



PLANNING VAN LOKALE  
WARMTEVOORZIENING

# WHITEPAPER



**LINEAR**

THE BIM ENGINEERING SOFTWARE



**REHAU**

Water  
Technologies



# GEMEENTELIJKE LOKALE WARMTENETTEN OM DE WARMTEVOORZIENING KOOLSTOFVRIJ TE MAKEN



## Auteur

**Olaf Kruse**

Senior  
Product Engineer &  
Project Manager Local  
Heating  
REHAU Industries  
SE & Co. KG, Erlangen

**Gemeentelijke (lokale) verwarmingsnetwerken spelen een belangrijke rol in het streefscenario voor een koolstofarme warmtevoorziening. Warmte uit verschillende regionaal beschikbare hernieuwbare energiebronnen kan in veel gevallen kosteneffectiever worden geleverd door middel van warmtenetten - in tegenstelling tot de levering van warmte aan individuele gebouwen. Gemeentelijke warmteplanning is het centrale instrument voor het bepalen van het concrete potentieel voor warmtenetgeschiktheidsgebieden op het niveau van steden en gemeenten.**

### **Het koolstofvrij maken van de warmtevoorziening**

In vergelijking met de elektriciteitsvoorziening is de druk om actie te ondernemen in de verwarmingssector veel groter, aange-

zien meer dan 80 % van de warmtevoorziening in Duitsland momenteel nog gebaseerd is op fossiele brandstoffen (1). De focus ligt hier op bestaande gebouwen. De gemeentelijke warmteplanning („Kom-munale Wärmeplanung“ KWP) is het centrale instrument voor het identificeren van lokaal beschikbare hernieuwbare energiebronnen („Erneuerbare Energien“ EE) voor mogelijk (centraal) gebruik en voor het ontwikkelen van een warmtetransitiestrategie met een specifieke catalogus van maatregelen. Als gevolg van het KWP kunnen geschiktheidsgebieden voor warmtenetten worden gelokaliseerd, evenals gebieden waarvoor een individuele gebouwvoorziening op basis van hernieuwbare energiebronnen zinvol is. De federale wet op het KWP is van kracht sinds januari 2024. Gemeentelijke verwarmingsplannen moeten medio 2028 beschikbaar zijn voor alle ge-

meenten in Duitsland en medio 2026 voor gemeenten met meer dan 100.000 inwoners (2). Voorbeeld Noordrijn-Westfalen: Hier wordt de uitvoering geflankeerd door een deelstaatwet die eind 2024 wordt aangenomen en die wordt gesteund door een brede politieke basis. Vergeleken met alle andere deelstaten is het aandeel gemeenten dat het KWP-proces heeft opgestart met meer dan 70% het hoogst (3).

**Goede redenen voor warmtenetten**

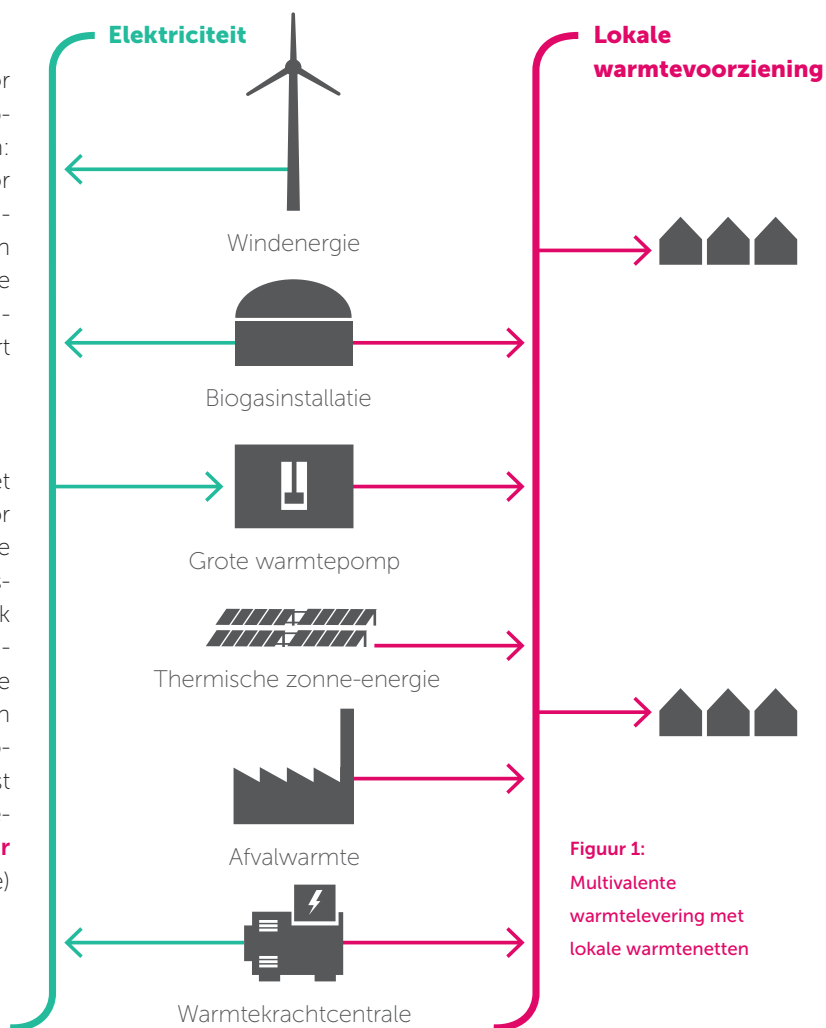
Warmtepompen zullen in de toekomst het dominante verwarmingssysteem zijn voor individuele gebouwen. In dichtbebouwde gebieden bieden gecombineerde oplossingen met verwarmingsnetwerken vaak voordelen. Hernieuwbare energiebronnen zoals rivierwarmte of onvermijdelijke afvalwarmte van handel en industrie en thermische zonne-energie kunnen economisch worden benut. In de toekomst zullen grote warmtepompen hier de belangrijkste warmteopwekkers zijn (Figuur 1). Daarnaast biedt het gebruik van (vaste) biomassa regionaal potentieel.

**Financieringsprogramma's voor de aanleg en uitbreiding van verwarmingsnetwerken**

De aanleg en uitbreiding van een infrastructuur voor verwarmingsnetwerken gaat gepaard met hoge investeringen. Op federaal niveau zijn er drie relevante financieringsprogramma's voor financiële ondersteuning.

- a) KWKG**  
(„Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz“)  
Wet warmtekrachtkoppeling
- b) BEW**  
(„Bundesförderung effiziente Wärmenetze“)  
Federaal subsidieprogramma voor efficiënte verwarmingsnetwerken
- c) BEG**  
(„Bundesförderung für effiziente Gebäude“)

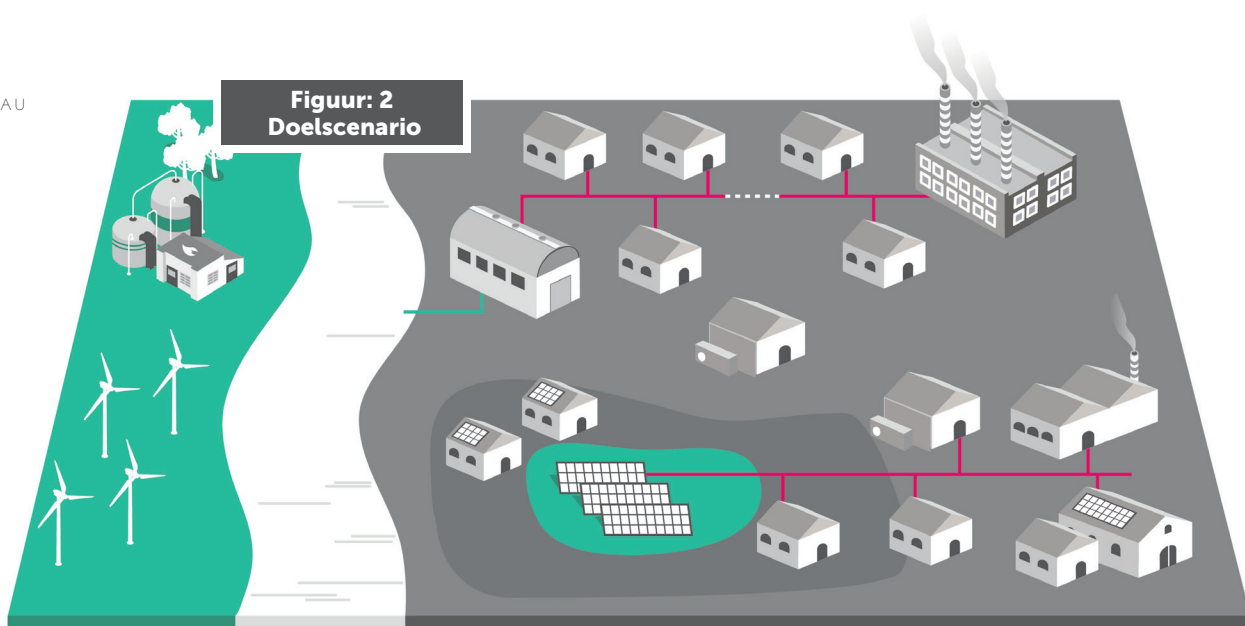
Federale subsidie voor efficiënte gebouwen Betrouwbare randvoorwaarden zijn essentieel om dit doel te bereiken. Dit omvat in het bijzonder voldoende financiering voor de federale subsidiëring van efficiënte verwarmingsnetwerken („Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ BEW) die onafhankelijk is van de federale



begroting. In de nieuwe zittingsperiode moeten politici actie ondernemen.

