



Best Practice Restwarmtebenutting

1. Inleiding

Warmtevoorziening is verantwoordelijk voor bijna 60% van ons energiegebruik. Het is daarom essentieel de warmte-inzet te verduurzamen. Het is van belang dat van de ingezette warmte zo weinig mogelijk verloren gaat. Verduurzamen van warmte draagt in belangrijke mate bij aan doelstellingen van onder andere CO₂-reductie. Zie ook [Nationaal Expertisecentrum Warmte](#).

Efficiënt energiegebruik in een proces vraagt niet alleen om verhoging van het rendement van apparatuur, maar ook om hergebruik van vrijkomende warmte. Goedkopere besparingen, zoals betere isolatie en eenvoudige vormen van warmteterugwinning zijn vaak al gerealiseerd. De volgende stap is het plaatsen van warmtewisselaars. Een optimaal warmtewisselaarsnetwerk is echter alleen tot stand te brengen met behulp van een procesintegratietechniek, dat alle warmtevragende- en -aanbiedende processen analyseert. Daarna moeten voor een verdere verlaging van het energiegebruik, technieken zoals warmtepompen (zie best practice Warmtepompen) worden toegepast.

Deze best practice gaat niet over concreet toepasbare technieken, zoals isolatie en warmtepompen, maar over methodieken om restwarmte in kaart te brengen en optimaal te gebruiken. Er bestaat een groot potentieel aan mogelijkheden voor energiebesparing door benutting van restwarmte. Dat de industrie deze nog onvoldoende benut, heeft vaak praktische redenen:

- de warmte komt vrij op een te laag temperatuurniveau, zoals bij koelwater;
- de inpassing van de warmteterugwinning is lastig vanwege ongelijktijdigheid en/of een veelheid aan processen;
- de afstanden tussen de restwarmte aanbieders en mogelijke benutting zijn te groot.

Deze best practice is van toepassing op bedrijven die na de standaard maatregelen, zoals isolatie en optimalisatie van bedrijfsprocessen en eenvoudige warmteterugwinning, nog steeds diverse restwarmtestromen hebben op verschillende temperatuurniveaus. Het optimaal gebruik van warmtewisselaars en warmtepompen geven aanzienlijke verbeteringen, maar bij ingewikkelde processen vraagt dit een gedegen analyse. Onder andere Pinch-analyse en Exergieoptimalisatie zijn twee methoden om hieraan te rekenen. In deze best practice worden deze en andere methoden kort toegelicht. Vervolgens wordt verwezen naar literatuur waar een uitgebreidere beschrijving plaatsvindt.

2. Vuistregels

- *Heeft u restwarmte?* Ja, als het bedrijf beschikt over processen als: koelen, drogen, verwarmen, destilleren of exotherme reacties. Ook als het bedrijf beschikt over technische installaties voor de productie van: stoom, heet water, thermische olie, perslucht, koeling.
- *Hoe deze best practice gebruiken als u beschikt over restwarmte?* Doorloop het Schillenmodel voor een juiste volgorde in de uit te voeren maatregelen.
- *Kwantificeren van reststromen, indicatief:*
Warmte-inhoud lucht per 10.000 m³/h, gedurende 4.000 h/a en per °C: 1.540 m³ gas eq.
Warmte-inhoud water per 100 m³/h, gedurende 4.000 h/a en per °C: 53.000 m³ gas eq.
- *Wanneer pinch-analyse?* De [pinch-analyse](#) is een rekenmethodiek om voor bedrijven met veel verschillende warmtestromen te analyseren of het mogelijk is om tussen stromen onderling warmte uit te wisselen. Indien wordt overwogen om een warmtepomp of warmtekrachtkoppeling (wkk) in te zetten, is het zinvol om eerst een pinch-analyse uit te voeren.
- *Wanneer exergie-analyse?* Een [exergie analyse](#) wordt in de praktijk nog maar op bescheiden schaal toegepast vanwege het complexere rekenwerk. Een exergie-analyse is fundamenteeler dan een pinch-analyse; het geeft inzicht en ondersteunt het keuzeprocess. Het geeft inzicht, vooral al er sprake is van interactie tussen diverse opties.

3. Restwarmtebenutting; aanpak en methoden

Om de mogelijkheden van het benutten van restwarmte te kunnen bepalen is kennis van de warmtehuishouding noodzakelijk en inzicht waar restwarmte ontstaat. Verschillende tools, voor een analyse van de warmtehuishouding, zijn hiervoor beschikbaar en worden kort besproken. Een uitgebreider overzicht kunt u vinden in de rapportage [Warmtetoets Industrie](#). Zie ook [3].

