenbond tot slot ligt de marktprijs tussen de 34 en 38 €/ton verse stof. Hier zijn de kosten van transport en oogst al ingecalculleerd.⁵¹ We kunnen concluderen dat de prijs van energiemais in België tussen de 24,79 en 38 €/ton verse stof ligt. De prijs uit Nederland lijkt niet overeen te komen met de gegevens ontvangen uit België. Met de prijs van 50 €/ton verse stof zullen we dus geen rekening meer houden. In een latere sensitiviteitsanalyse zullen we eveneens rekening houden met een prijs van 0 €/ton. In tabel 4.38 worden deze gegevens samengevat.

Tabel 4.38: Verse stof productie en prijzen van energiemais

Bron	verse stof per ha (ton/ha)	prijs (€/ton verse stof)
Persoonlijke communicatie, Ruttens, 17 december 2007	67	
Persoonlijk communicatie, Veenstra, 6 maart 2008	60	50
Calus, Dumoulin, Ghekiere, Mattheeuws & Platteau (2007)	60	
Persoonlijke communicatie, Velghe, 5 maart 2008		28 à 33
Persoonlijke communicatie, Lambrecht, 7 april 2008		24,79
Persoonlijke communicatie, Bakker, 27 maart 2008		30 à 35
Persoonlijke communicatie, Huybrechts, 31 maart 2008		34 à 38
Eigen hypothese		0

4.5.1.2. Bijkomende kosten, weggevallen opbrengsten, weggevallen kosten

De bijkomende kosten door de omschakeling van voedermais naar energiemais zijn de teeltkosten van energiemais en de aankoop van voedermais. De teeltkosten van energiemais en voedermais zijn dezelfde en werden besproken in 4.4.1.2.1. De aankoop van voedermais is besproken in 4.4.1.2.2. Er zijn geen weggevallen opbrengsten vermits de landbouwer zijn melkvee behoudt. De weggevallen kosten zijn de teeltkosten van voedermais. Deze weggevallen kosten heffen de bijkomende teeltkosten van energiemais op. Merk wel op dat dit enkel van toepassing is op het areaal waar vroeger voedermais werd geteeld en dus niet op het braakareaal.

⁴⁹ Persoonlijke communicatie, Lambrecht, 27 maart 2008

⁵⁰ Persoonlijke communicatie, Bakker, 27 maart 2008

⁵¹ Persoonlijke communicatie, Huybrechts, 31 maart 2008

4.5.1.3. Berekening nieuwe inkomen

In tabel 4.39 wordt de berekening gemaakt voor het basisscenario. De meeste gegevens uit tabel 4.39 zijn analoog aan de gevallen van koolzaad. Een eerste verschil is dat er geen teeltkosten voor koolzaad zijn, maar dat er teeltkosten voor energiemais zijn. Een tweede verschil zijn de verkoopopbrengsten van energiemais. Voor het basisscenario kiezen we een verse stofproductie van energiemais van 67 ton/ha. Deze verse stof productie was het resultaat van een onderzoek gedaan in de Belgische Kempen. Daarom nemen we aan dat deze waarde het meest waarschijnlijk is. De prijs waarmee we rekening houden in ons basisscenario is 30 €/ton verse stof. Deze prijs is ongeveer een gemiddelde van alle gegevens die we hebben ontvangen. De totale verkoopopbrengsten van energiemais bedragen dan 2.010 €/ha.

Het nieuwe arbeidsinkomen tijdens de sanering voor gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd is 1.664,70 €/ha. Het nieuwe arbeidsinkomen op gronden waarop braakleggingstoelagen worden geactiveerd, is 726 €/ha.

Tabel 4.39: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij verkoop energiemais aan marktprijs

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
Basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
Bijkomende opbrengsten		2.041,65		2.010
<i>energiepremie</i>	31,65			
<i>verkoop energiemais</i>	2.010		2.010	
Bijkomende kosten		3.160		1.660
<i>teeltkosten energiemais (vast deel)</i>	410		410	
<i>teeltkosten energiemais (variabel deel)</i>	1.250		1.250	
<i>aankoop voedermais</i>	1.500			
Weggevallen opbrengsten		0		0
Weggevallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermais (vast deel)</i>	410			
<i>teeltkosten voedermais (variabel deel)</i>	1.250			
Nieuw inkomen melkveehouderij		1.664,70		726
wijziging van het inkomen ten opzichte van situatie voor sanering		541,65		350

In de situatie voor sanering waren in totaal 33 ha cultuurgrond. Hiervan werd 17 ha ingenomen door voedermaïs, 13 ha door grasland en liet men 3 ha braak liggen. We zullen het areaal op drie verschillende manieren bezetten. In de eerste situatie bezetten we het braakareaal met energiemais en hebben we in totaal 20 ha energiemais. Deze situatie noemen we vanaf nu *situatie bezet*. In de tweede situatie, die we vanaf nu *situatie braak* noemen, laten we de 3 ha braak liggen. We bezetten 17 ha gewoon areaal met energiemais. In de *derde situatie* bezetten we 3 ha braakareaal met energiemais en 14 ha gewoon areaal met energiemais. In totaal bezetten we eveneens 17 ha met energiemais. Er worden nog 3 ha bezet met voedermaïs. Daarom noemen we deze situatie vanaf nu *situatie voeder*. Deze derde situatie is toegevoegd om vergelijking en afweging tussen braak en gewoon areaal mogelijk te maken. In tabel 4.40 staat de gewasverdeling voor elke situatie. De inkomensverdeling in terug te vinden in tabel 4.41.

Tabel 4.40: Gewasverdeling voor de situatie voor en tijdens sanering: verkoop alle delen energiemais

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie bezet g 17ha, br 3ha	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
Gras	13 ha	13 ha	13 ha	13 ha
Voedermaïs	17 ha	0 ha (17-17 ha)	0 ha (17-17 ha)	3 ha (17-14 ha)
Braak	3 ha	0 ha (3-3 ha)	3 ha	0 ha (3-3 ha)
Energiemais		20 ha (17+3 ha)	17 ha (0+17 ha)	17 ha (14+3 ha)
Totaal (ha)	33 ha	33 ha	33 ha	33 ha

Tabel 4.41: Inkomensberekening voor de situatie voor en tijdens sanering: verkoop alle delen energiemais

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie bezet g 17ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	17 ha*1.123,05 €/ha	0 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Energiemais		17 ha*1.664,70 €/ha
		3 ha*726 €/ha
Totaal (€)	€ 34.819,5	€ 45.077,55

Gewas	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	0 ha*1.123,05 €/ha	3 ha*1.123,05 €/ha

Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Energiemaïs	17 ha*1.664,70 €/ha	14 ha*1.664,70 €/ha
	0 ha*726 €/ha	3 ha*726 €/ha
Totaal (€)	€ 44.027,55	€ 43.452,60

Situatie bezet

In bijlage 4 is er een schema met de bezetting van het areaal te vinden voor 21 jaar. We kunnen het totale arbeidsinkomen tijdens de sanering berekenen aan de hand van de volgende formule:

$$R = GL * r_{GL} + EM * r_{EM} + BEM * r_{BEM} \quad \text{(eq 11)}$$

$$R = 13 * 1.123,05 + 17 * 1.664,70 + 3 * 726$$

$$R = 45.077,55$$

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen tijdens de sanering in situatie 1 is 45.077,55 euro. Het nieuwe arbeidsinkomen ligt meer dan 10.000 euro hoger dan het arbeidsinkomen voor de sanering. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen is 606.843,46 euro. Dit is een stijging van meer dan 29% ten opzichte van het arbeidsinkomen voor sanering.

Situatie braak

In bijlage 5 is er een schema te vinden met de bezetting van het areaal.

$$R = GL * r_{GL} + EM * r_{EM} + B * r_B \quad \text{(eq 12)}$$

$$R = 13 \text{ ha} * 1.123,05 + 17 \text{ ha} * 1.664,70 + 3 \text{ ha} * 376$$

$$R = 44.027,55$$

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen tijdens de sanering in situatie 2 is 44.027,55 euro. Dit is een stijging van 9.208,05 euro ten opzichte van de situatie voor sanering. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen is 592.708,14 euro. Het arbeidsinkomen is meer dan 26% hoger dan vroeger.

Situatie voeder

In bijlage 6 is er een schema te vinden met de bezetting van het areaal.

$$R = GL * r_{GL} + VM * r_{VM} + EM * r_{EM} + BEM * r_{BEM} \quad \text{(eq 13)}$$

$$R = 13 \text{ ha} * 1.123,05 + 3 \text{ ha} * 1.123,05 + 14 \text{ ha} * 1.664,70 + 3 \text{ ha} * 726$$

$$R = 43.452,60$$

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen tijdens de sanering in situatie 3 is 43.452,60 euro. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen is 584.968 euro. Dit is een stijging van meer dan 24%.

Uit tabel 4.42 blijkt dat het arbeidsinkomen bij de teelt van energimaïs aanzienlijk hoger ligt dan bij de teelt van voedermaïs. Een overschakeling naar de teelt van energimaïs heeft dus een positief effect op het inkomen van de melkveehouder. Situatie bezet blijkt voordeliger te zijn dan situatie braak. Men kan dus als landbouwer best zijn braakareaal mee bezetten omdat het inkomen op braak wordt verhoogd door de teelt van energimaïs. Het inkomen dat verdiend wordt op het braakareaal als men er energimaïs op teelt is 350 €/ha hoger dan het areaal braak te laten liggen. Indien men echter moet kiezen tussen het bezetten van gewoon areaal of braakareaal met energimaïs kiest men best voor energimaïs op gewoon areaal (situatie bezet versus situatie voeder).

De bevindingen zijn echter enorm afhankelijk van de prijs van voeder- en energimaïs. Indien de prijs van voedermaïs stijgt, zal het misschien voordeliger zijn om het zelf te telen en zal teelt van energimaïs op braak de voorkeur krijgen. Bovendien zijn we er tot nu vanuit gegaan dat men een normale prijs krijgt voor energimaïs, wat misschien niet mogelijk is. Beide factoren zullen later in een sensitiviteitsanalyse worden uitgediept.

Tabel 4.42: Samenvattende tabel voor alle situaties bij verkoop energimaïs (aan marktprijs)

	Totaal arbeidsinkomen	Netto contante waarde
Situatie voor sanering	€ 34.819,5	€ 468.747,43
Situatie bezet (g 17ha, br 3ha)	€ 45.557,55	€ 606.843,46
Situatie braak (g 17ha, br 0ha)	€ 44.027,55	€ 592.708,14
Situatie voeder (g 14ha, br 3ha)	€ 43.452,60	€ 584.968,04

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er minstens een stijging van 25% van het inkomen over 21 jaar is vast te stellen door de omschakeling van voeder- naar energimaïs. Zoals reeds aangeduid is dit te wijten aan de (te?) hoge prijs voor energimaïs. Deze prijs zou te verantwoorden kunnen zijn omdat maïs zeer weinig metalen opneemt en dus weinig vervuild is. Indien de metalen bovendien geen invloed hebben op de verdere verwerking van de maïs zou de vervuiling eigenlijk geen invloed mogen hebben op de prijs van energimaïs.

4.5.2. Geval 2: energiemais: korrels als voeder voor runderen, verkoop groene delen

In het tweede geval veronderstellen we dat de melkveehouder zijn voedermais vervangt door energiemais en deze voedert aan zijn runderen. De reden voor de omschakeling is dan te vinden in het feit dat de verse stof productie van energiemais hoger is. Er zijn dus meer korrels die geteeld kunnen worden en dienen als veevoeder aan eenzelfde kost. Uit punt 3.5.1.3. blijkt dat in de korrel slechts lage concentraties van zware metalen aanwezig zijn. In de groene delen van de plant zitten de grootste concentraties zware metalen.⁵²

Het is mogelijk om de korrel te scheiden van de rest van de oogst. De korrel kan dan gebruikt worden in de voederindustrie indien er voldoende controle is. De rest van de plant kan in de non-foodindustrie verwerkt worden omdat de concentraties van zware metalen hier hoger zijn. De verkoopwaarde van de groene delen kennen we niet⁵². We nemen in dit geval aan dat de waarde hiervan 0 is. In een latere sensitiviteitsanalyse zullen we nagaan wat de waarde van de groene delen moet zijn om een voldoende inkomen voor de melkveehouder te garanderen.

4.5.2.1. Bijkomende kosten

De bijkomende kosten zijn de teeltkosten van energiemais en de aankoop van voedermais. De aankoop van de juiste hoeveelheid voedermais wordt hieronder uitgelegd.

4.5.2.1.1. Aankoop voedermais

De verse stof productie van energiemais ligt tussen de 60 à 67 ton per ha. Als meest waarschijnlijke waarde hebben we gekozen voor 67 ton per ha verse stof. 70% hiervan zijn de groene delen van de plant. De resterende 30% is kolf. De kolf is de centrale spil met korrels rond³³. In deze masterproef nemen we aan dat de korrels 30% van de totale verse stof productie zijn. We houden geen rekening met de centrale spil. Per hectare wordt er dus 20,1 ton verse stof korrels geteeld om te voederen aan de runderen.

De verse stof productie van voedermais ligt tussen 38 en 55 ton per ha. Als meest waarschijnlijke waarde hebben we 50 ton per ha genomen. We hebben steeds verondersteld dat de volledige 50 ton werd gebruikt als veevoeder. Voor sanering kwam de landbouwer dus toe met 850 (50 ton/ha*17 ha) ton voedermais. In de nieuwe situatie moet er dus voedermais per ha (de hectares waarop men energiemais zet) aangekocht worden om de runderen van voldoende voeder te voorzien, in de mate dat dit nog niet voorzien is door de productie van de energiemaiskorrels en

⁵² Persoonlijke communicatie, Van Slycken, 23 april 2008

door resterend voedermaïs areaal (situatie voeder). De prijs van voedermaïs is 30 €/ton.⁵³ In tabel 4.43 staan de aankoopkosten van voedermaïs voor elke situatie.

Tabel 4.43: Totale kostprijs voor de aankoop van voedermaïs voor de verschillende situaties

Variabele	Situatie bezet g 17ha, br 3ha	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
Benodigde voeder (ton)	850 (17*50)	850 (17*50)	850 (17*50)
Productie korrel + voeder (ton)	402 (20*20,1)	341,7 (17*20,1)	341,7 + 150 (3*50) ⁵⁴
Aankoop voeder (ton)	448 (850-402)	508,3 (850-341,7)	358,3 (850-491,7)
Aankoop voeder (ton/ha energiemais)	22,4	29,9	21,08
prijs (€/ton verse stof)	30	30	30
Totale kostprijs aankoop voedermaïs (€/ha energiemais)	672	897	632,4

4.5.2.2. Bijkomende opbrengsten, weggevallen kosten en weggevallen opbrengsten

Er zijn enkel bijkomende opbrengsten bij gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd. Hierop kan de melkveehouder een energiepremie krijgen. De melkveehouder heeft geen bijkomende opbrengsten meer omdat de geteelde energiemais gebruikt wordt als veevoeder. De groene delen worden verkocht aan een prijs van 0 €/ton. Er zijn geen weggevallen opbrengsten. De weggevallen kosten zijn de teeltkosten van voedermaïs. Deze weggevallen kosten heffen de bijkomende teeltkosten van energiemais op.

4.5.2.3. Berekening nieuwe inkomen

De berekening van het nieuwe arbeidsinkomen voor de situatie bezet staat in tabel 4.44. In deze situatie is het arbeidsinkomen op het gewone areaal slechts 482,7 €/ha. Op het braakareaal is het arbeidsinkomen zelf negatief (-1.956 €/ha).