**De golf van uitbreiding komt**

Op basis van het KWP kan worden verwacht dat in veel steden en gemeenten nieuwe verwarmingsnetten zullen worden aangelegd of bestaande netten zullen worden uitgebreid. De eerste verwarmingsplannen die al in 2024 klaar waren, wijzen op dit potentieel. Neem bijvoorbeeld Eschwege in Noord-Hessen: De resultaten van de KWP zijn sinds april 2024 beschikbaar voor de kleine stad met ongeveer 20.000 inwoners in het district Werra-Meißner (4). Volgens het streefscenario voor de warmtevoorziening in 2045 zou 38 % van de warmtebehoefte van de stad kunnen worden gedekt door een nieuw verwarmingsnet, dat in wezen zou worden gevoed door een grote warmtepomp met groene warmte (Figuur 2). 50 % zou dan decentraal worden geleverd door lucht/water-warmtepompen, 2 % door grond/water-warmtepompen en



**Figuur 2: Doelscenario**

**Figuur 2: Doelscenario** voor warmteplanning in Eschwege met centrale rivierwaterwarmtepomp (Bron: Stadtwerke Eschwege GmbH (om redactionele redenen aangepaste kleuren))

**Figuur 3: Zelfcompensatie** voor PMR, d.w.z. er zijn geen maatregelen nodig zoals uitzettingsbogen/-pads (bron: REHAU)

**Figuur 4: PMR huisaansluiting: maximale flexibiliteit**, bijv. bij het overbruggen van het horizontale verschil tussen de T-tak en de huisgang zonder vormdelen (Bron: REHAU)

**Figuur 5: KMR enkele beschermingslang** Gebruik van passtukken met in totaal 2 x 4 lasnaden om een verticale offset te overbruggen (Bron: REHAU)

**Figuur 6: Dubbele PMR-kabel met T-vertakking en eenvoudige verbindings-techniek door persen in plaats van lassen met een hoog veiligheidsniveau** dankzij visuele inspectie (bron: REHAU)

de rest door houtpelletketels in combinatie met thermische zonne-energie. Ter vergelijking: op basis van de bestaande gasnetstructuur wordt de eindvraag naar energie in Eschwege nog steeds voor ongeveer 80 % gedekt door fossiele brandstoffen op basis van aardgas. Volgens het KWP liggen de economisch concurrerende warmteproductiekosten voor de uitbreidingsgebieden van het warmtenet tussen € 140 en € 149/MWh (netto met subsidie). Rekening houdend met de BEG-subsidie liggen de kosten voor decentrale levering aan kleine individuele gebouwen met een verwarmingsvermogen van 10 kW tussen € 210 en € 250/MWh (netto met subsidie). Het voorbeeld van Eschwege toont dus op indrukwekkende wijze het technische en economische potentieel voor de uitbreiding van gemeentelijke lokale warmtenetten.

### Uitdagingen en verantwoordelijkheid

De transformatie van de warmtevoorziening naar klimaatneutraliteit is een taak voor generaties. De verantwoordelijkheid voor de uitvoering ligt bij de steden en gemeenten, op basis van de Warmteplanwet. Het succes hangt onder andere af van het verstrekken van voldoende middelen en het betrekken van de bevolking door middel van goede communicatie, public relations en transparantie. Zonder acceptatie zal er geen succesvolle implementatie zijn. Voor de aanleg van gemeentelijke lokale warmtenetten zijn de lokale gemeentelijke nutsbedrijven en andere energieleveranciers en aannemers verantwoordelijk. Hier ligt de expertise of moet deze verder worden ontwikkeld. Daarnaast is er veel technische expertise nodig voor planning en capaciteit op het gebied van civiele techniek en de aanleg van pijpleidingen om de ver-

warmingsinfrastructuur aan te leggen en uit te breiden. Het alomtegenwoordige tekort aan geschoolde arbeidskrachten, zowel op gemeentelijk niveau als bij gemeentelijke nutsbedrijven en technische dienstverleners, vormt een belemmering. Er is veel vraag naar maatregelen die het proces kunnen vereenvoudigen of versnellen.

### Mogelijkheden voor versnelde netwerkuitbreiding

Er is geen alternatief voor de aanleg en uitbreiding van verwarmingsnetwerken met kunststofommantelde buizen („Kunststoffmantelrohrleitungen“ KMR), d.w.z. met starre stalen mediabuizen, voor grote transport- en hoofddistributieleidingen vanwege de vereiste transportcapaciteit (buisdoorsneden) en de soms hoge temperatuur- en drukeisen in de toevoernetwerken. Daarbuiten, waar de technische vereisten het toelaten, is echter openheid voor nieuwe of alternatieve technische oplossingen vereist.

Voor de operationele uitvoering is het een absolute winst als extra (nieuwe) capaciteiten kunnen worden opgenomen op basis van het gebruik van flexibele polymeerleidingsystemen („polymer Rohrsysteme“ PMR). Dit geldt bijvoorbeeld voor civieltechnische bedrijven zonder speciale kennis van KMR-constructie (bijv. vereiste expertise en certificeringen voor staallassen) of medewerkers van gemeentelijke nutsbedrijven. De voordelen van PMR beginnen met het planningproces, dat eenvoudiger en sneller is. Dankzij de zelfcompenserende aard van het leidingwerk zijn er geen statische leidingen of expansiebochten nodig (Fig. 3). De flexibiliteit van de kunststof buizen die

Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



als ringbundels verkrijgbaar zijn, kan in het tracé worden benut, bijvoorbeeld bij het omzeilen van obstakels zoals rioolbuizen of mangaten (Fig. 4). Bij harde stalen buizen daarentegen zijn speciaal vervaardigde passtukken nodig, bijvoorbeeld bij een verticale verspringing in het tracé, die een kostenverhogend effect hebben (Fig. 5).

In PMR wordt een dubbele buis tot en met afmeting d63/202 (specificatie met versterkte isolatie) veel gebruikt als flexibel systeem met een standaard ringleidinglengte tot 75 meter. Dubbele leidingen verdienen de voorkeur, vooral in het netwerkgebruik, vanwege de gemiddeld ongeveer 1/3 lagere warmteverliezen in vergelijking met enkele leidingen. In KMR domineren over het algemeen systemen met enkele buizen. De constructie van dubbele leidingssystemen is zeer uitdagend in termen van structurele realisatie, onder andere met betrekking tot de productie van de lasnaden bij de verbindingen. Omgekeerd: Als er sprake is van een mogelijke verandering in technologie van KMR enkelbuizen naar PMR dubbelbuizen, wordt het kostenvoordeel ook gecombineerd met een efficiencyvoordeel door een vermindering van de warmteverliezen. Bij het maken van een vergelijking is het belangrijk op te merken dat het kostenvoordeel van PMR ten opzichte van KMR niet (in de eerste plaats) wordt bereikt door de veronderstelde besparing op materiaalkosten. De kostenreductie vloeit veeleer voort uit de totale overweging en opname van het verschillende aantal componenten en de inspanning die gemoeid is met de noodzakelijke verwerkingsstappen en, in het bijzonder, de extra besparingen in civiele techniek.

De verbindingstechnologie die bij PMR wordt gebruikt, een schuifhulpsysteem, is eenvoudig te verwerken, uiterst robuust en vooral veilig (Fig. 6). Het komt

erop neer dat een PMR-netwerk(sectie) aanzienlijk sneller kan worden gerealiseerd. **Tussentijdse conclusie:** indien technisch geschikt en met herkenbare economische voordelen, moeten PMR-systemen en de combinatie van KMR + PMR in de toekomst consequent worden gebruikt, d.w.z. het beste van twee werelden. Met betrekking tot specifieke projecten moet een fundamenteel onderscheid worden gemaakt tussen drie categorieën:

**a) Geïsoleerde netwerken**

Uit de eerste voltooide gemeentelijke verwarmingsplannen blijkt dat ook buiten de grotere stedelijke (deel)netwerken geschiktheidsgebieden voor gedecentraliseerde verwarmingsnetwerken (wijken) worden aangewezen, waar flexibele polymeerleidingsystemen kunnen worden gebruikt vanwege de omvang en het totale verwarmingsvermogen (en de daaruit afgeleide vereiste leidingdoorsneden) en de maximale temperatuur- en drukeisen. Polymeerleidingsystemen worden al op grote schaal en met succes geïnstalleerd in nieuwbouwwijken en hebben in de praktijk hun waarde bewezen door kostenbesparingen en aanzienlijk kortere bouw tijden (5, 6).

Fig. 6



**Figuur 7: Vereenvoudigd schematisch diagram van primair/secundair netwerk met voorbeeldparameters voor warmtelevering in bestaande gebouwen**

Positionering | Basisprincipes | Voordelen  
**Wat is een secundair netwerk?**

Olaf Kruse | REHAU  
Industries SE & Co. KG | 13.02.2025

... de hydraulische ontkoppeling van een PMR-netwerk, bijvoorbeeld door middel van een warmtewisselaar ... indien het primaire netwerk gekenmerkt wordt door hoge drukken/temperaturen en het gebruik van PMR in het primaire netwerk niet toelaat.

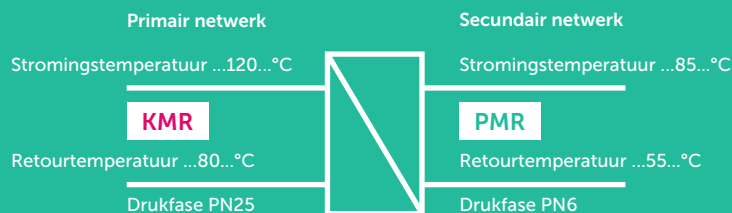


Fig. 7



Fig. 8

**b) Secundaire netten**

Hydraulische ontkoppeling maakt een verlaging van de netwerktemperaturen en -drukniveaus mogelijk als voorwaarde voor een materiaalomschakeling van KMR naar PMR in het secundaire net (Fig. 7).

Voor al waar stadsverwarmingsnetwerken al bestaan en worden uitgebreid, bieden secundaire PMR-netwerken een aanzienlijk potentieel om de kosten te verlagen en de implementatie te versnellen.

