

Milieusysteemanalyse ADEL

18 mei 2011

Milieusysteemanalyse ADEL

Inzicht in de kansen voor een duurzaam energielandschap

Verantwoording

Titel	Milieusysteemanalyse ADEL
Opdrachtgever	Gemeente Lochem
Projectleider	M. van Amelrooij
Auteur(s)	J. (Joost) van den Bulk
Projectnummer	4750100
Aantal pagina's	44 (exclusief bijlagen)
Datum	18 mei 2011
Handtekening	

Colofon

Tauw bv
afdeling Waterbouw
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1
Fax +31 57 06 99 66 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R001-4750100JBZ-rlk-V01-NL

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
2 Onderzoeksmethodiek.....	11
2.1 Beschrijving van het gebied	11
2.2 Projectgrenzen	12
2.3 Verzamelen van de gegevens	14
2.3.1 Huishoudens	14
2.3.2 Agrarische bedrijven.....	14
2.3.3 Interviews met bedrijven, overheden en andere partijen.....	14
2.4 Uitgangspunten voor de 0-meting	15
3 Resultaten en uitgangspunten.....	17
3.1 Resultaten van de interviews	17
3.1.1 Agrarische bedrijven.....	17
3.1.2 Landgoed Ampsen	21
3.1.3 Voormalige vuilstort.....	22
3.2 Huishoudens Armhoede	22
3.3 Uitgangspunten 0-meting	22
4 Nul-meting.....	25
4.1 Energieverbruik	25
4.1.1 Energieverbruik Agrarische bedrijven	25
4.1.2 Energieverbruik en productie huishoudens, landgoed Ampsen en stortplaats	26
4.1.3 Productie van energie in Armhoede	26
4.1.4 Samenvatting energieverbruik.....	27
4.2 Uitstoot van broeikasgassen	30
4.2.1 Uitstoot van broeikasgassen agrarische bedrijven.....	30
4.2.2 Uitstoot van broeikasgassen huishoudens, landgoed Ampsen en stortplaats	31
4.2.3 Samenvatting broeikasgassen	32
4.3 Nutriëntenbalans	33
4.3.1 Ingaande stromen	33
4.3.2 Samenvatting nutriëntenbalans.....	35
4.4 Koolstof vastlegging	37
4.4.1 Vastlegging van koolstof op agrarische grond en in bossen	37

4.4.2	Vastlegging van koolstof in Armhoede	37
5	Discussie en conclusie	39
5.1	Discussie	39
5.2	Conclusies	39
6	Aanbevelingen	41

Bijlage(n)

1. Interview agrariërs
2. Uitgangspunten
3. Beschikbare stromen in de omgeving van Armhoede

1 Inleiding

De gemeente Lochem werkt aan de realisatie van een duurzaam energielandschap in het gebied Armhoede. Een landschap waar de winning van lokaal en duurzaam opgewekte energie inzichtelijk wordt gemaakt voor de eindgebruiker.

De basis voor het duurzame energielandschap bestaat uit het uitvoeren van een 0-meting waarmee de huidige situatie in kaart wordt gebracht. In dit rapport wordt beschreven op welke manier de 0-meting in Armhoede uitgevoerd is, wat de resultaten van het onderzoek zijn en hoe deze resultaten geïnterpreteerd kunnen worden.

Het doel van de 0-meting is het inzichtelijk (kwantificeerbaar) maken van ingewikkelde milieuvraagstukken. Door een milieuvraagstuk vanuit verschillende invalshoeken te benaderen wordt een beeld geschetst van de totale milieueffecten.

Met behulp van de 0-meting kan voor het projectgebied Armhoede in kaart gebracht worden wat de milieu impact is van de verschillende activiteiten. Vervolgens kunnen op basis van de 0-meting de effecten van verschillende duurzame technologische maatregelen beoordeeld worden. Het plaatsen van zonnepanelen, biogasproductie en andere duurzame maatregelen kunnen hierdoor in cijfers worden uitgedrukt waardoor het totaaleffect duidelijk wordt.

De 0-meting omvat samengevat:

1. Beschrijving projectdoel en gebied
2. Analyse van de in- en uitkomende stof- en energiestromen en activiteiten in het gebied
3. Doorrekening van de stofstromen en activiteiten naar een milieubelasting

2 Onderzoeksmethodiek

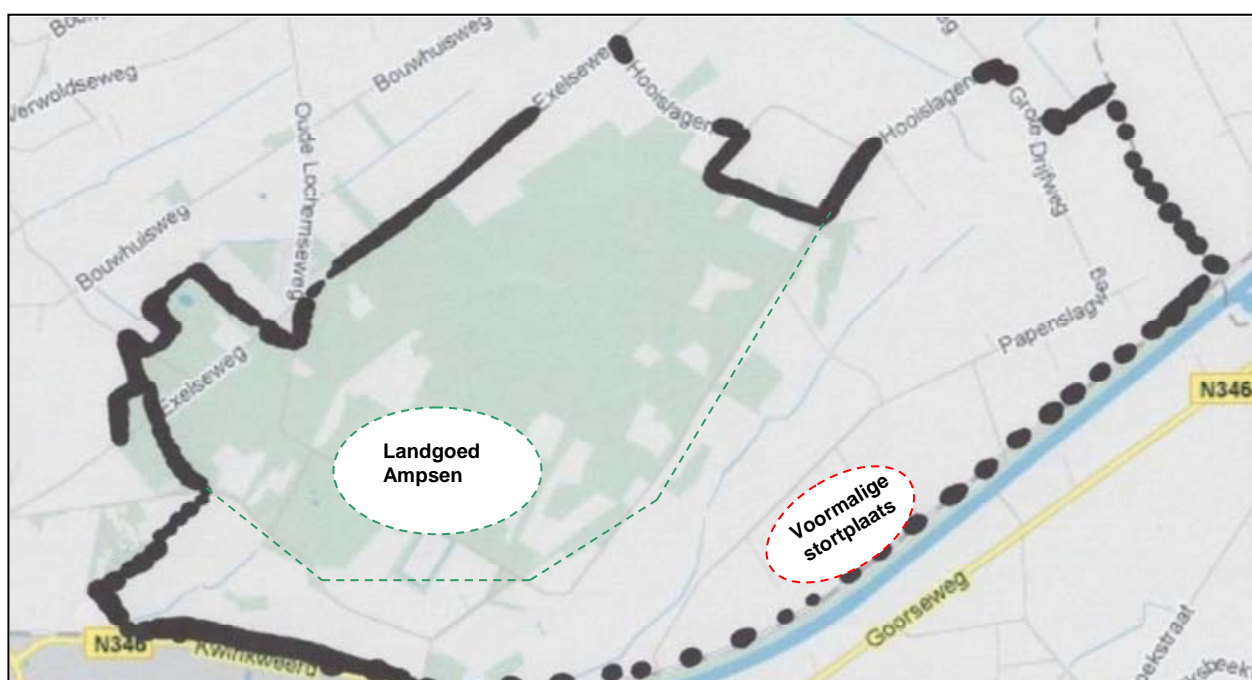
In dit hoofdstuk wordt de aanpak beschreven. De verschillende onderzoeksstappen worden toegelicht waarbij ook de resultaten van die stappen zijn aangegeven.

2.1 Beschrijving van het gebied

De gebiedsgrenzen van het ADEL project zijn afgebakend (figuur 2.1). Als gebiedsomgrenzing is voorgesteld de hele buurt langs de Grote Drijfweg en landgoed Ampsen. Het gaat om in totaal 50 adressen waaronder:

- 15 agrarische bedrijven
- 37 woningen

Binnen het projectgebied bevindt zich een landgoed met een groot aantal hectares bos. Tevens is er een voormalige vuilstortplaats op het terrein.



Figuur 2.1 Afbakening van projectgebied Armhoede

2.2 Projectgrenzen

Uit de geïnterviewde gegevens blijkt dat de agrarische bedrijven in het begrensde gebied voornamelijk veebedrijven betreffen. Het aantal niet-agrarische huishoudens is met 37 relatief beperkt.

Voor het uitvoeren van een milieusysteemanalyse dienen grenzen te worden bepaald. Het doel van de 0-meting is het bepalen van de energiestromen, uitstoot van broeikasgassen, nutriëntenstromen en de vastlegging van koolstof in het gebied. Ook het indirecte energieverbruik voor de productie van de verschillende ingaande stromen is in beschouwing genomen, zoals de energie die nodig is voor de productie van kunstmest. Daarnaast zijn de uitstoot van broeikasgassen voor drinkwaterwinning en waterzuivering meegenomen in de analyse.

Energie

Het directe energieverbruik van agrarische bedrijven en huishoudens bestaat uit het brandstofverbruik en elektriciteitsverbruik. Het indirecte energieverbruik omvat de energie benodigd voor de levering en het ophalen van goederen en voor de productie van bijvoorbeeld kunstmest, krachtvoer en water. De verschillende factoren die meegenomen zijn in het onderzoek worden weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Energieverbruik

Energie

Direct energieverbruik binnen het bedrijf / huishouden

Benodigde energie voor produceren / verwerken (afval)water

Benodigde energie voor produceren van andere ingaande stromen

Benodigde brandstof voor het leveren en ophalen van ingaande / uitgaande stromen

Broeikasgassen

Op basis van het energieverbruik kan een gedeelte van de uitstoot van de broeikasgassen worden bepaald (onder andere CO₂ uitstoot door verbranding van brandstoffen en productie van elektriciteit). De uitstoot van broeikasgassen is daarnaast afhankelijk van de specifieke bedrijfsactiviteiten (vee of akkerbouw, wijze van mestopslag, et cetera). De verschillende factoren die meegenomen zijn in het onderzoek worden weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Uitstoot van broeikasgassen

Energie

 Emissie door energieverbruik binnen het bedrijf / huishouden (diesel, benzine, gas en elektra)

 Emissie door produceren/verwerken (afval)water

 Emissie door de productie van andere ingaande stromen

 Emissie door het leveren en ophalen van ingaande / uitgaande stromen (kunst)mest, voeders, benodigdheden en producten (melk, tarwe et cetera)

 Emissie door specifieke bedrijfsvoering

Nutriënten

Verder zijn de ingaande en uitgaande stromen van nutriënten bepaald. Nutriënten komen het gebied binnen via kunstmest en dierlijke mest die de oorsprong buiten het gebied heeft. Eveneens verdwijnen er nutriënten uit het gebied doordat melk, vee en gewassen uit het gebied getransporteerd worden en doordat er nutriënten van de landbouwgrond uitspoelen. De verschillende factoren die meegenomen zijn in het onderzoek worden weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3 In- en uitgaande nutriëntenstromen

Nutriënten

 Aanvoer via kunstmest

 Aanvoer dierlijke mest met oorsprong buiten doelgebied

 Aanvoer van (kracht)voer

 Afvoer van dierlijke mest buiten doelgebied

 Afvoer door gewassen en geproduceerde producten (inclusief bermgras)

 Afvoer door uitspoeling rekeninghoudend met grondsoort en producten verbouwd op de grondsoort

 Afvoer via vervluchtiging naar de atmosfeer

Koolstofvastlegging

De capaciteit van het gebied om koolstof vast te leggen is vooral afhankelijk van de functie van de grond (agrarisch, bos). De mate van koolstof opslag is bepaald aan de hand van de uitgangspunten die worden weergegeven in tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kentallen koolstofvastlegging Armhoede

Koolstofvastlegging

Netto Koolstofvastlegging landbouwgrond

Netto Koolstofvastlegging bos

Op basis van deze uitgangspunten ontstaat er een beeld van de hoeveelheid koolstof die in de bodem en bossen van Armhoede opgeslagen wordt. Tevens worden er aanbevelingen gedaan om de hoeveelheid koolstof die in het gebied opgeslagen wordt te vergroten.