3.1 Restwarmtebronnen

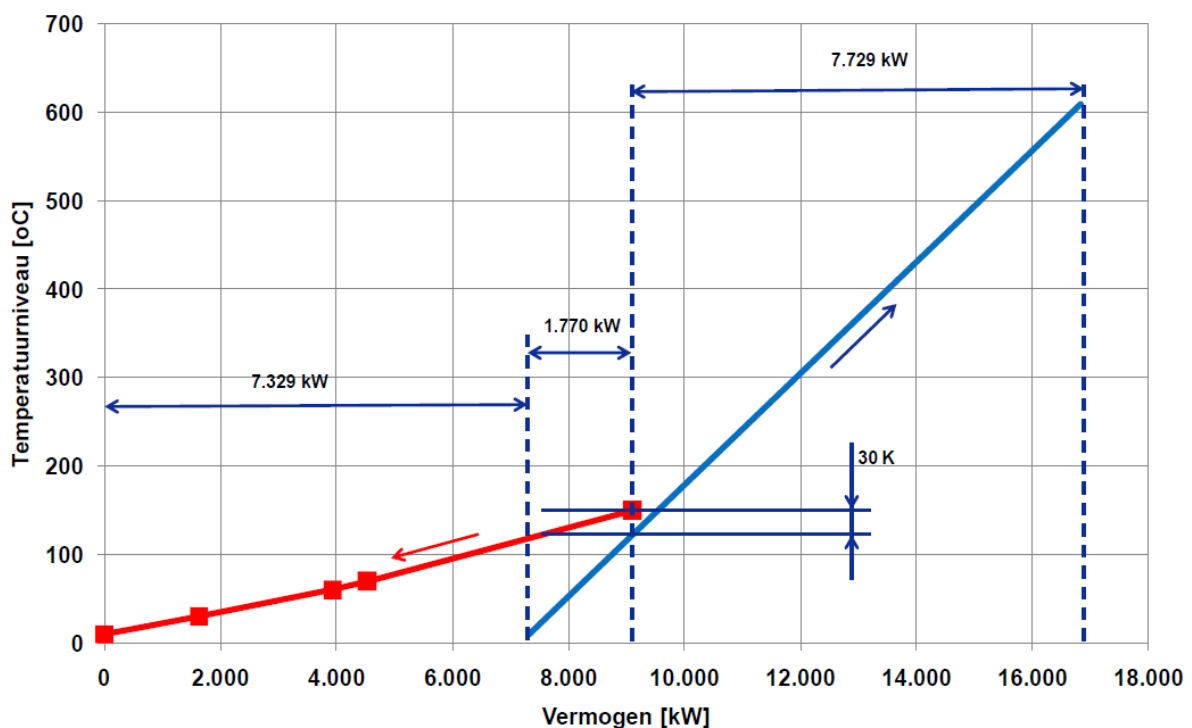
Onderstaand is een aantal veel voorkomende restwarmtebronnen aangegeven. De eerste drie bronnen hebben betrekking op restwarmte bij de utilities en zijn generiek. De restwarmte bij de processen is specifiek voor het bedrijf.

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Koeling | condensor- en compressorwarmte |
| 2. Stoom | rookgassen, spuiwater, condensaat |
| 3. Perslucht en vacuüm | compressorwarmte |
| 4. Proces | warmtestromen uit het proces; al dan niet gekoeld |

3.2 Pinch-analyse

Pinch-analyse is een bewezen analysemethodiek voor het minimaliseren van het energieverbruik van processen door het berekenen van de grootte van warmte- en koudestromen binnen een bedrijf en door het optimaliseren van warmteterugwinsystemen, energietoevoervoorzieningen en proces- en bedrijfsomstandigheden. Het is ook bekend als procesintegratie, warmte-integratie, energie-integratie of Pinch-analyse. De Pinch techniek werd in het najaar van 1978 ontwikkeld door Ph.D. student Bodo Linnhoff. Later bekend onder de bedrijfsnaam Linnhoff March International Ltd. Er zijn veel variaties ontwikkeld die gebruikt worden in een scala aan industrieën en markten. Zowel gedetailleerde als vereenvoudigde programma's zijn nu beschikbaar om de energiedoelstellingen te berekenen. Een veelgebruikt gratis pinch-analyse programma is PinchLeni. Deze software is gratis en te downloaden van:

[PinchLeni software voor pinchanalyse](#).