**c) Hybride netten**

Als wordt voldaan aan de technische eisen voor het totale netwerk in kwestie met betrekking tot maximale bedrijfstemperatuur en drukkiveau, kan een hybride net worden gecreëerd. Het ontwerp van de PMR-component is niet beperkt tot de huisaansluitleidingen, maar omvat over het algemeen ook de subdistributie, bijv. in afzonderlijke wegvakken. Welke maximumafmeting economisch voordelig is voor PMR in vergelijking met KMR hangt af van talrijke randvoorwaarden. In individuele gevallen hebben grote PMR buisafmetingen ook de voorkeur als het traject bijvoorbeeld langere trajecten heeft met veel richtingsveranderingen en mogelijk verticale sprongen, waarvoor bij KMR een groot aantal vormdelen en passtukken no-

dig zou zijn. De overgang van KMR naar PMR kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door middel van een parallelle aftakking met universeel lasbare overgangsfittingen, die aan één kant met de polymeerbuizen worden geperst.

**Praktijkvoorbeelden van hybride en secundaire netten**

Hybride netten en secundaire netten zijn geen nieuwe uitvinding. Er zijn al tal van succesvol uitgevoerde projecten die een voorbeeld kunnen zijn voor de toekomst. SOLARCOMPLEX AG heeft bijvoorbeeld goede ervaringen met verschillende hybride netten die in de afgelopen 10 jaar gepland en gebouwd zijn in de regio van het Bodenmeer en in het zuidelijke Zwarte Woud. Andere projecten waarbij het polymeerbuissysteem RAUTHERMEX van REHAU werd gebruikt in combinatie met KMR zijn onder andere die in Sebnitz bij Dresden en Herbrechtingen/Baden-Württemberg.

In Adelsdorf, een gemeente met ongeveer 9.500 inwoners 40 kilometer ten noordwesten van Neurenberg, wordt de klimaatbescherming met grote inzet bevorderd door de aanleg en uitbreiding van een hybride netwerk (Fig. 8 und 9). EDe eerste ervaring met netgekoppelde



Fig. 9

**Figuur 8:** Hoofdweg KMR in Adelsdorf (Bron: REHAU)

**Figuur 9:** Overgang van KMR naar PMR in Adelsdorf (Bron: Gemeentelijke nutsbedrijven Adelsdorf)

**Figuur 10:** Bouwschema voor het gemeentelijke verwarmingsnet van Adelsdorf 2025 tot 2030 (Bron: Gemeentewerken Adelsdorf)

**Figuur 11:** Secundair net B-Plan 39 van SWS Energie in Stralsund (Bron: REHAU)

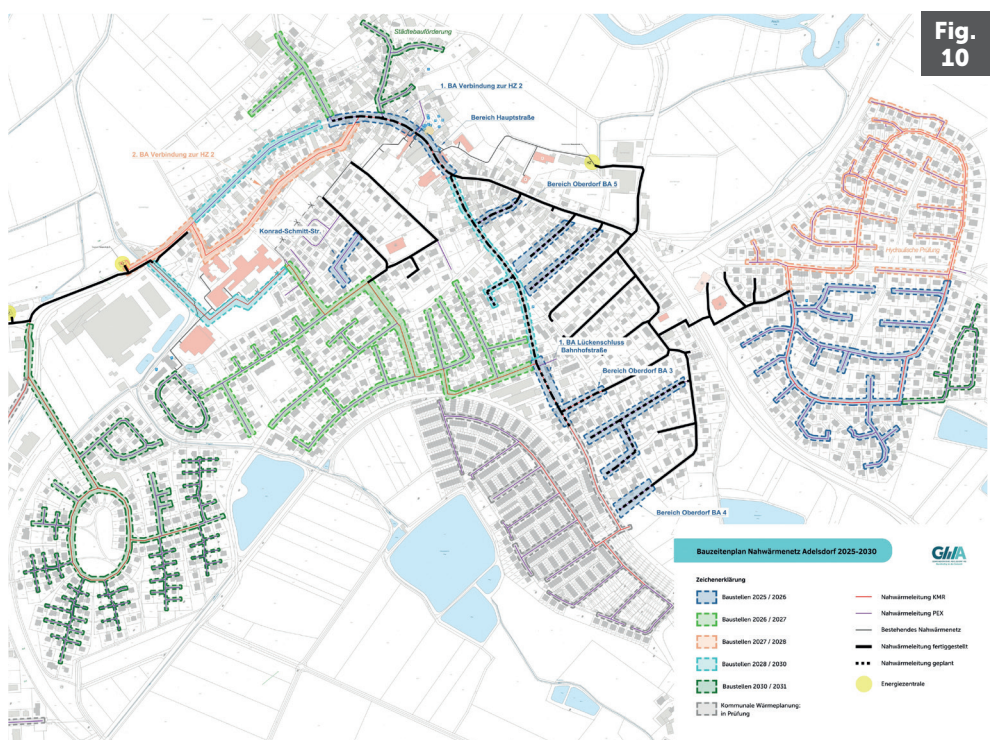


Fig. 10



**Fig. 11**

warmtelevering werd al in 2007 opge-  
daan met de bouw en exploitatie van  
een eilandnet voor stadsverwarming. De  
noodzakelijke oprichting van gemeen-  
telijke structuren volgde in 2022 met de  
oprichting van Gemeindewerke Adels-  
dorf. Er is nu een duidelijk stappenplan  
om gedecentraliseerde individuele ver-  
warmingssystemen op fossiele brand-  
stoffen te vervangen door de levering  
van groene warmte (Fig. 10). Voor won-  
ningcorporaties en gebouweigenaren  
biedt dit zekerheid met betrekking tot het  
voldoen aan de wettelijke eisen volgens  
de Building Energy Act. Adelsdorf is een  
voorbeeld van hoe de noodzakelijke de-  
carbonisatie van de warmtevoorziening  
kan worden geïmplementeerd in kleine  
en middelgrote gemeenten.

Aan de westelijke rand van Stralsund in  
Mecklenburg-Vorpommern wordt het  
ontwikkelingsgebied B-Plan 39 gebouwd  
met in totaal 11 appartementenblokken en  
94 eengezinswoningen. In Stralsund volgt  
SWS een duidelijke strategie die bestaat uit  
het transformeren van de bestaande in-  
frastructuur van het verwarmingsnetwerk  
door achtereenvolgens extra hernieuw-  
bare warmtebronnen te integreren en het  
netwerk uit te breiden om decentrale fos-  
siele warmtebronnen te vervangen. SWS  
gebruikt voor het eerst kunststof in B-Plan  
39 en vertrouwt op de expertise van RE-  
HAU en het gecertificeerde RAUTHERMEX  
PMR-systeem (Fig. 11). De aanleg van het  
netwerk begon in het voorjaar van 2023  
en de eerste gebouwen worden sinds eind

2024 bevoorrad. Het secundaire netwerk  
wordt gevoed vanuit het naburige KMR-  
verwarmingsnetwerk.

### Conclusie & vooruitzichten

Een versnelde uitbreiding van de infrastruc-  
tuur voor warmtenetten vereist de inzet  
van extra capaciteit - vooral op het gebied  
van specialistische planning en uitvoering  
van de bouw. Voor ingenieursbureaus die  
zich nu (her)vestigen in dit segment zijn  
de zakelijke vooruitzichten uiterst positief.  
Voor civieltechnische en pijpleidingbouw-  
bedrijven wordt training in de verwerking  
van polymeerleidingsystemen aanzienlijk  
belangrijker. Dit wordt gestimuleerd door  
klanten, zoals gemeentelijke nutsbedrij-  
ven, die steeds meer het potentieel van  
PMR inzien. Flexibele polymeer leidingsys-  
temen kunnen een substantiële bijdrage  
leveren aan het versnellen van het kool-  
stofvrij maken van de warmtevoorziening  
buiten stand-alone netwerken bij gebruik  
in secundaire en hybride netwerken. De  
ervaring heeft geleerd dat met de veran-  
dering van materiaal of de combinatie van  
KMR + PMR tot ongeveer 1/3 van de inves-  
teringskosten kan worden bespaard in ver-  
houding tot het PMR-gedeelte en dat de  
bouwtijd aanzienlijk kan worden verkort.  
De voorwaarde voor duurzaam succes  
bij de integratie van PMR, zelfs in grotere  
netwerken, is de naleving van gegaran-  
deerde eigenschappen en een focus op  
duurzaamheid en kwaliteitsborging in het  
totale systeem dat bestaat uit leidingwerk,  
leidingverbindingstechnologie en moffen  
voor na-isolatie.

### Bronnen:

1. Federaal Milieuagentschap:  
<https://bit.ly/41ymUo8>

2. Federaal Ministerie van  
Huisvesting, Stedelijke  
Ontwikkeling en Bouw:  
<https://bit.ly/43ewXGE>

3. Competentiecentrum voor  
gemeentelijke verwarmings-  
transitie:  
<https://bit.ly/4i9Moyh>

4. Eindrapport van het  
competentiecentrum voor  
gemeentelijke verwarmings-  
transitie: Gemeentelijke ver-  
warmingsplanning Eschwege  
2024 Q1 <https://bit.ly/3Xlaspj>

5. Kruse, O.:  
Lokale en stadsverwarmings-  
voorziening voor buurten in  
kleine en middelgrote steden.  
EuroHeat&Power, 50. Jg.  
(2021), issue 6

6. Kruse, O.:  
De Grünheide - een wijk  
in Bielefeld op weg naar  
klimaatneutraliteit. Euro-  
Heat&Power, 51. Jg. (2022),  
Issue 6



# HELDERE TIJDEN

## VOOR HET PLANNEN VAN DE (LOKALE) VERWARMINGSNETWERKEN VAN MORGEN



### Auteur

**Olaf Kruse**  
Senior  
Product Engineer  
& Project Manager  
Local Heating  
REHAU Industries  
SE & Co. KG, Erlangen

Een blik op de gemeentelijke verwarmingsplannen die al door steden en gemeenten zijn voltooid, laat zien dat er de komende jaren een groot aantal nieuwe en diverse (lokale) verwarmingsnetten zal worden aangelegd om de warmtevoorziening in Duitsland koolstofvrij te maken met economische oplossingen. Het plannen van deze netwerken is zowel een kans als een uitdaging, vooral voor ingenieursbureaus. Er zijn geschikte planningstools nodig om de complexe taken professioneel, nauwkeurig en met de nodige flexibiliteit uit te voeren.

