

De transitie naar duurzaamheid

Hoe doe je dat?



Henk Bulder

Ervaringsdeskundige en non-conformistisch denker

Voorzitter/adviseur van Stichting Duurzaam Milieu

2019

Inhoud

Aanleiding	.....	3
Inleiding	.....	4
Energierkening	.....	5
Nieuwbouw	.....	7
Bestaande bouw	.....	9
Boerenbedrijven	.....	12
Isolatie	.....	13
Ventilatie	.....	15
Zonnepanelen	.....	16
Zonneboilers	.....	18
Warmtepompen	.....	19
Warmwatervoorziening.....	.....	20
COP 1 apparaten	.....	21
Mobiliteit	.....	22
Laadstations	.....	22
Batterijen	.....	23
Brandstoffen	.....	24
Waterbesparing	.....	25
Warmtenet	.....	26
Windenergie	.....	27
Meer informatie	.....	28

Aanleiding

Toen wij in Buinerveen werden geconfronteerd met plannen voor het bouwen van industriële windturbines midden tussen de woningen in het veenkoloniale gebied, zonder dat er enige inspraak van de bevolking was geweest, hebben wij ons in eerste instantie verzet tegen de komst daarvan. Het ging om 45 stuks 210 meter hoge windturbines van 3 Megawatt. Toen zelfs het presenteren van alternatieven, die meer duurzame energie zouden opleveren tegen lagere kosten, niet hielp en duidelijk werd dat zelfs een onafhankelijk rechtscollege als de Raad van State dergelijke ondemocratische plannen goedkeurde, was voor ons de maat vol. Nu de goedkeuring er ligt worden de windturbines nog hoger en nog zwaarder (3,9 MW). Projectontwikkelaars in Nederland krijgen gewoon teveel bevoegdheden.

In plaats van te wachten besloten we onze koffers te pakken en te vluchten uit het gebied. Echter, niet zonder te laten zien dat de transitie naar duurzaamheid anders kan. Eerst hebben we een bouwkveld gezocht dat aan onze wensen voldeed. Dat bleek moeilijker dan gedacht maar uiteindelijk hebben we een bouwkveld gevonden in De Wijk. Vervolgens heb ik, na me enkele jaren te hebben verdiept in duurzame materialen en technieken op internet, het duurzaamste huis van Drenthe ontworpen, een energieplus huis met een negatieve footprint. Maar zelfs voor het duurzaamste huis van Drenthe krijg je niet zomaar vergunning. Een planologisch principeverzoek moest er aan te pas komen om de vergunning mogelijk te maken. De gemeente heeft dan de mogelijkheid om op basis van een experiment af te wijken van de regels uit het bouwbesluit. Het blijkt dat niet alleen de regels uit het bouwbesluit maar ook de energiewet en de provinciale regels voor het gebruik van de bovenste 25 meter van de grond het bouwen van een echt duurzaam huis in de weg staan. Het voert te ver om dat hier in detail uit te leggen. Waarom is er bijvoorbeeld een ingewikkelde postcoderegeling nodig om gezamenlijk energie op te wekken en te leveren aan de deelnemers? De enige reden is dat de energiewet het verbiedt dat je energie aan je buurman levert. Afschaffen die regel!

Toen ik geen aannemer kon vinden die het huis durfde te bouwen heb ik zelf de regie gevoerd en alleen met onderaannemers gewerkt die gedeeltes van de bouw konden realiseren. Maar zelfs dan gaan er dingen fout. Zo liet een van de onderaannemers uit Overijssel die de kalkhennep wanden zou maken, ondanks een getekend contract, 2 dagen voor hij zou beginnen per e-mail weten dat hij er vanaf zag. Dat zorgde voor een vertraging van 2,5 maand. We kwamen uiteindelijk terecht bij een team uit Bretagne dat al zo'n 400 woningen met kalkhennep wanden in heel Europa heeft gerealiseerd. Ons huis was daarmee het eerste in Nederland waarbij de kalkhennep spuittechniek werd toegepast.

Ondanks de tegenslagen werd de bouw, die op 1 maart 2017 was gestart, in juli 2018 afgerond zodat we begin augustus 2018 konden verhuizen. Ik meet het energiegebruik, het watergebruik, de temperatuur, de vochtigheid, het CO2 gehalte en het geluid in huis. Het energieverbruik is lager dan vooraf berekend. De warmtepomp gebruikte het eerste jaar maar 1155 kWh. Onze enige energiebron is elektriciteit die we zelf opwekken. We leveren nu jaarlijks 2700 kWh netto terug aan het net (onze burens). Een deel daarvan zullen we vanaf 2021 gebruiken voor een elektrische auto. Dus zelfs dan blijven we netto terug leveren.

Inleiding

De hele discussie over klimaatverandering en fossiele brandstoffen is in een stroomversnelling beland. Enerzijds is dat het gevolg van de aardbevingsperikelen door de gaswinning in Groningen, anderzijds speelt mee dat Nederland een van de slechtste jongetjes in de klas is als het gaat om het naleven van de afspraken die in Parijs zijn gemaakt. Ook de rechtszaak die Urgenda om die reden tegen de staat heeft gevoerd speelt daarbij een rol.

Veel Nederlanders maken zich terecht zorgen over de kosten van de transitie naar duurzaamheid. Met name de mensen aan de onderkant van de samenleving betalen het gelag via de al maar oplopende energierekening. Uitkeringstrekkers en gepensioneerden profiteren immers niet of nauwelijks van de economische groei, alle gunstige koopkrachtplaatjes van onze regering ten spijt. Geld hebben ze niet, ze zijn al blij dat ze überhaupt rond kunnen komen, en lenen lukt niet omdat de inkomenstoets of de leeftijd dat verhindert. Het merendeel van de prijsstijgingen voor energie is het gevolg van hogere belastingen en dus een rechtstreeks gevolg van de besluiten die op regeringsniveau worden genomen. En helaas, onze overheid maakt vaak de verkeerde keuzes en is er vooral voor de vermogenden en de grootverbruikers.

Deze brochure pretendeert niet voor alle Nederlanders een oplossing te hebben. Toch zullen velen met de aanbevelingen eruit aan de slag kunnen. Generieke oplossingen voor alle situaties bestaan er niet hoewel sommigen dat willen doen geloven. Als er al generieke oplossingen bestaan dan zullen die er eerder zijn voor nieuwbouw dan voor de bestaande bouw. Ik heb er daarom bewust voor gekozen die in aparte hoofdstukken te behandelen.

Hoewel boeren voor adviezen bij de land- en tuinbouworganisatie terecht kunnen heb ik er voor het begrip van de burgers en buitenlui toch een kort hoofdstuk aan gewijd.

Voor degenen die zelf al uitgezocht hebben hoe ze de transitie naar duurzaamheid willen gaan aanpakken heb ik daarnaast ook hoofdstukken gemaakt voor specifieke maatregelen.

Ik begin met wat algemene opmerkingen over de energie(be)rekening.

Energierkening

De energierekening bestaat voor de meeste huishoudens voor een deel uit gas en voor een deel uit elektriciteit. Een gemiddeld rijtjeshuis in Nederland gebruikt 1350 m³ gas en 3500 kWh elektriciteit. Om te kunnen rekenen met energie is het belangrijk te weten dat één kubieke meter Nederlands aardgas een energie-inhoud heeft van 9,7 kWh. Zo kun je gemakkelijk uitrekenen dat energie via gas voor een consument veel goedkoper is dan energie via elektriciteit. Elektriciteit is zo'n 3 keer duurder (1 m³ gas kost rond de 75 eurocent dus rond de 7,5 eurocent per kWh terwijl 1 kWh elektriciteit rond de 23 eurocent kost, prijspeil 2019). Als we zondermeer van het gas af zouden gaan door elektrisch te verwarmen zou de energierekening dus ruim 2 keer zo hoog worden en daar zit niemand op te wachten (reken maar na $1350 \cdot 9,7 \cdot 0,23 + 3500 \cdot 0,23 = 3817$ euro tegenover $1350 \cdot 0,75 + 3500 \cdot 0,23 = 1817$ euro). In het energieakkoord is opgenomen dat de gasprijs hoger wordt en de elektriciteitsprijs lager. Toch zal elektriciteit altijd duurder blijven dan gas. Wel zal daardoor bijvoorbeeld een warmtepomp sneller terugverdiend worden.

Er worden inmiddels enkele pilots uitgevoerd met waterstof als vervanger van aardgas. De energie-inhoud van waterstof is ruwweg een derde van die van aardgas. De prijs van een m³ waterstof mag voor de consument dus niet meer zijn dan 25 eurocent als we geen hogere energierekening willen. Het valt op dat in alle pilots gezwegen wordt over de prijs van een m³ waterstof. Bij mij gaan dan de alarmbellen rinkelen. Tot nu toe zijn er alleen pilots in nieuwbouwwijken. Dat heeft als voordeel dat de schaalgrootte de prijs drukt en het geeft de mogelijkheid om door optimale isolatie van de woningen de energierekening toch laag te houden. Er zijn op internet partijen die ervoor waarschuwen dat waterstof 4 tot 10 keer zo duur is als aardgas. Naar mijn mening zal dat met name afhangen van het belastingtarief dat de overheid gaat toepassen voor waterstof.

Waterstof kan gemaakt worden uit water met behulp van elektrolyse en kan vervolgens onder hoge druk worden opgeslagen. Dit is een dure manier van waterstofproductie. Een nieuwe techniek die de hogedruk infrastructuur overbodig maakt is H₂fuel. Bovendien kan hieruit twee keer zoveel waterstof worden vrijgemaakt als er via elektrolyse in is opgeslagen. Dat zou de kosten flink kunnen drukken. Hieruit kun je opmaken dat de waterstofeconomie nog in de kinderschoenen staat.

