

Brede impact energieontwerp

Op ecologische en sociale indicatoren



15 mei 2024



Energieontwerpen kennen een nauwe focus

Vooraf op techniek, financiën en ruimtelijke inpassing

- De energietransitie is in volle gang en er worden volop energieontwerpen gemaakt gebaseerd op duurzame elektriciteit en warmte
- De focus ligt bij het ontwerpen van nieuwe energiesystemen vooral op **technische, financiële en ruimtelijke haalbaarheid**
- Daarmee zijn deze vooral gericht op het **energetische deel** van de verduurzamingsopgave
- Dit werd beaamd tijdens de seminar op de Green Heating Solutions vakbeurs (20 maart 2024)
 - Hierbij werden termen als 'terugverdientijd', 'kosten', 'energiebehoefte' en 'energieflexibiliteit' genoemd als belangrijke indicatoren voor een energieontwerp



De impact van een energieontwerp is breder

Dan alleen energieopbrengsten en financiën

- De keuze voor **systemen, innovaties en materialen** heeft echter wel een bredere – vaak verborgen – **ecologische en sociale impact** op de omgeving dan alleen de energetische prestaties
- Door de beperkte focus op techniek, geld en ruimte, wordt deze bredere impact **vaak niet meegenomen**
- Ook lijken er iedere keer **verrassingen** te ontstaan doordat er te nauw gekeken wordt naar het energieontwerp
- Dit vraagt om een **breder kijk** tijdens het ontwerpproces

woningen. Ja, nu zijn er zorgen over de Mpg, netcongestie en vleermuizen. Maar over een paar jaar hebben we dat waarschijnlijk opgelost. En dan liggen er weer andere problemen op ons bureau om op te lossen.”



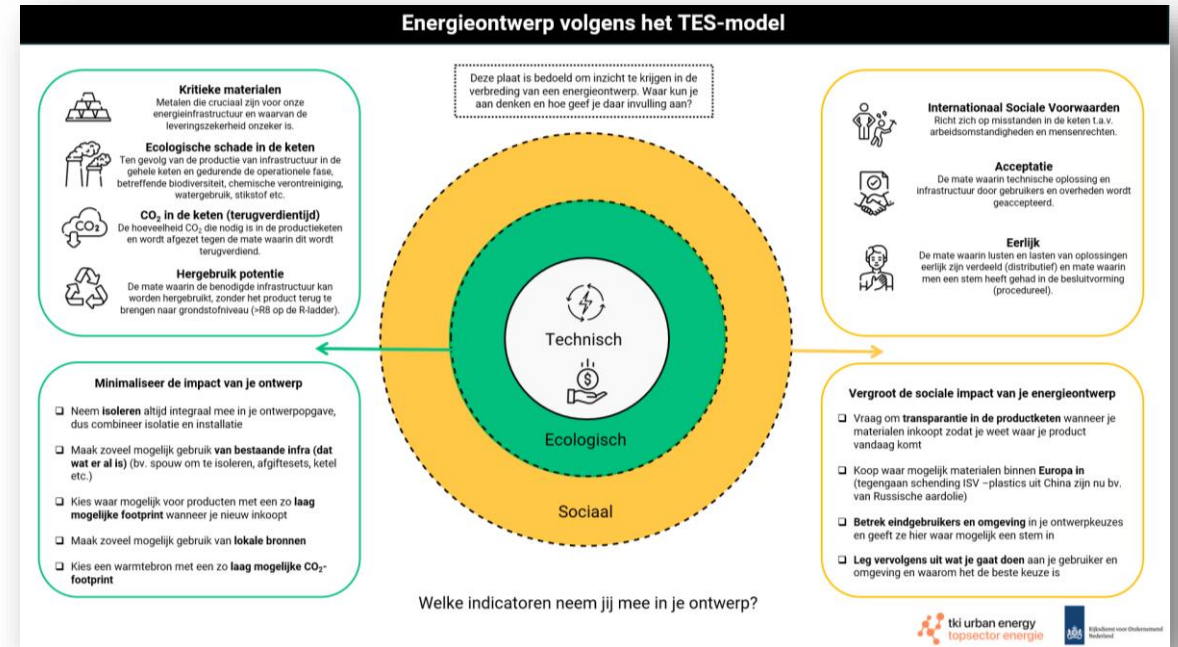
'Verduurzaming gebouwde omgeving vergt een radicale transformatie van de bouw'

Nouska du Saar | Roy op het Veld | Gepubliceerd: 05 apr. 2024

Doel van dit onderzoek

Kaders ontwikkelen voor het meenemen van brede impact

- Onderzoeken wat de ecologische én sociale impact is van de **huidige ontwerpparadigma's**
- Hierdoor kunnen experts, adviseurs en opdrachtgevers bewuste keuzes en afwegingen maken en daarmee **maatschappelijke verantwoordelijkheid** nemen
- Het doel van dit onderzoek is dan ook om een **kader te ontwikkelen** waarmee voor energieadviseurs inzichtelijk gemaakt kan worden wat de bredere impact is van de keuzes die ze maken