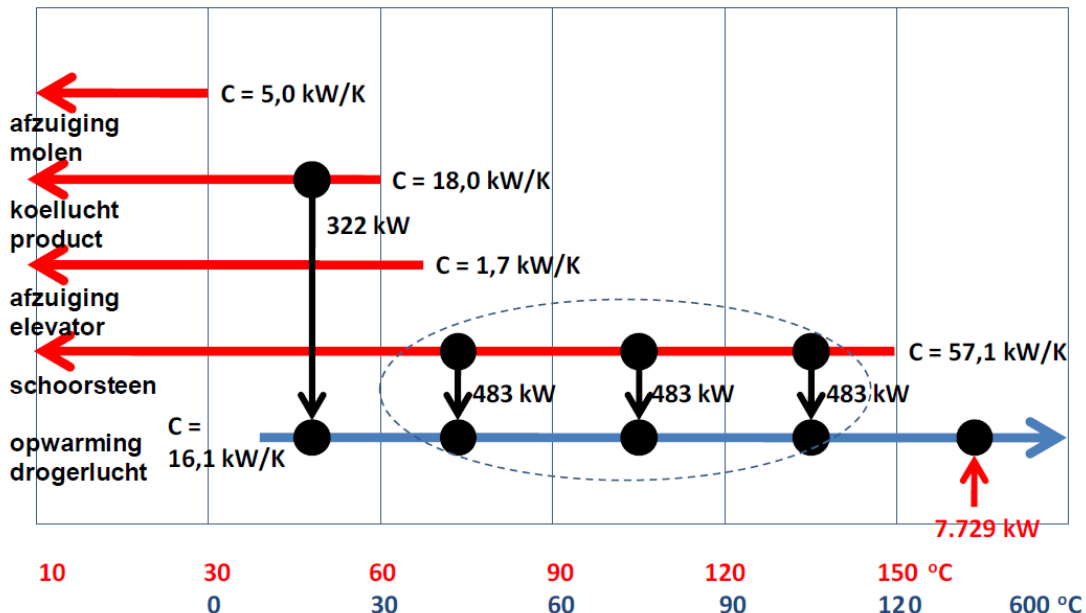


Figuur 1: Pinchdiagram Bron: [3].

Bovenstaand pinchdiagram geeft zowel vermogens als temperatuurniveaus weer. De procesgegevens worden daartoe verwerkt in een diagram waarin een tweetal cumulatieve lijnen zijn weergegeven:

- Hot streams (alle af te koelen stromen, inclusief restwarmte);
- Cold streams (sommatie van alle op te warmen stromen).

Het is de bedoeling om zoveel mogelijk warmte van de hot streams naar de cold streams te brengen zonder extra warmte toevoer. Voor de overdracht van warmte is een minimaal temperatuurverschil nodig. De plaats waar de curven elkaar met dit temperatuurverschil het dichtst naderen wordt de pinch (insnoering) genoemd. Uit het diagram wordt het potentieel aan restwarmtebenutting afgeleid (1.770 kW), de theoretische minimale behoefte aan warmte (7.729 kW) en koude (7.329 kW). Als de pinchtemperatuur bekend is, kunnen de warmtewisselaars geconfigureerd worden. In onderstaand pijlendiagram, figuur 2, zijn de warmtewisselaars op de verschillende temperatuurniveaus ingetekend. Er is rekening gehouden met het minimaal benodigde temperatuurverschil van 30°C over de warmtewisselaars. Voor een uitgebreidere toelichting wordt verwezen naar [2] en [3].



Figuur 2: Warmtewisselaarsnetwerk. Bron: [3].

3.3 Exergie-analyse

Er zijn twee basisvormen van energie te onderscheiden: kracht en warmte. Kracht kan volledig worden omgezet in warmte, warmte kan nooit volledig in kracht worden omgezet. Daarom heeft kracht een hogere kwaliteit dan warmte.

De ratio tussen de energie- en exergie-inhoud wordt de kwaliteitsfactor genoemd.

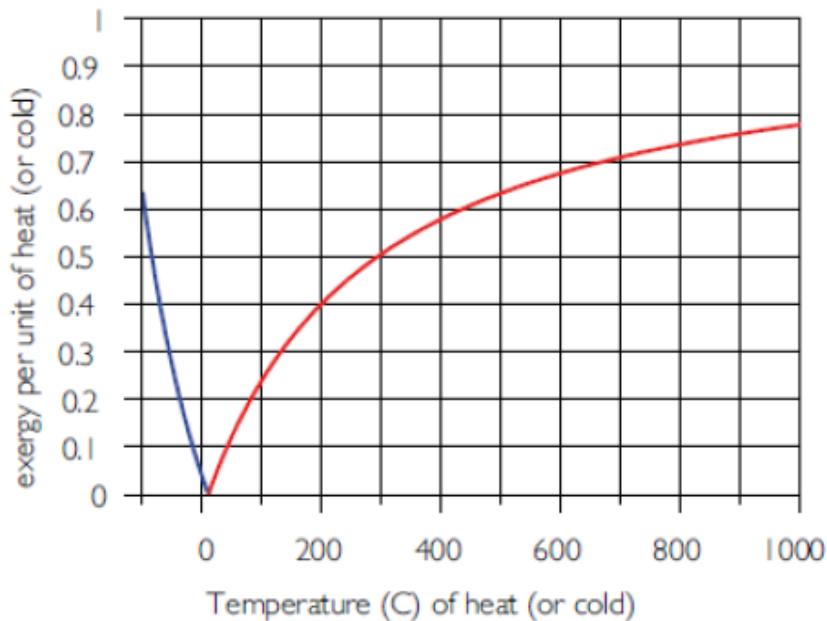
$$\text{Kwaliteitsfactor} = \text{Exergie-inhoud} / \text{Energie-inhoud} = 1 - T_0 / T_1$$