⁵³ Persoonlijke communicatie, Vaes, 3 maart 2008

⁵⁴ De voedermaïs is licht vervuild, maar de derde situatie is nodig om vergelijking tussen braak en gewoon areaal mogelijk te maken.

Tabel 4.44: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij gebruik korrel voor runderen (situatie bezet)

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
Basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
Bijkomende opbrengsten		31,65		0
<i>energiepremie</i>	31,65			
Verkoop groene delen	0		0	
Bijkomende kosten		2.332		2.332
<i>teeltkosten energiemais (vast deel)</i>	410		410	
<i>teeltkosten energiemais (variabel deel)</i>	1.250		1.250	
<i>aankoop voedermais</i>	672		672	
Weggevallen opbrengsten				
Weggevallen kosten		1.660		
<i>teeltkosten voedermais (vast deel)</i>	410			
<i>teeltkosten voedermais (variabel deel)</i>	1.250			
Nieuw inkomen melkveehouderij		482,70		-1.956
wijziging van het inkomen ten opzichte van situatie voor sanering		-640,35		-2.332

Merk op dat in deze tabel de bijkomende aankoopkosten van voedermais worden opgenomen in het braakareaal (voor situatie bezet). Dit is te wijten aan het feit dat de teelt op het braakareaal nu wél een invloed heeft op voedermais. Op het eerste zicht lijkt de teelt van energiemais op braak enkel nadelig te zijn, maar indien er mais geteeld wordt op braak zal er minder voedermais moeten aangekocht worden (vergelijk situatie bezet met braak) en kan bovendien het gewone areaal gebruikt worden om voedermais te telen aan een hoger inkomen per ha (vergelijk situatie braak en voeder). Of onze twee stellingen kloppen zullen we nu nagaan.

Situatie bezet

In de eerste situatie bezetten we het areaal voedermais en het braakareaal uit de oude situatie voor sanering met energiemais. Er zijn dus 20 ha energiemais en 13 ha grasland. Om voldoende voeder te hebben dient voor de 20 ha waarop energiemais wordt geteeld een deel voedermais te worden aangekocht. Dit is voor de situatie bezet 672 €/ha energiemais (de berekening hiervan kan men terugvinden in tabel 4.43)

We kunnen het inkomen tijdens de sanering berekenen aan de hand van de volgende formule:

$$R = GL \cdot r_{GL} + EM \cdot r_{EM} + BEM \cdot r_{BEM} \quad \text{(eq 14)}$$

$$R = 13 \cdot 1.123,05 + 17 \cdot 482,70 + 3 \cdot (-1.956)$$

$$R = 16.937,55$$

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen tijdens de sanering in situatie 1 is 16.937,55 euro. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen is 228.016,86 euro. Dit is een daling van meer dan 50% ten opzichte van het inkomen voor sanering.

Situatie braak

In de tweede situatie zijn er 3 ha braak, 13 ha grasland en 17 ha energiemais. Om het juiste inkomen te kunnen berekenen dienen we de aankoopkost van voedermais aan te passen, deze zal hoger liggen vermits er minder energiemais wordt geproduceerd en er evenmin plaats is voor voedermais. Er dient voor 897 €/ha energiemais voeder te worden aangekocht (tabel 4.43).

$$R = GL \cdot r_{GL} + EM \cdot r_{EM} + B \cdot r_B \quad \text{(eq 15)}$$

$$R = 13 \text{ ha} \cdot 1.123,05 + 17 \text{ ha} \cdot 257,70 + 3 \text{ ha} \cdot 376$$

$$R = 20.108,55$$

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen tijdens de sanering in de tweede situatie is 20.108,55 euro. Ten opzichte van de situatie voor sanering is dit een daling met 14.710,95. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen is 270.705,53 euro, een daling van meer dan 42%. Onze eerste stelling, nl dat de bijkomende teelt van energiemais op braak voordelig is omdat er dan minder voedermais moet worden aangekocht (vergelijk situatie bezet en braak) blijkt dus niet te kloppen. Indien men sowieso 17 ha gewoon areaal met energiemais bezet, kan men braak best braak laten. De stijging in de aankoopkost van voedermais kan de bijkomende kost van teelt op braakareaal niet compenseren. Dit is te wijten aan het feit dat uitgespaarde aankoopkost de enige opbrengst van de teelt van energiemais is. Indien men een prijs zou krijgen voor de groene delen, zou dit kunnen wijzigen. In een latere sensitiviteitsanalyse onderzoeken we de invloed van de prijs van de groene delen op de netto contante waarde.

Situatie voeder

In de derde situatie zijn er 3 ha voedermais, 13 ha grasland en 17 ha energiemais (14 ha op gewoon areaal, 3 ha op braak). Om het juiste inkomen te kunnen berekenen dienen we de aankoopkost van voedermais opnieuw aan te passen, deze zal lager liggen vermits er nog 3 ha voedermais zijn. Er dient voor 632,4 €/ha energiemais voeder te worden aangekocht (tabel 4.43).

$$R = GL \cdot r_{GL} + VM \cdot r_{VM} + EM \cdot r_{EM} + B \cdot r_B \quad (\text{eq 16})$$
$$R = 13 \text{ ha} \cdot 1.123,05 + 3 \text{ ha} \cdot 1.123,05 + 14 \text{ ha} \cdot 522,30 + 3 \text{ ha} \cdot (-1.916)$$
$$R = 19.531,80$$

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen tijdens de sanering in de derde situatie is 19.531,80 euro. De netto contante waarde over 21 jaar van het nieuwe arbeidsinkomen is 262.941,20 euro, een daling van 43%. Onze tweede stelling, nl. dat men beter braak dan gewoon areaal bezet met energimaïs, blijkt te kloppen. Dit is, zoals eerder aangehaald te verklaren door het feit dat er nog gewoon areaal overblijft waar men een hoger inkomen op verdient (nl. dat van vóór sanering). Net als bij de vorige stelling dient er wel op gewezen te worden dat dit sterk afhankelijk is van bepaalde parameters. In dit geval is dit naast de prijs die men krijgt voor groene delen, eveneens het inkomen op een areaal voedermaïs. Indien dit sterk zou dalen, zou de conclusie kunnen wijzigen.

Uit tabel 4.45 kunnen we opmaken dat voor de drie situaties het arbeidsinkomen aanzienlijk lager ligt dan de situatie voor sanering. De tweede situatie is voordeliger dan de eerste situatie omdat het inkomen op het braakareaal lager is als men er energimaïs op teelt.

Tabel 4.45: Samenvattende tabel voor alle situaties bij gebruik voor runderen

	Totaal arbeidsinkomen	Netto contante waarde
Situatie voor sanering	€ 34.819,5	€ 468.747,43
Situatie bezet (g 17ha, br 3ha)	€ 16.937,55	€ 228.016,86
Situatie braak (g 17ha, br 0ha)	€ 20.108,55	€ 270.705,53
Situatie voeder (g 14ha, br 3ha)	€ 19.531,80	€ 262.941,20

4.5.3. Samenvattende tabel

Uit tabel 4.46 blijkt dat het eerste geval het meest voordelig is. De vraag is of dit geval (vervuilde maïs verkopen aan marktprijs) in werkelijkheid ook echt haalbaar is omdat de geteelde energimaïs vervuild is met zware metalen. Het tweede geval is in vergelijking met de oude situatie veel slechter. Het voordeel van dit geval is dat de verspreiding van zware metalen in de voedselketen wordt tegengehouden en dat de teelt van de melkveehouder niet verandert. In een latere fase zullen we nagaan wat het effect is van een wijziging in de verkoopprijs van energimaïs en de prijs van de groene delen op de conclusies uit deze tabel.

Tabel 4.46: Samenvattende tabel voor alle gevallen en situaties van energiemais

Geval	Situatie	Netto contante waarde	% wijziging tov vóór sanering
	Situatie voor sanering	€ 468.747,43	0%
Geval 1: marktprijs voor energiemais	Situatie bezet (g 17ha, br 3ha)	€ 606.843,46	29,46%
	Situatie braak (g 17ha, br 0ha)	€ 592.708,14	26,45%
	Situatie voeder (g 14ha, br 3ha)	€ 584.968,04	24,79%
Geval 2: energiemais als voedsel voor runderen	Situatie bezet (g 17ha, br 3ha)	€ 228.016,86	-51,36%
	Situatie braak (g 17ha, br 0ha)	€ 270.705,53	-42,25%
	Situatie voeder (g 14ha, br 3ha)	€ 262.941,20	-43,91%

4.6. Wilg

De derde teelt die we bespreken is wilg. We vervangen het huidige areaal voedermaïs door de teelt van wilg. We bespreken dit geval analoog aan koolzaad en energiemaïs. Voor wilg hebben we slechts 1 geval dat we bespreken. We bespreken achtereenvolgens de bijkomende opbrengsten, bijkomende kosten, weggevallen opbrengsten en weggevallen kosten.

4.6.1. Bijkomende opbrengsten

De bijkomende opbrengsten door de overschakeling naar de teelt van wilg zijn de energiepremie bij gewone toeslagrechten en de verkoopopbrengsten van wilg.

4.6.1.1. Verkoopopbrengsten van wilg

De droge stof productie van hout werd al eerder besproken in 3.5.3.2. De droge stof productie van wilg ligt volgens onze bronnen tussen 8 à 14 ton droge stof per ha per jaar. De prijs van hout is afhankelijk van verschillende factoren: de vervuilingsgraad, de stukgrootte en de beschikbaarheid ter plaatse. De vervuilingsgraad van het hout brengt een kost met zich mee. Bij ernstige vervuiling is het zelfs mogelijk dat betaald moet worden om een afnemer te vinden. De prijs van hout is 45 euro per ton droge stof (Devriendt & Vanderstraeten, 2003). Volgens Meiresonne (2006) ligt de prijs van 1 ton korte-omloophout ongeveer rond 50 euro per ton droge stof. In tabel 4.47 staat er een opsomming van de gegevens die we gevonden hebben voor de droge stof productie en de prijs van wilg.

Tabel 4.47: Droge stof productie en prijzen van wilg

	droge stof per ha (ton/ha)	prijs (€/ton)
Devriendt & Vanderstraeten (2003)		45
Meiresonne (2006)		50
Persoonlijke communicatie, Ruttens, 17 december 2007	8	
Pulford & Watson (2003)	12,5	
Cidad, Mathijs, Nevens & Reheul (2003)	10,8	
Klang-Westin & Eriksson (2002)	14	

4.6.2. Bijkomende kosten

De bijkomende kosten door de teelt van wilg zijn de teeltkosten van wilg en de aankoop van voedermaïs.

4.6.2.1. Teeltkosten van wilg

We baseren de vaste teeltkosten van wilg op de vaste teeltkosten van maïs en koolzaad. De vaste teeltkosten van koolzaad bedragen 400 €/ha (Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, 2005). Bij maïs liggen de vaste teeltkosten tussen 400 en 420 €/ha.⁵⁵ We nemen aan dat de vaste teeltkosten van wilg tussen 400 en 420 €/ha liggen, nl. 410 €/ha.

We hebben enkel variabele teeltkosten van populier gevonden. Zowel populier als wilg zijn korteromloophout. We veronderstellen dat de variabele teeltkosten ongeveer gelijk zijn. Een eerste deel van de variabele kosten zijn éénmalig. Dit zijn de kosten om het areaal wilg aan te leggen. Deze kosten zijn sproeien tegen onkruid, ploegen, eggen, aankoop van het plantgoed en planting. In totaal zijn er 1.892 euro kosten per ha bij de aanleg van het areaal (Meiresonne, 2006). Ook op het einde van de teelt zijn er éénmalige kosten. Het ontstronken moet maar éénmaal, op het einde van de teelt (tenminste als men een nieuwe aanplanting of gewas wil) gebeuren. Dat zal zijn na ongeveer 7 maal oogsten, dus na 21 jaar.⁵⁶ Er doen zich ook om de 3 jaar oogst – en onderhoudskosten voor.³⁶ Deze kosten bestaan uit afzetten en chippen, sproeien tegen onkruid en transport. Elke 3 jaar zijn er dus 1.150 euro kosten per hectare (Meiresonne, 2006). Sproeien valt weg als kost bij het einde van de teelt. De totale oogstkosten en kosten om te ontstronken op het einde van de teelt zijn 2.950 €/ha. In tabel 4.48 staat een overzicht van de variabele teeltkosten.

Tabel 4.48: Variabele teeltkosten populier/wilg

	Variabele teeltkosten	Waarde
Enmalige kosten bij aanleg	Sproeien (2x)	100
	Ploegen	67
	Eggen	75
	Plantgoed (15.000*0,08 €/stek)	1.200
	Planting	450
	Totaal	1.892
Driejaarlijkse kosten	Afzetten en chippen	850
	Sproeien	50
	Transport	250
	Totaal	1.150
Kosten bij einde teelt	Afzetten en chippen	850
	Transport	250

⁵⁵ Persoonlijke communicatie, Vaes, 13 maart 2008

⁵⁶ Persoonlijke communicatie, Meiresonne, 8 april 2008

	Ontstronken	1.850
	Totaal	2.950

4.6.3. Weggevalle kosten en opbrengsten

De weggevalle kosten zijn de teeltkosten van voedermaïs. Bij de teelt van wilg zijn er wel weggevalle opbrengsten. De melkveehouder kan geen gewone toeslagrechten activeren met de teelt van wilg.⁵⁷ Dit betekent dat het arbeidsinkomen bij wilg 507 €/ha lager ligt. Dit is de waarde van een gewoon toeslagrecht. De teelt van wilg en braakleggingstoelagrechten zijn daarentegen niet conflicterend.

4.6.4. Berekening van de netto contante waarde

Omdat de teeltkosten en verkoopopbrengsten van wilg jaarlijks verschillend zijn, berekenen we het arbeidsinkomen 4 keer. Het eerste arbeidsinkomen wordt berekend voor jaar 1. In dit jaar zijn er kosten om de plantage aan te leggen. Het tweede arbeidsinkomen dat we berekenen is voor de jaren waarin er geen oogst is. Het derde arbeidsinkomen is berekend voor de jaren waarin er zowel een oogst als oogst –en teeltkosten zijn. Het laatste arbeidsinkomen is berekend voor het 21^{ste} jaar. In dit jaar zijn er oogst –en ontstronkingskosten. Deze verschillende arbeidsinkomens kunnen we niet vergelijken met de berekende arbeidsinkomens voor koolzaad en energiemaïs. Daarom berekenen we de netto contante waarde bij elk geval over 21 jaar. Deze netto contante waardes kunnen we vervolgens vergelijken voor alle gevallen in deze masterproef.

Voor ons basisscenario hebben we 50 €/ton droge stof gekozen als prijs en een drogestof productie van 8 ton droge stof per ha per jaar. Deze prijs is de meest recente prijs die we gevonden hebben en de drogestof productie werd vastgesteld bij wilgen aangeplant op een proefveld in de Kempen. Aangezien er pas na drie jaar geoogst wordt, is er bij elke oogst een drogestof productie van 24 ton per ha.

4.6.4.1. Arbeidsinkomen bij aanleg

In tabel 4.49 staat de berekening van het arbeidsinkomen in het jaar van aanleg. In het eerste jaar zijn er kosten om het areaal met wilg aan te leggen. Er zijn geen opbrengsten uit wilg omdat de oogst slechts om de 3 jaar gebeurt. Het nieuwe arbeidsinkomen in het eerste jaar is -1.494,30 €/ha op gronden waar bij andere teelten gewone toeslagrechten op worden geactiveerd. Op gronden waarop braakleggingstoelagrechten worden geactiveerd, daalt het arbeidsinkomen met 2.302 €/ha tot -1.926 €/ha.