Scoping en aanpak

Uitgangspunten van dit onderzoek



Vier warmte scenario's op wijkniveau

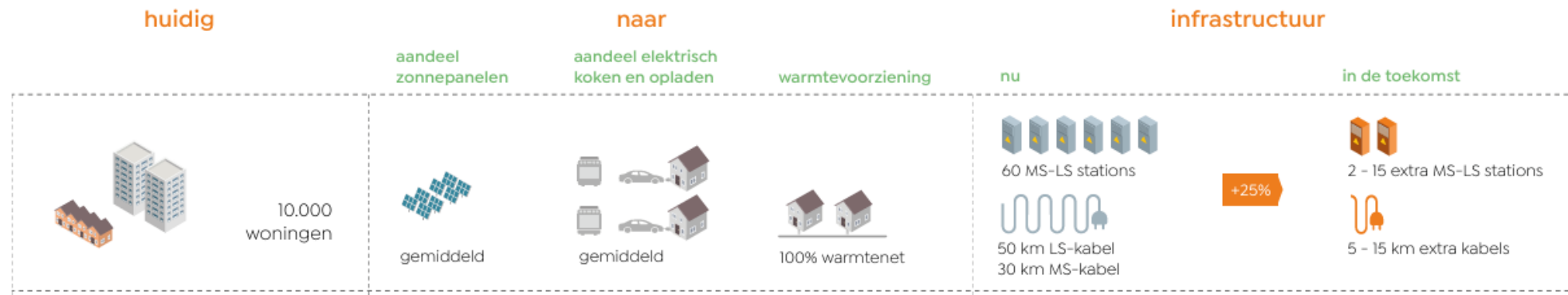
Verschillende scenario's hebben verschillende hotspots op brede impact

- Er zijn grofweg 4 scenario's voor warmte op wijkniveau:
 1. **All electric** (individuele warmtepomp)
 2. **Hoge- of midden temperatuur warmte** ($> 55^{\circ}\text{C}$)
 3. **Lage of zeer lage temperatuur warmte** ($< 55^{\circ}\text{C}$)
 4. **Duurzame gassen** (groengas of waterstof)
- Deze scenario's worden in dit document verder uitgewerkt en zijn als proxy gebruikt voor hoe energieontwerpen kunnen zijn opgebouwd en onderling verschillen in ontwerpkeuzes en componenten
- Hierbij is zowel gekeken naar nieuwbouw als naar renovatie van een woonwijk
- **Hybride** (warmtepomp + aardgas) is niet als afzonderlijk scenario uitgewerkt aangezien sinds 1 juli 2018 de gasaansluitplicht voor nieuwbouw is komen te vervallen (*Wet Voortgang Energietransitie*)

Verzwarend E-net niet integraal meegenomen

Voor de scenario's HT/MT-warmte, LT/ZLT-warmte en duurzame gassen

- Verschillende scenario's betekenen ook iets voor de **robuustheid van het E-net**
 - Vanzelfsprekend vraagt het scenario all electric om een groei in E-infrastructuur
 - Maar ook voor de andere scenario's kan het zijn dat de E-infrastructuur moet worden uitgebreid vanwege de groei in warmtepompen, elektrisch koken, zonnepanelen en EV
 - Zie onderstaande voorbeeld, waarbij voor een wijk van 10.000 woningen waar een warmtenet komt is berekend dat er **25% meer E-infrastructuur** nodig is
- We nemen in het uitwerken van de scenario's alleen de implicaties op het E-net mee die **direct het gevolg zijn van de keuze in warmte infrastructuur**. Andere autonome ontwikkelingen zoals de groei in PV en EV worden niet meegenomen.



Beschrijving figuur: wanneer in een gemiddelde Nederlandse wijk met 10.000 woningen een warmtenet wordt aangelegd, en men uitgaat van een gemiddeld aandeel zonnepanelen, elektrisch koken en -laden voor EV, vraagt dit om een uitbreiding van de elektriciteitsinfrastructuur van 25%. Echter, deze uitbreiding is grotendeels toe te schrijven aan eerder genoemde factoren en niet aan de verandering in warmtevoorziening. Daarom is deze niet integraal meegenomen. Bron: [Basisdocument Netbeheer Nederland](#)

Toelichting indicatoren

Er zijn 7 ecologische en sociale indicatoren geïdentificeerd

Ecologisch

1. Kritieke metalen

Metalen die cruciaal zijn voor onze energieinfrastructuur en waarvan de leveringszekerheid onzeker is.

2. Ecologische schade in de keten

Ten gevolg van de productie van infrastructuur in de gehele keten en gedurende de operationele fase, betreffende biodiversiteit, chemische verontreiniging, watergebruik, stikstof etc.

3. CO₂ in de keten (TVT)

De hoeveelheid CO₂ die nodig is in de productieketen en wordt afgezet tegen de mate waarin dit wordt terugverdiend.

4. Hergebruik potentie

De mate waarin de benodigde infrastructuur kan worden hergebruikt, d.w.z. zonder het product terug te brengen naar grondstofniveau (>R8 op de R-ladder).

Sociaal

5. Internationaal Sociale Voorwaarden

Richt zich op misstanden in de keten t.a.v. arbeidsomstandigheden en mensenrechten.

6. Acceptatie

De mate van inspanning die nodig is om de technische oplossing en infrastructuur geaccepteerd te krijgen door gebruikers en overheden.

7. Eerlijk

De mate waarin lusten en lasten van oplossingen eerlijk zijn verdeeld (*distributief*) en mate waarin men een stem heeft gehad in de besluitvorming (*procedureel*).

Beoordeling

Deze indicatoren worden beoordeeld op de mate waarin zij een **aandachtspunt vormen** voor de brede impact van het desbetreffende scenario.

Hierbij worden de indicatoren **niet onderling vergeleken** omdat er met de huidige beschikbare informatie geen wegging aan kan worden gegeven.

Idealiter wil je in de toekomst indicatoren **kwantitatief kunnen scoren** en onderling kunnen wegen om tot betere afwegingen te komen.

Er is zoveel mogelijk uitgegaan van een beoordeling o.b.v. bekende literatuur. In sommige gevallen gebruiken wij onze eigen 'expert opinion' – bijvoorbeeld bij hergebruik potentie van bepaalde componenten.

