



Doorrekening opties voor verduurzaming van Eindhoven Airport

Eindrapport
Delft, juli 2009

Opgesteld door:
G.C. (Geert) Bergsma
L.C. (Eelco) den Boer
J. (Jasper) Faber
G.M. (Gijs) Verbraak
L.M.L. (Lonneke) Wielders



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

G.C. (Geert) Bergsma, L.C. (Eelco) den Boer, J. (Jasper) Faber, G.M. (Gijs) Verbraak,
L.M.L. (Lonneke) Wielders
Doorrekening opties voor verduurzaming van Eindhoven Airport
Delft, CE Delft, juni 2009

Duurzaamheid / Vliegvelden / Emissies / Afname / Maatregelen / Prognoses /
Analyse

Publicatienummer: 09.8061.35

Opdrachtgever

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Geert Bergsma.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Achtergrond	8
1.2	Aanpak	8
2	Emissies 2008 en 2020	10
2.1	Inschatting huidige emissies en prognose 2015 en 2020	10
2.2	ETS kan gezien worden als gedeeltelijke compensatie	11
3	Opties om emissies te verlagen	14
3.1	Opties om emissies te verlagen	14
3.2	Conclusies voorgesteld compensatiepakket	15
3.3	Tot 5 compensatiemaatregelen (inclusief opties BMF)	16
4	De ambities van Eindhoven Airport vergeleken met andere luchthavens	18
5	Factsheets	22
5.1	Factsheets huidige emissies	22
5.2	Factsheets transport maatregelen	23
5.3	Factsheets elektriciteit en warmte opties	30
5.4	Factsheets biomassa opties	37
	Literatuur	40





Samenvatting

Eindhoven Airport heeft de ambitie om haar activiteiten te verduurzamen. Verminderen van de impact op het klimaat is hierin een speerpunt.

In een brainstorm hebben Eindhoven Airport en Brainport Development een lijst maatregelen in dit kader verzameld. Aan CE Delft is gevraagd om in een quick scan na te gaan wat deze maatregelen zouden kosten hoeveel klimaatwinst deze opleveren en hoe deze staan in verhouding tot de huidige en geprognosticeerde emissies van Eindhoven Airport.

In Tabel 1 is opgenomen hoeveel klimaatemissies Eindhoven Airport en samenhangende activiteiten zouden veroorzaken zonder aanvullende maatregelen in 2015 en 2020 met 20.000 en 40.000 extra vliegbewegingen.

Tabel 1 Globaal klimaatemissie overzicht Eindhoven Airport en samenhangende activiteiten

Emissies CO ₂ -eq. (ton)/jaar-	2008	2015 (+20.000)	2020 (+40.000)
Vluchten	17.000	37.000	57.000
Vertrekkende passagiers	800.000	2.400.000	4.000.000
A. Gasverbruik gebouwen	222	484	746
B. Elektriciteitsverbruik	2.240	4.884	7.524
C. Dieselverbruik platformvervoer	59	127	196
D. APU/GPU	44	94	145
E. Taxivervoer	1.808	3.935	6.562
F. Voor- en natransport passagiers	11.385	24.780	41.310
G. Transport personeel (alle werknemers op het luchthaven terrein)	3.300	7.190	11.050
H. LTO (stijgen en landen) tot 3.000 voet	24.000	52.200	80.000
I. Vertrekkende vluchten (alleen CO ₂)	80.000	240.000	400.000
J. Vertrekkende vluchten incl. niet-CO ₂ klimaateffecten (upliftfactor CO ₂ -eq. =2)	160.000	480.000	800.000
Totaal LTO plus emissies op de grond (A. t/m H.)	43.058	93.694	147.533
Totaal, vertrekkende vluchten, CO₂ en indirecte klimaateffecten luchtvaart plus emissies op de grond (A t/m G plus J).	179.058	521.494	867.533

Opvallend in het emissie overzicht is dat de transportbewegingen van en naar het vliegveld de grootste emissies geven. Gas, diesel en elektriciteitsverbruik op het vliegveld zelf geven emissies die veel lager zijn dan de transportemissies. Omdat er discussie is of in deze discussie de emissies van de complete vertrekkende vluchten (160.000 a 800.000 ton CO₂-eq) of alleen de LTO-fase tot 3.000 voet (24.000 a 80.000 ton CO₂-eq) moet worden meegenomen zijn er twee totalen opgenomen.

Vanaf 2012 valt het vliegverkeer onder het Europese emissiehandelsstelsel (ETS). In dit systeem moet het vliegverkeer waarschijnlijk een deel van haar



emissierechten gaan inkopen bij andere sectoren die hiervoor besparingen gaan uitvoeren. Deze inkoop kan als compensatie worden beschouwd (20 a 60% afhankelijk van jaartal en of niet-CO₂-klimaatmissies worden meegenomen) In Tabel 2 is deze compensatie via het ETS-systeem verwerkt.

Tabel 2 Compensatie overzicht klimaatmissie Eindhoven Airport en samenhangende activiteiten

Emissies CO ₂ -eq. (ton)	2008	2015 (+20.000)	2020 (+40.000)
Emissies op de grond	19.058	41.494	67.533
LTO tot 3.000 voet	24.000	52.200	80.000
Vertrekkende vluchten compleet inclusief niet-CO ₂ klimaateffecten (upliftfactor CO ₂ -eq. =2)	160.000	480.000	800.000
Te compenseren na aftrek compensatie binnen het ETS			
Totaal LTO plus grondemissies	43.058	72.814 (40% van LTO er af)	99.533 (60% van LTO er af)
Totaal vertrekkende vluchten inclusief niet-CO ₂ klimaateffecten plus grondemissies	179.058	425.494 (20% van vertrek er af)	627.533 (30% van vertrek eraf)

Indien voor de vliegbewegingen de LTO-fase tot 3.000 ft wordt meegenomen dat gaat het netto dus om een emissie van 43.000 à 100.000 ton CO₂ afhankelijk van het aantal vluchten dat gecompenseerd zou moeten worden. Als voor de vliegbewegingen de vertrekkende vluchten geheel worden meegenomen gaat het om 180.000 à 630.000 ton CO₂-emissie

Doorrekening voorgesteld compensatiepakket

De doorlichting van het compensatiepakket geeft aan dat de emissiereductie, de kosteneffectiviteit en de totaalkosten van de maatregelen zeer verschillend zijn.

Qua emissiereductie is er een variatie van 3 (hoogfrequente verlichting) tot 224.000 ton CO₂ (alternatieven vliegverkeer). Qua kosteneffectiviteit is er een variatie van 0 tot 2.000 € per ton CO₂. Qua kosten loopt de variatie van € 0 tot € 1,76 miljoen per jaar. Bij de kosten moet ook vermeld worden dat voor een deel van de maatregelen geen kostenrekening gemaakt is omdat deze zeer complex zou zijn en niet in het kader van project kon worden uit-gevoerd.

Over het compensatiepakket kan het volgende worden geconcludeerd:

- Er is met compensatiemogelijkheden op en rond het vliegveld in theorie een flinke emissiereductie te behalen die ook aanmerkelijk kan bijdragen aan het beperken van de netto emissies van het vliegveld en samenhangende activiteiten.
- De transportopties hebben duidelijk grotere impact dan de energieopties doordat het energieverbruik voor transport bij het vliegveld en de daarbij horende activiteiten veel groter is dan het elektriciteit- en gasverbruik.
- Een deel van de voorgesteld maatregelen is relatief kostbaar en overwogen zou kunnen worden om deze te vervangen door kosteneffectievere maatregelen elders.
- Een deel van de maatregelen met groot potentieel (met name teleconferencing en alternatieve voor vliegverkeer) zijn lastig te implementeren, monitoren en betrouwbaar op te voeren als compensatie.



Zeker als ook geput zou worden uit een aantal compensatiemaatregelen zoals opgenomen in het eerdere voorbeeld pakket van de BMF (CE, 2009) is het mogelijk om de gepresenteerde emissies te compenseren.

Vergelijking ambities Eindhoven Airport met andere luchthavens

Op basis van de vergelijking met een aantal luchthavens concluderen wij:

- Veel luchthavens hebben doelstellingen voor eigen activiteiten die vergelijkbaar zijn met Eindhoven. Wel heeft Eindhoven Airport de ambitie om de doelstelling eerder te halen dan de andere luchthavens: 2010 in plaats van 2012 of 2015.
- Minder luchthavens hebben doelen/ambities voor toeleveranciers. De luchthavens die een dergelijke ambitie hebben uitgesproken hebben soms een reductiedoelstelling en streven daarom geen CO₂-neutraliteit na (Schiphol), soms een doelstelling om CO₂-neutraal te zijn die verder in de toekomst ligt (Manchester) dan bij Eindhoven Airport.
- Van de onderzochte luchthavens hebben de meeste een ambitie om de vliegtuigemissies te minimaliseren door operationele maatregelen. Alleen Schiphol heeft een kwantitatieve doelstelling, maar die gaat veel minder ver dan de doelstelling van Eindhoven Airport, die ook hier volledige CO₂-neutraliteit nastreeft. Met idee over compensatie loopt Eindhoven in dit opzicht duidelijk voorop.
- Interessant is nog dat een ander vliegveld lagere luchthavengelden heeft voor moderne (efficiënte) vliegtuigen. Daarvan gaat ook een effect uit op emissies boven 3.000 ft. Dit zou ook een idee zijn voor Eindhoven Airport.





1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Eindhoven Airport heeft de ambitie om haar activiteiten te verduurzamen. Verminderen van de impact op het klimaat is hierin een speerpunt. Daarvoor worden drie middelen ingezet:

1. Beperking van de energievraag door bijvoorbeeld isolatie en warmte-terugwinning.
2. Opwekken van duurzame energie ter plaatse of elders.
3. Compensatie van resterende emissies.

In een brainstorm hebben Eindhoven Airport en Brainport Development een lijst maatregelen opgesteld binnen elk van deze categorieën. Aan CE Delft is gevraagd om in een quick scan na te gaan:

- hoe de maatregelen zich verhouden tot de doelen die Eindhoven Airport zich stelt;
- wat de kosten zijn om de maatregelen door te voeren.

Deze analyse gebruikt voor vliegtuigemissies en voor klimaatcompensatie-analyse dezelfde methode die CE Delft heeft gebruikt in een eerdere analyse voor de Brabantse Milieufederatie (BMF) (CE, 2009).

In CE (2009) is ook een voorbeeld-compensatiepakket opgenomen met vooral maatregelen in de regio Eindhoven en een paar maatregelen buiten de regio. Het pakket van Brainport Development bevat meer maatregelen op en rond de luchthaven en is daarmee een aanvulling op het eerdere compensatiepakket.

1.2 Aanpak

Voor de hier voorliggende analyse zijn een aantal stappen onderscheiden:

- Wat zijn de huidige emissies van het vliegveld en aspecten die daar mee samenhangen en wat is de prognose voor 2020?
- Wat voor invloed heeft het ETS-systeem op compensatie van emissies van het vliegveld en vliegverkeer?
- Welke opties zijn denkbaar om direct gerelateerd aan het vliegveld emissies te beperken?
- Wat zijn de milieuvoordelen, kosten en kosteneffectiviteit van de beschouwde maatregelen?
- Wat zijn de totaal effecten en kosten van alle voorgestelde maatregelen en hoe staan deze in relatie tot de totale emissies?

Daarnaast heeft CE Delft de ambities van Eindhoven Airport vergeleken met de ambities van andere luchthavens om de activiteiten in een kader te plaatsen.

CO₂-equivalenten

In dit rapport is gefocust op de klimaatimpact van maatregelen. Dit betekent dat naast de emissies van CO₂ ook andere broeikasgassen als bijvoorbeeld methaan en lachgas zijn meegenomen en voor het vliegverkeer de niet-CO₂-klimaateffecten. Met CO₂ is dit samengenomen tot CO₂-equivalent (CO₂-eq.). Overige milieuaspecten van vliegen (als bijvoorbeeld geluid, luchtkwaliteit en verzuring) zijn niet meegenomen in dit rapport.





