

Energie voor Arnhem

Koersdocument 2025-2030

Arnhem Aan
geeft energie

GEMEENTE
Arnhem

Voorwoord

In een tijd waarin de klimaatverandering zich steeds duidelijker laat voelen en energiekosten steeds meer huishoudens onder druk zetten, kiezen wij voor een aanpak waarin duurzaamheid en betaalbaarheid hand in hand gaan. Met Energie voor Arnhem (EvA) zetten we de volgende concrete stap naar een stad die draait op schone, betrouwbare én toegankelijke energiebronnen. Een eerlijke én toekomstbestendige energietransitie: dat is de belofte van Arnhem aan onze inwoners.

Arnhem telt 150 energiegebieden. Voor elk gebied bepalen we samen met bewoners en bedrijven wat de beste oplossingen zijn. Geen blauwdruk, maar maatwerk dat recht doet aan de plek en de mensen die er wonen en werken. Zo bouwen we aan een systeem waarin Arnhemmers niet alleen gebruikers zijn, maar ook mede-eigenaar van hun energievoorziening. EvA is het uitvoeringsprogramma van New Energy Made in Arnhem (NEMiA).

De energietransitie is meer dan techniek. Het is een sociale opgave die vraagt om samenwerking. De inzet van energiecoaches, het ontstaan van energiegemeenschappen en de keuze voor buurtopslag, collectieve laadpleinen en warmtenetten laten zien dat dit werkt. We investeren in mensen die met kleine stappen grote verschillen maken. Daarbij hebben we nadrukkelijk oog voor huishoudens en bedrijven die steeds meer moeite hebben met het betalen van hun energierekening. Energie voor Arnhem biedt ook hen perspectief op een lagere energielast en meer grip op hun energiegebruik.

Het koersdocument dat voor u ligt, vormt het fundament onder een energiesysteem dat eerlijk, lokaal en toekomstgericht is. We bouwen voort op wat we al geleerd hebben en gaan nu door, en vooral: we versnellen. De energie van onze stad is groot. Met EvA richten we die kracht op een duurzame toekomst, waarin niemand wordt achtergelaten.



Cathelijne Bouwkamp, wethouder Duurzaamheid



Samenvatting

Koers naar een eerlijk en toekomstbestendig energiesysteem

Arnhem werkt aan een energiesysteem dat eerlijk, duurzaam en betrouwbaar is. De ambitie is duidelijk: een klimaatneutraal Arnhem in 2050, waarbij energie toegankelijk en betaalbaar blijft voor iedereen. Met Energie voor Arnhem (EvA) neemt de gemeente het voortouw in deze verbouwing van de stad, samen met bewoners, bedrijven en partners. EvA geeft richting aan hoe we energie opwekken, gebruiken, opslaan en verdelen. Dit doen we zoveel mogelijk lokaal en in balans met onze ruimtelijke, sociale en economische opgaven. We bouwen het energiesysteem op vanuit buurten en werklocaties, waarin passende oplossingen worden ontwikkeld op basis van de energievraag, infrastructuur en lokale bronnen. Energie produceren en gebruiken we dus zoveel mogelijk lokaal, en slaan we op als het nodig is. Zo vermijden we pieken en ontlasten we het netwerk. Dat voorkomt dure en ruimte-intensieve netuitbreidingen.

Een duurzame, solidaire, betrouwbare en betaalbare energietransitie

De Arnhemse energietransitie is gestoeld op vijf kernwaarden: duurzaamheid, solidariteit, betaalbaarheid, betrouwbaarheid en eigenaarschap. Daarmee omschrijven we wat we in Arnhem een goed, toekomstbestendig energiesysteem vinden. Deze waarden helpen – mede door de vertaling naar ontwerpprincipes – bij het maken van afwegingen, het ontwerpen van ons lokale energiesysteem en het maken van keuzes voor de oplossingen die we in Arnhem willen toepassen.

Van visie naar uitvoering

EvA biedt de kaders voor de energietransitie in Arnhem. Na de zomer werken we dit koersdocument uit in een energietransitieplan. Hierin werken we voor alle buurten en werklocaties, of clusters daarvan, de kansrijke oplossingen uit. Die plannen sluiten we aan op sociale en ruimtelijke opgaven, zoals woningbouw en leefbaarheid.

Actieve regie op een eerlijke energietransitie voor alle Arnhemmers

Bij het vormgeven van het toekomstige energiesysteem werkt de gemeente nauw samen met partners als Liander, Vattenfall, woningcorporaties, energiecoöperaties en buurgemeenten. Arnhem kiest voor actieve regie en past haar rol aan per project: van initiatiefnemer en regisseur tot investeerder en samenwerkingspartner. EvA geeft invulling aan landelijke verplichtingen zoals het Warmteprogramma en bouwt voort op eerder beleid als NEMiA en de transitievisie warmte. De energietransitie raakt alle Arnhemmers – EvA zorgt ervoor dat iedereen mee kan doen én ervan profiteert.

Inhoudsopgave

1. Hierom maken we EvA 6
Duidelijkheid voor alle Arnhemmers 7
Ons energiesysteem verandert 7
Onze energiebehoefte verandert 8
Regie op de grote verbouwing van de stad 9
Over EvA 10

2. Arnhemse waarden 12
Onze ambitie: een eerlijke transitie 13
Onze visie: zoveel mogelijk energie in de stad 13
Onze waarden: hier moet ons energiesysteem aan voldoen 13

3. Het stedelijke energiesysteem 17
Samenhang tussen buurten, werklocaties, stad en omgeving 18
Bouwstenen voor elke buurt en werklocatie 19
Bouwstenen kiezen 20
Aanpak per buurt en werklocatie in de praktijk 22

4. We maken EvA met de stad en onze omgeving 26
Samen met andere belanghebbenden 30
Samen met onze omgeving: onze buurgemeenten en medeoverheden 31

5. De gemeente aan zet 32
De gemeente neemt actieve regie voor een eerlijke energietransitie 33
Rollen van de gemeente 33
Onze rol in de uitvoering 33

Bijlage 1. Evaluatie Transitievisie Warmte 35

Bijlage 2. Samenhang nationaal, regionaal en lokaal beleid en programma's 37

Bijlage 3. Bouwstenen Arnhemse energiesysteem 48

Bijlage 4. Verklarende woordenlijst 57

Leeswijzer

Het Arnhemse energiesysteem gaat veranderen. Als gemeente zijn we daar al een aantal jaren volop mee bezig. Met dit koersdocument maken we voor de gemeenteraad duidelijk welke richting we willen inslaan. En tegelijkertijd is er nog ontzettend veel te doen. Nieuwe inzichten en innovaties leiden er continu toe dat we onze visie en uitgangspunten op de Arnhemse energietransitie blijven actualiseren.

We starten dit koersdocument met wat we onder het energiesysteem verstaan en waarom we er werk van maken. We laten vervolgens zien waaraan een nieuw energiesysteem voor Arnhem volgens ons moet voldoen en hoe we aan de slag willen gaan (onze waarden en ontwerpprincipes). Op basis van die waarden geven we een doorkijk naar een toekomstbestendig, robuust en duurzaam Arnhems energiesysteem. We laten zien welke oplossingen daarbij passen en hoe we die uitwerken in onze buurten en op onze werklocaties. De technische bouwstenen die we in Arnhem kunnen en willen toepassen staan in bijlage 3. Vervolgens lichten we toe hoe wij de participatie willen organiseren, want het energiesysteem is van en raakt alle Arnhemmers. Dat we met hen hierover in gesprek gaan en iedereen stimuleren actief mee te doen, staat vast. We sluiten af met de rol van de gemeente. De energietransitie vraagt om een actieve rol van de gemeente. We beschrijven welke rollen we zien en op welke manier de gemeente aan zet is.

1. Hierom maken we EvA



Duidelijkheid voor alle Arnhemmers

Energie hebben we nodig om te wonen, te werken en ons te verplaatsen. Het energiesysteem zorgt ervoor dat op het juiste moment energie beschikbaar is, in de vorm die we nodig hebben zoals warmte en elektriciteit. Dit energiesysteem gaat veranderen: we zitten midden in de energietransitie. Zo'n grote omslag gaat niet vanzelf en we hebben nog veel keuzes maken. Met **E**nergie **v**oor **A**rnhem (**EvA**) neemt de gemeente Arnhem, samen met haar inwoners en ondernemers, het stuur in handen. EvA geeft duidelijkheid over de energietransitie, aan onze inwoners, ondernemers én de stad.

Elke gemeente heeft te maken met het veranderende energiesysteem. Dit is voor Arnhem niet anders. Wat wél anders is: Arnhem is een Europees zwaartepunt voor energiekennis en -ondernemerschap. Ruim een eeuw geleden werd Arnhem het centrum van de opkomende elektriciteitssector in Nederland. Sindsdien vestigden en vestigen gespecialiseerde opleidingen, onderzoeksinstituten, ondernemingen, startups en hoofdkantoren van bedrijven die met energie te maken hebben zich in de regio. Omdat we deze centrale rol hebben, voelen wij ons als stad geroepen om een toekomstbestendig energiesysteem te ontwerpen en realiseren.

Het energiesysteem is van alle Arnhemmers

Arnhemmers gebruiken én zijn onderdeel van het energiesysteem. Waar onze energie vandaan komt en waar we het gebruiken bepaalt samen met ons gedrag de infrastructuur die nodig is. Bovendien investeren netbeheerders, bewoners, bedrijven, corporaties en anderen steeds meer in het opwekken van duurzame energie en in de systemen die daarvoor nodig zijn. Het energiesysteem is dus van ons allemaal.

Het koersdocument geeft richting aan de verandering van ons energiesysteem en is dan ook geschreven in de we-vorm: het is van en voor alle Arnhemmers.

Ons energiesysteem verandert

In 2050 is Arnhem klimaatneutraal[1]. Daarom gaan we meer en meer elektrisch rijden, onze woningen en bedrijven duurzaam verwarmen en geen fossiele brandstoffen meer gebruiken voor onze industrie. Hier komen hernieuwbare – en vaak lokale – energiebronnen voor in de plaats. Dat betekent dat we voor de productie van elektriciteit en warmte gebruik maken van de zon, wind, lucht, water, bodem en duurzame restwarmte. Dit geldt voor de bestaande stad én voor woningen die we bouwen, voor de groei van onze bedrijven en voor bedrijven die zich in Arnhem willen vestigen.



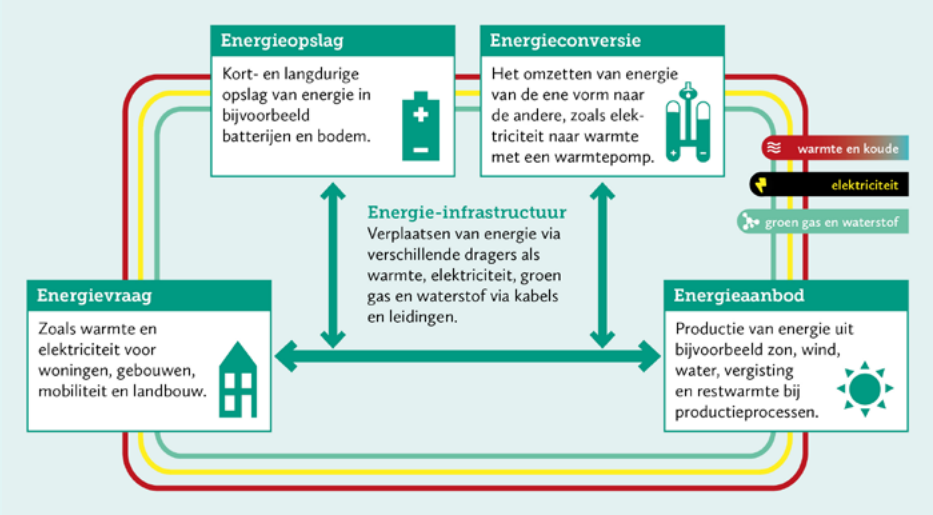
"Ik ga verhuizen, verbouwen en dan meteen isoleren, maar moet ik ook investeren in een warmtepomp? Wat gaat er in deze buurt gebeuren? En wat kan ik dan nu het beste doen met het oog op de toekomst?"

Een Arnhemmer tijdens een buurtgesprek over energie

1 Zoals uitgewerkt in New energy made in Arnhem 2020-2030

Dit verstaan we onder energiesysteem

Met het energiesysteem bedoelen we de hele keten, van vraag (het gebruik) tot en met het aanbod (het opwekken) van energie. Denk aan kabels en leidingen om de energie te transporteren, of batterijen om energie op te slaan. Energie kent verschillende dragers. Denk aan elektriciteit, waterstof, water, groene gassen en brandstoffen[2]. Ook de conversie van energie (bijvoorbeeld van elektriciteit naar warmte met een warmtepomp) is onderdeel van de infrastructuur.



Figuur 1 Definitie energiesysteem

Onze energiebehoefte verandert

In Arnhem verbruikten we in 2023 ruim 11.000 TJ[3] om te wonen, werken en verplaatsen. Richting 2050 verandert onze energievraag: de vraag neemt toe doordat we nieuwe woningen bouwen, bedrijven groeien en er meer behoefte aan koeling ontstaat (zie ook figuur 2). Tegelijkertijd zorgt energiebesparing – zoals het isoleren van woningen – en efficiënter energieverbruik – zoals elektrisch rijden – ervoor dat energievraag afneemt. Het totale energieverbruik in Arnhem daalt daarmee naar verwachting naar ruim 10.000 TJ in 2050[4].

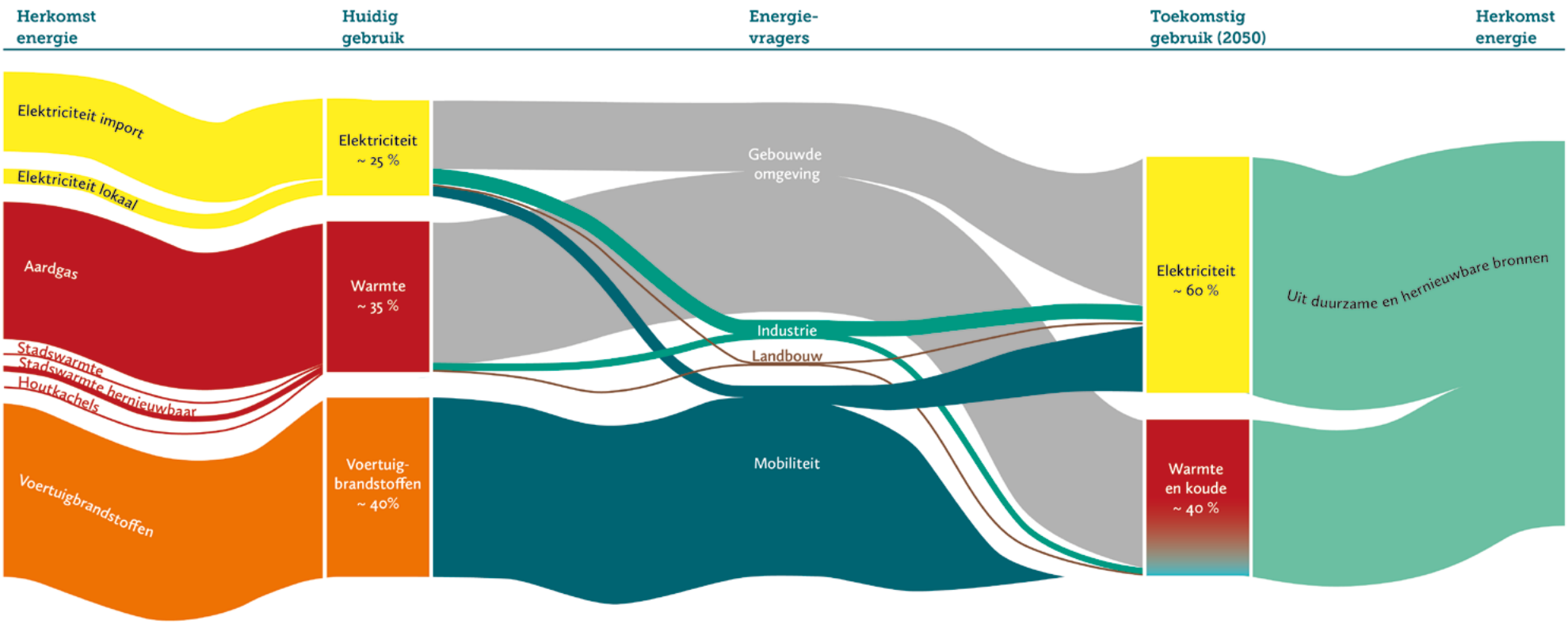
Voor de huidige energievraag maken we veel gebruik van fossiele bronnen zoals aardgas en brandstof voor voertuigen en machines. In 2050 maken we alleen nog gebruik van duurzame en bij voorkeur Arnhemse energiebronnen, zoals zon, wind, warmte en koude uit natuurlijke bronnen of restwarme vanuit bedrijven en industrie. Naar verwachting groeit het aanbod duurzame bronnen in Arnhem naar circa 8.000 TJ ten opzichte van circa 500 TJ[5] op dit moment.



"De uitbreiding van het elektriciteitsnet is noodzakelijk en een zeer grote operatie. De mate van uitbreiding per buurt is sterk afhankelijk van de gekozen buurtoplossing. Netbewust omgaan met elektriciteitsverbruik, decentrale energiesystemen en warmtenetten kunnen een belangrijke rol spelen in het verlichten van de druk op het elektriciteitsnet."

Relatiemanager Liander

2 RVO (2024.) Beschikbaar via https://www.rvo.nl/onderwerpen/energiesysteem/nieuw-energiesysteem#wat-is-een-energiesysteem%3F. Geraadpleegd op 20 februari 2025.
3 Klimaatmonitor Arnhem, 2022: DASHBOARD - Dashboard - Arnhem
4 Een inschatting van de toekomstige energievraag op basis van de verwachte groei van de stad en energiebesparing. In het energietransitieplan volgt verdere verdieping hierop.
5 Klimaatmonitor Arnhem, 2022: DASHBOARD - Dashboard - Arnhem



Figuur 2 Huidige en verwachte toekomstige energievraag in Arnhem

Regie op de grote verbouwing van de stad

De veranderingen in het energiesysteem vergen een enorme verbouwing van onze stad. In onze openbare ruimte, in woningen en bij bedrijven. We breiden de bestaande energie-infrastructuur uit en leggen nieuwe aan. Woningen en bedrijven worden geïsoleerd, en gasgestookte ketels voor de centrale verwarming vervangen we door duurzame alternatieven. We maken ruimte voor duurzame energiebronnen, energieopslag en voor laadpalen voor het laden van onze voertuigen.