Belangrijkste aannames & uitgangspunten

Per energiescenario

	All Electric	HT/MT	LT/ZLT	Duurzame gasen
Verzwarend E-net	In geval van bestaande woningen is verzwarend E-netwerk noodzakelijk en meegenomen in analyse	E-infrastructuur aanwezig maar minder groot gedimensioneerd. We nemen alleen de investering in de warmte-infrastructuur mee	E-infrastructuur aanwezig maar minder groot gedimensioneerd. We nemen alleen de investering in de warmte-infrastructuur mee	E-infrastructuur aanwezig maar minder groot gedimensioneerd. We nemen alleen de investering in de warmte-infrastructuur mee
Aanvoertemperatuur	-	Temperatuur > 55°C	Temperatuur < 55°C	-
Materiaal hoofdinfrastructuur	Elektriciteitskabels zijn gemaakt van aluminium of koper	Warmteleidingen zijn gemaakt van staal*	Warmteleidingen zijn gemaakt van kunststof	Leidingen zijn gemaakt van kunststof
Energiebron	Elektriciteit afkomstig van duurzame opwek. Op een groot deel van de woningen zijn PV-panelen aanwezig	Warmte is afkomstig van restwarmte industrie, geothermie of biomassa	Warmte is afkomstig van lokale restwarmte, aqua- of geothermie, warmte koude opslag (WKO) of zonnethermie	Onder duurzame gasen verstaan we groen gas en waterstof
Ophogen temperatuur	Individuele warmtepomp per woning	Opwaardering van temperatuur vindt centraal plaats op wijkniveau. Geleverde warmte is direct geschikt voor ruimteverwarming en tapwater in woning	Opwaardering van temperatuur vindt plaats op gebouwniveau middels individuele warmtepomp of boosterwarmtepomp. Zowel voor ruimteverwarming als warm tapwater aanvullende voorziening nodig	In geval van groen gas twee varianten mogelijk: hybride warmtepomp of met een reguliere HR-ketel. In beide varianten wordt water op circa 80 °C afgeleverd. Daardoor kan het direct worden gebruikt voor ruimteverwarming en warm tapwater.
Benodigde afgiftesysteem	Radiatoren die geschikt zijn voor lage temperatuur verwarming of vloerverwarming	Traditionele radiatoren	LT-systemen zoals vloer- en wandverwarming of LT-radiatoren	Traditionele radiatoren
Koeling	Indien koeling nodig is, kan de individuele warmtepomp ook koelen. Dit vraagt om aanpassingen in het afgiftesysteem	Indien koeling nodig is, dient er een extra koelingsinstallatie geplaatst te worden zoals een airconditioning unit	In geval van LT-net vindt koeling plaats m.b.v. airconditioning. ZLT-net is geschikt om direct koude te leveren zonder extra installatie toe te hoeven passen.	Indien koeling nodig is, dient er een extra koelingsinstallatie geplaatst te worden zoals een airconditioning unit

*Grenswaarde kunststof ligt op 70 graden. Het een ontwerpkeuze zijn om bij 70 graden toch kunststof toe te passen omdat men in de tijd gaat afbouwen qua temperatuur

Bronnen: [Expertise Centrum Warmte \(ECW\)](#), [Netbeheer Nederland](#), [Deltares \(2022\)](#), [TKI Urban Energy & TKA \(2020\)](#), [Startanalyse aardgasvrije buurten](#)



Analyse scenario's

Op ecologische en sociale indicatoren



Aandachtspunten en handelingsperspectief

Per scenario zijn de twee indicatoren die o.b.v. de analyse het meeste aandacht behoeven **blauw gearceerd**

Indicator	All Electric	HT/MT	LT/ZLT	Duurzame gassen
1. Kritieke metalen	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)
2. Ecologische schade in de keten	Gerecyclede metalen toepassen en waar mogelijk lokaal inkopen	Gerecyclede metalen toepassen en waar mogelijk lokaal inkopen	Gebruik een zo hoog mogelijk aandeel kunststof uit gerycled materiaal of biomassa. Waar mogelijk lokaal inkopen	Gebruik een zo hoog mogelijk aandeel kunststof uit gerycled materiaal of biomassa. Waar mogelijk lokaal inkopen (R-ladder volgen: Rethink en Reduce boven Re-use en Recycle)
3. CO ₂ in de keten	PV panelen en warmtepomp hebben een levensduur van 15-20 jaar. Op lange termijn is energie besparen (isoleren) beter. Innovatie kan leiden tot minder impact door o.a. alternatieve koelmiddelen en circulair productontwerp	Stuur op een zo laag mogelijke milieu impact voor materialen. Door een duurzame warmtebron kan ook de CO ₂ intensiteit aanzienlijk lager zijn. (voorbeelden: geothermie, restwarmte industrie, aquathermie, zonthermie)	Stuur op een zo laag mogelijke milieu impact voor materialen. Door een duurzame warmtebron kan ook de CO ₂ intensiteit aanzienlijk lager zijn. (voorbeelden: ondiepe geothermie, lokale restwarmte, zonthermie aquathermie)	Stuur op een zo laag mogelijke milieu impact voor materialen. Tot het moment dat voldoende duurzame gassen beschikbaar zijn, is dit scenario geen duurzame keuze
4. Hergebruik potentie	Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties	Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties	Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties	Ten minste hergebruik van bestaande gasinfrastructuur. Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties
5. Internationaal Sociale Voorwaarden	Waar mogelijk lokaal inkopen. Stuur op ISV en transparantie in de keten bij inkoop van deze producten	Toepassen groen of gerecycled staal. Waar mogelijk lokaal inkopen. Stuur op ISV en transparantie in de keten bij inkoop van deze producten	Kunststoffen en de grondstoffen daarvoor zoveel mogelijk sourcen in Europa. Bij voorkeur uit gerycled materiaal of biomassa	Kunststoffen en de grondstoffen daarvoor zoveel mogelijk sourcen in Europa. Bij voorkeur uit gerycled materiaal of biomassa
6. Acceptatie	Innovatieve producten selecteren op hoge geluidsreductie en mogelijk esthetische kant van buitenunit-plaatsing meenemen. Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn	Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn	Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn	Overweeg dit scenario alleen in wijken waar geen ander scenario mogelijk is, en wanneer duurzame gassen in voldoende volumes beschikbaar zijn. Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn
7. Eerlijk	Geef eindgebruikers een stem en leg uit wat je gaat doen. Door gebruikers te verenigen in een energiegemeenschap kan het individuele lasten ook collectief gedragen worden. Dit kan energie-efficiëntie, piekbelasting en draagvlak verbeteren (zie infographic)	Geef eindgebruikers een stem en pas het plan aan op basis van zorgen uit de omgeving. Als dit niet kan, leg uit waarom en wat je dan wel gaat doen. Introduceer mechanismen waardoor de rekening eerlijker verdeeld wordt (bv. vastrecht per m ² i.p.v. per aansluiting) of richt een andere eigendomsvorm (coöperatie/stichting) in	Geef eindgebruikers een stem en pas het plan aan op basis van zorgen uit de omgeving. Als dit niet kan, leg uit waarom en wat je dan wel gaat doen. Introduceer mechanismen waardoor de rekening eerlijker verdeeld wordt (bv. vastrecht per m ² i.p.v. per aansluiting) of richt een andere eigendomsvorm (coöperatie/stichting) in	Geef eindgebruikers een stem en pas het plan aan op basis van zorgen uit de omgeving. Als dit niet kan, leg uit waarom en wat je dan wel gaat doen. En onderzoek specifiek voor dit scenario hoe kosten eerlijk verdeeld kunnen worden.