2 Emissies 2008 en 2020

2.1 Inschatting huidige emissies en prognose 2015 en 2020

In Tabel 3 is overzicht gegeven van de huidige CO₂-eq. emissies van het vliegveld en activiteiten die daar mee samenhangen. Daarbij is uitgegaan van gegevens over 2008 en een globale prognose zonder besparende maatregelen gemaakt voor 2015 en 2020. Net als in het eerdere rapport voor de BMF (CE, 2009) is gerekend met 20.000 en 40.000 extra vliegbewegingen ten opzichte van de 17.000 vliegbewegingen in 2008.

Voor het aandeel van het vliegverkeer dat meegenomen moet worden in deze analyse bestaat er discussie. Vanuit de transparantiegedachte heeft CE Delft hier zowel de emissie van alle vertrekkende vliegtuigen (eerdere inbreng BMF) als de emissies van start en landing (LTO-fase tot 3.000 voet zoals het vliegveld voorstelt) gepresenteerd. CE Delft spreekt zich hierbij niet uit over de vraag welk deel van de emissies meegenomen zou moeten worden in de compensatiediscussie.

Voor de hoeveelheid vliegbewegingen is in de berekeningen uitgegaan van 37.000 (+20.000) in 2015 en 57.000 (+40.000) in 2020. Hiermee ontstaat een beeld van de emissies bij verschillende hoeveelheden vliegbewegingen. Deze keuze impliceert niet dat dit de werkelijke aantallen zullen zijn in die jaren.

Tabel 3 Globaal klimaatmissie overzicht Eindhoven Airport en samenhangende activiteiten

Emissies CO ₂ -eq. (ton)/jaar-	2008	2015 (+20.000)	2020 (+40.000)
Vluchten	17.000	37.000	57.000
Vertrekkende passagiers	800.000	2.400.000	4.000.000
A. Gasverbruik gebouwen	222	484	746
B. Elektriciteitsverbruik	2.240	4.884	7.524
C. Dieselverbruik platformvervoer	59	127	196
D. APU/GPU	44	94	145
E. Taxivervoer	1.808	3.935	6.562
F. Voor- en natransport passagiers	11.385	24.780	41.310
G. Transport personeel (alle werk-nemers op het luchthaven terrein)	3.300	7.190	11.050
H. LTO tot 3.000 voet	24.000	52.200	80.000
I. Vertrekkende vluchten (alleen CO ₂)	80.000	240.000	400.000
J. Vertrekkende vluchten incl. niet-CO ₂ klimaateffecten (upliftfactor CO ₂ -eq. =2)	160.000	480.000	800.000
Totaal LTO plus emissies op de grond (A. t/m H.)	43.058	93.694	147.533
Totaal, vertrekkende vluchten, CO ₂ en indirecte klimaateffecten luchtvaart plus emissies op de grond (A t/m G plus J).	179.058	521.494	867.533

Opvallend in het emissie-overzicht van het vliegveld en samenhangende activiteiten is dat de transportbewegingen van en naar het vliegveld de grootste emissies geven. In volgorde van grootte van de emissie (van groot naar klein):

- de vluchten van de vliegtuigen (vetrekkend of LTO);
- het voor- en natransport van passagiers per auto;
- het woon-werkverkeer van het personeel werkzaam op de luchthaven;
- het elektriciteitsverbruik van de luchthaven;
- het taxivervoer van en naar het vliegveld;
- het gasverbruik van de luchthaven.

2.2 ETS kan gezien worden als gedeeltelijke compensatie

Vanaf 2012 gaat het Europese vliegverkeer vallen onder het ETS-systeem (Emission Trading System) dat al geldt als klimaatemissie-reductie-instrument voor de grote industrie en elektriciteitsproductie in Europa. Kern van het bestaande ETS-systeem is dat de grote industrie en elektriciteitsproductie in 2020 20% minder broeikasgassen moeten uitstoten dan in 2005. Bedrijven krijgen of kopen daarvoor emissierechten van de overheid. Elk jaar wordt het aantal rechten iets beperkt. De Europese Commissie verwacht voor 2020 een emissiehandelsprijs van € 39 per ton CO₂ bij een 20% reductiedoel. Andere bronnen spreken van een range tussen de € 30 en € 50 per ton CO₂.

De belangrijkste kenmerken van het onderbrengen van luchtvaart in het EU ETS zijn:

- Alle CO₂-emissies van vluchten van en naar Europese luchthavens vallen onder het ETS, zowel de emissies boven als onder 3.000 ft.
- Niet-CO₂-klimaat effecten van de luchtvaart vallen niet onder ETS.
- De sector krijgt in 2012 een plafond van 97% van de CO₂-emissies van 2004-2006; vanaf 2013 wordt dit plafond verlaagd tot 95% van de emissies in de basisjaren.
- 82% van de emissierechten krijgt de sector gratis, 15% wordt geveild en 3% is voor nieuwe toetreders.
- Voor ETS worden de emissies van alle vluchten van en naar Europese luchthavens meegerekend. Ook een vlucht van Turkije naar Eindhoven valt dus geheel onder het ETS.

Voor het internationale klimaatbeleid wordt voor de meeste landen 1990 als basisjaar gekozen (bijvoorbeeld in het Kyoto-Protocol). In het ETS geldt 2005 als basisjaar. Het EU ETS-luchtvaartstelsel kiest als basisjaren 2004-2006. De klimaatemissies van de luchtvaart in Europa is tussen 1990 en 2005 gestegen met 87%. Door de keuze van dit latere basisjaar krijgt de luchtvaart dus relatief meer gratis emissies toegewezen dan landen als geheel en ook dan de meeste andere sectoren. Dit heeft geen gevolgen voor het milieueffect, noch in de ETS als geheel, waar het emissieplafond het effect betaalt, noch voor de luchtvaart, waar de emissiehandelsprijs bepaalt hoeveel de luchtvaart zelf reduceert en hoeveel rechten het inkoop van andere sectoren. Echter, zolang sectoren een deel van de rechten gratis krijgen, heeft de keuze van het basisjaar wel invloed op de verdeling van de lasten: een basisjaar met hogere emissies leidt tot gemiddeld lagere kosten voor een sector.

Voor het vliegverkeer hanteert men verder de prognose dat in 2020 de emissie ongeveer zullen verdubbelen door toename van de vraag. De luchtvaartsector zal waarschijnlijk een koper op de markt van ETS-rechten zijn. Besparingen in andere sectoren zijn immers goedkoper dan in de luchtvaartsector zelf. Door



de toename van de emissies zal de sector een steeds groter aandeel van de rechten moeten kopen, zelfs als in absolute termen de gratis allocatie constant blijft. Omdat rechten alleen gekocht kunnen worden als andere bedrijven hun emissies verminderen, kan worden gesteld dat de groei van de emissies van de luchtvaartsector boven het niveau 2004-2006 binnen het ETS gecompenseerd wordt.

Per saldo zal de sector in 2012 waarschijnlijk ongeveer 60% van de benodigde rechten gratis krijgen en 40% moeten kopen tegen een prijs van naar schatting € 20 à € 30 per ton CO₂. In 2020 zal de sector waarschijnlijk nog 40% van haar rechten gratis krijgen en 60% moeten kopen tegen een prijs van naar schatting € 30 à € 50 per ton CO₂. Gemiddeld betaalt de luchtvaart voor een ton CO₂ dan in 2012 ongeveer € 10 per ton CO₂ en in 2020 ongeveer € 23,4 per ton CO₂.

Hierbij moet vermeld worden dat het in het ETS-systeem alleen om de CO₂-emissie gaat en niet om de niet-CO₂-klimaatemissies van vliegverkeer. Over de precieze verhouding tussen het totale klimaatteffect en alleen de CO₂-effecten van vliegen is geen wetenschappelijke consensus. Verschillende bronnen hanteren een factor 1 (geen hoger effect) tot 2,7. In het klimaatcompensatierapport geschreven voor de BMF (CE, 2009) is op basis van het Europese Stream rapport (Stream, 2008) een factor 2 gehanteerd. Gerekend met deze factor 2 is de conclusie dat de luchtvaartsector in 2012 20% van haar emissies compenseert door inkoop via het ETS-systeem bij anderen en 30% in 2020.

Voor het LTO-deel (landing en take off) van de vlucht tot 3.000 ft geldt geen opslag factor bovenop de CO₂-emissie voor het klimaatteffect omdat er tot die hoogte geen noemenswaardige waterdamp vorming optreedt en omdat NO_x tot deze hoogte ook geen noemenswaardig klimaatteffect heeft.

Tabel 4 Aandeel emissie gecompenseerd binnen het ETS

	2012 tot 2015	2020
LTO (landen en opstijgen) tot 3.000 voet (1.000 meter)	40%	60%
Complete vertrekkende vluchten, alleen CO ₂	40%	60%
Complete vertrekkende vluchten, CO ₂ en indirecte klimaatteffecten	Circa 20%	Circa 30%

Qua CO₂-emissie beslaat het LTO-deel ongeveer 18% van de CO₂-emissie voor een Boeing 737-800 die een vlucht van 1.500 km maakt. Gerekend met een factor 2 voor het complete klimaatteffect gaat het om ongeveer 10% van het klimaatteffect van een vlucht .

In Tabel 5 zijn vervolgens deze ETS-compensaties afgetrokken van de emissies in de lucht.



Tabel 5 Compensatie overzicht klimaatemissie Eindhoven Airport en samenhangende activiteiten

Emissies CO ₂ -eq. (ton)	2008	2015 (+20.000)	2020 (+40.000)
Emissies op de grond	19.058	41.494	67.533
LTO tot 3.000 voet	24.000	52.200	80.000
Vertrekkende vluchten compleet (alleen CO ₂)	80.000	240.000	400.000
Vertrekkende vluchten compleet inclusief niet-CO ₂ klimaateffecten (upliftfactor CO ₂ -eq. =2)	160.000	480.000	800.000
Totaal LTO en grondemissies	43.000	94.000	148.000
Totaal vertrekkende vluchten en grondemissies (alleen CO ₂)	99.000	281.000	468.000
Totaal, vertrekkende vluchten inclusief niet-CO ₂ klimaateffecten en grondemissies	179.000	521.000	868.000
Te compenseren na aftrek compensatie binnen het ETS			
Totaal LTO en grondemissies	43.058	72.814 (40% van LTO er af)	99.533 (60% van LTO er af)
Totaal vertrekkende vluchten inclusief niet-CO ₂ klimaateffecten en grondemissies	179.058	425.494 (20% van vertrek er af)	627.533 (30% van vertrek eraf)

Indien voor de vliegbewegingen de LTO-fase tot 3.000 ft wordt meegenomen dat gaat het om een emissie van 43.000 à 100.000 ton CO₂ afhankelijk van het aantal vluchten dat gecompenseerd zou moeten worden. Als voor de vliegbewegingen de vertrekkende vluchten geheel worden meegenomen gaat het om 180.000 à 630.000 ton CO₂-emissie.



3 Opties om emissies te verlagen

3.1 Opties om emissies te verlagen

In Tabel 6 en Tabel 5 zijn de verkenningen van de verschillende opties samengevat voor de 2015- en 2020- prognose. De precieze aspecten die spelen bij de verschillende opties zijn opgenomen in de factsheets in hoofdstuk 5.