Zo'n grote verbouwing vraagt om een doordacht plan en bewuste keuzes. De elektrificatie neemt nu al snel toe. Wanneer we afwachten komt een groot deel van de energie die we nodig hebben straks van buiten Arnhem. Dat vergt een forse uitbreiding van het elektriciteitsnetwerk. Dit is kostbaar, vraagt veel ruimte en duurt lang. En we zullen nog lang(er) te maken hebben met de huidige en nieuwe beperkingen zoals netcongestie. Gelukkig zijn er andere mogelijkheden. Decentrale energieopwekking – in huis of in de wijk – biedt flexibiliteit en versterkt de ontwikkeling van onze stad. Hieruit ontstaan mogelijkheden voor lokale (buurt)energiegemeenschappen en energyhubs op bedrijventerreinen. Investeringen en opbrengsten blijven in de buurt of op de werklocatie. Dat draagt bij aan een eerlijke en sociale verdeling van de lusten en lasten.

Over EvA

EvA is het energieprogramma Energie voor Arnhem. Dit programma zorgt dat we weten welke kant we opgaan met de ontwikkeling van het Arnhemse energiesysteem en hoe we die ontwikkeling gaan uitvoeren. Het geeft bewoners, bedrijven, de gemeente en andere stakeholders perspectief hoe ze kunnen handelen om met de energietransitie aan de slag te gaan. Met netbeheerders en energiebedrijven maken we afspraken over hoe we volgens die koers de verbouwing realiseren. Zo sturen we samen de ontwikkeling van ons energiesysteem, met en voor onze stad.

EvA sluit aan op het stedelijke energiebeleid dat we al hebben. EvA is een uitvoeringsprogramma voor de ontwikkeling van het stedelijke energiesysteem en valt onder New Energy Made in Arnhem (NEMiA); onze aanpak voor de reductie van de Arnhemse CO_2-uitstoot. Daarnaast hangt EvA samen met ander gemeentelijk beleid en programma's (zie bijlage 2). EvA gaat alleen over de beschikbaarheid en toegang tot energie in onze stad. Het laat zien hoe we ons toekomstbestendige energiesysteem gaan bouwen. EvA schept daarmee de energiekaders voor aanverwante beleidsprogramma's, maar gaat niet over de inhoud daarvan. EvA zoekt de raakvlakken op, en legt in de uitvoering relevante verbinding met andere opgaven voor een inclusieve energietransitie. EvA wordt een energieprogramma en geeft daarmee ook invulling aan het verplichte warmteprogramma als onderdeel van de Arnhemse omgevingsvisie.



"Wij noemen de energietransitie ook wel de grootste verbouwing van Nederland. De omvang is ongekend. De komende vijftien jaar moet het volledige energiesysteem in Nederland worden verbouwd. Van een energiesysteem dat centraal draait op gas en kolen, naar een systeem dat decentraal georganiseerd is en draait op wind, zon en slimme ondernemers."

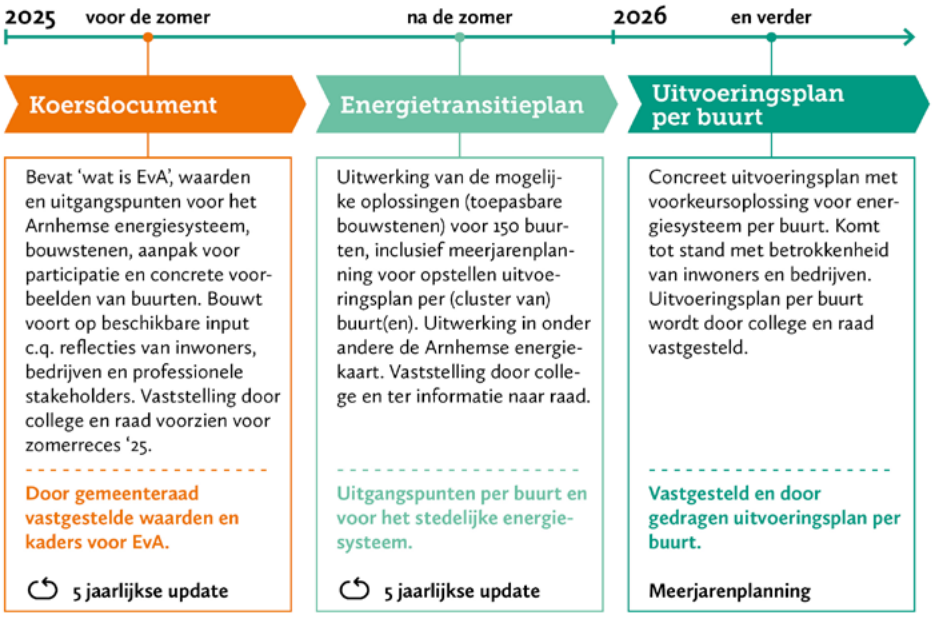
Netbeheer Nederland

We ontwikkelen EvA in drie fasen:

1. In dit **koersdocument** staan onze ambitie en visie uitgewerkt in de waarden en bouwstenen voor de ontwikkeling van het energiesysteem. Het koersdocument actualiseren we eens per vijf jaar. Of eerder als dat nodig is, bijvoorbeeld bij nieuwe ontwikkelingen of inzichten.

2. Eind 2025 volgt ons eerste **energietransitieplan**. In dit plan werken we de (mogelijke) energieoplossingen per buurt en werklocatie uit. Het energietransitieplan werken we bij als dat nodig is: naar verwachting eens tussen de twee en vijf jaar. Naar mate we verder zijn in de energietransitie is minder vaak een update nodig.

3. Het energietransitieplan werken we samen met bewoners en bedrijven uit in een **uitvoeringsplan** per buurt of werklocatie of cluster daarvan. In het energietransitieplan nemen we hiervoor een meerjarenplanning op. De volgorde en planning hiervan wordt vastgesteld in het energietransitieplan.



Figuur 3 Fasering EvA

EvA en het warmteprogramma

In de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw) staat dat elke gemeente uiterlijk voor eind 2026 een warmteprogramma opstelt, als onderdeel van de omgevingsvisie. Het warmteprogramma vervangt de transitievisie warmte. Het koersdocument en ons energietransitieplan (zie figuur 3) geven samen invulling aan de verplichtingen waaraan het warmteprogramma moet voldoen. In het koersdocument zijn de volgende onderdelen van het warmteprogramma ingevuld:

Samenhang met ander gemeentelijk beleid en programma's
We positioneren EvA als uitvoeringsprogramma onder NEMiA. De samenhang met ander nationaal, regionaal en lokaal beleid en programma's is uitgewerkt in bijlage 2.

Evaluatie van de transitievisie warmte (bijlage 1)
De ervaringen uit de Arnhemse transitievisie warmte bieden geleerde lessen voor EvA. Uit de evaluatie (zie bijlage 1) leren we onder meer:

- Vertrouwen is net zo belangrijk als techniek. Daarom is het belangrijk om bewoners en bedrijven zo vroeg mogelijk in het proces betrekken, met oog voor het DNA van het gebied.
- Bewoners en bedrijven nemen steeds vaker initiatief, en er ontstaat een steeds sterkere samenwerking tussen bewoners en gemeente.
- We zijn gedurende de warmtetransitie met alle buurten en werklocaties in Arnhem in gesprek. Daar waar nog geen initiatieven van bewoners of bedrijven zijn, zijn wel zorgen, behoeften en meningen over de energietransitie. Het is belangrijk deze behoefte per buurt en werklocatie goed in beeld te houden en te zorgen dat de gemeente met haar bewoners en bedrijven in contact blijft en een samenwerkingsrelatie opbouwt.
- Het helpt als de gemeente de initiatieven in de stad langdurig ondersteunt: zo ontstaat continuïteit. Deze initiatieven vergroten het draagvlak onder inwoners en maken daardoor lokale duurzame energiesystemen beter haalbaar.
- Een collectieve warmteoplossing voor een buurt of werklocatie geeft bewoners en bedrijven het gevoel dat zij minder keuzevrijheid hebben. Zeggenschap van bewoners en bedrijven bij het vormgeven van collectieve oplossing draagt bij aan de keuzevrijheid. Bewoners en bedrijven hebben bovendien altijd zelf de keuze om aan te sluiten bij een collectieve oplossing.
- Bewoners en bedrijven hebben behoefte aan duidelijkheid over de toekomst van de energievoorziening in hun buurt. Dat stelt ze in staat om aan de slag te gaan. Perspectief bieden op wat de mogelijkheden en keuzes zijn en wanneer deze aan de orde zijn draagt daaraan bij.

Inzet van de aanwijsbevoegdheid
In Arnhem zijn we van plan om de aanwijsbevoegdheid[6] uitsluitend in te zetten als dat nodig is. Dat betekent dat we van plan zijn buurten aan te wijzen waar aardgas op termijn stopt, als er een duurzaam en betaalbaar alternatief is. Op deze manier kunnen we collectieve oplossingen versnellen en voorkomen we dat het gasnet in stand moet worden gehouden voor een kleine groep. We werken hierin samen met onze partners zoals Liander, met als doel om de maatschappelijke kosten zo laag mogelijk te houden. Daarnaast hebben we oog voor Arnhemmers die, ondanks ons streven naar betaalbaarheid, de maandelijkse energiekosten niet kunnen betalen. Arnhemmers houden altijd de keuze tussen een collectieve en een individuele warmte oplossing. Het doel is dat in 2050 het aardgas in de hele stad is vervangen door een duurzaam alternatief.

Milieueffectrapportage: MER-beoordeling en plan-MER
De geplande (infrastructurele) ingrepen van EvA maken dat het plan plan-MER-plichtig is. We doorlopen de plan-MER-procedure parallel aan het opstellen van het energietransitieplan.

6 De aanwijsbevoegdheid voor de warmtetransitie is opgenomen in de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw). Deze wet geeft gemeenten de juridische mogelijkheid om wijken of gebieden aan te wijzen waar de overstap van aardgas naar een duurzame warmtevoorziening plaatsvindt.

2. Arnhemse waarden



Onze ambitie: een eerlijke transitie

De koers naar een duurzaam energiesysteem is onmiskenbaar ingezet. In 2050 is de Nederlandse en – ook de Arnhemse energievoorziening – emissievrij. In Arnhem willen we een eerlijke transitie realiseren. Een transitie voor alle Arnhemmers, waar iedereen aan mee kan doen en waar iedereen baat bij heeft.

Onze visie: zoveel mogelijk energie in de stad

We werken vanuit de overtuiging dat het loont om energie zo min mogelijk te transporteren. En dat dit leidt tot lagere kosten, minder gevolgen voor de openbare ruimte en de laagst mogelijke energierekening. Hiervoor zetten we in op energie besparen en energievraag en -aanbod zo dicht mogelijk bij elkaar brengen, zowel fysiek als qua volumes. We benutten zoveel mogelijk opties om duurzame elektriciteit en warmte in de stad te realiseren. We gebruiken elektriciteit zoveel mogelijk op momenten dat het beschikbaar is, en slaan het op, op momenten dat dit efficiënt kan. Dat vraagt om zorgvuldig en bewust energiegebruik.

Onze waarden: hier moet ons energiesysteem aan voldoen

Om de visie te realiseren, werken we aan de energietransitie volgens onze waarden. In deze waarden leggen we vast wat we een goed, toekomstbestendig energiesysteem vinden. Een goede, objectieve onderbouwing en realiteitszin zijn randvoorwaarden. De waarden helpen vervolgens bij het maken van afwegingen, het ontwerpen van ons lokale energiesysteem en het maken van keuzes voor de oplossingen die we willen toepassen.

De waarden komen voort uit richtingen waarover binnen en buiten Arnhem al keuzes zijn gemaakt. Zo bouwen we voort op de waarden zoals geformuleerd in het Nationaal Plan Energiesysteem en sluiten we aan op regionaal en lokaal beleid zoals de Gelderse Energievisie, het Coalitieakkoord 2022-2026, de Transitievisie Warmte en NEMiA.



"Op ons bedrijventerrein ben ik één van de grootverbruikers van energie. Om te kunnen groeien, elektrificeren én om verantwoord met energie om te gaan wil ik gaan samenwerken met andere ondernemers op ons terrein in een energiecoöperatie. Dan kunnen we samen meer energie opwekken, onderling uitwisselen en bijvoorbeeld gebruiken om auto's op te laden."

Arnhemse ondernemer



"Voor een ziekenhuis is een betrouwbaar en zeker energiesysteem een levensader."

Vastgoed en facilitair manager Rijnstate



"De energietransitie is een gemeenschappelijke opgave, niet (alleen) een individuele. Wij zijn als buurt goed georganiseerd, hebben ideeën en mogelijkheden. Graag werken we samen met andere buurten in Arnhem, in afstemming met de gemeente en andere partijen. Om van elkaar te leren én elkaar te helpen. Ondersteuning hierbij vanuit de gemeente is cruciaal."

Duurzaam Arnhems buurtinitiatief

Wanneer we dit bundelen en actualiseren, kunnen we de volgende waarden voor het Arnhemse energiesysteem formuleren:

Ons toekomstige energiesysteem is...



...duurzaam en toekomstbestendig

Het energiesysteem is in 2050 klimaatneutraal. Dit betekent dat we gebruik maken van hernieuwbare bronnen, zoals energie uit de zon, wind, lucht, bodem en water. Daarnaast maken we gebruik van restwarmte, als bij de productie geen uitstoot vrijkomt. Op korte termijn gebruiken we nog bronnen die wel CO_2 uitstoten zoals afvalverbranding. Die gebruiken we terwijl we de overstap maken naar een klimaatneutrale energievoorziening, totdat een duurzaam alternatief beschikbaar is.



...solidair, betaalbaar en inclusief

We houden de kosten voor het energiesysteem en het gebruik daarvan zo laag mogelijk. We vinden het van groot belang dat energie betaalbaar is voor alle Arnhemmers, in samenhang met andere opgaven. Bewoners en bedrijven helpen elkaar in de verdeling van energie, toegang tot energie en verdeling van lusten en lasten. In de ontwikkeling van de nieuwe en bestaande stad maken we een integrale afweging, voor het energiesysteem zijn dat vaak fundamentele keuzes.

De kosten van energie zijn bovendien voorspelbaar: Arnhemmers weten waar ze aan toe zijn. Onder gelijke omstandigheden heeft iedereen gelijke toegang tot energie. Dat betekent dat we bereid zijn om ongelijk te investeren voor gelijke kansen. We maken dus geen onderscheid in wie, waar het energiesysteem gebruikt, maar wel in hoe het systeem gebruikt wordt. We willen gebruikers die het energiesysteem ondersteunen en minder belasten belonen. Waar een gebruiker het systeem langdurig of stelselmatig onder druk zet, vinden we het gepast dat die meer betaalt.



...betrouwbaar en zeker

Arnhemmers kunnen vertrouwen op het energiesysteem. Inwoners en ondernemers weten waar ze aan toe zijn: er is leveringszekerheid. Dit betekent niet dat energie altijd vanzelfsprekend en onbeperkt beschikbaar is; bewust en efficiënt energiegebruik is de sleutel tot een betrouwbare en zekere toegang tot energie. Bovendien bewaken we dat bewoners niet in de knel komen door innovaties of experimenten.



...van alle Arnhemmers

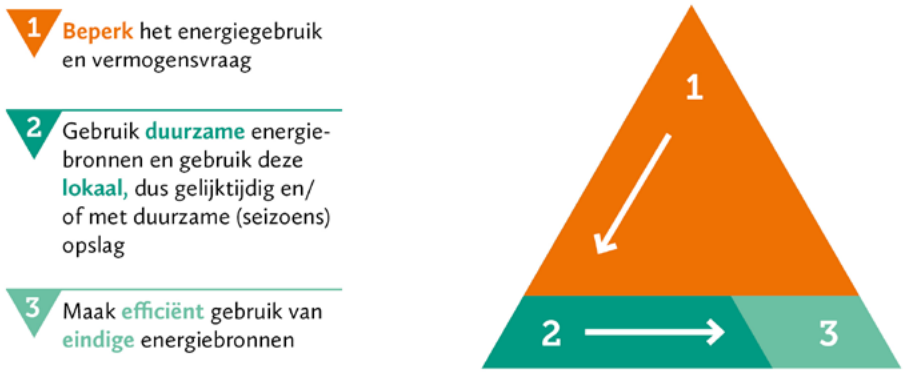
Het Arnhemse energiesysteem maken we zoveel mogelijk samen met alle Arnhemmers. Draagvlak onder bewoners, organisaties, ondernemers en andere belanghebbenden in de stad is belangrijk. Dat betekent dat we iedereen betrekken en dat iedereen die in de stad leeft of werkt, weet hoe hij of zij ons (toekomstige) energiesysteem mee kan ontwikkelen en op een goede manier kan gebruiken. Dat inwoners en bedrijven actief deelnemen in of eigenaar zijn van onderdelen van het energiesysteem – bijvoorbeeld energiecoöperaties of -gemeenschappen - moedigen we aan en maken we mogelijk.

Onze ontwerpprincipes: uitgangspunten voor het ontwerp van ons energiesysteem

We gaan aan de slag om een energiesysteem te ontwerpen dat aan onze waarden voldoet. Er zijn veel verschillende oplossingen beschikbaar, bouwstenen voor een energiesysteem. Om de oplossingen te selecteren die het best passen bij onze stad en bij onze ambities en visie, vertalen we onze waarden naar ontwerpprincipes. Deze principes bepalen wat wel en niet past bij het ontwerp van het Arnhemse energiesysteem:

- **We gebruiken het energiesysteem zorgvuldig en bewust** (zie ook de trias energetica plus in figuur 4). Dit betekent dat we zo min mogelijk energie gebruiken of weggooien: door energie te besparen, te isoleren en sloop- en nieuwbouwprojecten energiezuinig te realiseren. Bewust energie gebruiken betekent ook dat we elektriciteit zoveel mogelijk gebruiken als het beschikbaar is, de piekvraag zoveel mogelijk beperken en energiedragers inzetten die passen bij de energievraag, om zo bijvoorbeeld het conversieverlies te beperken.

  Verder gebruiken we elektriciteit en warmte zo dicht mogelijk bij de plek waar die worden geproduceerd, zodat de vraag de energie-infrastructuur zo min mogelijk belast. Zo maken we de energietransitie circulair.