⁵⁷ Persoonlijke communicatie, Holmstock, 22 april 2008

Tabel 4.49: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen bij aanleg

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
Basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
Bijkomende opbrengsten		31,65		0
<i>energiepremie</i>	<i>31,65</i>			
Bijkomende kosten		3.802		2.302
<i>teeltkosten wilg (deel vast)</i>	<i>410</i>		<i>410</i>	
<i>teeltkosten wilg (deel variabel)</i>				
<i>kosten aanleg</i>	<i>1.892</i>		<i>1.892</i>	
<i>aankoop voedermaïs</i>	<i>1.500</i>			
Weggefallen opbrengsten		507		0
<i>gewone toeslag</i>	<i>507</i>			
Weggefallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	<i>410</i>			
<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	<i>1.250</i>			
Nieuw inkomen melkveehouderij		-1.494,30		-1.926
wijziging van het inkomen ten opzichte van situatie voor sanering		-2.617,35		-2.302

Ook voor wilg zullen we drie situaties onderscheiden. Voor sanering hadden we 33 ha cultuurgrond. Deze 33 ha werden bezet met 17 ha voedermaïs, 13 ha grasland en 3 ha braak. In de situatie tijdens sanering gaan we de totale 17 ha ingenomen door voedermaïs vervangen door de teelt van wilg. Voor de bezetting van het braakareaal maken we een onderscheid tussen 3 situaties. In de eerste situatie bezetten we het braakareaal met wilg en hebben we in totaal 20 ha wilg. Dit is de *situatie bezet*. In de tweede situatie laten we de 3 ha gewoon braak liggen. Daarom noemen we dit de *situatie braak*. In de derde situatie bezetten we 14 ha gewoon areaal met wilg en 3 ha braak met wilg. In totaal zijn er dus 17 ha bezet met wilg. Dit is de *situatie voeder*.

In bijlage 7 is een schema met de bezetting van het areaal te vinden voor 21 jaar voor de situatie bezet. Het schema van de areaalbezetting van de situatie braak is te vinden in bijlage 8. Bijlage 9

bevat het schema van de situatie voeder. In tabel 4.50 staat de gewasverdeling van de situatie voor sanering en van de verschillende situaties tijdens sanering.

Tabel 4.50: Gewas- en inkomensverdeling voor de drie situaties bij aanleg

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie bezet g 17ha, br 3ha	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
Gras	13 ha	13 ha	13 ha	13 ha
Voedermaïs	17 ha	0 ha (17-17 ha)	0 ha (17-17 ha)	3 ha (17-14 ha)
Braak	3 ha	0 ha (3-3 ha)	3 ha (3-0 ha)	0 ha (3-3 ha)
Wilg		20 ha (17+3 ha)	17 ha (17+0 ha)	17 ha (14+3 ha)
Totaal (ha)	33 ha	33 ha	33 ha	33 ha
R	34.819,5	-16.581,45	-9.675,45	-7.434,3

Het nieuwe jaarlijkse arbeidsinkomen is in het eerste jaar negatief vermits er in dit jaar nog geen opbrengsten van de teelt zijn. We kunnen wel vaststellen dat men door het areaal te beperken tot 17 ha en bovendien 3 ha voedermaïs zelf te telen (situatie voeder), de landbouwer de schade in het eerste jaar kan beperken.

4.6.4.2. Arbeidsinkomen groei-jaren

In dit onderdeel berekenen we het arbeidsinkomen in de jaren waarin er geen oogst is. Er zijn geen onderhoud –en oogstkosten of verkoopopbrengsten van wilg. Dit arbeidsinkomen wordt verdiend in de jaren 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19 en 20.

Tabel 4.51: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen in groei-jaren

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
Basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
Bijkomende opbrengsten		31,65		0
<i>energiepremie</i>	<i>31,65</i>			
Bijkomende kosten		1.910		410
<i>teeltkosten wilg (deel vast)</i>	<i>410</i>		<i>410</i>	
<i>aankoop voedermaïs</i>	<i>1.500</i>			
Weggefallen opbrengsten		507		0
<i>gewone toeslag</i>	<i>507</i>			

Weggevallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	410			
<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	1.250			
Nieuw inkomen melkveehouderij		397,70		-34
wijziging van het inkomen ten opzichte van situatie voor sanering		-725,35		-410

In de volgende tabel worden de inkomens voor de verschillende situaties tijdens de groei-jaren weergegeven. Hieruit blijkt dat het arbeidsinkomen positief is, maar toch meer dan 32% lager ligt dan in de situatie voor sanering.

Tabel 4.52: Inkomensverdeling voor drie situaties tijdens de groei-jaren

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie bezet g 17ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	17 ha*1.123,05 €/ha	0 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Wilg		17 ha*397,7 €/ha
		3 ha*(-34) €/ha
R (€)	€ 34.819,5	€ 21.258,55

Gewas	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	0 ha*1.123,05 €/ha	3 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Wilg	17 ha*397,7 €/ha	14 ha*397,70 €/ha
		3 ha*(-34) €/ha
R (€)	€ 22.488,55	€ 23.434,60

4.6.4.3. Arbeidsinkomen in oogstjaar

We berekenen het arbeidsinkomen in de jaren waarin er een oogst plaatsvindt. In dit jaar vinden er onderhoud -en oogstkosten plaats. De melkveehouder heeft ook inkomsten uit de verkoop van de geogoste wilg. Dit arbeidsinkomen wordt verdiend in de jaren 3, 6, 9, 12, 15 en 18.

Tabel 4.53: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen in oogstjaar

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
Basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
Bijkomende opbrengsten		1.231,65		1.200
<i>energiepremie</i>	<i>31,65</i>			
<i>verkoop wilg</i>	<i>1.200</i>		<i>1.200</i>	
Bijkomende kosten		3.060		1.560
<i>teeltkosten wilg (deel vast)</i>	<i>410</i>		<i>410</i>	
<i>teeltkosten wilg (deel variabel)</i>				
<i>oogst en onderhoud</i>	<i>1.150</i>		<i>1.150</i>	
<i>aankoop voedermaïs</i>	<i>1.500</i>			
Weggefallen opbrengsten		507		0
<i>gewone toeslag</i>	<i>507</i>			
Weggefallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	<i>410</i>			
<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	<i>1.250</i>			
Nieuw inkomen melkveehouderij		447,70		16
wijziging van het inkomen ten opzichte van situatie voor sanering		-675,35		-360

In tabel 4.54 worden den nieuwe arbeidsinkomens berekent voor de oogst-jaren van elke situatie. Tijdens de oogstjaren is het arbeidsinkomen minstens 30% lager dan de situatie voor sanering.

Tabel 4.54: Inkomensverdeling voor drie situaties tijdens de oogst-jaren

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie bezet g 17ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	17 ha*1.123,05 €/ha	0 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Wilg		3 ha*16 €/ha

		17 ha*447,7 €/ha
R (€)	€ 34.819,5	€ 22.258,55

Gewas	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	0 ha*1.123,05 €/ha	3 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Wilg	17 ha*447,7 €/ha	14 ha*447,70 €/ha
		3 ha*16 €/ha
R (€)	€ 23.338,55	€ 24.284,60

4.6.4.4. Arbeidsinkomen in het laatste jaar

In het laatste jaar vindt er een oogst plaats. De melkveehouder heeft dus oogstkosten. Maar in het laatste jaar moet de melkveehouder het terrein eveneens ontstronken zodat er in het volgende jaar een nieuwe teelt gezet kan worden. In beide gevallen is het arbeidsinkomen per ha negatief (tabel 4.55).

Tabel 4.55: Berekening van het nieuwe arbeidsinkomen in het laatste jaar

	GEWOON		BRAAK	
		€/ha		€/ha
Basisinkomen melkveehouderij		1.123,05		376
Bijkomende opbrengsten		1231,65		1200
<i>energiepremie</i>	31,65			
<i>verkoop wilg</i>	1.200		1.200	
Bijkomende kosten		4.910		3.360
<i>teeltkosten wilg (vast deel)</i>	410		410	
<i>teeltkosten wilg (variabel deel)</i>				
oogst	1.100		1.100	
ontstronken	1.850		1.850	
<i>aankoop voedermaïs</i>	1.500			
Weggevallen opbrengsten		507		0
<i>gewone toeslag</i>	507			
Weggevallen kosten		1.660		0
<i>teeltkosten voedermaïs (vast deel)</i>	410			

<i>teeltkosten voedermaïs (variabel deel)</i>	1.250			
Nieuw inkomen melkveehouderij		-1.352,30		-1.784
wijziging van het inkomen		-2.475,35		-2.160

Uit de inkomens verdeling in tabel 4.56 blijkt dat het laatste jaar van de teelt zorgt voor een negatief inkomen voor elke situatie. Bij situatie 3 wordt het verlies nog enigszins beperkt omdat hier het areaal wilg kleiner is en op gewone gronden geteeld wordt.

Tabel 4.56: Inkomensverdeling voor drie situaties tijdens het laatste jaar

Gewas	Situatie voor sanering	Situatie bezet g 17ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	17 ha*1.123,05 €/ha	0 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Wilg		3 ha*(-1.784) €/ha
		17 ha*(-1.352,3) €/ha
Totaal (€)	€ 34.819,5	€ -13.741,45

Gewas	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
Gras	13 ha*1.123,05 €/ha	13 ha*1.123,05 €/ha
Voedermaïs	0 ha*1.123,05 €/ha	3 ha*1.123,05 €/ha
Braak	3 ha*376 €/ha	0 ha*376 €/ha
Wilg	17 ha*(-1.352,3) €/ha	14 ha*(-1.352,3) €/ha
		3 ha*(-1.784) €/ha
Totaal (€)	€ -7.261,45	€ -6.315,40

Tot slot worden de verschillende inkomens samengevoegd in tabel 4.57 zodat de verschillende situaties kunnen vergeleken worden.

Tabel 4.57: Arbeidsinkomen gedurende 21 jaar voor wilg

Jaar	Verdisconteerd arbeidsinkomen		
	Situatie bezet g 17ha, br 3ha	Situatie braak g 17ha, br 0ha	Situatie voeder g 14ha, br 3ha
1	-16.581,45	-9.675,45	-8.729,40
2	20.246,24	21.417,67	22.318,67
3	20.189,16	21.168,75	22.026,85
4	18.363,93	19.426,46	20.243,69
5	17.489,46	18.501,39	19.279,70
6	17.440,16	18.286,36	19.027,62
7	15.863,46	16.781,30	17.487,26
8	15.108,05	15.982,19	16.654,53
9	15.065,46	15.796,45	16.436,77
10	13.703,45	14.496,32	15.106,15
11	13.050,91	13.806,02	14.386,81
12	13.014,11	13.645,57	14.198,70
13	11.837,56	12.522,47	13.049,26
14	11.273,86	11.926,16	12.427,87
15	11.242,08	11.787,55	12.265,37
16	10.225,73	10.817,38	11.272,44
17	9.738,79	10.302,26	10.735,66
18	9.711,33	10.182,53	10.595,29
19	8.833,37	9.344,46	9.737,56
20	8.412,73	8.899,48	9.273,87
21	-5.179,01	-2.736,76	-2.380,21
Som	€ 239.049,38	€ 262.678,55	€ 275.414,48

In tabel 4.57 staat het arbeidsinkomen opgesomd voor de eerste 21 jaar als er overgeschakeld wordt naar de teelt van wilg. De netto contante waarde van situatie bezet (20 ha wilg) is 239.049,38 euro. In situatie braak (17 ha wilg op gewoon areaal, 3 ha braak laten) is de netto contante waarde gelijk aan 262.678,55 euro. In situatie voeder (14 ha wilg op gewoon areaal, 3 ha op braakareaal) bedraagt de netto contante waarde 275.414,48 euro. De netto contante waarde is dus met meer dan 41% gedaald ten opzichte van de situatie voor sanering.

Indien we situatie bezet en braak vergelijken kunnen we besluiten dat men beter 17 ha met wilg bezet in plaats van 20 ha. Dit komt omdat de teelt van wilg een daling van het inkomen met zich meebrengt, men moet het areaal met wilg dus beperken. Deze daling in het inkomen wordt

bepaald door de opbrengst van wilg. Deze wordt op haar beurt bepaald door de droge stof opbrengst per hectare en de prijs van de vervuilde wilg. Indien de vervuiling geen invloed heeft op het verwerkingsproces zou dit geen invloed mogen hebben op de prijs. We zullen dit in een sensitiviteitsanalyse nagaan.

Indien we vervolgens kijken waar we de wilg best zetten, blijkt men deze het best te planten op braak (vergelijk situatie braak en voeder). Dit is te verklaren door de gewone toeslagrechten die niet kunnen geactiveerd worden door de teelt van wilg. Braakrechten blijven gelden. In een sensitiviteitsanalyse zullen we nagaan wat de invloed van de toeslagrechten zou kunnen zijn.

4.7. Sensitiviteitsanalyse

In dit tekstonderdeel zullen we enkele variabelen veranderen en kijken naar het effect hiervan op de netto contante waarde. We hebben ervoor gekozen om 8 sensitiviteiten uit te voeren. We doen dit vooral om te kijken welke invloed enkele onzekere variabelen hebben op de netto contante waarde. We onderzoeken achtereenvolgens de volgende variabelen: de energiepremie, de verkoopopbrengsten van PPO, de prijs van voedermaïs, de prijs van energiemaïs, de prijs van de groene delen en de verkoopopbrengsten van wilg. In de zevende sensitiviteit onderzoeken we hoe de netto contante waarde van wilg verandert indien er wel gewone toeslagrechten op wilg verkregen worden. In de laatste sensitiviteit bepalen we een eventuele subsidie om de netto contante waarde voor sanering te bereiken.

4.7.1. Energiepremie

In een *eerste sensitiviteitsanalyse* veranderen we de waarde van de energiepremie en kijken we naar het effect hiervan op de netto contante waarde van enkele gevallen. De berekening hiervan is te vinden in bijlage 10. Van elk geval onderzoeken we slechts 1 situatie (braak, bezet of voeder). Het arbeidsinkomen is in elke situatie ongeveer gelijk. Het is daarom niet nuttig om de sensitiviteit voor elke situatie te onderzoeken. Het is vooral belangrijk om de algemene tendens van een verandering van de energiepremie na te gaan. We hebben steeds gekozen voor de situatie met het hoogste arbeidsinkomen omdat de melkveehouder deze situatie normaal gezien verkiest.