Scenario 1 | All electric

Indicator	Toelichting	Bron	Handelingsperspectief
1. Kritieke metalen	Veel kritieke metalen nodig voor o.a. zonnepanelen, windmolens en bijbehorende elektriciteitsinfrastructuur, en in kleinere volumes voor installatietechniek in woning zoals warmtepomp en afgiftesysteem (koper, aluminium, silicium, zilver, cadmium, tellurium, neodymium, indium en kobalt)	Materiaalvraag energietransitie (Copper8, 2020) Rapport IEA	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)
2. Ecologische schade in de keten	Lokale schade aan biodiversiteit en chemische verontreiniging door mijnbouw primaire grondstoffen, met name bovengenoemde kritieke metalen. Deze worden voornamelijk gewonnen buiten Europa.	Klimaatfeiten (2021)	Gerecyclede metalen toepassen en waar mogelijk lokaal inkopen (R-ladder volgen: Rethink en Reduce boven Re-use en Recycle)
3. CO ₂ in de keten	Hoge uitstoot aan de voorkant (koelmiddel en de materialen die benodigd zijn, 60-80% van de impact ontstaat bij productie). De CO ₂ terugverdientijd door uitstootreductie (t.o.v. gasgestookt) snel positief. Duurzaamheid warmtepomp is deels afhankelijk van de elektriciteitsmix die gebruikt wordt. Installatievermogen en dus milieu-impact kan aanzienlijk verlaagd worden met goed of beter isoleren en bij slimme sturing.	Circulaire Energierenovatie (2024)	PV panelen en warmtepomp hebben een levensduur van 15-20 jaar. Op lange termijn is energie besparen (isoleren) beter. Innovatie kan leiden tot minder impact door o.a. alternatieve koelmiddelen, circulair productontwerp, etc.
4. Hergebruik potentie	Componenten zoals zonnepanelen en installaties hebben een lage losmaakbaarheid en worden nog niet ontworpen voor hergebruik. Dit resulteert vaak in de laagst mogelijke R-strategie (Recycling of Recover).	Circulaire Energierenovatie (2024)	Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties
5. Internationaal Sociale Voorwaarden	Binnen dit scenario voornamelijk van toepassing op zonnepanelen. Er zijn ernstige aanwijzingen dat bij productie of winning van de grondstoffen voor zonnepanelen in China dwangarbeid plaats vindt en/of zeer slechte arbeidsomstandigheden zijn. 70% van PV is afkomstig uit China, 54% van de grondstoffen (voor PV) komt uit de regio waar Oeigoeren dwangarbeid verrichten.	ISS MVO risicochecker	Waar mogelijk lokaal inkopen. Stuur op ISV en transparantie in de keten bij inkoop van deze producten
6. Acceptatie	Vanuit de techniek een logische, individuele aanpak per gebruiker. Hierdoor makkelijk te berekenen voor overheden, weinig interactie of afhankelijkheid met eindgebruikers. Aandachtspunten zijn geluidsoverlast en hinder door het plaatsen van buitenunits op daken/grond. Voor de bewoners past dit het meest in de 'CV ketel gedachte'. En daardoor voorstelbaar makkelijker te accepteren. Meerdere (ruimtelijke) aanpassingen in woning nodig.	Expert opinion Copper8	Innovatieve producten selecteren op hoge geluidsreductie en mogelijk esthetische kant van buitenunit-plaatsing meenemen. Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn (zie infographic)
7. Eerlijk	Hoge individuele investeringen aan de voorkant (denk aan 15.000-30.000 euro afhankelijk van de ingrepen) waar niet iedereen het kapitaal voor heeft. De subsidies hiervoor zijn aanzienlijk, echter door de kapitaalafhankelijkheid alleen toegankelijk voor beperkte groep. Doordat dit scenario het voor eindgebruikers mogelijk maakt om potentieel energie-onafhankelijk te worden van energieleveranciers ontstaat hier mogelijk blijvende ongelijkheid tussen verschillende woningen/gebruikers. Specifieke aandacht voor de "arme" woningeigenaar, die wel een eigen woning heeft, maar zelf niet in staat is om de woning te verduurzamen.	Transitievisie warmte Nijmegen	Geef eindgebruikers een stem en leg uit wat je gaat doen. Door gebruikers te verenigen in een energiegemeenschap kan het individuele lasten ook collectief gedragen worden. Dit kan energie-efficiëntie, piekbelasting en draagvlak verbeteren (zie infographic)