### Update over de status van de gemeentelijke warmteplanning in Duitsland

Bijna de helft van alle lokale overheden in Duitsland is al betrokken bij of bezig met het opstellen van een gemeentelijk warmteplan (KWP). En meer dan 500 lokale overheden hebben het KWP al voltooid<sup>(4)</sup>.

Er is een duidelijk verschil tussen grote steden (gemeenten met meer dan 100.000 inwoners) en middelgrote en vooral kleine gemeenten (**diagram 1**).

Zodra het warmteplan is afgerond en gepubliceerd of goedgekeurd door de stads- of gemeenteraad, begint het eigenlijke werk met betrekking tot de concrete implementatie van geïdentificeerde maatregelen. Dit betekent dat na het gemeentelijke warmteplan het ontwerp van het stadsverwarmingsnet en de realisatie van deze netten volgt. In verwarmingsplannen worden (prioritaire) gebieden voor warmtenetten vastgesteld. Dit kunnen grote lokale of stedelijke (sub)netwerken zijn of kleinere clusters op buurtniveau.

Feit is: er zijn veel nieuwe warmtenetten en er zullen er nog veel meer komen. Dit roept de vraag op: wie gaat deze netwer-

ken ontwerpen? Welke specifieke uitdagingen zijn er? Zijn er geschikte ontwerp-tools beschikbaar?

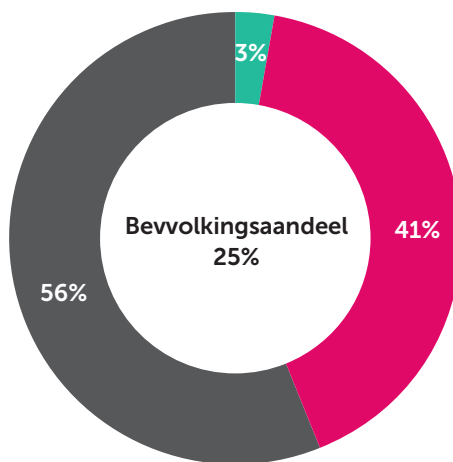
Laten we eens kijken naar wat dit precies inhoudt. Als onderdeel van het KWP wordt meestal een eerste, meestal nog zeer ruw, netwerkconcept opgesteld, inclusief een indicatieve netwerkberekening op basis van de vastgestelde verwarmingsbehoefte en rekening houdend met de ontwikkeling van de vraag als gevolg van mogelijke renovatie van de gebouwen. De leveringsconcepten houden rekening met de regionaal economisch haalbare hernieuwbare energiebronnen, inclusief het potentieel van onvermijdelijke afvalwarmte. De hier verkregen resultaten vormen over het algemeen de basis voor latere netwerkontwerpen<sup>(3)</sup>. De volgende stappen zijn Voorbereiding van een haalbaarheidsstudie, bv. gesubsidieerd door het Federaal Fonds voor Efficiënte Warmtenetten (BEW), met servicefasen 1-4 volgens HOAI (= module 1 van BEW)<sup>(4)</sup>. Dit werk wordt uitgevoerd door ingenieurs- en ontwerp bureaus, ingenieurs bij gemeentelijke nutsbedrijven en aannemers en wordt op grote schaal ondersteund door systeemfabrikanten zoals REHAU<sup>(5)</sup>. Tijdens dit werk krijgt het stadsverwarmingsnetwerk steeds meer vorm, worden concrete uitdagingen en de mogelijke complexiteit duidelijk zichtbaar. De resultaten van de studie vormen dan een basis voor besluitvorming, zodat - als de resultaten positief zijn en de beslissing wordt genomen door de verantwoordelijken - de implementatie kan beginnen. Op basis van het huidige BEW-financieringssysteem betekent dit dat module 2 moet worden aangevraagd en dat het constructieontwerp (servicefase 5) moet worden gestart.

**Concrete uitdagingen in het ontwerp van stadsverwarmingsnetwerken**

Een (initiële) kostenraming is al vereist als onderdeel van het conceptontwikkelingsproces. Hierbij wordt geëvalueerd welke factoren een significante invloed hebben op de kosten. Toegespitst op materiaal en verwerking rijst de vraag of en in welke mate kunststof mantelbuissystemen (KMR) met stalen mediabuizen of polymeer buissystemen (PMR) met PE-Xa mediabuizen

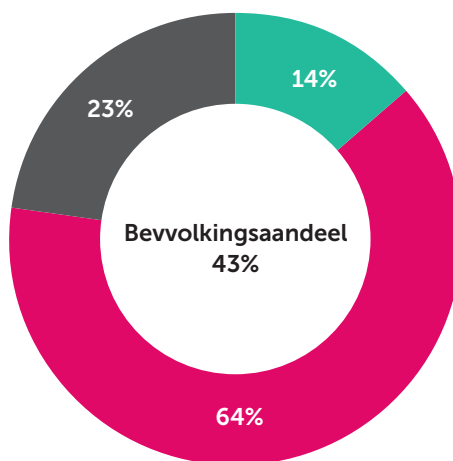
■ afgerond  
■ onderweg  
■ Status onbekend

Diagram 1: Status van de gemeentelijke warmteplanning in kleine, middelgrote en grote gemeenten in Duitsland<sup>(2)</sup>



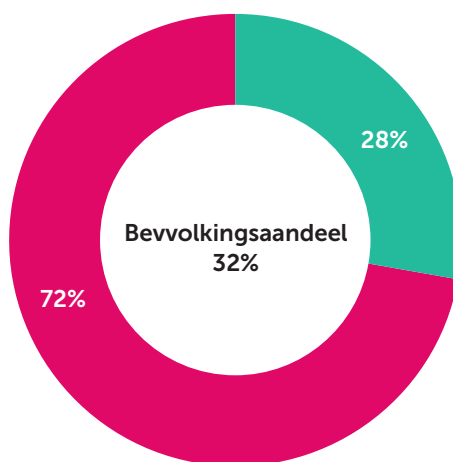
**Kleine gemeenten (minder dan 10.000 inwoners)**

omvat 9.149 gemeenten



**Middelgrote gemeenten (10.000 bis 100.000 inwoners)**

omvat 1.543 gemeenten



**Grote gemeenten (meer dan 100.000 inwoners)**

omvat 83 gemeenten

In totaal 10.755 gemeenten. Territoriale status op 31.12.2023 volgens de lijst van gemeenten van het Federale Bureau voor de Statistiek. Onbewoonde gebieden uitgesloten. Stand juni 2025. Grafiek: dena/KWW – Bron: KWW (2025) – (De kleur van de grafiek is om redactionele redenen aangepast).