Figuur 4 Trias Energetica-plus

- **We gebruiken de bestaande energie-infrastructuur optimaal.** Voordat we nieuwe infrastructuur aanleggen, onderzoeken we of we de bestaande energie-infrastructuur kunnen blijven gebruiken. We maken een bewuste afweging of dit de beste keuze is, of dat een andere oplossing beter is.

- **We ontwikkelen oplossingen voor buurten en werklocaties, in energiegebieden.** Elk energiegebied is een energetisch logisch afgebakend gebied. Binnen dit gebied stimuleren we de ontwikkeling van oplossingen, of een combinatie van oplossingen, die voor dat gebied het meest passend zijn. Daarbij houden we de samenhang met het stedelijke energiesysteem scherp in het oog. Dit betekent dat we lokale energieoplossingen verkiezen boven centrale oplossingen en dat lokale energiebronnen gaan boven regionale of nationale bronnen. Voorwaarde hiervoor is wel dat de gekozen oplossing(en) in lijn zijn met de Arnhemse waarden en daarmee met het algemeen belang.

- **We zorgen dat het energiesysteem past binnen de ruimte.** We maken een energiesysteem dat zo goed mogelijk in te passen valt, zowel in de openbare ruimte als in de gebouwen. Dit betekent dat we die ruimtelijke inpassing beoordelen samen met het ruimtebeslag van andere opgaven.



"Beschikbaarheid van energie is op dit moment erg onvoorspelbaar. De gemeente kan ons enorm helpen door aan de voorkant duidelijk te zijn over energie en integraler naar de opgave te kijken. Geen ambities stapelen, maar kaders meegeven."

Arnhemse projectontwikkelaar

Ontwerpprincipes in de praktijk

- Als een inwoner of bedrijf meer energie nodig heeft, maar nog niet volop inzet op besparing en/of het energiepotentieel nog niet maximaal gebruikt, stimuleren we eerst dát, voordat we investeren in een zwaarder systeem.
- Bij nieuwe woonwijken past geen hoge temperatuurwarmtenet. We zetten in op een lage warmte- en koude vraag van nieuwe woningen. Woningen die genoeg hebben aan aanvoer van warmte met een lage temperatuur, bij voorkeur in combinatie met het aanbod van koude.
- We zetten in op buurten en werklocaties die vanaf het voorjaar tot het najaar zelfvoorzienend zijn. Het energiegebied wekt tussen april en september meer energie op dan er wordt gebruikt. Deze energie slaan we als het kan in de buurt op, bijvoorbeeld in de grond via warmte-koude opslag of in een warmtebuffer in bijvoorbeeld water of een vastestofbatterij.
- Door in buurten en op werklocaties collectief slim te laden en warmte te leveren via rest- of zonnewarmte, is het veel minder snel noodzakelijk om het elektriciteitsnet te verzwaren.
- Nieuwe collectieve warmtenetten ontwikkelen we met lokale duurzame bronnen. Waar het niet anders kan bouwen we verder op het bestaande warmtenet van Vattenfall met restwarmte van de AVR als transitiebron. Dit warmtenet verduurzamen we door duurzame bronnen aan te sluiten en het temperatuurniveau te verlagen.
- We maken waar dat kan gebruik van het nationale waterstofnetwerk. Dit past bij de vraag naar proceswarmte vanuit de industrie, waarbij we deze gebruikers zoveel mogelijk clusteren.

Onze manier van werken: de stap naar uitvoering

Onze waarden en ontwerpprincipes toepassen, vraagt iets van onze manier van werken. Een aantal uitgangspunten is van belang voor onze werkwijze:

- **We onderbouwen onze keuzes.** Het toekomstige energiesysteem brengt een grote verandering voor onze stad, bewoners en bedrijven. Keuzes die we maken blijven we, zoals we gewend zijn, onderbouwen. Hiervoor benutten we ook data en inzichten uit andere steden. We durven dus te dromen en dingen anders te doen, met een gezonde dosis realisme. Dit betekent ook dat we eerlijke vergelijkingen maken: de energietransitie brengt immers óók forse kosten en een grote ruimtevraag met zich mee als we niets doen. Niets doen leidt bijvoorbeeld tot forse uitbreiding van het elektriciteitsnet en hoe dan ook een hoge energierekening.
- **De inzet van de gemeente passen we aan op de ontwikkeling en betrokkenheid in buurten en op werklocaties.** Het is de maatschappelijke rol van de gemeente om de energietransitie mogelijk te maken, altijd samen met bewoners, bedrijven en andere belanghebbenden. Bestaande wijkinitiatieven ondersteunen we vanuit de gemeente. Waar nog geen wijkinitiatieven zijn en/of waar de urgentie groot is, neemt de gemeente het voortouw.
- **We durven nieuwe oplossingen toe te passen en zoeken de experimenteerruimte op.** Oplossingen voor lokaal opwekken, opslaan en gebruiken van energie zijn nog volop in ontwikkeling en nog niet altijd op grote schaal beschikbaar. Waar deze oplossingen geschikt lijken voor Arnhem, passen we ze toch alvast toe. Als de nationale of provinciale wet- en regelgeving nieuwe energieoplossingen nog niet ondersteunt, maar de wetgever wel experimenteerruimte biedt, benutten we deze. Denk bijvoorbeeld aan energiemanagementsystemen of energie uitwisselen tussen bewoners en bedrijven. Zo versnellen we ontwikkeling van het energiesysteem, doen we ervaring op en maken we onze ambities mogelijk.
- **We maken ons hard voor passende randvoorwaarden.** Het nieuwe energiesysteem komt niet zomaar tot stand. Kaders vanuit bijvoorbeeld de huidige wet- en regelgeving passen veelal niet bij de inrichting van het toekomstige energiesysteem. Dat geldt ook voor de energiecultuur: beleid, gebruik en ontwikkeling van het energiesysteem gaan steeds meer hand in hand. Waar randvoorwaarden nu en in de toekomst niet voldoen, zetten we in op het aanpassen daarvan. We willen de randvoorwaarden zo aanpassen dat ze de inrichting van het nieuwe energiesysteem wél mogelijk maken. Voorbeelden hiervan: nettarieven die bewust energiegebruik stimuleren, eerlijke verdeling van kosten en baten in de warmtetransitie en verankering van de rol van de gemeente bij de ontwikkeling van het energiesysteem.

3. Het stedelijke energiesysteem



Samenhang tussen buurten, werklocaties, stad en omgeving

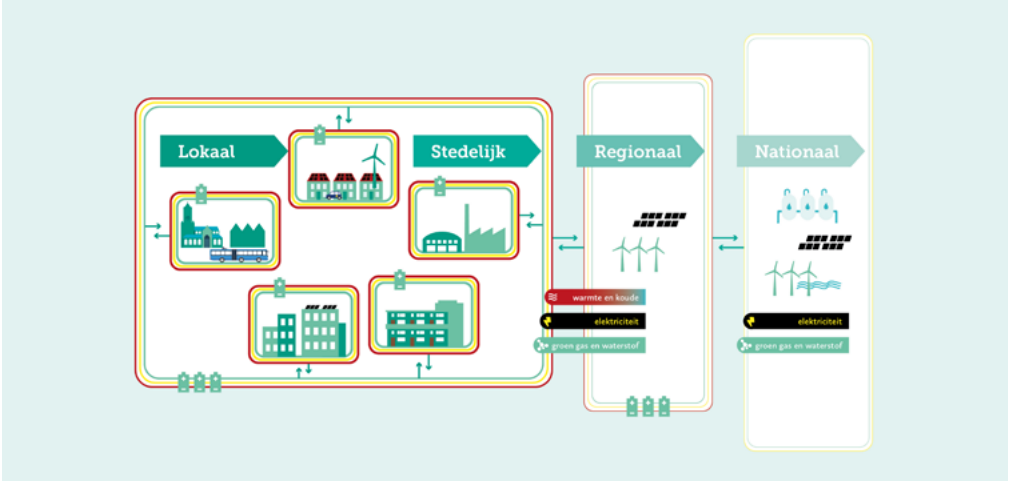
We bouwen ons toekomstige Arnhemse energiesysteem zoveel mogelijk op basis van onze waarden en uitgangspunten. Dat betekent dat we starten met het kijken naar wat in onze buurten en op onze werklocaties mogelijk en nodig is. Dat koppelen we met het bovenliggende stedelijke en nationale energiesysteem. We hebben een hoge ambitie en blijven realistisch: wat in Arnhem kan, doen we in Arnhem, maar ons energiesysteem blijft altijd verbonden met onze omgeving. Het bestaande energiesysteem is een belangrijk vertrekpunt: waar het kan benutten we dat zoveel mogelijk.

Ons toekomstige energiesysteem bouwen we zoals volgt op:

- **We beginnen in onze buurten en op onze werklocaties.** We analyseren de sociale en fysieke karakteristieken van het gebied en kijken of deze aansluiten bij de karakteristieken van nabijgelegen gebieden. Op basis daarvan definiëren we energiegebieden: kleinschalige gebieden van één of enkele buurten of werklocaties in Arnhem waar logische energieoplossingen kunnen ontstaan. Bijvoorbeeld omdat de energievraag van woningen en bedrijven, de aanwezige infrastructuur en het energieaanbod vergelijkbaar zijn. In deze gebieden kiezen we de energieoplossingen die passen bij de buurt(en) en bij onze waarden en ontwerpprincipes. Dit noemen we de bouwstenen voor ons energiesysteem.

- **Onze stedelijke energie-infrastructuur verbindt de buurten en werklocaties.** Dit is bijvoorbeeld het middenspanningsnet voor elektriciteit, de stedelijke warmte-infrastructuur en op dit moment ook nog het transport van aardgas. Op termijn verdwijnt aardgas als energiebron. Het huidige aardgasnetwerk kan mogelijk voor een klein deel ingezet worden voor waterstof. Via de energie-infrastructuur kunnen buurten en werklocaties energie uitwisselen en brengen we energie uit – bij voorkeur – stedelijke bronnen naar de gebruikers. Met de energieoplossingen in de buurten en op de werklocaties proberen we zoveel mogelijk lokaal energie op te wekken en te gebruiken. Zo beperken we het transport van energie, en voorkomen onnodige uitbreidingen van de stedelijke energie-infrastructuur.

- **De regionale en nationale energie-infrastructuur verbindt Arnhem met het bovenlokale energiesysteem.** Naast energie die we zelf opwekken en opslaan blijven we gebruik maken van energie van buiten Arnhem, bijvoorbeeld uit wind op zee of zonneparken in onze regio. Zo werken we – ook met andere gemeenten en de provincie – aan de energie-infrastructuur die omliggende kernen en Arnhem met elkaar verbindt. We beperken de piekvraag naar energie daarbij zoveel mogelijk. Zo voorkomen we kostbare uitbreiding van de energie-infrastructuur en beperken we onze afhankelijkheid van anderen.

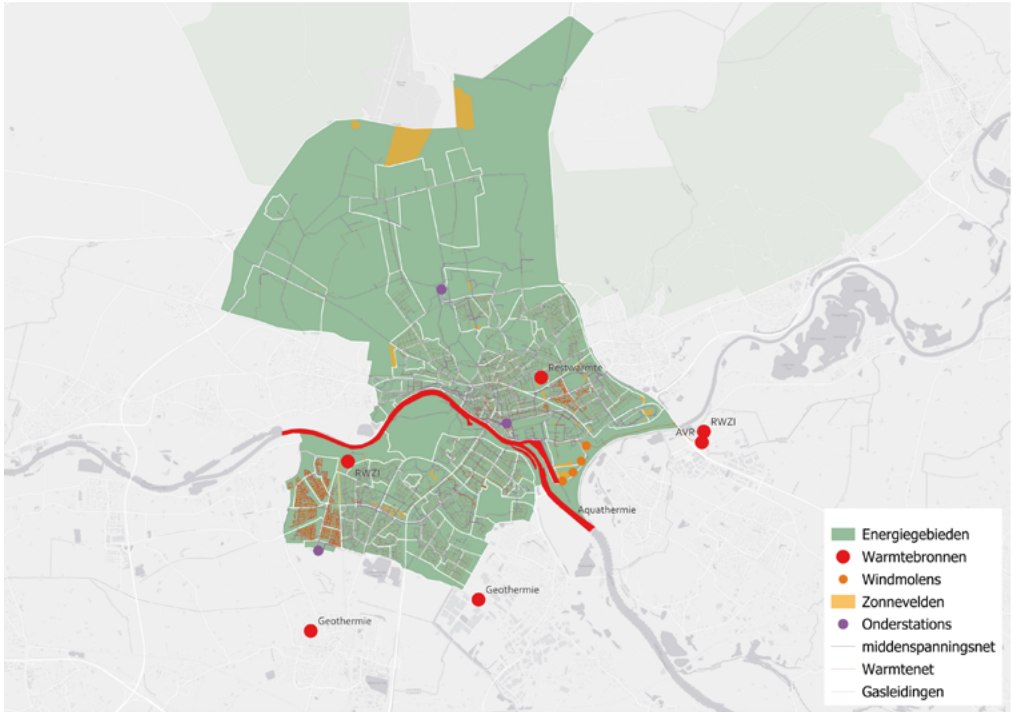


Figuur 5 Samenhang tussen buurten, energiegebieden en het stedelijke, regionale en nationale energiesysteem

Piekvraag beperken

De piekvraag naar energie – ongeacht de drager – bepaalt de omvang van de energie-infrastructuur. Bijvoorbeeld: toenemende elektrificatie die, in combinatie met gelijktijdig gebruik, zorgt voor een toenemende piekvraag naar elektriciteit. Denk bijvoorbeeld aan een buurt waarin iedereen tussen 18:00 en 20:00 zijn elektrische auto aan de laadpaal zet en zijn woning gaat verwarmen met een warmtepomp.

Door het elektriciteitsgebruik te spreiden - door elektrische auto's slim te laden, de warmtepomp eerder aan te zetten en energie lokaal te bufferen - wordt de piekvraag beperkt. Daarmee wordt ook de benodigde hoeveelheid kabels en transformatorstations in de openbare ruimte beperkt.



Figuur 6 Het huidige Arnhemse energiesysteem en de buurten en energiegebieden op kaart

Bouwstenen voor elke buurt en werklocatie

Door EvA te realiseren, gaan we elke Arnhemse buurt bereiken met een wijkgerichte energieaanpak. In de buurten spelen meer opgaven dan alleen energievraagstukken. Vanuit de gemeente zijn we daarom op meerdere fronten actief. Van sociale opgaven tot ruimtelijke ontwikkeling, van energiebesparing tot integratie. Op het moment dat we met energie aan de slag gaan, raken we ook deze thema's. We hebben daar oog voor. En samen met de lopende programma's op die andere terreinen zorgen we voor een gedegen en inclusieve aanpak. Eén aanpak dus, waar al die beleidsterreinen bij betrokken zijn.

Voor elke buurt en werklocatie komen we tot een passende combinatie van technische bouwstenen voor het energiesysteem. Dit zijn bijvoorbeeld energiebronnen met bijbehorende technische installaties, energiedragers, opslagmogelijkheden en de infrastructuur die samen nodig zijn voor een duurzaam, toekomstbestendig energiesysteem. Die opgaven gaan bijvoorbeeld over eigenaarschap, financiering en beschikbare ruimte. Die samenhang en hoe we daarmee omgaan komt terug in de uitvoeringsplannen per buurt of werklocatie.

Passende bouwstenen kiezen vraagt dus om oog voor de buurt of werklocatie en de (sociale) opgaven die daar spelen. Elk gebied is anders. Zo is de samenstelling van de bevolking anders, varieert de huidige en toekomstige energievraag en is het bestaande systeem anders. Maar ook het type gebouwen, de ondergrond en de beschikbare ruimte en energiebronnen verschillen per buurt of werklocatie. We zetten de bouwstenen in om vraag en aanbod van energie zo efficiënt mogelijk met elkaar te verbinden. Bouwstenen zetten we passend bij het gebied in: voor elke buurt en werklocatie een nieuwe puzzel. Welke bouwstenen 'passend' zijn, baseren we op onze Arnhemse waarden (zie hoofdstuk 2) en vanzelfsprekend op wat technisch en financieel haalbaar is. Door (technische) ontwikkelingen kunnen er in de toekomst energiebouwstenen bijkomen of afvallen. Het overzicht van de al dan niet passende bouwstenen die we gebruiken staat in bijlage 3: groen (dat kan), oranje (ja, tenzij...), rood (dat past ons niet).

In het energietransitieplan – de uitwerking van het koersdocument – brengen we de uitgangspunten en kansrijke bouwstenen van elke buurt en werklocatie in kaart. De bouwstenen vormen samen het (toekomstige) energiesysteem. De keuze voor de ene bouwsteen heeft effect op de inzet van andere bouwstenen. Ook de sociale samenstelling, bestaande sociale netwerken en aanwezige sociale samenhang bepalen mee welke bouwstenen het beste passen. In het proces op weg naar het uitvoeringsplan komen we samen met de bewoners op een ontwerp uit waarin die bouwstenen worden gecombineerd tot een energiesysteem dat passend is voor dat gebied. Waar dat mogelijk is werken we maximaal samen met bewoners en bedrijven in het energiegebied aan dit ontwerp. Waar nodig zetten we tijdelijke bouwstenen in om de gewenste omslag mogelijk te maken. Zo wordt steeds duidelijker hoe we de toekomstige energievraag voor elke buurt en werklocatie duurzaam invullen, met gebruik van de lokale, stedelijke en nationale bronnen.

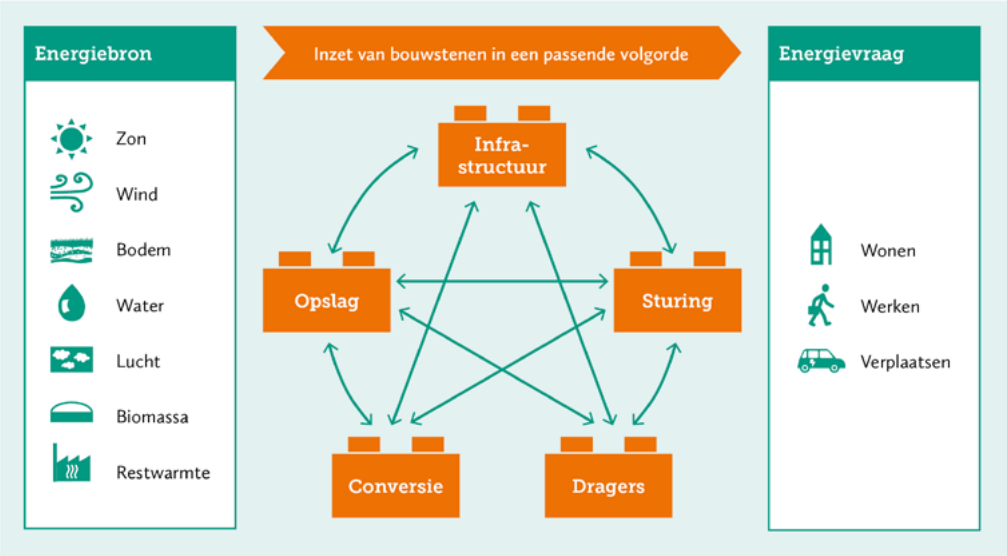


"We zijn voor de energietransitieplannen van onze regio nauw in contact met elkaar, zodat we samen investeren in bijvoorbeeld het ontwikkelen van energiebronnen. Samenwerken is elkaar versterken."