We hebben de energiepremie met een interval van 10% veranderd. Uit de sensitiviteitsanalyse blijkt dat de energiepremie geen groot effect heeft op de netto contante waarde. Als we bijvoorbeeld kijken naar de verkoop van koolzaad blijkt dat een daling van de energiepremie met 10% tot een niveau van 28,49 €/ha een daling van de netto contante waarde van 0,05% teweeg brengt. Het effect van de energiepremie op de netto contante waarde is dus zeer klein. Een hogere of lagere energiepremie zal een landbouwer dus niet meer of minder aanzetten om over te schakelen naar een energieteelt. De premie lijkt met andere woorden haar doel (nl. de energieteelten stimuleren) voorbij te streven. Hieruit kunnen we besluiten dat de Europese Unie een goede beslissing heeft genomen om de energiepremie vanaf volgend jaar af te schaffen. De Europese Unie zal dit budget nu besteden aan onderzoek naar biobrandstoffen van de tweede generatie. Biobrandstoffen van de tweede generatie werken met stro of houtafval. Dit betekent dat deze biobrandstoffen geen druk zetten op de voedselproductie in Europa (VILT, 2008a). Dit is een goede stap om de kritiek te stoppen die er de laatste tijd op biobrandstoffen komt. Bepaalde criticasters (waaronder VN-gezant voor de voedselveiligheid, Jean Ziegler) stellen dat biobrandstoffen zorgen voor meer hongersnood in de wereld. Volgens hen zijn er risico's verbonden met het gebruik van voedsel als brandstof (United Nations, 2007). Volgens de wereldbank (2008) is de stijgende vraag naar biobrandstoffen één van de oorzaken van een wereldwijde stijging van

de voedselprijzen. Dit is vooral problematisch voor ontwikkelingslanden (United Nations, 2007). De Europese Unie houdt voorlopig nog steeds vast aan haar doelstelling om tegen 2020 tien procent van het Europese transport op biobrandstoffen te laten rijden. De toenemende kritiek op biobrandstoffen deert de Europese Unie dus niet (De Tijd, 2008). In onze sensitiviteitsanalyse hebben we de invloed van de afschaffing van de premie onderzocht. Een afschaffing van de energiepremie zorgt voor een daling van de netto contante waarde met 0,5% bij verkoop van koolzaad. De afschaffing heeft slechts een beperkte invloed op de netto contante waarde.

Van de gevallen waarvoor we een sensitiviteitsanalyse doen zijn er 4 gevallen waar de netto contante waarde tijdens de sanering kleiner is dan de netto contante waarde voor sanering. In tabel 4.57 staat de waarde die de energiepremie moet hebben zodat de netto contante waarde voor sanering gelijk is aan de netto contante waarde tijdens sanering. Bij de verkoop van koolzaad moet de premie ongeveer gelijk zijn aan de huidige maximale waarde van de energiepremie. De benodigde premie bij energiemais en wilg is niet haalbaar.

Tabel 4.58: Waarde energiepremie om NCW voor sanering te bereiken

Geval	Waarde
Koolzaad: verkoop (BRAAK)	42,88
Koolzaad: PPO handel (BRAAK)	85,93
Energiemaïs: korrel voor voeder (BRAAK)	897
Wilg: verkoop (BRAAK)	1057,45

4.7.2. Verkoopopbrengst PPO

In de *tweede sensitiviteitsanalyse* kijken we enkel naar de teelt van koolzaad voor het geval waar de PPO wordt verkocht (situatie braak). We onderzoeken het effect van veranderingen in de verse stof productie en de prijs van PPO op de netto contante waarde. Beide variabelen variëren telkens met een interval van 20%. In bijlage 10 zijn de netto contante waarden die groter zijn dan de situatie voor sanering aangegeven met een grijze kleur. Als de melkveehouder een prijs ontvangt voor zijn PPO die hoger is dan 0,58 €/l is de nieuwe situatie altijd beter (zolang de verse stof productie niet lager is dan 2.511 kg/ha, wat onwaarschijnlijk is). We kunnen dus concluderen dat het gebruik van PPO voor de eigen brandstofvoorziening in de meeste gevallen voordelig gaat zijn omdat de prijs van brandstof aanzienlijk hoger is.

Uit de sensitiviteitsanalyse blijkt dat de netto contante waarde voor sanering in veel gevallen overschreden wordt. Indien de melkveehouder koolzaad perst tot PPO, maakt hij veel kans om een succesvolle investering te doen door de verandering van teelt. We kunnen nl. aannemen dat de prijs van PPO minimaal 0,4 €/l is en in vele gevallen zelfs overschreden wordt doordat de

melkveehouder particuliere kopers zoekt of een deel van de geproduceerde PPO zelf gebruikt in zijn tractor of personenwagen.

4.7.3. Prijs voedermaïs

In een *derde sensitiviteitsanalyse* kijken we naar de prijs van voedermaïs bij de teelt van energiemaïs (voor alle situaties). In bijlage 10 kan men de analyse van energiemaïs vinden. Uit de berekening van het arbeidsinkomen blijkt dat de aankoop van voedermaïs een belangrijke kost is voor de melkveehouder. De prijs van voedermaïs variëren we telkens met een interval van 10%.

In het eerste geval waar de geteelde energiemaïs in zijn geheel wordt verkocht, zorgt een stijging van de prijs van voedermaïs van 10% voor een daling van de netto contante waarde van 4,83% tot 5,80% ten opzichte van de situatie voor sanering (afhankelijk van de situatie). De daling van de netto contante waarde is het kleinst bij de situatie voeder. In de situatie voeder werden er in totaal 20 ha van het areaal bezet met energiemaïs, waaronder ook het braakareaal. Bovendien werden 3 ha van het areaal bezet met voedermaïs. In de situaties braak en bezet werd het areaal enkel bezet met energiemaïs (respectievelijk 17 ha en 20 ha) en werd er geen voedermaïs geteeld. Als de prijs van voedermaïs stijgt boven 43,92 €/ton zien we dat de situatie voeder vanaf dan de beste netto contante waarde heeft. Dit is omdat men 3 ha voedermaïs niet meer hoeft aan te kopen. Bij een hoge voedermaïsprijs worden deze 3 ha belangrijk genoeg om de situatie voeder te verkiezen.

In het tweede geval, waar de korrel van energiemaïs als voeder wordt gebruikt en de groene delen geen verkoopopbrengst hebben, ligt bij eenzelfde stijging van de voedermaïsprijs de daling van de netto contante waarde tussen 5,5% en 7,94%. Bij de laagste en hoogste prijs waar we rekening mee gehouden hebben is de beste situatie nog steeds de situatie braak. Dus de sterkere daling in de situatie bezet heeft slechts impact op de verkozen situatie bij heel lage of heel hoge prijzen van voedermaïs. Deze prijzen zijn onrealistisch. In het tweede geval heeft de prijs dus geen invloed op de gekozen situatie (bezet, braak of voeder). Er is bovendien geen verschil tussen de situatie braak en voeder. In beide situaties daalt de netto contante waarde met 5,5%.

Algemeen blijkt toch dat de prijs van voedermaïs een belangrijke variabele is omdat het een grote invloed heeft op de netto contante waarde. Aangezien het mogelijk is dat de prijs van voedermaïs verder blijft stijgen is dit een probleem voor de melkveehouder.

4.7.4. Prijs energiemaïs

De *vierde sensitiviteitsanalyse* die we uitvoeren kijkt naar een verandering van de prijs van energiemaïs op de netto contante waarde bij verkoop van de gehele energiemaïs. Uit onze bronnen blijkt dat de prijs van energiemaïs schommelt tussen 24,79 en 38 euro. Omdat we onzeker zijn

over de juiste prijs die de melkveeteler ontvangt voor energiemais en omdat het een belangrijke variabele is hebben we besloten om deze sensitiviteitsanalyse uit te voeren. In bijlage 10 staan de berekeningen voor deze sensitiviteitsanalyse. Uit de analyse blijkt dat de melkveehouder minstens 21,87 €/ton moet ontvangen bij verkoop van de gehele mais om de netto contante waarde van de situatie voor sanering te benaderen. Volgens onze bronnen is deze prijs zeker haalbaar, ook voor vervuilde mais. Hieruit kunnen we dus concluderen dat de melkveehouder bij verkoop van de gehele mais zeker bereid zou zijn om over te schakelen naar de teelt van energiemais. De prijs van energiemais heeft een aanzienlijke invloed op de netto contante waarde. Een stijging van de prijs van energiemais met 10% tot een niveau van 33 €/ton zorgt ervoor dat de netto contante waarde in de 'bezet' situatie stijgt met 8,82%.

4.7.5. Prijs groene delen

In de *vijfde sensitiviteitsanalyse* kijken we naar de prijs van de groene delen in het geval dat de korrel van energiemais wordt gebruikt als voeder. In dit geval stelden we in ons basisscenario dat de prijs van de groene delen 0 was. Dit was vooral omdat we de waarde van de groene delen niet kennen (onder meer omdat de groene delen vervuild zijn met zware metalen). We hebben in de analyse de prijs van de groene delen steeds met een interval van 10% gevarieerd. Uit de sensitiviteitsanalyse blijkt dat de prijs van de groene delen ongeveer 19,09 €/ton groene delen moet zijn om dezelfde netto contante waarde te halen als in de situatie voor sanering. Voor de meest waardevolle delen van de plant (nl. de korrels) spaart de melkveehouder tussen 24,79 en 38 euro/ton korrels uit. 19,09 €/ton voor de groene delen alleen lijkt dus haalbaar omdat de prijs aanzienlijk lager ligt dan de prijs die de melkveehouder ontvangt voor de gehele plant. Indien de melkveehouder de groene delen verkoopt op de markt lijkt de netto contante waarde voor sanering binnen bereik.

4.7.6. Verkoopopbrengst wilg

In de *zesde sensitiviteitsanalyse* kijken we naar de droge stof productie van wilg en de prijs die een melkveehouder ontvangt voor zijn geoogste wilg in de situatie voeder. Dit leek ons nuttig omdat wilg in Vlaanderen nog een onbekende alternatieve teelt is met veel onzekerheden, niet enkel met betrekking tot de prijs, maar ook met betrekking tot de droge stof opbrengst. Beide variabelen variëren met 20% in de analyse. Uit de analyse in bijlage 10 blijkt dat geen enkele combinatie de netto contante waarde van de situatie voor sanering bereikt. Om eenzelfde netto contante waarde te behalen als in de situatie voor sanering moet de landbouwer bij een droge stof productie van 8 ton per ha een prijs van 160,96 euro/ton krijgen voor zijn wilg. Bij een hoge droge stof productie zoals 13,82 ton/ha moet de prijs nog steeds 93,17 €/ton zijn om de netto contante waarde voor sanering te bereiken. Volgens onze bron is deze wilg slechts 50 €/ton waard. Het is onmogelijk dat

deze prijs behaald wordt. Het is hierdoor duidelijk dat de melkveehouder nooit bereid gaat zijn om over te schakelen naar de teelt van wilg tenzij de melkveehouder gesubsidieerd wordt.

4.7.7. Gewone toeslagrechten bij wilg

In de *zevende sensitiviteitsanalyse* kijken we naar de netto contante waarde indien de melkveehouder toch gewone toeslagrechten zou kunnen activeren met wilg. Momenteel is dat niet mogelijk en dit ontmoedigt de melkveehouders om over te schakelen op de teelt van wilg. Zoals we kunnen zien in bijlage 10 stijgt het inkomen van de melkveehouder aanzienlijk als de melkveehouder gewone toeslagrechten kan activeren. De netto contante waarde stijgt 25,76% tot 32,68% afhankelijk van de situatie. In het tweede deel van de sensitiviteitsanalyse passen we de zesde sensitiviteitsanalyse opnieuw toe maar met toepassing van gewone toeslagrechten. Uit deze sensitiviteitsanalyse blijkt dat zelfs indien de melkveehouder gewone toeslagrechten mag activeren op wilg de netto contante waarde voor sanering niet bereikt wordt. Enkel bij de hoogste droge stof productie en de hoogste prijs wordt de oude netto contante waarde verdiend. Dit is onrealistisch en de melkveehouder zal naar onze mening nog steeds niet bereid zijn om wilg te telen.

4.7.8. Bepaling premie/subsidie OVAM

Het is duidelijk dat een melkveehouder niet zomaar overschakelt op een nieuwe teelt. Er zijn vele onzekerheden waardoor men de berekende netto contante waarden niet kan garanderen. De landbouwer zal ook niet zomaar willen overschakelen op een nieuwe teelt waar hij zelf nog niet veel kennis van heeft. Het is dus nodig dat de OVAM melkveetelers aanmoedigt om van teelt te veranderen, bijvoorbeeld door een extra aanmoedigingspremie te verlenen bovenop de subsidies om de netto contante waarde voor sanering te bereiken. We kunnen deze subsidies rechtvaardigen omdat de sanering van de bodems zorgt voor een externe baat. De gezondheidsrisico's voor de mens worden namelijk verminderd indien de zware metalen verwijderd worden. De ziektekosten zullen onder meer dalen.

Er zijn 4 gevallen waarin de netto contante waarde van de nieuwe situatie de netto contante waarde van de situatie voor sanering niet bereikt. Bij koolzaad is dit bij geval 1 en 2, bij energiemais bij geval 2 en tenslotte bij het enige geval van wilg. In een *achtste sensitiviteitsanalyse* veronderstellen we daarom dat de OVAM subsidies verschaft aan landbouwers die hun gronden saneren via fytoremediatie. OVAM kan op deze manier de vervuiling langzaam saneren en de verspreiding van zware metalen naar de voedselketen voorkomen. In de sensitiviteitsanalyse in bijlage 10 kijken we naar de waarde die de subsidies moeten hebben om eenzelfde netto contante waarde als voor sanering te bereiken. We doen dit telkens voor de situatie met de hoogste netto contante waarde. Koolzaad is in de meeste gevallen rendabeler dan de oude situatie. Voor de andere twee gevallen zijn de subsidies die OVAM zou moeten verlenen

niet hoog, respectievelijk 11,23 €/ha bij verkoop koolzaad en 54,28 €/ha bij verkoop PPO aan de handel. Deze subsidies moeten ook maar op 6 ha verleend worden (door de driejaarlijkse teeltrotatie).

Bij energiemaïs is er enkel in het tweede geval nood aan subsidies. Uit de analyse blijkt dat de subsidies een waarde van 865,35 €/ha moeten hebben (bij situatie braak). We moeten dit wel nuanceren. Het is mogelijk dat de melkveehouder extra opbrengsten verwerft door de verkoop van de groene delen van de plant. Het is dus mogelijk dat de subsidies lager liggen. Indien de melkveehouder slechts 5 €/ton groene delen zou krijgen in de situatie braak, zou de subsidie al dalen tot 630,85 €/ton.

Uit de sensitiviteitsanalyse van wilg blijkt dat OVAM ongeveer 1.000 euro subsidies moet verlenen per ha dat men wilg teelt. Hoewel deze subsidies hoger liggen dan bij koolzaad en maïs is dit voor OVAM een teelt die toch te overwegen is. Wilg neemt namelijk veel hogere hoeveelheden zware metalen op. De bodems zijn hierdoor sneller gesaneerd als men wilg teelt en de subsidies moeten dus minder lang verleend worden aan de melkveehouder.

5. Conclusies

In een eerste conclusie kunnen we besluiten dat fytoremediatie een mogelijke oplossing is voor de bodemverontreiniging van de Belgische Kempen. De vervuiling is er verspreid over een groot gebied. Dit maakt andere saneringstechnieken bijzonder kostelijk. Fytoremediatie is een relatief goedkoop alternatief. Als we fytoremediatie combineren met landbouw hoeft de huidige bestemming van de bodems niet te veranderen. Landbouwers kunnen hun activiteiten voortzetten en nog steeds een inkomen verdienen tijdens de sanering. Het tijdsaspect is toch nog steeds een belangrijk nadeel indien de nieuwe teelt een te laag rendement heeft. De teelt van wilg zorgt bijvoorbeeld voor een daling van de netto contante waarde met meer dan 41%. Het saneren duurt meer dan 100 jaar. Dit betekent dat deze teelt meer dan 100 jaar gesubsidieerd moet worden om de landbouwer bereid te vinden om deze teelt te verbouwen.