T_0 = referentietemperatuur (veelal de gemiddelde jaarlijkse buitentemperatuur) (Kelvin)

T_1 = temperatuurniveau van de thermische energiestroom (Kelvin)

De kwaliteitsfactor voor elektriciteit is gelijk aan 1. De kwaliteitsfactor voor warm water op een temperatuurniveau van 70 °C en een referentietemperatuur van 12 °C is $1 - 285 / 343 = 0,17$. Het betreft in dit geval het temperatuurniveau waarop de warmte en/of stoom wordt afgeleverd bij de eindgebruiker. Figuur 3 geeft een overzicht van de kwaliteitsfactor (exergie per eenheid energie) voor

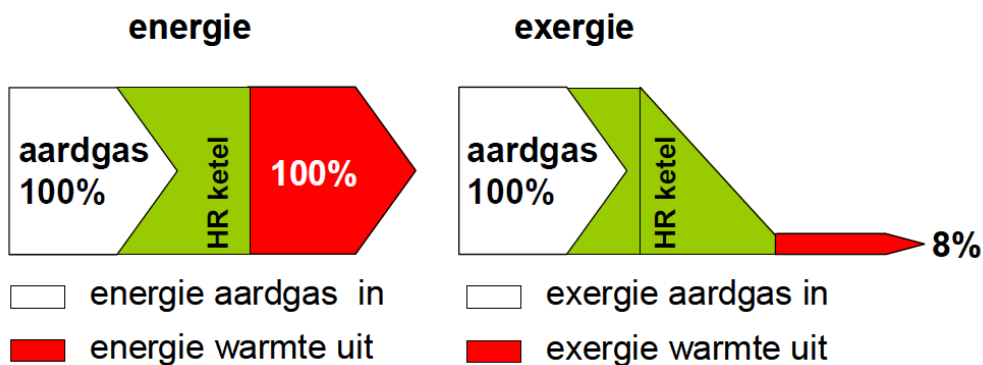
warmte en koude bij verschillende temperaturen. Voordeel van de exergiemethode is dat ze rekening houdt met de kwaliteit van de geproduceerde energiedragers.



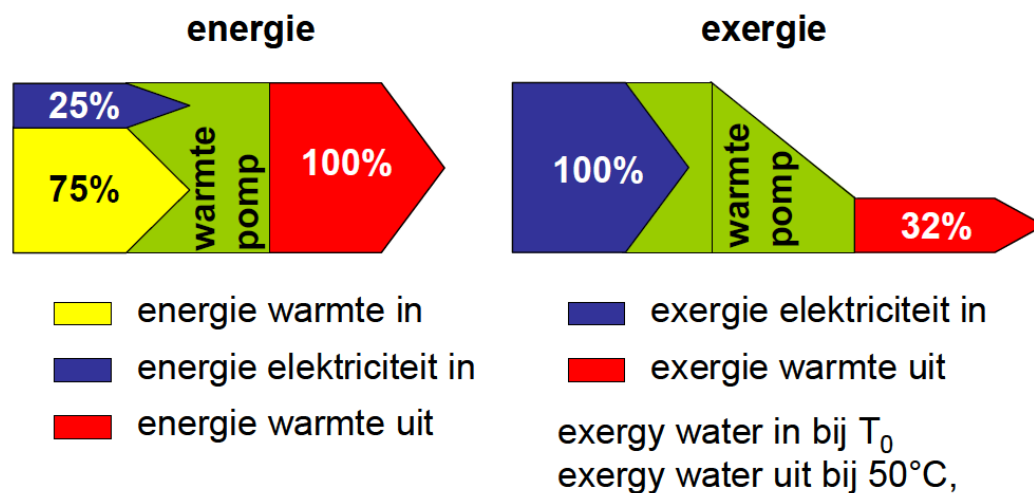
Figuur 3: Overzicht van de kwaliteitsfactor (exergie per eenheid energie) voor warmte en koude bij verschillende temperaturen. Bron: [4].

Exergie geeft aan hoeveel arbeid maximaal verkregen kan worden uit een energie- of materiaalstroom. Een ander woord voor exergie is dan ook arbeidsvermogen of arbeidspotentieel. Alhoewel exergie al een oud begrip is, wordt het nog relatief weinig toegepast. Zelfs voor een ideaal systeem geldt dat niet alle energie uit warmte kan worden omgezet in arbeid. Wel kan alle energie uit arbeid worden omgezet in warmte. Het gedeelte van de energie die in het ideale geval in arbeid omgezet kan worden, wordt dus het arbeidspotentieel, exergie genoemd. Voor het nulpunt van energie wordt de hoeveelheid warmte bij nul Kelvin (-273°C) gebruikt.