2.3 Verzamelen van de gegevens

2.3.1 Huishoudens

Het energieverbruik van de huishoudens is door GEAS geïnventariseerd door interviews af te nemen met de bewoners van Armhoede. In deze interviews is het verbruik van gas, elektriciteit, hout en water geïnventariseerd evenals de jaarlijks afgelegde afstand per auto, OV en vliegtuig.

2.3.2 Agrarische bedrijven

Allereerst is er contact opgenomen met de verschillende agrarische bedrijven om een afspraak voor een interview te plannen. Voorafgaand aan het interview is er een gedetailleerde vragenlijst opgestuurd (bijlage 1). Op basis van de vragenlijsten zijn vervolgens persoonlijke interviews afgenomen. De in de interviews verzamelde gegevens zijn in een spreadsheet verwerkt. Door de gegevens van de verschillende agrarische bedrijven aan elkaar te koppelen ontstaat een totaaloverzicht van alle agrarische bedrijven in Armhoede.

2.3.3 Interviews met bedrijven, overheden en andere partijen

Er zijn interviews afgenomen met bedrijven die dicht in de buurt van Armhoede liggen en waarvan verwacht wordt dat ze in potentie grote hoeveelheden energie, nutriënten en/of biomassa over hebben. Tevens is bij de gemeente Lochem informatie ingewonnen over de hoeveelheid beschikbare biomassa en (rest)energie in de regio. Deze gegevens zijn geïnventariseerd om inzicht te krijgen in de stromen die aangrenzend aan het projectgebied vrijkomen en mogelijk geïntegreerd kunnen worden in de technologiemix. Voorbeelden zijn organische reststromen uit industriële processen, berm- en maaiafval, restwarmte en gft-afval uit Lochem. De resultaten uit deze interviews zijn niet in de 0-meting verwerkt, omdat ze niet binnen het projectgebied vallen. Ze zijn echter interessant voor vervolgonderzoek en zijn daarom opgenomen in bijlage 3.

2.4 Uitgangspunten voor de 0-meting

In deze onderzoeksstap zijn de geïnventariseerde stromen (huishoudens en agrarische bedrijven) gekoppeld aan kentallen om voor het gebied Armhoede een 0-meting op te stellen.

Deze 0-meting bestaat uit de bepaling van het energieverbruik, de bepaling van de CO₂ uitstoot, het opstellen van een nutriëntenbalans en het bepalen van de hoeveelheid vastgelegde koolstof.

Kenmerk R001-4750100JBZ-rlk-V01-NL

3 Resultaten en uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden allereerst de resultaten van de interviews besproken waarmee de in- en uitgaande stromen in beeld zijn gebracht. Vervolgens worden de uitgangspunten besproken op basis waarvan de 0-meting is uitgevoerd. Tot slot volgen de resultaten van het onderzoek waarbij het energieverbruik, de uitstoot van broeikasgassen, het nutriëntenverbruik en de netto hoeveelheid vastgelegde koolstof inzichtelijk zijn gemaakt.

3.1 Resultaten van de interviews

In Armhoede zijn interviews afgenomen met 13 agrariërs en het landgoed Ampsen. Daarnaast is er onderzocht hoeveel stortgas er geproduceerd wordt op voormalige stortplaats. De uitstoot van de 37 huishoudens is bepaald aan de hand van aanvullende vragen die door GEAS gesteld zijn. Tevens zijn er telefonische interviews uitgevoerd met de gemeente Lochem en naburige bedrijven waarvan de resultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

3.1.1 Agrarische bedrijven

In tabel 3.1 wordt een samenvatting gegeven van de geïnterviewde agrarische bedrijven.

Tabel 3.1 Geïnterviewde agrarische bedrijven

Soort bedrijf	Aantal
Melkveebedrijf (koeien)	9
Melkveebedrijf en kaasmakerij (schapen)	1
Veehouder (varkens)	1
Akkerbouwer	2
Totaal	13

Op basis van de uitgevoerde interviews is een inventarisatie gemaakt van alle stromen die het gebied in- en uitgaan vanuit de agrarische bedrijven. Deze stromen worden weergegeven in tabel 3.2 tot en met tabel 3.7.

Algemene stromen

Onder de algemene stromen vallen brandstoffen (aardgas, hout, diesel en benzine), elektriciteit, plastic, de ingaande en uitgaande waterstromen en de kilometers die vrachtwagens hebben afgelegd om goederen te leveren dan wel op te halen van de agrarische bedrijven. In tabel 3.2 worden de resultaten van de inventarisatie weergegeven.

Tabel 3.2 Algemene stromen (inclusief kilometers)

Categorie	Eenheid	Aantal
Aardgas	m ³ /j	45.894
elektriciteit	kWh/j	346.099
Diesel	Liter/j	60.052
Benzine	Liter/j	16.250
Plastic	Kg/j	2.243
Hout	m ³ /j	35
Water	m ³ /j	3.804
Afvalwater	m ³ /j	3.804
Vervoer vrachtwagen	Km/j	8.933

Uit tabel 3.2 blijkt dat de grootste algemene stromen bestaan uit aardgas, elektriciteit en diesel. Het gas-, elektriciteit- en waterverbruik van het bedrijfsdeel en het huishoudelijk deel is niet onafhankelijk bepaald, omdat er over het algemeen maar één meter aanwezig is. Uit de interviews is naar voren gekomen dat het elektriciteitsverbruik voornamelijk veroorzaakt wordt door het melken, de koeling van de melk, verlichting (en eventueel mechanische mestschrapers).

(Kunst)mest

De hoeveelheden mest die op het land gebracht zijn worden weergegeven in tabel 3.3. Tevens worden in deze tabel de hoeveelheden aangevoerde en afgevoerde mest en de bijbehorende nutriëntenvrachten (N en P) weergegeven.

Tabel 3.3 Mest (inclusief aanvoer en afvoer)

Mest		Eenheid	Waarde
Drijfmest	Op eigen land	m ³ /j	20.525
	Afvoer binnen Armhoede	m ³ /j	1.313
	Afvoer Extern	m ³ /j	90
	Aanvoer binnen Armhoede	m ³ /j	1.300
Vaste mest	Vaste mest eigen land	m ³ /j	145
Varkensmest	Aanvoer varkensmest extern	m ³ /j	100
Kunstmest	Aanvoer N	ton/j	39
	Aanvoer P	ton/j	2

Uit tabel 3.3 blijkt dat er in Armhoede relatief weinig mest aangevoerd en afgevoerd wordt. De meeste mest wordt op het eigen land of op het land van een naburige agrariër binnen Armhoede gebracht.

Gewassen

In tabel 3.4 worden de verschillende gewassen weergegeven die in Armhoede verbouwd worden (hectares en tonnages).

Tabel 3.4 Gewassen

Gewas		Eenheid	Hoeveelheid
Gras	Oppervlak Grasland	ha	290
Mais	Oppervlak Maisland	ha	96
	Mais	ton/j	430
	Korrelmais	ton/j	68
Andere gewassen	Voederbieten	ha	2,0
	Oppervlak gerst / graan	ha	4,5
	Oppervlak aardappelen	ha	12

Uit tabel 3.4 komt naar voren dat er over het algemeen mais en gras verbouwd worden binnen Armhoede. Een andere relatief grote stroom betreft aardappelen. Verder worden er nog beperkte hoeveelheden voederbieten en gerst / graan. De gras en het mais worden over het algemeen op de bedrijven zelf gebruikt als veevoer. De aardappelen worden afgevoerd buiten Armhoede.

Vee

In tabel 3.5 wordt de gemiddelde hoeveelheid vee (+aanvoer/afvoer) weergegeven in Armhoede.

Tabel 3.5 Vee (inclusief aanvoer en afvoer per jaar)

	Vee	Soort vee	Aantal
Op bedrijf	Koeien	Jongvee	528
		Volwassen	625
	Schapen	Volwassen	90
		Rammen	15
		Lammeren	25
	Varkens	Totaal	330

	Vee	Soort vee	Aantal
Afvoer per jaar	Kalveren	Kalveren	414
	Koeien	Koeien	203
	Lammers	Lammers	150
	Schape	Volwassen	18
	Varkens	Volwassen	1000
Invoer per jaar	Biggen	Big	1000

Uit tabel 3.5 volgt dat er in Armhoede vooral melkkoeien gehouden worden waarvan er jaarlijks 600 (koeien + kalveren) afgevoerd worden. Daarnaast worden er jaarlijks 1.000 biggen aangevoerd en volwassen varkens uitgevoerd.

Melk en kaas

In tabel 3.6 wordt de hoeveelheid melk en kaas die geproduceerd wordt in Armhoede weergegeven.

Tabel 3.6 Melk en kaasproductie

Melkproducten	Eenheid	Hoeveelheid
Melk	kg/j	4.378.079
Kaas	kg/j	5.703

Uit tabel 3.6 volgt dat er jaarlijks een grote hoeveelheid melk geproduceerd wordt in Armhoede. Deze melk wordt voor getransporteerd naar buiten Armhoede waar het verwerkt wordt.

Veevoer

Het veevoer dat aangevoerd wordt in Armhoede wordt weergegeven in tabel 3.7. Het betreft tonnen aangevoerd product.

Tabel 3.7 Aangevoerd Veevoer

Aangevoerd veevoer	Eenheid	Hoeveelheid
Gedorst hooi	ton/j	30
Graskuil	ton/j	63
Stro	ton/j	119
Maiskuil	ton/j	1.025

Aangevoerd veevoer	Eenheid	Hoeveelheid
Standaard krachtvoer	ton/j	267
Eiwitrijk krachtvoer	ton/j	409
Extra eiwitrijk krachtvoer	ton/j	244
Schapenvoer	ton/j	22
Poedermelk	ton/j	2
Kalverbrokken	ton/j	9
Varkensvoer	ton/j	230

De aangevoerde stromen bestaan vooral uit maiskuil en krachtvoer. Het grootste gedeelte van het hooi en gras wordt binnen Armhoede zelf geproduceerd.

3.1.2 Landgoed Ampsen

Er is een interview gehouden met de eigenaar van het landgoed Ampsen en de verantwoordelijke voor het groenbeheer op het landgoed. Uit dit interview is onder andere naar voren gekomen dat er jaarlijks een toenemende hoeveelheid biomassa beschikbaar komt van het landgoed. In tabel 3.8 worden de ingaande en uitgaande stromen van het landgoed weergegeven

Tabel 3.8 Ingaande en uitgaande stromen landgoed Ampsen

Ingaande stromen	Eenheid	Hoeveelheid
Elektriciteit	kWh/j	53.607
Aardgas	m ³ /j	23.762
Water	m ³ /j	550
Diesel	l/j	5.200
Uitgaande stromen	Eenheid	Hoeveelheid
Hout (bouw)	ton/j	1.600
Hout (brand)	ton/j	400
Takken	ton/j	150

Uit tabel 3.8 blijkt dat het merendeel van het geproduceerde hout verkocht wordt als bouwhout. Een kleiner gedeelte van het afgevoerde hout (550 ton) is ongeschikt als bouw materiaal en wordt afgevoerd om als houtpellets te worden verbrand in een energiecentrale. De hoeveelheid hout die op het landgoed gewonnen wordt neemt elk jaar toe, omdat de bomen nog niet volgroeid zijn.

3.1.3 Voormalige vuilstort

Voormalige (afgedekte) stortplaatsen blijven voor enkele decennia stortgas produceren. Stortgas bestaat uit methaan (CH₄) en koolstofdioxide (CO₂). Methaan is een brandbaar gas en kan gebruikt worden als energiebron in een warmtekrachtkoppeling (WKK-installatie) voor de productie van warmte en elektriciteit. Momenteel komt er op de voormalige vuilstort in Armhoede circa 60-80 m³/uur stortgas vrij met een methaangehalte van ongeveer 60 %. Op jaarbasis resulteert dit in 600.000 m³ stortgas.