Tabel 6 Opties met zichtjaar 2015 en 20.000 extra vluchten (37.000 totaal)/jaar

Sector	Maatregel	Potentieel (ton CO ₂)	Kosteff. (€/ton CO ₂)	Kosten /jaar
VB	Elektr.	Verlichting vraaggestuurd	Wordt toegepast en nodig om EPC nieuwbouw te halen	
		LED-verlichting	164-188	? ?
		Hoogfrequente verlichting	3	130-180 465
	Warmte	Energiezorg	Energiezorgsysteem is reeds aanwezig	
		Passief bouwen	3.758	? 7% bouwkosten
		Balansventilatie met WTW	Deels aanwezig+ nodig voor EPC-norm nieuwbouw	
		Vraaggestuurde ventilatie	Is nodig om EPC voor nieuwbouw te halen	
		Verbeterde isolatie	29 (best. bouw)	-150-810 0-23.490
	Brandst.	Teleconferencing ***	14.400-28.800	? ?
		GPUs*/APU -> fixed power	94	? ?
		Alternatieven vliegverkeer	67.080-134.160	? ?
		Mobiliteitsman. personeel	980-1.470	? ?
		Elektrisch platform vervoer*	13-20	2.000 26.000-40.000
		Elektr. taxidienst luchthaven	500-1650	500 25.000-82.500
	> Of >	Treinstation EHV luchthaven***	1.320-2.110	? ?
		HOV-verbinding***	320-580	? ?
DE	Elektr.	Zon-PV (op eigen terrein)	200	0-980 0-196.000
		Zon-PV (ook defensie terrein)	400	0-980 0-392.000
		Zon-PV Meerhoven	3.150	560 1.764.000
	> Of >	Windenergie (elders)	4.884	50 244.200
		Biomassa-bijstook	4.396	67 294.532
	Warmte	Warmte/koude-opslag	126	-9 - -21 <0
		Geothermie	Niet op deze termijn haalbaar	
		Warmte opwekkend platform	Niet praktisch mogelijk blijkt uit eerder onderzoek	
		Zon thermisch Meerhoven	1.800	330 594.000
		Eigen productie biomassa	89	140 12.460
Brandst.	Biobrandstoffen	Kan niet op terrein en bij inkoop geen add. CO ₂ -reductie		
Totaal alle maatregelen (Kosten alleen van bekende opties dus niet compleet))		98.987		2.960.657
		- 182.902		- 3.643.647

Noot: *** Voor deze maatregelen is in dit project geen kostenschatting mogelijk.



Tabel 7 Opties met zichtjaar 2020 en 40.000 extra vluchten (57.000 totaal)/jaar

Sector	Maatregel	Potentieel (ton CO ₂)	Kosteff. (€/ton CO ₂)	Kosten /jaar	
VB	Elektr.	Verlichting vraaggestuurd	Wordt toegepast en nodig om EPC nieuwbouw te halen		
		LED-verlichting	246 - 282	?	?
		Hoogfrequente verlichting	3	130-180	465
	Warmte	Energiezorg	Energiezorgsysteem is reeds aanwezig		
		Passief bouwen	5.789	?	7% bouwkosten
		Balansventilatie met WTW	Deels aanwezig+ nodig voor EPC-norm nieuwbouw		
		Vraaggestuurde ventilatie	Is nodig om EPC voor nieuwbouw te halen		
	Brandst.	Verbeterde isolatie	29 (best. bouw)	-150-810	0-23.490
		Teleconferencing ***	24.000-48.000	?	?
		GPUs*/APU -> fixed power	144	?	?
		Alternatieven vliegverkeer	111.800-224.160	?	?
		Mobiliteitsman. personeel	1.510-2.260	?	?
		Elektrisch platform vervoer*	25-39	2.000	50.000-78.000
		Elektr. taxidienst luchthaven	830-2.760	500	415.000-1.380.000
> Of >	Treinstation EHV luchthaven***	2.200-3.520	?	?	
	HOV-verbinding***	530-970	?	?	
DE	Elektr.	Zon-PV (op eigen terrein)	200	0-980	0-196.000
		Zon-PV (ook defensieterrein)	400	0-980	0-392.000
		Zon-PV Meerhoven	3.150	560	1.764.000
	> Of >	Windenergie (elders)	7.524	50	376.200
		Biomassa-bijstook	6.771	67	453.657
	Warmte	Warmte/koude-opslag	190-200	- 9 - -21	<0
		Geothermie	2.100	?	?
		Warmte opwekkend platform	Niet praktisch mogelijk blijkt uit eerder onderzoek		
		Zon thermisch Meerhoven	1.800	330	594.000
		Eigen productie biomassa	89	140	12.460
Brandst.	Biobrandstoffen	Kan niet op terrein, bij inkoop geen add. CO ₂ -reductie			
Totaal alle maatregelen (Kosten alleen van bekende opties dus niet compleet)		162.000		3.212.125	
		- 302.420		- 4.816.615	

Noot: *** Voor deze maatregelen is in dit project geen kostenschatting mogelijk.

3.2 Conclusies voorgesteld compensatiepakket

De doorlichting van het compensatiepakket geeft aan dat de emissiereductie, de kosteneffectiviteit en de totaalkosten van de maatregelen zeer verschillend zijn.

Qua emissiereductie is er een variatie van 3 (hoogfrequente verlichting) tot 224.000 ton CO₂ (alternatieven vliegverkeer). Qua kosten effectiviteit is er een variatie van 0 tot 2.000 € per ton CO₂. (Over het algemeen wordt er in Nederland en Europa voor klimaatbeleid tussen de € 20 en de € 150 per ton CO₂ uitgegeven met uitzonderingen naar boven). Qua kosten loopt de variatie van € 0 tot € 1,76 miljoen per jaar. Bij de kosten moet ook vermeld worden dat voor een deel van de maatregelen geen kostencalculatie gemaakt is omdat deze zeer complex zou zijn en niet in het kader van project kon worden uitgevoerd.

Benadrukt moet worden dat in veel van de inschattingen flinke onzekerheden zitten (zie factsheets). Toch kunnen er wel een aantal conclusies getrokken worden uit de twee tabellen:

- Er is met compensatiemogelijkheden op en rond het vliegveld in theorie een flinke emissiereductie te behalen die ook aanmerkelijk kan bijdragen aan het beperken van de netto emissies van het vliegveld en samenhangende activiteiten.
- De transportopties hebben duidelijk grotere impact dan de energieopties doordat het energieverbruik voor transport bij het vliegveld en de daarbij horende activiteiten veel groter is dan het elektriciteit- en gasverbruik.
- Een deel van de voorgesteld maatregelen is relatief kostbaar en overwogen zou kunnen worden om deze te vervangen door kosteneffectievere maatregelen elders.
- Een deel van de maatregelen met groot potentieel (met name teleconferencing en alternatieve voor vliegverkeer) zijn lastig te implementeren, monitoren en betrouwbaar op te voeren als compensatie.

Zeker als ook geput zou worden uit een aantal compensatie maatregelen zoals opgenomen in het eerdere voorbeeld pakket van de BMF (CE, 2009) is het mogelijk om emissies te compenseren.

Compensatie door inkoop rechten

Tot slot is het natuurlijk ook mogelijk om een deel van de emissies te compenseren door middel van de inkoop van compensatie van organisaties die daar in handelen. In het compensatierapport voor geschreven voor de BMF (CE, 2009) zijn deze uitgebreid beschreven. Redelijk betrouwbare compensatierechten kosten tussen de € 15 en € 30 per ton CO₂.

3.3 Top 5 compensatiemaatregelen (inclusief opties BMF)

Naar aanleiding van Tabel 4 en Tabel 5 is de vraag gesteld of er ook een top 5 van compensatie-maatregelen gecomponeerd kan worden. Hierbij wordt er geput uit de compensatie opties van de BMF (CE, 2009) en die van Brainport. Deze paragraaf geeft een antwoord op deze vraag vanuit een aantal gezichtspunten: kosten, innovatie, omvang en passend bij het vliegveld.

Klimaatcompensatie tegen de laagste kosten

Een pure kostenbril geeft de volgende volgorde:

1. Teleconferencing, groot effect en waarschijnlijk kostenbesparing voor de klant (€/ton CO₂ laag).
2. Warmte/koudeopslag (rendabele maatregel die zich zelf terugverdient).
3. Inkoop van compensatierechten elders (bomen planten (treesfortravel) of duurzame energie in ontwikkelingslanden 10 a 20 €/ton).
4. Een isolatiefonds voor de regio Eindhoven, kan behoorlijk omvang hebben (30 € per ton CO₂).
5. Alternatieven voor vliegverkeer (trein/bus/auto), groot effect met vergelijkbare kosten (0 €/ton CO₂).
6. Stroom uit windmolens op het land (50 € per ton CO₂).



Klimaatcompensatie met veel innovatiewaarde (deze volgorde is open voor discussie)

1. Elektrisch platform vervoer (relatief duur 2.000 €/ton CO₂, 30.000 €/jaar maar wel vernieuwend).
2. Elektrische taxidienst naar vliegveld (rond 500 €/ton CO₂, de 50.000 €/jaar).
3. HRe-ketels in de regio Eindhoven (nieuw en betaalbaar met 67 €/ton CO₂).
4. Zeer zuinige nieuwbouw (een lage EPC voor nieuwbouw is efficiënt en waarschijnlijk <100 €/ton CO₂).
5. CSP-zonnekrachtenergiecentrale in Marokko (vernieuwend en betaalbaar met 130 € per ton CO₂).

Klimaatcompensatie met grote omvang

1. CSP zonnekrachtcentrale in Marokko (130 €/ton CO₂).
2. Alternatieven vliegverkeer (0 €/ton CO₂).
3. Teleconferencing (0 €/ton CO₂).
4. Wind op zee (70 €/ton CO₂).
5. Isolatiefonds voor de regio (30 €/ton CO₂).

Klimaatcompensatie passend bij een vliegveld

Vooraf de opties 'alternatieven vliegverkeer' (reclame moeten maken voor de concurrenten) en 'teleconferencing' (het is onduidelijk hoeveel er hierdoor minder wordt gevlogen) lijken minder passend als compensatiemaatregel voor een vliegveld. Alle andere opties kunnen zo vormgegeven worden dat ze passend kunnen zijn.



4 De ambities van Eindhoven Airport vergeleken met andere luchthavens

Eindhoven Airport heeft op vier gebieden duurzaamheidsdoelen geformuleerd, die alle betrekking hebben op de uitstoot van CO₂ door, op en rond de luchthaven:

1. Terminal, Kantoor en Hangars, die onder de directe controle van Eindhoven Airport vallen.
2. Platform, waar bedrijven opereren waarmee Eindhoven Airport een contractuele relatie heeft.
3. Luchtzijdig verkeer tot 3.000 ft, dus luchtzijdig vervoer in het luchtruim waarvoor Eindhoven Airport verantwoordelijk is.
4. Landzijdig vervoer, vervoer naar de luchthaven toe.

De gebieden verschillen in de mate van zeggenschap die Eindhoven Airport heeft, zoals in bovenstaande opsomming is aangegeven.

Concreet heeft Eindhoven Airport de volgende doelen geformuleerd (Eindhoven Airport 2009)¹:

1. Terminal, Kantoor en Hangars:
 - a. Klimaatneutraal per 2010 middels vraagbeperkende maatregelen en compensatie methoden.
 - b. 5% van de energiebehoefte duurzaam op locatie op te wekken in 2015 en 20% in 2020.
2. Platform:
 - a. Klimaatneutraal per 2015 (In samenwerking met platform partners) middels vraagbeperkende maatregelen en compensatie methoden.
 - b. 5% van de energiebehoefte duurzaam op locatie op te wekken in 2015 en 20% in 2020.
3. Luchtzijdig verkeer tot 3.000 ft:
 - a. Continu emissiebeperkende maatregelen.
 - b. 100% compensatie van de uitstoot in 2015 en 2020, waarbij wordt aangenomen dat door de opname van luchtvaart in het EU ETS in 2015 reeds 20% wordt gecompenseerd en in 2020 30%.
4. Landzijdig vervoer:
 - a. Mobiliteitsgedrag beïnvloeden + nieuwe ruimtelijke vervoersconcepten.
 - b. 50% van de passagiers komen in 2020 met openbaar vervoer.

Eindhoven Airport is niet de enige luchthaven met ambities op het gebied van broeikasgasemissies. ACI Europe, de organisatie van Europese luchthavens, heeft in 2008 de ambitie uitgesproken dat luchthavens uiteindelijk

¹ Eindhoven Airport 2009: Onderdeel duurzaamheid van de business case, presentatie voor de Alderstafel.



