

Delegationsreise nach Schweden:

Teil 1 / 3

Chemiecluster Stenungsund / Biomethan und Wasserstoff / Fernwärme und -kälte

Laurine Kim Larsen

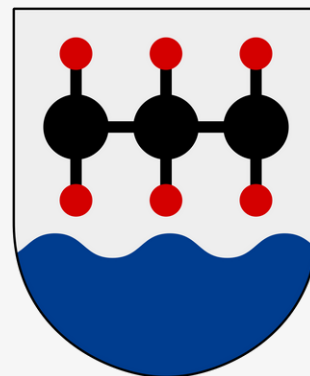


© Niels Vester

CHEMIECLUSTER IN STENUNGSUNG / SCHWEDEN

Stenungsund ist eine Gemeinde in der schwedischen Provinz Västergötlands län und liegt knapp 50 km nördlich von Göteborg. Mit einer vergleichsweise geringen Einwohnerzahl von rund 28.000 und einer bemerkenswerten Konzentration von 4.000 Unternehmen, die in der Region angesiedelt sind gehört die Gemeinde und der gleichnamige Ort, neben den städtischen Wirtschaftszentren Göteborg und Malmö in Südschweden, zu einem weiteren wichtigen Standort mit großer wirtschaftlicher Bedeutung für die Region.

Maßgeblich dafür verantwortlich ist die dort ansässige Chemieindustrie, die heute eines der wichtigsten schwedischen Zentren für die Herstellung von Kunststoffen und deren Vorstufen ist. Als Grundlage für die in der Region angesiedelten Chemiebetriebe diente ein 1959 in Betrieb genommenes, mit Öl betriebenes Heizkraftwerk. Ursprünglich während des Kalten Krieges als geschütztes, in den Berg gebautes Kraftwerk konzipiert, sollte es in Kriegszeiten die Stromversorgung sicherstellen. Mit beeindruckender Ingenieurskunst wurden hier 600 Höhlen und mehrere Tunnel geschaffen, um vier voll ausgestattete Kraftwerksblöcke, riesige unterirdische Ölspeicherkavernen und eine Wasseraufbereitungsanlage unterzubringen. Von außen sind lediglich die vier imposanten Schornsteine sichtbar, die aus dem Bergmassiv emporragen.



Das Stadtwappen von Stenungsund, welches eine vereinfachte Darstellung eines Polyethylenmoleküls und Wassers zeigt, symbolisiert eindrucksvoll die zentrale Bedeutung der Petrochemie sowie die enge Verbindung der Gemeinde zum Wasser.