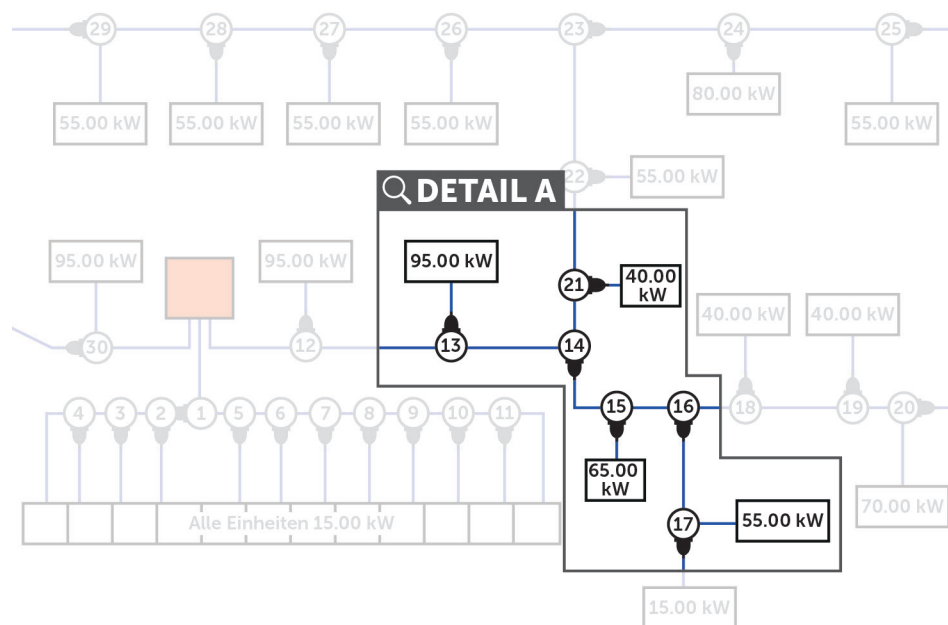


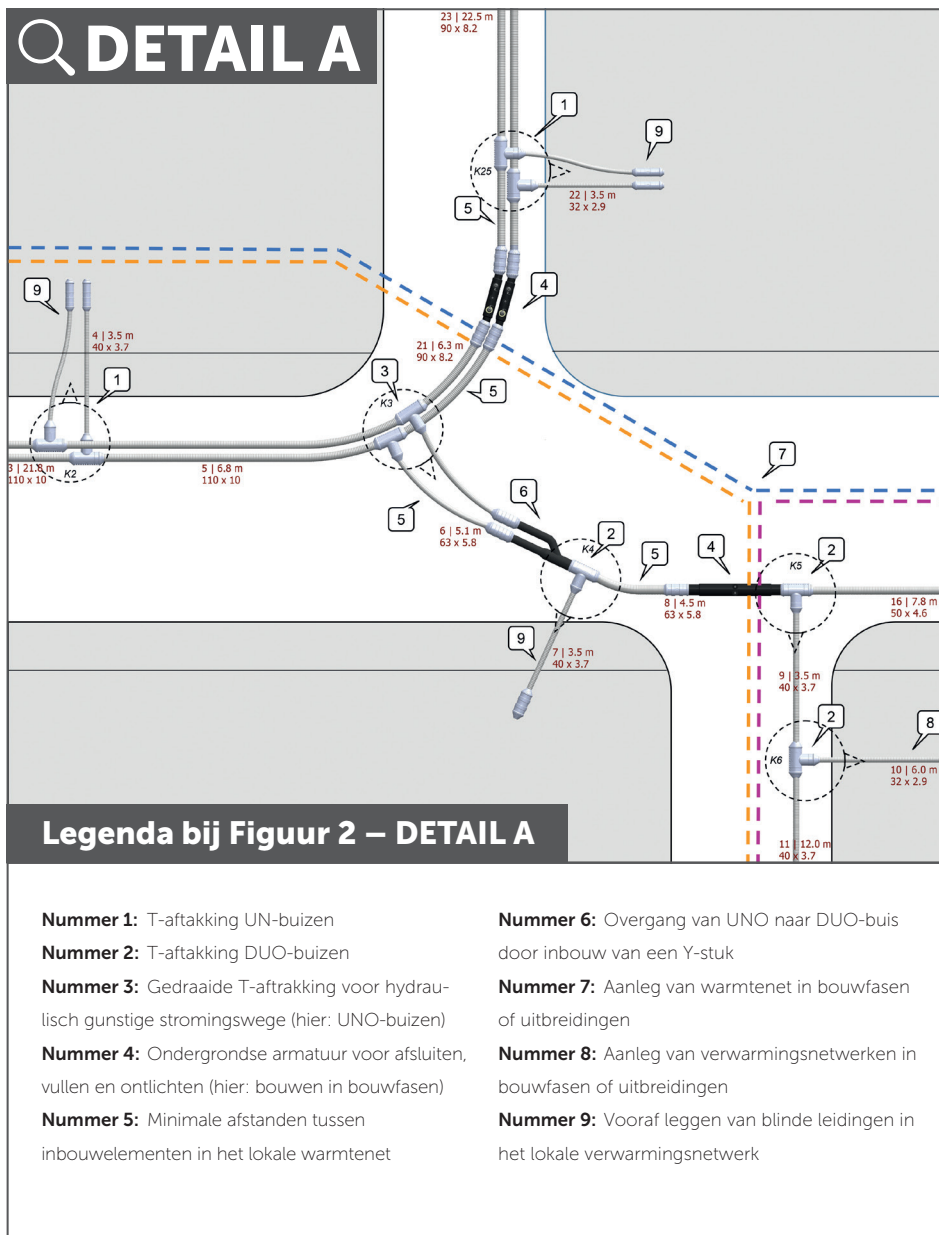
zen kunnen worden gebruikt, eventueel ook in combinatie. Feit is dat het gebruik van PMR steeds interessanter wordt voor veel gemeentelijke nutsbedrijven als bouwers van nieuwe netwerken, omdat deze systeemoplossingen snel en eenvoudig te plannen en te installeren zijn, met een aanzienlijk kostenbesparingspotentieel tot een derde(6). Het is ook duidelijk dat de complexiteit van projecten over de hele linie aanzienlijk toeneemt. Een voorbeeld is de overweging of integratie van verschillende systemen voor warmtevoorziening op basis van de lokale bronnen van hernieuwbare energie die zijn geïdentificeerd als onderdeel van het KWP. Daarnaast moet er rekening worden gehouden met uitbreidingsplannen en de daaropvolgende integratie van groene warmte- en elektriciteitscentrales om duurzaamheid te garanderen. En: projectontwikkeling en -ontwerp worden steeds dynamischer. Flexibiliteit is daarom vereist om gericht te kunnen reageren op frequente kortetermijnveranderingen van de randvoorwaarden in het planningsproces. Een voorbeeld hiervan is de selectie van locaties voor warmtebronnen. Als locaties tijdens het ontwerpproces worden gewijzigd, betekent dit meestal een volledige herberekening van de hydraulica van het netwerk met de bijbehorende effecten op de kos-

ten. Een aspect dat vaak wordt onderschat: het veiligstellen van het budgettaire kader door precisie, gedetailleerdheid en transparantie in het ontwerp. Dit omvat de haalbaarheid van netwerkconstructie door de integratie van componentbibliotheken om problemen tijdens de latere implementatie te voorkomen. De flexibiliteit van PMR kan hier een belangrijke bijdrage leveren met betrekking tot het ontwerp en de bouw van nieuwe netwerken voor bestaande gebouwen. In het geval van onvoorziene ondergrondse constructiesituaties kan bijvoorbeeld snel een oplossing worden gevonden en kunnen kostenstijgingen worden voorkomen of in ieder geval tot een absoluut minimum worden beperkt.

**Figuur 1** toont een voorbeeld van het ontwerp van een stadsverwarmingsnet met de vereenvoudigde weergave van een aftakkingssituatie die tegenwoordig veel voorkomt. Het detailniveau is beperkt tot de basisrouting met de aftakkingen (knooppunten) en huisaansluitingen. In termen van haalbaarheid is dit ontwerp echter nog steeds ontoereikend. Voor de gemarkeerde netwerksectie "Detail A" laat **Figuur 2** zien hoe, rekening houdend met het gebruik van PMR met de juiste componenten (inclusief de overgang van twee enkele buizen naar een dubbele buis door

**Figuur 1:**  
Doorsnede van een stadsverwarmingsnetwerk – eenvoudige weergave van de gangen of buizen met aansluitingen en huisaansluitingen (bron: REHAU)





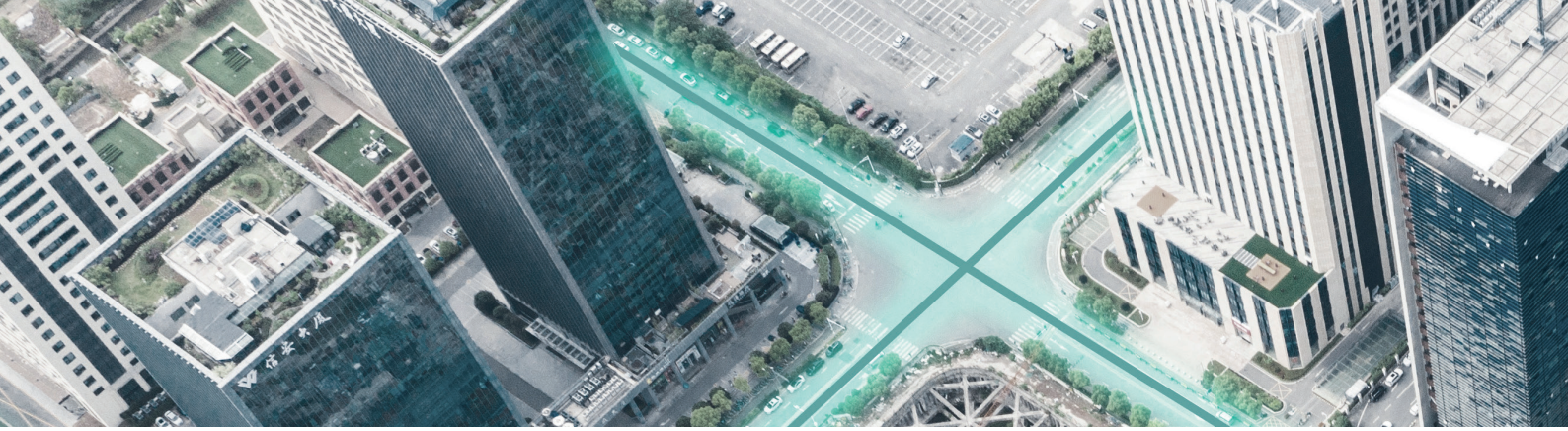
**Figuur 2:** Detaillering van het stadsverwarmingsnetwerk met een hoog detailniveau van het ontwerp met de specifieke vrijheidsgraden en componenten. (Bron: REHAU)

middel van een zogenaamde Y-pijp), de kant-en-klare representatie er in principe uit kan zien. Krachtige ontwerpsoftware zou dit detailniveau in de toekomst zo dicht mogelijk moeten benaderen.

Natuurlijk ligt de focus ook op nauwkeurige netwerkhydraulica. Maximale efficiëntie is een "must-have", overdimensionering en onnodige ("verborgen") reserves moeten worden vermeden om op lange termijn een zuinig netwerkbedrijf te garanderen. Dit omvat onder andere het berekenen van de diversiteitsfactoren voor elk afzonderlijk leidingtracé en het minimaliseren

van de leidinggrootte op basis van het dempingseffect van de diversiteitsfactor.

Daarnaast moet het mogelijk zijn om snel en eenvoudig toevoer- en netwerkuitbreidingsscenario's te analyseren op hun invloed op het ontwerp. Er moet bijvoorbeeld worden geanalyseerd wat er gebeurt als er een ringsluiting of vermazing van het netwerk plaatsvindt. Welke effecten heeft dit op de voorzieningszekerheid in de context van de integratie van meerdere verwarmingsdistributeurs? Even belangrijk zijn berekeningen voor een gewijzigde aansluitfrequentie met betrekking tot



leidingdimensionering die op de lange termijn economisch zinvol is. De geodetische hoogten spelen ook een doorslaggevende rol bij de dimensionering van dergelijke netwerken en hebben invloed op de berekening van de maximale drukken.