Steeds meer huishoudens proberen op gas te besparen door met hout te gaan stoken. Hout stoken is vaak goedkoper dan gas. Zeker als je via de gemeente verse houtsnippers kunt kopen voor 20 euro per ton en je laat ze vervolgens aan de lucht drogen. De energie-inhoud van 1 kilogram droog hout is ongeveer 4,5 kWh. Twintig euro voor 4500 kWh aan energie is natuurlijk spotgoedkoop. De investering in een volautomatische houtsnipperketel of een houtvergasser, die een optimale verbranding geeft en een minimale uitstoot van fijnstof, is lonend vanaf een gasverbruik van 2500 m³ per jaar. Je moet er wel de ruimte voor hebben. Open haarden en antieke houtkachels zijn notoire uitstoters van fijnstof en zouden om die reden eigenlijk verboden moeten worden. Bovendien is warmterendement laag doordat de verbranding niet optimaal is en bovendien verdwijnt veel warmte via de schoorsteen. Alleen vuurkorven zijn nog een graadje erger.

Waarom wekken we eigenlijk niet allemaal zelf energie op? Zo'n 12 jaar geleden toen we onze eerste zonnepanelen plaatsten was de terugverdientijd met subsidie nog 17 jaar, terwijl vandaag de dag zonnepanelen zich zonder subsidie bij de huidige salderingsregeling binnen 7 jaar terugverdienen. (De overheid legt saldering nu ook uit als subsidie, terwijl het dat niet is. Ze wil de salderingsregeling per 1 januari 2023 in 8 jaar tijd afbouwen. Een verdere prijsdaling voor zonnepanelen zou ervoor moeten zorgen dat de terugverdientijd toch beneden de 7 jaar blijft.) Als je bedenkt dat zonnepanelen met gemak 30 jaar meegaan dan kun je begrijpen dat de overheid de salderingsregeling weer zo snel mogelijk wil afschaffen. Het is een voorbeeld van de

kruideniersmentaliteit van onze regering. Men is als de dood belastinginkomsten mis te lopen. Den Haag wil graag alles centraal blijven regelen zodat ze de belastinginkomsten op peil kan houden. De energiewet is daar ook helemaal op ingericht. Alleen wanneer je geen aansluiting op het energienet hebt kun je je daaraan ontworstelen. En dat is op dit moment nog niet aantrekkelijk vanwege de hoge prijs voor de opslag van elektriciteit.

Als je zelf energie gaat opwekken, bijvoorbeeld met zonnepanelen of een windturbine, krijg je te maken met saldering. Allereerst is er de onzichtbare saldering. Dat is alle energie die wordt opgewekt en direct wordt gebruikt door allerlei apparaten in huis. Dat deel van de opwekking komt niet op de meter terecht en blijft dus ook na de afschaffing van de salderingsregeling nog steeds onzichtbaar gesaldeerd worden. Hoewel onzichtbare saldering niet op de meter komt kun je wel bepalen hoeveel je onzichtbaar saldeert. Je trekt de teruglevering die wel op de meter staat af van wat de omvormer aan opwekking aangeeft. De onzichtbare saldering zal in de meeste gevallen ergens tussen de 15 en 20% van de totale opwekking zijn. Dat is meer als het aantal zonnepanelen klein is en dat is minder als het aantal zonnepanelen groot is. Bij oost-west plaatsing van de zonnepanelen is het ook meer dan bij zuid plaatsing.

Niet alleen de tarieven voor een m3 gas en een kWh elektriciteit zijn per energieleverancier verschillend ook de leveringskosten (vroeger vastrecht genoemd) verschillen per leverancier. Vaak worden lage tarieven voor gas en elektra gecombineerd met hoge leveringskosten. Dat de gas en elektra tarieven laag zijn hoeft dus niet te betekenen dat u goedkoper uit bent. Meestal blijkt zelfs dat u duurder uit bent.

Bij netto teruglevering zijn de tariefverschillen het grootst. Ze variëren tussen 5 en 13,3 eurocent per kWh. Bij netto teruglevering bent u het best af bij Greenchoice gevolgd door Power Peers. Greenchoice heeft bovendien lage leveringskosten (<https://www.greenchoice.nl/duurzaammilieu/>). Wilt u dat de winsten van het energiebedrijf in de regio blijven dan kunt u het best kiezen voor VanOns (<https://reestdal-energie.nl/energie-van-ons/>).

Nieuwbouw

Bij nieuwbouw is de transitie naar duurzaamheid op relatief eenvoudige wijze te realiseren. Het bouwbesluit geeft de minimale isolatiewaardes (Rc) aan van de verschillende schillemlementen. Ook de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) waaraan de woning moet voldoen is in het bouwbesluit voorgeschreven. Dat gaat in 2020 veranderen. De strenge isolatienormen worden dan losgelaten. Nul op de meter (NOM) woningen en bijna energie neutraal gebouwde (BENG) woningen scoren beter dan in het bouwbesluit is voorgeschreven. Het loslaten van de isolatie eisen in het bouwbesluit is zeker geen verbetering. Goede isolatie is beste manier om energie te besparen. Het kan zelfs nog beter met een energieplus woning zoals ik heb laten zien.

Hoe ontwerp je een duurzame woning?

Door het huis zo te ontwerpen dat er zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van passieve verwarming door de zon en door het zo goed mogelijk te isoleren. Met led verlichting en A+++ apparatuur wordt de vraag naar energie verder geminimaliseerd. Een glasgevel op het zuiden gecombineerd met een groot overstek op het zuiden geeft de laagste energievraag terwijl zonnepanelen op het zuiden de maximale opbrengst hebben. Hoe je je woning plaatst is dus van invloed op je energiebehoefte. Omdat de warmtebehoefte in slaapvertrekken lager ligt dan in woonvertrekken is het aan te raden de slaapvertrekken op het noorden te plaatsen en de woonvertrekken op het zuiden. Vloerverwarming gecombineerd met een grondgebonden warmtepomp garandeert verder een hoge COP (coëfficiënt of performance) en een minimale geluidsoverlast. Door geen hoge temperatuur warmwatervoorziening aan de warmtepomp te koppelen behoud je die hoge COP. Zie verder onder hoofdstuk warmwatervoorziening.

Het gebruik van materialen gemaakt van snelgroeiende gewassen (hennep, bamboe etc.) of restmaterialen (stro, bermgras etc.) en het beperken van het gebruik van beton en staal kan de footprint van de gebouwde omgeving tot een minimum beperken. Wanneer de gebruikte materialen bovendien recyclebaar zijn bereik je een nog lagere footprint.

Gebruik van ondergronds opgevangen regenwater voor wassen, douchen en toiletspoeling beperkt de behoefte aan waterzuivering, rioolinfrastructuur en verbetert de kwaliteit van het oppervlaktewater doordat de kans op een riool overstort wordt geminimaliseerd. Ook wadi's in nieuwbouwwijken kunnen bijdragen aan een beter watermanagement. Het water- en energiegebruik voor douchen kan op een goedkope manier met 70% worden teruggebracht door het installeren van een Nebia Spa shower 2.0 douche die nog geen 3 liter per minuut gebruikt.

Door de vloer/fundering van schuimbeton te maken beperk je het gebruik van staal en beton. Schuimbeton isoleert bovendien prima (elke 10 cm dikte is goed voor een Rc waarde van 1 dus bij 50 cm zit je al op Rc 5). Het zorgt tevens voor een gasdichte vloer waardoor radioactieve gassen (Radon en Thoron) uit de bodem niet in de woning komen. Een kruipruimte heb je helemaal niet nodig.

Wanden kun je maken van stro met een leem en/of kalk stuclaag. Nog beter zijn wanden van kalkhennep. Die nemen nog decennia lang CO₂ op. Zowel stro als kalkhennep wanden zijn dampopen waardoor ze het vochtgehalte in de woning reguleren. Bovendien isoleren beide uitstekend. Een 40 cm dikke wand is goed voor een Rc van 5,5. De footprint is zelfs negatief.

Dakliggers gemaakt van houten I-liggers zijn door het beperkte gewicht gemakkelijk te verwerken. Niet alleen het materiaalgebruik wordt daardoor beperkt, ze zorgen ook voor minimale koudebruggen in het dak. Aan de bovenzijde afwerken met isolerende vezelplaat, aan de onderzijde

met formaldehydevrije OSB plaat en de holle ruimtes vullen met gerecycled krantenpapier (thermofloc cellulose). Met 30 cm I-liggers heb je dan al een Rc van 7,5.

Het is trouwens ook mogelijk om vloeren en daken te maken van kalkhennep en tegenwoordig kan dat zelfs met prefab elementen. Het bouwen van huizen met een negatieve footprint en een minimaal energieverbruik wordt zo heel eenvoudig.

Hoe word je zoveel mogelijk zelfvoorzienend?

Bij een all electric woning kun je alle benodigde energie zelf opwekken. Wanneer je die energie met zonnepanelen opwekt dan kun je eigenlijk niet van het grid af. Je wekt 's zomers immers veel meer op dan je nodig hebt maar 's winters heb je veel meer nodig dan je opwekt. Batterijen aanschaffen om het zomeroverschot op te slaan om het wintertekort te dekken is geen uitkomst. Zeker als je een warmtepomp gebruikt is het wintertekort daarvoor veel te groot. Wel kun je met een kleine batterij 's zomers het nachtverbruik opvangen maar ook dan weegt de extra onzichtbare saldering die je daarmee kunt realiseren na het afschaffen van de salderingsregeling niet op tegen de investering. Het is waarschijnlijk slimmer om te wachten tot er een elektrische auto is aangeschaft. De accu van de auto kan dan in combinatie met een V2X (of V2G) laadpaal die functie vervullen.

Door een deel van de energie met zonnepanelen en een deel met een windturbine op te wekken kun je wel een flink deel van het wintertekort opvangen. De meeste mini windturbines wekken echter te weinig op om financieel aantrekkelijk te zijn. Als je van het grid af wil is een biodiesel aggregaat wel financieel interessant maar die produceert dan weer een hoop lawaai. Voorlopig zullen de meeste mensen die energieneutraal zijn dus aangewezen blijven op het grid als batterij.