CO₂-neutraal zullen worden (ACI Europe, 2009)². Recentelijk hebben 31 Europese luchthavens een programma voor 'Airport Carbon Accreditation' opgezet dat vaststelt in hoeverre de luchthavens erin slagen om de emissies onder hun directe controle te reduceren³.

Verskillende luchthavens hebben de algemene doelstelling verder geconcretiseerd:

Manchester Airport wil in 2015 CO₂-neutraal zijn voor on-site energiegebruik en het brandstofverbruik van hun voertuigen (Manchester Airport, 2007)⁴. Daarnaast willen ze een energiebesparing van 25% t.o.v. 2000 realiseren, en het brandstofverbruik van hun voertuigen reduceren met 20% t.o.v. 2006. Het gaat hierbij alleen om hun eigen activiteiten, vergelijkbaar met de eerste categorie in de ambities van Eindhoven. Op het tweede niveau worden leveranciers en partners aangemoedigd om ook te besparen en hernieuwbare energie te gebruiken.

Op de lange termijn (2030) wil Manchester Airport CO₂-neutraal zijn in hun supply chain, en 40% van hun energie- en warmte vraag opwekken uit hernieuwbare bronnen.

Manchester Airport wil deze doelen bereiken door het toepassen van hernieuwbare energie bij renovatie en nieuwbouw (PV-cellen, warmtepompen, WKK, etc.), het gebruik van hernieuwbare elektriciteit, bijmenging van 20% biodiesel in hun voertuigbrandstof, ontwikkeling van OV naar de luchthaven en het compenseren van hun eigen vluchten. Daarnaast wil Manchester Airport passagiers stimuleren om de CO₂-uitstoot van hun vliegtuig te compenseren, helpen ze de luchtvaartindustrie verdere CO₂-reducties te bereiken, en lobbyen ze voor het zo snel mogelijk opnemen van luchtvaart in de ETS.

LFV, de exploitant van Zweedse luchthavens, wil in 2012 CO₂-neutraal zijn voor haar activiteiten (verwarming van gebouwen, energieverbruik en eigen voertuigen) op Stockholm Arlanda. In 2010 wil LFV 30% energie besparen t.o.v. 2005. De LFV Group wil uiteindelijk voor alle 16 luchthavens onder haar beheer CO₂-neutraal worden.

Daarvoor gebruikt LFV verschillende maatregelen, zoals bussen op biogas en vervangen van hun voertuigen door schonere voertuigen (bijv. hybride). Verwarming en elektriciteit zijn op dit moment al CO₂-neutraal, omdat er gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare energie. LFV werkt nog wel aan verdere energiebesparing, bijv. een aquifer voor verwarming en koeling.

Hiernaast stimuleert LFV anderen om hun CO₂-uitstoot te reduceren. Zo investeert LFV in verbetering van het OV, waardoor passagiers eerder met het OV naar de luchthaven komen, en wordt er gewerkt aan incentives die luchtvaartmaatschappijen stimuleren om hun CO₂-emissies terug te dringen. Ook is de aanvoer van kerosine veranderd: tegenwoordig gebeurt dat per trein en pijpleiding, terwijl dat vroeger per tankwagen ging.

² ACI Europe, 2009: 'European airports actively engaging on reducing CO₂, despite the crisis', press release 16 June 2009.

³ <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>.

⁴ Manchester Airport 2007, Environment Plan, Part of the Manchester Airport Master Plan to 2030, Manchester.



Tenslotte worden er maatregelen genomen op het gebied van ATM: in 2012 moet 80% van de vluchten een green approach gebruiken, en de luchthavengelden voor modernere vliegtuigen zijn lager dan voor andere vliegtuigen.

Schiphol heeft de ambitie om de eigen activiteiten in 2012 CO₂-neutraal te maken en de uitstoot van andere activiteiten, zowel op het platform als het landzijdige en luchtzijdige vervoer tot 3.000 ft in 2020 terug te brengen tot 30% onder het niveau van 1990 (Schipholgroep, 2007)⁵.

Op basis van de vergelijking met deze luchthavens concluderen wij:

- Veel luchthavens hebben doelstellingen voor eigen activiteiten die vergelijkbaar zijn met Eindhoven. Wel heeft Eindhoven Airport de ambitie om de doelstelling eerder te halen dan de andere luchthavens: 2010 in plaats van 2012 of 2015.
- Minder luchthavens hebben doelen/ambities voor toeleveranciers. De luchthavens die een dergelijke ambitie hebben uitgesproken hebben soms een reductiedoelstelling en streven daarom geen CO₂-neutraliteit na (Schiphol), soms een doelstelling om CO₂-neutraal te zijn die verder in de toekomst ligt (Manchester) dan bij Eindhoven Airport.
- Van de onderzochte luchthavens hebben de meeste een ambitie om de vliegtuigemissies te minimaliseren door operationele maatregelen. Alleen Schiphol heeft een kwantitatieve doelstelling, maar die gaat veel minder ver dan de doelstelling van Eindhoven Airport, die ook hier volledige CO₂-neutraliteit nastreeft. Met idee over compensatie loopt Eindhoven in dit opzicht duidelijk voorop.
- Interessant is nog dat LFV lagere luchthavengelden heeft voor moderne (efficiënte) vliegtuigen. Daarvan gaat ook een effect uit op emissies boven 3.000 ft.

⁵ Schipholgroep, 2007: Klimaatplan Schiphol: 'Care for People and Environment', Schiphol.





5 Factsheets

5.1 Factsheets huidige emissies

Beschrijving: vliegtuigemissies tot 3.000 ft
Het luchtruim tot 3.000 ft valt onder de verantwoordelijkheid van de luchthaven. Dit gebied wordt het LTO-gebied genoemd.
CO₂-effecten
Wij hebben als modelvliegtuig voor EIN een B737-800 met CFM 56-7B27 motoren genomen. Volgens de ICAO engine emissions databank, gebruikt dit type motor per LTO-cyclus 456 kg brandstof hetgeen overeenkomt met een emissie van $2 \cdot 3,15 \cdot 456 = 2,9 \cdot 10^3$ kg CO ₂ .
Momenteel zijn er op EIN 17.000 vliegbewegingen dus is er in het luchtruim tot 3.000 ft een CO ₂ -emissie van $\frac{1}{2} \cdot 17.000 \cdot 2,9 = 24 \cdot 10^3$ ton CO ₂ .
Als het aantal vliegbewegingen toeneemt tot 37.000 zal de uitstoot bij benadering 52.200 ton CO ₂ bedragen. Bij 57.000 vliegbewegingen is dit 80.000 ton.
Kosten
– De kosten van de compensatie hangen af van de prijs van compensatie. Dat kan via maatregelen in dit pakket of via inkoop bij anderen.
Opmerkingen
Aannames, belangrijke aandacht, etc.
– Alle vliegtuigen op EIN worden verondersteld om B737-800 te zijn. Dit is een relatief efficiënt vliegtuigtype.
– Er is bij de berekening geen rekening gehouden dat vanwege andere vliegprocedures de uitstoot hoger of lager kan zijn dan de uitstoot van een gestandaardiseerde LTO-cyclus.
– Een B737-800 die een vlucht maakt van 1.500 km stoot tijdens die vlucht 16,1 ton CO ₂ uit. Hiervan wordt dus $2,9 / 16,1 = 18\%$ tijdens de LTO-cyclus uitgestoten.
Bronnen:
– ICAO engine emissions databank (versie 05 February 2009, http://www.caa.co.uk/default.aspx?catid=702).

Beschrijving: Gas en elektriciteitsverbruik				
Het gas- en elektraverbruik is als volgt ingeschat.				
CO₂-effecten				
		2008	2015	2020
		17.000	37.000	57.000
	Gas (m ³)	125.000	272.059	419.118
	Elektra (kWh)	4.000.000	8.705.882	13.411.765
CO ₂ -emissie (kg)	Gas (m ³)	222.500	484.265	746.029
	Elektra (kWh)	224.4000	4.884.000	7.524.000
CO ₂ -emissie (ton)	Gas (m ³)	223	484	746
	Elektra (kWh)	2.244	4.884	7.524
Gehanteerde emissiefactoren:				
Gas: 1,78 CO ₂ /m ³				
Elektra: 0,561 kg/kWh				



5.2 Factsheets transportmaatregelen

Beschrijving: Auxiliary power units (ook GPU genoemd)
Vliegtuigen in rust worden over het algemeen doormiddel van een turbine (auxiliary power unit) voorzien van elektriciteit om elektrische systemen aan boord te voeden. Deze turbines gebruiken kerosine om elektriciteit op te wekken. Bij het opwekken van deze elektriciteit worden broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen geëmitteerd. Om de totale omvang van de emissie van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen te reduceren kan er worden gekozen om voor de elektriciteitslevering over te schakelen naar het vaste stroomnet. De emissiefactoren van stroom opgewekt door elektriciteitscentrales liggen lager dan die van de turbines. Een bijkomend voordeel is dat door overschakeling ook de emissie van luchtverontreinigende stoffen lokaal afneemt wat resulteert in een verbeterde werkomgeving.
CO₂-effecten
Het CO ₂ -reducerende effect dat optreedt bij overschakeling van APU's naar levering via het elektriciteitsnet is 99%.
Groei-scenario 1 (20.000 extra vluchten) Verwachte emissie: 0.0944 Kton In het geval dat er volledig overgeschakeld wordt naar netstroom zal er een reductie optreden van 0.0936 Kton.
Groei-scenario 1 (40.000 extra vluchten) Verachte emissie: 0.1451 Kton In het geval dat er volledig overgeschakeld wordt naar netstroom zal er een reductie optreden van 0.1438 Kton.
Kosten
De kosten welke voor luchthavens verbonden zijn aan overschakeling zijn niet bekend.
Opmerkingen
Aannames, belangrijke aandacht, etc. <ul style="list-style-type: none">- Het APU gebruik is geschat door eenzelfde groei als verwacht wordt in het aantal vlieg-bewegingen toe te passen op het huidige gebruik.- Er wordt uitgegaan van een volledige overschakeling van APU's naar netstroom.- De berekening is gebaseerd op het effect dat optreedt bij de elektriciteitsproductie in Nederlandse (productiemix). In het geval dat besloten wordt om zelf te produceren kan het effect aangetast worden door een minder schone elektriciteit productie of verbeteren door een schonere productie.
Bron: Unique (2009) Fixed Energy Systems for Aircraft at Zurich Airport.



Beschrijving: Slimme alternatieven voor vliegverkeer

Vliegverkeer draagt bij aan broeikasgasemissies, om deze CO₂-emissies te reduceren kan er gekeken worden of een deel van deze reizen vervangen kunnen worden met andere modaliteiten. De alternatieven worden vergeleken op basis van de CO₂-emissies van de reis. Alternatieven voor reizen met een gemiddelde afstand van ca. 2.000 km (op basis retour) zijn de auto, touringcar, trein).

Ook is het effect van tele-/videoconferencing meegenomen en gekwantificeerd. Transport is namelijk geen doel op zich. De reden dat mensen per vliegtuig reizen is vaak om zakelijke of sociale contacten te hebben of voor vakantie. Voor verschillende doelen zijn alternatieven beschikbaar zoals videovergaderingen, teleconferenties en andere door ICT ondersteunde besprekingen. Dit kunnen alternatieven zijn voor transport in de zakelijke markt. Videovergaderingen zijn vaak voorgesteld als een alternatief voor zakelijke bijeenkomsten. Voorstanders claimen dat hier aanzienlijke besparingen in vliegverkeer en emissies mee te bereiken zijn (zie bijvoorbeeld Reay, 2004)⁶. Sommige luchtvaartexperts hebben gewezen op de mogelijke grote gevolgen van videovergaderingen op de vraag naar luchtvaart (Rubin and Joy, 2005)⁷, hoewel anderen dit ontkennen (Mason en Alamdari, 2007)⁸.

De weinige empirische studies die zijn gedaan naar videovergaderingen geven een gemengd beeld. Een Noorse studie laat zien dat 40% van de gebruikers van videovergaderingen als gevolg daarvan minder zijn gaan vliegen. 10% gaf aan substantieel minder te zijn gaan vliegen (Denstadli, 2004)⁹. In het totaal zou een paar procent van het zakelijk vliegverkeer vervangen kunnen worden door videovergaderingen. Andere studies komen soms op iets hogere percentages uit (Transport Canada, 2007)¹⁰.