Scenario 2 | HT/MT-warmte

Indicator	Toelichting	Bron	Handelingsperspectief
1. Kritieke metalen	Kritieke metalen in lagere volumes aanwezig (in vergelijking met PV / wind / elektrolyzers) in warmtepomp en airconditioning unit	Netbeheer Nederland (2019) Warmte365 (2023) Rapport IEA	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)
2. Ecologische schade in de keten	Afhankelijk van de herkomst kan er lokale schade plaatsvinden door het mijnen van staal, denk aan verlies in biodiversiteit, waterverontreiniging, ontbossing en bodem erosie. Impact van leidingverliezen op de bodem gedurende de operationele fase vergen verder onderzoek.	Haddaway et al. (2019) Expert opinion Copper8	Gerecyclede metalen toepassen en waar mogelijk lokaal inkopen (R-ladder volgen: Rethink en Reduce boven Re-use en Recycle)
3. CO ₂ in de keten	Upfront minder CO ₂ -uitstoot dan individuele oplossing (zoals LW warmtepomp). Daarnaast heeft een warmtenet een levensduur van 30-50 jaar, waardoor de onderdelen ook efficiënt op lange termijn ingezet worden. De impact kan aanzienlijk lager zijn bij verschillende duurzame bronnen (zoals geothermie, restwarmte, biomassa). Door HT/MT warmte is er een hoger transportverlies (t.o.v. LT/ZLT) en zal de COP van warmtepomp lager zijn door de hogere opwaarderings temperatuur.	TKI urban Energy (milieuprestaties en circulariteit van warmtenetten)	Stuur op een zo laag mogelijke milieu impact voor materialen. Door een duurzame warmtebron kan ook de CO ₂ intensiteit aanzienlijk lager zijn. (voorbeelden: geothermie, restwarmte industrie, aquathermie, zonthermie)
4. Hergebruik potentie	Grootste volumes aan materialen bestaan uit stalen leidingen, goed herbruikbaar, ligt wel ondergronds dus niet altijd praktisch mogelijk. Aandachtspunt zijn de elektronische componenten, effectieve recyclingpercentage is laag.	Expert opinion Copper8	Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties
5. Internationaal Sociale Voorwaarden	Voor zover bekend geen grote issues t.a.v. productie staal. Afhankelijk van waar de grondstoffen gewonnen worden.	Expert opinion Copper8	Toepassen groen of gerecycled staal. Waar mogelijk lokaal inkopen. Stuur op ISV en transparantie in de keten bij inkoop van deze producten
6. Acceptatie	Afleverset is kleiner dan CV-ketel of warmtepomp en vergt dus minder ruimtebeslag. Sociale acceptatie laag omdat je geen vrije keus in leverancier hebt en relatief hoog vastrecht betaalt.	WarmingUp, 2021 TKI Urban Energy & TKA (2020) Deltares, 2022	Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn (zie infographic)
7. Eerlijk	Hogere energielasten bij slecht geïsoleerde woningen worden niet eerlijk verdeeld. Warmtenetten blijven een centraal aangestuurd systeem waarbij de eindgebruiker afhankelijk is van de prijsstelling van een enkele aanbieder. De regulering en eigenaarschap van warmtenetten blijft een aandachtspunt. Om over te stappen naar warmtenet zijn mogelijk aanpassingen in huis nodig, variërend van kleine aanpassingen aan leidingwerk tot extra isolatie.	Hier (2023) Transitievisie warmte Nijmegen	Geef eindgebruikers een stem en pas het plan aan op basis van zorgen uit de omgeving. Als dit niet kan, leg uit waarom en wat je dan wel gaat doen. Introduceer mechanismen waardoor de rekening eerlijker verdeeld wordt (bv. vastrecht per m ² i.p.v. per aansluiting) of richt een andere eigendomsvorm (coöperatie/stichting) in

Scenario 3 | LT/ZLT-warmte

Indicator	Toelichting	Bron	Handelingsperspectief
1. Kritieke metalen	Kritieke metalen in lagere volumes aanwezig (in vergelijking met PV / wind / elektrolyzers) in warmtepomp	Netbeheer Nederland (2019) Warmte365 (2023) Rapport IEA	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)
2. Ecologische schade in de keten	Productie van kunststoffen voor leidingen kunnen schadelijke bijproducten veroorzaken: benzeen, vinylchloride, etheen, etc. Daarnaast zijn er mogelijk chemische stoffen die vrijkomen tijdens de levensduur van de kunststofbuizen: o.a. fenolen (conserveermiddel) en ftalaten (weekmakers)	Health Care Without Harm Europe (2021) Haddaway et al. (2019)	Gebruik een zo hoog mogelijk aandeel kunststof uit gerycled materiaal of biomassa. Waar mogelijk lokaal inkopen (R-ladder volgen: Rethink en Reduce boven Re-use en Recycle)
3. CO ₂ in de keten	Emissies kunststof lager dan van staal. Wel moet er worden bijverwarmd met een warmtepomp wat ook uitstoot veroorzaakt. ZLT-net is geschikt om direct koude te leveren zonder extra installaties, hierdoor netto een veel lagere milieu-impact.	TKI urban Energy (milieuprestaties en circulariteit van warmtenetten)	Stuur op een zo laag mogelijke milieu impact voor materialen. Door een duurzame warmtebron kan ook de CO ₂ intensiteit aanzienlijk lager zijn. (voorbeelden: ondiepe geothermie, lokale restwarmte, zonthermie aquathermie)
4. Hergebruik potentie	Grootste volumes aan materialen bestaan uit kunststof leidingen, mogelijk herbruikbaar. Ligt wel ondergronds dus niet altijd praktisch mogelijk. In tegenstelling tot staal, degradeert kunststof bij recycling. Aandachtspunt zijn ook de elektronische componenten: effectieve recyclingpercentage is laag.	Expert opinion Copper8	Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties
5. Internationaal Sociale Voorwaarden	Productie van buizen, slangen en hulpstukken van kunststof vindt voornamelijk plaats in Europa. Voor zover bekend geen ISV schending bij productie. Chemische grondstoffen die gebruikt worden voor deze productie komen wel van buiten Europa (met name China) waar mogelijk dwangarbeid en schending van mensenrechten plaatsvindt.	Expert opinion Copper8	Kunststoffen en de grondstoffen daarvoor zoveel mogelijk sourcen in Europa. Bij voorkeur uit gerycled materiaal of biomassa
6. Acceptatie	ZLT vraag meer gedragsaanpassing van bewoners dan andere scenario's (het duurt bijvoorbeeld langer om je huis op te warmen) en legt groter ruimtebeslag op woning dan HT/MT. Geen vrije keus leverancier en relatief hoog vastrecht zijn een aandachtspunt voor sociale acceptatie.	Deltares, 2022 TKI Urban Energy & TKA (2020)	Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn (zie infographic)
7. Eerlijk	Hogere energielasten bij slecht geïsoleerde woningen worden niet eerlijk verdeeld. Hogere isolatieopgave dan bij MT/HT. Warmtenetten blijven een centraal aangestuurd systeem waarbij de eindgebruiker afhankelijk is van de prijsstelling van een enkele aanbieder. De regulering en eigenaarschap van warmtenetten blijft een aandachtspunt. Om over te stappen naar warmtenet zijn mogelijk aanpassingen in huis nodig, variërend van kleine aanpassingen aan leidingwerk tot extra isolatie.	Hier (2023) Transitievisie warmte Nijmegen	Geef eindgebruikers een stem en pas het plan aan op basis van zorgen uit de omgeving. Als dit niet kan, leg uit waarom en wat je dan wel gaat doen. Introduceer mechanismen waardoor de rekening eerlijker verdeeld wordt (bv. vastrecht per m ² i.p.v. per aansluiting) of richt een andere eigendomsvorm (coöperatie/stichting) in