Van tijd tot tijd komt er weer een nieuwe kleine windturbine op de markt maar ondanks de hosanna verhalen waarmee dat gepaard gaat blijkt de opbrengst steeds weer tegen te vallen. Toch zijn er wel windturbines die zonder overlast in de bebouwde omgeving kunnen worden geplaatst op bijvoorbeeld hoge gebouwen. Windturbines van Hover Energy, die magnetische levitatie gebruiken waardoor ze stil zijn en nauwelijks onderhoud vergen, zijn daarvoor uitermate geschikt.

Met ondergrondse regenwater opvang kun je een groot deel van je watervoorziening regelen. Met de extreem droge zomer van 2018 is gebleken dat een 2 persoonshuishouden minimaal een tank van 10.000 liter nodig heeft om genoeg te hebben voor toiletspoeling, wassen, douchen (3 liter per minuut) en irrigeren van de tuin. Met de juiste filters zou je er zelfs drinkwater mee kunnen maken. Een septic tank en een helofytenfilter voor het zuiveren van grijs water maken een woning dan autarkisch. Dergelijke systemen vragen wel de nodige discipline van de gebruiker. Als je als lijfspreuk hanteert "het gemak dient de mens" dan is een dergelijke benadering waarschijnlijk een stap te ver.

Bestaande bouw

Bij bestaande bouw ben je afhankelijk van hoe oud je woning is en hoe die gebouwd is. Hoe ouder de woning hoe meer je moet doen om de transitie naar duurzaamheid te maken. Bij oudere woningen zonder mechanische ventilatie vindt de ventilatie vaak plaats via kieren of slecht sluitende ramen en deuren. Hebben de muren geen spouw (één steens muren bij woningen van vóór 1920) en zijn de ramen van enkel glas dan is het warmteverlies van de woning erg groot. De trias energetica zegt dan dat je eerst moet isoleren.

Samen energie neutraal (SEN) beweert ten onrechte dat je niet hoeft te isoleren en dat kierdichting in combinatie met het plaatsen van een hybride warmtepomp voor iedere bestaande woning voldoende is om zonder hoge kosten de energietransitie te kunnen maken, de zogenaamde Quickfit oplossing. Dat is klinkklare onzin! De pilot die op dit moment loopt bij 500 woningen in Oost-Groningen zal dat aantonen.

Hoe bepaal ik wat voor mijn woning de beste maatregelen zijn?

Check bij een oudere woning eerst of er geen kieren zijn en of deuren en ramen wel goed sluiten. Repareer de kieren en breng bij deuren en ramen zo nodig tochtstrippen aan. Dat is een maatregel die zich het snelst terugverdient. Zorg wel dat er voldoende geventileerd kan worden anders krijgt u schimmel in de woning.

Begin vervolgens met isoleren. Welke isolatie heb je het snelst terugverdient? De volgorde is dak of zoldervloer, wanden en (onderzijde van) de begane grond vloer.

Heeft u steens muren (of nog erger, half steens muren) breng dan aan de binnenzijde isolatie aan. U kunt dat zelf uitvoeren maar laat u wel eerst adviseren over dampremming. Alleen isoleren zonder ventileren is geen goed idee. Bij dergelijke oude woningen zal er dus ook iets aan ventilatie moeten worden gedaan om niet op schimmel getraakteerd te worden. Is isoleren aan de binnenzijde in verband met ruimteverlies niet mogelijk, isoleer dan aan de buitenzijde.

Huizen van na 1920 zijn met spouwmuren gebouwd. Pas vanaf 1975 werden ze met geïsoleerde spouwmuren opgeleverd. Toch is het niet gezegd dat de spouw dan nog steeds goed geïsoleerd is. Vooral wanneer er steenwol is gebruikt kan dat onder invloed van vocht zijn uitgezakt. Bij glaswol is de kans op uitzakken wat kleiner omdat het minder makkelijk vocht opneemt. Laat daarom uw spouw inspecteren om zeker te zijn dat de isolatie nog intact is.

Vervang enkel glas door HR+ dubbel glas of trip-pane (drielaags glas). Door glas gaat namelijk veel warmte verloren. Heeft u al dubbel glas dan heeft het geen zin dit te vervangen door trip-pane. De extra baten wegen dan niet op tegen de kosten.

Dakisolatie of isolatie van de zoldervloer kunt u gemakkelijk zelf aanbrengen. Als u de vliering of zolder niet of nauwelijks gebruikt dan kunt u beter de zoldervloer isoleren dan het dak. De te isoleren oppervlakte is dan kleiner dus u heeft minder isolatiemateriaal nodig en u bent ook de verliezen naar de vliering/zolder kwijt. Dat scheelt in de kosten en levert een hogere besparing op wat resulteert in een kortere terugverdientijd.

Het isoleren van de begane grond vloer bespaart energie maar levert vooral veel extra comfort. Het is niet altijd even gemakkelijk zelf aan te brengen wanneer de hoogte van de kruipruimte beperkt is. Verder moet u er rekening mee houden dat u de ventilatie in de kruipruimte in stand houdt. U zult dus eerder geneigd zijn dat te laten doen. De kosten van specialisten zijn hoog waardoor de terugverdientijd langer wordt. Laat de vloer in ieder geval nooit met porschuim isoleren. De gassen

die daarbij vrijkomen komen in uw woning. Dat is niet gezond en zorgt vaak voor een allergische reactie die in extreme gevallen kan betekenen dat u niet meer in uw huis kunt wonen. Pur is wel geschikt voor een spouwmuur omdat die niet in directe verbinding staat met het binnenmilieu. Als u de isolatie van de vloer vanuit de kruipruimte toch zelf wilt aanpakken dan is TONZON luchtkussen isolatie een goede oplossing. Een Pur alternatief waarbij minder schadelijke gassen vrijkomen is H2Foam.

Heeft u geen kruipruimte en een betonnen vloer dan zult u veel last hebben van optrekkende kou. In dat geval kunt u de vloer van bovenaf isoleren met bijvoorbeeld kooltherm K3 platen van Kingspan. Bij een kruipruimte met houten vloer kunt u overwegen de houten vloer te verwijderen en de kruipruimte te vullen met schuimbeton en daarop een vloerverwarming aan te brengen.

Heeft u uw woning geïsoleerd laat dan een transmissieberekening maken (kosten rond de 200 euro). U weet dan wat het vermogen is dat u nodig heeft om uw woning te verwarmen. Dat is van belang om bepalen welke warmtepomp of andere warmtebron u nodig heeft.

Waar kan ik nog meer besparen en is dat lonend?

Heeft u veel apparaten die sluipend stroom verbruiken? Plaats dan enkele kill schakelaars. Alle apparaten met een tijddisplay, een stand-by lampje of een transformator gebruiken sluipend stroom. Dat kan per jaar oplopen tot 10 euro per apparaat. Vooral de computerhoek met randapparatuur of de TV-hoek met geluidsapparatuur lenen zich voor deze aanpak. Met de kill schakelaar schakelt u in een keer alle apparaten die erop aangesloten zijn uit. Dergelijke stopcontacten met schakelaar zijn in alle doe het zelf zaken voor rond de 3 euro te koop.

Breng radiatorfolie aan achter uw radiatoren. De stralingswarmte wordt dan de woning in gereflecteerd en niet door de wand opgenomen en naar buiten afgevoerd. De kosten zijn laag en daardoor snel terugverdiend.

Heeft u een koelkast en/of vriezer ouder dan 10 jaar vervang hem dan door een A+++ exemplaar. Dat heeft u in 4 tot 5 jaar terugverdiend.

Heeft u mechanische ventilatie. Check dan of de unit een wisselstroom motor heeft. Zo ja, vervang hem dan door een unit met een gelijkstroommotor. U verdient dat in 4 tot 5 jaar terug.

Vervang gloeilampen en halogeenspots door ledlampen en ledspots. Terugverdientijd afhankelijk van aantal branduren 2 tot 10 jaar.

Vervang uw douchekop door een Nebia Spa shower 2.0. Die bespaart ten opzichte van een standaard douche tot 70% op water en op gasverbruik. Zorg wel dat warmwaterleiding tot de ketel kort is anders moet u erg lang wachten tot het warme water de douchekop heeft bereikt. Dit verdient u in 5 tot 6 jaar terug. Bij gezinnen met kinderen is de terugverdientijd korter.

Kan ik van het gas af en loont dat?

Ja, dat kan. De benodigde investering is afhankelijk van het warmteverlies van uw woning. Op basis van uw oorspronkelijke energierekening kunt u al bepalen of een warmtepomp haalbaar is. Verbruikt u jaarlijks meer dan 2500 m³ gas dan is een warmtepomp niet de meest voor de hand liggende oplossing. Een houtvergasser is dan interessanter.

Verder is het van belang te weten wat voor soort verwarming u nu heeft. De huidige generatie warmtepompen werkt het best bij lage temperatuur verwarming. Vloerverwarming is dus het best. Bij radiatorverwarming kan het ook maar dan moet u de oppervlakte ervan vergroten of de

warmteafgifte geforceerd verbeteren met convectoren. Als u de woning eerst flink heeft na geïsoleerd dan hoeft dat misschien niet omdat de radiatoren dan door het isoleren zijn overgedimensioneerd.

Heeft u een CV-combi ketel die nog minimaal 3 tot 5 jaar meegaat? Wacht dan tot de thermo-akoestische warmtepomp op de markt komt. U kunt dan gewoon de bestaande radiatoren blijven gebruiken omdat deze warmtepomp veel hogere temperaturen kan leveren dan de huidige warmtepompen. Lees ook het hoofdstuk warmtepompen! Gaat de CV ketel toch eerder stuk overweeg dan het plaatsen van een huur CV ketel. U zit er dan niet 15 jaar of langer aan vast.