Concluderend lijkt het niet waarschijnlijk dat het toenemen van digitale alternatieven voor transport zal leiden tot significant minder vliegverkeer. Bij de effect schatting wordt daarom uitgegaan van een effect van 2 tot 4% in de zakelijke markt.

CO₂-effecten

Er worden twee groeiscenario's behandeld waarin elk twee varianten gepresenteerd voor de overschakeling van het vliegtuig naar een gelijke vervanging door de auto, bus en trein.

Groeiscenario 1 (20.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 960 Kton (gebaseerd op gehele vlucht inclusief terugreis)

Overstappen alternatieven voor vliegverkeer

In het geval dat in 10% van de afgelegde kilometers overstapt wordt naar de alternatieven zal dit leiden tot een reductie van 67,08 Kton, bij 20% van de afstand is het effect 134.16 Kton.

Teleconferencing

In het geval dat 2% van de zakelijke reizigers (bij gemiddelde afstand) besluit tele-videoconferencing toe te passen zal dit resulteren in een reductie van 14.4 Kton, bij 4% zal de reductie 28.8 Kton bedragen.



Groeiscenario 2 (40.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 1.600 Kton (gebaseerd op gehele vlucht inclusief terugreis).

Overstappen alternatieven voor vliegverkeer

In het geval dat 10% van de afgelegde kilometers overstapt, wordt naar de alternatieven dit leiden tot een reductie van 111.80 Kton, bij 20% van de afstand is het effect 224 Kton.

Teleconferencing

In het geval dat 2% van de reizigers (bij gemiddelde afstand) besluit tele- videoconferencing toe te passen zal dit resulteren in een reductie van 24 Kton, bij 4% zal de reductie 48 Kton bedragen.

Kosten

De kosten van Slimme alternatieven zijn niet gekwantificeerd.

Opmerkingen

Aannames, belangrijke aandacht etc.

- De mobiliteitsvraag van de reizigers is geschat door eenzelfde groei als in het aantal vliegbewegingen verwacht wordt toe te passen op de huidige vraag.
- De emissiefactoren van auto's zijn gebaseerd op lange afstanden.
- De emissiefactoren van treinen zijn gebaseerd op intercitytreinen (50%) en lange afstand treinen (50%).
- Er is geen rekening gehouden in hoeverre andere modaliteiten daadwerkelijk praktische alternatieven zijn voor een bepaalde reis.
- De emissies veroorzaakt door tele-/videoconferencing zijn gelijkgesteld aan nul. In werkelijkheid zullen deze techniek ook energie consumeren en emissies veroorzaken. Deze emissies zijn echter niet meegenomen omdat ze de uitkomst nauwelijks beïnvloeden.



Beschrijving: Mobiliteitsmanagement Personeel
Om de CO ₂ -uistoot van het werkgerelateerde vervoer van personeel zoveel mogelijk te beperken kunnen trajecten in gang gezet worden om de wijze (modal split) waarop dat gebeurt te beïnvloeden. Doel is om de emissie per werknemer per kilometer terug te brengen door faciliterend dan wel sturend op te treden. Meerdere parameters kunnen worden beïnvloed, waaronder de vervoerswijze (modaliteit). Momenteel is er alleen een goed zicht op het vervoer dat plaatsvindt met de auto's en het werkgerelateerde privéautogebruik. Het huidige gebruik van het openbaar vervoer door werknemers is onbekend. Het berekende effect is daarom volledig gebaseerd op overschakeling van de auto naar het openbaar vervoer (bus en trein).
CO₂-effecten
Zoals bovenstaand is aangegeven wordt het reductiepotentieel uitgerekend over het werkgerelateerde verkeer dat momenteel met de auto plaatsvindt. Optimalisatie zou ook plaats kunnen vinden tussen verschillende vormen van openbaar vervoer. Daarnaast is ook het effect van de een modal shift naar de fiets buiten beschouwing gelaten. Het grootste effect is echter te verwachten bij de overschakeling van de auto naar het openbaar vervoer.
Groescenario 1 (20.000 extra vluchten) Verwachte emissie: 7.19 Kton In het geval dat 20% van de afstand afgelegd met auto's in het vervolg met de met bus en trein zal worden afgelegd zal een emissiereductie optreden van 0.98 kton, bij een overschakeling van 30% zal het effect 1.47 Kton bedragen.
Groescenario 2 (40.000 extra vluchten) Verwachte emissie: 11.05 Kton In het geval dat 20% van de afstand afgelegd met auto's in het vervolg met de met bus en trein zal worden afgelegd zal een emissiereductie optreden van 1.51 Kton, bij een overschakeling van 30% zal het effect 2.26 Kton bedragen.
Kosten
De kosten van het overschakelen van reizen per auto naar het reizen met het openbaar vervoer zijn niet gekwantificeerd. Wel kan worden gemeld dat overschakeling niet tot extra kosten hoeft te leiden ten opzichte van de kosten welke een wagenpark met zich meebrengt.
Opmerkingen
Aannames, belangrijke aandacht, etc. <ul style="list-style-type: none"> – De mobiliteitsvraag van het personeel is geschat door eenzelfde groei als verwacht wordt in het aantal vliegbewegingen toe te passen op de huidige vraag. – De berekening is gebaseerd alle op Eindhoven Airport gevestigde bedrijven. De effect-schatting is daarom gebaseerd op een personeelsbestand van 623 personen. – De berekende emissiereducties zijn gebaseerd op het gebruik van privé auto's voor woon-werkverkeer en voor het alle met de auto afgelegde kilometer (inclusief niet-werk gerelateerd verkeer). – De emissiefactoren van auto's zijn berekend aan de hand van de parkemissies van de autovloot van Eindhoven Airport gecorrigeerd voor Well to Wheel. – Er wordt verondersteld dat het auto bezit bij alle op Eindhoven Airport gevestigde bedrijven vergelijkbaar is met dat van Eindhoven Airport. – De emissiefactoren van busverkeer zijn gebaseerd op een mix van stads (50%) en streekbussen (50%). – De emissiefactoren van het treinverkeer zijn gebaseerd op een mix van stop (50% en sneltreinen 50%). – Vermindering van de verkeersdruk zal ook een positief effect hebben op het reduceren van CO₂. Gezien de geringe omvang van het wagenpark is dit effect verwaarloosbaar.



Beschrijving: Elektrisch platformvervoer

Op het platform worden allerlei handelingen uitgevoerd met behulp van specialistische voertuigen variërend van vliegtuigtrappen tot schoonmaakvoertuigen. Deze voertuigen worden momenteel aangedreven door diesel motoren. Het gebruik van deze voertuigen resulteert daarom in de emissie van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen. Door over te schakelen op elektrische varianten van deze voertuigen zal een reductie in broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen worden bereikt. Een bijkomend voordeel is dat het overblijvende deel van de luchtverontreinigende stoffen op een andere locatie plaats kan vinden. Hierdoor zal de concentratie dalen en de luchtkwaliteit lokaal verbeterd worden.

CO₂-effecten

Aangezien het huidige energiegebruik van de platformvoertuigen niet bekend is zal er een effectschatting worden gegeven. De schatting is gebaseerd op het daadwerkelijke gebruik van 7,5 tons elektrische voertuigen welke gebruikt worden bij postbezorgingen. Door over te schakelen van diesel aangedreven voertuigen naar elektrische voertuigen zal er een reductie plaatsvinden in de CO₂-emissie van c.a. 10 tot 20%.

Groeiscenario 1 (20.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 0,127 Kton

In de situatie waarin het gehele platformvervoer overschakelt, wordt op elektrische voertuigen zal er een reductie plaatsvinden van 0.013 kton (10% verbeterde efficiëntie) of 0.02 (20% verbeterde efficiëntie).

Groeiscenario 2 (40.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 0,196 Kton

In de situatie waarin het gehele platformvervoer overschakelt, wordt op elektrische voertuigen zal er een reductie plaatsvinden van 0.025 kton (10% verbeterde efficiëntie) of 0.039 (20% verbeterde efficiëntie).

Kosten

De kosteneffectiviteit van elektrische voertuigen platformvoertuigen ligt op €2.000/ton CO₂.

Opmerkingen

Aannames, belangrijke aandacht, etc.

- Het platformvoertuig gebruik is geschat door eenzelfde groei als verwacht wordt in het aantal vliegbewegingen toe te passen op het huidige gebruik.
- Het CO₂-emissieproductiepotentieel is berekend aan de hand van opgetreden emissie-reducties bij elektrische voertuigen van vergelijkbare omvang.
- Door schaalvergroting en leereffecten in de productie van elektrische voertuigen is te verwachten dat de prijs van elektrische voertuigen zal dalen.
- Het effect is berekend aan de hand van de gemiddelde Nederlandse productiemix van energieproductie. Aangezien in deze productiemix ook duurzame energie is opgenomen zal bij afname van grijze stroom het CO₂-reducerend effect minder groot zijn.



Beschrijving: Optimalisatie OV-verbinding

Het merendeel van het vervoer van passagiers van en naar luchthavens vindt plaats per auto. Om de CO₂-emissie van het verkeer van luchtvaartpassagiers te beperken kan er getracht worden de modal split te beïnvloeden. Dit kan op meerdere manieren plaatsvinden. Zo kan het gebruik van het OV worden bemoedigd door bijvoorbeeld de bereikbaarheid van het vliegveld te verbeteren of door het optimaliseren van de dienstregeling. Of door de directe treinverbinding met Eindhoven Airport te creëren. Ook kan het autogebruik worden ontmoedigd doormiddel van het verhogen van bijvoorbeeld de parkeertarieven. Aangezien er mogelijk een station aangelegd gaat worden, wordt tevens een situatie berekend waarin een groot deel van het autoverkeer dat momenteel plaatsvindt over zal schakelen op de trein.

CO₂-effecten

Er is voor twee varianten een reductie effect geschat. Er wordt hier gesproken van extra personen welke gebruik maken aangezien momenteel bijna 30% van de reizigers gebruik maakt van het OV.
Een bezettingsgraad van twee personen per auto is hier aangehouden aangezien te verwachten is dat er gemiddeld meer personen in een auto zitten vanwege het motief van dergelijke reizen (gezinnen, breng- en haal-verkeer). Bij een dergelijk hoge bezettingsgraad verminderd ook de milieubelasting per persoon per zitplaats.

Groeiscenario 1 (20.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 24.78 Kton

In het geval dat 10% van de autokilometers in het vervolg met het openbaar vervoer worden gemaakt zal een CO₂-reductie van 0,32 Kton worden bereikt.

Bij overschakeling van 20% van de kilometers zal de CO₂-reductie 0,58 Kton bedragen.

In het geval dat 50% van de kilometer niet met de auto plaats vindt maar met de trein vanwege het ontstaan van de directe verbinding zal een reductie van 1,32 Kton worden bereikt, bij een overschakeling van 80% zal dit effect 2,11 Kton bedragen.

Groeiscenario 2 (40.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 41.31 Kton

In het geval dat 10% van de autokilometers in het vervolg met het openbaar vervoer worden gemaakt zal een CO₂-reductie van 0,53 Kton worden bereikt.

Bij overschakeling van 20% van de kilometers zal de CO₂-reductie 0.97 Kton bedragen.

In het geval dat 80% van de kilometer niet met de auto plaats vindt maar met de trein vanwege het ontstaan van de directe verbinding zal een reductie van 2,2 Kton worden bereikt, bij een overschakeling van 80% zal dit effect 3,52 Kton bedragen.

Kosten

De kosten voor het optimaliseren van de openbaarvervoersverbinding zijn niet gekwantificeerd.

Opmerkingen

Aannames, belangrijke aandacht, etc.