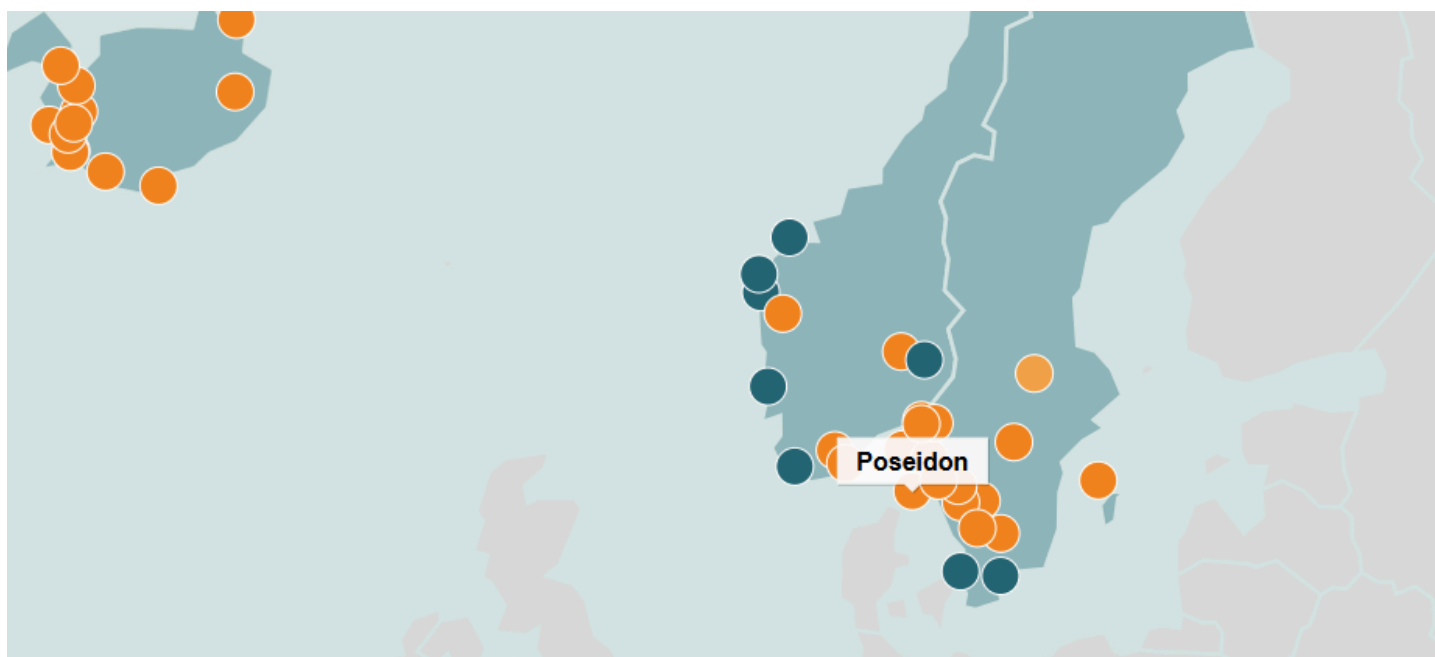
Zwischen 2003 und 2015 war das Kraftwerk Teil der schwedischen Stromreserve. Seit Mitte der 1990er Jahre sind die beiden ältesten Blöcke nicht mehr in Betrieb. Heute betreibt Vattenfall das Werk vor allem als Spitzenlastkraftwerk. Derzeit wird das Potenzial der Integration eines druckluftbasierten Energiespeichersystems in einem geologischen Felsraum untersucht, wobei Turbinen als zentrale Komponente zur Energieumwandlung und -nutzung dienen. Dabei soll bei niedrigen Strompreisen Luft in einem abgedichteten Felsraum auf einen Druck von 40-50 bar komprimiert werden. Bei hohen Strompreisen und entsprechendem Energiebedarf würde die komprimierte Luft über die Turbinen entspannt, um elektrische Energie zu erzeugen. Ein entsprechender Förderantrag auf EU-Ebene befindet sich in Vorbereitung.

Besonderer Fokus liegt auf der Integration eines thermischen Speichersystems, das die bei der Luftkompression entstehende Wärme speichert und während der Expansion zur Temperierung der entstehenden Kälte wieder zuführt. Zusätzlich wird die Möglichkeit geprüft, Gasturbinen zu installieren, die mit Biogas oder Erdgas betrieben werden könnten, um die Energieerzeugung weiter zu diversifizieren.

Bereits im Jahr 1963, parallel zur Errichtung des Heizkraftwerks, wurde eine Cracker-Anlage in Betrieb genommen, um die Kunststoffindustrie mit Ethylen und verschiedenen Brenngasen zu versorgen. Heute wird die Anlage von Borealis betrieben, einem Unternehmen, das am Standort zusätzlich drei Polyethylen-Produktionsanlagen betreibt. Die Cracker-Anlage stellt eine Vielzahl von Zwischenprodukten wie Wasserstoff, Ethylen, Propylen und ETBE her, die sowohl als Rohstoffe für andere Unternehmen des Chemieclusters als auch zur Versorgung der eigenen Polyethylen-Anlagen genutzt werden. Das produzierte Ethylen und Brenngas wird innerhalb des Clusters unter anderem an die internationalen Chemieunternehmen Nouryon, INEOS Inovyn und Perstorp verkauft. Eigens für die Abnahme des produzierten Propylens aus der Cracker-Anlage wurde eine Fabrik für die Herstellung von Weichmachern für PVC durch Perstorp errichtet. Neben weiteren Spezialchemikalien beherbergt die Produktionsanlage die größte Anlage Skandinaviens zur Herstellung des Biokraftstoffs RME (Rapsmethylester).