De hoeveelheid stortgas die per uur geproduceerd wordt zal geleidelijk afnemen omdat de organische verbindingen die omgezet kunnen worden reeds afgebroken zijn.

3.2 Huishoudens Armhoede

De milieubelasting van huishoudens is gerelateerd aan de zelfde ingaande en uitgaande stromen als de agrarische bedrijven. Hiervoor is allereerst het verbruik van huishoudens uit Armhoede in kaart gebracht door het inventariseren van het energieverbruik, houtverbruik, de afgelegde afstand met verschillende vervoersmiddelen en het waterverbruik. Op basis van de geïnventariseerde gegevens is een gemiddeld verbruik bepaald voor een huishouden in Armhoede. Het gemiddelde verbruik is vervolgens vermenigvuldigd met 37 om tot het totaal aantal niet-agrarische huishoudens in Armhoede te komen. De gehanteerde uitgangspunten voor de huishoudens zijn weergegeven in tabel 3.9.

Tabel 3.9 Gemiddeld verbruik per huishouden

Verbruik	Eenheid	Waarde
Aardgas	m ³ /j	3.634
Elektriciteit	kWh/j	7.285
Auto	km/j	23.200
Vliegen	km/j	6.607
OV	km/j	5.839
Water	m ³ /j	169
Afvalwater	m ³ /j	169

3.3 Uitgangspunten 0-meting

Om tot een energieverbruik, uitstoot van broeikasgassen en een nutriëntenbalans te komen zijn de geïnventariseerde stromen omgerekend aan de hand van uitgangspunten. Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op informatie uit de interviews en op kentallen uit de literatuur. De gebruikte uitgangspunten worden weergegeven in tabel 3.10.

Kenmerk R001-4750100JBZ-rlk-V01-NL

Tabel 3.10 Uitgangspunten 0-meting

		Energie	Broeikasgassen			nutrienten	
		Kwh (kWh/kg)	CO2 (kg CO2/kg)	CH4 kg CO2 eq/kg	N2O kg CO2 eq/kg	N (g N/kg)	P (g P/kg)
Kunstmest	kg N	11,61	3,0			1000	
	kg P2O5	3,33	1,2				0,44
Uitvoer	Melk			0,51	0,25	5,75	1,77
	Kaas					42,50	4,00
	Koe					29,4	7,99
	Kalf						
	Varken					25	5,37
	Schaap					25	6,00
Lam							
(Kracht)voer	maiskorrel (g/kg ds)					16	3,49
	stro (g/kg ds)					6,9	0,80
	hooi (g/kg)					19,3	2,49
	weidegras (g/kg)					31	4,00
	graskuil (g/kg)					13,8	1,88
	maiskuil (g/kg ds)					13,8	2,20
	standaard krachtvoer	1,75	0,8			21	4,50
	eiwitrijk krachtvoer	1,44	0,7			31	5,00
	extra eiwitrijk krachtvoer	1,08	0,5			54	11,00
	voederbieten (g/kg ds)					13,4	1,80
	Schapenvoer	1,75	0,8			27,6	9,07
	Poedermelk	7,72	3,6			32,6	6,60
	Kalverbrokken	1,75	0,8			28,9	12,60
	Kippenvoer	1,75	0,8			8,4	3,70
	Aardappelen					17,8	2,79
	Varkensvoer	1,39	0,8			29,6	5,20
Plastic	PE (MDPE)	24,17	11,4				
Water	Drinkwater	0,0006	0,0004				
	Afvalwater	0,0007	0,0006				
Mest	Koe					4,42	0,79
	Varken					9	1,01
Brandstoffen		(kWh)	(kg CO2)	(kg CH4)	(kg N2O)		
	Benzine (liter)	9,17	2,78				
	Diesel (liter)	9,84	3,19				
	Elektriciteit (kWh)	1,00	0,47				
	Aardgas (m3)	8,80	1,77				
	Hout (kg)	4,40	0,00				
	Vrachtwagen (1 km)	2,95	0,96				
	Varken		210,0	210			
Uitspoeling						kg N/ha per jaar	kg P/ha per jaar
	Grasland op zand						1,30
	grasland op klei						
	grasland op veen						
	maisland op zand						4,20
	bouland op zand						1,80
	bou en maisland op klei						
Verluchting						kg N	kg P
	NH3-N emissie ton melk					4,21	
	NH3-N per varken					1,4	
Koolstofvastlegging							
	kg CO2 per ha bos		2200				
	kg C per ha bos		600,0				
	kg C per ha agrarische grond		0,0				

* De uitspoeling van N is gebaseerd op de grondsoort en de hoeveelheid N die in de vorm van mest en kunstmest op het land gebracht wordt

** De weergegeven kentallen zijn alleen toegepast wanneer de betreffende informatie niet bekend was

In bijlage 2 is een referentielijst toegevoegd voor de uitgangspunten die in tabel 3.10 zijn gebruikt.

In tabel 3.10 zijn de uitgangspunten van de verschillende stromen weergegeven voor de categorieën 'Energie', 'Broeikasgassen' en 'Nutriënten'. Het energieverbruik wordt uitgedrukt in kWh. De uitstoot van broeikasgassen is onderverdeeld in de uitstoot van CO₂, CH₄, N₂O en vervolgens omgerekend naar CO₂ equivalent. Het CO₂ equivalent drukt de mate waarin een broeikasgas bijdraagt aan de opwarming van de atmosfeer uit in eenheden CO₂. Het CO₂ equivalent van methaan (CH₄) bedraagt bijvoorbeeld 21 en dat van lachgas (N₂O) bedraagt 310. De nutriëntenbalans is opgebouwd uit de nutriënten stikstof (N) en fosfor (P). De CO₂ die bij de verbranding van hout vrijkomt wordt niet meegenomen in de berekening van de CO₂ uitstoot, omdat dit kortgebonden koolstof betreft (kortgebonden koolstof is onderdeel van de natuurlijke kringloop die bestaat uit de opname van CO₂ door biomassa en vervolgens het vrijkomen van deze CO₂ door de afbraak van deze biomassa).

De hoeveelheid koolstof die in Armhoede vastgelegd wordt in de bodem en in de bossen is berekend aan de hand van kentallen voor de vastlegging van koolstof in agrarische grond en in bomen.

4 Nul-meting

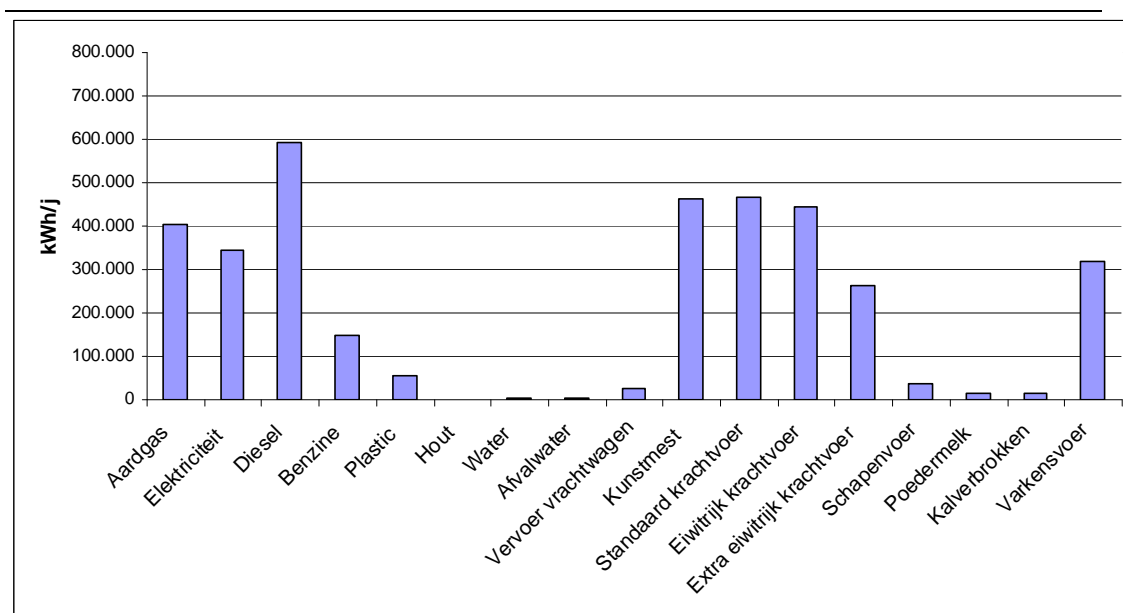
Op basis van de geïnventariseerde gegevens en de opgestelde uitgangspunten is er een 0-meting opgesteld voor het energieverbruik, broeikasgas emissie, nutriëntenbalans en de vastlegging van koolstof in Armhoede. Deze 0-meting is uitgevoerd door de ingaande en uitgaande stromen om te rekenen aan de hand van de in paragraaf 3.3 beschreven kentallen.

4.1 Energieverbruik

Het totale energieverbruik in Armhoede is berekend aan de hand van het directe energieverbruik en het indirecte energieverbruik van de verschillende ingaande en uitgaande stromen. Het directe energieverbruik bestaat uit het verbranden van fossiele brandstoffen zoals olie (benzine, diesel) en aardgas en het verbruik van elektriciteit. Het indirecte energieverbruik bestaat uit de energie die voor het transport van goederen (kunstmest, melk en andere stromen) en de energie die nodig is voor de productie van bijvoorbeeld kunstmest en drinkwater. De productie van kunstmest kost bijvoorbeeld veel energie omdat het vastleggen van stikstof een energie intensief proces is.

4.1.1 Energieverbruik Agrarische bedrijven

Het energieverbruik van de agrarische bedrijven in Armhoede wordt in figuur 4.1 weergegeven aan de hand van de verschillende aspecten.



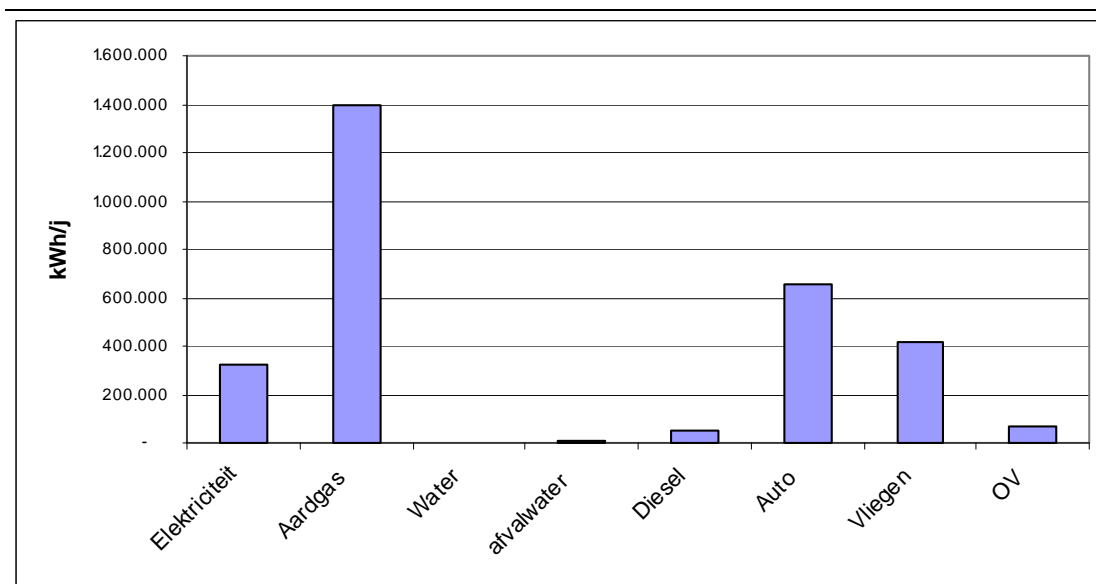
Figuur 4.1 Energieverbruik van verschillende agrarische processen

Uit figuur 4.1 volgt dat het energieverbruik van agrarische bedrijven met name veroorzaakt wordt door het gebruik van fossiele energie en het gebruik van krachtvoer.