- De mobiliteitsvraag van de reizigers is geschat door eenzelfde groei als in het aantal reizigers dat verwacht wordt gecorrigeerd voor de bezettingsgraad toe te passen op de huidige vraag.
- Er is uitgegaan van een gemiddelde door reizigers afgelegde afstand naar of van het vliegveld van 120 km voor de heen- en terugweg.
- Bij de overschakeling wordt een absoluut gelijke toename bij de verschillende OV-modaliteiten verondersteld. Een daling van 10% in de afgelegde kilometers bij auto's zal in de berekeningen leiden tot een toename van 5% in bus- en treinverkeer.
- De emissiefactoren van auto's zijn berekend aan de hand van korte afstand op basis van een bezettingsgraad van twee personen.
- De bezettingsgraad van de auto speelt een grote rol in het daadwerkelijk optreden van een effect. In het geval er 1 persoon in een auto zit zal er bij overschakeling op het OV een veel groter reducerend effect optreden.



Beschrijving: Elektrische taxi

Een deel van de reizigers welke Eindhoven Airport aandoen maken gebruik van taxi's om van en naar het vliegveld te reizen. Momenteel worden deze taxi's aangedreven door dieselmotoren. Het gebruik van deze diesel als brandstof resulteert in de emissie van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen. Het is mogelijk de emissie van het deze stoffen te reduceren door een deel van of het gehele taxi vervoer van en naar het vliegveld te elektrificeren.

Het gebruik van elektrische voertuigen resulteert in een afname van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen. Een bijkomend voordeel voor locaties waar de grenswaarden bijna behaald worden of reeds worden overschreden is dat de emissie van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen op een andere locatie plaats kan vinden.

Momenteel rijden er 105 taxi's rond welke bevoegd zijn mensen te vervoeren van en naar Eindhoven Airport.

CO₂-effecten

De 105 taxi's welke in het bezit zijn van een taxipas leggen jaarlijks 50.000 kilometer af. Het is echter onduidelijk welk percentage van dit jaarlijkse kilometrage door vliegveld gerelateerd taxiverkeer is. Daarom zijn er twee varianten berekend namelijk een overschakeling van 30% van de door taxi's afgelegde kilometers en voor 100% van de afgelegde kilometers. De eerste variant houdt een overschakeling naar elektrische voertuigen van dit 105 auto tellende taxi park. In de tweede variant zal de gehele vloot overschakelen.

Groei-scenario 1 (20.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 3.94 Kton

Bij een overschakeling van 30% van taxi's zal een CO₂ reducerend effect optreden van 0,5 Kton. In het geval dat het gehele taxibestand dat de luchthaven aandoet overschakelt, zal een reductie van 1,65 Kton worden bereikt.

Groei-scenario 2 (40.000 extra vluchten)

Verwachte emissie: 6.56 Kton

Bij een overschakeling van 30% van taxi's zal een CO₂ reducerend effect optreden van 0,83 Kton. In het geval dat het gehele taxibestand dat de luchthaven aandoet overschakelt, zal een reductie van 2.76 Kton worden bereikt.

Kosten

De kosteneffectiviteit van een elektrische taxivervoer is ca. 500/ton CO₂.

Opmerkingen

Aannames, belangrijke aandacht, etc.

- Het taxigebruk van de reizigers is geschat door eenzelfde groei als in het aantal reizigers dat verwacht wordt gecorrigeerd voor de bezettingsgraad toe te passen op de huidige vraag.
- Aangezien het aandeel van het vliegveld gerelateerde taxiverkeer op het totaal onbekend is zal er in beide varianten mogelijk (variant 1) en zeker (variant 2) een reducerend effect optreden voor niet vliegveld gerelateerd taxiverkeer.
- Door schaalvergroting en leereffecten in de productie van elektrische voertuigen is te verwachten dat de prijs van elektrische voertuigen zal dalen en de kosteneffectiviteit zal stijgen.



5.3 Factsheets elektriciteit- en warmte-opties

Beschrijving: Verlichting vraaggestuurd
Vraaggestuurde verlichting houdt in dat de verlichting aangaat op het moment dat er activiteit wordt gedetecteerd. Bij geen activiteitsdetectie gaat de verlichting na verloop van tijd weer uit. Daarnaast bevat vraaggestuurde verlichting ook vaak daglichtdetentie. In de huidige bouw wordt vraaggestuurde verlichting reeds toegepast. Voor de nieuwbouw kan het wel van toepassing zijn
CO₂-effecten
Wordt reeds toegepast in de bestaande bouw
Groeiscenario (nieuwbouw)
Bij nieuwbouw is de EPC van kracht deze is voor kantoren 1,1. Om deze EPC van 1,1 te halen zal vraaggestuurde verlichting met daglichtdetentie vaak standaard zijn in de nieuwbouw. Daarnaast geldt ook voor nieuwbouw de Wet milieubeheer en mag oude TL-verlichting in het kader van deze wetgeving niet meer worden toegepast in nieuwbouw. De additionele reductie (dus bovenop de bestaande wet- en regelgeving) is dus 0 kton CO ₂ .
Kosten
De kosten voor vraaggestuurde verlichting zijn niet bekend.
Opmerkingen

Beschrijving: LED-verlichting landingsbaan
LED-verlichting is wel al op de markt, maar is nog niet geschikt voor kantoren, de landingsbanen en terreinverlichting. Om toch een indicatie van het reductiepotentieel van de LED-verlichting op de landingsbaan te geven is een inschatting gemaakt.
CO₂-effecten
Het huidige elektriciteitsverbruik van de lampen op de landingsbaan is ongeveer 209 MWh. Dit geeft een emissie van 117 ton CO ₂ . Bij de vervanging van 800 lampen door LED-lampen is de CO ₂ -reductie ongeveer 70-80% per lamp. De totale CO ₂ -reductie is dus ongeveer 82 -94 ton CO ₂ /jaar.
Groeiscenario (nieuwbouw)
Bij een groei in het aantal landingsbanen zal het reductiepotentieel van LED-lampen t.o.v. conventionele verlichting toenemen. Bij groei naar 2 landingsbanen (2015) zal het reductiepotentieel verdubbelen naar 164 - 188 ton CO ₂ /jaar. Bij de groei naar 3 landingsbanen (2020) neemt het reductiepotentieel toe tot 246 - 282 ton CO ₂ /jaar
Kosten
Kosten voor specifieke LED-verlichting op de landingsbaan zijn onbekend.
Opmerkingen
Aannames, belangrijke aandacht, etc. <ul style="list-style-type: none"> - In de uitgangssituatie is uitgegaan van 3 km landingsbaan met aan weerszijde verlichting; <ul style="list-style-type: none"> • 3 km randverlichting onderlinge afstand is 30 m • 3 km hartlijnverlichting onderlinge afstand is 15 m • 1 km landingsmatverlichting onderlinge afstand is 10 m <p>In totaal gaat het dus om 800 lampen</p> <ul style="list-style-type: none"> - In de berekening zijn we uitgegaan van 200 W lampen met een brandtijd van 18 per dag. - De berekening is gebaseerd op het effect dat optreedt bij de elektriciteitsproductie in Nederland (productiemix). In het geval dat besloten wordt om zelf te produceren kan het effect aangetast worden door een minder schone elektriciteitsproductie of verbeteren door een schonere productie. - Bij de kosteneffectiviteitsberekening is uitgegaan van een kostprijs van 0,11 Eurocent/kWh.



Beschrijving: LED-verlichting/Hoogfrequente verlichting kantoor
<p>In de huidige situatie wordt er gebruik gemaakt van oude TL-verlichting in de kantoren en T5-verlichting (hoogfrequente verlichting) in de terminal. Daarnaast is er sprake van verlichting op de landingsbanen en terreinverlichting e.d. LED-verlichting is wel al op de markt, maar is nog niet geschikt voor kantoren, de landingsbanen en terreinverlichting. Wel zijn er ontwikkelingen gaande om de terreinverlichting te vervangen. In overleg met Philips worden daar armaturen voor ontwikkeld, maar het is nog niet bekend om wat voor verlichting het zal gaan. Hier wordt dan ook alleen gekeken naar het effect van de vervanging van de oude TL-verlichting voor T5-verlichting. Het gaat dan om 300 armaturen.</p>
CO₂-effecten
<p>De huidige CO₂-uitstoot die gepaard gaat met de verlichting d.m.v. de 300 oude armaturen is 0,01 kton. De besparing die hierop gerealiseerd kan worden is 0,002 - 0,003 kton CO₂, oftewel 20-30%</p> <p>Grootverbruikers zijn in het kader van de Wet milieubeheer verplicht om maatregelen die binnen 5 jaar terugverdiend worden te nemen. Indien er sprake is van een natuurlijk vervangingsmoment of bij nieuwbouw mag de oude TL-verlichting in het kader van deze wetgeving ook niet meer worden toegepast. Bij natuurlijke vervangingsmomenten is de reductie dus niet additioneel.</p> <p>Groeiscenario (nieuwbouw)</p> <p>Bij nieuwbouw is de EPC van kracht deze is voor kantoren 1,1. Om deze EPC van 1,1 te halen zal hoogfrequente verlichting (8 W/m²) vaak standaard zijn in de nieuwbouw.</p> <p>Daarnaast geldt ook voor nieuwbouw de Wet milieubeheer en mag oude TL-verlichting in het kader van deze wetgeving niet meer worden toegepast in nieuwbouw.</p> <p>De additionele reductie (dus bovenop de bestaande wet- en regelgeving) is dus 0 kton CO₂.</p>
Kosten
<p>De investeringskosten zijn tussen de € 120 - € 150 per armatuur. De meerkosten (dus bij natuurlijk vervangingsmoment) ten opzichte van oude TL-verlichting is € 20 - € 30 per armatuur.</p> <p>Bij een levensduur van 10 jaar loopt de kosteneffectiviteit van:</p> <ul style="list-style-type: none"> - € 0,13/kg tot - € 1,18/kg (bij investeringskosten); - € 1,93/kg tot - € 2,18/kg (bij meerkosten).
Opmerkingen
<p>Aannames, belangrijke aandacht, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - In de uitgangssituatie is uitgegaan van oude TL-verlichting van 40 Watt, die 8 uur per dag brand, 5 dagen per week en 45 werkweken per jaar. - De berekening is gebaseerd op het effect dat optreedt bij de elektriciteitsproductie in Nederlandse (productiemix). In het geval dat besloten wordt om zelf te produceren kan het effect aangetast worden door een minder schone elektriciteitsproductie of verbeteren door een schonere productie. - Bij de kosteneffectiviteitsberekening is uitgegaan van een kostprijs van 0,11 Eurocent/kWh.



Beschrijving: Energiemanagement
Energiezorg is een managementsysteem om het energieverbruik in kaart te brengen. Het levert dus niet direct een energiebesparing op. Binnen het vliegveld Eindhoven Airport wordt op dit moment ook al gebruik gemaakt van een energiemonitoringssysteem dat het energiegebruik van de verschillende gebouwen inzichtelijk maakt.
CO₂-effecten
Aangezien er al gebruik wordt gemaakt van een energiemonitoringssysteem is er dus geen sprake van additionele reductie. In de literatuur wordt gesproken van een reductie van 0 - 5% door bewustwording en beter inzicht in verspilling door het gebruik van energiemonitoring.
Groeiscenario (nieuwbouw)
N.v.t.
Kosten
De kosten van energiemanagement zijn niet gekwantificeerd.
Opmerkingen
-

Beschrijving: Passief bouwen
Passief bouwen is zongeoriënteerd ontwerpen en bouwen, goed isoleren en komen tot luchtdichte oplossingen, waardoor geen warmte ontsnapt aan (lekt uit) de woning of het gebouw. En tegelijk zorgen dat (met name in de zomer) geen oververhitting optreedt (zonwering en zomernacht-ventilatie), waarmee energieverbruik voor koeling wordt voorkomen. Verder gebalanceerd ventileren met warmterugwinning, goed gebruik maken van de vele installatiemogelijkheden die voorhanden zijn en vooral een uiterste vorm van geïntegreerd ontwerpen en bouwen hanteren (bouwen en installeren).
CO₂-effecten
Passief bouwen is alleen van toepassing op nieuwbouw.
Groeiscenario (nieuwbouw)
Door bij de nieuwbouw uit te gaan van het concept passief bouwen kan er energie bespaard worden, de EPC kan hiermee gereduceerd worden naar 0,3 - 0,4. Ten opzichte van een EPC van 1,1 voor kantoren kan een EPC reductie van +/- 70% gehaald worden. Grof gezegd leidt een EPS-reductie van 70% ook tot een emissiereductie van 70%. Dit verband is echter niet lineair dus dient slechts gehanteerd te worden als grove vuistregel.
Kosten
De kosten voor passief bouwen worden geraamd op 0 - 7% van de bouwkosten.
Opmerkingen
Aannames, belangrijke aandacht, etc. - Onder passief bouwen vallen ook de maatregelen: <ul style="list-style-type: none"> • balansventilatie & WTW; • vraaggestuurde ventilatie; • verbeterde isolatie; • warmte/koudeopslag. Deze losse maatregelen kunnen dus niet bij passief bouwen worden opgeteld!