Scenario 4 | Duurzame gassen

Indicator	Toelichting	Bron	Handelingsperspectief
1. Kritieke metalen	Kritieke metalen in lagere volumes aanwezig (in vergelijking met PV / wind / elektrolyzers) in aansturingscomponenten	Netbeheer Nederland (2019) Rapport IEA	Waar mogelijk substitutie van kritieke metalen en toepassen gerecyclede kritieke metalen (R-ladder volgen)
2. Ecologische schade in de keten	Productie van kunststoffen voor leidingen kunnen schadelijke bijproducten veroorzaken: benzeen, vinylchloride, etheen, etc. Daarnaast zijn er mogelijk chemische stoffen die vrijkomen tijdens de levensduur van de kunststofbuizen: o.a. fenolen (conserveermiddel) en ftalaten (weekmakers)	Health Care Without Harm Europe (2021) Haddaway et al. (2019) Waterstofwijk Wagenborgen	Gebruik een zo hoog mogelijk aandeel kunststof uit gerycled materiaal of biomassa. Waar mogelijk lokaal inkopen (R-ladder volgen: Rethink en Reduce boven Re-use en Recycle)
3. CO ₂ in de keten	Emissies van kunststof zijn lager dan van staal. Huidige beschikbare volumes van duurzame gassen te laag, waardoor bijmenging met aardgas noodzakelijk is. Onduidelijk of dit in de nabije toekomst verandert, waardoor dit scenario op korte termijn ook CO ₂ uitgestoten door verbranding, en daarmee in de huidige context geen duurzame oplossing is. Daarnaast hangt de duurzaamheid van duurzame gassen af van de wijze van productie.	NPLW groengas (n.d.) NPLW waterstof (n.d.)	Stuur op een zo laag mogelijke milieu impact voor materialen. Tot het moment dat voldoende duurzame gassen beschikbaar zijn, is dit scenario geen duurzame keuze
4. Hergebruik potentie	Grootste volumes aan materialen bestaan uit kunststof leidingen, mogelijk herbruikbaar. Ligt wel ondergronds dus niet altijd praktisch mogelijk. In tegenstelling tot staal, degradeert kunststof bij recycling. Aandachtspunt zijn ook de elektronische componenten: effectieve recyclingpercentage is laag. Potentie om bestaande gasinfrastructuur te gebruiken is een kans voor dit scenario.	Expert opinion Copper8	Ten minste hergebruik van bestaande gasinfrastructuur. Waar mogelijk bij inkopen sturen op hergebruik potentie van alle installaties en producten door te selecteren op levenscyclus prestaties
5. Internationaal Sociale Voorwaarden	Productie van buizen, slangen en hulpstukken van kunststof vindt voornamelijk plaats in Europa. Voor zover bekend geen ISV schending bij productie. Chemische grondstoffen die gebruikt worden voor deze productie komen wel van buiten Europa (met name China) waar mogelijk dwangarbeid en schending van mensenrechten plaatsvindt.	Expert opinion Copper8	Kunststoffen en de grondstoffen daarvoor zoveel mogelijk sourcen in Europa. Bij voorkeur uit gerycled materiaal of biomassa
6. Acceptatie	Hoog vanwege bekende techniek, geen aanpassingen nodig in gedrag, en geen (groen gas) tot minimale (waterstof) aanpassingen in woning nodig. Echter, zolang dit scenario niet 100% op duurzame gassen draait maar afhankelijk is van bijmenging van aardgas is de sociale acceptatie laag. Veel sociale onrust in publieke opinie over aardgas (o.a. Groningen)	NPLW groengas (n.d.) NPLW waterstof (n.d.)	Overweeg dit scenario alleen in wijken waar geen ander scenario mogelijk is, en wanneer duurzame gassen in voldoende volumes beschikbaar zijn. Betrekken van eindgebruiker/bewoners en leg uit waarom deze maatregelen nodig zijn
7. Eerlijk	Levert warmte op hoge temperatuur, waardoor verregaande isolatie niet persé noodzakelijk is. Kosten kunnen hoog oplopen wanneer steeds meer mensen van het gas afgaan en de kosten worden gesocialiseerd over de resterende gebruikers. Onduidelijkheid over toekomstige beschikbaarheid, bijbehorende toewijzingsvraagstuk en kostenverdeling.	Argumentatie o.b.v. enkele nieuwsbronnen	Geef eindgebruikers een stem en pas het plan aan op basis van zorgen uit de omgeving. Als dit niet kan, leg uit waarom en wat je dan wel gaat doen. En onderzoek specifiek voor dit scenario hoe kosten eerlijk verdeeld kunnen worden

