



© pixabay

Wärmewende in den Städten des Ruhrgebietes

Wie Stadtwerke die Sektoren Strom, Wärme und Gas verbinden können

Nah- und Fernwärme-Netze, dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung, Energieträgersubstitution, Lastoptimierung, Power to Gas, Power to Heat

Kurt Berlo, Oliver Wagner

Für die Energiewende im Ruhrgebiet muss eine umfassende Strategie einer Wärmewende verfolgt werden. Wichtige Treiber dafür sind die Stadtwerke mit ihren Nah- und Fernwärmenetzen. Doch im Wärmemarkt sind die bisherigen Transformationserfolge gering. Während erneuerbare Energien mittlerweile einen Anteil von über 30 % im Stromsektor haben, spielen sie im Wärmebereich mit lediglich rund 10 % eine bescheidene Rolle. Die erforderliche Wärmewende ist gekennzeichnet durch eine ausgeprägte Wechselwirkung zwischen den Sektoren Strom, Wärme, Gas und Mobilität (Sektorenkopplung).

Das Ruhrgebiet ist mit rund 5,1 Mio. Einwohnern einer der größten städtischen Verdichtungsräume Europas. Die Kernzone der polyzentrischen Städtelandschaft bilden die 11 kreisfreien Orte Bochum, Bottrop, Dortmund, Duisburg, Essen, Gelsenkirchen, Hagen, Hamm, Herne, Mülheim an der Ruhr und Oberhausen (2100 Einwohnern pro Quadrat-

kilometer). Weitere 42 Städte und Gemeinden befinden sich in den Kreisen Recklinghausen, Unna, Wesel und im Ennepe-Ruhr-Kreis. Als ehemals wichtiger Standort der Steinkohleförderung und Schwerindustrie verfügt das Ruhrgebiet auch heute noch über zahlreiche kohlebefeuerte Kraftwerke. Deshalb steht die Region im Zuge der Energiewende

Bild 1:
Städtelandschaft
im Ruhrgebiet
Quelle:
Wikimedia
Commons,
Threedots (Daniel
Ullrich), CC-BY-
SA-3.0 ([http://
creativecommons.
org/licenses/by-
sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))



vor großen Herausforderungen und wird bei der Erzeugung von Strom sowie der Bereitstellung von Raumwärme einen tiefgreifenden Strukturwandel erfahren. Um dabei den Klimaschutzziele gerecht zu werden, ist eine umfassende Strategie einer Wärmewende erforderlich.

Spätestens seit der 2015 stattgefundenen Weltklimakonferenz der Vereinten Nationen in Paris hat die Wärmewende einen neuen Stellenwert in der Politik. Denn der zentrale Treiber des Endenergiebedarfs in Deutschland ist die Wärmenachfrage in Form von Raumwärme (29,2 %), Warmwasser (5,5 %) und Prozesswärme (21,1 %). Wie das Wuppertal Institut in der Studie „Energiewende Ruhr“ darstellt, sind die Stadtwerke (die in jeder zweiten Stadt des Ruhrgebietes vorhanden sind) mit ihren Strom- und Gasverteilnetzen, ihren Vertriebsaktivitäten bei Strom, Gas und Fernwärme, ihrem Know-how beim Betrieb von verbrauchsnahe Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sowie ihren Angeboten von ökoefizienten Energiedienstleistungen wichtige Akteure der Energie- und Wärmewende im Ruhrgebiet [1].

Gleichwohl sind die Klimaschutzmotivierten Transformationserfolge im Wärmemarkt bislang gering. Während erneuerbare Energien mittlerweile einen Anteil von über 30 % im Stromsektor haben, spielen sie im Wärmebereich mit lediglich rund 10 % eine bescheidene Rolle. Man kann davon ausgehen, dass aufgrund der enormen Kostendegression der letzten 20 Jahre auch künftig mit steigenden Anteilen der erneuerbaren Energien im Strommarkt zu rechnen ist. Dies wird auch Auswirkungen auf den Wärme- und Mobilitätsmarkt haben, da der Energieträger Strom dort andere Energieträger verdrängen wird. Die aus Klimaschutzgründen erforderliche Wärmewende wird daher auch im Ruhrgebiet durch eine ausgeprägte Wechselwirkung zwischen den Sektoren Strom, Wärme, Gas und Mobilität (Sektorenkopplung) gekennzeichnet sein.