4.1.2 Energieverbruik en productie huishoudens, landgoed Ampsen en stortplaats

Het energieverbruik van de huishoudens in Armhoede (37 stuks) is geïnventariseerd door GEAS en omgerekend naar een totaalverbruik. Het energieverbruik van landgoed Ampsen is gebaseerd op de gegevens die tijdens het interview geïnventariseerd zijn. Het totale energieverbruik van de huishoudens en het landgoed is weergegeven in figuur 4.2.

Het affakkelen van stortgas op de voormalige stortplaats is niet in figuur 4.2. opgenomen, omdat dit een zeer grote hoeveelheid energie betreft die niet direct als een verbruik kan worden aangemerkt.

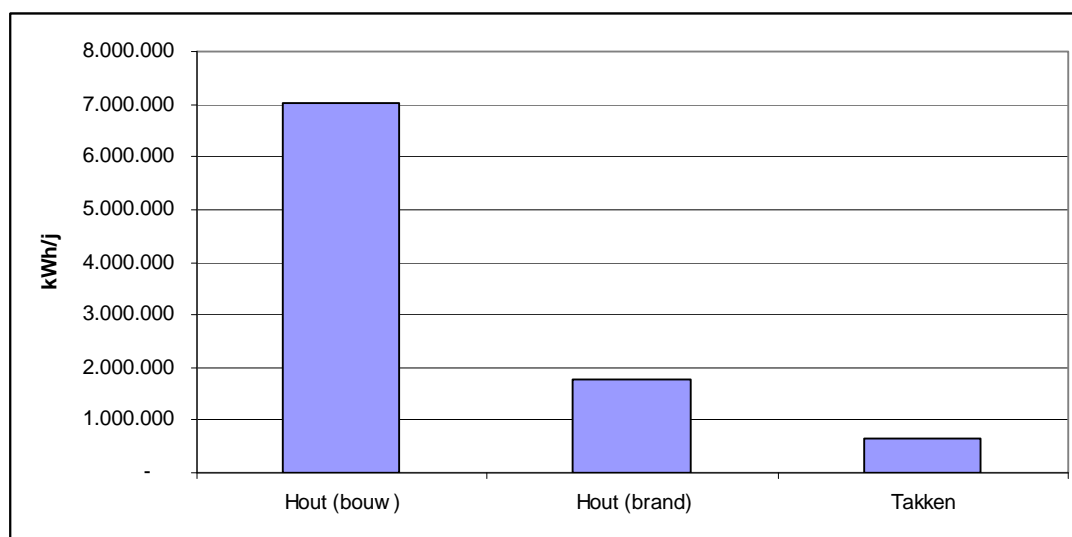


Figuur 4.2 Energieverbruik huishoudens en landgoed Ampsen

Uit figuur 4.2 is op te maken dat het energieverbruik binnen het huishouden met name veroorzaakt wordt door het gebruik van aardgas en elektriciteit. Het gebruik van de auto en het maken van vliegvakanties vormen ook een fors deel van het energieverbruik.

4.1.3 Productie van energie in Armhoede

Op landgoed Ampsen worden grote hoeveelheden hout geproduceerd welke afgevoerd worden buiten Armhoede. Het hout kan onderverdeeld worden in bouwhout (1.600 m³/j), brandhout (400 m³/j) en takken (150 m³/j). Het afgevoerde hout vertegenwoordigt een grote hoeveelheid potentiële energie welke weergegeven wordt in figuur 4.2.



Figuur 4.3 Energie inhoud hout landgoed Ampsen

Uit figuur 4.3 komt naar voren dat het afgevoerde hout een groot potentieel aan energie vertegenwoordigt (> 9.000.000 kWh/j). Hierbij moet opgemerkt worden dat het bouwhout nooit als brandstof gebruikt zal worden omdat het als bouw materiaal veel waardevoller is. De takken en het hout dat als brandhout afgevoerd wordt uit Armhoede vertegenwoordigt een hoeveelheid energie die gelijk staat aan 37 % van het totale energieverbruik van Armhoede

Een aspect wat nog niet meegenomen is betreft het verbranden van stortgas op de voormalige stortplaats in Armhoede. Stortgas bevat gemiddeld 60 % methaan (CH_4), wat een goede brandstof is. Per uur komt er gemiddeld 70 m^3 stortgas vrij, wat resulteert in een jaarlijkse productie van 600.000 m^3 stortgas (= 360.000 m^3 methaan). Het methaan wordt momenteel afgefakkeld (verbrand) en heeft een verbrandingswaarde van meer dan $3.000.000 \text{ kWh/jaar}$. De hoeveelheid stortgas die vrijkomt loopt elk jaar terug omdat de organische fractie in het afval langzaam afgebroken wordt.

4.1.4 Samenvatting energieverbruik

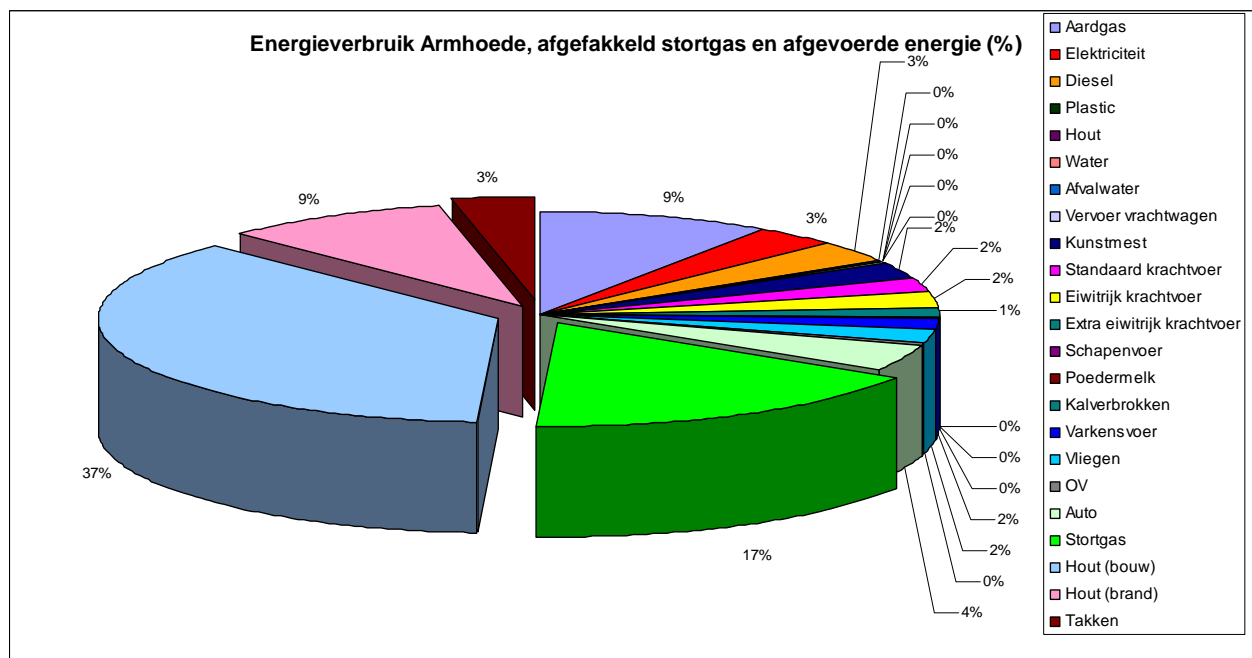
Door het energieverbruik van de agrarische bedrijven, de huishoudens en de bedrijven aan elkaar te koppelen ontstaat er een totaalbeeld van het energieverbruik in Armhoede. Het totale energieverbruik wordt weergegeven in tabel 4.1 en figuur 4.4. Het totale energieverbruik bestaat uit de energie die gebruikt wordt binnen Armhoede. Het afgefakkelde stortgas wordt en de energie die het gebied uitgevoerd wordt in de vorm van hout is niet bij het energiegebruik van Armhoede opgeteld.

Tabel 4.1 Totaal energieverbruik Armhoede, afgefakkeld stortgas en afgevoerde energie

Aspect	kWh/j Totaal
Aardgas	1.796.000
Elektriciteit	669.000
Diesel	642.000
Plastic	54.000
Hout	1.000
Water	6.000
Afvalwater	7.000
Vervoer vrachtwagen	26.000
Kunstmest	463.000
Standaard krachtvoer	467.000
Eiwitrijk krachtvoer	443.000
Extra eiwitrijk krachtvoer	264.000
Schapenvoer	38.000
Poedermelk	14.000
Kalverbrokken	15.000
Varkensvoer	319.000
Vliegen	413.000
OV	71.000
Auto	805.000
Totaal energieverbruik Armhoede	6.516.000
Overig	
Stortgas	3.238.000
Afgevoerd	
Hout (bouw)	7.040.000 *
Hout (brand)	1.760.000
Takken	660.000

* Het afgevoerde bouwhout zal niet voor energie doeleinden worden gebruikt en wordt daarom in het vervolg van de studie buiten beschouwing gelaten

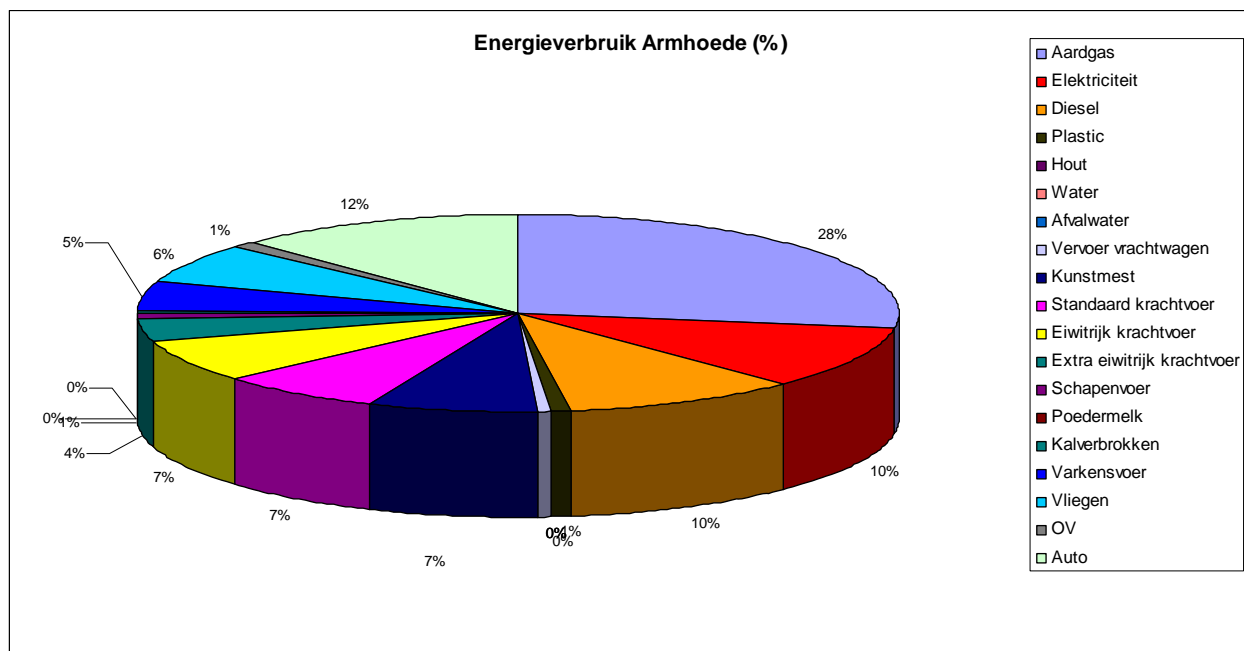
Het totale energieverbruik binnen Armhoede bedraagt 6.516.000 kWh per jaar. Het stortgas wordt niet daadwerkelijk gebruikt (afgefakkeld) en valt daarom onder de categorie overig. De energie die besloten ligt in het afgevoerde hout is apart weergegeven. In het taartdiagram (figuur 4.4.) zijn deze verschillende energiestromen inzichtelijk weergegeven.