Beleidsmedewerker Arnhemse buurgemeente

Modelleren van ons energiesysteem

We bouwen aan een energiesysteem dat aan onze waarden voldoet, dat realiseerbaar is met de bronnen die we hebben en dat past in de stad. Daarvoor is het belangrijk om de impact van onze keuzes en de onderlinge samenhang in beeld te brengen. Daarvoor modelleren we ons energiesysteem. Dit betekent dat we de samenhang tussen de inzet van de bouwstenen en ons energiesysteem in beeld brengen. De noodzaak en diepgang van de modellering bepalen we bij de uitwerking van het energietransitieplan. In deze modellering werken we intensief samen met onze netbeheerder Liander.



Figuur 7 Vraag en aanbod van energie brengen we bij elkaar, we zetten bouwstenen in die passen bij het gebied

Bouwstenen kiezen

Concreet bepalen welke bouwstenen per buurt en werklocatie kansrijk zijn, doen we volgens een aantal stappen:

1. **De buurt of werklocatie in beeld brengen.** We analyseren de sociale en fysieke karakteristieken van de buurt of werklocatie. We brengen de bewoners, bedrijven en sociale structuren en netwerken in beeld. We hebben oog voor de historie, de opgaven en processen die nu spelen en de opgaven van de toekomst. Hierbij nemen we de toekomstige energievraag, door bouw van nieuwe woningen of groei van bedrijven, mee. Zo ontstaat een rijk beeld bij wat speelt bij de bewoners en bedrijven in een buurt of op een werklocatie. Daarmee verbinden we de sociale omgeving, opgaven van de buurt of werklocatie én de energietransitie met elkaar.

2. **De energievraag in beeld brengen.** We analyseren wat voor gebruikers in een buurt of op een werklocatie aanwezig zijn (industrie, wonen, bedrijven, mobiliteit) en hoeveel energie zij nodig hebben. Ook kijken we welk type energie deze gebruikers nodig hebben (warmte/koude, elektriciteit, waterstof, etc.). Zo heeft een buurt met voornamelijk woningen uit 1930 een andere energiebehoefte dan een bedrijventerrein met industriële partijen. Waar mogelijk clusteren we buurten op basis van deze karakteristieken tot ‘energiegebieden’.

3. **Beschikbare energiebronnen in beeld brengen.** We brengen in kaart welke energiebronnen beschikbaar zijn en of deze aansluiten bij de energievraag. Hiervoor kijken we bijvoorbeeld naar de afstand tot (rest)warmtebronnen en de opbouw van de bodem.

4. **Behoefte aan opslag inzichtelijk maken.** Niet alle duurzame energiebronnen leveren energie, op het moment dat gebruikers deze nodig hebben. Op basis van de energievraag en het mogelijke (lokale) aanbod, analyseren we of er behoefte is aan opslag en zo ja in welke vorm.

5. **Energiebronnen koppelen aan installaties.** Om de beschikbare energiebronnen om te zetten in de juiste energiedragers, zijn installaties nodig. We analyseren welke installaties nodig zijn, welke ruimte dat vergt en welke kosten hiermee gemoeid zijn voor de verschillende partijen in een gebied. Om zonne-energie te kunnen gebruiken, zijn bijvoorbeeld zonnepanelen nodig en om de aanwezige warmte of koude in de bodem te gebruiken een warmtewisselaar of een warmtepomp. Alleen als collectieve installaties technisch of financieel onhaalbaar zijn, komen individuele installaties in beeld.

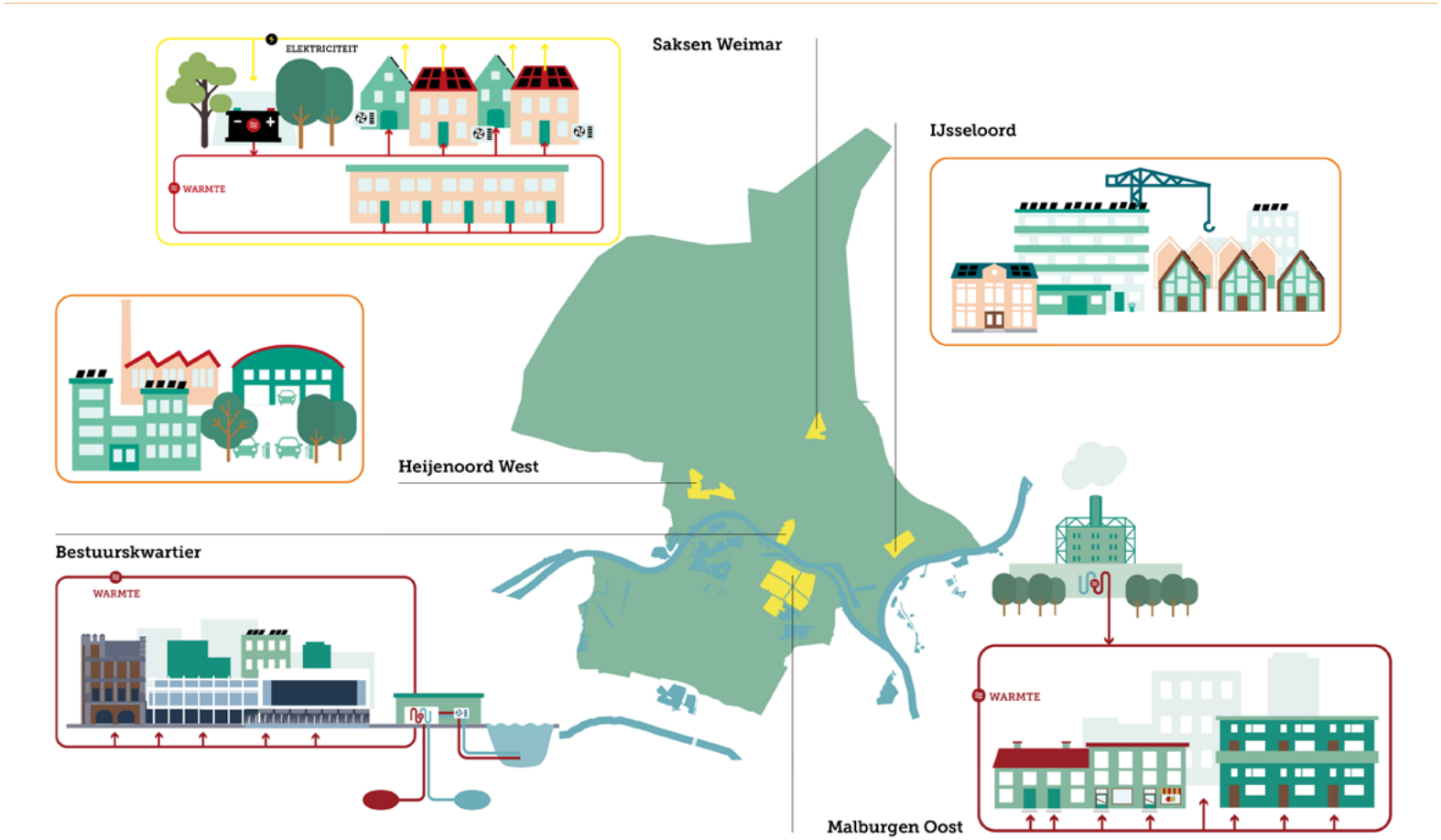
6. **Benodigde infrastructuur om energie te verplaatsen.** Een nieuw energiesysteem vraagt vaak om aanpassingen in de huidige energie-infrastructuur. Collectieve warmtebronnen gebruiken, vraagt bijvoorbeeld om een warmtenet. Maar ook het gebruik van warmtepompen of zonnepanelen kunnen verzwaringen van het elektriciteitsnet vragen. De keuzes in de buurten en werklocaties hebben daarmee effect op de infrastructuur binnen het gebied, maar ook op stedelijk en regionaal niveau. We maken inzichtelijk welke energie-infrastructuur en bijbehorende ruimte nodig is.

7. **Eigenaarschap organiseren.** Afhankelijk van de optimale technische oplossing, de financiële consequenties en de organisatiebehoefte van de buurt of werklocatie, bepalen we welke manier van organiseren past bij het realiseren en beheren van het energiesysteem in de betreffende buurt of op de werklocatie. Als de bewoners en/of bedrijven (mede)eigenaar willen zijn, dan doen we er alles aan om dat voor elkaar te krijgen. De gemeente zal meedoen, als dat nodig, gewenst en gevraagd is. Daarbij blijven we wel binnen de grenzen van redelijkheid en aanvaardbare risico's.

8. **De samenhang van het energiesysteem borgen.** De oplossingen in de buurten en werklocaties zijn samen met het stedelijke systeem het toekomstige energiesysteem van Arnhem. Bij de ontwikkeling van de oplossingen per buurt en werklocatie hebben we continu oog voor de onderlinge samenhang, de ruimtelijke impact, de maatschappelijke kosten én de impact op het stedelijke energiesysteem. Zo zorgen we voor een realistisch en uitvoerbaar energietransitieplan. We brengen de impact van de oplossingen in beeld, waar nodig modelleren we daarvoor (delen van) ons energiesysteem.

Aanpak per buurt en werklocatie in de praktijk

Op verschillende plekken in de stad werken we al hard aan het toekomstige Arnhemse energiesysteem. In deze buurten (zie kaart) deden zich kansen voor om te verduurzamen, waren bewoners al gedreven om bij te dragen of kunnen we samen ervaring opdoen. We leren van deze buurten en werklocaties waar nú al aan gewerkt wordt.



Figuur 8 Buurten waar we aan de slag zijn als voorbeeld

Heijenoord West: impact van nieuwbouw op het elektriciteitsnet minimaliseren

Heijenoordseweg Westzijde is nog volop in ontwikkeling. Op dit moment zijn hier vooral zorginstellingen en scholen gevestigd. De ambitie is om het gebied te ontwikkelen tot een gemengde woonwijk, met een hoog aandeel sociale huurwoningen in lijn met de Arnhemse Woonvisie. Dit betekent dat voor de toekomstige bewoners van Heijenoord West solidariteit, betaalbaarheid en inclusiviteit van het lokale energiesysteem cruciaal zijn.

Heijenoord West is ook een pilotlocatie voor onze strategische samenwerking met Alliander, het moederbedrijf van netbeheerder Liander. De ambitie is om hier een balanswijk te realiseren: een wijk waarin vraag en aanbod zo goed mogelijk op elkaar zijn afgestemd, zodat minder netuitbreidingen nodig zijn. De eerste onderzoeken tonen aan dat dit vraagt om passief gebouwde woningen (woningen met een extreem lage warmte- en koudevraag), heel bewust elektriciteitsgebruik en circa 200m² aan batterijopslag (ongeveer 10 parkeerplaatsen). Ter vergelijking: circa 800 parkeerplaatsen zijn nodig voor batterijen bij niet passief bouwen en niet bewust omgaat met het elektriciteitsverbruik.

Via de aanpak in Heijenoord West leren we over hoe het in de praktijk werkt om bewuste energiekeuzes bij nieuwbouw te ontwikkelen. Zo zien we dat de belangrijkste maatregelen in deze buurt gaan over isoleren, passief bouwen en het netbewust laden van elektrische voertuigen.



"Om een toekomstbestendige wijk te bouwen, helpt het enorm dat er aan de voorkant duidelijkheid is over wat we onder 'toekomstbestendig' verstaan en wat er precies in welk gebied juist wel of niet kan. Zo bouwen we niet alleen woningen voor de wijk zelf, maar ook meteen het best passende energiesysteem daaromheen."

Ontwikkelmanager in Heijenoord West

Saksen Weimar: energie delen met een warmtebatterij

Saksen Weimar is een relatief jonge wijk, maar valt op binnen Arnhem door de mix van bewoners en woningtypen. Op een compact oppervlak staan enkele honderden koopwoningen in het hogere segment, naast een fors aantal sociale huurwoningen. De huurwoningen bevinden zich deels in gerenoveerde monumentale legergebouwen en zijn nog aangesloten op het aardgasnet. De koopwoningen daarentegen zijn goed geïsoleerd, worden verwarmd met warmtepompen en zijn in veel gevallen voorzien van zonnepanelen, oplaadplekken voor elektrische voertuigen en soms zelfs thuisbatterijen. In deze ongelijk ontwikkelde energierealiteit ontstaat in de wijk de behoefte aan meer collectiviteit en solidariteit.

Deze behoefte groeit, nu het delen van lokaal opgewekte energie in beeld komt als oplossing. In samenwerking met onder andere bewonersinitiatief Energiegemeenschap Saksen Weimar, woningcorporatie Vivare, Liander, TU Eindhoven en Warmtelink onderzoekt de gemeente Arnhem hoe energie lokaal gedeeld kan worden. Dit vindt plaats binnen het Europese Interreg NWE-project (2025–2028). Het doel is om betaalbare, duurzame energie beschikbaar te maken voor alle bewoners, zowel woningeigenaren als huurders. In de zomer hebben veel woningeigenaren met zonnepanelen namelijk een overschot aan stroom. Het zou ideaal zijn om die energie lokaal op te slaan en tegen een gunstige prijs met de buren te delen.

Een belangrijke innovatie in de wijk, zijn de plannen voor het toepassen van de warmtebatterij CESAR. Deze installatie bestaat uit een blok beton waarin RVS-buizen zijn geïntegreerd. De buizen worden elektrisch verwarmd en geven die warmte af aan het beton, dat fungeert als opslagmedium. Zo kan duurzame warmte lokaal en seizoensgebonden worden opgeslagen en benut, onder andere voor de panden van Vivare. Tegelijkertijd testen bewoners de inzet van een energie-app om hun elektriciteitsverbruik beter af te stemmen op het beschikbare aanbod. Deze ontwikkelingen samen verlagen de belasting van het elektriciteitsnet, en daarmee de noodzaak voor kostbare uitbreidingen.



"De koopwoningen in onze buurt hebben allemaal meer zonnepanelen dan ze op bepaalde momenten kunnen gebruiken. Onze verhuurder investeert helaas niet in zonnepanelen. Door straks energie te delen kunnen we de elektriciteit hier voor elkaar opwekken en ook hier gebruiken."

Huurder in Saksen Weimar

Malburgen Oost: uitbreiding van het bestaande warmtenet

Malburgen-Oost is een grote en diverse Arnhemse wijk, met duizenden woningen, waarvan ongeveer de helft sociale huur is. Voor veel bewoners is bestaanszekerheid een dagelijks thema. Aardgas is nog altijd de standaard voor verwarming en koken – een vertrouwde zekerheid in een wijk waar energietransitie voor velen nog onbekend terrein is. Tegelijkertijd zorgen sterk fluctuerende energieprijzen voor toenemende energiearmoede. De Arnhemse Energiebank ondersteunt een aanzienlijk aantal huishoudens in de wijk. Het is belangrijk dat de waarden solidair, betaalbaar, inclusief en betrouwbaar worden toegepast in de overgang van het verwarmen met aardgas naar een duurzaam alternatief. Een transparante en duidelijke aanpak en communicatie is essentieel. Het Nationale Programma Arnhem-Oost voor kansengelijkheid voert allerlei trajecten uit in Malburgen-Oost waar we de energietransitie in mee kunnen laten oplopen.

Een belangrijk onderdeel van de energietransitie in Malburgen-Oost is het plan om de wijk aan te sluiten op een uitbreiding van het bestaande warmtenet, gevoed door restwarmte van de AVR-afvalverbranding in Duiven als transitiebron. Deze bron levert zowel midden- als hogetemperatuurwarmte, die goed aansluit op de bestaande bouw. Hierdoor zijn haalbare isolatieaanpassingen nodig aan de woningen en minimale aanpassingen aan de verwarmingsinstallaties. De ambitie is om het warmtenet vanaf 2030 te realiseren. Voor koeling in de zomer wordt gekeken naar passieve maatregelen zoals zonwering en vergroening. Dat beperkt het gebruik van energie-intensieve airco's.

We richten de energievoorziening in Malburgen-Oost zo in dat we de beschikbare warmte maximaal benutten. Dat doen we met cascadering: de resterende warmte die terugkomt uit de wijk kunnen we gebruiken voor omliggende nieuwbouwlocaties, zoals die aan de Nijmeegseweg. Zo ontstaat een slimme, collectieve warmteoplossing die de wijk verbindt met de omgeving. Malburgen-Oost laat zien hoe een sociale benadering van de energietransitie kan zorgen voor verbondenheid, vertrouwen en toekomstbestendige oplossingen – voor iedereen.



"Energiearmoede is in deze buurt helaas een groot thema. Een eerlijke energietransitie vraagt juist ook om aandacht voor Arnhemmers voor wie de energierekening nu al te hoog is. Een goed toekomst systeem zorgt dat het betaalbaarder wordt."

Energiecoach in Malburgen Oost

Bestuurskwartier: transformatie van de binnenstad met een WKO-bronnet

Het Bestuurskwartier is het oostelijke deel van het oude, ooit middeleeuwse, centrumgebied van onze stad. Dit stadsdeel huisvest diverse publieke gebouwen zoals de Eusebiuskerk, de Rechtbank, het Provinciehuis, het Openbaar Ministerie en het Stadstheater.

De komende jaren worden veel van deze gebouwen opgeknapt (voor een nieuwe bestemming) en verduurzaamd. Daardoor gaat de kwaliteit van de gebouwen op korte termijn vooruit, met de focus op de verduurzaming van het gebouw. Tegelijkertijd is een collectieve aanpak vaak energetisch sterker en financieel voordeliger. Het vereist wel intensieve afstemming vooraf en een investering in collectieve systemen. Het bijkomende solidariteitsvoordeel is dat kleine gebruikers – al dan niet op een later moment – relatief eenvoudig kunnen aanhaken op een duurzame energievoorziening. Een energieoplossing die anders onhaalbaar zou zijn voor hen.