Als we geen rekening houden met de rentabiliteit van de teelten blijkt dat wilg het snelst de bodems gesaneerd heeft. Onderzoek in de Belgische Kempen heeft uitgewezen dat het saneren met wilg 117 jaar duurt. Om diezelfde bodems te saneren met maïs is dit zelfs 188 jaar. Koolzaad zou er 234 jaar over doen, maar aangezien deze teelt slechts driejaarlijks geteeld wordt komt dit neer op meer dan 700 jaar (Ruttens, 2007). Indien men voor koolzaad kiest is het dus in ieder geval nodig dat men deze teelt afwisselt met andere metaalaccumulerende teelten. Als we een keuze maken op basis van metaalaccumulatie kiezen we voor wilg. Hierbij moeten we opmerken dat deze teelt niet aanvaard wordt door de landbouwers in de Belgische Kempen. Landbouwers staan weigerachtig tegenover het overschakelen op een nieuwe en onbekende landbouwteelt. Om landbouwers te overtuigen zal men waarschijnlijk aanmoedigingspremies moeten toekennen. Deze aanmoedigingspremie komt bovenop een subsidie om het verlies te dekken van de omschakeling van teelt.

De eerste teelt die we onderzocht hebben is koolzaad. Koolzaad wordt momenteel bijna niet geteeld in de Belgische Kempen, maar de teelttechniek is wel voldoende gekend. Van de drie teelten is koolzaad de teelt die het langste nodig heeft om de bodems in de Belgische Kempen te saneren.

In het eerste geval verkopen we koolzaad onverwerkt op de markt. Dit leidt tot een beperkte daling van de netto contante waarde. Het is voor de melkveehouder dus niet erg nadelig om van teelt te veranderen. De melkveehouder kan er voor kiezen om de geteelde koolzaad te persen tot PPO. In het tweede geval veronderstelden we dat deze PPO verkocht wordt aan de handel. Hierbij lijdt hij dan een miniem verlies ten opzichte van de situatie voor sanering. In het derde geval verkoopt de melkveehouder de PPO aan particuliere kopers. Particuliere kopers zijn bereid om een hogere prijs te betalen voor PPO dan de handel. De netto contante waarde ligt in dit geval hoger dan bij de verkoop aan de handel. De overstap naar de teelt van koolzaad is in dit geval voordelig.

Een andere mogelijkheid is dat de melkveehouder een deel van de geproduceerde PPO zelf gebruikt als brandstof voor zijn tractor of personenwagen. Bij het gebruik van PPO in zijn tractor stijgt de netto contante waarde met 4% ten opzichte van de situatie voor sanering. Indien hij PPO gebruikt voor zijn personenwagen is dit zelfs een stijging van meer dan 5%. Als laatste mogelijkheid onderzochten we of de melkveehouder PPO kan verkopen aan een biodieselproducent. Na onderzoek bleek dit niet mogelijk te zijn. Bij al deze berekeningen gingen we er initieel van uit dat de metaalvervuiling geen invloed heeft gehad op de prijzen van koolzaad, PPO, koolzaadkoek en koolzaadstro.

Als de melkveehouder een zo hoog mogelijk arbeidsinkomen wil verdienen doet hij er goed aan om PPO te persen van zijn geteelde koolzaad. Deze PPO dient hij eerst zelf te gebruiken als brandstof alvorens te verkopen omdat hij dan de prijs van witte/rode diesel uitspaart. Deze prijs ligt hoger dan de prijs die hij ontvangt van de handel of van particulieren. De resterende PPO moet hij dan trachten te verkopen aan particuliere verkopers. Wij verwachten dat het enorm moeilijk is om genoeg particuliere afnemers te vinden. Het gebruik van PPO als brandstof heeft nog geen algemene ingang gevonden in de markt. Daarom lijkt de verkoop aan de handel het meest voor de hand liggend. Doordat we niet weten hoeveel particulieren de melkveehouder kan overtuigen om PPO te kopen, is zijn inkomen zeer onzeker.

Uit ons onderzoek blijkt verder dat koolzaad het hoogste arbeidsinkomen oplevert indien het geteeld wordt op het areaal waar gewone toeslagrechten geactiveerd worden. Hier zijn twee redenen voor. Een eerste reden is de energiepemie. Deze premie wordt enkel verdiend op gronden waarop gewone toeslagrechten worden geactiveerd. Een tweede reden is dat de aankoopkosten van voedermaïs lager zijn dan de teeltkosten van voedermaïs. We moeten de invloed van de situaties enigszins nuanceren. Dit verschil is slechts 7.740,1 € voor alle berekende gevallen voor 21 jaar.

Bij fytoremediatie met koolzaad moeten we echter rekening houden met de opname van zware metalen door de teelt. De verkoopswaarde van koolzaadkoek, koolzaadstro en koolzaad kan en zal dalen door de aanwezigheid van zware metalen. Deze zijn vooral geconcentreerd in de groene delen van de plant. Onderzoek toont verder aan dat bij persing tot PPO de metalen vooral geconcentreerd zijn in de koolzaadkoek en niet in de PPO zelf. We kunnen besluiten dat vooral de koolzaadkoek en het koolzaadstro gecontamineerd zijn. In normale omstandigheden wordt koolzaadkoek gebruikt door de landbouwer als veevoeder en wordt koolzaadstro na de oogst achtergelaten op het veld als meststof. Het lijkt ons echter onverantwoord om koolzaadkoek te gebruiken als veevoeder. Dit zorgt namelijk voor een verdere verspreiding van zware metalen in de voedselketen. Als men fytoremediatie wil toepassen moet men er ook voor zorgen dat er geen verspreiding van de opgenomen metalen gebeurt naar de voedselketen. Indien dit toch gebeurt verdwijnt het nut van fytoremediatie. Men kan het koolzaadstro evenmin achterlaten op het veld.

De opgenomen metalen komen zo opnieuw terecht in de bodem. Daarom wordt bij verdere conclusies enkel rekening gehouden met de netto contante waardes indien koolzaadstro en koolzaadkoek niet gebruikt worden en dus een waarde van 0 hebben. Indien koolzaadkoek en koolzaadstro niet gebruikt worden door de landbouwer, zakt de netto contante waarde van alle gevallen onder de netto contante waarde van de situatie voor sanering. In het beste geval (PPO in personenwagen) is de daling beperkt tot iets meer dan 2% ten opzichte van de situatie voor sanering. We kunnen concluderen dat op vlak van rentabiliteit de teelt van koolzaad steeds zorgt voor een lagere netto contante waarde dan voor de sanering. De daling is nog enigszins beperkt in vergelijking met andere teelten.

De tweede teelt die we onderzocht hebben is energiemais. Hieruit bleek dat het eerste geval een duidelijk positief effect heeft op de netto contante waarde. In het eerste geval verkochten we de geteelde korrels en groene delen op de markt. De marktprijs is voor de groene delen en de korrels samen. Deze marktprijs kan lager liggen door de aanwezigheid van zware metalen. Uit de sensitiviteitsanalyse bleek dat de prijs van energiemais een grote invloed had op de netto contante waarde. De netto contante waarde van dit geval is meer dan 25% hoger dan de netto contante waarde voor sanering. De prijs van energiemais kan dalen tot 21,87 €/ton om het inkomen van voor sanering te behouden. De zware metalen zitten vooral geconcentreerd in de groene delen van de plant. Deze groene delen komen niet in de voedselketen terecht. Hierdoor wordt het doel van fytoremediatie nog steeds bereikt. In dit geval houden we dus geen rekening met een waarde van 0 €/ton voor de groene delen en behouden we de gebruikte marktprijs.

In het tweede geval wordt enkel de korrel gebruikt als veevoeder omdat de concentratie aan zware metalen in de korrel laag is. Op deze manier wordt de verspreiding van zware metalen naar de voedselketen tegengehouden. Omdat er niet voldoende korrels geteeld worden om alle runderen op het melkveebedrijf te voederen, koopt de melkveehouder extra voedermais aan. Economisch gezien haalt dit geval slechte resultaten. De netto contante waarde daalt met meer dan 42% ten opzichte van de situatie voor sanering. De geteelde groene delen proberen we nog te verkopen op de markt. Maar aangezien we de waarde van de groene delen niet kennen hebben we in het tweede geval verondersteld dat deze 0 €/ton is. Als de landbouwer wel nog een afnemer vindt voor deze groene delen kan de netto contante waarde nog stijgen. De prijs van de groene delen moet minstens 19,09 €/ton zijn om de netto contante waarde voor sanering te bereiken. Dit is lager dan de prijs die men in het eerste geval ontvangt voor de gehele plant. Het tweede geval kan dus rendabel zijn afhankelijk van de prijs die men ontvangt voor de groene delen.

Bij verdere conclusies kunnen we wel rekening houden met de netto contante waardes uit het basisscenario omdat de groene delen niet in de voedselketen terechtkomen en dus wel nog een waarde hebben.

In het eerste geval verkiezen we de situatie bezet. De verkoopopbrengst van energiemais is namelijk groter dan de teeltkosten. Het verschil tussen de slechtste en beste situatie is bijna 22.000 euro. Over een periode van 21 jaar is dit verschil niet erg substantieel. In het tweede geval verkozen we de situatie braak (waarbij men 3 ha van het areaal braak legt). Er zijn geen opbrengsten om de kosten op het braakareaal te vergoeden. In deze situatie is het verschil tussen de beste en de slechtste situatie bijna 35.000 euro. Omdat de netto contante waarde in dit geval laag is, is hier het onderscheid tussen de situaties wel belangrijk.

De derde teelt die we onderzocht hebben is wilg. Wilg heeft de slechtste netto contante waarde van de 3 onderzochte teelten. De netto contante waarde daalt met meer dan 41% ten opzichte van de situatie voor sanering. De situatie voeder is het meest voordelig bij de teelt van wilg. De 3 ha voedermais beperken namelijk het geleden verlies. Het verschil tussen de beste en slechtste situatie is nu 36.365,1 euro. Omdat de netto contante waarde laag is, is het verschil nu wel aanzienlijk.

We kunnen tot slot enkele algemene conclusies trekken met betrekking tot de keuze van de teelten.

We kunnen concluderen dat de teelt van wilg momenteel niet mogelijk is in de Belgische Kempen. Wilg heeft een te lage netto contante waarde. Uit onze sensitiviteitsanalyse blijkt dat de netto contante waarde voor sanering zelfs niet behaald wordt indien er een hoge droge stof productie en een hoge prijs ontvangen wordt voor wilg. Ook indien er gewone toeslagrechten ontvangen zouden worden is de netto contante waarde nog steeds laag. Om melkveehouders aan te zetten tot de teelt van wilg is er een subsidie van minstens 1.000 euro nodig per ha. Aangezien dit ongeveer 117 jaar volgehouden moet worden kunnen we hieruit afleiden dat de teelt van wilg momenteel onhaalbaar is. Van de teelten die we onderzochten is wilg degene die het snelste saneert, maar volgens ons weegt de hoge opnamecapaciteit niet op tegen de lage netto contante waarde.

Bij de teelt van koolzaad kunnen we bovendien enkele opmerkingen maken. De saneringsperiode is namelijk het langste, 234 jaar. Omdat de teelt slechts om de 3 jaar geteeld wordt, moet koolzaad in ieder geval afgewisseld worden met een andere metaalaccumulerende teelt. Omdat we van mening zijn dat koolzaadkoek –en stro niet gebruikt mogen worden en bijgevolg geen waarde hebben, zien de netto contante waardes voor deze teelt er redelijk negatief uit. Wij zien bij de huidige prijzen geen toekomst in de onverwerkte verkoop van koolzaad en de verkoop aan de handel. Ook de verkoop aan particulieren lijkt moeilijk haalbaar omdat men voldoende particulieren moet vinden. Wij geloven wel in het gebruik van PPO in de tractor en personenwagen van de landbouwer. Het arbeidsinkomen per hectare ligt bij het gebruik van PPO in een personenwagen aanzienlijk hoger dan in de situatie voor sanering. Bij gebruik van PPO in de tractor is het arbeidsinkomen voorlopig niet hoger dan in de situatie voor sanering, maar door de steeds

stijgende brandstofprijzen zal dit binnenkort niet meer het geval zijn.

Wat wij voorstellen is dat we de landbouwer trachten te overtuigen om elk jaar 1,5 ha koolzaad te telen. Dit levert voldoende PPO op om zijn personenwagen te voorzien van brandstof voor één jaar. Als de landbouwer dan zelf ondervindt dat zijn inkomen is gestegen, kan hij ervoor kiezen om ook de motor van zijn tractor om de bouwen en elk jaar 3,5 ha extra te bezetten met koolzaad. De landbouwer zal dit door de stijgende brandstofprijzen zeker overwegen. Zeker naar de toekomst toe, is de teelt van koolzaad een mogelijk zeer rendabele teelt.

We moeten ook rekening houden met de externe baten. Zoals bij elke teelt is er de externe baat dat de bodems gesaneerd worden en dat de gezondheidsrisico's verminderen. Waar we in dit geval ook rekening mee kunnen houden is dat PPO een CO₂ neutrale brandstof is en nauwelijks zwavel bevat. Dit levert een tweede externe baat op. Hoewel de teelt rendabel is kunnen we toch subsidies rechtvaardigen. Wat wij voorstellen is om de aankoop van een persmachine deels te subsidiëren. Samen met de goede economische resultaten moet dit een landbouwer zeker aanzetten tot de teelt van koolzaad. Een tweede optie is dat men eventueel ook de ombouw van de motor subsidieert. Deze subsidies zijn éénmalig en hangen dus niet af van de saneringsperiode. De saneringsperiode van koolzaad is wel langer dan bij energiemais en wilg. Maar wij menen dat indien de teelt rendabel is en dus niet elk jaar subsidies verlangt de saneringsperiode niet enorm belangrijk is. Bovendien is een verdere verspreiding van metalen naar de voedselketen gestopt.

De teelt van energiemais is aan te raden (bij verkoop van de energiemais in haar geheel). Energiemais komt na oogst niet terecht in de voedselketen en saneert bovendien de bodems. Hierdoor beperkt men de gezondheidseffecten van de vervuiling op de bevolking. Er wordt wel gedurende een lange tijd inspanningen verwacht van de melkveehouder. Deze teelt moet ongeveer 188 jaar verbouwd worden alvorens de bodems gesaneerd zijn. Deze teelt heeft ook geen bijkomende subsidies nodig aangezien de netto contante waarde na sanering aanzienlijk groter is dan de netto contante waarde voor sanering. Hierdoor is de langere saneringsperiode dus niet erg nadelig (want er moeten geen subsidies voor deze gehele periode geleend worden). De melkveehouder moet evenmin van teelttechniek veranderen. Landbouwers staan bovendien over het algemeen weigerachtig tegenover verandering. Doordat men dus niet veel verandert, zullen zij sneller willen overschakelen. Eventueel kan er een kleine aanmoedigingspremie verleend worden. Over het tweede geval, waar we enkel de korrel gebruiken, kunnen we moeilijk uitspraken over doen omdat we de prijs van de groene delen niet kennen.

Uit deze gegevens kunnen we afleiden dat het volgens ons het beste is om 1,5 ha van het totale areaal te bezetten met koolzaad. Hiervan wordt PPO geperste die als brandstof in een personenwagen wordt gebruikt. In enkele jaren tijd hopen we dat de landbouwer nog 3,5 ha extra bezet met koolzaad om ook zijn tractor te voorzien van PPO. De resterende hectare van het areaal worden bezet met energiemais. Het braakareaal wordt ook bezet met energiemais. Momenteel is

de netto contante waarde het hoogst indien we enkel energiemaïs telen. Daarom lijkt dit standpunt misschien controversieel. Maar volgens ons levert dit de beste netto contante waarde naar te toekomst toe indien we de stijgende brandstofprijzen in acht nemen.