Figuur 4.4 Totaal energieverbruik Armhoede, afgefakkeld stortgas en afgevoerd hout

Uit figuur 4.4 komt duidelijk naar voren dat de categorieën stortgas, bouwhout, brandhout en takken (losse taartpunten) grote energiestromen vertegenwoordigen. Het stortgas betreft echter een vorm van energie die niet daadwerkelijk door de huishoudens en agrariërs gebruikt wordt. De energie die besloten ligt in het afgevoerde bouwhout, brandhout en takken wordt niet binnen Armhoede gebruikt maar elders toegepast.

Het totale energieverbruik in Armhoede is weergegeven in figuur 4.5. Uit deze figuur komt naar voren dat aardgas veruit het belangrijkste deel van het energieverbruik vertegenwoordigd (28 %). Andere grote energieverbruikers betreffen het krachtvoer (14 %, waarvan standaard krachtvoer 7 % en eiwitrijk krachtvoer 7 %), en auto brandstof (10 %), diesilverbruik (10 %), elektriciteit (10 %).



Figuur 4.5 Totaal energieverbruik Armhoede

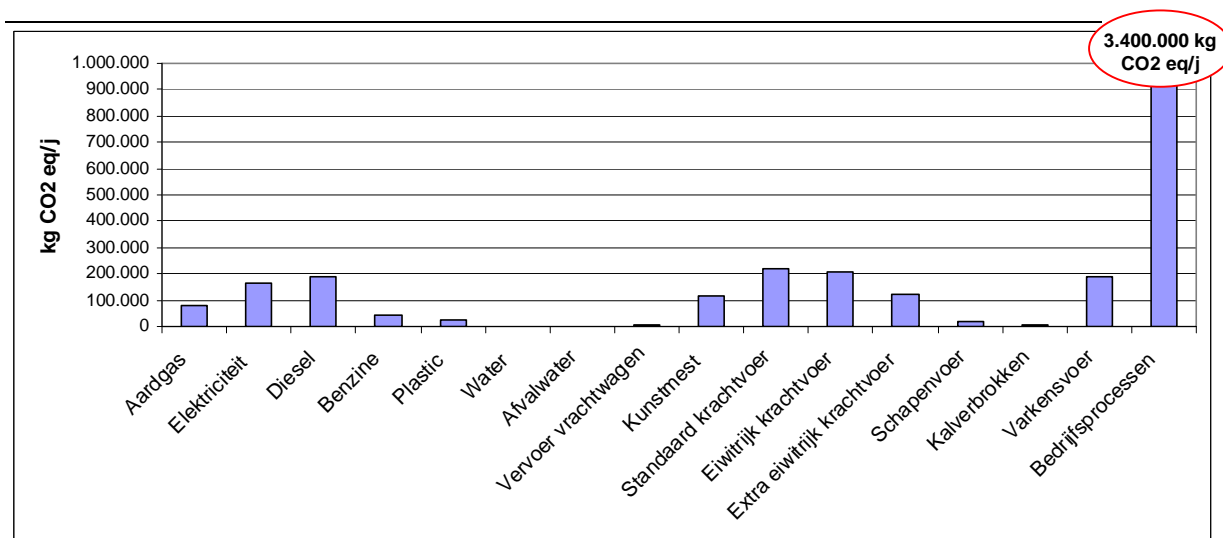
4.2 Uitstoot van broeikasgassen

De uitstoot van broeikasgassen is berekend aan de hand van CO₂ equivalenten. Hierbij is de uitstoot van methaan en lachgas omgerekend naar een CO₂ uitstoot.

4.2.1 Uitstoot van broeikasgassen agrarische bedrijven

In figuur 4.6 wordt de uitstoot van broeikasgassen door agrarische bedrijven in Armhoede weergegeven.

Kenmerk R001-4750100JBZ-rlk-V01-NL

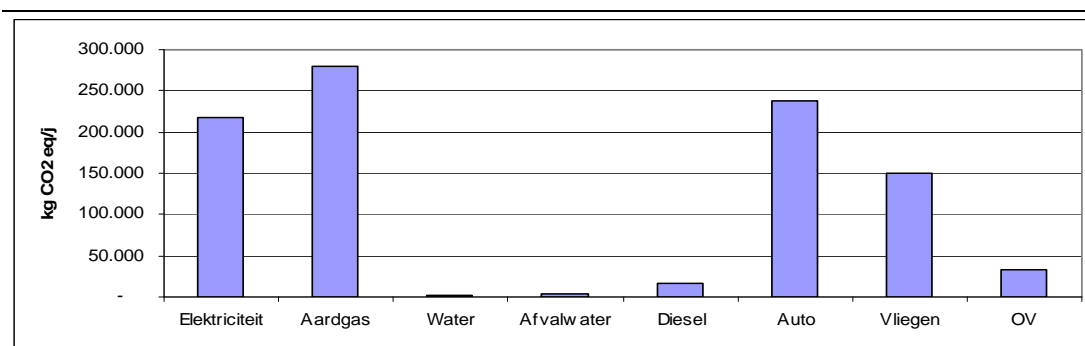


Figuur 4.6 Uitstoot van broeikasgassen van verschillende agrarische processen

Uit figuur 4.6 blijkt dat de bedrijfsprocessen verantwoordelijk zijn voor veruit het grootste deel van de broeikasgas emissie in Armhoede (methaan en N₂O emissie door vee). De uitstoot van broeikasgassen door bedrijfsgerelateerde processen is nog groter dan uit bovenstaand figuur blijkt omdat de schaal van het figuur tot 1.000.000 kg CO₂ eq/j loopt terwijl de uitstoot door bedrijfsgerelateerde processen 3.400.000 kg CO₂ eq/j bedraagt (dit is aangegeven in het figuur).

4.2.2 Uitstoot van broeikasgassen huishoudens, landgoed Ampsen en stortplaats

In figuur 4.7 wordt de uitstoot van broeikasgassen door huishoudens en het landgoed Ampsen in Armhoede weergegeven.



Figuur 4.7 Broeikasgasemissie huishoudens en landgoed Armhoede

De emissie van broeikasgassen door huishoudens is gerelateerd aan het gebruik van fossiele brandstoffen (elektriciteit, aardgas, diesel en benzine). De broeikasgassen die veroorzaakt worden door het verbranden van het stortgas zijn in figuur 4.7 niet meegenomen, omdat deze niet veroorzaakt worden door de huishoudens en bedrijven in Armhoede.

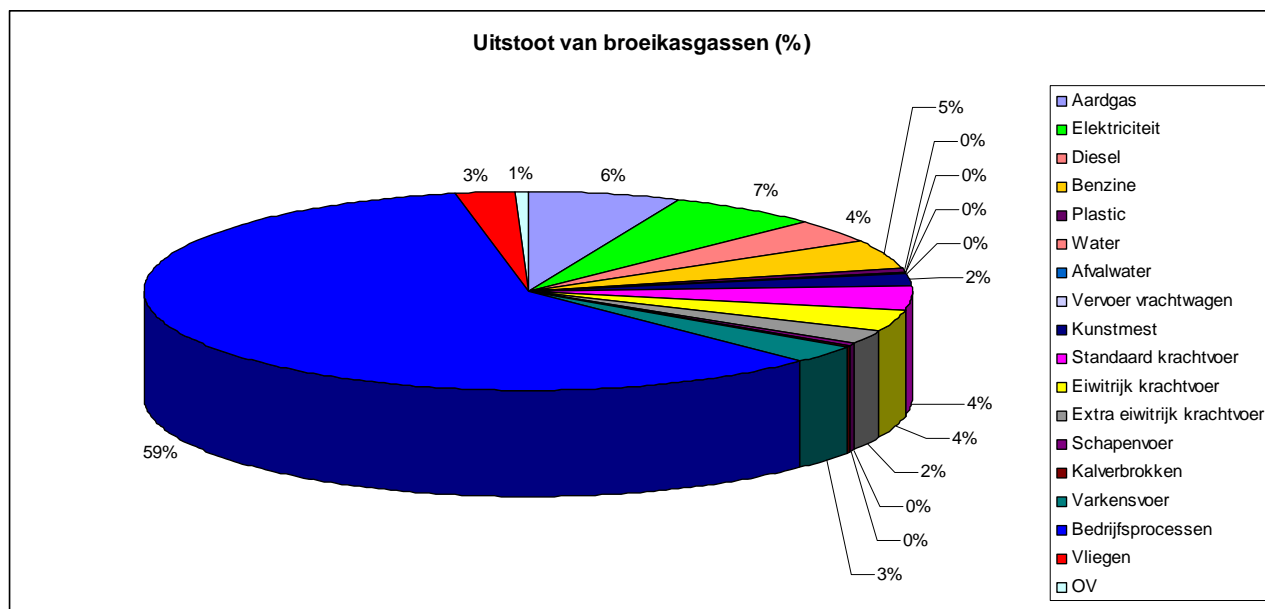
4.2.3 Samenvatting broeikasgassen

Door de uitstoot van broeikasgassen van de agrarische bedrijven, de huishoudens en het landgoed aan elkaar te koppelen ontstaat er een totaalbeeld van de uitgestoten broeikasgassen in Armhoede. De totale uitstoot wordt weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Totale uitstoot van broeikasgassen in Armhoede (CO₂ eq/j)

Aspect	Kg CO₂ eq
Aardgas	361.000
Elektriciteit	380.000
Diesel	208.000
Benzine	284.000
Plastic	25.000
Water	4.000
Afvalwater	6.000
Vervoer vrachtwagen	9.000
Kunstmest	118.000
Standaard krachtvoer	220.000
Eiwitrijk krachtvoer	208.000
Extra eiwitrijk krachtvoer	124.000
Schapenvoer	18.000
Kalverbrokken	7.000
Varkensvoer	188.000
Bedrijfsprocessen	3.397.000
Vliegen	150.000
OV	33.000
Totale CO₂ uitstoot	5.742.000

De uitstoot van broeikasgassen is in figuur 4.8 weergegeven middels een taartdiagram.