Onderstaande figuren laten ter illustratie de energie- en exergie-analyse zien voor respectievelijk een HR ketel en een warmtepomp. In het voorbeeld van de HR-ketel is het energetisch rendement 100%, terwijl uit de exergetische beschouwing blijkt dat er maar zo'n 8% overblijft met een hoog arbeidspotentieel. Bij de warmtepomp wordt 25% hoog arbeidspotentieel en 75% laagwaardige warmte zonder arbeidspotentieel omgezet in warmte. De exergie-analyse van de warmtepomp laat zien dat er 32% laag arbeidspotentieel overblijft.



Figuur 4: Energie- en exergiestroomdiagram voor een HR ketel. Bron: [1].



Figuur 5: Energie- en exergiestroomdiagram voor een warmtepomp. Bron: [1].

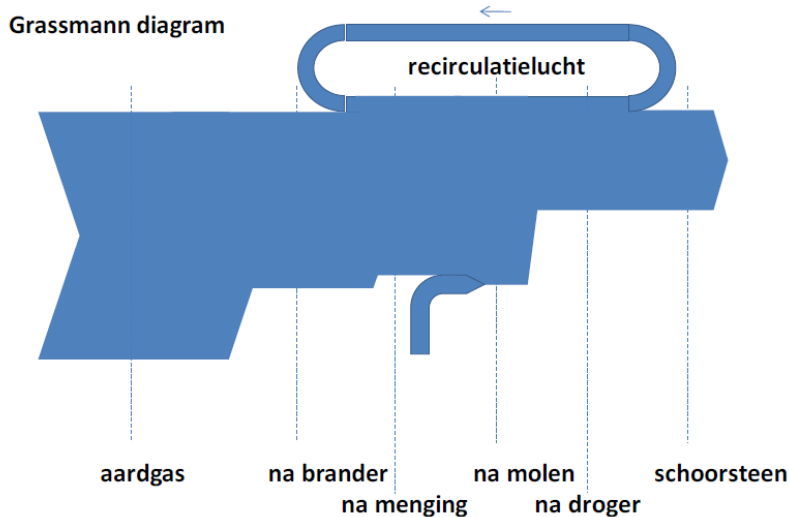
Het zijn vooral de grote bedrijven en in het bijzonder de olie- en chemiebedrijven waar een exergie-analyse op beperkte schaal is toegepast. Meestal is de toepassing op het pilotniveau blijven hangen. Eén van de gesignaleerde problemen was, dat er weinig computerprogramma's zijn om op een efficiënte wijze een exergie-analyse uit te voeren. De rekenroutine [Exergieschat](#) is een instrument welke is ontwikkeld om het afschatten van exergieverliezen voor een component te vergemakkelijken. ExergieSchat kan op een eenvoudige, snelle en overzichtelijke wijze de exergie van 71 verschillende stoffen met verschillende thermische eigenschappen benaderen. Dit gereedschap is voornamelijk geschikt voor kleine en middelgrote productielocaties met chemische en/of thermische processen. Voor warmte-uitwisseling kan exergie ook worden ingezet als beoordelingscriterium. De volgende drie punten worden als noodzakelijk gezien voor een beoordeling van warmte-uitwisseling.

- 1 De (energetische) efficiëntie van de verschillende warmtewisselaars en de bijbehorende leidingen van het net.
- 2 De mate waarop de temperatuur van de warmteontvanger past bij de temperatuur van de warmteleverancier en
- 3 hoe hoogwaardig de uitgewisselde warmte is.

Deze eerste twee punten kunnen gecombineerd worden in de vorm van het exergetische rendement van de warmte-uitwisseling, oftewel de ratio tussen de exergie die de warmte-ontvangende partij inzet in zijn proces en de exergie die de warmte-leverende partij uit zijn proces haalt.

Het resultaat van een exergie-analyse kan bijvoorbeeld in een Grassmann diagram, zie navolgend figuur 6, worden weergegeven.

Een Grassman diagram geeft, met de dikte van de pijlen, de exergiestromen weer. De exergie van een warmtestroom is een maat voor de kwaliteit (temperatuurniveau) en is daarmee een maat voor de hoeveelheid elektriciteit die er mee kan worden opgewekt. De exergie analyse wordt dan ook vooral toegepast in warmtekrachtcentrales waarbij het opwekken van elektriciteit en warmte beiden van belang zijn.



Figuur 6: Grassmann diagram. Bron: [3].

3.4 Pinch-analyse versus exergie-analyse

Beide methoden kunnen elkaar aanvullen. Pinch-analyse is eenvoudiger en inzichtelijker qua opzet en gebruik. Voor complexere situaties met bijvoorbeeld een aantal besparingsopties, zoals warmtekrachtkoppeling en warmtepompen, biedt de exergiemethode meer mogelijkheden.

Voor beide methoden is het noodzakelijk dat een gedegen inventarisatie en analyse van alle warmtevragers en –aanbieders plaatsvindt. Temperatuurniveaus, volumestromen en hun soortelijke warmte en bedrijfstijden moeten zorgvuldig worden geïnventariseerd.