Bijkomende opmerkingen en vragen voor verder onderzoek

- (i) We gaan er in de analyse vanuit dat het inkomen voor sanering zeker is. Als vergelijkingsbasis zou dit in de toekomst echter onzeker kunnen worden. Hierdoor is er dan een andere NCW vóór sanering als referentiebasis. Dit zal ook zijn invloed hebben op de NCW's tijdens sanering omdat delen van dit inkomen gebaseerd zijn op voedermaïs areaal. In onze berekeningen vervangt koolzaad bijvoorbeeld maximaal 6 ha voedermaïs, de overige hectares worden bezet met voedermaïs dat gebruikt wordt voor het vee. Verdere analyses zouden het basisinkomen uit melkvee en voedermaïs onzeker kunnen maken of kunnen wijzigen. Dit zal de balans in de richting van omschakeling naar andere teelten (dan koolzaad) doen verschuiven.
- (ii) De vaste kosten hebben we ook opgenomen in het braakareaal. Men kan ervoor pleiten dat het beter was om dit niet te doen. De berekening van de vaste kosten per hectare is namelijk gebaseerd op het aantal hectare gewoon areaal. Door deze kosten per hectare ook aan te rekenen op het braakareaal, zullen de totale vaste kosten stijgen. Het is echter niet omdat je meer hectare bezet met een teelt dat je vaste kosten stijgen.
- (iii) De kosten en opbrengsten in deze thesis ondergaan constant veranderingen. De sensitiviteitsanalyse gaf bijvoorbeeld aan dat een stijging in de prijs van voedermaïs een groot effect heeft op de berekende netto contante waardes. Bij het nemen van beslissingen moet hier steeds rekening mee gehouden worden.
- (iv) De Europese Commissie heeft zopas aangekondigd dat de verplichte braaklegging afgeschaft gaat worden. Voorlopig heeft dit nog geen gevolgen voor het activeren van braakleggingstoelagen. Voorlopig zijn er nog geen gevolgen voor onze berekende netto contante waardes. Hier moeten we wel rekening mee houden in de toekomst.
- (v) We gaan ervan uit dat de landbouwer zijn melkvee behoudt, maar dit hoeft niet het geval te zijn. We zouden kunnen stellen dat de landbouwer een deel van zijn melkvee wegdoet. Een deel van het grasland valt dan weg en kan gebruikt worden voor de teelt van een nieuw gewas. Het basisinkomen (inkomen uit melk) zal bovendien wijzigen. Dit zou ons echter in deze verhandeling te ver leiden.

Lijst van geraadpleegde werken

Boeken, tijdschriftartikels en wetenschappelijke rapporten

Cidad, V.G., Mathijs, E., Nevens, F. & Reheul, D. (2003). *Energiegewassen in de Vlaamse landbouwsector*. Steunpunt Duurzame Landbouw. Publicatie 1, 94p.

Demirbas, A.H. & Demirbas, I. (2007). Importance of rural bioenergy for developing countries. *Energy Conversion and Management*, 48, 2386–2398;

De Vries, W., Römkens, P.F.A.M., Kros, J., Boels, D., Brus, D.J. en Japenga, J. (2001). *Risico's van bodemverontreiniging in het landelijk gebied in relatie tot bodemgebruik en bodembeheer. 'Bodemkwaliteitskaarten, risico's voor de voedselveiligheid, actief bodembeheer en beslissingsondersteunende systemen'*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 244.

D'Mello, J.P.F. (2003). *Food safety: contaminants and toxins*. Edinburgh: CABI publishing.

Grispen, V.M.J., Nelissen, H.J.M. & Verkleij, J.A.C. (2005). Phytoextraction with *Brassica napus* L.: A tool for sustainable management of heavy metal contaminated soils. *Environmental Pollution*, 144, 77-83.

Huygh, A., et al. (1985). *Inventariserend onderzoek inzake de verontreiniging met zware metalen in de Kempen*. Genk: Limburgensia.

Klang-Westin, E. & Eriksson, J. (2002). Potential of *Salix* as phytoextractor for Cd on moderately contaminated soils. *Plant and Soil*, 249, 127-137.

Langen, M. (1994). Zwaar op de maag: lood en cadmium in onze voeding. *Milieurama*, 9, 3-5.

Laveren, E., Engelen, P., Limère, A. & Vandemaele, S. (2004). *Handboek financieel beheer*. Antwerpen: Intersentia.

Lenaers, H. (2004). Roestend goud: natuurlijke bodemverontreiniging met arseen. *Mens en wetenschap*, 1, 24-27.

Maksimovic, I., Kastori, R., Krstic, L. & Lukovic, J. (2007). Steady presence of cadmium and nickel affects root anatomy, accumulation and distribution of essential ions in maize seedlings. *Biologia Plantarum*, 3, 589-592.

Meers, E. (2005). *Phytoextraction of heavy metals from contaminated dredged sediments*. Onuitgegeven doctoraatscriptie, Universiteit Gent, faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Gent.

Meers, E., Ruttens, A., Hopgood, M., Lesage, E. & Tack, F.M.G. (2005). Potential of *Brassic rapa*, *Cannabis sativa*, *Helianthus annuus* and *Zea mays* for phytoextraction of heavy metals from calcareous dredged sediment derived soils. *Chemosphere*, 61, 561-572.

MIRA (2006) Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2006, Verspreiding van zware metalen. Maes J., Bierkens J., Provoost J., Den Hond E., Geuzens P., Van Volsem S., Desmedt M., Roekens E., Theuns I., De Cooman W., Claeys N, Dumoulin, J, Eppinger R., Frohnhoffs A., D'hont D., Goemans G., Belpaire C., Vandecasteele B., De Vos B., Van den Bulck S., Ceenaeme J., Dedecker D., De Naeyer F., Dries V., Gommeren E., Van Dijck W., Van Dyck E., D'Havé H., De Coen W., Peeters B., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be.

Pulford, I.D. & Watson, C. (2003). Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees—a review. *Environment International*, 29, 529–540.

Raskin, I. & Ensley, B.D. (2000). *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*. New York: John Wiley & sons, inc.

Schaff, S.D., Pezeshk, S.R. & Shields, F.D. (2003). Effects of Soil Conditions on Survival and Growth of Black Willow Cuttings. *Environmental management*, 6, 748-763.

Soriano, M.A. & Fereres, E. (2003). Use of crops for in situ phytoremediation of polluted soils following a toxic flood from a mine spill. *Plant and Soil*, 256, 253-264.

Suthersan, S.S. (1999). *Phytoremediation: remediation engineering : design concepts*. Boca Raton: CRC Press LLC.

Staessens, J. (1999). Cadmiumvervuiling: een sluipend gif. *UZ-gezondheidsbrief*, 93, 1-3.

Van Gool, S. (1994). Zware metalen nemen sluiproute: verspreiding in milieu via producten onderschat. *Natuur en milieu*, 7, 14-16.

Vlaamse Milieumaatschappij (2005). *Dossier zware metalen: een zware erfenis*. Verrekijker [informatiefolder]. Erembodegem: VMM.

Wang, M., Zou, J., Duan, X., Jiang, W. & Liu, D. (2005). Cadmium accumulation and its effects on metal uptake in maize (*Zea mays* L.). *Bioresource Technology*, 98, 82–88.

Wens, B. (1991). Vlaanderen: het zwaartepunt van de wereld. *Milieurama*, 5, 3-6.

Wieshammer, G. et al. (2007). Phytoextraction of Cd and Zn from agricultural soils by *Salix* ssp. and intercropping of *Salix caprea* and *Arabidopsis halleri*. *Plant Soil*, 298, 255-264

Wouters, L. & Vandenberghe, N. (1994). *Geologie van de Kempen: een synthese*. Brussel: NIRAS.

Congrespaper

Dries, V. (2007, januari). *Werkgroep landbouw*. Paper gepresenteerd op het symposium van Benekempen, Mol.

Huysentruyt R. (1988, maart). *Het voorkomen van de cadmium in onze omgeving: bronnen, gebruik en verspreiding*. Paper gepresenteerd op het symposium van Lisec, Genk.

Nawrot, T. (2007, november). *De risico's van verhoogde blootstelling aan cadmium in de bevolking*. Paper gepresenteerd op het symposium naar aanleiding van het 10-jarig bestaan van het CMK, Diepenbeek.

Ruttens, A. (2007, november). *Teelt van energiegewassen op metaalverontreinigde bodems: mogelijkheden tot fytoremediatie?* Paper gepresenteerd op het symposium naar aanleiding van het 10-jarig bestaan van het CMK, Diepenbeek.

Thewys, T. (2007, november). *Economische aspecten van biomassa van fytoremediatie*. Paper gepresenteerd op het symposium naar aanleiding van het 10-jarig bestaan van het CMK, Diepenbeek.

Vanheusden B. (2007, november). *Juridische aspecten van bodemsanering: capita selecta*. Paper gepresenteerd op het symposium naar aanleiding van het 10-jarig bestaan van het CMK, Diepenbeek.

Persoonlijke communicatie

Informatie over de bedrijfstoelage. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 5 maart 2008 van Lieven van Gelderen (Beleidsdomein landbouw en visserij – buitendienst Brussel).

Informatie over bedrijfstoelage. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 12 maart 2008 van Tine van Eylen (Beleidsdomein landbouw en visserij – buitendienst Brussel).

Informatie over de berekening van de absolute opname van zware metalen door een plant. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 12 februari 2008 van Ann Ruttens (Lid van de onderzoeksgroep Milieubiologie – U Hasselt).

Informatie over de concentratie van zware metalen in koolzaad en maïs. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 23 april 2008 van Stijn Van Slycken (Universiteit Gent).

Informatie over de droge stof productie en prijs van energiemais. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 6 maart 2008 van Auke Jan Veenstra (Thecogas PlanET Biogastechniek BV)

Informatie over de droge stof productie van voedermais. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 3 maart 2008 van Roel Vaes (Boerenbond).

Informatie over de energiepremie voor 2008. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 27 februari 2008 van Belinda Cloet (Beleidsdomein landbouw en visserij).

Informatie over gemiddelde gehalten aan klei en organisch materiaal in de Belgische Kempen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 24 oktober 2007 van Daneel Geysen (OVAM-Benekempen).

Informatie over de gemiddelde grootte van een landbouwbedrijf in de Belgische Kempen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 17 maart 2008 van Els Demuyne (Beleidsdomein landbouw en visserij).

Informatie over de metaalabsorptie en de biomassaproductie van wilg, maïs en koolzaad. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 17 december 2007 van Ann Ruttens (Lid van de onderzoeksgroep Milieubiologie – U Hasselt).

Informatie over de pH-Cl in de Belgische Kempen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 4 februari 2008 van Daneel Geysen (OVAM-Benekempen).

Informatie over de prijs van energiemais. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 5 maart 2008 van Filip Velghe (Biogas-E vzw).

Informatie over de prijs van energiemais. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 27 maart 2008 van Jan Bakker (KWS).

Informatie over de prijs van energiemaïs. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 27 maart 2008 van Pieter Lambrecht (ECO PROJECTS).

Informatie over de prijs van energiemaïs en de recente stijging van plantaardige grondstoffen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 31 maart 2008 van Maarten Huybrechts (Boerenbond).

Informatie over de prijs van voedermaïs. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 10 maart 2008 van Stefaan van Lerberghe (Boerenbond).

Informatie over de waarde van de bedrijfstoelage. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 10 maart 2008 van Tine Eylen (Beleidsdomein landbouw en visserij – buitendienst Brussel).

Informatie over gewone toeslagrechten en de teelt van wilg. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 6 mei 2008 van Linda Meiresonne (INBO).

Informatie over het aantal koeien in de Belgische Kempen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 3 maart 2008 van Etienne Verhaegen (FOD, KMO, Middenstand en Energie).

Informatie over de prijs van koolzaadstro. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 2 maart 2008 van het bedrijf Horseflax.

Informatie over de teeltkosten van wilg. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 8 april 2008 van Linda Meiresonne (INBO).

Informatie over de prijs van voedermaïs en de verse stof productie van voedermaïs. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 3 maart 2008 van Roel Vaes (Boerenbond).

Informatie over de rentevoet voor een lening voor een landbouwinvestering. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 27 maart 2008 van Bert Claesen (Dexia).

Informatie over de rentevoet voor een lening voor een landbouwinvestering. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 27 maart 2008 van Jean-Paul Lefèvre (Fortis).

Informatie over de rentevoet voor een lening voor een landbouwinvestering. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 4 april 2008 van Stef Cops (KBC).

Informatie over de variabele teeltkosten van maïs. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 25 maart 2008 van Roel Vaes (Boerenbond).

Informatie over de vaste teeltkosten van maïs. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 13 maart 2008 van Roel Vaes (Boerenbond).

Informatie over gewone toeslagrechten en de teelt van wilg. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 22 april 2008 van Koen Holmstock (Beleidsdomein Landbouw en Visserij).

Informatie over het landbouwinkomen in de Belgische Kempen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 11 maart 2008 van Els Demuynck (Beleidsdomein landbouw en visserij).

Informatie over koolzaadstro en de prijs van PPO. Persoonlijk communicatie opgevraagd op 3 maart 2008 van Jean-Luc Lamont (Beleidsdomein landbouw en visserij).

Informatie over PPO in een biodieselraffinaderij. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 27 maart 2008 van Hugo Creton (Bioro).

Informatie over voedselnormen –en wetgeving. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 18 juli 2007 van Christine Vinkx (Federale Overheidsdienst: Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu).

Informatie over voedselnormen in diervoeding. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 18 oktober 2007 van Johan Van Nevel (Federale Overheidsdienst: Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu).

Informatie over de voedselnormen van zink. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 15 oktober 2007 van Christine Vinkx (Federale Overheidsdienst: Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu).

Informatie over wilg in de Belgische Kempen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 15 januari 2008 van Pierre Van Peteghem (Instituut voor Natuur –en Bosonderzoek).

Informatie over wilg in Vlaanderen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 20 december 2007 van An Vanden Broeck (Instituut voor Natuur –en Bosonderzoek).

Kaart van de Kempen. Persoonlijke communicatie opgevraagd op 6 juli 2007 van Claes Marc (Provinciaal Natuurcentrum).

Websites

Adams, N., et al. (2000). Introduction to phytoremediation. Cincinnati, National Risk Management Research Laboratory. Opgevraagd op 5 juli 2007, van de volgende website: <http://clu-in.org/download/remed/introphyto.pdf>.

Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie (2005). Koolzaad, het nieuwe goud?: Teelttechniek van koolzaad. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Opgevraagd op 28 november 2007, van de volgende website:
<http://www.biologischeveehouderij.nl/biobieb/pdf/Koolzaad.pdf>.

Algemene directie statistiek en economische informatie (2006). Landbouwstatistieken: landbouwtelling 2005. Opgevraagd op 12 oktober 2007, van de volgende website:
http://statbel.fgov.be/pub/d5/p501y2005_nl.pdf.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes D. & Smith M. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Opgevraagd op 25 juli 2007 van de volgende website: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm>.

Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2004). Mid Term Review. Opgevraagd op 15 maart 2008 van de volgende website: <http://www2.vlaanderen.be/landbouw/downloads/mtr.pdf>.

Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2005). Koolzaad van zaad tot olie. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Opgevraagd op 28 november 2007, van de volgende website:
http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/landbouw/downloads/plant/koolzaad_van_zaad_tot_olie.pdf.

Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2007). Rentabiliteitsrapport Land- en tuinbouw 2005. Opgevraagd op 9 maart 2008, van de volgende website:
<http://www2.vlaanderen.be/landbouw/downloads/volt/74.pdf>.

Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2008a). Premies, subsidies & investeringssteun. Opgevraagd op 18 februari 2008, van de volgende website:
<http://www2.vlaanderen.be/landbouw/info/steun/energiegewassen.html>.

Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2008b). Bedrijfstoeslag. Opgevraagd op 15 maart 2008 van de volgende website: <http://lv.vlaanderen.be/nlapps/docs/default.asp?fid=78>.