U kunt er ook genoeg mee nemen deels van het gas af te gaan. Dan kan een hybride warmtepomp eventueel in combinatie met een pellet- of houtkachel een oplossing zijn. Vanwege de uitstoot van fijnstof en andere milieuvervuilende gassen ben ik geen voorstander van pellet- of houtstook.

Infraroodpanelen als hoofdverwarming raad ik af. Ook de ecoliner, elektrische vloerverwarming of elektrische kachels raad ik af. Het zijn COP 1 apparaten die ervoor zorgen dat uw energierekening alleen maar omhoog gaat. Bij infraroodpanelen wordt altijd verteld dat de omgevingstemperatuur 2 tot 3 graden lager kan met de bedoeling u wijs te maken dat u dan bespaart. Iedere graad lager bespaart ongeveer 6% op uw energieverbruik dus 2 graden bespaart 12%. De elektriciteit die infrarood panelen gebruiken is wel 3 keer zo duur als het gas van de CV ketel! Dus ondanks de 12% besparing bent u veel duurder uit. Bij de ecoliner, elektrische vloerverwarming en elektrische kachels is het nog erger. U bespaart helemaal niets dus u bent gewoon voor verwarming 3 keer zoveel kwijt. Die meerkosten kunt u overigens wel beperken door uw gedrag te veranderen. Dat kan door niet elke ruimte de hele dag door te verwarmen. Met temperatuursensors in de verschillende ruimtes en een thermostaat die je per zone kunt programmeren kun je dat een flink eind automatiseren.

Een infraroodspiegel boven de wastafel of een infraroodpaneel bij het bureau in de werkkamer kan wel handig zijn. In het algemeen is een infraroodpaneel op plaatsen die slechts zeer tijdelijk verwarmd moeten worden wel een goed idee.

Boerenbedrijven

Agrariërs

Door het plaatsen van kleine windturbines zoals de EAZ12 eventueel aangevuld met wat zonnepanelen kan een agrariër zelfvoorzienend worden. Door duurzaam mechanisch koelen van aardappelschuren kan veel energie bespaard worden.

Veehouders

De warmte die vrijkomt bij de koeling van de melk kan gemakkelijk hergebruikt worden.

Veehouders produceren bovendien veel mest en verse mest bevat veel methaan. Door verse mest te vergisten of beter nog te raffineren kan de methaan gebruikt worden als energiebron en kunnen bovendien kunstmest vervangende producten worden gemaakt. Het mes(t) snijdt dan aan drie kanten, energiebesparing, besparing op de aanschaf van kunstmest en besparen op de uitgaven voor het wegwerken van de mestoverschotten.

De daken van veeschuren zijn meestal zo groot dat een veehouder gemakkelijk energieplus zou kunnen worden. Het leveren aan burens zou dan gemakkelijk kunnen. Het alternatief is handelen in energie. Daarvoor is een batterijpakket nodig en een softwaresysteem dat de energie aan het grid levert wanneer de prijs hoog is en energie in de batterij opslaat wanneer de prijs negatief is. Zo wordt dus zelfs aan het afnemen van energie verdiend.

Isolatie

Om de kosten van energiegebruik voor verwarming en koeling laag te houden is het belangrijk om een gebouw zo goed mogelijk te isoleren. Om het milieu te sparen en de footprint zo laag mogelijk te houden is het gebruik van natuurlijke materialen of restmaterialen aan te bevelen. Toch is het verschil in milieubelasting van de verschillende materialen klein. Het gebruik van gespoten pur in kruipruimtes raad ik af. Ook het gebruik van materialen die vochtgevoelig zijn raad ik af. Dekens hebben de neiging om uit te zakken en zullen dus goed bevestigd moeten worden. Er zijn nogal wat materialen die een allergische reactie kunnen oproepen. De gassen die bij gespoten pur vrij komen zijn hierom bekend. Maar ook glasvezels kunnen irritaties geven. Daarom is aan te raden om bij de verwerking van losse isolatiematerialen of dekens altijd verstandig om een mondkapje en handschoenen te gebruiken.

Minerale materialen

Steenwol	Dekens en half harde platen. Gemaakt van vulkanisch gesteente met organisch bindmiddel. Goed recyclebaar.
Glaswol	Dekens en half harde platen. Grotendeels gemaakt van glasscherven. 100% recyclebaar.
Vacuüm silicium (of VIP) panelen	Platen met een vacuüm kern van gebrand silicium met aluminium omhulsel. Hoge isolatiewaarde. Op maat gemaakt.
Aerogelvlokken of dekens uit silicium	Vlokken of dekens. Siliciumdeeltjes met meer dan 95% lucht. Zeer hoge isolatiewaarde. Moeilijk verkrijgbaar.
Perliet	Korrels. Vulkanisch glas met veel opgesloten luchtbelletjes.
Vermiculiet	Korrels. Brandwerend, isolerend kleimineraal.
Cellulair glas	Platen. Ook bekend als <i>foam</i> glas. Hard schuim van een mengsel van glasafval en mineralen. Drukvast en waterbestendig.
Geëxpandeerde klei	Kleikorrels (bekend van plantenbakken in kantoren en zwembaden) van opgeblazen gemalen klei.

Kunststoffen

PF (Fenolformaldehyde)	Platen met hoge isolatiewaarde. Resolschuim
PUR (Polyurethaan)	Platen of schuim met hoge isolatiewaarde.
PIR (Polyisocyanuraat)	PIR is een minder brandbare vorm van PUR schuim. Hoge isolatiewaarde.

XPS (Extruded Polystyrene)	Platen van geperste microbolletjes. Drukvaster dan EPS.
EPS (Expanded Polystyrene)	Piepschuim. Met lucht of CO2 gevulde, van aardolie gemaakte bolletjes, los of in platen Kan ook van melkzuur gemaakt worden. Dan heet het biofoam
UF	Ureum Formaldehyde schuim voor smalle spouwen

Natuurlijke materialen

Schapenwol	Dekens.
Vlaswol	Half harde platen en dekens.
Geëxpandeerd kurk	Platen van bast van de kurkeik. Productie kost veel energie en is vervuilend.
Katoen	Dekens en half harde platen.
Houtwol	Half harde platen en dekens.
Cellulosevezel	Vlokken en dekens van vezel uit oud papier.
Hennepvezel	Half harde platen en dekens. Ook als hennepkalkblokken .
Kokos	Half harde platen.

Overigen

Thermokussens en thermosheets	Polyesterfolie met aluminiumcoating, soms met tussenlagen van vezelmateriaal (natuurlijk of synthetisch)
Cellenbeton	Lichte bouwblokken van kalk, cement en zand. Bevat veel gesloten cellen met daarin stilstaande lucht.
Schuimbeton	Licht, ter plaatse gestort beton met veel cellen met stilstaande lucht.

Ventilatie

Ventilatie is belangrijk. Niet alleen voor CO₂ en vochtigheid. Er komen als je niet uitkijkt nogal wat schadelijke stoffen in de woning. In spaanplaat, mdf en veel ander plaatmateriaal zijn formaldehydelijmen gebruikt die formaldehyde afgeven. Via het luik in de kruipruimte komen radioactief Radon en Thoron in de woning. Sommige bouwmaterialen geven dat ook af. Ook brandvertragers van meubelstoffen en gordijnen komen in het binnenmilieu. En veel verf bevat vluchtige organische stoffen (vos). Veel daarvan kunt u bij nieuwbouw voorkomen door plaatmaterialen te kiezen zonder formaldehydelijmen, verf zonder vos en door een gasdichte vloer. Zonder ventileren hopen al de genoemde stoffen zich op en ontstaat er een ongezond binnenmilieu.

In het bouwbesluit is daarom opgenomen dat nieuwbouwwoningen voorzien moeten zijn van mechanische ventilatie. Om energie te besparen wordt er dan balansventilatie of ventilatie met warmteterugwinning geplaatst. Dat is lang niet altijd de beste oplossing. Wilt u bij nieuwbouw geen mechanische ventilatie en dus afwijken van het bouwbesluit dan zult u een planologisch principeverzoek moeten indienen bij de gemeente waar u gaat bouwen. De gemeente kan dan op basis van een experiment afwijken van het bouwbesluit.

Met mechanische ventilatie breng je 's zomers warme lucht in je huis en 's winters koude lucht. Daarom kan natuurlijke ventilatie of vraag gestuurde ventilatie vaak een betere oplossing zijn.

Voor natuurlijke ventilatie is het belangrijk dat er in iedere ruimte een raam open kan. 's Zomers kun je dan bijvoorbeeld alleen 's nachts ventileren zodat je geen warme lucht de woning in brengt maar juist warme lucht vervangt door koele lucht. Je kan dan energie besparen op koeling. 's Winters kun je kortstondig ventileren (bijvoorbeeld 20 minuten) in de periode dat de buitentemperatuur het hoogst is (in de middag). Op die manier bespaar je energie bij de verwarming van je woning zonder dure warmteterugwinning.

Nog beter is vraag gestuurde ventilatie. Ventileren in de badkamer doe je dan alleen wanneer het vochtgehalte hoog is. Ook in de keuken kan dat. Je kunt daarvoor een vochtsensor gebruiken die zorgt dat de ventilatie start boven een bepaalde ingestelde vochtigheid en weer uitschakelt op het moment dat deze beneden een vooraf ingestelde waarde daalt. In de toiletten kan er bijvoorbeeld 10 minuten geventileerd worden na het gebruik ervan. Koppeling aan de lichtschaakelaar met een vertraging bij uitschakeling is een goede optie. In de slaapkamer en de woonkamer kan een CO₂ sensor gebruikt worden om de ventilatie te sturen. Op die manier ventileer je optimaal en heb je geen dure ventilatie met warmteterugwinning nodig.