Die Vielfalt neuer technologischer Optionen führt dabei auch zu einer Diversifizierung der netzgebundenen Wärmeversorgung. Hier ist es in Zukunft

eine besondere Herausforderung, die bestehenden Nah- und Fernwärmenetze im Ruhrgebiet auf klimafreundliche Energieträger umzurüsten. Künftig verändert sich dabei auch die Rolle des direkten und indirekten Einsatzes von Strom aus erneuerbaren Energien. Das folgende **Bild 2** verdeutlicht diese Zusammenhänge und zeigt die systemischen Verzahnungen der einzelnen infrastrukturellen Bausteine einer Wärmewende. Dabei werden auch die Schnittstellen zwischen Wärme- und Stromsystem deutlich. Angesichts dieser systemischen Interdependenzen sind die im Ruhrgebiet tätigen Stadtwerke mit ihren komparativen Vorteilen, ihren Kenntnissen der örtlichen Gegebenheiten, ihrer jahrzehntelangen Erfahrung, ihrem versorgungstechnischen Know-how und ihrer ausgewiesenen Problemlösungskompetenz [2] geradezu prädestiniert, die künftigen Herausforderungen der Wärmewende zu meistern.

Die integralen und systemübergreifenden Elemente einer Wärmewende im Ruhrgebiet sind vor allem verortet bei

- der Kraft-Wärme-Kopplung (wobei Klein-, Mini- und Mikro-KWK an Bedeutung gewinnen),
- den Energieträgersubstitutionen und Lastoptimierungen durch Nutzbarmachung und Speicherung von überschüssigem Wind- und Solarstrom mittels Power to Gas,
- der elektrischen Wärmebereitstellung / Power to Heat (vor allem von überschüssigem Wind- und Solarstrom) zu Zwecken des Lastmanagements durch Elektro-Wärmepumpen, Widerstandsheizungen im Rahmen von Nah- und Fernwärmeversorgungen sowie
- der Flexibilisierung durch Steuerung der Stromerzeugung (zunehmende Bedeutung der KWK-Regelenergie) bzw. Steuerung der Lasten (lastabhängiger Betrieb von Wärmepumpen).

Darüber hinaus sind nachfrageseitige Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmebedarfs (wie beispielsweise energetische Sanierungen im Gebäudebestand) ein weiterer bedeutender Faktor der Wärmewende, der hier aber nicht vertiefend dargestellt wird. Im Effizienzbereich gilt aber genau wie im Stromsektor, dass die Reduzierung des Bedarfs, also das Einsparen von Energie, zu einer Reduzierung des Anteils fossiler Energieträger (und damit zu Umweltentlastungen) führt und wirtschaftlich positive Effekte auslöst.

Das in **Bild 2** dargestellte Versorgungssystem einer Wärmewende im Ruhrgebiet ist durch folgende infrastrukturelle Bausteine gekennzeichnet:

- In Wärme-Sammelspeichern werden die Potenziale unterschiedlicher Quellen (fossiler und erneuerbarer Herkunft) zusammengeführt;