De (ver)bouw en verduurzaming van ruim tien gebouwen in het Bestuurskwartier vindt over een tijdsbestek van ongeveer 15 jaar plaats. Het Stadstheater is hiervan de eerste. Uit onderzoek blijkt een WKO-bronnet het meest aantrekkelijke duurzame alternatief om het gebouw te verwarmen en te koelen. Een bronnet heeft als voordeel dat het minder ondergrondse bronnen en een kleiner ruimtebeslag vergt én dat de elektriciteitsvraag lager is dan bij individuele oplossingen zoals individuele bodem-energiesystemen. Er is onderzocht wanneer een bronnet rendabel is en met de eerste drie te ontwikkelen gebouwen is er al een positieve businesscase (Stadstheater, Stadhuis en Paleis van Justitie). Zo komt een duurzame warmte- en koude voorziening beschikbaar, waarop stapsgewijs steeds meer gebouwen in de binnenstad kunnen aansluiten.



"Als we met meerdere gebouwen in het bestuurskwartier gebruik gaan maken van een collectief warmtesysteem dan wordt dit duurzame systeem ook haalbaar en betaalbaar voor de kleinere gebouwen en scheelt het veel ruimte onder de grond."

Projectmanager vernieuwing Stadstheater in het Bestuurskwartier

IJsseloord: samenwerken voor duurzamere bedrijventerreinen

IJsseloord 1 is een bedrijventerrein uit de jaren tachtig. Van oorsprong zaten hier vooral autoverkoopbedrijven. Inmiddels is het type bedrijven divers. Het bedrijventerrein van 15 hectare biedt ruimte voor circa 55 bedrijven tot en met milieucategorie 3. Verduurzamen is voor de ondernemers meer dan alleen een doel op zich. Het toekomstbestendig maken van het bedrijventerrein zorgt dat bezoekers, klanten, medewerkers en de ondernemers zelf met plezier en een veilig gevoel door IJsseloord I bewegen. Om een aantrekkelijk bedrijventerrein te blijven voor al deze doelgroepen is samenwerken en solidariteit onderling een belangrijke gedeelde waarde.

In 2023 is op IJsseloord 1 een Green Deal gesloten. Hierin hebben circa 20 ondernemers zich verenigd voor de verduurzaming van IJsseloord 1. In de Green Deal werken zij aan projecten rond energie, vergroening en duurzame mobiliteit. Hierbij zijn ook de gemeente Arnhem, Stichting Arnhemse Bedrijventerreinen (StAB), de hogeschool HAN, Rabobank en VNO/NCW actief betrokken. Inmiddels is er een Green Deal 2.0, waarin de focus ligt op een energiehub ontwikkelen voor elektriciteit. Deze energiehub moet het mogelijk maken om vraag en aanbod van elektriciteit uit te wisselen tussen de vier grootverbruikers en een aantal kleinverbruikers op het terrein. De energiehub kan ook toekomstige energieprojecten ontwikkelen, beheren en exploiteren. Een voorbeeld is een collectief laadplein. Ook overtollige zonne-energie opslaan in de vorm van warmte en mogelijk delen met aanliggende woonwijken is een toekomstige optie.

Naast de activiteiten vanuit de Green Deal, zijn individuele ondernemers hard bezig met een overstap naar duurzame energie. Zo hebben ondernemers hun daken geïsoleerd, zonnepanelen gelegd, laadpalen geïnstalleerd of batterijen met een energiemanagementsysteem aangeschaft. Op die manier maken zij actief de keuze voor een duurzamer en lokaler energiesysteem. Deze keuzes komen voort uit intrinsieke motivatie én uit noodzaak. De noodzaak ontstaat bijvoorbeeld wanneer een ondernemer wil groeien of elektrificeren, maar niet meer gecontracteerd vermogen kan krijgen van het elektriciteitsnet.



"Om een aantrekkelijk bedrijventerrein te blijven voor klanten, werknemers en omwonenden is energie onderdeel van onze gezamenlijke green deal. Voor de lange termijn is vergroening, samenwerking en leefbaarheid net zo belangrijk als op de korte termijn een betaalbare prijs. Dit hangt allemaal met elkaar samen."

Ondernemer in IJsseloord

4. We maken EvA met de stad en onze omgeving



Ook dit koersdocument maakten we samen

- In het afgelopen jaar hebben we continu buurtgesprekken gevoerd met inwoners. Dit heeft ons veel inzicht gegeven in de manier waarop Arnhemmers naar de veranderingen kijken die verduurzaming met zich meebrengt. Bewoners die meedoen aan de buurtgesprekken hebben vaak al veel gedaan aan verduurzaming van hun huis. Voor verdere vervolgstappen hebben ze behoefte aan duidelijkheid en maken ze zich zorgen om de betaalbaarheid.

- Op vijf van de zeven openbare bedrijventerreinen (waar de gemeente eigenaar is van de openbare ruimte) loopt een Green Deal. Hierdoor zijn we rechtstreeks in gesprek met ondernemers die zonder uitzondering, ook stappen aan het zetten zijn in de energietransitie. Zij hebben behoefte aan duidelijkheid over de (on)mogelijkheden voor collectieve lokale energiesystemen voor elektriciteit en warmte, al dan niet met omliggende woonwijken. Ditzelfde geldt voor de 25 grootste energieverbruikers, allemaal bedrijven, in Arnhem.

- In een aantal buurten zijn we al volop aan het voorbereiden op het Arnhemse energiesysteem, zoals in Elderveld en Malburgen. De gemeente ondersteunt diverse buurtinitiatieven. Bijvoorbeeld de buurtwarmtebatterij van Saksen Weimar. Zo doen we ervaring op, spreken we Arnhemmers en zetten we stappen. De leerpunten uit deze buurten gebruiken we voor de ontwikkeling van EvA en dit koersdocument.

- We zijn in nauw contact met onze buurgemeenten en andere, met Arnhem vergelijkbare, gemeenten. We delen inzichten en geleerde lessen uit de praktijk, zodat we gebruik maken van de ervaringen van anderen.

- We nodigden buurgemeenten, professionele stakeholders, georganiseerde bewonersinitiatieven, ondernemers en collega's uit de Arnhemse organisatie uit in diverse bijeenkomsten, om met elkaar te spreken over de ingrediënten van het koersdocument. Deze input is verwerkt in het koersdocument – zowel in de teksten als in de quotes die in het document zijn opgenomen.

Het energiesysteem maken we samen

Bewoners, ondernemers, netbeheerders, energiebedrijven, energiecoöperaties en de gemeente: samen bepalen wij hoe we energie gebruiken, waar de energie vandaan komt en welke kabels, leidingen en opslagsystemen daarvoor nodig zijn. Zo bouwen we samen aan het Arnhemse energiesysteem. Waar nodig neemt de gemeente het voortouw met het organiseren van deze ontwikkeling. Zo maken we werk van een energiesysteem dat past bij onze stad, van en voor alle Arnhemmers.

Samen met bewoners en ondernemers

Alle Arnhemmers kunnen actief bijdragen aan de ontwikkeling van het Arnhemse energiesysteem en de energievoorziening in hun buurt of op hun werklocatie. We sluiten aan bij het Arnhemse participatiebeleid[7]. Dit doen we als gemeente door:

- **Samenwerken met en (mee)beslissen door bewoners en bedrijven** bij het uitwerken van het uitvoeringsplan per buurt of werklocatie. Daar wordt de energietransitie voor hen concreet. In het uitvoeringsplan kiezen we samen met Arnhemmers de combinatie van bouwstenen – en daarmee energieoplossingen – die we gaan realiseren. Ook spreken we met elkaar af wie de trekker wordt van de uitvoering van het plan en wat verder ieders rol en verantwoordelijkheid is.

- **Initiatieven mogelijk maken** van Arnhemmers in een buurt of op een werklocatie. Bewoners of bedrijven die initiatief nemen, brengen enthousiasme voor een collectieve duurzame energieoplossing en een netwerk en lokale deskundigheid mee. De gemeente Arnhem ondersteunt deze initiatieven met kennis en middelen, zoals met de Green Deals op bedrijventerreinen. Waar bewoners geen (mogelijkheid hebben om) initiatief (te) nemen ondersteunen en betrekken we hen ook. Zo vergroten we samen de draag- én realisatiekracht.

- **Het Burgerberaad Klimaat** vormt een representatieve afspiegeling van de stad. Een groep van 150 Arnhemmers reflecteert op en adviseert over de plannen voor de verduurzaming van hun huizen. Dit beraad vindt plaats in het derde kwartaal van 2025[8]. De uitkomsten geven handvatten bij het ontwikkelen van het energietransitieplan en de uiteindelijke uitwerking in het wijkuitvoeringsplan.

---

7 Zie Arnhems stappenplan participatie. Beschikbaar via https://arnhem.bestuurlijkeinformatie.nl/Reports/Document/8dbec266-7622-406b-97bb-c1c4017bdce4?documentId=bb5f5c7b-af49-47f7-969e-c49e5ff7451e.

8 Het Raadsvoorstel voor het organiseren van het Tweede Burgerberaad klimaat is vastgesteld op 26 februari 2025. Het voorstel is beschikbaar via https://arnhem.bestuurlijkeinformatie.nl/Agenda/Document/a4a29135-9991-4328-8718-59e44476e219?documentId=6d2977c7-f408-4884-9505-584610563cb6&agendaItemId=cc0e97f5-83cc-47d9-90a9-98e302aedd9f.

- **Een groep van de 25 grootste energieverbruikers** in Arnhem ontmoet elkaar regelmatig. Deze groep noemen wij de Arnhemse impactmakers. Dit zijn bijvoorbeeld Rijnstate, Burgers Zoo, Freudenberg, Sportcentrum Papendal, Cleantech Park Arnhem (voorheen IPKW), Sportbedrijf Arnhem, bakkerij Hilvers en koffiebranderij Peeze. Deze groep deelt kennis en inspiratie over hoe de bedrijven de omslag maken naar een duurzame energievoorziening. Dit draagt bij aan het onderlinge kennisniveau, maar geeft ook handvatten voor de gemeente Arnhem bij het vormgeven van het energiesysteem. Daarnaast nodigen we de 25 grootste energieverbruikers uit om te reflecteren op en adviseren en raadplegen over de ontwikkeling hiervan.

Bovenstaande activiteiten leveren het meeste op als Arnhemmers hun perspectieven, vragen en zorgen kunnen delen. Dit vraagt van de gemeente Arnhem om helder te zijn over het proces, over de keuzeruimte die er (nog) is en hierin een open en nieuwsgierige houding te behouden.



"Voor bewoners is energie is geen los onderwerp. De energietransitie is een mooie aanleiding om met elkaar in gesprek te gaan. Het is onderdeel van het leven, met alle uitdagingen die daarbij horen."

Buurtbewoner

Onze aanpak voor het opstellen uitvoeringsplan per buurt of werklocatie

We stellen uitvoeringsplannen op per buurt of werklocatie of per cluster daarvan die sterk op elkaar lijken (energiegebieden). Daarbij kijken we verder dan energie, naar bijvoorbeeld welzijn, werkgelegenheid en de openbare ruimte. We werken integraal aan de ontwikkeling en sociale samenhang in onze stad. Zo werken we toe naar toekomstbestendige wijken waar de energietransitie onderdeel van is.

Het uitvoeringsplan stellen we stap voor stap op. We beginnen bij de stevige basis die er al is uit eerdere onderzoeken, zoals de transitievisie warmte. Onder regie van de gemeente werken we samen met bewoners en bedrijven de oplossingen uit. De werkwijze kan per buurt of werklocatie anders zijn. We gaan in de bestaande stad uit van een doorlooptijd van twee jaar voor het opstellen van het uitvoeringsplan. Bij nieuwbouw is het energiesysteem onderdeel van het gebiedsontwikkelingsproces.

In het energietransitieplan werken we een meerjarenplanning uit om inzicht te geven in wanneer we met welke buurt of werklocatie aan de slag gaan. We gaan verder met de haalbaarheid en ontwikkeling van collectieve warmtenetten in die gebieden die in de transitievisie warmte van 2021 genoemd zijn. Daarnaast zijn buurten en werklocaties waar plannen zijn voor nieuwbouw, herstructurering of renovatie, logische gebieden om mee te starten. Maar ook buurten waar bewonersinitiatieven zich hebben gemeld kunnen een startpunt zijn.



Samen met andere belanghebbenden

Naast bewoners en bedrijven zijn bij het ontwerpen, aanleggen en onderhouden van het stedelijke energiesysteem ook andere Arnhemse belanghebbenden betrokken. Netbeheerder Liander verzorgt de aanleg, het beheer en onderhoud van het elektriciteitsnet. Vattenfall is eigenaar en beheerder van het bestaande warmtenet. Woningcorporaties zijn verantwoordelijk voor de verduurzaming en energieoplossing in een groot deel van de huurwoningen. En de gemeente dient het brede publieke belang. Daarnaast is de gemeente ook ontwikkelaar, eigenaar en beheerder van (een deel van) het toekomstige energiesysteem.

Al deze partijen hebben elkaar nodig en werken nauw samen als het aankomt op de ontwikkeling van ons stedelijke energiesysteem. EvA is daarmee niet alleen een plan van de gemeente, maar ook van deze partijen. Dat vraagt om onderling contact, afstemmen en samenwerken. We vinden het dan ook belangrijk dat deze partijen EvA allemaal bestuurlijk onderschrijven. We blijven dan ook de samenwerking met deze belanghebbenden actief opzoeken. Zowel bij de uitwerking van het Energietransitieplan en de uitvoeringsplannen, als daarna in de uitvoering en borging van EvA.

Strategische samenwerking met Alliander

Onze netbeheerder – Liander – heeft een belangrijke rol bij het vormgeven van het toekomstige energiesysteem. In april 2025 ondertekenden moederbedrijf Alliander samen met de gemeente Arnhem een strategische samenwerking om hier samen aan te werken. Door samen op te trekken willen beide partijen de energietransitie versnellen en bijdragen aan betaalbaarheid en brede welvaart voor de inwoners van Arnhem. Het doel van de samenwerking is om te laten zien dat schaarste op het elektriciteitsnet geen obstakel hoeft te zijn voor grootschalige woningbouw en het verduurzamen van de stad en de bedrijven. Door als netbeheerder en gemeenten intensiever en anders samen te werken, zijn snellere, innovatievere en toekomstbestendigere oplossingen mogelijk. Zo voorkomen we onnodige verzwaringen en verbouwingen van het elektriciteitsnet. We verzwaren dus heel bewust en precies het elektriciteitsnet in Arnhem waar dat aantoonbaar echt nodig is en er geen maatschappelijk betere en betaalbare oplossingen meer mogelijk zijn.

De samenwerking omvat onder andere gezamenlijke energieplanologie. Dit baseren we op EvA en door samen te werken in de uitvoering van drie tot vijf casussen. We hebben afgesproken te kijken naar innovatieve oplossingen en de lokale samenwerking met bewoners, bedrijven en andere stakeholders te versterken. Door de krachten te bundelen hopen Arnhem en Alliander op een efficiënte en effectieve manier vorm te geven aan het toekomstig energiesysteem.

Samen met onze omgeving: onze buurgemeenten en medeoverheden

Heel Nederland werkt aan de energietransitie. Elke overheid is bezig met het vraagstuk hoe het toekomstige, duurzame energiesysteem vorm moet krijgen. Arnhem kiest haar eigen koers, en zoekt verbinding met andere overheden, waaronder onze buurgemeenten, vergelijkbare gemeenten qua omvang en type bouw, de provincie en het Rijk. Dit doen we om lessen te leren en kennis te delen. Maar ook omdat het Arnhemse energiesysteem niet op zichzelf staat (zie ook hoofdstuk 3). Ons systeem hangt samen met het regionale en nationale netwerk, waarvoor we nauw samenwerken in de Groene Metropoolregio en de RES-regio Arnhem-Nijmegen.

Samenwerking Vivare, Volkshuisvesting, Portaal, HOVAR, HOP en de gemeente[9]

De gemeente Arnhem, woningcorporaties en huurdersorganisaties werken samen aan een ongedeelde stad, met voldoende, betaalbare en duurzame woningen. Daarvoor versnellen we de bouw van betaalbare woningen en komen er slimme woonoplossingen om doorstroming te bevorderen. Ook verbeteren partijen samen de leefbaarheid in kwetsbare wijken, met aandacht voor een divers woningaanbod en sterke buurtnetwerken.

Daarnaast verduurzamen we woningen. Alle sociale huurwoningen met energielabel E, F of G zijn uiterlijk in 2028 verduurzaamd. Ook 2030 is een belangrijke mijlpaal: dan zijn 35.000 woningen goed geïsoleerd en 6.500 (huur en koop) woningen in Arnhem aardgasvrij.

9 Zie voor meer informatie: https://www.vivare.nl/media/9024BC3E-FEC4-46DB-8FD5-E1707EA1FD3E/Prestatieafspraken%20gemeente%20Arnhem%202025_compressed.pdf

5. De gemeente aan zet



De gemeente neemt actieve regie voor een eerlijke energietransitie

Netbeheerders zijn al decennialang verantwoordelijk voor de aanleg en het beheer van de energie-infrastructuur. Met de verandering naar een duurzame, meer decentrale energievoorziening ontstaan nieuwe vragen in het verdelen van ruimte, sturing op energiegebruik en lusten en lasten. Hierin heeft de gemeente een sterke verantwoordelijkheid. Deze verandering is ingegeven vanuit een brede maatschappelijke beweging, vertaald in Europese en nationale wet- en regelgeving en de verantwoordelijkheid van gemeenten voor ruimtelijk beleid, energiearmoede, verduurzaming en hoeder van de openbare ruimte.

De energietransitie is één van de grootste verbouwingen van de stad in decennia. Het hoort bij de kerntaak van de gemeente om op een dergelijk verbouwing met grote ruimtelijke, sociale en financiële impact te sturen. Onze inzet als gemeente bepaalt of we onze musea, zwembaden, buurthuizen, sportfaciliteiten en andere publieke voorzieningen kunnen verduurzamen. De inzet van ons als gemeente bepaalt of en hoe intensief we onze bewoners helpen, en of we de mogelijkheden voor groei van bedrijven, hun verduurzaming en daarmee ook het vestigingsklimaat positief beïnvloeden. Daarom hebben we in New Energy Made in Arnhem (NEMiA) in 2020 al gekozen om regie te voeren op de Arnhemse energietransitie. EvA bouwt daarop voort en zal dit intensiveren. Zo maken we actief werk van een eerlijke energietransitie voor alle Arnhemmers.