Er bestaat trouwens ook vraag gestuurde ventilatie met warmteterugwinning voor één enkele ruimte. Fresh-r (<https://fresh-r.eu/>) is daar een voorbeeld van. In de komende jaren komt er een thermo-akoestische warmtepomp die ook kan koelen en ventileren per ruimte.

Een andere mogelijkheid voor toilet- en keukenluchtjes is een recirculatie afzuiging voorzien van een plasmamade filter (<https://www.plasmamade.nl/>). Dit filter breekt de luchtjes (organische verbindingen) af naar de basiselementen waterdamp en CO₂. Je verliest dan helemaal geen warmte.

Kortom, ventileren kan op verschillende manieren en welke daarvan voor u het meest geschikt is, is afhankelijk van uw woning.

Zonnepanelen

Zonnepanelen zijn er in soorten en maten. De meeste komen uit China. In het begin stond dat voor lage kwaliteit. Tegenwoordig zijn de kwaliteitsverschillen tussen Chinese, Japanse of Duitse zonnepanelen gering. Glaspanelen, panelen waarbij de zonnecellen tussen twee lagen glas zitten, zijn superieur maar ook prijzig. De prijsprestatie rechtvaardigt de aanschaf ervan niet. De zonnepanelen die in de ruimtevaart worden gebruikt zijn het best maar over de prijs zullen we het maar niet hebben.

De meeste zonnepanelen gebruiken silicium (Si) zonnecellen. De dunne film zonnecellen zijn in opkomst. Het rendement ervan is een stuk lager maar ze zijn wel een stuk goedkoper en laten zich gemakkelijk in allerlei vormen produceren, bijvoorbeeld ook in dakpannen.

De techniek staat niet stil en er zullen naast de hieronder genoemde zonnecellen zeker nog nieuwe verbeterde zonnecellen beschikbaar komen. Daarop wachten heeft geen enkele zin.

Een ander fabeltje is dat zonnepanelen op het zuiden moeten liggen. Naar mijn mening kunnen ze zelfs beter oost-west worden geplaatst. Bij platte daken is de totale opbrengst van een dak dan zelfs zo'n 70% hoger dan wanneer je ze zuid gericht plaatst. Dat geldt ook voor zadeldaken. Bovendien vergroot je de onzichtbare saldering omdat de opwekking over een groter deel van de dag is gespreid.

Monokristallijn silicium zonnecellen

Onder zeer hoge temperatuur wordt het silicium gesmolten. In het vat met vloeibaar silicium wordt een roterende staaf gehangen met aan de punt een kristal. Terwijl de staaf langzaam omhoog wordt getrokken neemt het silicium de kristalstructuur van de punt aan. Het silicium kristal dat zo gevormd wordt, heeft de vorm van een cilinder en is herkenbaar aan de homogene zwarte kleur. De cilinder wordt in hele dunne plakjes gesneden. Deze plakjes, die de zonnecellen vormen, zijn dus cirkelvormig. Hierdoor kan het paneeloppervlak niet optimaal benut worden en zijn herkenbaar aan de afgeronde hoeken van de zonnecellen. Achter de cellen wordt een witte of zwarte folie geplaatst, waardoor de ruimtes tussen de cellen dus wit of zwart kleuren. De zonnepanelen met witte folie presteren iets beter, doordat de witte folie het felle zonlicht weerkaatst, waardoor de panelen niet zo warm worden. Door het gebruik van zwarte folie vallen de panelen minder op, wat op zich mooier is om te zien, maar omdat zwart het zonlicht absorbeert, worden ze warmer wat het rendement negatief beïnvloedt. Monokristallijne zonnecellen zijn het duurste en meest energie-intensief om te produceren, maar meestal geeft dit celtipe wel het hoogste rendement (15%).

Polykristallijn silicium zonnecellen

Ze worden gemaakt door vloeibaar silicium in vierkante gietvormen te gieten en daarna langzaam te laten stollen. De structuur van het siliciumkristal dat zo gevormd wordt, is ongestructureerd. De verschillende kristallen sluiten niet altijd goed op elkaar aan en daarom is het rendement lager. De kleur van dit kristal is overwegend zwart maar vertoont lichtere en donkere vlekken, door de smeltplekken tussen de verschillende kristallen. Van de vierkante silicium kristallen worden vervolgens hele dunne plakjes gesneden, die de zonnecellen vormen. Door een constante verbetering van de productietechnologie, wordt de kwaliteit van polykristallijne zonnecellen steeds beter, waardoor het rendementsverschil met monokristallijne zonnecellen steeds kleiner wordt (minder dan 1%).

Multikristallijn silicium zonnecellen

Die worden op dezelfde manier gemaakt als polykristallijne panelen echter met een achterhaalde techniek van afkoelen. De structuur van het siliciumkristal is daardoor nog veel ongestructureerder dan bij polykristallijn panelen. De panelen ogen duidelijk blauw en vertonen veel glinstering door de

kleine kristallen. De kleine kristallen sluiten niet altijd goed op elkaar aan en daarom is het rendement lager. Bovendien vormen de vele kristallen evenzoveel potentiële breukvlakken waardoor vocht kan binnendringen wat het rendement verder verlaagt. Deze panelen worden nog wel gefabriceerd maar zijn eigenlijk technisch achterhaald.

Dunne film amorf silicium

Deze film is een directe afgeleide van de gangbare siliciumtechnologie in 'gewone' zonnepanelen. Het silicium wordt in dit geval echter opgedampt en afgekoeld voordat het een kristalstructuur kan vormen. Het resultaat is een dunne, flexibele laag die vanwege het gebrek aan orde in de kristalstructuur niet breekbaar is (er is geen splijtingsvlak). Nadeel van deze technologie, is dat amorf silicium onder invloed van zonlicht zijn efficiëntie verliest. Dit kan deels gecompenseerd worden door de lagen nog dunner te maken, maar het probleem is dat hierdoor het absorptievermogen drastisch afneemt. Moderne technieken richten zich er dan ook op, om het licht als het ware in de cel 'te vangen'. Als een lichtstraal een aantal malen heen-en-weer kaatst in een zonnecel, wordt hij logischerwijs voor een groter deel geabsorbeerd. Gemiddeld behalen deze cellen een rendement van zo'n 8 a 9%. Gezien de lagere productieprij, zijn ze per wattpiek goedkoper dan normale panelen. Je hebt wel een groter dakvlak nodig.

Koper Indium Selenide film (CIS)

De afkorting CIS staat voor de belangrijkste ingrediënten in deze zonnecellen Cu In Se: koper, indium en selenium. Het rendement van deze cellen is hoger dan van amorf-silicium en ligt tussen 10 en 12%. De stof selenium (Se) zorgt ervoor dat het materiaal een goede gelijkmatige structuur heeft met een goede verdeling van de elektronen. Dit heeft duidelijke voordelen bij het ontbreken van direct zonlicht. De CIS zonnepanelen hebben een lager vermogen Wp/m² maar genereren toch een redelijk hoge kWh productie per m². Dit komt met name doordat deze panelen al bij een lagere lichtintensiteit een goede stroomproductie bereiken.

Koper Indium Gallium Selenide film (CIGS)

Er bestaan eigenlijk twee typen CIGS-zonnecellen, CIGS op glas of CIGS op folie. In geval van een glazen substraat wordt er een extra laagje molybdeen toegevoegd dat als elektrode fungeert. Wordt er een metaalfolie als substraat gebruikt, dan wordt deze direct als elektrode benut. Als andere elektrode wordt een laagje zinkoxide gebruikt. Tevens wordt een laagje cadmiumsulfide toegevoegd om een N-P-grenslaag te realiseren. Het uiteindelijke resultaat (voor een cel op folie) is een 'sandwich' van metaalfolie-CIGS-cadmiumsulfide-zinkoxide-transparante folie. CIGS cellen hebben in het laboratorium al een efficiëntie van rond de 20% bereikt. De techniek wordt tevens toegepast in de ruimtevaart en is relatief duur.

Cadmium Telluride film (CdTe)

Cadmium Telluride wordt naast CIGS gebruikt in de nieuwere generatie dunne-film cellen. De structuur is vergelijkbaar met een CIGS-cel, alleen worden er andere materialen (tin oxide en koolstofpasta met koper) als elektrode gebruikt. Het bereikte rendement van deze cellen ligt rond de 15%. Het grote nadeel van deze technologie is dat cadmium zeer giftig is. Daarnaast heeft het, net als lood en kwik, de eigenschap zich in de voedselketen op te stapelen. Met name de grotere (zee)dieren lopen dus risico op langzaam opgelopen cadmiumvergiftiging. Momenteel wordt er in diverse laboratoria hard gewerkt aan het ontwikkelen van cadmiumvrije cellen.

Zonneboilers

Ook zonneboilers zijn er in soorten en maten. De oudste zijn plaatcollectoren die ook zonnepanelen werden genoemd (wat veel verwarring heeft gegeven). Tegenwoordig zie je meer heatpipes of buiscollectoren. Die hebben een hoger rendement. En dan heb je nog de thermodynamische panelen die 24/7 energie leveren.

Zowel plaatcollectoren als buiscollectoren zijn eigenlijk vreselijk inefficiënt. In de winter produceren ze weinig energie, zo weinig zelfs dat het buffervat nauwelijks op temperatuur komt. In de zomer daarentegen leveren ze zoveel energie dat het buffervat al snel de maximale temperatuur heeft bereikt en dan worden ze uitgeschakeld zodat ze het grootste deel van de dag niets doen. Dus op het moment dat ze de meeste energie zouden kunnen leveren staan ze het merendeel van de tijd uit. Dit alles maakt dat de terugverdientijd meestal langer is dan de levensduur. Een systeem voor idealisten.