Bij de exergiemethode wordt ook de elektriciteitsvraag en het rendement van elektriciteitsopwekking meegenomen.

De vraag rijst, met welke van beide methodieken (pinch-analyse of exergie-optimalisatie) men de mogelijkheden voor energiebesparing het beste kan onderzoeken.

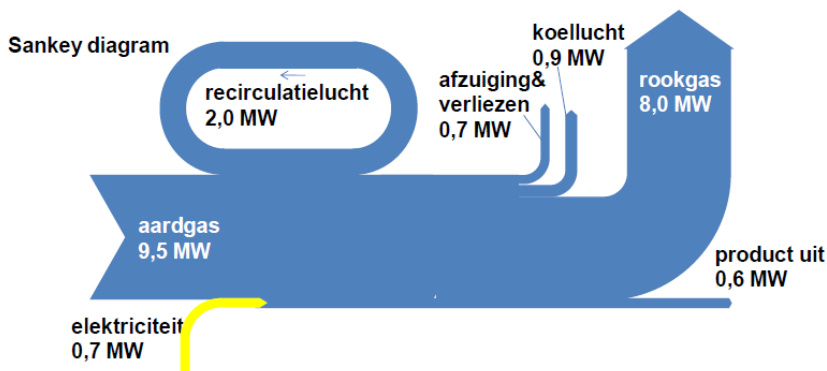
Wordt alleen naar warmte-uitwisseling gekeken, dan maakt het niet uit welke van de twee modellen wordt gebruikt. Bij het gebruik van dezelfde parameters en restricties komt er dezelfde minimaal benodigde inzet van energie en koeling uit. Door de doorzichtigheid en eenvoudige grafische weergave van het proces is de pinch-analyse een goed hulpmiddel om opties voor warmte-uitwisseling (en eventueel procesmodificaties) te vinden. Om de interactie tussen opties en optimale plaatsing van warmtepompen te evalueren, is exergie-optimalisatie het hulpmiddel bij uitstek. Door de mathematische formulering is deze methode echter fundamenteeler van aanpak.

3.5 Overige analysemethodieken en hulpmiddelen

Einstein staat voor “Expert system for Intelligent Supply of Thermal Energy in Industry”. [Einstein](#) is een met Europees geld ontwikkeld open source audit tool waarmee op efficiënte wijze middelgrote bedrijven kunnen worden doorgelicht op de mogelijkheden van restwarmtegebruik, warmtepompen, warmtekracht en zonnewarmte. Het programma toetst, na invoering van de energiesituatie, vervolgens de consistentie van gegevens en komt met een energiebalans en Sankeydiagrammen, zie onderstaand figuur 7.

Een Sankey diagram levert inzicht op in de energiebalans rond een bedrijfsonderdeel, een bedrijf, groep van bedrijven. De breedte van de pijlen is een maat voor het vermogen of de energiehoeveelheid.

Tevens levert het Einstein programma een aantal besparingsmogelijkheden inclusief kosten en baten.



Figuur 7: Sankey diagram. Bron: [3].

Na acceptatie van de maatregelen genereert het pakket een uitgebreid rapport en een managementsamenvatting. Door middel van een vragenlijst worden de belangrijkste gegevens van het thermische proces geïnventariseerd en ingevoerd. Aan de hand daarvan wordt de energiebalans opgesteld en een pinchanalyse gemaakt. Op basis van deze analyse worden automatisch opties aangedragen voor warmterugwinning en alternatieven voor de energieopwekking. Ten behoeve van de warmterugwinning worden specificaties van de nodige warmtewisselaars gegeven, de plaats in het proces en het vermogen. Voor de energieopwekking zijn op dit moment naast ketelverbeteringen ook warmtepompen, zonne-energie en warmtekracht als opties opgenomen. Behalve een technische optimalisatie worden ook de kosten voor de investering en de operatie meegenomen in de evaluaties. De software is op dit moment nog niet volledig marktrijp en "fool proof". Energiespecialisten kunnen het software pakket inzetten voor een snelle scan van de beschikbare mogelijkheden op warmtegebied.

4. Aandachtspunten bij bestaande installaties

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de stappen die gezet kunnen worden om restwarmtestromen te analyseren en vervolgens te optimaliseren. De eerste stap is procesverbetering, waarbij de restwarmte bij de individuele processen zelf wordt geminimaliseerd.

De tweede stap is procesintegratie; het optimaal integreren van warme- en koude stromen tussen de processen. De stappen A tot en met D in de tabel komen overeen met het zogenaamde "schillenmodel" zie hoofdstuk 5.