Beschrijving: Balansventilatie en WTW
<p>Het systeem is gebaseerd op het creëren van een evenwicht tussen aan- en afvoer van lucht in de woning. Vervuilde lucht wordt verwijderd via afvoerroosters. Simultaan levert de groep via een kanaal dat in verbinding staat met de buitenlucht, verse lucht aan. Meestal ook met warmterugwinning. Zo wordt tot 90% van de warmte die zich in de vervuilde lucht bevindt, gerecupereerd en terug in het gebouw gebracht.</p> <p>In de terminal wordt nu reeds balansventilatie icm Lage Temperatuur Verwarming, Hoge Temperatuur Koeling en KWO toegepast. Deze maatregel zal dus alleen van toepassing zijn op het kantoor en de nieuwbouw.</p>
CO₂-effecten
<p>Bij het toepassen van ventilatie met WTW (n=2 + 70% wtw) in de bestaande bouw wordt een EPC-reductie van 8% gehaald. Ook hier geldt de vuistregel en de CO₂-reductie kan ook op 8% gesteld worden.</p> <p>Groeiscenario (nieuwbouw) Met het toepassen van ventilatie met wtw (n=2 + 70% wtw) wordt voldaan aan de EPC-eis van 1,1. De besparing is dus niet additioneel.</p>
Kosten
De kosten van balansventilatie voor kantoorgebouwen zijn niet bekend.
Opmerkingen
<p>Aannames, belangrijke aandacht, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Balansventilatie wordt voornamelijk toegepast in woningen. Voor kantoren wordt er eerder uitgegaan van een gewoon (vraaggestuurd) ventilatiesysteem met WTW.

Beschrijving: Vraaggestuurde ventilatie
<p>Vraaggestuurde ventilatie gebeurt met een sensor die de CO₂-concentratie meet en op basis daarvan meer of minder gaat ventileren. Indien nodig stuurt de sensor een signaal naar de centrale computer, die automatisch de roosters openzet en de ventilator aanzet om vervuilde lucht af te voeren.</p>
CO₂-effecten
<p>Vraaggestuurde ventilatie is alleen van toepassing op de nieuwbouw.</p> <p>Groeiscenario (nieuwbouw) Met het toepassen van ventilatie met WTW (n=2 + 70% wtw) wordt voldaan aan de EPC-eis van 1,1. De besparing is dus niet additioneel.</p>
Kosten
De kosten van vraaggestuurde ventilatie voor kantoorgebouwen zijn niet bekend.
Opmerkingen
-



Beschrijving: Verbeterde isolatie
<p>Bij verbeterde isolatie gaat het met name over dak-, muur- en glisolatie. De isolatiewaarde van oppervlakte wordt uitgedrukt in de zogenaamde Rc-waarde. Hoe hoger de Rc-waarde, des te beter de isolatie.</p> <p>De huidige isolatie op Eindhoven Airport is al zeer goed vanwege de geluidsnormen. Aangezien niet bekend is wat de daadwerkelijk Rc-waarde is van de verschillende schiloppervlakten gaan we uit van de gemiddelden van huidige kantoren.</p>
CO₂-effecten
<p>Door verbeterde isolatie toe te passen wordt een EPC-reductie van 13% gehaald. De CO₂-reductie is dus ook grofweg 13%.</p> <p>Groeienscenario (nieuwbouw)</p> <p>Voor de isolatie van de nieuwbouw geldt ook weer dat deze additioneel moet zijn ten opzichte van de EPC-eis van 1,1. Op het gebied van isolatie is er niet zo veel meer mogelijk om de EPC te verlagen, maar met de best beschikbare isolatie van er nog een EPC-reductie van 3% gehaald worden en daarmee een CO₂-reductie van 3%.</p>
Kosten
<p>De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt tussen de - € 150/ton en € 810/ton (een min betekend dat de maatregel geld oplevert).</p>
Opmerkingen
<p>Aannames, belangrijke aandacht, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - De kosteneffectiviteit is gebaseerd op kosten van woningen. De investeringskosten liggen bij opschaling lager, maar de opbrengsten zijn ook lager ivm lagere energiekosten voor grootverbruikers. Per saldo zal dit dus een goede indicatie geven. - Voor de bestaande bouw zijn we in de uitgangssituatie uitgegaan van: <ul style="list-style-type: none"> • gevel en vloer: Rc-waarde 3,0 m² K/W; • isolatie dak: Rc-waarde 3,5 m² K/W; • glas: HR+ en aluminium. - Voor de nieuwbouw geldt voor een EPC van 1,1 de volgende uitgangssituatie: <ul style="list-style-type: none"> • gevel en vloer: Rc-waarde 3,5 m² K/W; • isolatie dak: Rc-waarde 3,5 m² K/W; • glas: HR++ en hout.

Beschrijving: Zon-PV
<p>Bij zon-pv gaat het om zonnepanelen die elektriciteit opwekking. Het is nog niet zeker of zon-pv op het eigen terrein geplaatst mag worden i.v.m. de spiegeling. Een alternatief zou zijn om een fonds op te richten en daarmee zon-pv in de nabijgelegen wijk Meerhoven te financieren.</p>
CO₂-effecten
<p>Zon-pv op eigen terrein</p> <p>Op het eigen terrein is 4.000 m² beschikbaar voor het plaatsen van zon-pv. 4 m² aan zonnepanelen levert gemiddeld 375 kWh/jaar op. Bij 4.000 m² gaat het om 375 MWh. Dit staat gelijk aan een CO₂-reductie van 0,2 kton CO₂/jaar.</p> <p>Zon-pv in de wijk Meerhoven</p> <p>In Meerhoven staan in 2010 +/- 6.000 woningen die elk een beschikbaar dakoppervlak hebben van 10 m² (inschatting). Hier gaat het dus om 60.000 m². Dit levert een CO₂-reductie van 3 kton CO₂/jaar op.</p>
Kosten
<p>De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt voor zon-pv:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Op het eigen terrein tussen € 0/ton en € 980/ton. - Voor toepassing in de wijk Meerhoven op € 580/ton.



Opmerkingen
<p>Aannames, belangrijke aandacht, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> – De berekening is gebaseerd op het effect dat optreedt bij de elektriciteitsproductie in Nederland (productiemix). In het geval dat besloten wordt om zelf te produceren kan het effect aangetast worden door een minder schone elektriciteitsproductie of verbeteren door een schonere productie. – Er is sprake van een kosteneffectiviteit van € 0/ton bij volledige toekenning van de SDE-subsidieregeling. Dan is optie echter weinig additioneel (subsidie zorgt anders voor PV elders). – Er is sprake van een kosteneffectiviteit van € 0,58/ton indien Eindhoven Airport een compensatie gaat geven ter hoogte van de huidige SDE-subsidie.

Beschrijving: Zon-thermisch
<p>Bij zon-thermisch gaat het om zonnepanelen die warm water opwekken dat vervolgens gebruikt kan worden voor warm tapwater. Zon-thermisch moet altijd op de loactie geplaatst worden waar ook de warmte wordt afgenomen. Plaatsing op eigen terrein is dus niet voor de hand liggend. Er is hier dan ook alleen naar zon-thermisch gekeken.</p>
CO ₂ -effecten
<p>Zon-thermisch</p> <p>In Meerhoven staan in 2010 +/- 6.000 woningen. Een gemiddeld huishouden met een standaard zonneboiler bespaart ongeveer 170 m³ aardgas. Voor alle woningen in Meerhoven staat dit staat gelijk aan een CO₂-reductie van 1,8 kton.</p> <p>Let op: op het moment dat ergens zon-pv ligt kan zon-thermisch niet meer worden toegepast! Deze maatregelen sluiten elkaar dus uit.</p>
Kosten
<p>De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt voor zon-thermisch op € 330/ton CO₂.</p>
Opmerkingen
<p>Aannames, belangrijke aandacht, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Er is sprake van een kosteneffectiviteit van € 330/ton CO₂ indien Eindhoven Airport een compensatie gaat geven ter hoogte van de huidige SDE-subsidie.

Beschrijving: Windenergie
<p>Bij windenergie heb je drie mogelijkheden. Er kan sprake zijn van windenergie op het eigen terrein, wind op land bij derden en wind op zee bij derden. Windenergie op het eigen terrein is gebonden aan hoogtebeperking en daar waarschijnlijk niet efficiënt. Wind op land bij derden en wind op zee bij derden zijn betere alternatieven.</p>
CO ₂ -effecten
<p>Wind op land bij derden</p> <p>De reductie die hiermee gehaald kan worden is volledig afhankelijk van de hoeveelheid vermogen die geplaatst wordt. 1 MW windvermogen levert ongeveer 2.000 MWh aan elektriciteit op. Hiermee wordt ongeveer 1,1 kton CO₂-reductie behaald.</p>
<p>Wind op zee bij derden</p> <p>Windvermogen op zee levert meer elektriciteit op aangezien een windmolen op zee meer draaiuren maakt. 1 MW aan windvermogen levert ongeveer 3.500 MWh aan elektriciteit op. Hiermee wordt ongeveer 2,0 kton CO₂-reductie behaald.</p>
Kosten
<p>De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt voor windenergie:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wind op land bij derden € 50/ton. – Wind op zee bij derden € 70/ton.



Opmerkingen
<p>Aannames, belangrijke aandacht, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> – De berekening is gebaseerd op het effect dat optreedt bij de elektriciteitsproductie in Nederlandse (productiemix). In het geval dat besloten wordt om zelf te produceren kan het effect aangetast worden door een minder schone elektriciteit productie of verbeteren door een schonere productie. – Bij de berekening voor de kosteneffectiviteit van is uitgegaan dat Eindhoven Airport een compensatie gaat geven ter hoogte van de huidige SDE-subsidie.