Thermodynamische panelen halen niet alleen energie uit de zon maar ook uit wind, regen en sneeuw en werken 's nachts ook prima. Het zijn aluminium panelen voorzien van dunne kanaaltjes waardoor een vloeistof stroomt met een extreem laag kookpunt van -24 graden of lager. Zolang de omgevingstemperatuur hoger is (en dat is in Nederland dus altijd) leveren ze energie. Ze worden onder andere veel gebruikt voor het verwarmen van zwembaden. Je zou ze ook kunnen gebruiken voor het recyclen van warmte. Omdat warme lucht in huis opstijgt kun je ze in huis plaatsen tegen hoge plafonds. Houd er wel rekening mee dat ze in dat geval veel condenswater produceren dat moet worden afgevoerd. Ook in combinatie met wko (warmte koude opslag)/pcm (phase conversion material) systemen als solar freezer of solareis werken ze prima. Dergelijke systemen zijn erg kostbaar dus alleen geschikt voor grote gebouwen of woningen die veel energie vragen.

Een kunststof luchtabsorber is een goedkope zonneboiler. Je kunt ze ook zelf maken waardoor ze zich wel terugverdienen. Ook voor mensen met een luchtverwarmingssysteem is er een zelfbouwsysteem op basis van lege bierblikjes dat spotgoedkoop is.

Warmtepompen

De gemiddelde temperatuur in de winter in Nederland is 6 graden Celsius. 's Nachts is het gemiddeld kouder dan overdag. De grond(water)temperatuur is op 1,5 meter diepte en dieper nagenoeg constant 12 graden. Alleen op hele grote dieptes (honderden meters) zijn nog hogere temperaturen aanwezig.

Een warmtepomp doet niets anders dan warmte verplaatsen van een bron naar een afgiftesysteem (meestal een buffervat). De COP (Coëfficiënt of performance) van een warmtepomp is de verhouding tussen de energie die eruit komt in de vorm van warmte en de energie die je er instopt in de vorm van elektriciteit. Gasverwarming is goedkoper dan verwarming met een warmtepomp zolang de COP van de warmtepomp niet hoger is dan 3. Hoe kleiner het verschil tussen de gevraagde temperatuur (temperatuur buffervat) en brontemperatuur hoe hoger de COP. Zie hier de basis ingrediënten die je nodig hebt om te bepalen wat je met een warmtepomp kunt doen en wat de prestatie ervan is. Warmtepompen worden dus vooral gebruikt voor lage temperatuurverwarming (vloerverwarming). Radiatorverwarming kan wel maar vraagt een relatief dure aanpassing van de radiatoren.

Een luchtwarmtepomp haalt de warmte uit de buitenlucht. Wanneer die buitenlucht een temperatuur heeft van minder dan 7 graden dan is de COP lager dan 3. Ook als je een warmtepomp wilt gebruiken voor warm tapwater (65 graden) of voor koeling ligt de COP flink lager dan 3. Dat is precies de reden waarom luchtwarmtepompen veel in hybride systemen worden gebruikt (lees: in combinatie met een gas CV ketel en eventueel een zonneboiler). Weet verder dat de buitenunit van een luchtwarmtepomp nogal wat geluid produceert. Dat geluid maakt ze minder geschikt voor rijtjeshuizen. Er bestaan geluid geïsoleerde luchtwarmtepompen maar die zijn dan ook weer gelijk een stuk duurder. Er wordt gewerkt aan een geluidsnorm voor buitenunits van 35 dB. De installatiebranche is daar geen voorstander van en wil liever een ruimere norm.

Een grondgebonden warmtepomp haalt 's winters een hogere COP dan een luchtwarmtepomp. Bovendien is koeling een stuk simpeler en goedkoper. Hij is wel een flink stuk duurder, zeker als je een diepteboring nodig hebt. Een grondgebonden warmtepomp is echter ook goed mogelijk zonder een dure diepteboring. Bij nieuwbouw is dat interessanter dan bij bestaande bouw maar bij een zeer goed geïsoleerd huis is het zeker een optie. Je hebt wel minimaal ongeveer 8 m² grondoppervlak per kW vermogen van de warmtepomp nodig. Bij bestaande bouw is dat niet altijd wenselijk door het benodigde graafwerk in een aangelegde tuin.

Op termijn van 3 tot 5 jaar komt er een warmtepomp beschikbaar gebaseerd op een andere techniek, die ook hoge temperaturen kan genereren. Deze thermo-akoestische warmtepomp (Blueheart) is daardoor ook geschikt voor huizen zonder vloerverwarming en zonder dure aanpassing van de radiatoren. Wat de COP van een dergelijke warmtepomp wordt, is op dit moment niet bekend net zomin als de prijs. Men beweert dat een COP van 4 haalbaar is en dat de kosten lager zijn dan van de huidige generatie warmtepompen. De onderhoudskosten zijn in ieder geval een flink stuk lager omdat er geen bewegende delen in zitten.

Er zijn nog andere innovaties op komst maar dan praten we al gauw over een termijn van meer dan 10 jaar voordat die op de markt verschijnen dus die laat ik hier onbesproken.

Of een warmtepomp voor uw woning geschikt is en welk type dan de beste prijsprestatie geeft is afhankelijk van een aantal factoren. Voor het bepalen van het benodigde vermogen van de warmtepomp is te allen tijde een transmissieberekening (warmteverliesberekening) van de woning nodig (kosten rond de 200 euro).

Warmwatervoorziening

Zoals u in het vorige hoofdstuk heeft kunnen lezen werken warmtepompen het meest efficiënt wanneer het temperatuurverschil tussen bron en afgiftesysteem klein is. Het is daarom niet zo slim om de warmwatervoorziening in navolging van de CV-combiketel met de warmtepomp te verzorgen, althans wanneer het de bedoeling is warm tapwater van 60 graden te maken. Een CV-combiketel gaat uit van radiatorverwarming. Dat is hoge temperatuur verwarming en op zich is het dan logisch om ook de warmwatervoorziening op hoge temperaturen mee te nemen.

Waarom gebruiken we eigenlijk een temperatuur van 60 graden voor warm tapwater terwijl we bij het douchen maar 45 graden nodig hebben? Dat heeft te maken met legionella. Bij temperaturen tussen 25 en 55 graden ontwikkelt deze bacterie zich versneld en in leidingwater is altijd een kleine hoeveelheid legionella aanwezig. In plaats van verwarmen boven de 55 graden kun je er dus ook voor zorgen dat het tapwater in de leidingen niet boven de 25 graden komt. Voor een goed geïsoleerd huis hoeft de temperatuur in het buffervat van de warmtepomp niet ver boven de 25 graden uit te komen en dan kun je met een warmtewisselaar onderin het buffervat het warme tapwater tot 25 graden vóór verwarmen. Met een kleine doorstroomverwarmer kun je het bij de douche en de wastafel verder verwarmen tot 45 graden. Je profiteert zo maximaal van de hoge COP van de warmtepomp. Door een douchesysteem te installeren dat nog geen 3 liter water per minuut gebruikt (Nebia Spa shower 2.0) heb je aan een kleine en dus goedkope doorstroomverwarmer (~230 euro) genoeg. Op die manier wordt elektrisch douchen twee keer zo goedkoop als douchen met een standaard douche op gas.

Voor de keukenkraan hebben we gekozen voor een quooker. Het is weliswaar een COP 1 apparaat maar er staat heel veel comfort tegenover. De relatief kleine hoeveelheid warm/heet water die je gebruikt heeft bovendien geen groot effect op de energierekening. Voor wie een quooker te duur vindt kan een close in boiler een uitkomst zijn.

Voor een stortdouche of een bad is dat geen oplossing omdat er dan een grote hoeveelheid warm tapwater in een korte tijd wordt gevraagd. Je komt dan al gauw uit op een grote elektrische boiler. Het energielabel daarvan is niet beter dan B en vaak nog veel slechter. Een innovatief alternatief met een energielabel A+ is er in de vorm van een klein PCM apparaat. PCM staat voor phase conversion material. In dergelijk materiaal kan elektrisch een grote hoeveelheid warmte worden opgeslagen bij een relatief klein volume. Die warmte kan ook weer snel beschikbaar komen. Flamco heeft de FlexTherm Eco op de markt gebracht. Er zijn 3 uitvoeringen van waarmee respectievelijk 70, 140 en 210 liter warm tapwater met een temperatuur van 55 graden kan worden geleverd met een debiet van respectievelijk 6, 13 en 20 liter per minuut. Het aansluitvermogen is 2800 Watt.

Een alternatief dat op termijn van 3 tot 5 jaar op de markt komt is de thermo-akoestische warmtepomp die hoge temperaturen kan leveren (tot zelfs 100 graden). Voor het bestaande huizenbestand dat beschikt over een CV-combiketel en radiatorverwarming is dat een uitkomst. Er zijn in huis dan geen dure aanpassingen meer nodig (zoals het aanleggen van vloerverwarming of alle radiatoren voorzien van convectoren of vervangen door lage temperatuur radiatoren).

COP 1 verwarmingsapparaten

Apparaten die net zoveel warmte leveren als je er aan elektriciteit in stopt zijn COP 1 apparaten.

Het bekendste voorbeeld daarvan is de **elektrische kachel** of elektrische stralingsbron met reflector. Die werd vooral gebruikt als bijverwarming in de tijd dat er nog geen CV bestond, bijvoorbeeld in de badkamer. Ze vervingen veelal de petroleumkachel die daarvoor in zwang was. Het energieverbruik viel wel mee omdat ze kortstondig werden gebruikt.

Ook **infrarood panelen** zijn COP 1 apparaten. Het loont alleen maar ze te gebruiken waar kortstondig een hogere temperatuur wordt verlangd zoals in de badkamer. Een infrarood spiegel boven een wastafel is een goed voorbeeld. Bovendien beslaat ie niet. Ook op een werkkamer waarvan maar incidenteel gebruik wordt gemaakt kan een infraroodpaneel onder het bureau een uitkomst zijn.

Voor **elektrische vloerverwarming** geldt hetzelfde als voor infraroodpanelen. In een badkamer voor tijdelijke extra warmte kan het in sommige gevallen een uitkomst zijn. Door 'm te koppelen aan de lichtschakelaar kun je hem niet vergeten uit te doen.