Rollen van de gemeente

Onze actieve regierol is ingegeven vanuit onze brede maatschappelijke verantwoordelijkheid die we voelen voor onze stad. Daarnaast hebben we ook een aandeel in de stad, in verschillende rollen in. Zo zijn we gebouweigenaar, vergunningverlener, financier van schoolgebouwen en ondersteunen en stimuleren we initiatieven van bewoners. De rol die we innemen en onze inzet verschilt per situatie. Tabel 1 geeft een overzicht van de rollen die de gemeente kan innemen. Voor een goede uitvoering van onze rol in de energietransitie is het van belang de juiste rolneming te bepalen. Voor onszelf en voor de partijen met wie we samenwerken, is het steeds van belang dat we tijdig helder zijn over onze rol. Ook als deze in de tijd verandert.

We nemen bewust de rollen aan die passen bij onze visie, waarden en ontwerpprincipes (zie hoofdstuk 2) en die bijdragen aan een eerlijke energietransitie in Arnhem. Daarnaast zijn beschikbaarheid van financiële middelen, capaciteit, draagvlak en urgentie bepalend voor onze rol. De manier waarop we onze rollen invullen, heeft vervolgens invloed op het tempo, de richting, daadkracht en financiële bijdragen van de gemeente in de energietransitie.

Onze rol in de uitvoering

In het energietransitieplan – de volgende fase van EvA – werken we de mogelijke energieoplossingen uit per buurt. Daaruit volgen concrete projecten en investeringen in onze (stedelijke) energie-infrastructuur, zoals warmte- en koudenetten aanleggen en energieopslag realiseren. Voor elk project kiezen we opnieuw en bewust onze rol en in welke mate we erin deelnemen. De vorm van deelneming staat beschreven in de aan de gemeenteraad ter vaststelling aangeboden startnotitie ‘Randvoorwaarden en beslisboom bij rolneming door de gemeente Arnhem in de energietransitie’, van 11 maart 2025. De startnotitie richt zich op de rolneming van de gemeente in concrete projecten. EvA – en dit koersdocument – gaat over de overkoepelende richting die we aan de Arnhemse energietransitie geven en over duidelijkheid scheppen over de verschillende rollen die de gemeente kan innemen.

Tabel 1. Overzicht rollen van de gemeente in de energietransitie

Rol	Kernfunctie	Voorbeelden van taken en activiteiten
Regisseur	Afstemmen en coördineren	Regie op elektriciteitsnetverzwaring warmtetransitie, wijkuitvoeringsplannen, bijeenbrengen belanghouders, locaties voor elektriciteitsnet en warmtenetverzwaringen
Initiatiefnemer	Projecten starten of aanjagen	Haalbaarheidsonderzoeken, collectieve zonnedaken, energiecoöperaties ondersteunen
Beleidsmaker	Wet- en regelgeving toepassen of aanpassen	Bestemmingsplannen, energie-eisen, duurzaamheid in aanbesteding
Gebouweigenaar	Gemeentelijk vastgoed verduurzamen	Isolatie, zonnepanelen, energiemanagement, scholen en gemeentekantoren verduurzamen
Facilitator	Ondersteuning en kennisdeling bieden	Energiescans subsidiëren, bewonersavonden, procesbegeleiding, investeringssubsidies, fondsen en -leningen
Investeerder	Financieel bijdragen of risico's delen	Laadpleinen, seizoensopslag, warmtenetten, fondsen, garantstellingen voor projecten
Samenwerkingspartner	Regionale en lokale samenwerking versterken	RES, samenwerking met corporaties, bedrijven en bewoners
Belangenbehartiger	Public affairs	Knelpunten bij relevante partijen (zoals Liander, rijksoverheid, ACM) onder de aandacht brengen met onderbouwing waarom het de energietransitie voor bewoners en bedrijven blokkeert
Crisismanager	Bewaken openbare orde	Inspringen bij calamiteiten, zoals lange stroomstoring

Bijlage 1.

Evaluatie Transitievisie Warmte



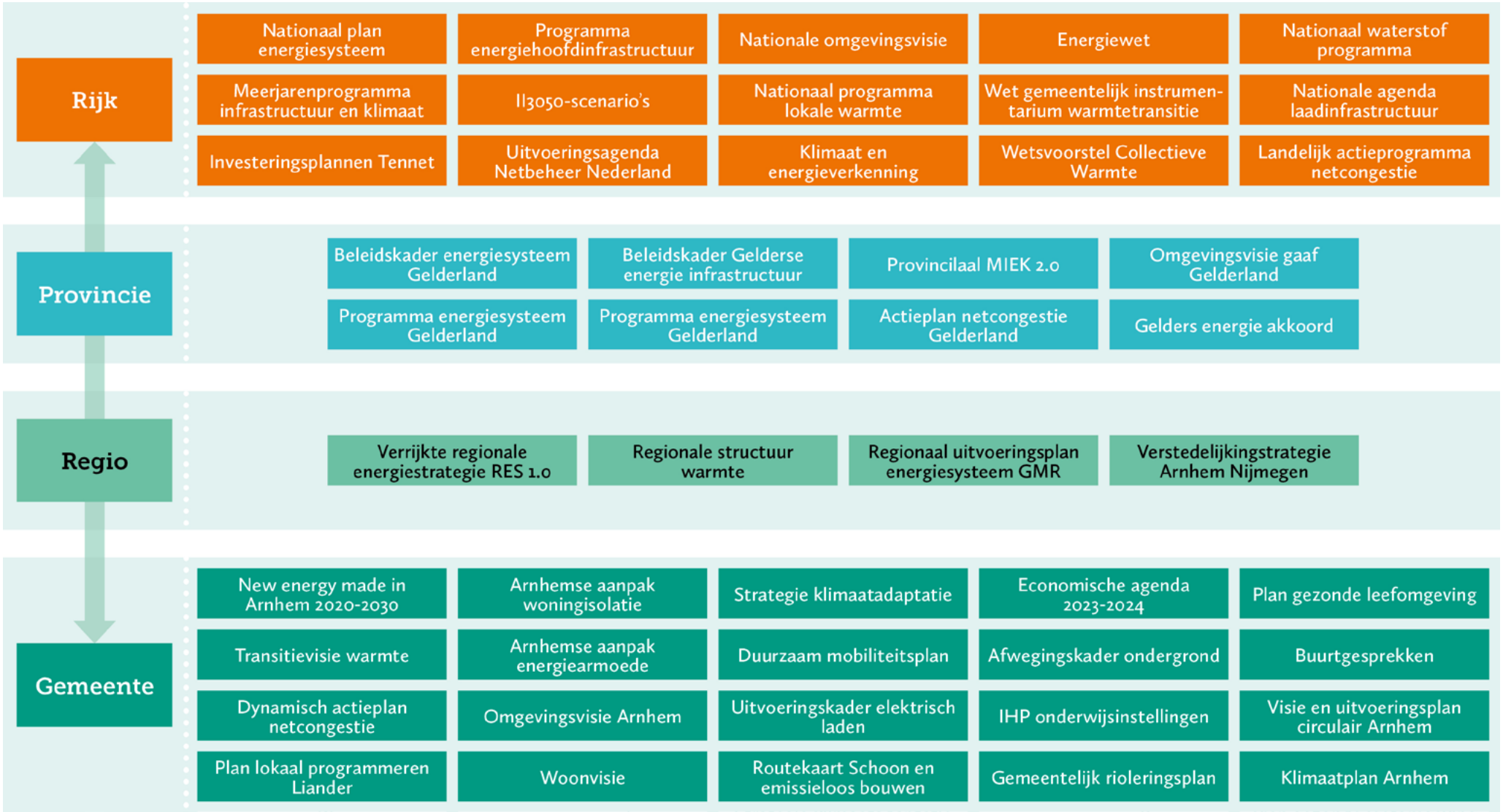
Opgenomen in een apart document.

Bijlage 2.

Samenhang nationaal, regionaal en lokaal beleid en programma's



EvA raakt aan en heeft samenhang met beleidsontwikkeling en programma's op nationaal, regionaal en lokaal niveau. Figuur 9 geeft hiervan een overzicht. De tabellen daarna geven hierop een verdieping en verduidelijken de relatie met EvA.



Figuur 9 Overzicht raakvlakken EvA met nationaal, regionaal en lokaal beleid en programma's

Nationaal

Bron	Opgesteld door	Status	Input voor EvA
Nationaal plan energiesysteem (NPE)	Rijk	Visie	Het NPE is de kabinetsvisie voor het energiesysteem tot 2050 en geeft vijf richtinggevende keuzes: • Maximaal inzetten op het aanbod van duurzame energie en energie-infrastructuur. • Besparen als belangrijke hoeksteen van het energiebeleid. • Schaarse energie en infrastructuur worden ingezet waar dit het meest nodig is vanuit het systeemperspectief. • Sterke internationale samenwerking en maximaal verbonden energiesysteem. • Samen sturen met burger en bedrijven. Ruimte voor participatie en initiatief.
Programma energie-hoofdinfrastructuur (PEH)	Rijk	Kader	Het PEH wijst de ruimte aan die nodig is voor de energiehoofdstructuur van nationaal belang. Het gaat over hoogspanningskabels, buisleidingen en plekken voor de opslag en conversie van energie. HET PEH levert: • Overzicht van geactualiseerde ruimtelijke reserveringen voor grootschalige elektriciteitsopwekking, hoogspanningsverbindingen en buisleidingen. • Ontwikkelrichtingen voor de hoofdinfrastructuur van 2050, zoals hoogspanningsinfrastructuur, grootschalige conversie, buisleidingen en opslag. • Generieke beleidsuitspraken, waaronder ruimtelijke randvoorwaarden voor de energie-infrastructuur.
Nationaal programma regionale energiestrategie (RES)	Rijk	Ondersteunings-programma	Het doel van het RES-proces is 35 TWh grootschalig hernieuwbare elektriciteit (zon en wind) opwekken op land in 2030. Daarbij vindt op regionaal niveau een afweging plaats op basis van maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak, de impact op het net en de kosten daarvan, en de ruimtelijke inpassing.
Klimaat- en energieverkenning (KEV)	Rijk	Monitor	Eenmaal per jaar moet de KEV op duidelijke en integrale wijze verslag doen van de volle breedte van het gevoerde klimaat- en energiebeleid en de verwachte effecten daarvan.
Nationale omgevingsvisie (Het programma NOVEX en Programma Mooi Nederland. Vormen samen nationaal ruimtelijk beleid)	Rijk	Visie	NOVEX: • Voorrang geven aan meervoudig ruimtegebruik. • Gebiedskenmerken centraal stellen. • Voorkomen dat we problemen en lasten afwentelen op generaties na ons of op andere gebieden. • Programma Mooi Nederland: • Clusters van grootschalige bedrijfsvestigingen: kansen/onmogelijkheden om clustering van bedrijfsvestigingen op de juiste plekken vanuit de netwerken voor economie en energie te realiseren. • Energienetwerken: op zoek naar meervoudig ruimtegebruik in gebieden waar de energiehoofdinfrastructuur grote gevolgen heeft en kijken hoe we de regionale en lokale transities met kwaliteit kunnen vormgeven.

Meerjarenprogramma infrastructuur energie & klimaat (MIEK)	Rijk e.a.	Kader	• Het MIEK is een programma van nationale energie- en grondstoffeninfrastructuurprojecten die bijdragen aan de klimaattransitie. • De Cluster Energie Strategieën (CES) bieden de basis voor projecten in het MIEK. • In en rondom Arnhem liggen verschillende CES-cluster-6-gebieden. • De beoogde landelijke waterstofinfrastructuur loopt langs Arnhem.
Uitvoeringsagenda netbeheerders	Netbeheer Nederland	Lobby	De uitvoeringsagenda focust op drie sporen: • Focus op de infrastructuurverbouwing: met vergunningenfabrieken, ruimtelijke doorzettingsmacht en wijk-voor-wijkaanpakken. • Sturende energieplanologie: maak energie sturend in planologie. Kijk bij het maken van plannen altijd naar de energie-infra. Maak het mogelijk voor netbeheerders om plannen af te keuren die van de energievisie afwijken. Maak samen met overheden structurerende keuzes. Laat het first-come-first-serve-principe los. • Flexibiliteit wordt de norm: accu's gebruiken alleen flexibele capaciteit, sturing van laadpalen en warmtepompen. Maak restcapaciteit beschikbaar voor flexibele klanten. Verplicht net-bewust laden en aftoppen van zon-op-dak.
Nationaal waterstof programma	Rijk	Visie	• In het Klimaatakkoord is afgesproken om gezamenlijk aan een waterstofprogramma te werken. • De routekaart waterstof bevat doelen, acties en randvoorwaarden voor 2025, 2030 en >2030 op onder meer de thema's productie, import, infrastructuur, opslag en toepassingen.
Nationaal programma lokale warmte	Rijk	Ondersteunings-programma	• In 2030 1,5 miljoen woningen en andere gebouwen verduurzaamd of aardgasvrij. • In 2050 is elk gebouw aardgasvrij. • Eerst de energievraag verminderen, de overgebleven energievraag invullen met duurzame warmtebronnen. • Gemeenten hebben de regierol in de lokale warmtetransitie.
Landelijk actieprogramma netcongestie (LAN)	Rijk, netbeheerders	Uitvoeringsplan	Het LAN toont maatregelen die nodig zijn om sneller netten aan te kunnen leggen en de beschikbare netcapaciteit zo goed mogelijk te laten aansluiten op de vraag naar elektriciteitstransport. Ook met aanpassingen en forse investeringen hebben we de komende jaren rekening te houden met netschaarste. Het LAN heeft drie doelen: • Sneller realiseren van netuitbreidingen. • Sturen op betere benutting van het net met onder meer regelgeving, contractvormen en nettarieven. • Flexibele capaciteit vergroten met publiek-private acties voor slimme oplossingen.
Nationale agenda laadinfrastructuur (NAL)	I&W, VNG, IPO, netbeheerders, Nationaal kennis-platform laad-infrastructuur	Uitvoeringsplan en ondersteunings-structuur	• De NAL is een beleidsagenda, met ambities en beoogde acties. • Hoofdambitie is dat laadinfrastructuur geen drempel vormt bij de uitrol van elektrisch vervoer. • De NAL biedt ook een Prognose laadinfrastructuur.

Klimaatwet	Rijk	Wet	De Nederlandse klimaatdoelen zijn vastgelegd in de nationale Klimaatwet. Behalve de klimaatdoelstellingen beschrijft de Klimaatwet ook het beleidskader rond de klimaatdoelstellingen. Er zijn drie beleidsinstrumenten opgenomen: het vijfjaarlijkse Klimaatplan, de tweejaarlijkse Voortgangsrapportage en de jaarlijkse Klimaatnota.
Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw)	Rijk	Wet	De geplande inwerkingtreding is januari 2025. Via deze wet kunnen gemeenten – na een zorgvuldige procedure – gebieden aanwijzen waarin op een door hen uitgestippeld tijdspad het gasnet vervangen wordt door een duurzaam alternatief. Met de wet krijgen gemeenten een aanwijsbevoegdheid: • De mogelijkheid gebieden aan te wijzen die voor een bepaalde datum overgaan op een duurzaam alternatief voor aardgas. Dit leggen zij vast in het omgevingsplan. Dat geeft inwoners, bedrijven, maatschappelijke instellingen, verhuurders en netbeheerders duidelijkheid over het tijdspad. • De wet geeft de kaders voor de uitvoering door gemeenten. Zo moet de gemeente rekening houden met de betaalbaarheid van de aanpak en moet participatie hebben plaatsgevonden. Ook moet er een redelijke termijn zitten tussen het aanwijzen van een gebied en het daadwerkelijk overgaan op de duurzame warmtebron. De richtlijn hiervoor is acht jaar. • Ook zorgt de wet voor een zorgvuldig juridisch kader: het warmteprogramma krijgt een juridische status onder de Omgevingswet. Gemeenten worden verplicht om elke vijf jaar het warmteprogramma (voorheen transitievisie warmte) te herijken. Ook kan het Rijk specifieke instructieregels stellen voor de inhoud van dit programma.
Wetsvoorstel collectieve warmte (Wcw)	Rijk	Wetsvoorstel	• De geplande inwerkingtreding is januari 2025. Gemeenten krijgen met het wetsvoorstel collectieve warmte (Wcw) de regie in de ontwikkeling van warmtenetten. In de Wcw is opgenomen dat warmtebedrijven voor de levering van warmte een publiek meerderheidsbelang krijgen of in handen komen van een warmtegemeenschap.
Energiewet	Rijk	Wet	• Op 10 december 2024 is de energiewet aangenomen door de tweede kamer. Deze wet gaat in vanaf 1 januari 2026. De Energiewet vervangt de verouderde elektriciteitwet en gaswet. • De belangrijkste effecten van de nieuwe Energiewet: meer mogelijkheden om netaansluitingen te delen, meer keuze uit dynamische energiecontracten, meer mogelijkheden voor mensen en bedrijven om zelf actief te worden op de energiemarkt (bijvoorbeeld via energiegemeenschappen), de juridische mogelijk om energie op te slaan en te delen, en dat de vergoeding bij teruglevering niet negatief mag zijn.
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)	Rijk	Wet	• In het Bkl staan verplichte instructies vanuit het Rijk die de gemeente in het omgevingsplan moet doorvoeren. • Gemeenten moeten voldoende ruimte reserveren in het omgevingsplan voor de opwekking en het transport van energie (artikel 5.157 tot en met 5.159, Bkl). Bijvoorbeeld ruimte voor hoogspanningskabels. • In de Omgevingsregeling staat de exacte begrenzing die de gemeente moet overnemen in het omgevingsplan.