Der Chemiepark Stenungsund ist heute Standort von insgesamt 7 Chemieriesen mit Schwerpunkt in der Petrochemie und bildet das größte Chemiecluster in Schweden. Das schwedische Kollaborationsprojekt Hållbar Kemi unterstützt die nachhaltige Entwicklung der dortigen chemischen Industrie sowie den Ausbau erneuerbarer Energien mit einem Fokus auf Umweltfreundlichkeit und Ressourcenschonung. So wird beispielsweise die Abwärme von der Borealis Cracker-Anlage und Perstorp an das lokale Fernwärmenetzwerk weitergeleitet, das die Gemeinde Stenungsund mit Wärme versorgt. Vattenfall und das norwegische Windkraftunternehmen Zephyr planen ab 2030 die Umsetzung von zwei Offshore-Windkraftprojekten, Poseidon und Vidar, im Skagerrak, einem Teil der Nordsee zwischen Jütland, Norwegen und Schweden. Etwa 25 bis 27km vor der schwedischen Westküste sollen 150 bis 170 schwimmende Windturbinen mit einer installierten Gesamtleistung von rund 3,4GW errichtet werden. Die prognostizierte jährliche Stromproduktion beträgt 13,3TWh, ausreichend zur Deckung des Energiebedarfs von etwa drei Millionen Haushalten.

Übersicht bereits umgesetzter (dunkelgrün) sowie geplanter Windkraftprojekte (orange) von ZEPHYR. Darunter das Offshore-Projekte Poseidon im Skagerrak



Transition zu Biomethan und Wasserstoff: Herausforderungen und Lösungen aus Schweden

Die Entwicklung hin zu nachhaltigen Energielösungen spielt eine zentrale Rolle in der globalen Energietransformation. Schweden stellt dabei ein bemerkenswertes Modell dar, insbesondere in der Nutzung von Biomethan und Wasserstoff. Anders als in Deutschland, das über ein weitverzweigtes Gasnetz verfügt, wird in Schweden der Fokus auf lokale Verdichtung, Transport und die Anwendung von grünen Energiegasen gelegt.

Nutzung von Biomethan: Ein Vergleich zwischen Schweden und Deutschland

Schweden verzeichnet einen jährlichen Gasbedarf von etwa 15TWh, was im Vergleich zu den 820TWh in Deutschland relativ gering ist. Dieser Unterschied ist nicht allein auf die achtfach kleinere Bevölkerung Schwedens zurückzuführen, sondern auch auf die deutlich geringere Gasnutzung im Haushaltssektor. In Schweden nutzen lediglich etwa 20.000 Haushalte Gas, während in Deutschland weite Teile der Wärmeversorgung davon abhängig sind. Stattdessen kommen in Schweden elektrisch betriebene Wärmepumpen und Fernwärmesysteme in urbanen Gebieten zum Einsatz.

Bemerkenswerte Unterschiede zeigen sich auch in der Biogasverwertung. Während in Schweden rund 80% des produzierten Biogases zu Biomethan in Erdgasqualität (CH₄-Gehalt bis zu 98%) aufbereitet werden, liegt der Anteil in Deutschland bei lediglich 2% der Anlagen. Dies ist vor allem auf systematische Unterschiede in der Infrastruktur und den energiepolitischen Rahmenbedingungen zurückführbar.

HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN FÜR DIE BIOGASNUTZUNG

Mit dem Auslaufen der Einspeisevergütung für Strom aus Biogasanlagen nach 20 Jahren stehen viele deutsche Betreiber vor der Frage, wie ihr Biogas zukünftig genutzt werden kann. Schweden bietet hier potenzielle Lösungsansätze, insbesondere im Mobilitätsbereich. Bereits vor zwei Jahrzehnten wurden in Schweden Biogasbusse eingeführt, und in Städten wie Göteborg sind Diesibusse inzwischen gänzlich verschwunden. Ein bedeutender Teil des Biomethans – rund 2 TWh pro Jahr – wird heute im Mobilitätssektor eingesetzt, insbesondere für Busse und zunehmend auch für Lastwagen, die mit flüssigem Biomethan (LBM) betrieben werden.

Die Verwendung von LBM bietet dabei eine höhere Energiedichte und ermöglicht Reichweiten von bis zu 1.500 Kilometern, was es für den Schwerlastverkehr besonders attraktiv macht. Trotz eines um etwa 10 % höheren Preises im Vergleich zu Diesel wird LBG aufgrund seiner fossilen Unabhängigkeit und Umweltfreundlichkeit zunehmend nachgefragt.

INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN UND NEUE TRENDS

Neben der Mobilität setzen auch industrielle Anwendungen zunehmend auf Biomethan. Ein Beispiel ist ein Unternehmen in Falköping, das Bremsscheiben herstellt. Hier wird das Biomethan, das aus einer 30 Kilometer entfernten Biogasanlage stammt, in mobilen Gascontainern geliefert und zur Erwärmung und Härtung der Produkte eingesetzt. Diese flexible Logistik ermöglicht eine effiziente Nutzung des Biogases, ohne auf ein ausgedehntes Pipeline-Netz angewiesen zu sein.



Transition zu Biomethan und Wasserstoff



Auch Wasserstoff spielt in Schweden eine wachsende Rolle. Projekte wie „Green Steel“ in Luleå zeigen das Potenzial grünen Wasserstoffs in der fossilfreien Stahlproduktion. Zusätzlich sind zahlreiche Wasserstofftankstellen in Planung. Processkontroll Green Technology, ein führendes Unternehmen auf diesem Gebiet, plant bis 2025 den Bau von 35 Wasserstofftankstellen.

Dieses Unternehmen, das Ende der 1990er-Jahre mit Biogas-Tankstellenprojekten begann, setzt auf innovative Verdichtungs- und Transporttechnologien, um erneuerbare Energiegase effizient und nachhaltig nutzbar zu machen.

Die in Schweden etablierten Modelle können auch für Deutschland eine Orientierungshilfe bieten. Insbesondere die Verwendung von Biomethan im Mobilitätssektor und in industriellen Anwendungen könnte dazu beitragen, Biogasanlagen, die nicht mehr ins Gasnetz einspeisen können, wirtschaftlich sinnvoll weiterzubetreiben.

Die schwedische Praxis zeigt, wie mobile Gascontainer und Verdichtungsanlagen eine Pipeline-unabhängige Gaslogistik ermöglichen. Diese Flexibilität könnte in Deutschland eine wichtige Rolle spielen, um den Biogassektor zukunftsfähig zu gestalten und die Energiewende zu unterstützen.

Mit einer klaren politischen Rahmensetzung und der Förderung innovativer Technologien können Lösungen aus Schweden dazu beitragen, die Herausforderungen des deutschen Biogassektors erfolgreich zu meistern. Die Integration von Biomethan und grünen Wasserstofflösungen in Energie- und Verkehrssysteme bietet ein enormes Potenzial für eine nachhaltige und fossile-unabhängige Zukunft.



Werksbesichtigung bei Processkontroll Green Technology in Stora Höga.

Ein Vorbild für die Energiewende: Innovative Fernwärme- und Fernkühlkonzepte in Göteborg

Göteborg, die zweitgrößte Stadt Schwedens, ist ein Leuchtturmprojekt für moderne Fernwärme- und Fernkühlssysteme, die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit vereinen. Mit einem umfassenden Netz und innovativen Ansätzen zur Kopplung von Wärme- und Kühllösungen zeigt Göteborg, wie urbane Energiesysteme zukunftsfähig gestaltet werden können.