De **ecoliner** is een verwarmingsapparaat dat wordt aangeprezen als een 1-op-1 vervanger van de CV-ketel. Dat is dus nog erger dan het verwarmen met infrarood panelen.

Doorstroomverwarmers of **instant heaters** zoals ze ook genoemd worden verwarmen doorstromend water tot de gewenste temperatuur. Ze gebruiken een hoog vermogen en worden daarom meestal op meerdere fasen aangesloten. Een goed voorbeeld van het gebruik ervan is het verwarmen van het douchewater van de Nebia Spa shower 2.0. Die verbruikt minder dan 3 liter water per minuut. Douchen wordt dan, vanuit de energierekening bekeken, net iets goedkoper dan het douchen met een standaard douchekop bij gebruik van een combiketel. Als je de kostenbesparing van het water meerekent en de kortere tijd dat je op warm water hoeft te wachten is het zelfs nog goedkoper. Maar het kan nog veel goedkoper als je het douchewater eerst met een warmtepomp voorverwarmt tot 25 graden zoals ik dat in ons huis doe.

De **boiler**, de **close in boiler**, de **quooker**, de **waterkoker**, het zijn allemaal COP1 apparaten. Het gemak dient de mens is vaak een drijfveer om ze aan te schaffen zoals bij de quooker. Die bespaart nog wat energie ten opzichte van een keteltje water op het gas omdat bij een keteltje nooit precies de benodigde hoeveelheid water wordt afgemeten en er dus energie wordt weggegooid. De belangrijkste besparing zit 'm echter in de tijd die het kost om een kopje thee te serveren of een eitje te koken.

Als je van het gas af wil dan is een **inductiekookplaat** zowel vanwege veiligheid als vanwege energieverbruik te prefereren boven een halogeenkookplaat of een elektrische kookplaat. Bij de laatste twee wordt de plaat heet waardoor je je vingers kunt branden maar bovendien levert het afkoelen ervan energieverlies op. De laatste jaren zijn de inductieplaten zo goedkoop geworden (bijvoorbeeld bij IKEA) dat de andere opties niet interessant meer zijn.

Mobiliteit

De trein is het minst belastend voor het milieu, vliegen het meest belastend. Transport over water zit daar tussenin. Helaas is de trein niet voor alle mobiliteit een oplossing. De auto en vrachtauto blijven dus nodig.

Hoe zuinig is een auto eigenlijk? In mijn Toyota Aygo rijd ik op 1 liter benzine gemiddeld iets meer dan 22 km. Dat lijkt al heel zuinig zeker als je dat vergelijkt met de Lada waarmee ik vroeger niet verder kwam dan 11 km. Toch valt dat erg tegen als je kijkt naar het energieverbruik. Een liter benzine heeft een energie-inhoud van 8,9 kWh. Dat betekent dus dat je bij de zuinigste benzine auto's met elke kWh fossiele energie niet verder komt dan zo'n 2,5 km.

Elektrische auto

Dan zijn elektrische auto's heel wat zuiniger. Met iedere kWh haal je tussen de 6 en 7 km. Kortom, elektrische auto's zijn niet alleen goed voor het terugdringen van de fossiele brandstoffen, ze zijn ook nog eens 2 tot 3 keer energiezuiniger. Je moet daarbij wel bedenken dat elke kWh die uit het stopcontact komt zo'n 2 kWh energie heeft gekost en meestal is dat kolenergie of gasenergie, dus genoemde zuinigheid is alleen van toepassing als je de energie zelf opwekt.

Waterstofauto

Een waterstof auto is feitelijk een elektrische auto. Om de benodigde elektriciteit op te wekken wordt waterstof aan een brandstofcel toegevoerd. Het rendement van een brandstofcel ligt tussen de 40 en 60%. Het rendement om waterstof via elektrolyse te maken is maximaal 70%. Verder is er energie nodig om het onder hoge druk op te slaan, te transporteren en te distribueren. Al met al is er minimaal 4 kWh van een duurzame bron nodig om 1 kWh beschikbaar te krijgen om te rijden. Veel minder zuinig dus dan puur elektrisch rijden en zelfs minder zuinig dan zuinigste benzine auto's.

Met H₂fuel kan dat zuiniger. Ook bij andere manieren om waterstof bij normale atmosferische druk te binden kan dat zoals bij mierenzuur (ook hydrazine genoemd). Voor vrachtvervoer en busvervoer kan dat een oplossing zijn. Waterstof kent wel enkele voordelen ten opzichte een elektrische accu auto's namelijk een grote actieradius en een korte tijd om te tanken.

Laadstations

Op de openbare weg zijn er laadstations in soorten en maten. De meest interessante zijn de snel laadstations langs de snelwegen waarmee de autoaccu binnen een half uur weer voor 80% is opgeladen. De laadstations die je thuis kunt hebben zijn er ook in verschillende uitvoeringen. Dat zijn over het algemeen langzame laadstations omdat het vermogen van de aansluiting op het energienet voor particulieren niet zwaarder is dan 3*25 ampère en een zwaardere aansluiting kost je weer enkele honderden euro's per jaar. Het opladen duurt dan van zelf sprekend wel veel langer.

V2G en V2X laadstations

Deze "vehicle to grid" en "vehicle to everything" laadstations (https://newmotion.com/nl_NL/v2g-maakt-plaats-voor-v2x) zijn op het moment van schrijven nog niet beschikbaar. Daarmee kan de particulier zijn autoaccu gebruiken als energieopslagsysteem om het huis van energie te voorzien op het moment dat zon niet schijnt en de wind niet waait in het geval dat u zonnepanelen of een windturbine heeft. Bij een stroomstoring blijft uw omvormer dan ook werken. Hierdoor is het mogelijk om de salderingsregeling die op termijn wordt afgeschaft voor een deel te compenseren. Het zal afhangen van de meerprijs van een dergelijk laadstation of het ook loont.

Batterijen

Li-ion

De Lithium-ion batterij is de meest gebruikte batterij in elektrische auto's en voor de opslag van duurzaam opgewekte energie. Toch kleven er de nodige nadelen aan.

Hoewel de kans klein is, geeft deze batterij een kans op explosie of brand omdat lithium aan de lucht verbrandt. Lithium is bovendien beperkt beschikbaar en Kobalt dat in de kathode wordt gebruikt is nog beperkter beschikbaar. De winning van Lithium en Kobalt geeft de nodige milieuproblemen. De batterij is verder relatief duur (~1250 euro per kWh opslagcapaciteit). Een Li-ion thuisbatterij loont dus absoluut niet zelfs niet na de afschaffing van de salderingsregeling.

Flow batterij

Een flow batterij is in tegenstelling tot een lithium-ion batterij niet brandgevaarlijk. Sterker nog het bevat een brand blussende elektrolyt. Verder neemt de capaciteit gedurende levensduur niet af. De prijs is voornamelijk nog hoger maar op termijn wordt ie wel lager dan Li-ion (<https://redflow.com/products/redflow-zcell/>).

Zout batterij

De zoutbatterij is heel wat milieuvriendelijker als het om de gebruikte materialen gaat. In potentie is hij ook een stuk goedkoper dan de Li-Ion batterij. Omdat er nog weinig vraag naar is ligt de prijs nu nog op hetzelfde niveau als de Li-ion batterij.

Greenrock kan kant en klare systemen leveren voor 800 tot 1200 euro per kWh opslagcapaciteit inclusief energiemanagement systeem (<http://www.bluesky-energy.eu/greenrock-nl/>).

Aquabattery is met de ontwikkeling van een vergelijkbaar systeem bezig. Men heeft de focus gelegd op het zo goedkoop mogelijk maken van deze batterij (<https://aquabattery.nl/>).

Nadeel van dit type batterij is dat hij meer ruimte inneemt en ook qua gewicht een stuk zwaarder is omdat de opslagcapaciteit per kilo een stuk lager ligt dan de Li-ion batterij.

Protonen batterij

Dit is de batterij van de toekomst op basis van water en koolstof. De opslagdichtheid zal hoger zijn dan die van Li-ion batterij. Het principe van deze batterij is door de RMIT universiteit in Melbourne aangetoond (<https://www.rmit.edu.au/news/all-news/2018/mar/all-power-to-the-proton>). Het zal nog jaren ontwikkeling vergen voordat hij op de markt komt. In potentie zal ook de prijs hiervan lager liggen dan die van de li-ion accu.

Brandstoffen

Hout

Droog hout als brandstof heeft een energie inhoud van ongeveer 4,5 kWh per kilogram. Hoeveel van die warmte in de woning terecht komt is afhankelijk van hoe je het verbrandt. Bij lage temperaturen verbrandt hout slechts gedeeltelijk en wordt er relatief veel as geproduceerd. Open haarden zijn daar een voorbeeld van. Veel warmte verdwijnt samen met veel fijnstof, koolmonoxide, dioxine en PAK's via de schoorsteen. Daarmee zijn open haarden sterk milieubelastend.

Ook antieke haarden halen niet de hoge temperaturen die nodig zijn voor optimale verbranding. Omdat ze van gietijzer zijn en vaak voorzien van extra bochten geven ze wel meer warmte af aan de woning.

Bij hoge temperaturen is het mogelijk om hout optimaal te verbranden of te vergassen. Bepaalde pellet kachels, pellet ketels en houtvergassers halen die hoge temperaturen. Met een speciaal filter in het afvoerkanaal kun je het meeste fijnstof afvangen. Lang niet alle pellet kachels halen die hoge temperaturen waardoor ze nog steeds milieubelastend en ongezond zijn. Bovendien zijn veel pellets net als hout niet afkomstig van duurzaam beheerde bossen en zijn de afstanden waarover ze worden getransporteerd vaak groot. Je kunt je dan ook terecht afvragen hoe duurzaam dat eigenlijk is.