Provinciaal en regionaal

Bron	Opgesteld door	Status	Input voor EvA
Beleidskader energiesysteem Gelderland (& Programma energiesysteem Gelderland)	Provincie	Vastgesteld	Strategische doelen: • Klimaatdoelen behalen, mogelijk maken van de woningbouwopgave en bedrijvigheid, leveringszekerheid waarborgen, zuinig omgaan met schaarse ruimte. • Sturing via investeringsplannen netbeheerders en via de (experimenteerruimte van de) omgevingswet. Maar ook sturing van het gebruik van de fysieke ruimte via projectbesluiten, aanbestedingen, subsidieregelingen en kennisdeling. • Hoofdprincipe: energie wordt medesturend voor de inrichting van Gelderland. • Leidende principes: we besparen zo veel mogelijk energie, we organiseren het energiesysteem zo veel mogelijk decentraal, we zetten in op een diverse energiemix.
Omgevingsvisie Gaaf Gelderland	Provincie	Visie Vastgesteld door PS 2018	• Het document beschrijft de visie voor een duurzaam, verbonden en economisch krachtig Gelderland, met zeven ambities onder meer voor de energietransitie, klimaatadaptatie en circulaire economie. • In 2050 Gelderland klimaatneutraal. Daarvoor: stellen we Regionale energiestrategieën op, verbinden we de energieopgave met andere vraagstukken en creëren we innovatieruimte.
Verstedelijkingsconcept Arnhem/Nijmegen (NOVEX)	Rijk, provincies, regio's en gemeenten	Vastgesteld	NOVEX: aparte aanpak voor 16 gebieden, waaronder het verstedelijkingsconcept voor Arnhem/Nijmegen Foodvalley. Er zijn geen conflicten tussen de RES en het verstedelijkingsconcept, de uitgangspunten sluiten op elkaar aan. Het gebied is interessant voor PV-opwek.
Gelders Energieakkoord	Provincie	Vastgesteld	2024: 20 procent van het energieverbruik wordt duurzaam opgewekt; 2030: 55 procent minder emissie van broeikasgassen dan in 1990; 2050: 100 procent minder emissie van broeikasgassen.
Beleidskader Gelderse energie-infrastructuur (GEIS)	Provincie	Beleidskader	De realisatie van energie-infrastructuur versnellen, energie-infrastructuur programmeren in relatie tot ruimtelijke-economische ontwikkelingen, slimme regionale energieoplossingen uitwerken.

Actieplan netcongestie Gelderland	Provincie, TenneT en Liander	Uitvoeringsplan	Via Energyboard Gelderland, maatregelenpakket met betrokkenheid van partijen (2024): • Congestiemanagement en technische ingrepen: Het plan bevat maatregelen zoals het bevorderen van hybride warmtepompen, slimme laadpalen voor elektrische voertuigen, netbewuste woningbouw, en tijdelijke regelbare energieopwekking. • Flexibele energieopwekking: Het inzetten van tijdelijke regelbare energiebronnen, zoals gasgestookte generatoren, wordt toegepast in gebieden waar de netbelasting het hoogst is. • Netbewust bouwen en laden: Het actieplan streeft naar netbewuste woningbouw en het verbeteren van laadinfrastructuur om piekbelastingen te verminderen.•Samenwerking en gezamenlijke aanpak: provincies, netbeheerders en ministeries werken samen om de capaciteit van het elektriciteitsnet te verbeteren en de energietransitie te ondersteunen.
PMIEK 1.0 (2023) PMIEK 2.0 (in voorbereiding)	Provincie	Afwegingskader en prioritering	• Het PMIEK is gericht op projecten die voldoen aan de twee uitgangspunten voor de provinciale inzet in het energiesysteem zoals vastgelegd in het beleidskader GEIS: provinciaal belang en energiedragers die duurzaam opgewekt kunnen worden. • Het betreft voor deze versie van het PMIEK energie-infrastructuurprojecten die reeds gepland zijn en van provinciaal belang zijn. Het gaat daarnaast ook om projecten die noodzakelijk zijn voor het realiseren van het energiesysteem van de toekomst, op basis van verwachte en gewenste ruimtelijk-economische ontwikkelingen. Het PMIEK krijgt elke twee jaar een update.
Verrijkte RES 1.0	Groene Metropoolregio (GMR) en 16 gemeenten	Kader In procedure bij alle besturen (nov 2024)	• 6 gemeenten, de provincie Gelderland, drie waterschappen en netbeheerder Liander werken in deze regio samen aan een Regionale energiestrategie (RES). De RES 1.0 is vastgesteld in 2021. • De afspraken uit de RES worden vertaald naar omgevingsbeleid. Hiervoor is in 2023 een milieueffectrapportage (plan-MER) uitgevoerd. • In de RES 1.0 is afgesproken dat de metropoolregio Arnhem Nijmegen 1,62 TWh duurzame elektriciteit bijdraagt voor 2030 aan de nationale opgave. • Voor het bod uit de RES 1.0 is een afwegingskader opgesteld en zijn de volgende criteria opgenomen: ruimtelijke kwaliteit in relatie tot de opgave, het maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak, de energieopbrengst en kostenefficiëntie (systeemefficiëntie) van de maatregelen. Er is ook gekeken naar kansen om de energieopgave te combineren met andere geplande of gewenste ingrepen in het landschap, de zogenaamde integraliteit (koppelkansen). Tot slot is de kansrijkheid van grootschalige opwekking van zon- en windenergie getoetst aan belemmerend beleid rond bijvoorbeeld natuur, defensie, veiligheid.
Regionale structuur warmte	GMR en 16 gemeenten	Kader	De Regionale structuur warmte brengt de vraag naar, het aanbod aan en de infrastructuur van warmte in kaart. Het is onderdeel van de RES.

Regionaal uitvoeringsplan energiesysteem Groene Metropoolregio	GMR en 16 gemeenten	Kader	Het Regionaal uitvoeringsplan energiesysteem is opgebouwd uit vier programmalijnen: • Netbewuste nieuwbouw. • Netbewuste warmtetransitie van de bestaande bouw en glastuinbouw. • Koppeling van vraag en aanbod en buffering van energie in de regio. • Efficiëntere inzet van grootschalige opwek.

Lokaal

Bron	Opgesteld door	Status	Input voor EvA
Plan lokaal programmeren (inclusief prioriteitenlijst Liander)	Liander	Ambtelijk document, nog dynamisch	Het Plan lokaal programmeren Liander richt zich op het verbeteren van de netcapaciteit voor de energietransitie in Arnhem. De prioriteitenlijst toont welke buurten prioriteit hebben voor het plaatsen van trafo's. • Netbewust ontwikkelen: Focus op buurtaanpak voor de uitbreiding van het elektriciteitsnet, met doel van 40 middenspanningsruimtes per jaar en gezamenlijke identificatie van prioritaire buurten.•Samenwerking en afstemming: Coördinatie tussen verschillende initiatieven, zoals warmteoplossingen en elektrisch vervoer, en afstemming op netkwaliteit en netontwerpen per buurt. • Efficiëntie en urgentie: Tijdige netuitbreiding en focus op het voorkomen van inefficiënte tijdelijke oplossingen, met prioriteit voor urgente buurten.
Buurtaanpak Liander	Liander	Werkafspraken in de maak	Omdat Liander zo snel mogelijk aan de slag wil met de 'buurtaanpak', verkennen we in welke buurten we al met voldoende zekerheid aan de slag kunnen en hoe het energiesysteem er daar uit komt te zien. Het doel is om via de buurtaanpak circa 40 middenspanningsruimtes per jaar bij te plaatsen.
Routekaart schoon en emissieloos bouwen (SEB)	Gemeente	Vastgesteld door college 2024	• De Arnhemse routekaart 2024 en het convenant SEB hebben tot doel de uitstoot van kooldioxide, fijnstof en stikstofoxiden te verlagen. Met de routekaart wordt een meerjarenperspectief gegeven aan de aannemers die werken voor Arnhem. • Toont de minimale emissie-eisen voor mobiele werktuigen en logistiek in de bouw. Vanaf 2035 wordt voor bijna alle categorieën 100 procent zero-emissie geëist. Dit betekent een grote elektriciteitsvraag in de uitvoeringsfase (en een grotere vraag naar bouwaansluitingen en (mobiele) accusystemen).
Klimaatplan Arnhem (energiemanagementplan in het kader van de CO_2-prestatieladder)	Gemeente	Vastgesteld	• Onze uiteindelijke ambitie is een energie- en klimaatneutrale gemeentelijke organisatie. • Ambitie: in 2026 70 procent CO_2-reductie en in 2030 85 procent CO_2-reductie vergeleken met 2018.

Visie circulaire economie Arnhem	Gemeente	Vastgesteld	• Circulaire transitie door innovatie en samenwerking: bedrijven stimuleren om te innoveren en grondstoffen slim te gebruiken, gericht op een volledig circulaire economie in 2050. • Afvalreductie en hergebruik: nieuw grondstoffenverbruik vermijden door de levensduur van producten te verlengen en door efficiënt grondstoffenverbruik, hergebruik en recycling. De doelstelling is om restafval per inwoner in 2025 ruim onder de 100 kg te houden door verbeterde afvalscheiding en recycling. • Circulair inkoopbeleid en gemeentelijke rol: we passen het principe 'circulair tenzij' toe in gemeentelijke inkoop en aanbestedingen, met de gemeente als voorbeeld door eigen vastgoed circulair te verduurzamen en circulair te bouwen. • Slim ruimtegebruik en circulair bouwen: leegstaand vastgoed benutten voor transformatie en circulair bouwen binnen de bestaande stad, waardoor grondstoffenverbruik en de noodzaak voor nieuwe bouwlocaties geminimaliseerd worden.
Strategie klimaatadaptatie	Gemeente	Vastgesteld door raad 2021	• Klimaatbestendige stad ontwikkelen: verdichting combineren met klimaatadaptatie door 10 procent minder verharding te realiseren en meer groen en water toe te voegen. Bij nieuwbouw en renovaties de omgeving waterbestendig maken en openbare ruimte inrichten voor opvang van extreme regenval. • Weerbaarheid tegen klimaatverandering vergroten: Negatieve effecten van hitte, droogte en wateroverlast verminderen door gerichte ruimtelijke aanpassingen en slimme integratie van klimaatadaptieve maatregelen met andere stedelijke ambities zoals biodiversiteit en leefbaarheid. • Integraal en gebiedsgericht aanpakken: kwetsbaarheden in kaart brengen, risicodialogen voeren, koppelkansen benutten bij nieuwe ontwikkelingen. Werken met een uitvoeringsagenda en gebiedsgerichte strategieën om adaptieve maatregelen effectief te implementeren. • Samenwerking en bewustwording stimuleren: inwoners, Rijkswaterstaat, en waterschappen betrekken bij plannen om waterveiligheid te verbeteren en bewustwording te vergroten over de impact van klimaatverandering op de stad en haar bewoners.
Economische agenda 2021-2025	Gemeente	Vastgesteld door college 2022	• Grenzen en verantwoordelijkheden respecteren: economische groei ondersteunt maatschappelijke transities, respecteert planetaire grenzen en wordt bijgestuurd als deze grenzen worden overschreden. • Inclusieve werkgelegenheid en economische veerkracht: werkgelegenheid bevorderen via (om)scholing, met speciale aandacht voor kwetsbare groepen. Economisch herstel en groei stimuleren na de Covid-19-crisis door ondernemers te ondersteunen en sterke sectoren te versterken. • Klimaatneutraliteit en innovatie als motoren: de energietransitie en circulaire economie bieden kansen voor innovatie, nieuwe bedrijvigheid en werkgelegenheid. Investeer in research, startups, en cross-sectorale innovaties om economische en maatschappelijke uitdagingen aan te pakken. • Integrale en duurzame stedelijke ontwikkeling: economische groei combineren met duurzaamheidsdoelen en behoud van de groene omgeving. Ruimtelijke functies zoals wonen, werken en recreatie afstemmen in de Omgevingsvisie, met focus op innovatie en leefkwaliteit.

IHP Onderwijsinstellingen	Gemeente	Kader Raad 2024	• Duurzame kansen benutten: bij renovatie en nieuwbouw staan energie-efficiëntie, biodiversiteit, klimaatadaptatie en circulariteit centraal, met ambitieuze maar haalbare doelen. • Samenwerking en gedeelde verantwoordelijkheid: gemeente en schoolbesturen werken samen aan duurzame doelen en delen verantwoordelijkheden, inclusief financiële bijdragen voor verduurzamingsstappen zoals van BENG naar ENG. • Klimaatadaptatie en biodiversiteit integreren: projecten zijn gericht op hittestressreductie, waterbeheer, vergroening en natuurinclusief ontwerpen, met ruimte voor extra investeringen waar nodig. • Circulair bouwen met toekomstgericht ontwerp: schoolgebouwen voldoen aan strikte circulaire bouwnormen (MPG ≤ 0,5) en vrijwillige renovatiestandaarden (energielabel A+++), waarmee ze voorbereid zijn op toekomstige verplichtingen en langdurige duurzaamheidsprestaties garanderen.

Bijlage 3.

Bouwstenen Arnhemse energiesysteem



Onderstaande tabellen geven een overzicht van de bouwstenen voor energiebronnen en energieopslag. Groen (dat kan), oranje (ja, tenzij) en rood (dat past ons niet) geven de mate aan waarin deze bouwstenen passen bij onze waarden en ontwerpprincipes, op basis van de kennis van nu.

Energiebron	Installatie	Schaalniveau	Energiedrager	TRL[10]	Beschrijving	Toelichting
Aquathermie	Warmtepomp	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte	9: Technisch en commercieel gereed	Water via warmtewisselaar, waarbij warmte wordt onttrokken aan het rivierwater en overgedragen aan een warmtepomp. De warmtepomp verhoogt deze warmte naar een geschikt niveau voor gebouwverwarming of industriële processen. Het afgekoelde water wordt daarna teruggevoerd naar de rivier.	Bewezen techniek, in combinatie met Arnhemse ligging aan water
Bodem (gesloten systeem) geothermie	Verticale bodemlus + warmtepomp	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een vloeistof circuleert door buizen in de bodem (50/200 meter diep) en neemt daar warmte op (of geeft die af). De warmtepomp verhoogt de temperatuur voor verwarming of verlaagt deze voor koeling. Er is geen direct contact met grondwater.	Bewezen techniek, op veel plekken in Arnhem toepasbaar behalve bij leemlagen
Water IJssel	Waterkracht-centrale	middel (wijk, groot bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	De stroming van het rivierwater wordt gebruikt om turbines aan te drijven. Omdat de IJssel een relatief langzame stroming heeft, worden vaak speciale waterkrachtwerken nodig. Het is een kleinschalige oplossing en complex met het waterschap en Rijkwaterstaat.	Bewezen techniek, IJssel stroom snel genoeg
Geothermie (HT/MT)	Warmtewisselaar	middel (wijk, groot bedrijf)	Warmte	9: Technisch en commercieel gereed	Het onttrekken en opslaan van warmte een diepte van meer dan 500m. Warm water van 40–120 °C wordt omhoog gepompt via een productieput. Via een warmtewisselaar wordt de warmte overgedragen aan een warmtenet of industriële installatie.	Bewezen techniek, bodemonderzoek bij Elst laat potentiële bron zien (ca. 2500 Arnhemse woningen)
Water riolering, Riothermie (TEA)	Warmtepomp	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte	9: Technisch en commercieel gereed	Warmte onttrekken aan rioolwater. Het water stroomt langs een warmtewisselaar, waarbij warmte wordt onttrokken en overgedragen aan een warmtepompsysteem. De warmtepomp verhoogt de temperatuur om gebouwen of processen te verwarmen.	Bewezen techniek, geschikt voor kleinschalige toepassing op specifieke locaties.

10 Technology Readiness Level

Energiebron	Installatie	Schaalniveau	Energiedrager	TRL	Beschrijving	Toelichting
Wind	Windturbine	groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Zeer efficiënte manier om hernieuwbare energie op te wekken. Een nieuwe turbine levert 4-5 MW per jaar op.	Bewezen techniek, afhankelijk van landschappelijke inpassing.
Wind en zon	Windturbine voor verticale luchtstroom	groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Het gaat om hoge gebouwen én PV opwek met luchtkoeling, Ibis Powernest.	Bewezen techniek, aangetoond rendabel voor 10 hoogste gebouwen van Arnhem.
Zon	Zonnepaneel op overkapping; vaak parkeerplaats	groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een zonnepaneel zet zonlicht om in elektriciteit via het fotovoltaïsche effect. Het is een zeer efficiënte manier om hernieuwbare energie op te wekken. Een nieuw zonnepaneel levert 300-350 kWh per jaar op	Bewezen techniek, grootschalig toegepast en zeer efficient.
Zon	Zonnepaneel op dak	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een zonnepaneel zet zonlicht om in elektriciteit via het fotovoltaïsche effect. Een paneel op dak maakt multifunctioneel ruimtegebruik mogelijk. Een nieuw zonnepaneel levert 300-350 kWh per jaar op.	Bewezen techniek, grootschalig toegepast en zeer efficiënt.
Zonthermie	Zoncollector	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte	9: Technisch en commercieel gereed	Een PVT-zonneboiler combineert een zonnepaneel en een zonnecollector in één systeem. Het zonnepaneel wekt elektriciteit op uit zonlicht, terwijl de geïntegreerde zonnecollector warmte opvangt om. Het is nadeel is de lange terugverdientijd.	Bewezen kansrijk voor Arnhem, mogelijk in combinatie met PV.
Zon op gevel	Zonnepaneel op gevel	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een zonnepaneel zet zonlicht om in elektriciteit via het fotovoltaïsche effect. Een paneel op de gevel maakt multifunctioneel ruimtegebruik mogelijk. Een nieuw zonnepaneel levert 300-350 kWh per jaar op en is minder efficiënt dan een paneel op dak.	Bewezen techniek, hoge opbrengst en kansrijk voor hoogbouw.

Biomassa	Pyrolyse biomassa	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Biochar (vaste koolstof)	8: Product is compleet operationeel	Biomassa pyrolyse is een thermochemisch proces waarbij organisch materiaal wordt verhit zonder zuurstof. Hierdoor ontstaan bio-olie, synthetisch gas en biochar. Deze producten kunnen worden gebruikt als brandstof of grondstof voor industriële toepassingen. De meest geschikte toepassing is vlak bij een fabriek die vol/continue warmte kan afnemen. Bij dit proces komt geen CO_2 vrij.	Techniek in de praktijk toegepast in o.a. Duitsland en Scandinavië, kansrijk alternatief voor grote gasverbruikers.
Water Riool-waterzuivering-installatie (TEA)	Warmtepomp	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude Elektriciteit	8: Product is compleet operationeel	Bij rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) wordt relatief warm afvalwater gebruikt als warmtebron. Het water stroomt langs een warmtewisselaar, waarbij warmte wordt onttrokken en overgedragen aan een warmtepompsysteem. De warmtepomp verhoogt de temperatuur om gebouwen of processen te verwarmen.	Techniek in de praktijk toegepast, grootschalige bron. Arnhem heeft twee grote RWZI's vlak bij de stad.
Zonthermie	Zoncollector Asfalt gravel sportvelden (T) Warmtewisselaar/ warmtepomp	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte	8: Product is compleet operationeel	Sportveld functioneert als grote zonnecollector. Onder het veld worden buizen met vloeistof (zoals water of glycol) aangelegd. Overdag warmt de zon het veld op, en de vloeistof op. De opgevangen warmte wordt vervolgens opgeslagen in een bodemopslagsysteem of buffervat en later gebruikt voor bijvoorbeeld gebouwverwarming of warm tapwater. Eventueel i.c.m. een warmtepomp om de temperatuur op te waarderen.	Techniek in de praktijk toegepast, bewezen kansrijk voor Arnhem.
Biomassa	Vergisting	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Groen gas	9: Technisch en commercieel gereed	Biomassa vergisting is een proces waarbij organisch materiaal, zoals mest of gft-afval, in afwezigheid van zuurstof wordt afgebroken door micro-organismen. Hierbij ontstaat biogas, dat gebruikt kan worden als duurzame energiebron. Het restproduct, digestaat, kan dienen als meststof. Als biogas lokaal wordt gemaakt van herbruikbare grondstoffen, afkomstig uit lokale afvalstromen is het een circulair onderdeel van het Arnhemse energiesysteem. Biogas dat niet voldoet aan deze duurzaamheidscriteria wordt niet ingezet in het toekomstbestendige energiesysteem.	Bewezen techniek, kan een duurzaam alternatief zijn voor aardgas mits aan duurzaamheidsvoorwaarden wordt voldaan en het voldoende beschikbaar komt.