Stap	Vraagstelling	Instrumenten	Technieken
A. Procesverbetering (4.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Optimalisatie proces • Setpoints controleren • Warmte-terugwinning • Tempniveau • Voorbehandeling • Verbeteren OEE (zie kader) • Afvalreductie 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie audit • Energie Potentieel Scan • Lean • 6-sigma 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimaliseren regeling • warmte-terugwinning
B. Procesintegratie (4.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Uitwisseling • Optimaliseren procesgegevens • Massastromen • Tempniveaus • Energiebalans 	<ul style="list-style-type: none"> • Sankey-diagram • Pijlendiagram • Pinchanalyse 3.2 • Exergie-analyse 3.3 	<ul style="list-style-type: none"> • Warmtewisselaars, warmtepompen
C. Utilities	<ul style="list-style-type: none"> • Nuttig gebruik restwarmte • Tempniveau 	<ul style="list-style-type: none"> • Haalbaarheidsstudie 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoomexpansie Organic Ranking Cycle



	<ul style="list-style-type: none"> Vermogens Draaiuren Productie elektriciteit 		<ul style="list-style-type: none"> Warmtepompen Absorbtiekoeling
D. Omgeving	<ul style="list-style-type: none"> Uitwisseling warmte Warmtelevering 	<ul style="list-style-type: none"> Warmtekaart Handleiding gebiedsgerichte aanpak 	<ul style="list-style-type: none"> Warmte-koude opslag Stadsverwarming Warmte kracht koppeling Geothermie

Definitie: OEE. De Overall Equipment Effectiveness (OEE) is een vermenigvuldiging van een aantal factoren, die allemaal tussen 0 en 1 liggen, en 100%. Meestal omvat de OEE tenminste:

- de **machine-beschikbaarheid** = (feitelijke productietijd)/(geplande productietijd)
- de **relatieve prestatie** = (gemiddelde bewerkingstijd)/(snelst mogelijke bewerkingstijd)
- de **kwaliteit efficiëntie** = fractie goedgekeurde producten.

Tabel 1: Samenvatting stappen, instrumenten en mogelijke technieken voor restwarmtebenutting

Als er in het bedrijf al restwarmtebenutting plaatsvindt, dient de werking en efficiency van restwarmtegebruik regelmatig te worden gecontroleerd ten aanzien van met name de volgende aspecten:

- Gelijktijdigheid
- Temperatuurniveaus
- De grootte van warmtevraag- en aanbod
- Onderlinge koppeling
- Afstand
- Optimalisatie binnen de proceslijn of unit-operation

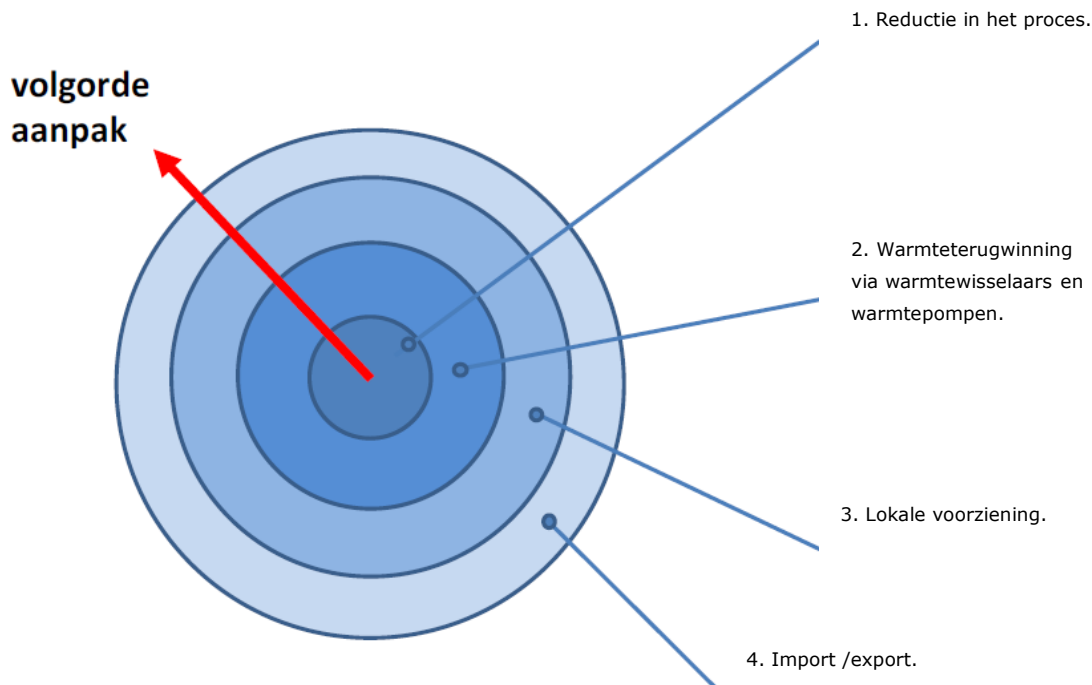
5. Aandachtspunten bij nieuwe installaties of renovaties

Bij de aanschaf van nieuwe installaties of bij renovaties is de mogelijkheid aanwezig om meer in detail restwarmte te inventariseren en het gebruik te optimaliseren. Hierbij werkt het CORE-model (CORE = Correct Order for Reduction of Energy consumption) inzicht verhogend. In onderstaand figuur 8 is dit (schillen)model weergegeven.