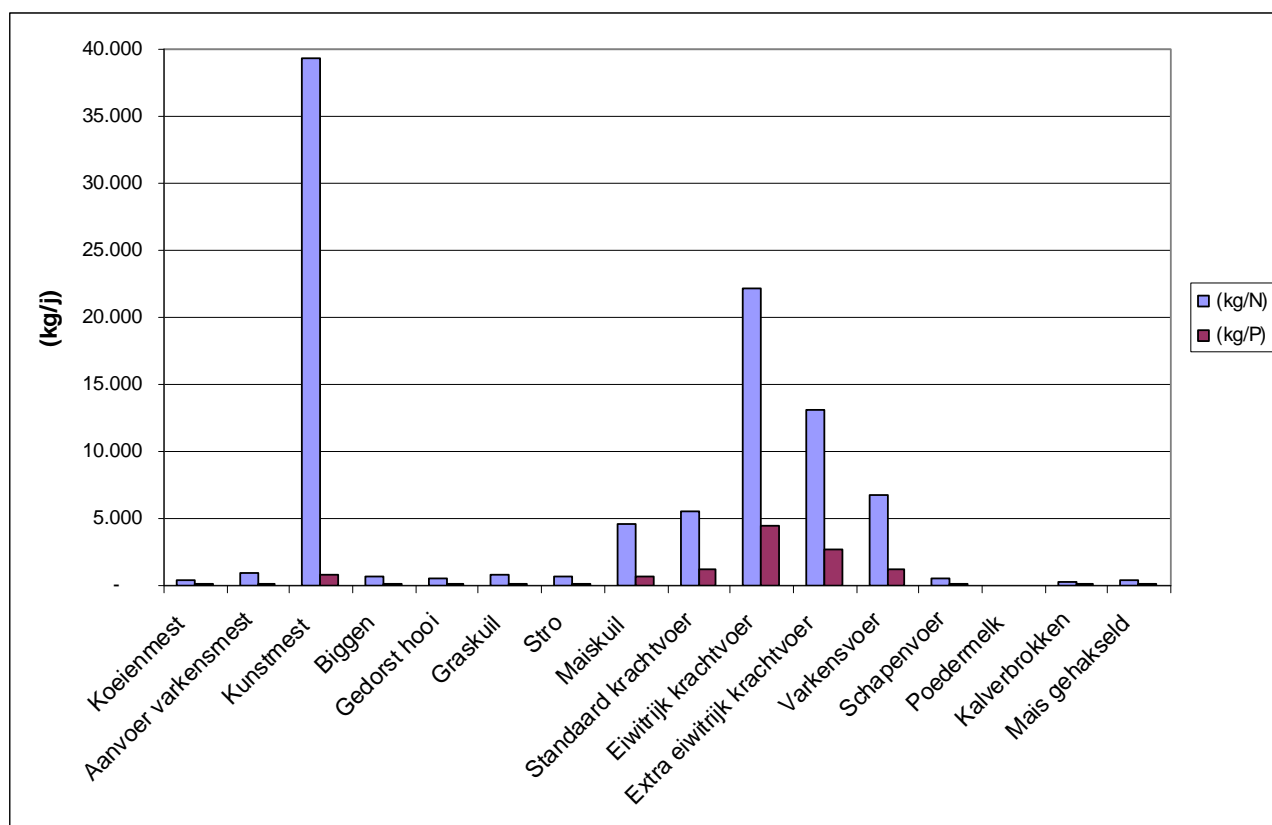
Figuur 4.8 Totale uitstoot van broeikasgassen Armhoede

Uit figuur 4.8 valt op te maken dat de bedrijfsprocessen verantwoordelijk zijn voor verreweg het grootste deel van de uitstoot van broeikasgassen. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat koeien en varkers veel methaan uitstoten. In vergelijking met CO₂ heeft methaan (CH₄) een 21 keer sterker broeikaseffect waardoor het totale effect uitgedrukt in CO₂ equivalenten groot is. De CO₂ uitstoot die gepaard gaat met het verbranden van stortgas is niet meegenomen in de totale CO₂ uitstoot van Armhoede, omdat deze niet veroorzaakt wordt door de huishoudens en bedrijven.

4.3 Nutriëntenbalans

4.3.1 Ingaande stromen

In Figuur 4.9 wordt een overzicht gegeven van de nutriëntenstromen die het gebied ingaan middels de verschillende aangevoerde producten.

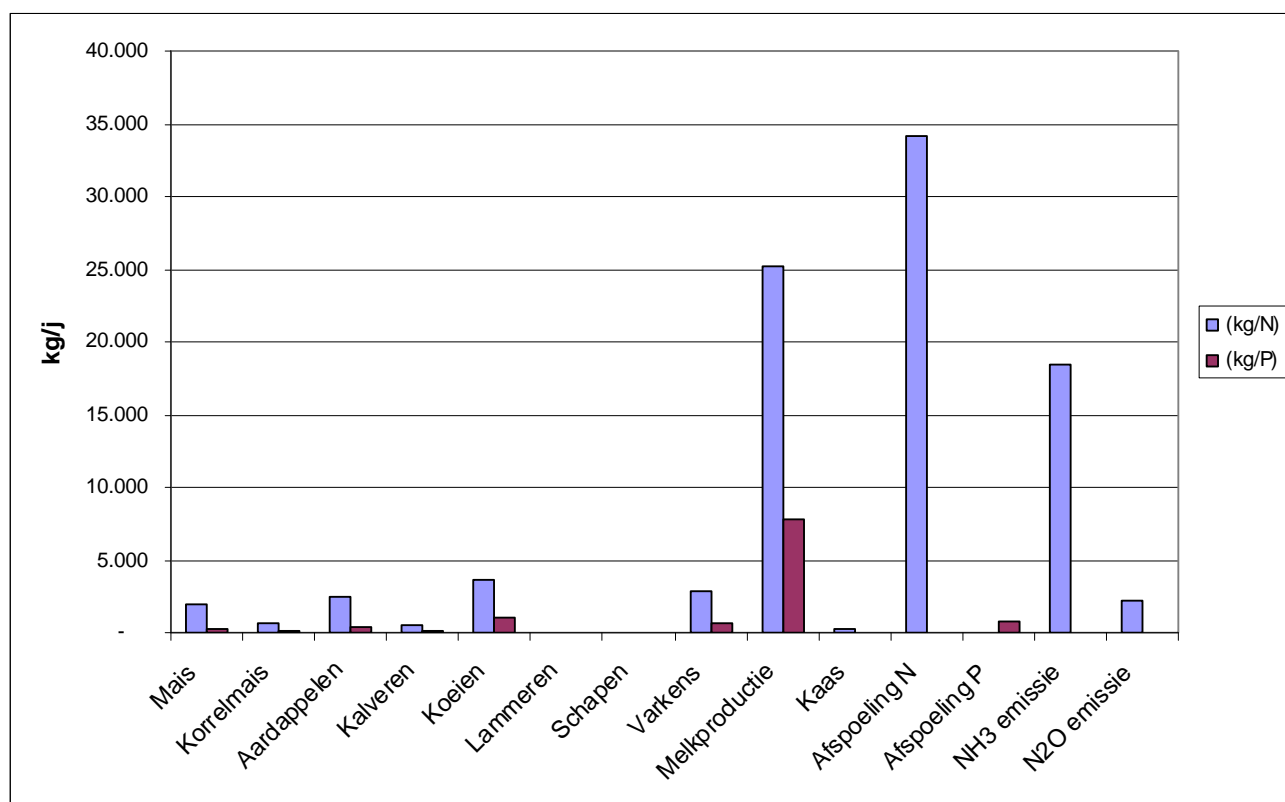


Figuur 4.9 Ingaande nutriëntenstromen (kg/j)

Uit figuur 4.9 blijkt dat de meeste nutriënten aangevoerd worden door het gebruik van kunstmest en krachtvoer. De nutriënten die aangevoerd worden door extern geproduceerde gewassen zoals maïs en gras zijn beperkt.

Uitgaande stromen

In figuur 4.10 wordt een overzicht gegeven van de nutriëntenstromen die het gebied uitgaan middels de verschillende afgevoerde producten.



Figuur 4.10 Uitgaande nutriëntenstromen (kg/j)

Uit figuur 4.10 komt naar voren dat de meeste stikstof het gebied verlaat door uitspoeling en het transport van melk uit het gebied. Fosfor wordt het gebied uitgevoerd door de afvoer van melk en de afvoer van koeien uit Armhoede.

4.3.2 Samenvatting nutriëntenbalans

In tabel 4.3 wordt een totaaloverzicht gegeven van de nutriëntenstromen die het gebied in- en uitgaan.

Tabel 4.3 In- en uitgaande nutriëntenstromen per jaar

Nutriënten ingaand			Nutriënten uitgaand			Balans (kg/j)
	Kg N/j	Kg P/j		Kg N/j	Kg P/j	
Koeienmest	400	70	Mais	1.900	310	
Aanvoer						
varkensmest	900	100	Korrelmais	700	150	
Kunstmest	39.300	790	Aardappelen	2.400	380	
Biggen	600	130	Kalveren	500	150	
Gedorst hooi	600	80	Koeien	3.600	970	
Graskuil	900	120	Lammeren	20	10	
Stro	700	80	Schapen	30	10	
Maiskuil	4.600	730	Varkens	2.900	620	
Standaard						
krachtvoer	5.600	1.200	Melkproductie	25.200	7.750	
Eiwitrijk						
krachtvoer	22.100	4.500	Kaas	200	20	
Extra eiwitrijk						
krachtvoer	13.200	2.680	Uitspoeling N	34.200		
Varkensvoer	6.88	1.200	Uitspoeling P		820	
Schapenvoer	600	200	NH3-N emissie	18.900		
Poedermelk	100	10	N2O-N emissie	2.200		
Kalverbrokken	300	110				
Mais gehakseld	400	70				
Totaal N	97.100			92.750		4.350
Totaal P		12.070			11.190	880

In tabel 4.3 worden de verschillende ingaande en uitgaande nutriëntenstromen in beeld gebracht. Uit het figuur blijkt dat de ingaande en uitgaande nutriëntenstromen redelijk gelijkwaardig zijn. Enerzijds worden er middels kunstmest en krachtvoer veel nutriënten ingevoerd. Anderzijds verdwijnen er door de afvoer van melk, uitspoeling en emissie (NH₃ en N₂O) een zelfde hoeveelheid nutriënten.

4.4 Koolstof vastlegging

4.4.1 Vastlegging van koolstof op agrarische grond en in bossen

Bij de groei van planten wordt koolstof (CO₂) vastgelegd in de vorm van biomassa. Koolstof die aan de bodem toegevoegd wordt in de vorm van mest wordt gedeeltelijk omgezet in organische stof. Afhankelijk van de functie van de bodem (bijvoorbeeld agrarisch, bebouwd of natuur) wordt deze biomassa jaarlijks afgevoerd (agrarisch) of wordt deze opgeslagen in de vorm van groeiende bomen en planten.

In Nederlandse agrarische sector wordt over het algemeen netto geen koolstof vastgelegd omdat de vastgelegde koolstof geogost wordt als gewas en er van nature organische stof afgebroken wordt in de bodem. De hoeveelheid vastgelegde koolstof op agrarische grond kan echter vergroot worden door meer koolstof op te slaan in de bodem (hierdoor neemt het organische stof gehalte in de bodem toe). Er zijn verschillende mogelijkheden om de hoeveelheid koolstof die vastgelegd wordt in agrarische grond te vergroten zoals:

- Vervanging van drijfmest door vaste mest
- Toediening van compost
- Toepassen van gewasrotatie en inwerken van gewasresten
- Toepassen van groenbedekker
- (tijdelijk) Grasland in plaats van akkerland
- Vermindering van koolstofmineralisatie door een minder intensieve bewerking van de bodem

Koolstofvastlegging vindt vooral plaats in bossen. Door de groei van bomen en planten wordt er in een gemiddeld Nederlands bos netto 600 kg koolstof per hectare vastgelegd. Deze netto vastlegging betreft de netto groei van de biomassa in het bos na aftrek van de afgevoerde biomassa (bouwhout, brandhout en takken).

4.4.2 Vastlegging van koolstof in Armhoede

De totale oppervlakte aan bos in Armhoede bedraagt 330 hectare. Dit bos ligt geheel op het landgoed Ampsen. In tabel 4.3 wordt het beboste oppervlak weergegeven onderverdeeld naar bostype.