Bernelot Moens, H.L. & Wolfert J.E. (2003). Teelt van Koolzaad. Opgevraagd op 14 maart 2008, van de volgende website:

http://dlg2.vertis.nl/pls/dlg/docs/FOLDER/KENNISAKKER_NEW/KENNISCENTRUM/HANDLEIDINGEN/TEELTHANDLEIDING%2B_KOOLZAAD.PDF.

Calus, A., Dumoulin, A., Ghekiere, G., Mattheeuws, B. & Platteau W. (2007). Vergisting op boerderijschaal: techniek, grondstoffen en eindproducten. Opgevraagd op 4 april 2008, van de volgende website: <http://www.vcm-mestverwerking.be/publicationfiles/brochurebiogas2007.pdf>.

Centrum voor Milieukunde (2008). Wat is fyto-remediatie? Opgevraagd op 8 mei 2008, van de volgende website: <http://alpha.uhasselt.be/~lucdk/CMK/2.%20Milieubiologie/Fyto-remediatie.html>.

De Boer, H.C., Van Duinkerken, G., Philipsen, A.P. & Van Schooten, H.A. (2003). Praktijkrapport Rundvee 27: Alternatieve Voedergewassen. Wageningen UR. Opgevraagd op 11 december, van de volgende website:

<http://www.wur.nl/NR/rdonlyres/CC7CBF53-0815-4A1E-B0F3-86547DB53422/0/27.pdf>.

Demuyndt, E. & Bernaerts, E. (2005). Regionale rekeningen van de landbouw. Opgevraagd op 14 maart 2008 van de volgende website:

<http://www2.vlaanderen.be/landbouw/downloads/volt/35.pdf>.

Devriendt, N. & Vanderstraeten, P. (2003). Studie: optimale energetische valorisatie van houtafval. Opgevraagd op 14 april 2008 van de volgende website:

http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/doc/biomassa_houtafval.pdf.

De Schamphelaere, J. (2007). Euro is nu al 1,42 dollar waard. De Tijd. Opgevraagd op 15 oktober 2007, van de volgende website:

http://www.tijd.be/nieuws/economie_financien/artikel.asp?Id=3242634.

De Tijd (2008). Kritiek op biobrandstoffen deert EU niet. Opgevraagd op 30 april 2008 van de volgende website:

http://www.tijd.be/nieuws/buitenland/Kritiek_op_biobrandstoffen_deert_EU_niet.6813065-439.art.

European Central Bank. (2007). Wisselkoers dollar-euro. Opgevraagd op 15 oktober 2007 van de volgende website: <http://www.ecb.int/stats/exchange/eurofxref/html/index.en.html>.

European Commission (2008a). Single Payment Scheme - the concept. Opgevraagd op 15 maart 2008 van de volgende site: http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/infosheets/pay_en.pdf.

European Commission (2008b). The energy crops. Opgevraagd op 18 februari 2008, van de volgende website: http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/infosheets/energy_en.pdf.

European Union (2006). Consolidated versions of the treaty on European Union and of the treaty establishing the European Community (art 249). Opgevraagd op 10 oktober 2007, van de volgende website:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/ce321/ce32120061229en00010331.pdf>.

Goovaerts, L., Lookman, R., Vanbroekhoven, K., Gemoets J. & Vrancken K. (2003). Beste Beschikbare Technieken(BBT) bij bodemsaneringen. Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek. Opgevraagd op 7 juli 2007, van de volgende website:

http://www.emis.vito.be/EMIS/Media/bbt_bodem_finale_draft.pdf.

Hauser, V. , Gill, M.D. , Gimón D.M. , Horin, J.D. (2001). Protocol for controlling contaminated groundwater by phytostabilization. Brooks, Air Force Center for Environmental Excellence. Opgevraagd op 7 juli 2007, van de volgende website:

www.afcee.brooks.af.mil/products/techtrans/LandfillCovers/Phytostabilization_Protocol.pdf.

Informazout (2008). Price Details. Opgevraagd op 7 maart 2008, van de volgende website: http://www.informazout.be/companies/price_list.

Meiresonne, L. (2006). Kansen, mogelijkheden en toekomst voor de populierenteelt in Vlaanderen: Korte-omloophout voor energieproductie. Plaats in het Vlaams bosbeleid. Opgevraagd op 13 april 2008 van de volgende website: <http://www.inbo.be/files/Bibliotheek/30/169630.pdf>.

Milieurapport Vlaanderen (2006). Bodem: Schaalvergroting in de aanpak van bodemverontreiniging. Opgevraagd op 12 juli 2007, van de volgende website:

<http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA->

[T/02_THEMAS/02_15/SYNTHESSETEKST_MIRAT2006-08DEF.PDF](http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA-T/02_THEMAS/02_15/SYNTHESSETEKST_MIRAT2006-08DEF.PDF).

Mueller, B. & Goswami, D. (2001). Phytotechnology Technical and Regulatory: Guidance Document. Interstate Technology and Regulatory Cooperation Work Group: Phytotechnologies Work Team. Opgevraagd op 5 juli 2007, van de volgende website:

<http://www.itrcweb.org/Documents/PHYTO-2.pdf>.

Peer, W.A. , Baxter, I.R., Richards, E.L., Freeman, J.L. & Murphy, A.S. (2005). Phytoremediation and hyperaccumulator plants. Opgevraagd op 15 juli 2007, van de volgende website:

<http://www.hort.purdue.edu/hort/research/murphy/pdfs/metals11.pdf>.

Plantenolie BVBA (2008). Verkoop van plantenolie. Opgevraagd op 24 maart 2008 van de volgende website: <http://www.plantenolie.be/?id=5>.

Platteau, J. et al. (2006). Landbouwrapport 2005. Opgevraagd op 16 februari 2007, van de volgende website: <http://www2.vlaanderen.be/landbouw/downloads/volt/lara1.pdf>.

OVAM (2006a). Kaart: Cadmium hoogste meetwaarden in bodem. Opgevraagd op 23 juli 2007, van de volgende website:

<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubSearch&searchString=achtergrondwaarden&sort1=type&sort2=title&sort3=date&sort4=cost&showTable=1>.

OVAM (2006b). Kaart: Lood hoogste meetwaarden in bodem. Opgevraagd op 23 juli 2007, van de volgende website:

<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubSearch&searchString=achtergrondwaarden&sort1=type&sort2=title&sort3=date&sort4=cost&showTable=1>.

OVAM (2006c). Kaart: Zink hoogste meetwaarden in bodem. Opgevraagd op 23 juli 2007, van de volgende website:

<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubSearch&searchString=achtergrondwaarden&sort1=type&sort2=title&sort3=date&sort4=cost&showTable=1>.

OVAM (2007). Samen werken aan een goede bodemkwaliteit: samen maken we morgen mooier. Opgevraagd op 2 februari 2008, van de volgende website:

<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=1146>

.

OVAM (2008). Werkgroep Landbouw. Opgevraagd op 11 februari 2008, van de volgende website: <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/1586>.

OVAM (2008a). Actieplan Cadmium . Opgevraagd op 2 februari 2008, van de volgende website: <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/1564?lang=null>.

OVAM (2008b). Zware metalen in de Kempen. Opgevraagd op 1 februari 2008, van de volgende website: <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/1563?lang=null>.

OVAM (2008c). Interreg-project BeNekempen. Opgevraagd op 2 februari 2008, van de volgende website: <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/1079?lang=null>.

OVAM (2008d). Bodemsaneringsdecreet: Nieuw decreet voor efficiëntere sanering. Opgevraagd op 2 februari 2008, van de volgende website: <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/534>.

OVAM (2008e). Wetgeving. Opgevraagd op 2 februari 2008, van de volgende website: <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/160?lang=null>.

OVAM (2008f). Aard bodemverontreiniging. Opgevraagd op 2 februari 2008, van de volgende website: <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/1089>.

Peeters, K. (2006). Actieplan cadmium. Opgevraagd op 27 juli 2007, van de volgende website: http://www.overpelt.be/file_uploads/621.pdf?_vs=0_n.

Schnoor, J.L. (1997). Phytoremediation. Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center. Opgevraagd op 15 juli 2007, van de volgende website: http://clu-in.org/download/toolkit/phyto_e.pdf.

United Nations (2007). Report of the Special Rapporteur on the right to food. Opgevraagd op 30 april 2008, van de volgende website: <http://www.righttofood.org/A62289.pdf>.

Van Dooren, H.J.C., van der Voort, M.P.J., Timmermans, B.G.H. (2007). Rapport 54: Opties voor duurzame energieproductie in de biologische landbouw. Opgevraagd op 13 mei 2008, van de volgende website: <http://library.wur.nl/biola/bestanden/1853234.pdf>.

Van Hecke, E., Boon, J., Delien, A. & Vandenhoeck, H. (2003). Ruimtegebruik in Vlaanderen: Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA. Opgevraagd op 4 februari 2008, van de volgende website: http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA-T/01_SECTOREN/01_02/HUIS_O&O_01.PDF.

Van Schooten, H., Philipsen, B. & Groten, J. (2005). Handboek snijmais. Wageningen UR. Opgevraagd op 11 december 2007, van de volgende website: <http://ww.handboeksnijmais.nl>.

VILT (2008a). EU wil hectarepremie voor energiegewassen kwijt. Opgevraagd op 12 mei 2008 van de volgende website: <http://www.vilt.be/nieuwsarchief/detail.phtml?id=17766>.

VILT (2008b). Sierteler plant wilgen om energiefactuur te milderen. Opgevraagd op 8 mei 2008 van de volgende website: <http://www.vilt.be/nieuwsarchief/detail.phtml?id=17579>.

Wervel vzw (2007). Dossier energiegewassen: Europa wil energiegewassen. Opgevraagd op 14 maart 2004 van de volgende website:

http://www.wervel.be/downloads/opiniestukenergiegewassen_brochure_definitief.pdf.

Worldbank (2008). Rising food prices: Policy options and World Bank response. Opgevraagd op 30 april 2008 van de volgende website:

http://siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/Developmentcommittee_note_Apr11.doc.

World Health Organization & International Agency For Research On Cancer (1997). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Volume 58: Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass Manufacturing Industry: Summary of Data Reported and Evaluation. Opgevraagd op 20 juli 2007, van de volgende website:

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol58/volume58.pdf>.

Wetteksten

Ontwerp van BESLUIT van de Vlaamse Regering van 14 december 2007 houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering en de bodembescherming (VLAREBO).

BESLUIT van de Vlaamse regering van 5 maart 2004 inzake de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen.

DECREET van 27 oktober 2006 betreffende de bodemsanering en de bodembescherming.

RICHTLIJN (EG) nr. 2002/32 van 7 mei 2002 inzake ongewenste stoffen in diervoeding.

VERORDENING (EG) nr. 1881/2006 van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.

Koolzaad									
	Voor sanering	Geval 1: Verkoop koolzaad		Geval 2: PPO - verkoop handel		Geval 3: PPO - verkoop particulier		Geval 4: PPO - tractor - verkoop particulier	Geval 5: PPO - personenwagen - verkoop particulier
		Situatie bezet	Situatie braak	Situatie bezet	Situatie braak	Situatie bezet	Situatie braak		
1	34.819,50	34.176,45	34.751,40	33.918,84	34.493,79	35.453,34	36.028,29	36.218,01	36.698,16
2	33.161,43	32.549,00	33.096,57	32.303,66	32.851,23	33.765,09	34.312,66	34.493,35	34.950,63
3	31.582,31	30.999,05	31.520,54	30.765,39	31.286,88	32.157,22	32.678,72	32.850,81	33.286,31
4	30.078,39	29.522,90	30.019,57	29.300,37	29.797,03	30.625,93	31.122,59	31.286,48	31.701,25
5	28.646,09	28.117,05	28.590,06	27.905,11	28.378,13	29.167,55	29.640,56	29.796,65	30.191,67
6	27.281,99	26.778,14	27.228,63	26.576,30	27.026,79	27.778,62	28.229,11	28.377,76	28.753,97
7	25.982,85	25.502,99	25.932,03	25.310,76	25.739,80	26.455,83	26.884,86	27.026,44	27.384,73
8	24.745,57	24.288,56	24.697,17	24.105,49	24.514,09	25.196,03	25.604,63	25.739,47	26.080,70
9	23.567,21	23.131,97	23.521,12	22.957,61	23.346,75	23.996,22	24.385,36	24.513,78	24.838,76
10	22.444,96	22.030,44	22.401,06	21.864,39	22.235,00	22.853,54	23.224,16	23.346,45	23.655,96
11	21.376,15	20.981,38	21.334,35	20.823,23	21.176,19	21.765,28	22.118,24	22.234,72	22.529,49
12	20.358,24	19.982,26	20.318,42	19.831,64	20.167,80	20.728,83	21.064,99	21.175,92	21.456,65
13	19.388,80	19.030,73	19.350,88	18.887,28	19.207,43	19.741,75	20.061,90	20.167,54	20.434,91
14	18.465,52	18.124,50	18.429,41	17.987,89	18.292,79	18.801,66	19.106,57	19.207,19	19.461,82
15	17.586,21	17.261,43	17.551,82	17.131,32	17.421,71	17.906,35	18.196,73	18.292,56	18.535,06
16	16.748,77	16.439,46	16.716,02	16.315,54	16.592,10	17.053,66	17.330,22	17.421,48	17.652,44
17	15.951,21	15.656,63	15.920,02	15.538,61	15.802,00	16.241,58	16.504,97	16.591,89	16.811,85
18	15.191,63	14.911,07	15.161,92	14.798,68	15.049,53	15.468,17	15.719,02	15.801,80	16.011,29
19	14.468,22	14.201,02	14.439,92	14.093,98	14.332,88	14.731,60	14.970,50	15.049,33	15.248,84
20	13.779,26	13.524,78	13.752,31	13.422,84	13.650,36	14.030,09	14.257,62	14.332,70	14.522,71
21	13.123,10	12.880,74	13.097,44	12.783,65	13.000,35	13.361,99	13.578,68	13.650,19	13.831,15
Som	468.747,43	460.090,56	467.830,66	456.622,56	464.362,66	477.280,32	485.020,42	487.574,51	494.038,36