Energieontwerp volgens het TES-model

Deze plaat is bedoeld om inzicht te krijgen in de verbreding van een energieontwerp om toekomstbestendig te worden. Waar kun je aan denken en hoe geef je daar invulling aan?



Kritieke materialen

Metalen die cruciaal zijn voor onze energieinfrastructuur en waarvan de leveringszekerheid onzeker is.



Ecologische schade in de keten

Ten gevolg van de productie van infrastructuur in de gehele keten en gedurende de operationele fase, betreffende biodiversiteit, chemische verontreiniging, watergebruik, stikstof etc.



CO₂ in de keten (terugverdientijd)

De hoeveelheid CO₂ die nodig is in de productieketen en wordt afgezet tegen de mate waarin dit wordt terugverdiend.



Hergebruik potentie

De mate waarin de benodigde infrastructuur kan worden hergebruikt, zonder het product terug te brengen naar grondstofniveau (>R8 op de R-ladder).



Technisch



Ecologisch

Sociaal



Internationaal Sociale Voorwaarden

Richt zich op misstanden in de keten t.a.v. arbeidsomstandigheden en mensenrechten.



Acceptatie

De mate van inspanning die nodig is om de technische oplossing en infrastructuur geaccepteerd te krijgen door gebruikers en overheden.



Eerlijk

De mate waarin lusten en lasten van oplossingen eerlijk zijn verdeeld (distributief) en mate waarin men een stem heeft gehad in de besluitvorming (procedureel).

Minimaliseer de impact van je ontwerp

- Neem **isoleren** altijd integraal mee in je ontwerpogave, dus combineer isolatie en installatie
- Maak zoveel mogelijk gebruik van **bestaande infra (dat wat er al is)** (bv. spouw om te isoleren, afgiftesets, ketel etc.)
- Kies waar mogelijk voor producten met een zo **laag mogelijke footprint** wanneer je nieuw inkoop
- Maak zoveel mogelijk gebruik van **lokale bronnen**
- Kies een warmtebron met een zo **laag mogelijke CO₂-footprint**

Vergroot de sociale impact van je energieontwerp

- Vraag om **transparantie in de productketen** wanneer je materialen inkoop zodat je weet waar je product vandaag komt
- Koop waar mogelijk materialen binnen **Europa in** (tegengaan schending ISV – plastics uit China zijn nu bv. van Russische aardolie)
- Betrek eindgebruikers en omgeving** in je ontwerpkeuzes en geeft ze hier waar mogelijk een stem in
- Leg vervolgens uit wat je gaat doen** aan je gebruiker en omgeving en waarom het de beste keuze is

Welke indicatoren neem jij mee in je ontwerp?



Tot slot

Vervolgstappen voor RVO en TKI Urban Energy



Vervolgstappen

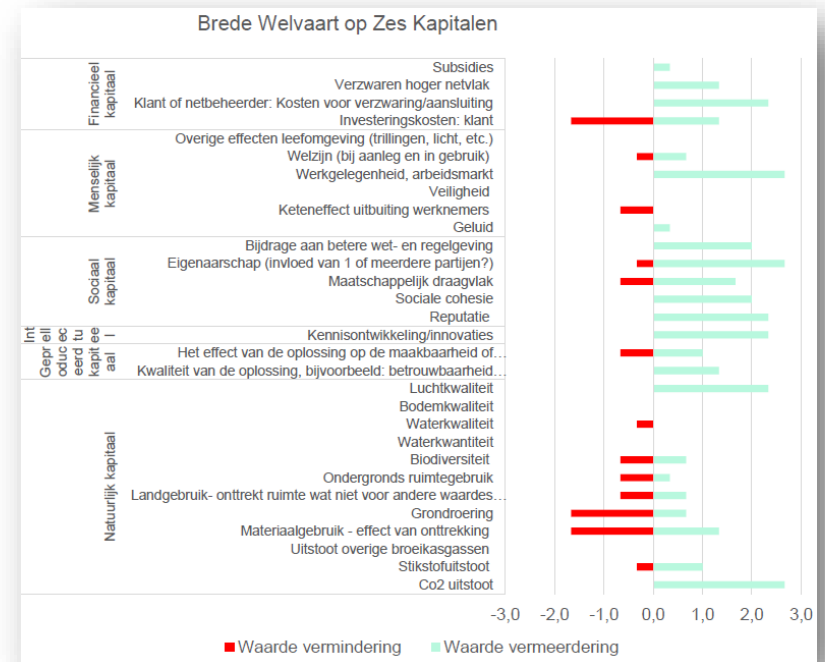
Wat kunnen RVO en TKI Urban Energy met de bevindingen?