Tabel 4.4 Verdeling van bos in Armhoede

Soort	Oppervlak (ha)
Licht naaldbos	167
Donker naaldbos	43,5
Licht loofbos	38,4
Donker loofbos	13,6
Jonge bossen	67,7
Totaal	330,2

In Armhoede is er tevens een relatief groot oppervlak aan lanen en bomenrijen (zowel op het landgoed Ampsen als langs het agrarische land). Dit oppervlak is echter moeilijk definieerbaar. In totaal wordt dit beboste oppervlak geschat op 5 hectare.

Op basis van een totale beboste oppervlakte van 335 hectare en een netto koolstofvastlegging van 600 kg koolstof per hectare resulteert dit in een vastlegging van 201 ton koolstof per jaar. Omgerekend naar CO₂ komt dit neer op een vastlegging van 737 ton CO₂.

Uitgaande van de totale CO₂ uitstoot van Armhoede van 5.742 ton (zie paragraaf 4.2.3) komt dit er op neer dat 13 % van de geproduceerde CO₂ weer vastgelegd wordt binnen Armhoede.

5 Discussie en conclusie

5.1 Discussie

In deze studie is voor de regio Armhoede in beeld gebracht welke stromen er het gebied in- en uitgaan en welke (bedrijfs)activiteiten er in Armhoede plaatsvinden. Op basis van deze inventarisatie is het energieverbruik, de uitstoot van broeikasgassen, de nutriëntenbalans en de vastlegging van koolstof in Armhoede bepaald aan de hand van geïnventariseerde gegevens en kentallen.

5.2 Conclusies

Op basis van de resultaten uit deze studie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De totale hoeveelheid energie die binnen Armhoede gebruikt wordt bedraagt 6.516.000 kWh
- De hoeveelheid potentiële energie die binnen Armhoede geproduceerd wordt in de vorm van stortgas, brandhout en takken bedraagt meer dan 5.000.000 kWh, waarvan meer dan 3.000.000 kWh door stortgas en meer dan 2.000.000 kWh door brandhout en takken
- De hoeveelheid stortgas die per uur geproduceerd wordt zal geleidelijk afnemen, omdat de organische verbindingen die omgezet kunnen worden reeds afgebroken zijn.
- Het stortgas wordt momenteel afgefakkeld zonder een verdere toepassing van de ontstane warmte en het brandhout en de takken worden buiten Armhoede verbrand
- De totale broeikasgasemissie van Armhoede bedraagt bijna 6.000.000 CO₂ equivalenten per jaar (exclusief de CO₂ die ontstaat door het verbranden van stortgas).
- Het merendeel van de broeikasgassen wordt veroorzaakt door de bedrijfsprocessen in de melkveehouderij (3.400.000 CO₂ eq/j), gevolgd door de broeikasgasemissies door de verbranding van fossiele brandstoffen en de productie van kunstmest en krachtvoer
- De berekende ingaande nutriëntenstromen zijn ongeveer gelijk aan de berekende uitgaande nutriëntenstromen waardoor de berekende waarden aannemelijk kunnen worden geacht
- De nutriënten die het gebied Armhoede binnenkomen worden vooral aangevoerd via kunstmest en krachtvoer
- Nutriënten verlaten het gebied vooral via melk, uitspoeling en vervluchtiging
- Koolstof wordt voornamelijk vastgelegd in het beboste oppervlak van Armhoede
- De hoeveelheid CO₂ die vastgelegd wordt in Armhoede bedraagt 13 % van de totale hoeveelheid CO₂ die geproduceerd wordt in Armhoede

Kenmerk R001-4750100JBZ-rlk-V01-NL

6 Aanbevelingen

Het doel van de 0-meting is het inzichtelijk (kwantificeerbaar) maken van de milieubelasting van het gebied Armhoede door het berekenen van het energieverbruik, uitstoot van broeikasgassen, nutriëntenverbruik en de opslag van koolstof in het gebied.

Dit onderzoek heeft waardevolle inzichten verschaft in de verschillende stromen die Armhoede in en uitgaan en het milieu effect van deze stromen. Ook kunnen er op basis van dit onderzoek aanbevelingen worden gedaan over de mogelijkheden om in Armhoede een duurzaam energie landschap te realiseren.

Energie

Het energieverbruik binnen Armhoede wordt vooral veroorzaakt door het gebruik van fossiele brandstoffen (diesel, aardgas), elektriciteit en door de energie die benodigd is voor de productie van krachtvoer en kunstmest. Er zijn verschillende mogelijkheden om het energieverbruik te verminderen. De volgende mogelijkheden verdienen aanbeveling om nader onderzocht te worden:

- Het verdient aanbeveling om mogelijkheden te onderzoeken om het gas- en elektriciteitsverbruik van de woningen te verminderen (isolatie, spaarlampen, et cetera)
- Nader onderzoek naar een betere benutting van het stortgas door het bijvoorbeeld te verbranden in een WKK installatie waarmee elektriciteit en warmte geproduceerd worden
- Het brandhout en de takken van landgoed Ampsen kunnen goed gebruikt worden als brandstof binnen Armhoede waardoor de vraag naar fossiele brandstoffen daalt. Het brandhout en de takken bieden ook mogelijkheden om koolstof vast te leggen in de agrarische bodem waardoor het organische stof gehalte van de bodem toeneemt
- De vergisting van dierlijke mest en biomassa stromen uit Armhoede is niet interessant omdat er in het gebied nauwelijks vergistbare stromen beschikbaar zijn (alle biomassa wordt op het land gebracht)
- Er is in Armhoede veel oppervlakte beschikbaar die in potentie gebruikt kan worden om duurzame energie mee op te wekken (voorbeelden hiervan zijn het terrein van de voormalige vuilstort en de daken van stallen en huizen)
- In de omgeving van Armhoede bevinden zich veel potentiële reststromen (warmte en biomassa) die ingezet kunnen worden om de productie van duurzame energie in Armhoede te vergroten

Broeikasgassen

Broeikasgassen komen vooral vrij als gevolg van de methaan uitstoot van het melkvee. Andere processen waarbij veel broeikasgassen vrijkomen zijn de verbranding van fossiele brandstoffen en de productie van kunstmest en krachtvoer. Mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen in Armhoede te verminderen zijn:

- Nader onderzoek naar het gebruik van hout en overige biomassastromen als brandstof. Deze brandstoffen leveren een reductie van broeikasgassen op omdat er bij de verbranding van biomassa alleen kort cyclische CO₂ vrijkomt die deel uitmaakt van de natuurlijke CO₂ kringloop
- Het is twijfelachtig of dichte vloeren leiden tot een broeikasgasreductie (vanuit het perspectief van dierenwelzijn is het geen gewenste ontwikkeling omdat de kans op uitglijden en ander pootletsel toeneemt)
- Nader onderzoek moet uitwijzen welke mogelijkheden er beschikbaar zijn om de uitstoot van bedrijfsgerelateerde broeikasgassen te verminderen en in welke mate deze toepasbaar zijn binnen Armhoede
- Nader onderzoek moet uitwijzen welke mogelijkheden er zijn om de uitstoot van broeikasgassen door fossiele brandstoffen en kunstmest te verminderen en in welke mate deze toepasbaar zijn binnen Armhoede

Nutriënten

Nutriënten worden aangevoerd middels kunstmest en krachtvoer en verlaten het gebied middels melkafvoer, uitspoeling en de emissie van ammonium. De volgende mogelijkheden verdienen aanbeveling om nader onderzocht te worden:

- Nader onderzoek naar een gebiedsgerichte aanpak voor een optimaal hergebruik van de nutriënten in het gebied Armhoede
- Aanvullend onderzoek naar de verschillende methoden op bedrijfsniveau om de uitstoot van ammoniak te verminderen
- Nader onderzoek naar de mogelijkheden om de uitspoeling van nutriënten te reduceren en de terugwinning van nutriënten te optimaliseren

Vastlegging van koolstof

De vastlegging van koolstof in Armhoede wordt voornamelijk bepaald door het beboste oppervlak omdat er in de Nederlandse agrarische sector om verschillende redenen netto geen koolstof wordt vastgelegd. Er bestaan verschillende mogelijkheden om de vastlegging van koolstof in Armhoede te verbeteren wat in de volgende aanbevelingen resulteert:

- Nader onderzoek naar de mogelijkheden om meer koolstof vast te leggen in de agrarische bodem door veranderingen in de bedrijfsvoering. In dit onderzoek worden modelberekeningen uitgevoerd voor verschillende typen bedrijfsvoering waarmee de hoeveelheid koolstof berekend kan worden die netto in de bodem wordt opgeslagen
- Nader onderzoek naar de technische mogelijkheden om meer koolstof vast te leggen in de agrarische bodem

Kenmerk R001-4750100JBZ-rlk-V01-NL

Bijlage

1

Interview agrariērs

Vragenlijst agrariërs Armhoede

De onderstaande vragen hebben betrekking op de bedrijfsgegevens uit 2010 (en 2009). Indien eenvoudig beschikbaar zullen de gegevens over een langere periode opgevraagd worden.

De belangrijkste bronnen voor onderstaande gegevens zijn:

- Mineralenboekhouding
- Bedrijfsboekhouding

1. Algemene vragen

1.1 Betreft uw bedrijf een veeteelt of akkerbouw bedrijf?

.....

1.2 Indien uw bedrijf een veeteelt bedrijf betreft, wat voor dieren houdt u dan en hoeveel (melkvee / jongvee)?

.....

1.3 Indien uw bedrijf een akkerbouwbedrijf betreft, wat verbouwt u?

.....

1.4 Wat is de oppervlakte (ha) van uw akkerbouwgrond (opgesplitst per gewas)?

.....

1.5 Wat is de oppervlakte (ha) van uw grasland?

.....

1.6 Op wat voor soort grond verbouwt u (zand, klei, veen)?

.....

2. Ingaande stromen

2.1 Energie

2.1.1 Hoeveel elektriciteit (kWh) heeft u in 2009 en 2010 op uw bedrijf gebruikt?

.....

2.1.2 Hoeveel gas (m3) heeft u in 2009 en 2010 op uw bedrijf gebruikt?

.....

2.1.3 Hoeveel diesel (liter) heeft u in 2009 en 2010 gebruikt (indien geen antwoord, indicatie)?

.....

2.1.4 Heeft u in 2009 en 2010 andere brandstoffen gebruikt (zo ja hoeveel)?

.....

2.2 Water

2.2.1 Hoeveel leidingwater (m³) heeft u in 2009 en 2010 verbruikt op uw bedrijf?

.....

2.2.2 Op welke manier wordt het afvalwater afgevoerd/behandeld?

.....

2.3 (Kunst)mest

2.3.1 Gebruikt u kunstmest of mest als bodemverbeteraar?

.....

2.3.2 Indien mest, welke eigenschappen / (nutriënten)samenstelling heeft deze mest?

.....

2.3.3 Indien kunstmest, welke eigenschappen / samenstelling heeft deze kunstmest?

.....

2.3.4 Hoeveel kunstmest heeft u in 2009 en 2010 over uw land uitgereden?

.....

2.3.5 Hoeveel ladingen kunstmest in 2009 en 2010 aangevoerd en over welke afstand?

.....

2.3.6 Hoeveel mest heeft u in 2009 en 2010 over uw land uitgereden?

.....

2.4 Veevoeder

2.4.1 Indien veeteelt, welk voedsel heeft u in 2009 en 2010 aan uw vee gevoed (droge stof gehalte, samenstelling en kenmerken van de voeders meenemen)?

.....

2.4.2 Hoeveel ton van de verschillende diervoeders heeft u in 2009 en 2010 aan uw vee gevoed?

.....

2.4.3 Hoeveel ladingen veevoeder en over welke afstand aangevoerd in 2009 en 2010?

.....

2.5 Andere ingaande stromen

2.5.1 Hoeveel plastic en/of folie heeft u in 2009 en 2010 ingekocht (meter)?

.....