Beschrijving: Koude/warmte-opslag (KWO)
<p>Koude/warmte opslag wordt vaak in combinatie met een warmtepomp gebruikt om te koelen en/of te verwarmen. Een gebouw moet minimaal 2.000 m² zijn en meer dan 100 kW koelvermogen hebben. Het water dat gebruikt wordt om koude of warmte aan te onttrekken of om juist koude of warmte op te slaan bevindt zich op 30-150 meter diepte. Op dit moment wordt er al KWO toegepast voor de terminal.</p>
CO ₂ -effecten
<p>De gemiddelde besparing van koude/warmteopslag is 50-80% op de energie voor koeling en 30-50% op verwarmen. Het is niet bekend hoeveel elektriciteit Eindhoven Airport gebruikt voor koeling. Het gasgebruik zal voornamelijk voor verwarming gebruikt worden. Van de 125.000 m³ kan dus ongeveer 62.500 m³ bespaard worden. Dit staat gelijk aan een CO₂-reductie van 70 - 110 kton/jaar. Indien we de besparing op de elektriciteit voor koeling zouden meenemen zou het reductiepotentieel hoger komen te liggen</p>
Groeiscenario (nieuwbouw)
<p>Voor de isolatie van de nieuwbouw geldt ook weer dat deze additioneel moet zijn ten opzichte van de EPC-eis van 1,1. Op het gebied van isolatie is er niet zo veel meer mogelijk om de EPC te verlagen, maar met de best beschikbare isolatie van er nog een EPC-reductie van 3% gehaald worden en daarmee een CO₂-reductie van 3%.</p> <p>Voor koude/warmteopslag bij nieuwbouw geldt ook weer dat deze additioneel moet zijn ten opzichte van de EPC-eis van 1,1. Met koude/warmteopslag kan de EPC met 26% verlaagd worden. Het reductiepotentieel is dus aanzienlijk en komt hiermee op 126 ton CO₂ in 2015 en 194 ton CO₂ in 2020.</p>
Kosten
<p>De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt tussen -€ 9,10/ton CO₂ en -€ 21,-/ton CO₂ . Met andere woorden, deze maatregel is kosteneffectief.</p>
Opmerkingen
<ul style="list-style-type: none"> – Indien we de besparing op de elektriciteit voor koeling zouden meenemen zou het reductiepotentieel hoger komen te liggen

Beschrijving: Geothermie
<p>Diepe geothermie kan worden toegepast om te voorzien in de warmtevraag. De warmtevraag moet wel meer zijn dan 2 miljoen m³ aardgas. Dit betekent dat het voor Eindhoven Airport alleen niet geschikt is. Er zullen dus ook een substantieel aandeel van de woningen in Meerhoven aangesloten moeten kunnen worden. De warmte die onttrokken wordt uit de aarde bevindt zich op 1,5 - 5 km diepte.</p>
CO ₂ -effecten
<p>Met diepe geothermie kan ongeveer 60-70% op het verwarmen bespaard worden. Indien we uitgaan van 2 miljoen m³ aardgas zal de reductie dus min. 1,2 miljoen m³, oftewel 2100 ton CO₂</p>
Kosten
<p>De kosten en/of kosteneffectiviteit voor geothermie is onbekend.</p>
Opmerkingen
<p>-</p>



Beschrijving: Warmte-winnend platform
De optie is, volgens ontvangen informatie, in eerder studies niet haalbaar gebleken.
CO₂-effecten
-
Kosten
-
Opmerkingen
-

5.4 Factsheets biomassa opties

Beschrijving
<p>Duurzame energie (electriciteit) Biomassa bijstook Het inkopen van elektriciteit geproduceerd op basis van biomassa in een kolencentrale. We gaan er van uit dat hierbij duurzaamheidscriteria worden gehanteerd van de Commissie Cramer en of de Heldergroene biomassa criteria lijst van SNM en ook de BMF.</p>
CO₂-effecten
<p>Afhankelijk van de biomassa soort is de CO₂-reductie over het algemeen tussen de 50% (teelt van bijvoorbeeld Jatropha) en 90% (houtafval). Een aantal biomassasoorten afkomstig uit markten met een groot ontbossingsrisico (bijvoorbeeld palmolie en soja) leidt door het (indirecte) effect op ontbossing niet CO₂-reductie. Deze laatste vallen af als duurzaamheidscriteria gehanteerd worden.</p> <p>Met 37.000 vluchten is er emissiebeperking van 90% maal 4.884 is 4.396 ton. Met 57.000 vluchten is er emissiebeperking van 90% maal 7.524 is 6.771 ton.</p>
Kosten
<p>De huidige subsidieregelingen gaan op basis van ECN-calculaties uit van € 67 per ton CO₂-emissie aan meerkosten van deze optie.</p> <p>Voor 37.000 vluchten en 4.396 ton per jaar is dat dan € 294.532 per jaar. Voor 57.000 vluchten en 6.771 ton per is dat € 453.657 per jaar.</p>
Opmerkingen
<p>Het is niet rendabel om een eigen bio-elektriciteitsinstallatie te bouwen. Als er bio-energie wordt ingekocht waar ook SDE-subsidie is ontvangen dan kan dit niet dienen als compensatie optie.</p>



Beschrijving
<p>Duurzame energie <i>Eigen productie biomassa (biogas, biowarmte, bio-elektriciteit)</i></p> <p>Hierover is contact geweest met de luchthaven en defensie (via de luchthaven). Conclusie is dat er een verschralingbeleid is voor het terrein van de luchthaven. Dit betekent geen bemesting, en liefst geen gewassen die vogels aantrekken. Telen van gewassen als energiemaïs of koolzaad is daarmee niet mogelijk of interessant. Er wordt gerapporteerd dat er per jaar op de 250 ha grasland ongeveer 750 à 1.250 ton maaisel (1 à 2 keer maaien per jaar) wordt verzameld. Dit gaat naar een composteer installatie. We gaan uit van 1.000 ton.</p> <p>Het is denkbaar dat het maaisel wordt ingezet in een vergistingsinstallatie waarmee bio-elektriciteit of groen gas wordt opgewekt. De hoeveelheid is te klein voor een eigen installatie. Afzet bij een andere installatie (agrarisch) zou in principe mogelijk moeten zijn.</p>
CO₂-effecten
<p>Bij de huidige composteeringsroute komt er CO₂-eq. vrij door de biologische processen in de composteerinstallatie. Bij een vergistinginstallatie is dit uiteindelijk ook zo maar wordt er gebruik van aardgas voorkomen doordat het groene gas aardgas verdringt.</p> <p>Bermgras heeft ongeveer een vochtgehalte van 70% en een energiewaarde van 4GJ/ton. 1 ton bermgras levert ongeveer 100 Nm³ biogas. Hier totaal dus 100.000 Nm³ biogas (stookwaarde 18 MJ/NM³). Dit vervangt ongeveer de helft aan Nm³ aardgas wegens de lagere stookwaarde, de benodigde opwerking of het lagere rendement van de elektriciteitsproductie. De emissie van 50.000 Nm³ aardgas is (1,77 kg CO₂/Nm³ aardgas) 88,5 ton CO₂.</p>
Kosten
<p>Over de kosten van vergisting is veel discussie. Voor co-vergisting is het subsidietarief vastgesteld op 5,3 Eurocent per kilowattuur. Economische Zaken gaat voor de SDE uit van een kostprijs van 12 Eurocent per kilowattuur. Overigens becijferde Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) eerder een veel hogere kostprijs: van 17,9 Eurocent.</p> <p>Als we uitgaan van 12 Eurocent per kWh dan is de CO₂-prijs ongeveer € 140 per ton CO₂. Als er aangehaakt kan worden bij een bestaande installatie dan is het misschien mogelijk tot lagere kosten te komen.</p> <p>Er is bij deze berekening geen rekening gehouden met de SDE-subsidie. Als deze subsidie toch ook gebruikt wordt dan ontstaat er discussie of er daadwerkelijk compensatie geclaimd kan worden.</p> <p>De totale jaarkosten komen daarmee op € 12.390.</p>
Opmerkingen
<p>Bronnen: Haalbaarheid Groen Gas uit Biotreststromen in Zeeland, ir Huisman, Hogeschool Zeeland, 2009.</p>

Beschrijving
<p>Duurzame energie (Brandstoffen) <i>Eigen productie biotransportbrandstoffen</i></p> <p>Het blijkt niet mogelijk op eigen terrein gewassen als koolzaad, maïs of tarwe te telen voor transportbrandstoffen wegens het verschralingbeleid en het beleid om vogels te weren.</p>
CO₂-effecten
<p>Biotransportbrandstoffen geteeld op niet in gebruik zijnde grond reduceren de emissies over het algemeen met 20 à 50% t.o.v. gewone diesel en benzine.</p>
Kosten
Opmerkingen
Niet mogelijk.



Beschrijving
<p>Duurzame energie (brandstoffen) <i>Gebruik biodiesel geproduceerd door anderen</i></p> <p>Het is mogelijk om voor de dieselvoertuigen die gebruikt worden op de luchthaven biodiesel te gebruiken i.p.v. van conventionele diesel.</p>
CO₂-effecten
<p>In 2010 zal in de diesel in Nederland gemiddeld 4% biodiesel worden bijgemengd omdat dit een landelijke verplichting is voor oliemaatschappijen. Deze biodiesel is behoorlijk duurder dan de conventionele diesel. Als Eindhoven airport besluit om haar voertuigen op 100% biodiesel te laten rijden i.p.v. van op de gemiddelde 4% dan zullen oliemaatschappijen er voor kiezen om andere klanten minder biodiesel te leveren. Netto geeft dit dus geen verandering.</p> <p>Het is ook mogelijk om met oliemaatschappijen af te spreken dat zij biodiesel leveren maar dat zij deze hoeveelheid niet mee tellen bij de verplichting.</p> <p>De CO₂-reductie van met name biodiesel gekocht van de markt (op basis van koolzaad, palmolie en soja-olie wereldwijd) is zeer discutabel. De Engelse overheid concludeerde op basis van de Gallagher review dat door indirect effecten (ontbossing door de palmolie en soja uitbreiding) er eerder een toename van de emissie is dan een afname. Ook de Helderagroene biomassa van SNM en o.a. de BMF concludeert dat de huidige eerste generatie biodiesel geen CO₂-reductie geeft.</p> <p>Tweede generatie biodiesel is voorlopig nog niet op de markt. Wat de prijs hiervan zal worden is nog onduidelijk. Waarschijnlijk zullen de CO₂-reducties in de buurt komen van bioelektriciteit (50 à 90%) maar de kosten wegens de ingewikkeld techniek nog lang hoger blijven.</p> <p>De enige optie die nu gebruikt zou kunnen worden is biodiesel op basis van afvalstromen als frituurvet. Deze stroom wordt echter nu al ingezet voor bio-elektriciteit en steeds meer voor biodiesel. Als Eindhoven airport zich hier op zou richten dan zou dit betekenen dat er niet meer van deze biodiesel gebruikt wordt maar dat andere klanten minder goede biodiesel krijgen.</p> <p>Andere optie is het planten van bijvoorbeeld palmolie op gedegradeerde grond. In theorie is dan een gunstige CO₂-score te behalen en natuur te herstellen. Tot nu toe zijn dergelijk projecten echter nog zeer beperkt beschikbaar. Ook zijn de kosten nog relatief hoog.</p> <p>Ook productie op basis van algen is nog in een experimenteerstadium. De meeste algenproducenten melden dat er nog flink meer energie in zo'n installatie moet dan dat er uit komt. Algen zijn vooral geschikt als bron voor de voedselindustrie (eiwitten), cosmetica, etc.</p>
Kosten
<p>De meerkosten voor de luchthaven zullen in het geval van niet meetellen in de nationale verplichting naar schatting in 2010 48 cent per liter diesel zijn. Bij het wel meetellen zijn de meerkosten laag maar is er geen compensatie.</p> <p>De meerkosten per ton CO₂ van eerste generatie biodiesel zijn zeer hoog.</p> <p>De meerkosten van tweede generatie biobrandstoffen zullen in het begin hoog zijn en nog lang hoger blijven dan die van bio-energie opties.</p>
Opmerkingen
<p>Bron: CE Delft, Een alternatief voor 5,75% biobrandstoffen, 2008.</p> <p>Deze optie wordt pas interessant als er meer tweede generatie biodiesel op de markt komt.</p>



Literatuur

ACI Europe, 2009

'European airports actively engaging on reducing CO₂, despite the crisis',
press release 16 June 2009.
<http://www.airportcarbonaccreditation.org/>

CE, 2008

Geert Bergsma en Bettina Kampman
Een alternatief voor 5,75% biobrandstoffen
Delft : CE Delft, 2008

CE, 2009

Geert Bergsma, Jasper Faber en Benno Schepers
Klimaatcompensatie voor Eindhoven Airport, een concreet voorbeeldpakket
Delft : CE Delft, maart 2009

Eindhoven Airport, 2009

Onderdeel duurzaamheid van de business case, presentatie voor de
Alderstafel

Hogeschool Zeeland

Ir. Huisman
Haalbaarheid Groen Gas uit Biotreststromen in Zeeland
Zeeland : Hogeschool Zeeland, 2009

Manchester Airport, 2007

Environment Plan : Part of the Manchester Airport Master Plan to 2030
Manchester : Manchester Airport, 2007