Potentiële acties

1. Verder uitwerken bredere impact indicatoren;
2. Hier aandacht aan te geven bij innovatie- en subsidietrajecten, en opleidingstrajecten;
3. Deze indicatoren scorebaar en meetbaar maken;
4. Publiceren zodat opdrachtgevers zoals gemeenten hier gebruik van kunnen maken (Voorbeeld [natuurpunten calculator Amsterdam](#)). Mede vanwege opstellen Wijk Uitvoeringsplannen (WUP) is er nu momentum

Wat verder opviel

- Weinig partijen nemen brede impact al mee. Alle wegen leiden naar DEP (Duurzaam Energie Perspectief). Zij hebben een afwegingskader ontwikkeld voor brede welvaart
- Uitdagend om toegang te krijgen tot bestaande energieontwerpen



Figuur | Afwegingskader brede welvaart DEP

“Verder lijkt het een logisch vervolg van dit traject om een soort ‘beter leven’ label voor TES ontwerpen in het leven te roepen. Een energieontwerp met 2 TES sterren voldoet aan...”
- Quote afkomstig uit validatieronde -

Bijlagen

Achtergrondinformatie scenario's



Nieuwbouw versus renovatie

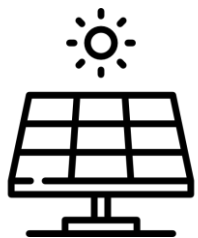
Gebaseerd op o.a. [Transitievisie warmte Nijmegen](#) en [document Netbeheer Nederland](#).

- Voor een aantal indicatoren maakt het een verschil of je kijkt naar nieuwbouw of renovatie
- In het geval van renovatie verschillen de scenario's o.a. op:
 - Hoe goed huizen geïsoleerd moeten worden
 - Wat er aan installaties aangepast moet worden (investeringen in huis)
 - Energielasten
- Dit komt terug in de indicator *Eerlijk*



Scenario 1 | All electric

Opwek



Zonnepark

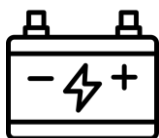


Windmolen



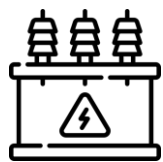
Warmte:

- Duurzame warmtenetten
- Duurzame gassen (groen gas)
- Waterstof

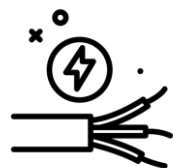


Batterij (optioneel)

Transport



Transformator



Kabel



Warmteleiding

Gebruik

Huisaansluiting(en)

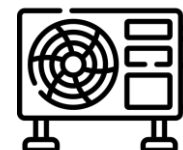


Zonnepanelen



Woningen

Retail



Warmtepomp



Koeling



Isolatiemaatregelen



Infra rood



WKO

Scenario 2 | HT/MT-warmte

Opwek



Warmte (MT/HT)

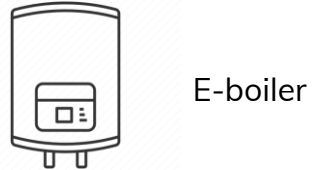
- Restwarmte uit industrie
 - Biomassa
 - Geothermie



Batterij (optioneel)

Transport

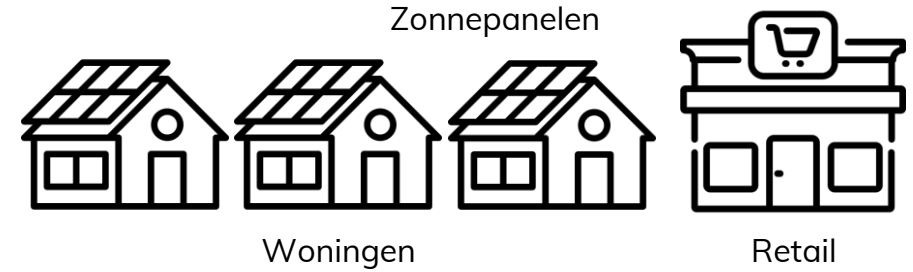
Warmteoverdrachtstation



Warmteleiding

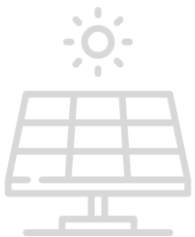
Gebruik

Huisaansluiting(en)



Scenario 3 | LT/ZLT-warmte

Opwek



Zonnepark



Windmolen



Warmte (LT)

- Aqua- en riothermie
- Warmte Koude opslag (WKO)
- Restwarmte (lokale bron)
 - Zonnethermie



Batterij (optioneel)

Transport

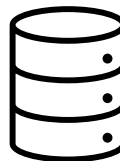
Warmteoverdrachtstation



Collectieve warmtepomp



E-boiler



Buffer



Warmteleiding

Gebruik

Huisaansluiting(en)



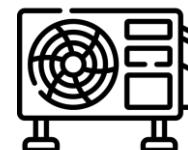
Zonnepanelen



Woningen



Retail



Individuele warmtepomp



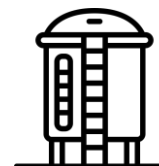
Koeling (in geval van LT)



Isolatiemaatregelen



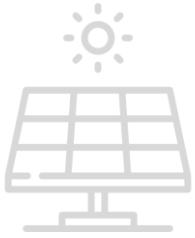
Infra rood



WKO (collectief)

Scenario 4 | Duurzame gassen

Opwek



Zonnepark



Windmolen



Duurzaam gas

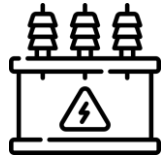
- Groen gas
- Waterstof



Batterij (optioneel)

Transport

Aanwezig maar minder
hoog gedimensioneerd



Transformator



Kabel



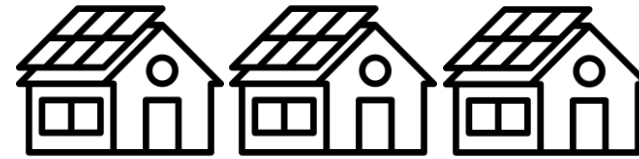
Gasleiding

Gebruik

Huisaansluiting(en)



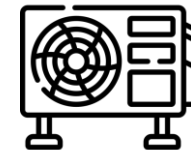
Zonnepanelen



Woningen



Retail



Hybride
Warmtepomp
(optioneel)



Koeling



Isolatiemaatregelen



Infra rood



WKO



Ketel

De R-ladder van circulariteit

Hoe hoger op de ladder, hoe beter