- Heizwärme wird den zu versorgenden Objekten mittels vorhandener und neuerlegter Rohrverteilungsnetze zugeliefert;
- Energiemengen aus erneuerbaren Energien (Wind- und Photovoltaik-Strom, Solarthermie, oberflächennahe und Tiefen-Geothermie sowie Biomasse) werden zunehmend auch für Fernwärmeversorgungen zur Verfügung gestellt;
- im Ruhrgebiet können auch Grubenentwässerungsanlagen (ggf. in Kombination mit Wärmepumpen) sowie Grubengasvorkommen für Raumwärmezwecke genutzt werden;
- energetische Biomassennutzungen werden durch Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozesse optimiert (sei es durch Einsatz von Biogas oder durch Verbrennung fester Biomasse);
- konventionelle Heizkraftwerke werden zunehmend auf Gasbasis betrieben, wobei der Anteil des Bio- und synthetischen Erdgases stetig ansteigen wird;
- reine Heizwerke und steinkohlebefeuerte HKW werden in absehbarer Zukunft ganz außer Betrieb gesetzt;
- Nutzung industrieller Abwärme bleibt wichtiger Bestandteil der regionalen Wärmewende;
- Müllheizkraftwerke bleiben mit ihrem biogenen Anteil im Abfallaufkommen im letzten Glied einer Kaskadennutzung (mit Bevorzugung von stofflichen Wiederverwertungs- und Abfallvermeidungsstrategien) sinnvoller Bestandteil der Wärmewende im Ruhrgebiet;
- Ausbau von „Low-Ex“, d.h. von Heiz- und Kühlsystemen, die so ausgelegt sind, dass sie mit Energiequellen auf einem niedrigen Energieniveau versorgt werden können, um Abwärme sowie erneuerbare Energien besser integrieren zu können und Netzverluste zu reduzieren.

Sektorenkopplung zwischen Strom und Wärme

Aufgrund der schwankenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gibt es in Deutschland an sonnen- und windreichen Tagen immer häufiger überschüssige Wind- und/oder Solarstrommengen, die derzeit nicht genutzt werden können. Als wichtiger Bestandteil der Wärmewende kann dieser Strom