Lucht	Warmtepomp buitenlucht	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een luchtwarmtepomp haalt warmte uit de buitenlucht, zelfs bij lage temperaturen. De warmtepomp verhoogt de temperatuur voor verwarming of verlaagt deze voor koeling.	Bewezen techniek, kan duurzaam alternatief zijn mits gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare elektriciteit en rekening wordt gehouden met piekgebruik.
Restwarmte (HT/MT)	Warmtewisselaar	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte	9: Technisch en commercieel gereed	HT en MT restwarmte, bijvoorbeeld vanuit zware industrie, kan direct gebruikt worden in een warmtenet, zonder opwaardering. Via een warmtewisselaar wordt de restwarmte overgebracht op een warmtenet.	Bewezen techniek, kan duurzaam alternatief zijn mits afkomstig uit duurzame restwarmtebronnen.
Wind	Urban wind (kleine windmolen	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Kleine windturbines op daken van gebouwen. Arnhem is een windarme stad, kleine turbines zijn relatief duur. Wind op dakhoogte is veel zwakker dan op grote hoogte.	Bewezen techniek, kostbaar voor Arnhem vanwege weinig productiepotentieel.
Zon op land	Zonnepaneel op land (vaak zonneveld)	Goot (regio, stad, bedrijventerrein)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een zonnepaneel zet zonlicht om in elektriciteit via het fotovoltaïsche effect. Het is een zeer efficiënte manier om hernieuwbare energie op te wekken. Een nieuw zonnepaneel levert 300-350 kWh per jaar op	Bewezen techniek, inefficiënt grondgebruik. Interessant bij meervoudig grondgebruik.
Zon/Wind	Airconditioner	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een airconditioner onttrekt warmte uit de binnenvlucht en voert deze naar buiten af. Een airconditioner verbruikt veel elektriciteit en is daarom geen wenselijke optie voor koeling.	Bewezen techniek, mits gebruik gemaakt van hernieuwbare elektriciteit en rekening wordt gehouden met piekgebruik.
Zon/Wind + Biomassa	Kraken van groen gas om waterstof te maken.	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Groene/blauwe Waterstof	7: Technisch en commercieel gereed	Het kraken van groen gas (biogas of methaan) is een proces waarbij methaan (CH_4) wordt gesplitst in waterstof (H_2) en koolstof (C) of CO_2. Wanneer het een zuurstofvrije verbranding is komt er geen CO_2 vrij.	Techniek nog in ontwikkeling, kan interessant zijn als lokaal circulair product.
Bodem (gesloten systeem)	Horizontale bodemlussen + warmtepomp	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een vloeistof circuleert door buizen in de bodem (1,5 meter diep) en neemt daar warmte op (of geeft die af). De warmtepomp verhoogt de temperatuur voor verwarming of verlaagt deze voor koeling. Er is geen direct contact met grondwater.	Bewezen techniek, vanwege horizontale bodemlussen grootruimtebeslag.

Houtige biomassa verbranding	Klein (pelletkachel) of groot (centrale)	Klein of groot	Stoom, Warmte en elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Vorm van energie door verbranding van hout c.q. houtachtige materialen. Wordt soms hernieuwbaar genoemd aangezien hout een natuurlijk product is. Kan klein- en grootschalig worden ingezet.	Bewezen techniek, voor grootschalige toepassing hout nodig en stoot vervuilende en ongezonde emissies uit op locatie.
Kernsplijting	Kerncentrale	Groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een kerncentrale wekt elektriciteit op via kernsplijting: in de reactor worden uraniumatomen gesplitst, wat veel warmte oplevert, die stoom opwekt om een turbine en generator aan te drijven	Bewezen techniek, niet duurzaam, schaarste grondstoffen nodig en schadelijk afval.
Zon/Wind	Elektrische CV ketel	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een elektrische cv-ketel verwarmt water door elektrische weerstandselementen die warmte produceren wanneer er stroom doorheen loopt.	Bewezen techniek, hoge elektriciteitsvraag.
Water Rijn	Waterkracht-centrale	middel (wijk, groot bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	De stroming van het rivierwater wordt gebruikt om turbines aan te drijven. Omdat de IJssel een relatief langzame stroming heeft, worden vaak speciale waterkrachtwerken nodig. Het is een kleinschalige oplossing en complex met het waterschap en Rijkwaterstaat.	Bewezen techniek, Rijn stroomt niet snel genoeg
Mechanische druk	Piezo element	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	7: Technisch en commercieel gereed	Elektriciteitsopwekking door mechanische druk (wegdek, voetpaden). Deze opwekmethode is getest, maar is duur en ultra-kleinschalig.	Techniek in ontwikkeling, vooralsnog klein potentieel.
Kernsplijting	Kleine kerncentrale (SMR)	Groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Elektriciteit	6: Demonstratie prototype in operationele omgeving	Een SMR (Small Modular Reactor) is een compacte kernreactor die werkt volgens hetzelfde principe als grote kerncentrales: splijting van uranium levert warmte, die stoom opwekt om een turbine en generator aan te drijven.	Techniek nog in vroeg fase, niet duurzaam, schaarste grondstoffen nodig en schadelijk afval.
Water riolering	Waterturbine	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	6: Demonstratie prototype in operationele omgeving	Kleine waterturbines op plekken waar veel rioolwater bergafwaarts stroomt. Wordt nog nergens in Nederland gedaan.	Techniek nog in vroege fase. Kent hoge kosten en nog niet toegepast.

Energieketen: Opslag

Techniek	Opslagtermijn	Schaalniveau	Energiedrager	TRL	Beschrijving	Toelichting
Batterij Li-Ion	Uren tot dagen	Klein (buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Elektriciteitsopslag in een Li-ion batterij. Geschikt voor korte termijn opslag en snelle netbalancering. Voor opslag van dagen, weken, of maanden zijn li-ion batterijen minder geschikt, i.v.m. de kosten en de kort cyclische opslagmogelijkheid.	Bewezen techniek, noodzakelijk voor korte termijn opslag. Bewuste inkoop met oog voor productie en grondstoffengebruik.
Warm water tank groot (TTES)	Uren, dagen, maanden	Klein (buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude	9: Technisch en commercieel gereed	Warmteopslag in een grote, goed geïsoleerde tank. De temperatuur van het water kan variëren van 30 tot 90 graden Celsius. Bij seizoensopslag zijn het vaak ondergrondse tanks. Als er behoefte is aan warmte, kan het water via een warmtenet naar woningen worden gepompt. Nadeel, het neemt veel ruimte in beslag (lage energiedichtheid).	Bewezen techniek, benodigde ruimte belangrijk aandachtspunt.
Warm water tank klein (TTES)	Uren, dagen, maanden	Klein (buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude	9: Technisch en commercieel gereed	Warmteopslag in een kleine goed geïsoleerde tank. De temperatuur van het water kan variëren van 30 tot 90 graden Celsius. Bij seizoensopslag zijn het vaak ondergrondse tanks. Als er behoefte is aan warmte, kan het water naar de woning worden gepompt. Nadeel, het neemt veel ruimte in beslag (lage energiedichtheid)	Bewezen techniek, benodigde ruimte belangrijk aandachtspunt.
WKO met een open systeem **Winning en infiltratiebronnen + warmtepomp**	Maanden	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Grondwater wordt uit een bron opgepompt en gebruikt om warmte of koude uit te wisselen via een warmtepomp. Daarna wordt het water terug in de bodem gebracht via een retourbron. Het systeem maakt direct gebruik van de temperatuur van het grondwater.	Bewezen techniek, kan grootschalig in Arnhem worden toegepast met uitzondering van gebieden met leemlaag.
Elektrolyse waterstof	Maanden	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Groene waterstof	8: Technisch en commercieel gereed	Elektrolyse van water splitst water (H_2O) in waterstof (H_2) en zuurstof (O_2) met behulp van elektriciteit. Waterstof is enkel een energiedrager, je hebt elektriciteit (van zon of wind) nodig om waterstof te kunnen maken.	Techniek in de praktijk toegepast, heeft markt nodig om rendabel te zijn.

Faseovergang (PCM)	Maanden	Klein (buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude	8: Demonstratie prototype in testomgeving	PCM opslag maakt gebruik van de energie die opgeslagen zit in de vast-vloeibaar fase overgang. De PCM-technologie wordt nog niet op grote schaal commercieel toegepast. Je kunt warmte of koude voor enkele uren tot dagen opslaan.	Techniek in de praktijk toegepast. Heeft specifieke ruimte nodig.
Vliegwiel	Uren, dagen	Klein	Elektriciteit	8: Product is compleet operationeel	Vliegwiel slaat elektriciteit op in kinetische elektriciteit door roterende massa, en kan makkelijk worden ontladen door vliegwiel af te remmen. Techniek geschikt voor piekverbruik op specifieke locaties, zoals een bouwplaats.	Techniek in de praktijk toegepast, alleen voor specifieke toepassingen.
Vaste stof, gesteente of metaal (ETES)	Weken	Klein (buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude	7: Demonstratie prototype in testomgeving	Elektrische energie wordt omgezet in warmte en opgeslagen in een vaste stof, zoals steen, zand, beton of keramiek. Kan dagen tot weken energie opslaan, CESAR is een bekend voorbeeld. Een nadeel is dat het veel ruimte vraagt, evt. kan het ook ondergronds.	Techniek nog in ontwikkeling, zeer interessant voor seizoensopslag van warmte mits voldoende ruimte beschikbaar is.
Thermo-chemische materialen (TCM)	Weken	Klein (buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude	6: Demonstratie prototype in testomgeving	Opslag via chemische reacties die warmte opslaan en later vrijgeven, bijvoorbeeld opslag in zoutkristallen. Is nog niet verder dan pilot fase, er zijn nog geen commerciële projecten.	Techniek nog in vroege fase.
Waterstof (onder druk of vloeibaar)	Maanden	Elk schaalniveau	Moleculen	6: Demonstratie prototype in testomgeving	Waterstof kan worden opgeslagen als gas onder hoge druk, in vloeibare vorm bij zeer lage temperaturen.	Techniek nog in vroege fase. Waterstof opslag is te duur voor seizoensopslag, vereist veel ruimte, niet verder dan demonstratie projecten.
E-boiler	Dagen	Klein (woning, buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Een e-boiler verwarmt water direct met behulp van elektrische weerstandselementen binnenin het boilervat. Er zijn twee soorten e-boilers: heet water en stoom boilers. De boilers zijn flexibel inzetbaar en een mogelijkheid voor mitigatie in netcongestie.	Bewezen techniek, vraag gebruik van hernieuwbare elektriciteit en netbewuste inzet i.v.m. piekvraag.
Druklucht (CAES)	Maanden	Groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Moleculen/ Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Compressed Air Energy Storage (CAES) is een technologie waarbij elektrische energie wordt opgeslagen door lucht samen te persen en deze onder hoge druk op te slaan in ondergrondse cavernes, lege gasvelden of andere drukvaste reservoirs. Arnhem heeft geen geschikte locaties (bijv. zoutcavernes hiervoor).	Bewezen techniek, geen zoutcavernes en grotten in Arnhem die geschikt zijn.

Steentoren	Uren, dagen	Klein (buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	9: Technisch en commercieel gereed	Elektriciteit opslaan door massa omhoog te takelen en wanneer nodig door zakken en weer terug te geven. Er zijn enkel pilot installaties, het systeem lijkt te kostbaar.	Bewezen techniek, te veel ruimte nodig die niet beschikbaar is.
Stuwmeren/ valmeren (PHES)	Maanden	Groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Moleculen	9: Technisch en commercieel gereed	Elektriciteit opslaan door water omhoog te pompen en indien nodig weer naar beneden te laten stromen. Arnhem heeft onvoldoende hoogteverschil en onvoldoende ruimte voor reservoirs. Een valmeer aanleggen is ook niet rendabel (vergt tientallen km2).	Bewezen techniek, te weinig hoogteverschil in Arnhem.
Kuil thermische opslag (PTES)	Maanden	Klein (buurt, klein bedrijf)	Warmte/koude	7: Demonstratie prototype in operationele omgeving	Opslag van warmte in grote gegraven kuilen, die met water worden gevuld; dit wordt in Denemarken op verschillende plekken succesvol. Het vergt echter veel ruimte en kan alleen i.c.m. lage afgifte temperatuur in de woning.	Techniek nog in ontwikkeling. Te veel ruimte vraag voor Arnhem.
Vleibare luchtopslag (LAES)	Maanden	Groot (regio, stad, bedrijventerrein)	Moleculen	7: Demonstratie prototype in operationele omgeving	Liquid Air Energy Storage (LAES) is een technologie waarbij lucht wordt samengeperst en sterk afgekoeld tot een vloeibare toestand (rond –196 °C). Deze vloeibare lucht wordt opgeslagen in goed geïsoleerde tanks. Wanneer energie nodig is, wordt de vloeibare lucht weer verdampt en verwarmd, waarbij het sterk uitzet en onder hoge druk komt. Deze hoge druk drijft vervolgens een turbine aan die elektriciteit opwekt.	Techniek nog in ontwikkeling. Allen kosteneffectief op nationale schaal.
Batterij Redox flow	Uren, dagen	Klein (buurt, klein bedrijf)	Elektriciteit	6: Demonstratie prototype in testomgeving	Een Redox flow batterij is een type batterij waarbij de energie wordt opgeslagen in vloeibare elektrolytoplossingen die door een elektrochemische cel worden gepompt. Voordeel, deze batterij is snel en flexibel in te zetten, bijvoorbeeld voor netbalancering. Daarnaast is deze minder brandbaar dan een Li-ion batterij. Nadeel is, de batterij neemt veel ruimte in (lage energiedichtheid), is duur, en heeft een lagere efficiëntie dan een li-ion batterij.	Techniek nog in vroege fase.
Gesmolten zout/ thermochemisch materiaal (TCM)	Maanden	Elk schaalniveau	Moleculen/ Warmte	6: Demonstratie prototype in testomgeving	Opslag van thermische energie in gesmolten zout bij hoge temperaturen. Geschikt voor seizoensopslag	Techniek nog in vroege fase.

Bijlage 4.

Verklarende woordenlijst



Buurt
Gebiedsniveau waarop we de energietransitie met bewoners en bedrijven vormgegeven. Dit kan afwijken van de CBS-indeling. Ook werklocaties zijn onderdeel van buurten.

Conversie
Het omzetten van energie van de ene vorm naar de andere, zoals elektriciteit naar warmte met een warmtepomp.

Conversieverlies
Energieverlies dat optreedt bij conversie, bijvoorbeeld wanneer elektriciteit wordt omgezet naar warmte of opgeslagen in batterijen.

Energiecultuur
De manier waarop overheden, netbeheerders, bedrijven, bewoners, energieproducenten en andere stakeholders samen werken aan het energiesysteem van de toekomst.

Energiegebied
Een of meerdere buurten met vergelijkbare energiekenmerken waar passende energieoplossingen samenkomen in één aanpak.

Energie-infrastructuur
Fysieke netwerken zoals elektriciteitskabels, warmtenetten, gasleidingen, transformatorstations, opslagvoorzieningen en laadinfrastructuur.

Energiesysteem
Het geheel van opwek, vraag, infrastructuur, opslag, conversie en gebruik van energie in verschillende vormen (elektriciteit, warmte, waterstof, etc.).

Energietransitie
De overstap van fossiele naar duurzame energiebronnen, met als doel een schoon, betrouwbaar en eerlijk energiesysteem.

Handelingsperspectief
Concrete mogelijkheden voor bewoners, bedrijven of gemeente om bij te dragen aan en te handelen binnen de energietransitie.

Klimaatadaptatie
Aanpassingen aan de leefomgeving om de gevolgen van klimaatverandering (zoals hitte, droogte, wateroverlast) op te vangen.

Milieueffectrapportage (MER)
Onderzoek naar de milieueffecten van plannen of projecten, als basis voor besluitvorming.

Netcongestie
Situatie waarin er onvoldoende capaciteit is op het elektriciteitsnet om vraag of aanbod van stroom te transporteren.

Ontwerpprincipe
Een leidend uitgangspunt voor het vormgeven van het energiesysteem, gebaseerd op waarden zoals efficiëntie of lokale opwek.

Plan-MER-plichtig
Een plan waarvoor wettelijk verplicht is om een milieueffectrapport (plan-MER) op te stellen vanwege de verwachte impact.

PV-opwek
Opwek van elektriciteit via zonnepanelen (PV = photovoltaïc).

Stakeholder
Iedereen die betrokken is bij of invloed ondervindt van de energietransitie, zoals bewoners, bedrijven, netbeheerders of overheden.

Startup
Een jonge, innovatieve onderneming met groeipotentie, vaak actief in nieuwe technologie of markten, zoals duurzame energie.

Bijna Energieneutraal Gebouw (BENG)
Bouweisen voor nieuwbouw waarbij gebouwen zeer weinig energie gebruiken en een deel van hun energie zelf opwekken.

Energieneutraal Gebouw (ENG)
Gebouw dat over een jaar gemeten net zoveel (duurzame) energie opwekt als het verbruikt.

Milieuprestatie Gebouwen (MPG)
Maatstaf die de milieubelasting van materialen in een gebouw over de hele levensduur meet.

Werklocatie
Gebieden in de stad waar bedrijven zijn gevestigd, zoals bedrijventerreinen of kantoorlocaties.