Bijlagen

Bijlage 1

Energienais												Wilg		
Voor sanering		Geval 1: verkoop energienais				Geval 2: energienais als voedsel voor runderen				Geval 1: verkoop wilg				
		Situatie bezet	Situatie braak	Situatie voeder	Situatie bezet	Situatie braak	Situatie voeder	Situatie bezet	Situatie braak	Situatie voeder				
1	34.819,50	45.077,55	44.027,55	43.452,60	16.937,55	20.108,55	19.531,80	-16.581,45	-9.675,45	-8.729,40				
2	33.161,43	42.931,00	41.931,00	41.383,43	16.131,00	19.151,00	18.601,71	20.246,24	21.417,67	22.318,67				
3	31.582,31	40.886,67	39.934,29	39.412,79	15.362,86	18.239,05	17.715,92	20.189,16	21.168,75	22.026,85				
4	30.078,39	38.939,68	38.032,65	37.535,99	14.631,29	17.370,52	16.872,30	18.363,93	19.426,46	20.243,69				
5	28.646,09	37.085,41	36.221,57	35.748,56	13.934,56	16.543,35	16.068,86	17.489,46	18.501,39	19.279,70				
6	27.281,99	35.319,44	34.496,74	34.046,25	13.271,01	15.755,58	15.303,68	17.440,16	18.286,36	19.027,62				
7	25.982,85	33.637,56	32.854,04	32.425,00	12.639,06	15.005,31	14.574,93	15.863,46	16.781,30	17.487,26				
8	24.745,57	32.035,77	31.289,56	30.880,95	12.037,20	14.290,77	13.880,89	15.108,05	15.982,19	16.654,53				
9	23.567,21	30.510,26	29.799,58	29.410,43	11.464,00	13.610,26	13.219,89	15.065,46	15.796,45	16.436,77				
10	22.444,96	29.057,39	28.380,55	28.009,93	10.918,10	12.962,15	12.590,37	13.703,45	14.496,32	15.106,15				
11	21.376,15	27.673,71	27.029,10	26.676,13	10.398,19	12.344,91	11.990,83	13.050,91	13.806,02	14.386,81				
12	20.358,24	26.355,91	25.742,00	25.405,84	9.903,03	11.757,05	11.419,84	13.014,11	13.645,57	14.198,70				
13	19.388,80	25.100,87	24.516,19	24.196,03	9.431,46	11.197,19	10.876,04	11.837,56	12.522,47	13.049,26				
14	18.465,52	23.905,59	23.348,75	23.043,84	8.982,34	10.663,99	10.358,13	11.273,86	11.926,16	12.427,87				
15	17.586,21	22.767,23	22.236,90	21.946,52	8.554,61	10.156,18	9.864,89	11.242,08	11.787,55	12.265,37				
16	16.748,77	21.683,07	21.178,00	20.901,44	8.147,25	9.672,56	9.395,13	10.225,73	10.817,38	11.272,44				
17	15.951,21	20.650,55	20.169,53	19.906,14	7.759,29	9.211,96	8.947,74	9.738,79	10.302,26	10.735,66				
18	15.191,63	19.667,19	19.209,07	18.958,23	7.389,80	8.773,29	8.521,66	9.711,33	10.182,53	10.595,29				
19	14.468,22	18.730,65	18.294,36	18.055,45	7.037,90	8.355,52	8.115,87	8.833,37	9.344,46	9.737,56				
20	13.779,26	17.838,72	17.423,20	17.195,67	6.702,76	7.957,64	7.729,40	8.412,73	8.899,48	9.273,87				
21	13.123,10	16.989,25	16.593,52	16.376,83	6.383,58	7.578,70	7.361,33	-5.179,01	-2.736,76	-2.380,21				
Som	468.747,43	606.843,46	592.708,14	584.968,04	228.016,86	270.705,53	262.941,20	239.049,38	262.678,55	275.414,48				

Bijlage 3: 6 ha koolzaad op gewoon areaal

		JAARTAL																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
AANTAL HECTAREN	1	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	
	2	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	3	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	4	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	5	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	6	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	7	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	8	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	9	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	10	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	11	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	12	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	13	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	14	KZ	B	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	
	15	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	
	16	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	
	17	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	
	18	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	
	19	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	
	20	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	
	21	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	
	22	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	
	23	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	
	24	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	
	25	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	
	26	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	
	27	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	
	28	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	
	29	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	
	30	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	
	31	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	B	VM	KZ	VM	VM	KZ	VM	B	KZ	VM	VM	KZ	VM	VM	KZ	
	32	VM	VM	VM	VM	VM	B	VM	VM	VM	VM	VM	B	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	B
	33	VM	VM	VM	VM	VM	B	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	B	VM	VM	VM	VM	VM	B

Bijlage 6: 17 ha energiemais waarvan 3 op braakareaal en 3 ha voedermais

		JAARTAL																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
AANTAL HECTAREN	1	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	
	2	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	3	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	4	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	5	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	6	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	7	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	8	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	9	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	10	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	11	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	12	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	13	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	14	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM
	15	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM
	16	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM
	17	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM
	18	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM
	19	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM
	20	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
	21	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
	22	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM
	23	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM
	24	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM
	25	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM
	26	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM
	27	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM
	28	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM
	29	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM
	30	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM
	31	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM
	32	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM
	33	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM	EM	EM	EM	EM	EM	VM	BEM

Bijlage 7: 20 ha wilg waarvan 3 op braakareaal

		JAARTAL																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
AANTAL HECTAREN	1	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	
	2	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	3	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	4	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	5	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	6	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	7	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	8	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	9	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	10	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	11	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	12	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	13	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	14	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	W	WB
	15	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	W	WB
	16	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB
	17	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	W
	18	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	W
	19	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W
	20	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W
	21	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W
	22	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W
	23	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W
	24	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W
	25	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W
	26	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W
	27	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W
	28	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W
	29	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W
	30	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W
	31	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	W	WB
	32	W	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	W	WB
	33	W	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB	W	W	W	W	W	W	WB

Bijlage 9: 17 ha wilg waarvan 3 op braakareaal en 3 ha voedermaïs

		JAARTAL																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
AANTAL HECTAREN	1	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	
	2	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	3	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	4	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	5	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	6	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	7	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	8	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	9	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	10	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	11	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	12	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	13	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL
	14	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W	VM	WB
	15	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W	VM	WB
	16	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB
	17	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W	VM
	18	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W	VM
	19	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM
	20	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W
	21	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W
	22	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W
	23	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W
	24	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W
	25	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W
	26	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W
	27	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W
	28	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W
	29	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W
	30	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W
	31	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W
	32	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	W	VM	WB	W
	33	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W	W	W	W	W	VM	WB	W

Bijlage 10

1^{ste} sensitiviteit: wijziging van de energiepremie

	NCW Koolzaad verkoop BRAAK	NCW Koolzaad handel BRAAK	NCW Koolzaad particulier BRAAK	NCW Koolzaad tractor BRAAK	NCW Koolzaad wagen BRAAK
Energiepremie 0 €/ha	465.274,18	461.806,18	482.463,94	486.010,80	493.373,67
energiepremie 28,49 €/ha	467.575,41	464.107,41	484.765,17	487.418,38	493.971,99
energiepremie 31,65 €/ha	467.830,66	464.362,66	485.020,42	487.574,51	494.038,36
energiepremie 34,82 €/ha	468.086,71	464.618,71	485.276,47	487.731,13	494.104,93
energiepremie 46,34 €/ha	469.017,22	465.549,22	486.206,98	488.300,29	494.346,86

	NCW Emaïs verkoop BEZET	NCW Emaïs korrel BRAAK	NCW Wilg verkoop VOEDER
Energiepremie 0 €/ha	599.600,12	263.462,19	269.449,37
energiepremie 28,49 €/ha	606.120,27	269.982,34	274.818,91
energiepremie 31,65 €/ha	606.843,46	270.705,53	275.414,48
energiepremie 34,82 €/ha	607.568,94	271.431,01	276.011,93
energiepremie 46,34 €/ha	610.205,38	274.067,45	278.183,11

2^{de} sensitiviteit: wijziging van de verse stof productie van koolzaad en de prijs van PPO (BRAAK)

	verse stof 2.511 kg/ha	verse stof 2.790 kg/ha	verse stof 3.100 kg/ha	verse stof 3.720 kg/ha	verse stof 4.464 kg/ha	verse stof 5.356,8 kg/ha
prijs PPO 0,32 €/l	452.728,21	455.107,98	457.752,17	463.040,56	469.386,62	477.001,90
prijs PPO 0,4 €/l	458.082,70	461.057,41	464.362,66	470.973,14	478.905,72	488.424,82
prijs PPO 0,48 €/l	463.437,19	467.006,85	470.973,14	478.905,72	488.424,82	499.847,73
prijs PPO 0,58 €/l	470.130,30	474.443,64	479.236,24	488.821,45	500.323,69	514.126,38
prijs PPO 0,69 €/l	477.492,73	482.624,12	488.325,66	499.728,74	513.412,45	529.832,89
prijs PPO 0,83 €/l	486.863,09	493.035,63	499.894,01	513.610,76	530.070,87	549.822,99
prijs PPO 1,00 €/l	498.241,39	505.678,18	513.941,28	530.467,49	550.298,95	574.096,69
prijs PPO 1,19 €/l	510.958,30	519.808,09	529.641,18	549.307,37	572.906,80	601.226,11
prijs PPO 1,43 €/l	527.021,78	537.656,40	549.472,63	573.105,11	601.464,09	635.494,86

3^{de} sensitiviteit: wijziging van de prijs van voedermaïs

	NCW Emaïs verkoop BEZET	NCW Emaïs verkoop BRAAK	NCW Emaïs verkoop VOEDER
prijs voedermaïs 17,71 €/ton	747.476,44	733.341,12	700.783,44
prijs voedermaïs 19,68 €/ton	722.874,25	708.738,93	680.522,81
prijs voedermaïs 21,87 €/ton	699.874,06	685.738,74	661.581,48
prijs voedermaïs 24,3 €/ton	672.067,87	657.932,55	638.682,26
prijs voedermaïs	641.172,10	627.036,78	613.238,68

27 €/ton			
prijs voedermaïs 30 €/ton	606.843,46	592.708,14	584.968,04
prijs voedermaïs 33 €/ton	572.514,82	558.379,50	556.697,40
prijs voedermaïs 36,3 €/ton	534.753,32	520.618,00	525.599,69
prijs voedermaïs 39,93 €/ton	493.215,67	479.080,35	491.392,22
prijs voedermaïs 43,92 €/ton	447.558,59	433.423,27	453.792,26
prijs voedermaïs 48,32 €/ton	397.209,92	383.074,60	412.328,66

	NCW Emaïs korrel BEZET	NCW Emaïs korrel BRAAK	NCW Emaïs korrel VOEDER
prijs voedermaïs 17,71 €/ton	302.138,71	354.804,05	322.232,06
prijs voedermaïs 19,68 €/ton	290.257,51	341.323,65	312.728,16
prijs voedermaïs 21,87 €/ton	277.049,46	326.337,83	302.162,90
prijs voedermaïs 24,3 €/ton	262.393,96	309.709,73	290.439,81
prijs voedermaïs 27 €/ton	246.110,07	291.234,05	277.414,15
prijs voedermaïs 30 €/ton	228.016,86	270.705,53	262.941,20
prijs voedermaïs 33 €/ton	209.923,65	250.177,01	248.468,25
prijs voedermaïs 36,3 €/ton	190.021,12	227.595,63	232.548,00
prijs voedermaïs 39,93 €/ton	168.128,33	202.756,11	215.035,73
prijs voedermaïs 43,92 €/ton	144.064,36	175.453,18	195.786,70

prijs voedermaïs 48,32 €/ton	117.527,65	145.344,67	174.559,70
---	------------	------------	------------

4^{de} sensitiviteit: wijziging van de prijs van energiemais

	NCW Emaïs verkoop BEZET	NCW Emaïs verkoop BRAAK	NCW Emaïs verkoop VOEDER
prijs energiemais 17,71 €/ton	385.139,70	404.259,95	396.519,85
prijs energiemais 19,68 €/ton	420.677,25	434.466,86	426.726,76
prijs energiemais 21,87 €/ton	460.183,45	468.047,13	460.307,03
prijs energiemais 24,3 €/ton	504.019,10	505.307,43	497.567,33
prijs energiemais 27 €/ton	552.725,37	546.707,77	538.967,67
prijs energiemais 30 €/ton	606.843,46	592.708,14	584.968,04
prijs energiemais 33 €/ton	660.961,55	638.708,51	630.968,41
prijs energiemais 36,3 €/ton	720.491,44	689.308,92	681.568,82
prijs energiemais 39,93 €/ton	785.974,32	744.969,37	737.229,27
prijs energiemais 43,92 €/ton	857.951,38	806.149,87	798.409,77
prijs energiemais 48,32 €/ton	937.324,57	873.617,08	865.876,98

5^{de} sensitiviteit: prijs van de groene delen van energiemaïs

	NCW Emaïs korrel BEZET	NCW Emaïs korrel BRAAK	NCW Emaïs korrel VOEDER
prijs groene delen 0 €/ton	228.016,86	270.705,53	262.941,20
prijs groene delen 13,92 €/ton	403.792,40	420.114,74	412.350,41
prijs groene delen 15,46 €/ton	423.238,83	436.644,21	428.879,88
prijs groene delen 17,18 €/ton	444.958,23	455.105,69	447.341,36
prijs groene delen 19,09 €/ton	469.076,85	475.606,52	467.842,19
prijs groene delen 21,21 €/ton	495.847,27	498.361,37	490.597,04
prijs groene delen 23,57 €/ton	525.648,29	523.692,25	515.927,92
prijs groene delen 26,19 €/ton	558.732,48	551.813,81	544.049,48
prijs groene delen 29,1 €/ton	595.478,66	583.048,06	575.283,73
prijs groene delen 32,01 €/ton	632.224,84	614.282,31	606.517,98

6^{de} sensitiviteit: wijziging van de verse stof productie en de prijs van wilg (situatie VOEDER)

	droge stof 5,12 ton/ha	droge stof 6,4 ton/ha	droge stof 8 ton/ha	droge stof 9,6 ton/ha	droge stof 11,52 ton/ha	droge stof 13,82 ton/ha
prijs wilg 25,6 €/ton	216.845,52	223.981,96	232.902,50	241.823,05	252.527,70	265.350,99
prijs wilg 32 €/ton	223.981,96	232.902,50	244.053,18	255.203,87	268.584,68	284.613,79
prijs wilg 40 €/ton	232.902,50	244.053,18	257.991,54	271.929,89	288.655,91	308.692,29

prijs wilg 50 €/ton	244.053,18	257.991,54	275.414,48	292.837,42	313.744,94	338.790,42
prijs wilg 60 €/ton	255.203,87	271.929,89	292.837,42	313.744,94	338.833,98	368.888,55
prijs wilg 72 €/ton	268.584,68	288.655,91	313.744,94	338.833,98	368.940,82	405.006,30
prijs wilg 86,4 €/ton	284.641,66	308.727,14	338.833,98	368.940,82	405.069,03	448.347,61

7^{de} sensitiviteit (a): gewone toeslagrechten bij wilg

	NCW Wilg BEZET	NCW Wilg BRAAK	NCW Wilg VOEDER
gewone toeslagrechten 0 €/ha	239.049,38	262.678,55	275.414,48
gewone toeslagrechten 507 €/ha	355.080,17	378.709,34	370.969,24

7^{de} sensitiviteit (b): wijziging van de verse stof productie en de prijs van wilg (situatie VOEDER) bij gewone toeslagrechten

	droge stof 5,12 ton/ha	droge stof 6,4 ton/ha	droge stof 8 ton/ha	droge stof 9,6 ton/ha	droge stof 11,52 ton/ha	droge stof 13,82 ton/ha
prijs wilg 25,6 €/ton	312.400,29	319.536,73	328.457,27	337.377,82	348.082,47	360.905,75
prijs wilg 32 €/ton	319.536,73	328.457,27	339.607,95	350.758,63	364.139,45	380.168,56
prijs wilg 40 €/ton	328.457,27	339.607,95	353.546,30	367.484,66	384.210,68	404.247,06
prijs wilg 50 €/ton	339.607,95	353.546,30	370.969,24	388.392,18	409.299,71	434.345,19
prijs wilg 60 €/ton	350.758,63	367.484,66	388.392,18	409.299,71	434.388,75	464.443,32
prijs wilg 72 €/ton	364.139,45	384.210,68	409.299,71	434.388,75	464.495,59	500.561,07
prijs wilg	380.196,43	404.281,91	434.388,75	464.495,59	500.623,79	543.902,38

86,4 € /ton						
--------------------	--	--	--	--	--	--

8^{ste} sensitiviteit: premie OVAM

	Premie OVAM (€/ha)
Koolzaad Geval 1: BRAAK	11,23
Koolzaad Geval 2: BRAAK	54,28
Emais Geval 2: BRAAK	865,35
Wilg Geval 1: VOEDER	1009,72