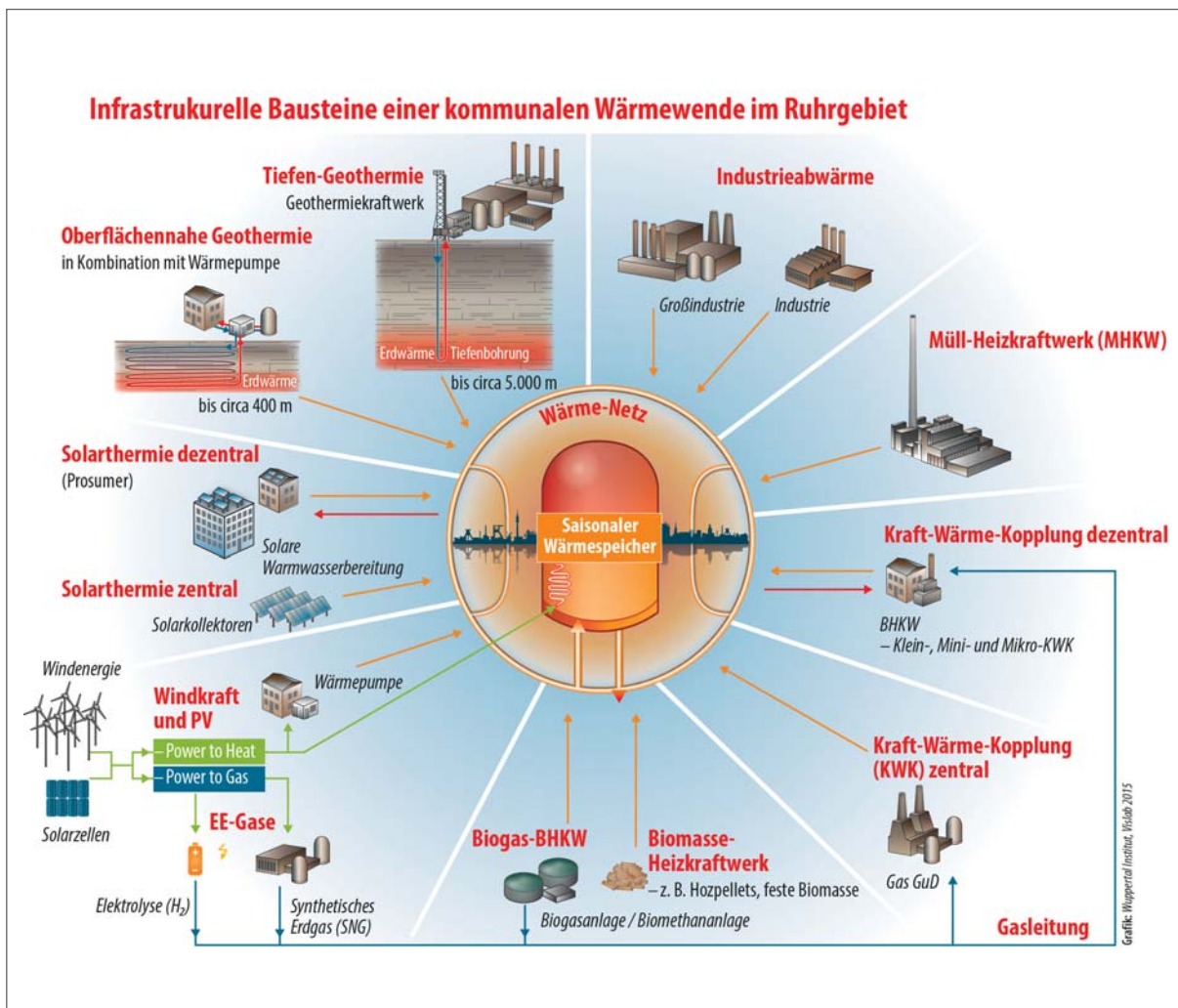


Bild 2:
Systemaspekte
der Wärmewende.
© Wuppertal
Institut,
Vislab 2015

entweder gespeichert oder dort verwendet werden, wo es sich bisher aus Kostengründen nicht lohnte. „In erster Linie kommt hier der Wärmesektor infrage. Denn dort werden sehr große Energiemengen benötigt und Wärmespeicher sind, bezogen auf den Energiegehalt, um etwa einen Faktor 50 billiger als Stromspeicher“ [3].

Die zunehmenden Wechselwirkungen im Energiesystem erhöhen den Komplexitätsgrad des Transformationsprozesses und erfordern ein hohes Maß an interkommunaler Kooperation und interdisziplinärer Kompetenz [4]. Dafür haben die im Ruhrgebiet tätigen Stadtwerke gute Voraussetzungen, um die damit verbundenen Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen. Die vorhandene leitungsgebundene Wärmenetzstruktur kann genutzt und weiter ausgebaut werden, um die verschiedenen aufgezeigten Systemelemente zu integrieren.

Nah- und Fernwärme im Ruhrgebiet

Der Ballungsraum Ruhrgebiet wird bereits seit 40 Jahren mit Fernwärme versorgt. „Allerdings nicht über ein einziges, großes Fernwärmenetz, sondern über 25 Inselnetze. Insgesamt verfügt NRW mit 4300 km Wärmeleitungen und mehr als 90 000 Hausstationen über die dichteste und leistungsfähigste Nah- und Fernwärme-Infrastruktur in Europa. Die darin transportierte Wärme wird zu rund 80 % durch KWK erzeugt“ [5]. Das Klimaschutzgesetz von Nordrhein-Westfalen sieht vor, dass die Emissionsminderungspotenziale neben der Effizienzsteigerung und dem Ausbau der Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien auch durch den Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Fernwärme erschlossen werden. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Ruhrgebiet mit seiner existierenden Fernwärmeversorgung.

Eine Fernwärme-Machbarkeitsstudie für das Ruhrgebiet [6] belegt, dass die Fernwärme dann eine nachhaltige Zukunft hat, wenn vor allem emissionsarme Abwärmepotenziale durch konsequente Vernetzung erschlossen und die Fernwärmenetze ausgebaut werden. Durch die Errichtung von Wärmespeichern könnte das Gesamtsystem flexibler und weniger anfällig bei Ausfall einzelner Wärmeinspeiser werden. Der Neubau von KWK-Anlagen kann nach Einschätzung der Aachener Experten zukünftig notwendig werden, um die „Einspeisung industrieller Abwärme abzusichern und um bestehende Anlagen nach dem Ende ihrer Lebensdauer zu ersetzen“ [5].