2.5.2 Hoeveel verpakkingsmateriaal heeft u in 2009 en 2010 ingekocht (ton)?

.....

2.5.3 Hoeveel herbiciden/pesticiden heeft u in 2009 en 2010 gebruikt (ton)?

.....

2.5.4 Heeft u in 2009 en 2010 nog andere stromen ingekocht / gebruikt (hout, staal, steen, et cetera)?

.....

2.5.5 Hoeveel van deze stromen heeft u in 2009 en 2010 ingekocht / gebruikt (hoeveel ladingen en over welke afstand aangevoerd)?

.....

3. Uitgaande stromen

3.1 Melk

3.1.1 Hoeveel melk (ton) heeft u in 2009 en 2010 geproduceerd?

.....

3.1.2. Wat is de samenstelling van de geproduceerde melk (droge stof, eiwitten, vetten)?

.....

3.1.2 Hoeveel van deze melk (ton) is naar een externe afnemer vervoerd?

.....

3.1.3 In hoeveel ladingen en over welke afstand is de melk vervoerd?

.....

3.2 Gewassen

3.2.1 Hoeveel gewassen (ton) heeft u in 2009 en 2010 geproduceerd (onderverdeeld naar gewas, droge stof gehalte en samenstelling)?

.....

3.2.2 Hoeveel van deze gewassen (ton) zijn naar een externe afnemer vervoerd?

.....

3.2.3 In hoeveel ladingen en over welke afstand zijn deze gewassen vervoerd?

.....

3.3 Afval

3.3.1 Hoeveel agrarisch groenafval (ton) heeft u in 2009 en 2010 geproduceerd (onderverdeeld naar soort groenafval)?

.....

3.3.2 Op welke manier is dit afval in 2009 en 2010 verwerkt (op het land of afgevoerd per as)?

.....

3.3.3 Indien afgevoerd per as, hoeveel ladingen en hoeveel km?

.....

3.3.4 Hoeveel overig afval (ton) heeft u in 2009 en 2010 geproduceerd (onderverdeeld naar soort afval)?

.....

3.3.5 Over welke afstand is dit overige afval afgevoerd en hoeveel vrachten betrof het?

.....

3.4 Mest

3.4.1 Hoeveel ton mest heeft u in 2009 en 2010 geproduceerd?

.....

3.4.2 Hoeveel mest (ton) heeft u in 2009 en 2010 op het land gebracht en hoeveel afgevoerd voor externe verwerking?

.....

3.4.3 Over welke afstand is deze mest vervoerd en hoeveel vrachten betrof het?

.....

3.4.4 Wat is de samenstelling van de mest (droge stof, N en P gehalte)?

.....

3.4.5 Op welke manier wordt de afgevoerde mest verwerkt (vergisting, compostering, et cetera)?

.....

3.5 Zelf geproduceerde energie

3.5.1 Produceert u zelf energie door middel van vergisting, zo ja hoeveel in 2009 en 2010 (kWh)?

.....

3.5.2. Produceert u zelf op een andere manier energie (WKK, pv, et cetera), zo ja hoeveel in 2009 en 2010 (kWh)?

.....

4 Aanvullende vragen in verband met afstudeeropdracht Biodiversiteit

4.1 Natuurbeheer

4.1.1 Vindt er op uw grond enige vorm van natuurbeheer plaats, zo ja welke?

.....

4.1.2 Staan er houtwallen/singels op uw perceel, zo ja hoeveel meter?

.....

4.1.3 Door wie worden deze onderhouden, indien door uzelf, hoe?

.....

4.2 Perceelbeheer

4.2.1 Wordt bij het bemesten het land gescheurd?

.....

4.2.2 Om de hoeveel jaar wordt de grasmat vernieuwd?

.....

4.2.3 Maakt u gebruik van natuurlijke bemesting door bijvoorbeeld klaver in te zaaien?

.....

4.2.4 Wat is uw gemiddelde grasproductie per hectare?

.....

4.2.5 Indien u maïs teelt, gebruikt u dit zelf als voer of wordt het verkocht?

.....

4.2.6 Indien u maïs teelt, past u na de oogst ook een vanggewas (tegen uitspoeling van nutriënten) toe, zo ja hoe?

.....

4.2.7 Indien u maïs teelt, past u ook een wisselteelt toe met bijvoorbeeld rogge / gras, zo ja hoe?

.....

4.3 Bodemanalyse

4.3.1 Heeft u gegevens van de gesteldheid van de bodem beschikbaar zoals:

- pH
- Organische stof gehalte
- Nutriënten rijkdom (N,P,K)
- Bodemleven (soorten, aantallen)

Bijlage

2

Uitgangspunten

		Energie	Broeikasgassen			nutrienten		Referentie (titel, auteur, jaartal)
		Kwh (kWh/kg)	CO2 (kg CO2/kg)	CH4 kg CO2 eq/kg	N2O kg CO2 eq/kg	N (g N/kg)	P (g P/kg)	
Kunstmest	kg N	11,61	3,0			1000		Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag (de biologische en de gangbare landbouw vergeleken, Jules Bos, Jar
	kg P2O5	3,33	1,2				0,44	Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag (de biologische en de gangbare landbouw vergeleken, Jules Bos, Jar
Uitvoer	Melk			0,51	0,25	5,75	1,77	Op basis van interview
	Kaas					42,50	4,00	Op basis van interview
	Koe					29,4	7,99	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 7 Forfaitaire gehalten stikstof en fosfaat in dieren
	Kalf							
	Varken					25	5,37	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 7 Forfaitaire gehalten stikstof en fosfaat in dieren
	Schaap					25	6,00	(gegeven waarde door enquête)
(Kracht)voer	maiskorrel (g/kg ds)					16	3,49	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 9 Forfaitaire gehalten stikstof en fosfaat in dieren
	stro (g/kg ds)					6,9	0,80	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 9 Forfaitaire gehalten stikstof en fosfaat in dieren & Energieverbruik, broeikasgasemissies
	hooi (g/kg)					19,3	2,49	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 9 Forfaitaire gehalten stikstof
	weidegras (g/kg)					31	4,00	Kentallen indien geen gegevens bekend
	graskuil (g/kg)					13,8	1,88	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Mid Mest per km3/j 25
	maiskuil (g/kg ds)					13,8	2,20	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Mid mest per j cm3/j 10
	standaard krachtvoer	1,75	0,8			21	4,50	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Mid Waterverbruik m3/j 150
	eiwitrijk krachtvoer	1,44	0,7			31	5,00	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Mid Grasopbrei ton ds/j 10
	extra eiwitrijk krachtvoer	1,08	0,5			54	11,00	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
	voederbieten (g/kg ds)					13,4	1,80	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
	Schapenvoer	1,75	0,8			27,6	9,07	Berekend
	Poedermelk	7,72	3,6			32,6	6,60	Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag (de biologis elektriciteit
	Kalverbrokken	1,75	0,8			28,9	12,60	Berekend
	Kippenvoer	1,75	0,8			8,4	3,70	Berekend
	Aardappelen					17,8	2,79	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 9 Forfaitaire gehalten stikstof en fosfaat in dieren
	Varkensvoer	1,39	0,8			29,6	5,20	http://edepot.wur.nl/115246
Plastic	PE (MDPE)	24,17	11,4					Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag (de biologische en de gangbare landbouw vergeleken, Jules Bos, Jar
Water	Drinkwater	0,0006	0,0004					Op weg naar een klimaatneutrale waterketen, Jos Frijns, Mirabella Mulder & Jelle Roorda, Stowa, Utrecht 2008
	Afvalwater	0,0007	0,0006					Op weg naar een klimaatneutrale waterketen, Jos Frijns, Mirabella Mulder & Jelle Roorda, Stowa, Utrecht 2008
Mest	Koe					4,42	0,79	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 5 Forfaitaire gehalten stikstof en fosfaat in dieren
	Varken					9	1,01	Mestbeleid 2010-2013: Tabellen, Tabel 5 Forfaitaire gehalten stikstof en fosfaat in dieren
Brandstoffen		(kWh)	(kg CO2)	(kg CH4)	(kg N2O)			
	Benzine (liter)	9,17	2,78					http://www.milieubarometer.nl/uploads/files/CO2%20factoren%202010%20en%20feb2011.pdf
	Diesel (liter)	9,84	3,19					http://www.milieubarometer.nl/uploads/files/CO2%20factoren%202010%20en%20feb2011.pdf
	Elektriciteit (kWh)	1,00	0,47					http://www.milieubarometer.nl/uploads/files/CO2%20factoren%202010%20en%20feb2011.pdf
	Aardgas (m3)	8,80	1,77					http://www.milieubarometer.nl/uploads/files/CO2%20factoren%202010%20en%20feb2011.pdf
	Hout (kg)	4,40	0,00					Binas
	Vrachtwagen (1 km)	2,95	0,96					Berekend
	Varken		210,0	210				http://www.senternovem.nl/mmfiles/Meetprotocol%20mestkoelen_tcm24-246571.pdf
Uitspoeling						kg N/ha per jaar	kg P/ha per jaar	
	Grasland op zand						1,30	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
	grasland op klei							Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
	grasland op veen							Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
	maisland op zand						4,20	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
	bouwland op zand						1,80	Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
	bouw en maisland op klei							Mineralenstroom milieumodule in BBPR, R. Schreuder, J.C. Van Middelkoop, J. Aalenhuis & F. Mandersloot, 1995.
Vervluchtiging						kg N	kg P	
	NH3-N emissie ton melk					4,21		Maatregelen om ammoniakemissie bij bovengronds toedienen van mest te beperken, S.Tamminga, et al, 2009
	NH3-N per varken					1,4		Reductie van ammoniakemissie op vleesvarkensbedrijven via gecombineerde maatregelen
Koolstofvastlegging								
	kg CO2 per ha bos		2200					http://www.probos.net/bosdigitaal/html/doc_milieue_txt.html
	kg C per ha bos		600,0					
	kg C per ha agrarische grond		0,0					

Bijlage

3

Beschikbare stromen in de omgeving van Armhoede

Omgeving Armhoede (gemeente, bedrijven en anderen)

De gemeente Lochem voert biomassastromen af zoals GFT-afval en snoeiafval. Ook bevinden zich in de omgeving van Armhoede enkele grote bedrijven die in potentie energie en/of biomassa over hebben. Van deze bedrijven is het energieverbruik en de potentiële levering van biomassa geïnventariseerd. In onderstaande tabel wordt een samenvatting gegeven van de potentieel jaarlijks beschikbare energie- en biomassastromen.

Tabwel b3.1 Energieverbruik en biomassastromen door bedrijven in de nabijheid van Armhoede

Stroom	Eenheid	Hoeveelheid
GFT afval	ton	4.500
Snoeiafval	ton	162
Overige biomassastromen	ton	190
Koelwater (30 °C)	m ³	4.380.000
Koelwater (40 °C)	m ³	1.000.000

Het GFT-afval van de gemeente wordt momenteel door Berkel Milieu afgevoerd naar de VAR in Wilp om daar achtereenvolgens te worden vergist en gecomposteerd. De VAR is een van de eerste verwerkers van GFT afval die overgegaan is op de gecombineerde vergisting en compostering van groen afval. Het GFT afval wordt hierbij vier vergistingstanks onder thermofiele omstandigheden (55 °C) omgezet in biogas. Het uitgegiste materiaal wordt verder verwerkt tot compost waarna de niet vergistbare fracties (houtsnippen) uit de compost gezeefd worden om vervolgens als brandstof te dienen voor verbrandingsinstallaties. In het koelwater dat door verschillende bedrijven in de nabijheid van Armhoede geloosd wordt bevat grote hoeveelheden energie. Indien er toepassingsmogelijkheden gevonden kunnen worden voor deze laagwaardige warmte kan er veel energie bespaard worden.