Waterstof

De energie inhoud van een m³ waterstof is 3 keer zo laag als van een m³ Nederlands aardgas. Je hebt er dus 3 keer zoveel van nodig om dezelfde energie te produceren. Het bestaande aardgasnet is met wat kleine ingrepen wel geschikt te maken voor waterstof. Het is sowieso mogelijk om bij het aardgas 20% waterstof bij te mengen zonder dat de branders van kooktoestellen en CV ketels hoeven te worden aangepast.

Er bestaan zonnepanelen die waterstof kunnen produceren. Er wordt volop geëxperimenteerd met dergelijke technieken. Ik verwacht niet dat ze snel op de markt komen. De prijs ervan zal in ieder geval hoog zijn en is waarschijnlijk alleen aantrekkelijk voor huizen die geen aansluiting op gas en elektriciteit hebben.

Er zijn ook energieleveranciers die experimenteren met waterstof als vervanger van aardgas. Zo zijn er al enkele aardgasloze wijken in aanbouw die een waterstof aansluiting krijgen. Wat de stookkosten dan worden is niet bekend. De prijs om waterstof te produceren ligt op dit moment nog 4 tot 10 keer zo hoog als aardgas.

Groen gas

De bestaande aardgas infrastructuur kan ook gebruikt worden voor groen gas. Groen gas bestaat net als aardgas voor een groot deel uit methaan (CH₄). Omdat Nederlands aardgas laag calorisch is zal er aan groen gas stikstof moeten worden toegevoegd om geen problemen te geven voor de huidige branders. Ook voor hoog calorisch vloeibaar gas (LNG) afkomstig uit andere delen van de wereld is dat het geval. Vandaar dat er in het energieakkoord wordt gesproken over het bouwen van stikstoffabrieken.

Groen gas kan gemaakt worden door de anaerobe vergisting van mest of ander organisch afval.

Waterbesparing

Leidingwater is in Nederland spotgoedkoop. Toch is met de zuivering van water veel geld en energie gemoeid. Daarnaast kost ook het onderhoud en de aanleg van een al dan niet gescheiden rioolsysteem veel geld en energie. De klimaatverandering zorgt er bovendien voor dat we extremer weer krijgen. Dat uit zich in langere extreme droogteperiodes en extreme buien. Dat heeft op het ene moment overstromingen tot gevolg omdat het bestaande rioolsysteem het niet aankan en op andere momenten een extreem hoge vraag naar water waardoor er tekorten dreigen. Dichte verhardingen in de bebouwde omgeving zorgen ervoor dat regenwater versneld wordt afgevoerd waardoor het grondwater onvoldoende wordt aangevuld met alle problemen van dien zoals rottende funderingspalen, verzakkingen door verbranding van veenlagen aan de lucht etc.

Waterbesparing kan op verschillende manieren plaatsvinden. Bijvoorbeeld door waterberging op lokale schaal zoals wadi's in nieuwbouwwijken. Een tegeltuin vervangen door grind is een simpele maatregel om regenwater lokaal te laten inwateren. Maar je kunt ook zelf een ondergrondse regenwatertank laten ingraven (<http://www.regenwateropvangsystemen.nl/ondergrondse-tanks>). Met regenwater kun je immers prima het toilet spoelen, de tuin beregenen, de auto wassen en zelfs douchen en de was doen. Ook het maken van drinkwater behoort met een D2D systeem tot de mogelijkheden (<https://www.d2dwatersolutions.com/yourproducts/drop2drink-unit>). Om een indruk te geven van de kosten, een compleet geïnstalleerde regenwatertank van 7500 liter inclusief filters en pompen ligt rond de 5000 euro. Een compleet geïnstalleerd D2D drinkwatersysteem ligt in dezelfde orde van grootte. Dat is dus meer iets voor de idealisten (autarkische woningen) en voor woningen die geen voorzieningen in de buurt hebben

Behalve regenwater als vervanger van leidingwater kunnen we ook eens kritisch kijken naar ons verbruik van water. Er zijn wasmachines en vaatwassers die zuinig zijn met water. De grootste besparing kun je behalen met de douche. En dan bedoel ik niet de zandloper bij de douche om de douchetijd te bekorten. Het beknot je teveel in je persoonlijke vrijheid. Maar waarom hebben we een regendouche nodig die 15 tot 30 liter per minuut verbruikt? Een standaard douchekop verbruikt 10 liter per minuut en een spaardouchekop 7 tot 8 liter per minuut. Onze douche gebruikt nog geen 3 liter per minuut terwijl hij toch bijna als een regendouche aanvoelt. Ten opzichte van een standaard douche is dat een besparing van meer dan 70% niet alleen op water maar ook op energie. De Nebia Spa shower 2.0 die dat realiseert kost slechts \$499 (<https://nebia.com/>). Er zijn ook andere systemen op de markt die het water recycleren maar die beginnen bij zo'n 3000 euro.

Warmtenet

Binnen het klimaatakkoord is afgesproken dat gemeentes per wijk gaan aangeven hoe die van het gas afgaan. In steden met een grote woondichtheid wordt gedacht aan een warmtenet. Daarbij wordt restwarmte van industrie en vuilverbranding gebruikt om warmwater via een buizensysteem in uw woning te brengen en afgekoeld water weer af te voeren.

In het verleden zijn er slechte ervaringen opgedaan met de manier waarop de energierekening in dat geval tot stand komt. Vaak leidt het tot een hogere energierekening en daar zit niemand op te wachten. Laat u dus goed informeren en vraag om prijsgaranties en naar de mogelijkheid om te kunnen stoppen met deelname.

De kosten zullen alleen laag kunnen zijn als iedereen meedoet. Alleen als er duidelijke prijsgaranties worden afgegeven en er een mogelijkheid is om er zonder kosten weer mee te kunnen stoppen zullen burgers daar enthousiast over kunnen zijn.

Zie verder: <https://www.rtlz.nl/algemeen/binnenland/artikel/4428626/warmtenet-gas-woning-aansluiting-klimaat-duurzaamheid>

Windenergie

De manier waarop onze overheid windturbineparken in woongebieden door de strot heeft geduwd zonder enige inspraak van burgers heeft veel kwaad bloed gezet en de transitie naar duurzaamheid een slechte naam bezorgd. Industriële windturbines passen niet op land en zeker niet in woongebieden. Hooguit in industriegebieden of op zee zijn ze acceptabel.

Toch kan er met kleinschalige wind op land of met speciale stille windturbines veel worden bereikt. Ik geef hier twee voorbeelden.

EAZ12

Deze kleinschalige windturbine, een afkorting voor Enschede aan Zee met een vermogen van 12 kW, is ontwikkeld door een paar Delftse studenten. Hij heeft houten wieken en staartvin en een ashoogte van 15 meter. Samen met zonnepanelen kan een agrariër daarmee het hele jaar in zijn stroombehoefte voorzien. Hij is prima inpasbaar in het landschap en niemand tot last.

Voor meer informatie zie: <http://www.eazwind.com/nl/home-5/>

Hover Energy

Ook door af te stappen van de achterhaalde techniek van megagrote wieken windturbines op land kan er een belangrijke bijdrage worden geleverd aan de transitie naar duurzaamheid. Windturbines met een verticale as voorzien van een rotor die geen contact maakt met de as of met de bodem door magnetische levitatie te gebruiken, produceren geen geluid en zijn daardoor prima te gebruiken in de bebouwde omgeving bijvoorbeeld op hoge (toren)flats. Het is een Amerikaans product dat geleverd wordt door Hover Energy.

Voor meer informatie zie: <https://www.hoverenergy.com/>

Een windturbine op uw dak of in de tuin?

Er zijn veel kleine windturbines op de markt. Gebleken is dat de meeste daarvan nauwelijks energie produceren. De terugverdientijd is daardoor vaak vele malen langer dan de levensduur.

Er is nu weer een nieuwe in testfase die 2500 kWh per jaar zou opwekken. Eerst zien en dan geloven is mijn credo. Als het waar blijkt te zijn en de prijs is acceptabel dan zou je hem kunnen combineren met zonnepanelen zodat je net als bij de EAZ12 een gelijkmatiger opwekking van energie over het hele jaar kunt realiseren. Een kleine accu erbij en de afschaffing van de salderingsregeling is dan ook geen probleem meer.

Meer informatie

Wilt u zich verder verdiepen in de mogelijkheden dan is een bezoek aan een informatiecentrum een goed idee maar ook via internet kunt u veel vinden. Geloof niet alles wat er wordt verteld of geschreven. Een gezonde kritische instelling is een must om het kaf van het koren te kunnen scheiden.

Klimacenter, Kompaniestr. 3, Werlte, Duitsland

openingstijden maandag-donderdag 10-16 uur, gratis privé rondleiding op afspraak

+49(0)59519893-0

http://www.3-n.info/index.php?con_kat=196&con_lang=1

VIBA expo, Veemarktkade 8, Den Bosch, Gebouw F, 5224

maandag tot en met donderdag van 9:00 tot 17:00 uur; vrijdag 9:00 tot 12:30 uur, gratis gesprek met een adviseur

073-621 69 43

<https://www.vibaexpo.nl/>

Woonwijzerwinkel, Directiekade 2, Rotterdam (diverse dependances in den lande)

maandag tot en met vrijdag van 9:00 tot 17:00 uur; zaterdag op themadagen 9:00 tot 13:00 uur, betaald gesprek met een adviseur (69 euro per uur)

010-7470147

<https://www.woonwijzerwinkel.nl/onze-winkel/>

Groene bouwmaterialen via internet kopen

<https://www.groenebouwmaterialen.nl/>

Onafhankelijk advies

Ziet u door de bomen het bos niet meer of wilt u liever een onafhankelijk advies op maat dan help ik donateurs van Stichting Duurzaam Milieu gratis verder. Particulieren doneren eenmalig minimaal 25 euro. Voor meer informatie of vragen stuurt u een e-mail naar henkbulder66@gmail.com