Die Geschichte der Fernwärme in Göteborg begann 1952 mit der Nutzung von Kohle und Öl zur Energieerzeugung. In den 1970er Jahren führte die Ölkrise zu einer Umstellung auf Biomasse und den Einsatz von Wärmepumpen. Heute umfasst das Fernwärmesystem sieben Produktionsanlagen mit einer Kapazität von 750 MW und einer Netzlänge von 1.400 km. Etwa 70 % der Wärme stammen aus Abwärmequellen, darunter Raffinerien und Abfallverbrennungsanlagen. Zusätzlich kommen Holzhackschnitzel, Holzpellets, Gas und Öl als Reservequellen zum Einsatz. Die Flexibilität des Systems ermöglicht es, die Wärmeerzeugung dynamisch an die aktuellen Bedarfe und Energiekosten anzupassen.

In strengen Wintern kann auf Gas zurückgegriffen werden, während in weniger kalten Zeiten Wärmepumpen mit Abwasser betrieben werden, um Stromnetze zu entlasten.

FERNKÜHLUNG: EINE EINZIGARTIGE LÖSUNG

Die Fernkühlung begann 2002 mit vier kleinen, separaten Netzen, die bis 2007 ausgebaut wurden. Heute erstreckt sich das Fernkühlnetz über 50 km und versorgt 190 Kundenstationen mit einer Gesamtkapazität von 78 MW. Die Kunden, vorwiegend Büros und Hotels, erhalten gekühltes Wasser mit einer Temperatur von 6 °C, das mit 16 °C zurückfließt.

Die Fernkühlung basiert auf zwei Haupttechnologien

- Freie Kühlung: Kaltes Flusswasser wird im Winter genutzt, wenn die Wassertemperatur unter 5 °C liegt.
- Absorptionskältemaschinen: Abwärme aus Raffinerien und Abfallverbrennung wird genutzt, um zusätzliche Kühlung bereitzustellen.

Die Effizienz der Fernkühlung ist beeindruckend: Im Winter beträgt das Verhältnis von eingesetzter Energie zu Kühlleistung 1:25. Im Sommer, wenn Absorptionskühler eingesetzt werden, liegt das Verhältnis bei 1:10. Ein innovatives Projekt in Göteborg ist die Entwicklung thermischer Energiespeicher, die sowohl für Fernwärme als auch für Fernkühlung genutzt werden. Diese Sektorkopplung ermöglicht eine effiziente Nutzung von Energieüberschüssen:

- Im Winter wird der Speicher für Fernwärme verwendet,
- im Sommer für Fernkühlung.

Durch die gemeinsame Nutzung des Speichersystems können Investitionskosten halbiert und die Ressourcennutzung optimiert werden. Die geplanten Speicher sollen bis 2027 installiert sein und die Flexibilität des Energiesystems erheblich verbessern.

Trotz der Fortschritte steht Göteborg vor Herausforderungen. Die zunehmende Elektrifizierung und der Ausbau erneuerbarer Energien erfordern Investitionen in intelligente Netze und Speichersysteme. Zudem müssen bestehende Hochtemperatur-Fernwärmesysteme auf Niedertemperatur umgestellt werden, um fossile Brennstoffe weiter zu reduzieren.

Eine weitere Herausforderung ist die Finanzierung. Während öffentliche Mittel begrenzt sind, ist die Anziehung privater Investitionen entscheidend. Schweden hat hier eine lange Tradition: Fernwärme wird größtenteils von kommunalen Unternehmen betrieben, doch der Trend geht zunehmend zu privaten Akteuren.

Göteborgs Fernwärme- und Fernkühlkonzepte zeigen, wie innovative Technologien und integrierte Systeme zur Energiewende beitragen können. Die Stadt dient als Vorbild für nachhaltige urbane Energiesysteme, die Flexibilität, Effizienz und Umweltfreundlichkeit vereinen. Mit weiteren Investitionen und technologischen Anpassungen könnte Göteborg seine Position als Pionier im Bereich der Fernenergie weiter festigen und wichtige Impulse für andere europäische Städte geben.