Wichtige Pionierarbeiten für den Ausbau der Fernwärme im Ruhrgebiet wurden von einem Stadtwerk am Niederrhein geleistet. Bereits seit fast fünf De-

kaden betreiben dort die Stadtwerke Dinslaken eine Fernwärmeversorgung. Anfangs wurde die Fernwärme ausschließlich auf Basis von Kraftwerks- und Industrieabwärme bereitgestellt. Mit dieser Konfiguration konnten die Stadtwerke Dinslaken schon vor über 40 Jahren im Vergleich zu herkömmlichen städtischen Beheizungsstrukturen eine deutlich bessere Umwelt- und CO₂-Bilanz aufweisen. Inzwischen basiert die Fernwärmeschiene Niederrhein auf einer Vielzahl von Wärmequellen, die zu einem großen Anteil erneuerbare Energien (Biomethan und Holzhackschnitzel) und größere Wärmespeicher einbeziehen. Wegen dieser vorausschauenden Versorgungsstrategie sind die Stadtwerke Dinslaken ein wichtiger Pionier der Wärmewende im Ruhrgebiet. Allein in Dinslaken werden heute über 60 % der Gebäude, darunter alle öffentlichen Gebäude, mit umweltschonender Fernwärme versorgt. Die Fernwärmeschiene Niederrhein, die heute als Kooperationsprojekt der Stadtwerke Dinslaken und Duisburg betrieben wird, hat inzwischen eine Länge von rund 37 km und versorgt in den Städten Voerde, Dinslaken, Duisburg und Moers zahlreiche Wohnungen, öffentliche Gebäude sowie Handel und Gewerbe. Die Fernwärme wird mit einer Gesamtleistung von 550 MW bereitgestellt. Der Anteil der Wärme aus regenerativer Kraft-Wärme-Kopplung beträgt 14,2 %, aus BHKW-Anlagen 5,5 %, Wärme aus fossiler Kraft-Wärme-Kopplung hat einen Anteil von 49,9 %, industrielle Abwärme ist mit 29,6 % und Frischwärme mit 0,8 % beteiligt. Insgesamt wurde so im Jahr 2013 eine Wärmemenge von 878 GWh in die Fernwärmeleitungen geliefert [7]. Damit unterscheidet sich die Wärmeerzeugungsbasis der Fernwärmeversorgung am Niederrhein deutlich vom Bundesdurchschnitt, der noch zu 91 % auf fossilen Energieträgern basiert [8].

Auch die Zukunft der Fernwärmeversorgung Niederrhein schätzen Experten optimistisch ein. Eine Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die dortige Fernwärme auch bei zurückgehender Wärmeinspeisung aus der Industrie und bei schrumpfenden Bevölkerungszahlen sowie dem damit verbundenen Sinken der Nachfrage wirtschaftlich betrieben werden kann. Dabei erweise sich die Fernwärmeschiene hydraulisch so flexibel, dass sie durch eine Strukturoptimierung, z.B. durch die Errichtung und Zuschaltung neuer Biomasseheizkraftwerke, an zukünftige Bedingungen angepasst und wirtschaftlich betrieben werden kann [9].

Fazit und Ausblick

Es ist deutlich geworden, dass die Wärmewende im Ruhrgebiet aufgrund der bestehenden Strukturen

viele Chancen und technische Lösungsmöglichkeiten bietet. Stadtwerke sind dabei wichtige Schlüsselakteure. Das darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass gerade „in Bestandsquartieren mit heterogenen Bau- und Eigentümerstrukturen die quartiersbezogenen Umbauprozesse aufgrund der Vielzahl der beteiligten Akteure langwierig und mit erheblichem Koordinierungsaufwand verbunden sind“ [10].

Bei den hier dargestellten Entwicklungschancen muss allerdings auch darauf hingewiesen werden, dass der aktuelle Ordnungsrahmen nicht geeignet ist, die im Sinne der Energiewende sinnvolle Sektorenkopplung zu befördern. Vielmehr führen die derzeitigen Bedingungen dazu, dass selbst netzdienliche Maßnahmen wie Power-to-Heat nicht wirtschaftlich darstellbar sind. Denn auch in Zeiten starker erneuerbarer Strom-Überkapazitäten – sogar bei negativen Spotmarktpreisen – fallen Netzentgelte und Abgaben für den Betrieb solcher Anlagen an, obwohl es sich hierbei um systemdienliche Maßnahmen handelt. Um die sich aus der Sektorenkopplung ergebenden Chancen besser nutzen und systemrelevante Dienstleistungen entwickeln zu können, bedarf es umfassender Anpassungen durch den Gesetzgeber. Insbesondere der Verdichtungsraum Ruhrgebiet mit seiner polyzentrischen Struktur und seiner gut ausgebauten Wärmeinfrastruktur könnte davon profitieren. Voraussetzung ist allerdings, dass für Nah- und Fernwärmeakteure wie Stadtwerke klare und verlässliche Investitionssignale gegeben werden, mit denen das Ruhrgebiet eine zentrale Funktion als Systemdienstleistungsregion im Sinne der Wärmewende einnehmen und einen erfolgreichen Strukturwandel im Energiebereich vollziehen kann.

LITERATUR

- [1] Wuppertal Institut: Die Energiewende regional gestalten – Auf dem Weg zu einer Energiewende-Roadmap im Ruhrgebiet, 2017. Online verfügbar unter: <https://cloud.wupperinst.org/f/81816b07aa/?raw=1>
- [2] Berlo, K., Wagner, O.: Stadtwerke-Neugründungen und Rekommunalisierungen – Energieversorgung in kommunaler Verantwortung; eine Studie des Wuppertal Instituts, 2013. Online verfügbar unter: https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Stadtwerke_Sondierungsstudie.pdf
- [3] Pehnt, M., Nast, M.: Wärmewende 2017 – Impulse für eine klimafreundliche Wärmeversorgung, 2016, S. 14.
- [4] Fishedick, M.: Die Rolle der Wärme im Energiesystem: Systemaspekte. In: FVEE • Themen 2015, 2016, S. 14 - 18.
- [5] EnergieAgentur.NRW: Machbarkeitsstudie Fernwärme im Ruhrgebiet – Für Energieeffizienz und Klimaschutz, 2014. Online verfügbar unter: <https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/broschuerenservice/energieagentur/machbarkeitsstudie-fernwaerme-im-ruhrgebiet/1662>
- [6] BET (Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, Aachen): Perspektiven der Fernwärme im Ruhrgebiet bis 2050, 2013. Online verfügbar unter: http://www.bet-aachen.de/fileadmin/redaktion/PDF/Studien_und_Gutachten/Entwicklung_von_Fernwaermeperspektiven_im_Ruhrgebiet_bis_2050_final.pdf
- [7] Döking, T.: Folienpräsentation zum Thema „Fernwärmeschiene Niederrhein“ auf der Zwischenkonferenz des Projektes „Energiewende Ruhr – Auf dem Weg zu einer Energiewende-Roadmap für das Ruhrgebiet“ am 17.06.2015 in Oberhausen, 2015. Online verfügbar unter: http://www.energie-wende-ruhr.de/fileadmin/dokumente/Downloads/Vortraege/Vortraege_Zwischenkonferenz/Session_II/Session_II_Doeking_b.pdf
- [8] Schulz, W.: Dekarbonisierung der Fernwärme; Folienvortrag der Berliner Energietage 2016. Online verfügbar unter: https://www.agora-energie-wende.de/fileadmin/Projekte/2015/Sektorkopplung/05_Schulz_Praesentation_BET_13042016.pdf
- [9] Richter, S., Manderfeld, M.: Langfristkonzept für die Energieversorgung – Strukturoptimierung der Fernwärmeschiene Niederrhein, in: EUROHeat&Power, 9(2007). Online verfügbar unter: http://www.gef.de/fileadmin/Dateien/Publikationen/Strukturoptimierung_der_FW-Schiene_Niederrhein.pdf
- [10] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu): Wärmewende: Mit Hemmnissen bei der Umsetzung umgehen, 2017. Online: <https://difu.de/publikationen/difu-berichte-12017/waermewende-mit-hemmnissen-bei-der-umsetzung-umgehen-lernen.html>

AUTOREN



Dr.-Ing. Kurt Berlo
Projektleiter

Wuppertal Institut
Kontakt: kurt.berlo@wupperinst.org



Dipl.-Soz.Wiss. Oliver Wagner

Wuppertal Institut
Kontakt: oliver.wagner@wupperinst.org