### Softwareoplossingen voor netwerkontwerp – Status quo en vooruitzichten

Er bestaan al een aantal softwareoplossingen voor de ontwikkeling van stadsverwarmingsnetwerken. De afgelopen jaren zijn er nieuwe tools ontwikkeld, vooral in het kader van het KWP, die snel goede resultaten opleveren, vooral in de vroege projectfase. Deze oplossingen zijn echter min of meer beperkt en

vaak niet geschikt voor verwerking tot aan de constructiefase. Tegen deze achtergrond wordt momenteel een nieuwe digitale oplossing ontwikkeld door een samenwerking tussen LINEAR en REHAU, waarbij gebruik wordt gemaakt van tientallen jaren ervaring in het ontwerpen van verwarmingsnetten. Deze oplossing is gebaseerd op het gevestigde AutoCAD systeemplatform. Met de implementatie van een uitgebreide en zeer krachtige nieuwe ontwerp- en berekeningsmodule, zal het resultaat voor gebruikers DE OPLOSSING zijn voor het ontwerpen van duurzame stadsverwarmingsnetwerken. De reeks toepassingen omvat alle relevante gebieden:

**Figuur 3:**  
Verwarmingsnetwerk in een wijk met twee verwarmingscentra en vermazing  
(Bron: REHAU)





- Buurtconcepten voor nieuwe en bestaande gebouwen
- Grotere stadsverwarmingsnetwerken in gemeenten en steden
- Van het eerste ontwerp tot klaar voor installatie
- Netwerkuitbreiding en -verlenging

#### Een selectie van functies:

- Berekening van ring- en vermaasde netwerken
- Rekening houden met meerdere energie- of verwarmingscentra incl. automatische herberekening bij verandering van een of meer locaties
- Inachtneming van de geodetische hoogten in het netwerk
- Uitgebreide bibliotheek met componenten

Verwarmingsnetwerken, zoals weergegeven in **Figuur 3**, kunnen in de toekomst professioneel worden verwerkt tot aan de constructiefase. De nieuwe oplossing zal vanaf begin 2026 beschikbaar zijn en zal een aanzienlijke bijdrage leveren aan het versnellen van het ontwerp van stadsverwarmingsnetwerken in het algemeen.

#### Bronnen:

**(1) Kenniscentrum Gemeentelijke Warmtetransitie:**

<https://bit.ly/3HuY2X5> (Gegevensopvraging 24.07.25)

**(2) Kenniscentrum gemeentelijke warmtetransitie:**

<https://bit.ly/45L9g2Z> (Gegevensopvraging 24.07.25)

**(3) Kruse O.:**

**Gemeentelijke lokale warmtenetten om de warmtevoorziening koolstofvrij te maken**

Artikel in LINEAR AKTUELL,  
Uitgave 1/2025

**(4) Federale financiering voor efficiënte verwarmingsnetten:**

<https://bit.ly/45gUkK1>

**(5) De REHAU 360°-service als onderdeel van het REHAU-DNA voor lokale verwarming**

<https://bit.ly/4mEkdck>

**(6) Kruse, O.:**

**Netuitbreiding versnellen met secundaire en hybride netten EuroHeat&Power,**

53. Jg. (2024), Uitgave 4-5

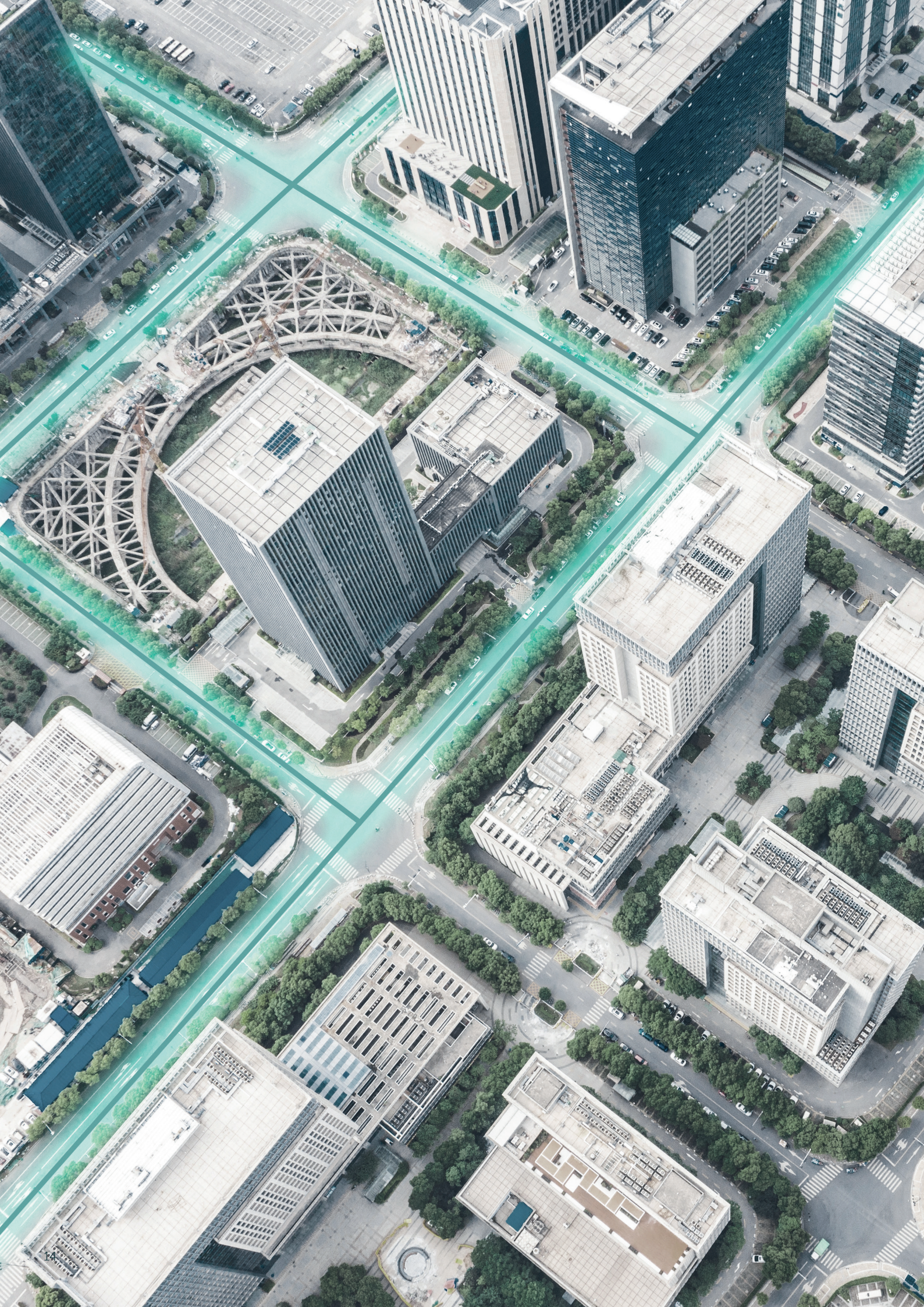
#### Over de auteur:

Olaf Kruse  
Senior Produktingenieur  
& Projektmanager Nahwärme  
REHAU Industries  
SE & Co. KG, Erlangen

#### Contact:

REHAU Industries SE & Co. KG  
Ytterbium 4, 91058 Erlangen  
Tel.: +49 9131 92-5346  
E-Mail: [Olaf.Kruse@rehau.com](mailto:Olaf.Kruse@rehau.com)  
<https://gebaeudetechnik.rehau.de>

Olaf Kruse werkt sinds 1995 in de energievoorzieningsindustrie, aanvankelijk op het gebied van advies en ontwerp, gespecialiseerd in geothermische systemen. In 2004 maakte hij de overstap naar de industrie en trad hij in dienst bij polymeerspecialist REHAU, waar hij verantwoordelijk was voor de productontwikkeling van thermische zonne-energiesystemen en drinkwaterverwarmingssystemen. Sinds 2013 draagt hij zijn uitgebreide ervaring als productingenieur en projectmanager bij aan stadsverwarmingsprojecten in heel Duitsland.



# LOKALE WARMTE- NETTEN PLANNEN EN BEREKENEN

## VAN TRACÉ TOT BOUWRIJP

**Dit derde artikel sluit hier precies op aan en richt de aandacht op de praktische uitvoering in de planning:**

er wordt beschreven hoe gemeentelijke lokale warmtenetten worden gepland met de gespecialiseerde software LINEAR Analyse District Heating voor berekening en ontwerp – van het gestructureerde netontwerp via de hydraulische berekening tot aan de gedetailleerde, uitvoeringsgerichte constructie. Naast de functionaliteit van de software worden aan de hand van een typische planningsworkflow de belangrijkste onderscheidende kenmerken ten opzichte van andere oplossingen belicht – met name daar waar klassieke „tools voor de vroege fasen” hun grenzen bereiken en waar een doorlopende planning tot aan de uitvoeringsrijpheid vereist is, met een hoge mate van transparantie en een snel reactievermogen bij wijzigingen.

**Voor welke taken is LINEAR Analyse District Heating bedoeld?**

De software is ontworpen voor de technische planning van gemeentelijke stadsverwarmingsnetwerken – dus precies voor het stadium waarin een netwerkidee wordt omgezet in een berekenbaar, uitvoeringsgericht CAD-model. Een centrale meerwaarde is daarbij de combinatie

van CAD-ondersteunde modellering en betrouwbare netwerkberekeningen op basis van in de praktijk beproefde regels en planningslogica, die vanuit de samenwerking tussen LINEAR en REHAU in de ontwikkeling zijn meegenomen. Hierdoor ontstaat een doorlopende workflow van het tracé tot de materiaalbepaling en de bouwplaatsgerichte planafleiding. REHAU brengt daarbij met name het perspectief van reële projecten in, evenals de systeem- en materiaalexpertise op het gebied van polymeer lokale verwarmingssystemen – met als doel dat berekening en uitvoering in het model consequent op elkaar aansluiten.

Belangrijk is de afbakening: de tool is geen conceptuele beslissingshulp in de zin van een vroege KWP-/strategiefase (bijv. keuze „warmtenetwerk versus individuele voorziening”, ruwe investeringsramingen, gebiedsselectie). Het ondersteunt echter wel degelijk de kosten- en kwaliteitsoptimalisatie binnen een gekozen netwerkconcept door middel van nauwkeurige dimensionering, variantberekeningen, plausibiliteitscontroles en materiaal- en uitvoeringsgerichte afleiding. Plausibilisatie en uitvoeringsgerichte afleiding. Plausibilisatie en uitvoeringsgerichte afleiding. Plausibilisatie en uitvoeringsgerichte afleiding. Plausibilisatie en uitvoeringsgerichte afleiding.



**Auteur**

**Javier Castell-Codesal**  
LINEAR Directie



### Voorbeeld-workflow: van het tracé naar de uitvoeringsrijpe planning

Het typische projectverloop kan goed worden beschreven aan de hand van een praktijkgerichte workflow, zonder in elk klikdetail te treden. Daarbij is het doorslaggevend: LINEAR Analyse District Heating begeleidt u vanaf het begin zodanig dat uit de tekening automatisch een berekenbaar model ontstaat, inclusief voortdurende validatie en duidelijke feedback over ontbrekende informatie.

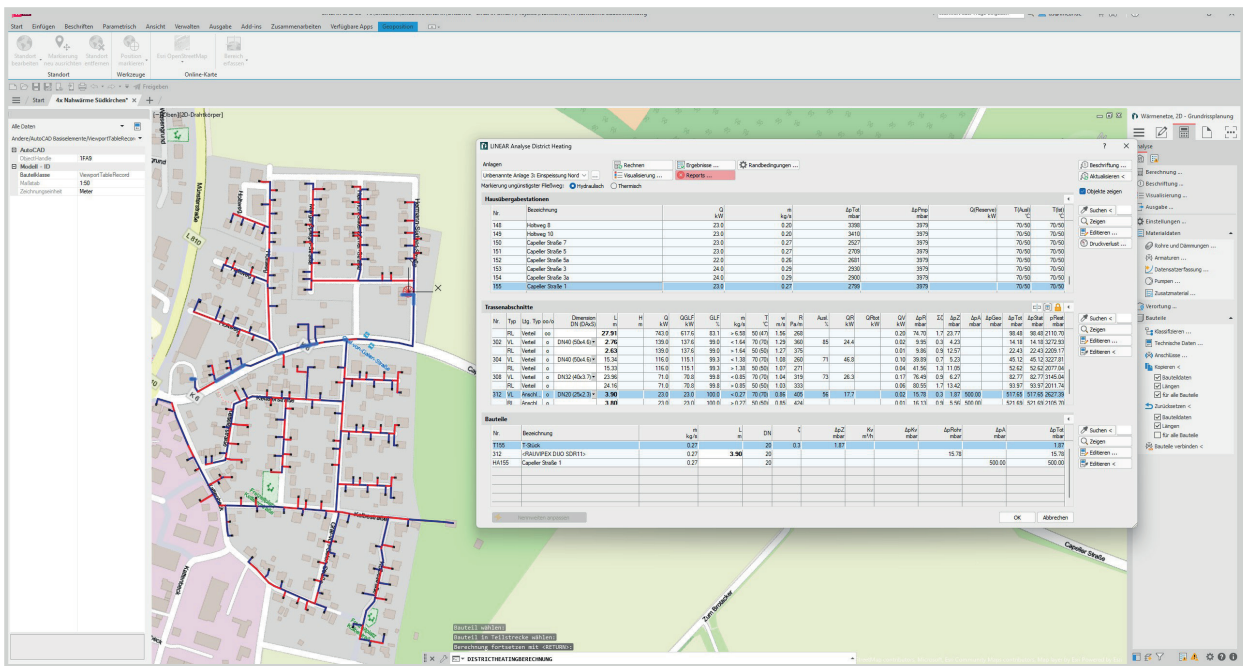
Het begint met de „planning op de werkelijke locatie“. Het project wordt geodetisch correct opgezet (bijv. ETRS89/UTM), zodat het luchtfoto- en kaartachtergrondbeeld exact kloppen en het latere tracé daadwerkelijk in de reële straatrom ligt. Afhankelijk van de regio en de vereiste detailgraad kan worden geschakeld tussen verschillende kaartstijlen: luchtfoto voor de reële straatsituatie of kaartweergave ter oriëntatie. Aanvullend worden digitale topografische kaarten of geodata gebruikt om geodetische hoogtes automatisch in het model over te nemen of een hoogteprofiel af te leiden. Deze stap is cruciaal

voor het netontwerp, aangezien hoogteverschillen direct van invloed zijn op het vereiste drukniveau en daarmee op de beoordeling van kritieke netgedeelten. De locatie- en hoogteverwijzing verhoogt daarmee vanaf het begin de betrouwbaarheid van de berekening en de latere aansluiting op de bouwplaats.

Op basis hiervan vindt het tracéontwerp plaats. Het tracé wordt met gespecialiseerde tekentools efficiënt en gestructureerd gegenereerd – en wel zodanig dat hieruit direct een berekenbaar netwerkmodel ontstaat. De CAD-gebaseerde workflow maakt met Autodesk AutoCAD gebruik van een gevestigd platform dat in veel ontwerpbureaus toch al wordt gebruikt. Tegelijkertijd fungeren geometrie- en invoerregels al in deze vroege fase als richtlijnen, bijvoorbeeld materiaalafhankelijke randvoorwaarden zoals minimale buigradii. Dit vermindert typische vervolgfouten die zich anders pas laat – en dan duur – in de uitvoering manifesteren.

In de volgende stap wordt een puur lijntekening omgezet in een netwerk met

Figuur 3: Berekeningsvenster met gedetailleerde resultaten





technische objecten. Hiervoor worden toevoerpunt(en), overdrachtsstations, aftakkingen en andere netwerktechnische elementen als componenten geplaatst. Deze objectgeoriënteerde aanpak is cruciaal: componenten dragen hun eigenschappen en geven knooppunten en overgangen eenduidig weer. Juist deze heldere model logica vormt de basis ervoor dat berekeningen, evaluaties en materiaalijsten later betrouwbaar functioneren – niet als „nabewerking”, maar als direct gevolg van de modellering.

Zodra het netwerk als model klaar is, begint de netwerkinvoer en gegevensvalidatie. Hier komt de kracht van LINEAR Analyse District Heating tot uiting. Bij de overgang naar de berekening wordt het netwerk automatisch gecontroleerd. Ontbrekende of onwaarschijnlijke gegevens verschijnen in het rapport en kunnen via 'aanwijzen' direct in het model worden opgeroepen. Hierdoor ontstaat een zeer praktijkgericht werkritme: controleren, lokaliseren, corrigeren, verder werken – zonder lang te hoeven zoeken in het project en met een duidelijke documentatie van de openstaande punten.

De gegevensinvoer is zo ontworpen dat deze zowel in een kleine wijk als in een groter gemeentelijk netwerk „schaalbaar” blijft. Prestaties en ontwerpparameters worden per bouwdeel vastgelegd – afhankelijk van de werkwijze via eigenschappenbalken of via bouwdeelenlijsten met filter- en sorteerlogica. Dit is bijzonder nuttig wanneer er verschillende gebouwtypes in het project voorkomen en deze per groep moeten worden behandeld: bijvoorbeeld verschillende gebouwklassen (renovatie versus nieuwbouw), verschillende aansluitsituaties of gelijktijdigheden. De gelijktijdigheidsbenaderingen zijn daarbij niet star, maar per gebied aanpasbaar. Bovendien blijft de onderdelenlijst nauw gekoppeld aan het CAD-model: wie in de lijst selecteert, springt direct naar het ob-

ject in de plattegrond en behoudt zo altijd de visuele referentie.

Na de volledige gegevensverzameling volgt de berekening – en daarmee de stap waarin de kwaliteit van de model- en gegevenslogica tot uiting komt. Het ontwerp vindt plaats met inachtneming van de werkelijke materiaaleigenschappen en met in de praktijk beproefde dimensioneringsstrategieën, die zijn afgeleid uit de decennialange ervaring van REHAU op het gebied van warmtenetten. Kritieke punten, zoals te hoge stroomsnelheden of onaanvaardbare druksituaties, worden niet alleen tekstueel in het rapport weergegeven, maar kunnen ook direct in het model worden gemarkeerd. Visualisaties – zoals een kleurrijke weergave van de nominale diameters – maken opvallende gebieden snel 'in één oogopslag' herkenbaar en ondersteunen een holistische beoordeling in het ontwerp.

Een centrale meerwaarde ontstaat vervolgens door de mogelijkheid tot variatie en optimalisatie. In reële projecten veranderen de randvoorwaarden vaak: tracés worden aangepast, drukkulpunten worden gevarieerd, extra producenten worden overwogen of netgedeelten moeten worden gemasht. LINEAR Analyse District Heating is ontworpen om dergelijke wijzigingen zonder onderbreking in een nieuwe, betrouwbare berekening om te zetten. Zo kunnen meshing of ringverbindingen gericht worden ingezet om stroomsnelheden te verlagen en de netstabiliteit te verhogen. Ook kunnen meerdere invoerpunten met gedefinieerde aandelen worden weergegeven. Dit is een belangrijk aspect voor reële uitbreidings- en transformatietrajecten, waarin netten stapsgewijs groeien en hernieuwbare producenten geleidelijk worden geïntegreerd. Bovendien kunnen materiaalscenario's worden geëvalueerd, bijvoorbeeld door de toevoeging van extra leidingsystemen en automatische materiaalwisselingen afhankelijk van de



vastgestelde afmetingen. Hier komt de systeemkennis van REHAU om de hoek kijken, met name daar waar materiaal-typische randvoorwaarden (bijv. buigradij, leveringsvormen/ringbundellengtes, componentlogica) de uitvoerbaarheid en de materiaalafleiding beïnvloeden.

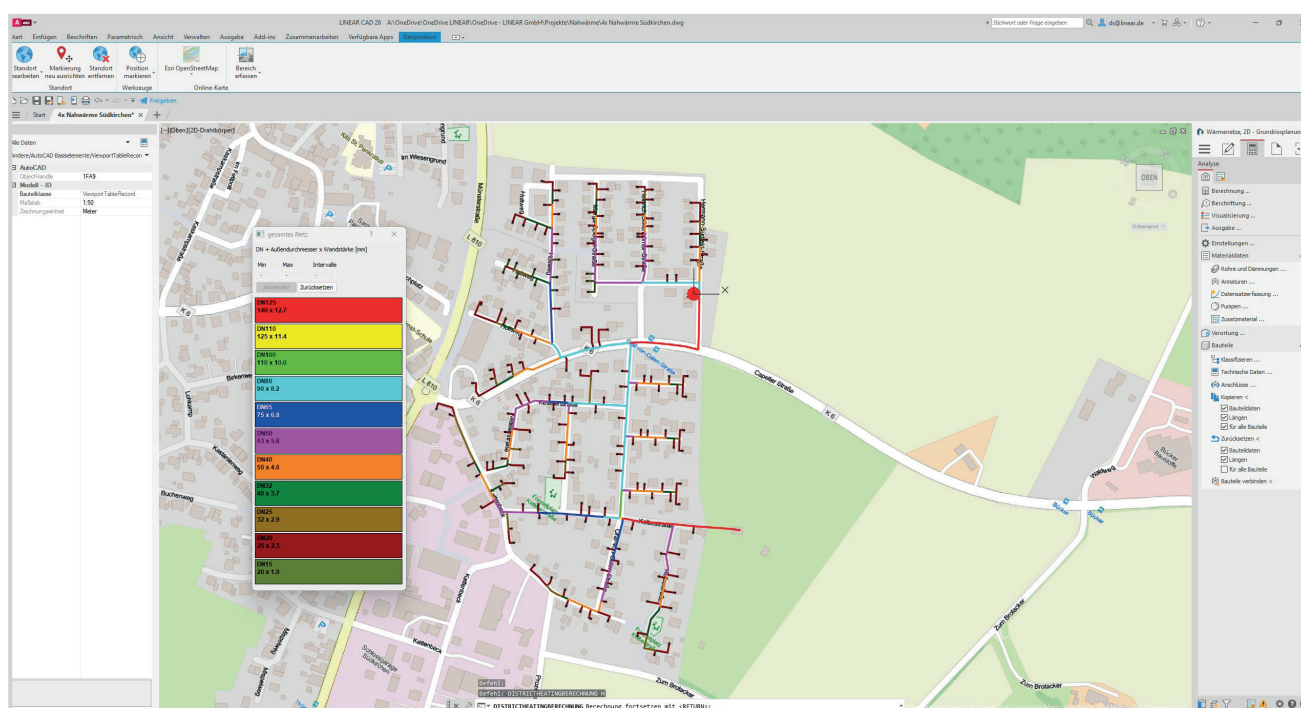
De afsluiting van de workflow wordt gevormd door de materiaalberekening en het opstellen van de planning, oftewel de schakel tussen de berekening en de bouwplaats. Op basis van het model kunnen materiaaloverzichten volledig of selectief worden opgesteld, bijvoorbeeld per deel voor bouwfasen, voorschotfacturen of bestellingen. Voor de documentatie en de uitvoer naar de bouwplaats zijn er tools beschikbaar voor tekenkaders, schaal, labels en individualisering; labels blijven daarbij dynamisch en worden bij herberekeningen automatisch bijgewerkt. Daarmee houdt de tool niet op bij de hydraulica, maar ondersteunt hij consequent de uitvoeringsklare materiaal- en planlogica, inclusief lokalisatie.

### Andere sterke punten die in de workflow vaak 'tussen neus en lippen door' opvallen

Een groot voordeel van LINEAR Analyse District Heating is de naadloze integratie in de bestaande LINEAR-omgeving. Voor gebruikers die al met LINEAR werken, betekent dit: vertrouwde bedieningslogica, consistente gegevensopslag en slechts een minimale aanpassing. Tegelijkertijd profiteren ook nieuwe gebruikers van een duidelijk gestructureerde, CAD-achtige aanpak die de werkwijze in ontwerp bureaus ideaal weerspiegelt.

Bovendien is de oplossing niet alleen bedoeld voor 'greenfield'-projecten. Juist in de gemeentelijke context is het vaak nodig om netwerken stapsgewijs uit te breiden, deeltrajecten achteraf uit te rusten of bestaande netwerken te valideren en uit te breiden. Met deze logica is in de tool rekening gehouden – zowel wat betreft de modellering als bij de variantvergelijking en de materiaalafleiding.

Figuur 4: Visualisatie van de berekende afmetingen op het web





Voor de samenwerking met opdrachtgevers, nutsbedrijven of GIS-omgevingen is bovendien de import en export van gegevens van belang. Een aspect dat in grotere projecten wezenlijk bijdraagt aan de kwaliteitsborging.

Ten slotte is LINEAR Analyse District Heating ontworpen met het oog op teamwork en standaardisatie: projectoverschrijdende instellingen kunnen als kantoonorm worden gedefinieerd en gezamenlijk worden gebruikt. Tegelijkertijd blijft de nodige flexibiliteit behouden om projectspecifiek "fijnaf te stemmen" – tot op het niveau van afzonderlijke knooppunten, overgangen of gebouwverbindingen.

### **Samenvatting en conclusie**

De software vult precies de leemte tussen 'netwerkidee' en 'uitvoeringsrijpe planning': Het maakt een CAD-gebaseerde, professioneel controleerbare en optimaliseerbare warmtenetplanning met een hoge mate van transparantie mogelijk – van het geografereerde tracé via de componentgerichte gegevensverzameling en robuuste fout- en

plausibiliteitscontrole tot variantberekeningen (mesh, toevoer, materiaal) en gedetailleerde materiaallijsten, evenals bouwplaatsgerichte plattegronden.

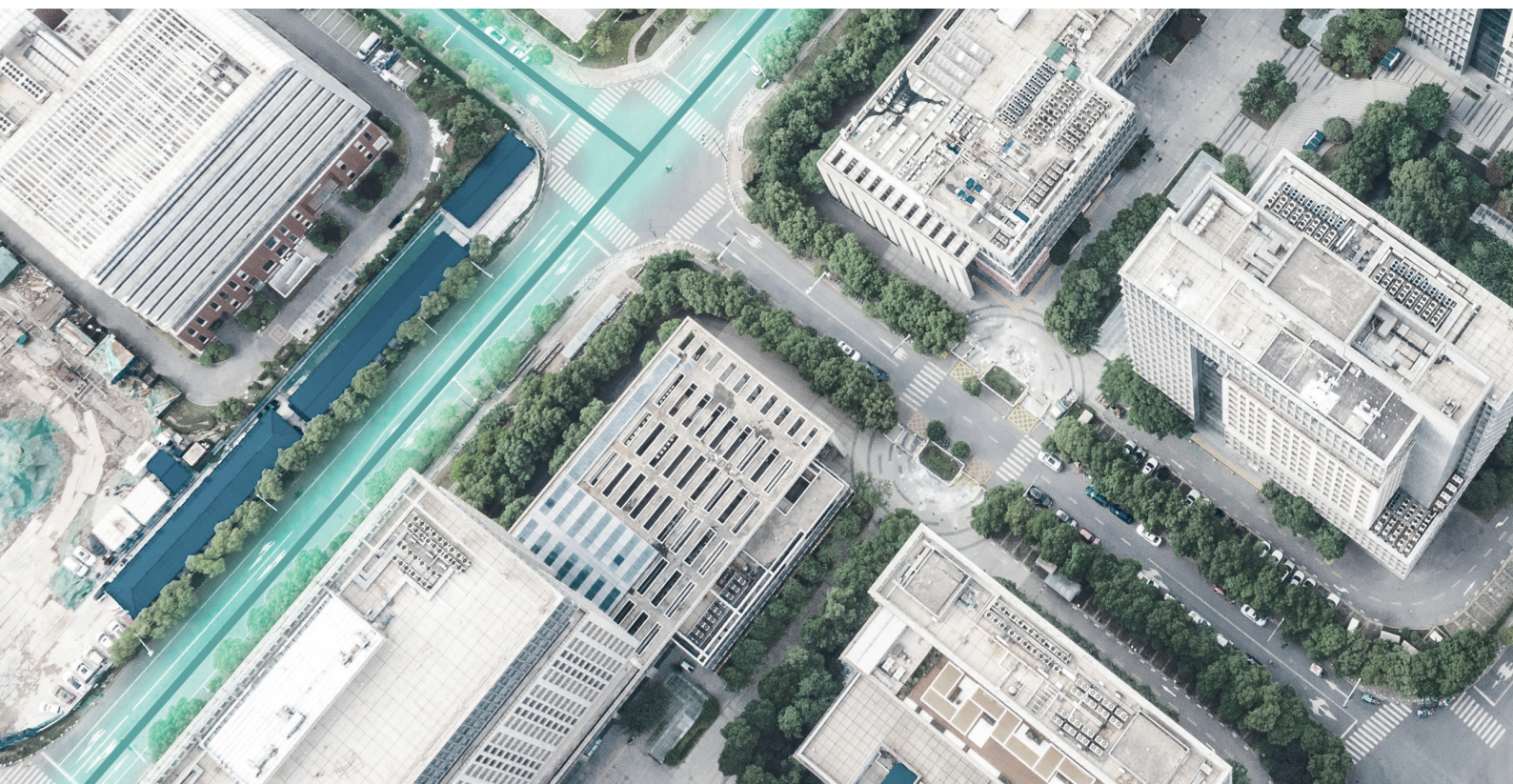
Het is daarmee geen hulpmiddel voor de conceptuele basisbeslissing bij gemeentelijke warmteplanning, maar een zeer krachtige tool voor de nauwkeurige dimensionering, kostenoptimalisatie en uitvoeringsrijpheid van een gekozen netwerkconcept – juist in projecten met dynamische randvoorwaarden en uitbreidingspaden.

Het doorslaggevende verschil met veel tools voor de vroege fasen is de consequente focus op uitvoeringsrijpheid, ondersteund door de combinatie van de expertise van LINEAR op het gebied van planningssoftware en de praktijkervaring van REHAU, evenals de knowhow over materiaalsystemen, die wordt verwerkt in de dimensioneringslogica, de materiaalgegevens en de systeemweergave

---

**Release:** begin Mei 2026, Versie 26.1.

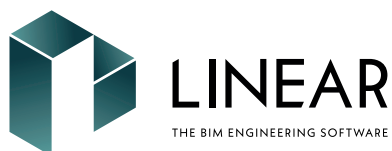
---



## Wilt u een persoonlijk adviesgesprek?

Neem contact met ons op via

[www.linear.de/nl/lokale-warmtevoorziening](http://www.linear.de/nl/lokale-warmtevoorziening)



Water  
Technologies