Dit model geeft aan dat verbeteringen in een zekere volgorde moeten plaatsvinden vanuit de kern, het proces zelf.

1. Reductie van de warmtebehoefte (hoeveelheid en temperatuurniveau) door optimalisatie van proces of gebouw. Zijn alle setpoints in het proces optimaal? Zijn er geen onnodige verliezen? Wordt er warmteterugwinning binnen het proces toegepast?
2. Procesintegratie. Optimalisatie van uitwisselingsmogelijkheden tussen nabije processen door warmteterugwinning via warmtewisselaars en warmtepompen.
3. Directe, locale voorziening. Bij voldoende hoog temperatuurniveau is bijvoorbeeld elektriciteitsopwekking mogelijk met een stoomexpansieturbine of een Organic Rankine Cycle.
4. Import / export. In de laatste stap wordt nagegaan of er nog mogelijkheden zijn voor gebruik van restwarmte voor (comfort)installaties in de omgeving.

Nadat de restwarmtestudie is uitgevoerd en voldoende inzicht heeft gegeven in de diverse warmtestromen en technische mogelijkheden, kan ook met het gebruik van de andere best practices de mogelijkheden verder worden uitgewerkt.



Figuur 8: Schillenmodel dat de analyse volgorde aangeeft. Bron: [3].

6. Referenties

Dit is een publicatie van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl).

In de periode 2000 - 2002 heeft de VNCI een reeks brochures uitgebracht onder de verzamelnaam "Leidraad voor energie-efficiency". In de reeks worden dertig verschillende bestaande praktische toepassingen beschreven van energiebeheer in chemische bedrijven. Deze publicatie, 'Best Practice Restwarmtebenutting' is een actualisering van het document 'Leidraad voor energie efficiency, Pinchtechnologie en restwarmtebenutting', ee10.

De huidige actualisering van de Best Practice is tot stand gekomen in het kader van meerjarenafspraken energie-efficiëntie MJA3 en MEE. Als onderdeel van de samenwerking met de VNCI is besloten het merendeel van deze Best Practices geactualiseerd opnieuw te publiceren. Deze Best Practice Restwarmtebenutting is geactualiseerd met medewerking van Industrial Energy Experts.

De meerjarenafspraken energie-efficiëntie MJA3 en MEE zijn overeenkomsten tussen de overheid en bedrijven, instellingen en gemeenten. Het ministerie van Economische Zaken (EZ) het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koningsrijkrelaties (BZK) en het ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) stimuleren met deze afspraken het effectiever en efficiënter inzetten van energie. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) is verantwoordelijk voor de uitvoering van de meerjarenafspraken.

6.1 Weblinks

Warmtetools Industrie. <http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Warmtetools%20industrie.pdf>
Bevat verschillende tools voor het in kaart brengen en beoordelen van de warmtehuishouding
[PinchLeni](http://pinchleni.software.informer.com/3.0/). <http://pinchleni.software.informer.com/3.0/>
Software voor pinch-analyses.
[Exergieschat](http://www.cocos.nl/index.php?id=557&taal=nl&page=Exergie&frame=ja). <http://www.cocos.nl/index.php?id=557&taal=nl&page=Exergie&frame=ja>



Software voor exergie-analyses

[Einstein](http://www.einstein-project.eu/) <http://www.einstein-project.eu/>

"Expert system for Intelligent Supply of Thermal Energy in Industry". Een open source audit tool waarmee middelgrote bedrijven kunnen worden doorgelicht op de mogelijkheden van restwarmtegebruik, warmtepompen, warmtekracht en zonnewarmte.

[Nationaal Expertisecentrum Warmte](http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte)

<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte>

6.2 Literatuur

- [1] Vermijden van verliezen bij het gebruik van industriële restwarmte. Het ontwikkelen van een rankingcriterium voor warmte-uitwisseling op basis van exergie. In opdracht van AgentschapNL Divisie NL Energie en Klimaat), CCS, R.L. Cornelissen en G.L.M.A. van Rens.
- [2] Berekenend omgaan met warmte spaart energie. Thermodynamische optimalisatie van industriële processen. PolyTechnisch tijdschrift Energie, januari 1992.
- [3] Warmtetoets industrie, Energy Matters, augustus 2011.
- [4] Rapport uniforme maatlat industrie, SQ consult, Mirjam Harmelink en Dian Phylipsen, 19 dec. 2012.

Colofon

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag
Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag
T +31 (0) 88 042 42 42
F +31 (0) 88 602 90 23
E info@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Economische Zaken (EZ) het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koningsrijkrelaties (BZK) en het ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M)

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | juli 2015
Publicatienummer: RVO-126/1501/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld kan RVO.nl geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten.