



## Climate smart Hyllie

Fallstudie im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy

Carina Fromm, Valentin Tappeser (adelphi)

Stand: Januar 2018

## Projektleitung

### **adelphi research gemeinnützige GmbH**

Alt-Moabit 91  
14193 Berlin

T +49 (0)30-89 000 68-0  
F +49 (0)30-89 000 68-10

[www.adelphi.de](http://www.adelphi.de)  
[office@adelphi.de](mailto:office@adelphi.de)

## Projektpartner

### **Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH**

Clayallee 323  
14169 Berlin

T: +49 (0)30 - 306 45 1000

[www.borderstep.de](http://www.borderstep.de)  
[info@borderstep.de](mailto:info@borderstep.de)

### **IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH**

Schopenhauerstr. 26  
14129 Berlin

T: +49 (0) 30 80 30 88-0

[www.izt.de](http://www.izt.de)  
[info@izt.de](mailto:info@izt.de)

**Abbildung Titel: LHA (Annhem Fastigheter AB), Public domain, via Wikimedia Commons**

**evolution2green wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.**



## Die Fallstudie im Überblick

Steckbrief	
<b>Titel der Fallstudie</b>	<b>Climate smart Hyllie</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Der Stadtteil Hyllie soll bis 2020 zu einem „climate smart district“ entwickelt werden, der mithilfe digitaler Technologien wie intelligenter Netze (Smart Grids) oder Smart Home Elementen den Anwohnenden einen nachhaltigen Lebensstil ermöglicht. Gleichzeitig soll bis 2020 die gesamte Energieversorgung auf erneuerbare Energien umgestellt werden.
<b>Thematische Eignung</b>	Hyllie ist als Fallstudie von besonderem Interesse, da im Rahmen der Initiative intelligente Steuerungselemente eingebunden und neue Technologien mit disruptivem Potential, wie beispielsweise intelligente Wärmenetze, getestet werden. Dadurch trägt die Studie zur thematischen Diversifizierung bei.
<b>Geografische Bezugsebene</b>	Lokal, Malmö, Schweden
<b>Umsetzungs- bzw. Diffusionsstadium</b>	Wachstumsphase (II)
<b>Geschwindigkeit</b>	Schnell Seit Abschluss des offiziellen Klimavertrages 2011 erfolgt eine rasche Umsetzung der geplanten Projekte
<b>Transformationsstrategie</b> (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz)	Effizienz/Konsistenz/Suffizienz
<b>Wichtigste Erfolgsfaktoren</b>	Public-Private-Partnership (PPP) im Rahmen eines Klimavertrages Sektorübergreifendes Konzept (Energie, Transport, Abfall) Bürgerliche Beteiligung
<b>Relevanteste Pfadabhängigkeiten und Hindernisse</b>	Da Hyllie zuvor ein relativ unbewohntes, brachliegendes Gebiet war, existierten kaum infrastrukturelle Pfadabhängigkeiten. Kommerzielle Motive als Ausgangspunkt des Prozesses beeinflussen die Entwicklungsrichtung.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Die Fallstudie im Überblick</b>	<b>II</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>1 Ziel und Methodik</b>	<b>5</b>
<b>2 Auswahl der Fallstudie</b>	<b>6</b>
<b>3 Climate smart Hyllie</b>	<b>7</b>
3.1 Hintergrund und Rahmenbedingungen	7
3.2 Wesentliche Entwicklungen und Meilensteine des schwedischen Wärmesektors	9
3.2.1 Installation und Etablierung des Systems (1948 – 1970)	9
3.2.2 Ölkrisen und Umstrukturierung des Wärmesektors (1970 – 1990)	10
3.2.3 Privatisierung und erneuerbare Wärmegegewinnung (1990 – heute)	11
3.3 Wesentliche Entwicklungen und Komponenten der Intelligenten Wärmenetze	11
3.3.1 Entwicklung der Intelligenten Wärmenetze	11
3.3.2 Intelligente Wärmenetze in Hyllie	12
3.4 Transformationsprozess	13
3.4.1 Veränderungsidee und Lösungsvorschläge	13
3.4.2 Transformationsprozess	14
3.4.3 Akteure und ihre Qualifikationen	16
3.4.4 Zeitaspekte	17
3.5 Tabellarische Zusammenfassung	17
<b>4 Relevanz für die Transformation zu einer Green Economy in Deutschland</b>	<b>21</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>22</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energieverbrauch in TWh für Raumwärme und Warmwasser in Schweden 1983-2014 nach Endenergieträger (Wohn- und Nichtwohngebäude)	7
Abbildung 2: Durchschnittlicher Wärmeenergieverbrauch in kWh/m <sup>2</sup> in ausgewählten EU-Staaten 2015	8
Abbildung 3: Energiequellen im schwedischen Wärmesektor	10
Abbildung 4: Sieben Entwicklungskomponenten in Hyllie	13

## Abkürzungsverzeichnis

<b>KWKs</b>	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
<b>PPP</b>	Public-Private-Partnership

## 1 Ziel und Methodik

Das Projekt Evolution2Green wird von adelphi gemeinsam mit dem Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung und dem Borderstep Institut durchgeführt. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung thematisiert das Vorhaben Transformationspfade hin zu einer Green Economy und die Gestaltung von Pfadwechseln.

Im dritten Arbeitspaket des Projektes erfolgt die Erstellung von 20 bis 25 Fallstudien erfolgreicher, bzw. potentiell erfolgreicher Transformationsprozesse. Zentrale Zielstellung ist die Identifikation von Erfolgsfaktoren für eine Transformation zu einer Green Economy und die Herausarbeitung lösungsorientierter Handlungs- und Steuerungsansätze. Betrachtet werden Beispiele in den Transformationsfeldern Mobilität, Wärmeenergie und Rohstoffe, sowie übergreifende Fälle von besonderer Relevanz<sup>1</sup>. Die Erstellung und Analyse der Fallstudien erfolgt nach dem Models of Change (MoC) Ansatz (Kristof 2010), der im Rahmen des ersten Arbeitspakets dieses Vorhabens projektspezifisch operationalisiert und um Perspektiven aus der Politik- und Wirtschaftswissenschaft, mit besonderem Fokus auf die Multilevel Perspektive (Geels 2002, 2011; Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) 2011) erweitert wurde (Kahlenborn et al. 2016).

Basis der Fallstudien sind neben Vorarbeiten der drei Institute in den jeweiligen Feldern umfangreiche Analysen der Literatur und der verfügbaren Internetquellen. In einzelnen Fällen erweitern Experteninterviews die Datengrundlage.

Primäres Ergebnis je Transformationsbeispiel ist eine Beschreibung der zentralen Erfolgsfaktoren entlang der MoC-spezifischen Analysekatoren Akteure und ihre Qualifikationen (1), Veränderungsidee und Lösungsvorschläge (2), Zeitaspekte (3) und Veränderungsprozesse (4) vor dem Hintergrund fallspezifischer Landschaftsmerkmale und Rahmenbedingungen, wobei nur die relevantesten Faktoren im Text behandelt werden.

Das vorliegende Papier stellt die Fallstudie „Climate smart Hyllie – Transformation eines Stadtteils in Malmö“ vor. Kapitel 2 Erläutert dabei zunächst die Auswahl der Fallstudie anhand definierter Kriterien. Kapitel 3 beinhaltet die eigentliche Studie, aufgegliedert in einen, insbesondere auf Rahmenbedingungen und Landschaftseigenschaften eingehende Abschnitt (3.1), Erfolgsfaktoren im Transformationsprozess (Abschnitt 3.2)<sup>2</sup> und eine tabellarische Zusammenfassung (Abschnitt 3.3). Kapitel 4 nimmt eine Bewertung der Relevanz des Falls für die Transformation hin zu einer Green Economy in Deutschland vor.

<sup>1</sup> Die Auswahl der Fallstudien erfolgte anhand von Auswahlkriterien, die in einem separaten Operationalisierungspapier entwickelt wurden. Sie umfassen unter anderem: Praktikabilität, Thematische Eignung, Diversifizierung, Disruptiver Prozess, Erfolg im Lock-out des alten Pfades, Relevanz im deutschen Kontext, Veränderung des Regimes, Nachvollziehbarkeit der Akteurs- Konstellationen, Komplexität und Breitenwirksamkeit

<sup>2</sup> Aus Gründen der Leserlichkeit erfolgt die Darstellung in einer vom Analyseansatz abweichenden Reihenfolge. So wird zunächst auf Erfolgsfaktoren in Bezug auf Veränderungsidee und Lösungsvorschläge, danach auf Merkmale des Transformationsprozesses (im MoC-Ansatz Veränderungsprozesse) und schließlich auf Akteure und ihre Qualifikationen sowie Zeitaspekte eingegangen.

## 2 Auswahl der Fallstudie

In der vorliegenden Fallstudie wird die Entwicklung des Stadtteils Hyllie im schwedischen Malmö untersucht. Ziel der analysierten Initiative ist die Versorgung des Stadtteils mit Energie aus 100% erneuerbaren oder recycelten Quellen bis 2020. Der Anteil der erneuerbaren Energien soll dabei aus Windenergie, Solarkraft und Biomasse erzeugt werden. Gleichzeitig dienen Abfall und Abwasser als Recyclingmaterial um Fernwärme und Strom zu generieren (E.ON et al. o.J.). Ein Großteil der benötigten Energie soll mit lokal verfügbaren Ressourcen produziert werden, der Rest wird von zentral betriebenen Anlagen eingespeist (ReFlex o.J.). Treibende Kraft der Entwicklung ist eine *Public-Private-Partnership* (PPP) bestehend aus der Stadt Malmö und zwei Wirtschaftsunternehmen.

Das ausgerufene Ziel der Initiative geht jedoch über die reine Versorgung mit erneuerbaren Energien hinaus. Hyllie soll zu einem „climate smart district“ modelliert werden, der mithilfe neuer Technologien wie intelligenten Netzen (Smart Grids) oder Smart Home Elementen den AnwohnerInnen einen nachhaltigen Lebensstil ermöglicht (Stadt Malmö o.J.a). Das Verknüpfen unterschiedlicher Sektoren mithilfe intelligenter Steuerungselemente ist eine zentrale Komponente des Projekts. Die drei Säulen des Vorhabens sind somit smarte Energiegewinnung, integrierte Mobilitätskonzepte sowie aktive Bürgerbeteiligung (Stenzenberger 2016).

Das Projekt in Hyllie ist Teil einer umfassenderen Strategie der Stadt Malmö, die bis 2020 CO<sub>2</sub>-neutral sein will und bis 2030 eine rein erneuerbare Energieversorgung anstrebt (E.ON et al. o.J.). Hyllie sowie der Stadtteil Western Harbour dienen hierbei als Pilotgebiete, um Wege zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung in Richtung CO<sub>2</sub>-Neutralität zu identifizieren. Obwohl sich der Fall mit einem eher überschaubaren Neubaugebiet auseinandersetzt, ist er explizit auf Generalisierbarkeit angelegt, wodurch ihm eine potentiell größere Breitenwirkung innewohnt (Stenzenberger 2016).

Im Kontext der Wärmeversorgung von Gebäuden ist Hyllie dabei vor allem wegen des geplanten intelligenten Wärmenetzes von Interesse, welches als Schnittstelle zum Strom- und Mobilitätssektor fungiert und so neue Wege im Bereich der Sektorkopplung beschreitet (ReFlex o.J.; Stadt Malmö 2015). Aufgrund der verhältnismäßig kurzen Umsetzungsspanne von knapp zehn Jahren handelt es sich um einen schnell verlaufenden Fall. Der strategische Ansatz umfasst dabei alle drei Basisstrategien: Effizienz (Energieeffizienz des Stadtteils soll durch unterschiedliche Maßnahmen erhöht werden), Suffizienz (Verhaltensänderung der Bewohnenden wird angestrebt) und Konsistenz (Substituierung der bisherigen Energiequellen durch regenerative Quellen).

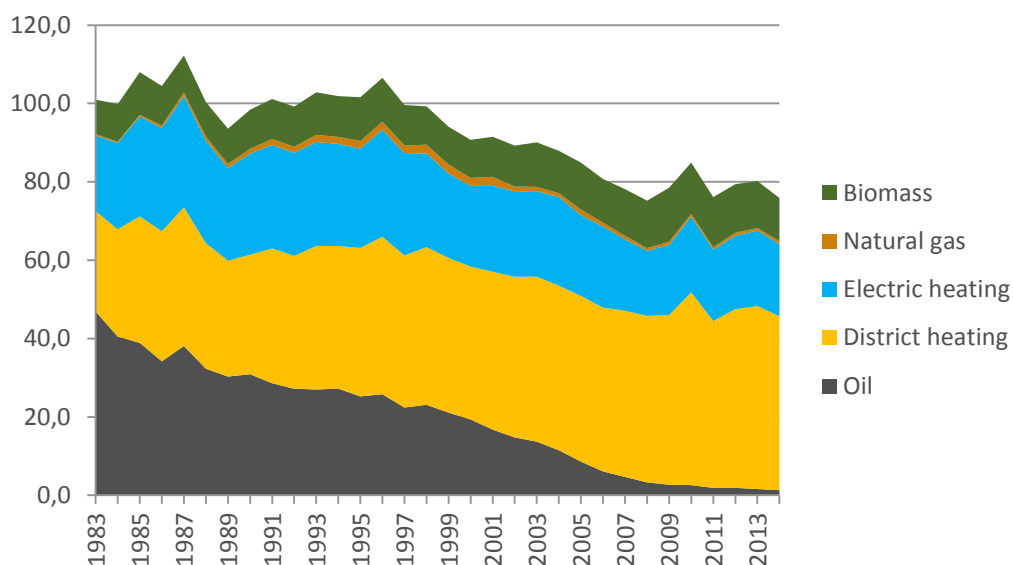
### 3 Climate smart Hyllie

#### 3.1 Hintergrund und Rahmenbedingungen

Der schwedische Energiesektor ist gekennzeichnet von einem recht hohen Stromanteil, der vor allem durch Wasserkraft (42 %) und Nuklearenergie (41 %) gespeist wird. Entfällt in Deutschland nur gut ein Sechstel (17,3 %) des Endenergieverbrauchs auf Strom, ist der Anteil in Schweden mit 33 % fast doppelt so groß (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2017; Swedish Energy Agency und Statistics Sweden 2016).

Auch in der Wärmeversorgung spielt Strom eine entsprechend große Rolle. Knapp die Hälfte (45 %) aller Ein- und Zweifamilienhäuser werden mit Strom geheizt, ein weiteres Drittel mit Biomasse (v.A. Holz und Holzprodukte). Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude werden hingegen zu jeweils 91 und 80 % per Fernwärme versorgt (Vor allem Biomasse (insb. Holz und Schwarzlauge<sup>3</sup>) und Müllverbrennung in Kraft-Wärme-Kopplung, zunehmend auch Wärmepumpen und Abwärmenutzung).

**Abbildung 1: Energieverbrauch in TWh für Raumwärme und Warmwasser in Schweden 1983-2014 nach Endenergieträger (Wohn- und Nichtwohngebäude)**



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Swedish Energy Agency und Statistics Sweden 2016.

Bis in die 1980er Jahre war Heizöl ein wichtiger Energieträger, wurde nach der Ölkrise 1979, insbesondere aber mit der Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer Anfang der 1990er Jahre jedoch zu Gunsten von Biomasse aus dem Markt gedrängt. Inzwischen spielt es sowohl bei der gebäudeindividuellen Wärmeversorgung, als auch der Fernwärme keine relevante Rolle mehr. Gas konnte sich als Energieträger trotz Bemühungen in den 1980er Jahren nie wirklich durchsetzen (Di Lucia und Ericsson 2014). Ein starkes Interesse der Kommunen an KWK-Anlagen schon seit den 1950er Jahren, große Bauprojekte in den 1960er und 1970er Jah-

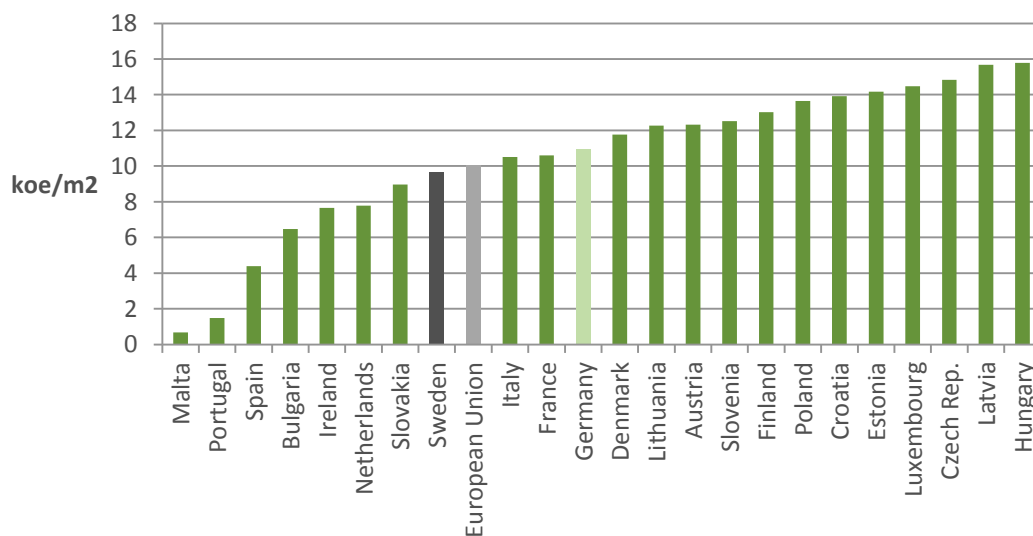
<sup>3</sup> Schwarzlauge ist ein organisches Abfallprodukt aus der Papierindustrie, welche einen wichtigen Wirtschaftszweig in Schweden darstellt.



ren, sowie hohe Steuern auf fossile Brennstoffe, CO<sub>2</sub>-Steuern und die Förderung von Biomasse-KWK ab den 1980er Jahren verhalf stattdessen den Fernwärmenetzen zu stetigem Wachstum (Magnusson 2012; vgl. Kapitel 3.2).

Über die verschiedenen Gebäudekategorien hinweg liegt die Fernwärme inzwischen bei einem Marktanteil (bezogen auf den Energieverbrauch) von 59 %, strombasierte Heizungssysteme (inkl. Wärmepumpen) als inzwischen schärfster Konkurrent<sup>4</sup> bei 24% (vgl. Abbildung 1). Gleichzeitig konnte die in Schweden traditionell schon recht hohe Energieeffizienz des Gebäudebestandes über die letzten 20 Jahre nochmals weiter reduziert werden und liegt, trotz des kalten Klimas, im unteren Drittel der EU-Staaten, was den Wärmeenergieverbrauch je Wohnfläche betrifft (siehe Abbildung 2).

**Abbildung 2: Durchschnittlicher Wärmeenergieverbrauch in kWh/m<sup>2</sup> in ausgewählten EU-Staaten 2015**



Quelle: Enerdata 2017.

Die zukünftige Gestaltung der schwedischen Wärmeversorgung wird momentan in Hyllie getestet. Deutlich wird dabei das zunehmend an Bedeutung gewinnende Element der Digitalisierung der Wärmeversorgung. Eine Rahmenbedingung hierfür ist die Unterzeichnung der EUROCITIES „Green Digital Charta“ durch die Stadt Malmö im Jahr 2010 (EUROCITIES 2016). Ziel der Charta ist eine nachhaltige Nutzung der IT-Infrastruktur. Bis 2030 will die Stadt Malmö ihren digitalen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck um 30% senken (EUROCITIES 2016). Ein Umsetzungselement des daraufhin aufgestellten Implementierungsplans stellt dabei explizit die intelligente Steuerung der Wärmeversorgung im Stadtteil Hyllie dar (Stadt Malmö o.J.b). Eine weitere Rahmenbedingung ist die 2009 erfolgte Verabschiedung eines Umweltprogramms für die Stadt Malmö, in dessen Kontext die Umsetzung smarter Gebäude- und Netztechniken formuliert ist (Stadt Malmö 2009).

Der eigentliche Ausgangspunkt der Transformation des Stadtteils ist jedoch der 2010 unterzeichnete „Klimavertrag“. Dieser wurde auf Initiative der Stadt Malmö zwischen der Stadt,

<sup>4</sup> Während die per Fernwärme gelieferte Energiemenge die der elektrischen Wärmeversorgung auf den gesamten Gebäudebestand gerechnet deutlich übertrifft, liegt der durch Elektroheizungen sowie insb. Wärmepumpen erzielte Umsatz über dem Umsatz des Fernwärmesektors (45 vs. 40 % des Umsatzes im Wärmemarkt; Sköldberg und Rydén 2014)

dem Energieversorger E.ON sowie dem Unternehmen VA SYD (dem lokalen Versorger für Wasser, Abwasser und Müllentsorgung) geschlossen, mit dem Ziel, Hyllie in einen klimasmarten Stadtteil umzuwandeln (Brand et al. 2014). Zu Beginn des Projektes bestand Hyllie aus einem 3,000 km<sup>2</sup> Areal ungenutzter Landfläche in einem Außenbezirk Malmö (Stadt Malmö 2015). Ein Teil der Initiative zielt dabei auf die bessere Anbindung des Geländes, beispielsweise durch die Eröffnung eines Bahnhofs. Damit soll sowohl die Wohn- und Arbeitsattraktivität des Gebietes erhöht, als auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch die Verfügbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel gesenkt werden. Im Laufe des Prozesses sollen 9,000 moderne und energieeffiziente Wohnungen und circa ebenso viele Büroplätze geschaffen werden (E.ON et al. o.J.). Wie zuvor beschrieben soll die Energieversorgung größtenteils durch lokale Energiequellen wie Solaranlagen oder das Recyceln von Abfall erfolgen. Der geschätzte jährliche Wärmebedarf in Hyllie liegt bei circa 20 GWh (Brange et al. 2016).

Vorläufer des Wandels in Hyllie ist der Stadtteil Western Harbour (Västra Hamnen), ein ehemals industrieller Stadthafen mit Schiffswerft. Dort begannen im Jahr 2001 großflächige Renovierungsmaßnahmen, in deren Verlauf unter anderem eine nachhaltige (Energie-)Infrastruktur etabliert wurde (Guevara-Stone 2014). In dem als „City of Tomorrow“ deklarierten Stadtteil wird Strom lokal produziert und die Wärme- bzw. Kälteversorgung mit einem innovativen Speicher- und Pumpensystem sichergestellt (Enviro Sweden o.J.). Auch im Western Harbour wurden erste smarte Konzepte getestet (u.a. von E.ON) (EPIC2020 o.J.). Aufbauend auf den Erkenntnissen, die im Rahmen der Projektes Western Harbour gewonnen werden konnten, folgt nun die Umstrukturierung des Stadtteils Hyllie, mit besonderem Fokus auf der Integration intelligenter Elemente.

---

### 3.2 Wesentliche Entwicklungen und Meilensteine des schwedischen Wärmesektors

---

Die Entwicklung des schwedischen Wärmesektors lässt sich in drei Phasen unterteilen, die im Folgenden illustriert werden.

#### 3.2.1 Installation und Etablierung des Systems (1948 – 1970)

Mit Ende des Zweiten Weltkrieges erlebte Schweden ein schnelles Wirtschaftswachstum, das zu einem Anstieg des Strom- und Energieverbrauchs führte. Durch den stetig sinkenden Ölpreis gewann die Nutzung von Öl zunehmend an Attraktivität (Di Lucia und Ericsson 2014). Infolgedessen wurde 1948 in Karlstadt das erste (ölbefeuerte) Fernwärmesystem in Schweden in Betrieb genommen. Die daran anschließenden Jahre waren gekennzeichnet von einer langsamen Ausweitung der Fernwärmesysteme. Dabei wurde die Mehrzahl der Fernwärmesysteme auf kommunale Initiative hin installiert, was auch die Tradition starker kommunaler Akteure in Schweden widerspiegelt (Ericsson 2009).

Ab 1960 nahm die Expansion der ölbefeuerten Fernwärmesysteme an Fahrt auf, nachdem ein sehr hoher Mangel an Wohngebäuden festgestellt wurde und die Regierung den Neubau von einer Million Wohnungen im Zeitraum von 1965 bis 1974 anordnete (Di Lucia und Ericsson 2014; Werner 2017). Diese Wohnungsinitiative diente somit zugleich als Katalysator für die Installation von Fernwärmesystemen.

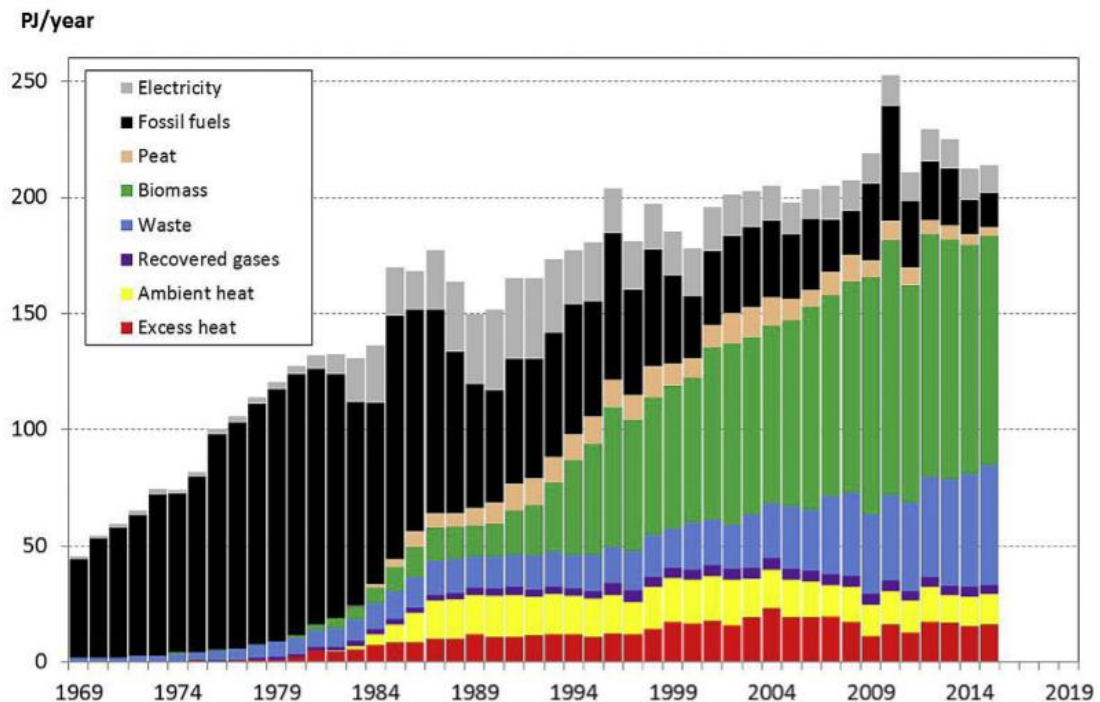
Traditionell wurde bis in die 1960er Jahre vor allem Wasserkraft zur Stromproduktion genutzt (Sköldberg und Rydén 2014). In den 1960er Jahren kam es jedoch zu einer gesellschaftlichen Debatte über die ökologischen Folgen einer ungebremsten Wasserkraftnutzung (Ericsson 2009). Infolgedessen wurde 1965 der Einstieg in die Atomkraft beschlossen (World Nu-

clear Association 2017). Diese politische Entscheidung verlangsamte den Ausbau der KWKs, die eine potentielle Alternative für billige Stromproduktion geboten hätten.

### 3.2.2 Ölkrisen und Umstrukturierung des Wärmesektors (1970 – 1990)

Anfang der 1970er Jahre basierte 77% der Energieversorgung auf Öl. Diese Abhängigkeit spiegelte sich insbesondere im Wärmesektor wieder, der bis dahin beinahe gänzlich auf ölbefeuerten KWKs beruhte (Di Lucia und Ericsson 2014). Die Ölkrisen in den 1970er Jahren wirkten sich demnach auch auf den schwedischen Wärmesektor aus. Eine politische Reaktion auf die Krisen war die Einführung einer Ölsteuer. Resultierend daraus wurde die Forschung nach alternativen Kraftstoffen intensiviert, was zu einem verhältnismäßig schnellen *Lock-Out* aus einer ölzentrierten Wärmeversorgung führte (Di Lucia und Ericsson 2014). Als neue Kraftstoffe dienten insbesondere Kohle und Industrieabfall, woraufhin viele ölbefeuerte KWKs zu kohlebefeuerten Anlagen umgebaut wurden (Ericsson 2009; Werner 2017; siehe Abbildung 3).

**Abbildung 3: Energiequellen im schwedischen Wärmesektor**



Quelle: Werner 2017: 423.

Neben der Strategie der Öl-Substitution wurde zeitgleich eine Ausweitung der nuklearen Stromgewinnung vorangetrieben. Zwölf Atomkraftwerke wurden zwischen 1974 und 1985 ans Netz angeschlossen, was stetig sinkende Strompreise und schließlich eine Stromüberproduktion zur Folge hatte. Somit wurde elektrisch generierte Wärme konkurrenzfähig zur Fernwärmeversorgung (Di Lucia und Ericsson 2014). Ab den späten 1970er Jahren erfolgte eine rasche Ausweitung elektrisch betriebener Heizanlagen.

Jedoch formierte sich auch in Schweden bereits Anfang der 1970er Jahre eine politisch-gesellschaftliche Anti-Atomkraft-Koalition. Die Debatten in Parlament und Gesellschaft über die Zukunft der Atomkraft führte Ende der 1980er Jahre zu einem Referendum, in dessen Rahmen die Abschaffung der Atomkraft bis 2010 beschlossen wurde (Ericsson 2009).

### 3.2.3 Privatisierung und erneuerbare Wärme­gewinnung (1990 – heute)

Neben dem Ausstieg aus der Atomkraft erfolgte ab 1990 auch die Abkehr von fossilen Brennstoffen. 1991 trat eine CO<sub>2</sub>-Steuer auf Brennstoffe in Kraft, von der lediglich Biomasse ausgenommen war. Daraus resultierte eine zweite Restrukturierungswelle, als viele der zuvor zu kohlebefeuer­ten Anlagen umgebauten KWKs nun zu Biomasseanlagen modifiziert wurden (Ericsson 2009). Heute dominieren erneuerbare Brennstoffe wie Biomasse und die Verwertung von (industriellen) Abfällen, wie in Abbildung 3 im Anhang dargestellt.

Trotz des beschlossenen Ausstiegs aus der Atomkraft kamen in den 1990er Befürchtungen zu Engpässen in der Versorgung auf. Nachdem 1997 das festgelegte Ausstiegsdatum revidiert wurde (Ericsson 2009), beschloss das Parlament 2010 den „Ausstieg aus dem Ausstieg“ und die Beibehaltung der Atomkraft. Bis heute basiert 40% der schwedischen Energieversorgung auf Atomkraft (World Nuclear Association 2017). Die Verfügbarkeit von günstigem Strom sichert auch weiterhin die Konkurrenzfähigkeit von elektrischem Heizen. Nach einem Rückgang von elektrischen Heizungen sind Wärmepumpen mit rund 20% (Sköldberg und Rydén 2014) nun den größten Konkurrenten für Fernwärmeanbieter (Werner 2017).

Ab 1990 erfolgte die Privatisierung der Wärmeversorgung. Zwei Gründe bedingten den Verkauf der kommunalen Unternehmen: finanzielle Probleme der Kommunen (Ericsson 2009) sowie die Deregulierungsreform des Strommarktes von 1996. Ziel der Reform war die Abschaffung der kostenbasierten Preisfestlegung und die Öffnung des Wettbewerbs (Magnusson 2016). Die Kommerzialisierung des Wärmesektors stellte für viele Kommunen ein Dilemma zwischen wirtschaftlichem Interesse und politischer Verantwortung dar, dem sie durch den Verkauf ihrer Wärmeversorger zu entgehen versuchten (Di Lucia und Ericsson 2014). Der Verkauf erfolgte an (inter-)nationale Energiekonzerne sowie an andere Kommunen, die überregionale Wärmeversorger gründeten. 2009 basierte die Wärmeversorgung zu 42% auf privaten Unternehmen und zu 58% auf kommunalen Versorgern (Ericsson 2009).

Ein weiterer Meilenstein war die Verabschiedung mehrerer Gesetze ab 2001, die die Nutzung von regenerativen Energien in der Energie- und Wärmeversorgung förderten. Als in den darauffolgenden Jahren ein Anstieg der Strompreise zu verzeichnen war, wurde das Interesse am Ausbau von KWKs zur effizienten Wärme- und Stromgewinnung neu entfacht und deren Expansion vorangetrieben (Ericsson 2009). Heute sind in Schweden über 500 Fernwärmesysteme in Betrieb. Bis 2020 soll die Wärmeversorgung von Gebäuden ohne fossile Brennstoffe sichergestellt sein. Der Marktanteil von Fernwärme im Wärmesektor lag 2014 bei 55%, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** im Anhang deutlich wird (Werner 2017).

---

## 3.3 Wesentliche Entwicklungen und Komponenten der Intelligen­ten Wärmenetze

---

Zunächst soll ein Überblick über die Entwicklung und Komponenten intelligenter Wärmenetze gegeben werden. Anschließend wird deren Implementierung in Hyllie näher betrachtet.

### 3.3.1 Entwicklung der Intelligen­ten Wärmenetze

Intelligente Wärmenetze (Smart Thermal Grids) werden oft als „vierte Generation“ der Wärmenetze deklariert. Im Folgenden werden die drei vorangehenden Generationen skizziert sowie ein Überblick über die Charakteristika von Smart Thermal Grids gegeben.

Die Unterscheidung in Generationen beruht auf den wechselnden Wärmemedien sowie der schwankenden Temperaturlevel (Li und Wang 2014). Eingeführt 1880, wurde die erste Generation der Wärmenetze mit heißem Dampf betrieben. Ab 1930 wurde heißes Druckwasser anstelle von Dampf mit einer Versorgungstemperatur um 100°C als Wärmeträger gewählt (Lund et al. 2014). Diese zweite Generation war dominant bis 1970. Anschließend wurde in der dritten Generation Druckwasser als Wärmemedium beibehalten, die Versorgungstemperatur sank aber häufig unter 100°C (Lund et al. 2014). Die Umwandlung in die vierte Generation hängt dabei hauptsächlich von zwei Komponenten ab: der Fähigkeit, niedrigtemperiertes Wasser als Wärmemedium zu nutzen (die anvisierte Versorgungstemperatur liegt bei 55°C) sowie die Inklusion intelligenter Steuerungselemente (Li und Wang 2014).

Lund et al. definieren ein intelligentes Wärmenetz als ein Netzwerk an Rohren, das Gebäude in einer Nachbarschaft, Kleinstadt oder Stadt verbindet, sodass sie sowohl von zentral positionierten Anlagen und kleineren, lokal verteilten Heiz- und Kühlanlagen, als auch durch Einspeisungen von individuellen Versorgern mit Wärme versorgt werden können. Der Fokus liegt hierbei auf der Kosten- und Wärmeverlustsenkung durch den Gebrauch verbesserter Komponenten und genutzter Synergien zwischen den jeweiligen Heiz- bzw. Kühlbedarfen der verbundenen Gebäude. Diese Vernetzung erlaubt eine bessere Nutzung niedrigtemperierter und erneuerbar erzeugter Wärme (ebd. 2014). Zentral bei Smart Thermal Grids ist demnach die Fähigkeit der Netze, Rückspeisungen von Kundinnen und Kunden in die Netze aufzunehmen und durch eine konstante Einschätzung der lokal verfügbaren Wärme die vorhandenen Potentiale auszuschöpfen und flexibel auf Bedarfe zu reagieren. Die vierte Generation der Wärmenetze beruht somit auf der Einbindung von Digitalisierung in den Wärmesektor, da eine solche Flexibilität und Interaktion nur mithilfe digitaler Mess- und Kommunikationssysteme ermöglicht wird. Zu den technischen Komponenten zählen beispielsweise Wärmespeichertechnologien, netzintegrierte Sensoren und Smart Meter, kleine, CO<sub>2</sub>-arme Heiz- und Kühlsysteme oder KWKs (Europäische Kommission 2013).

Dabei soll ein intelligentes Wärmenetz sieben bestimmte Charakteristika aufweisen (Europäische Kommission 2013):

- Flexibilität (Kurzfristige Anpassung an Bedarfe)
- Intelligente Kommunikation (Nutzende sollen mit dem System interagieren und ggf. Rückspeisungen in das Netz einleiten können)
- Integration (Netze müssen sowohl in das städtische Energiesystem integriert sein, als auch mit anderen Netzwerken wie Strom oder Abwasser interagieren)
- Effizienz (Effiziente Kombination zur Verfügung stehender Technologien für maximale Nutzung lokal verfügbarer Ressourcen)
- Wettbewerbsfähigkeit (Hohe Kosteneffizienz, Anreize zur Partizipation für Konsumentende und zur Investition für Unternehmen)
- Skalierbarkeit (Anwendung sowohl in Nachbarschaften als auch in Städten möglich)
- Versorgungssicherheit (Nutzung lokaler Ressourcen erhöht Versorgungssicherheit)

Die größten Herausforderungen, die sich im Entwicklungsprozess aufzeigen, sind die Fähigkeit der Netze, (Niedrigenergie-)Gebäude mit Wärme auf geringerem Temperaturlevel zu heizen, Wärmeverluste in den Netzen zu minimieren, erneuerbar erzeugte Wärme zu integrieren sowie mit anderen Sektoren wie Transport oder Elektrizität intelligent zu interagieren (Lund et al. 2014). Erste Pilotprojekte zur (Teil-)Umsetzung von Smart Thermal Grids werden neben dem Fallbeispiel Hyllie unter anderem in Crailsheim (Deutschland), Marstal (Dänemark) oder Delft (Niederlande) durchgeführt (Europäische Kommission 2013).

### 3.3.2 Intelligente Wärmenetze in Hyllie

Die Wärmenetze in Hyllie entsprechen zwar nicht in allen Kategorien den Netzen der vierten Generation, kommen ihnen jedoch nahe (Brange 2015). Die angestrebte Versorgungstem-

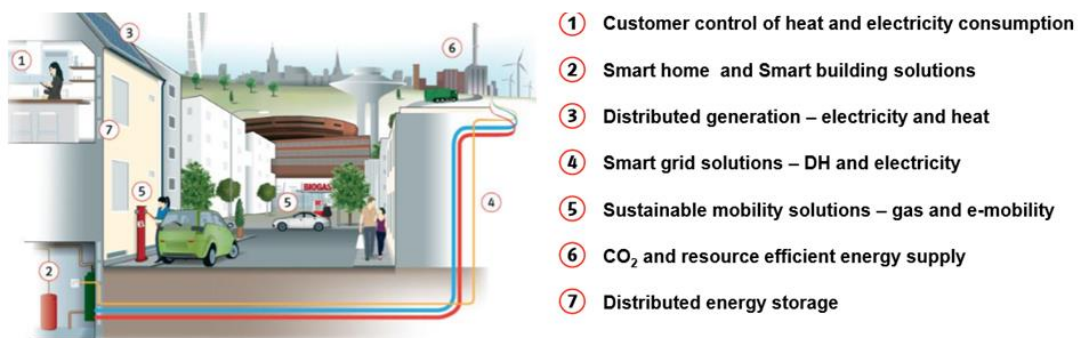


peratur liegt zwischen 65 und 95°C (E.ON et al. o.J.). Lediglich ein Knotenpunkt verbindet das Stadtteilwärmenetz mit dem Fernwärmenetz in Malmö, wodurch eine Kontrolle des Wärmeflusses innerhalb des Stadtteils erleichtert wird (Brange et al. 2016).

In Hyllie entstehen unterschiedliche Typen von Gebäuden: Wohn- und Bürogebäude, ein Einkaufszentrum, Hotels oder Supermärkte (Brange et al. 2016). Die verschiedenen Heiz- und Kühlbedarfe der jeweiligen Gebäudearten stellen sowohl eine Herausforderung als auch eine Chance dar. Einerseits müssen die Wärmenetze in der Lage sein, flexibel auf entstehende Bedarfe zu reagieren und die komplexen Energieverbräuche zu kalkulieren. Andererseits können Synergien zwischen den Gebäuden genutzt werden: Abwärme oder ein Wärmeüberschuss lokal produzierter Wärme kann als Niedrigwärme in das Netz eingespeist werden und andere Gebäude mit Wärme versorgen (E.ON et al. o.J.). Die Aufnahme der Rückeinspeisungen von Seite der Konsumierenden ist eine der Herausforderungen, denen sich die neuen Wärmenetze gegenübersehen.

Um die Wärmeversorgung zu garantieren, wurde 2013 die Biomasseanlage Flintrännen in Betrieb genommen. Einspeisungen aus lokal produzierter Wärme (Solar, Abfall, etc.), die Nutzung von Abwärme sowie ein intelligenter Wärmefluss orientiert an Bedarfen sollen den restlichen Bedarf decken. Weitere Elemente der Smart Thermal Grids in Hyllie sind die Fähigkeit, proaktiv Wärme in Gebäuden zu speichern, beispielsweise bei einer aufkommenden Kaltwetterfront; die Einbindung solar gewonnener Energie; sowie die Verknüpfung mit Smart Home Konzepten und Smart Metering, die den Anwohnenden eine unabhängige Kontrolle ihres Strom- und Wärmeverbrauchs ermöglichen (E.ON et al. O.J.). Abbildung 4 verdeutlicht die Einbindung der intelligenten Wärmenetze in das Gesamtkonzept.

**Abbildung 4: Sieben Entwicklungskomponenten in Hyllie**



Quelle: Brolin 2012.

## 3.4 Transformationsprozess

### 3.4.1 Veränderungs idee und Lösungsvorschläge

Sowohl die Veränderungs idee als auch die Lösungsvorschläge für den Stadtteilwandel zeichnen sich durch innovative Konzepte aus. Hyllie ist einer der Vorreiter auf dem Gebiet der Smart Cities, nicht zuletzt aufgrund des holistischen Konzeptes, das unterschiedliche Sektoren (Mobilität, Wärme, Strom) miteinander verknüpft. Der Ansatz, ein Stadtgebiet nachhaltig zu gestalten, ist zwar nicht per se neu, vor allem unter Berücksichtigung des Vorläuferprojektes Western Harbour. Dennoch beruht die Veränderungs idee in Hyllie auf der

großflächigen Einbindung smarter Elemente (E.ON et al. o.J.) – eine Entwicklung, die bislang noch am Anfang ihres Potentials steht.

Eine der Hauptanforderungen, die dabei an das Konzept gestellt werden, ist dessen Übertragbarkeit (Stenzenberger 2016). Insofern steht der Prozess in Hyllie vor der Herausforderung, einerseits lokale Gegebenheiten zu nutzen, und andererseits möglichst generalisierbare Lösungsszenarien zu entwickeln. Dabei orientiert sich der Wandel in Hyllie strategisch an den gewonnenen Erkenntnissen der Renovierung des Western Harbour. Gleichzeitig werden die in Hyllie erworbenen Erfahrungen über eine Innovationsplattform an andere interessierte Akteure weitergegeben (Urban Innovation Database 2014).<sup>5</sup>

Als innovativer Lösungsvorschlag gilt der Klimavertrag. Entstanden aus einer Eigeninitiative der Stadt heraus (und nicht durch gesetzliche Vorschriften), soll die Zusammenarbeit zwischen staatlichen und wirtschaftlichen Akteuren gefördert werden (Urban Innovation Database 2014). Die Ziele für den Stadtteil sind im Klimavertrag aufgelistet und deren Einhaltung wird von den Vertragsgründern (Stadt Malmö, E.ON sowie VA SYD) überwacht. Konkret wurde für die Entwicklung in Hyllie festgeschrieben (Wallberg 2015):

- Die Versorgung mit 100% erneuerbaren oder recycelten Energieträgern bis 2030, hauptsächlich aus lokalen Quellen
- Einführung eines Smart Grids für Strom, Wärme, Kühlung und Gas
- Bau energieeffizienter Gebäude mit Smart Grid Anschluss
- Nahverkehr vor allem durch öffentliche Mittel, Fahrrad oder zu Fuß, Entwicklung smarter Lösungen für erdgas- und elektrisch betriebene Autos

Darüber hinaus müssen alle Unternehmen, die in Hyllie tätig werden wollen, zunächst dem Klimavertrag beitreten (Urban Innovation Database 2014). Insofern kann der Klimavertrag sowohl als Lösungskonzept, als auch als Instrument verstanden werden, da mit dem Beitritt weiterer Unternehmen die Umsetzung der Idee gefestigt wird. Der Abschluss des Klimavertrages kann somit als zentrales Element der Transformation charakterisiert werden.

Eine weitere Strategie ist die des „Construction Dialogue“, zwischen der Stadt und den Bauunternehmen. Diese wurden bereits im Rahmen der Umstrukturierung des Western Harbour angewendet und diente dazu, relevante Stakeholder von Beginn an in das Projekt zu involvieren. Eine ähnliche Vorgehensweise wurde für Hyllie gewählt, um durch frühzeitige Dialoge zwischen der Stadt und den Bauunternehmen ein gemeinsames Fundament und eine „Roadmap“ für die Entwicklung des Stadtteils auszuarbeiten (Reepalu 2013).

### 3.4.2 Transformationsprozess

Die horizontale Koordination der Akteure scheint verhältnismäßig eng zu sein. Da der Transformationsprozess durch eine PPP angestoßen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Zusammenarbeit auf Augenhöhe stattfindet. Auch im Rahmen des Klimavertrages scheinen die drei Ausgangsparteien (die Stadt Malmö, E.ON und VA SYD) als gleichberechtigte Akteure zu interagieren. Der Klimavertrag etablierte die Einrichtung thematisch unterschiedlicher Komitees und Fokusgruppen (Stadt Malmö 2015), was sich als Indikator für eine kollaborative Atmosphäre zwischen den beteiligten Akteuren interpretieren lässt.

Zugleich wird durch den geschlossenen Vertrag nicht nur ein hohes Level an Institutionalisierung des Prozesses, sondern auch ein Prestigezuwachs ersichtlich. Ein solcher Klimavertrag ist bislang eine Innovation und wird von manchen Beobachtenden als besondere Errungenschaft deklariert (Guangzhou Award 2017). Die Stadt Malmö erhielt für ihren Klimavertrag

<sup>5</sup> Die *Malmö Innovation Plattform* ist ein Netzwerk aus verschiedenen Beteiligten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, mit dem Ziel, sich über innovative Lösungen zur Stadtentwicklung auszutauschen (Lund University 2015).

einen Preis des Magazins „Concrete“ (E.ON et al. o.J.) und war in der engen Auswahl für den „Guangzhou International Award for Urban Innovation“ (Metropolis o.J.).

Auch auf vertikaler Ebene lässt sich eine Kollaboration unterschiedlicher Akteure nachzeichnen. So unterstützte die Schwedische Energieagentur die Umsetzung der intelligenten Netze in Hyllie mit einer Fördersumme von 5,2 Millionen € im Zeitraum von 2012-2014 (E.ON et al. o.J.). Auch auf EU-Ebene wird die Initiative gefördert: für das Projekt „Buildsmart“<sup>6</sup>, das in Hyllie umgesetzt wird, erhielten die fünf involvierten Bauunternehmen<sup>7</sup> einen Zuschuss über 50 Millionen Schwedische Kronen<sup>8</sup> (Edström Frejman o.J.). Die vertikale Zusammenarbeit scheint darüber hinaus jedoch nicht so eng zu sein wie die horizontale, und sich eher auf finanzielle Unterstützung zu belaufen.

Eine der drei Säulen des Projektes ist die aktive Beteiligung der Anwohnenden, einerseits als Konsumierende, andererseits als Produzierende (Stenzenberger 2016). Bürgerinnen und Bürger wurden durch öffentliche (Informations-)Veranstaltungen und Bürgerdialoge in den Prozess involviert (Urban Innovation Database 2014). Darüber hinaus können sie sich aktiv in den Prozess einbringen, beispielsweise durch Initiativen wie Urban Gardening oder Car Sharing (Metropolis o.J.). Auch im Bereich der intelligenten Wärmenetze ist die Einbindung der Anwohnenden durch die Nutzung von Smart Home Anwendungen erwünscht (E.ON et al. o.J.). Die Bürgerbeteiligung in Hyllie unterscheidet sich jedoch von anderen Fallbeispielen, da wenig Partizipation im Voraus der beschlossenen Transformation möglich war. Hintergrund ist, dass das Stadtgebiet Hyllie zuvor eine brachliegende, dünn besiedelte Landschaft war, in der nun erst im Laufe des Prozesses Wohngebäude entstehen und ein Bevölkerungszuwachs erfolgen soll. Im Gegenzug ist eine aktive Teilnahme der Anwohnenden für das zukünftige Gelingen der Initiative notwendig. Beispielsweise sind Rückspeisungen in die Wärmenetze durch von Bürgerinnen und Bürgern lokal produzierte Wärme (z.B. durch Solaranlagen auf dem Dach) ein Bestandteil des Plans zur gesamten Wärmeversorgung des Stadtteils (E.ON et al. o.J.).

Wichtige Akteure für die Umsetzung sind demnach die Stadt Malmö, Wirtschaftsunternehmen, die sich den Ideen der Initiative verpflichten, sowie Anwohnende, die sich auf den geforderten nachhaltigen Lebensstil einlassen. Zwar ist auch der wissenschaftliche Sektor teilweise integriert (mehrere Studien zum Wandel in Hyllie wurden an der Universität Lund durchgeführt), jedoch scheint er eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Dabei konnte Hyllie sich auf die Vorerfahrungen des Prozesses im Stadtteil Western Harbour stützen. Diese Wissensbasis erleichterte die Einbindung innovativer Technologien. So wurden bereits ab 2011 acht smarte Gebäude von E.ON im Western Harbour errichtet (Brolin 2012). Aufbauend auf den im Prozess gewonnenen Erkenntnissen war es E.ON möglich ein großflächigeres intelligentes Netzsystem für den Stadtteil Hyllie zu entwickeln. Zeitgleich dient Hyllie aber weiterhin als Testfeld für smarte Technologien (Benz et al. 2015) und kann somit als ein innovationsfreudiger Kontext in einem dynamischen Umfeld klassifiziert werden. Aufgrund dieses Testcharakters sind bereits erste Lernerfahrungen deutlich geworden. Die enge Kollaboration zwischen der Kommune und den Wirtschaftsunternehmen (v.a. dem Energieversorger E.ON) ist Haupttriebkraft der Initiative. Dazu trägt auch die im Klimavertrag festgeschriebene gemeinsame Vision bei (Benz et al. 2015). Weitere Lernerfahrungen umfassen die Notwendigkeit neuer Business- und Marktmodelle, um dem innovativen Charakter

<sup>6</sup> Die Initiative *Buildsmart*, angeführt von der Stadt Malmö, wird von der EU finanziell unterstützt. Sowohl Wohn- als auch Bürogebäude werden in Schweden, Irland und Spanien im Rahmen dieser Initiative gebaut. Dabei werden kosteneffiziente Techniken zur Errichtung von Niedrigenergiehäusern demonstriert, die in unterschiedlichen europäischen Klimazonen einsetzbar sind, sowie smarte Heiz- und Kühllösungen getestet (E.ON et al. o.J.).

<sup>7</sup> Ikano, NCC, PEAB, Roth und Skanska (E.ON et al. o.J.)

<sup>8</sup> Entspricht einer Summe von circa 5 Millionen € (Wechselkurs am 21.04.2017), siehe: <https://wechsellkurse-euro.de/kurse/SEK-krone-schweden/>



der neuen Technologien gerecht zu werden (beispielsweise neue Formen der Kundensegmentierung im Energiesektor um möglichst kundenzentrierte Angebote zu erstellen (Baldvinsson et al. 2012)), sowie die Erkenntnis, dass nachhaltige Mobilitätskonzepte eine größere Herausforderung darstellen als nachhaltige Energielösungen (Metropolis o.J.).

Insgesamt profitiert der Prozess in Hyllie von einer guten Ressourcenausstattung. Die Unterstützung durch Unternehmen sowie auf städtischer, Bundes- und EU-Ebene bietet materielle Sicherheit. Darüber hinaus kann auch ein hohes fachliches Wissen, aufbauend auf den Ergebnissen des Western Harbour, nachgewiesen werden, das die Umsetzung begünstigt.

### 3.4.3 Akteure und ihre Qualifikationen

Als relevante Change Agents lassen sich die drei Akteure der PPP herausstellen: Die Stadt Malmö, VA SYD sowie E.ON. Da sowohl die generelle Stadtplanung in die Verantwortung der Stadt fällt, als auch die Landesgebiete in Hyllie in kommunalem Besitz sind, ist die Stadt Malmö der wichtigste Akteur (Urban Innovation Database 2014). In Malmö hat sich eine stark dirigierende Funktion der Stadtverwaltung eingeschrieben, durch die bewusst Veränderungen angestoßen und eine nachhaltige Stadtplanung angestrebt werden (Lau 2016). In diesem Sinne kann die Stadt Malmö als wichtiger Change Agent für die Transformation des Stadtteils Hyllie angesehen werden.

Innerhalb des Akteurs „Stadt“ lassen sich zwei weitere Akteure identifizieren: Der ehemalige Bürgermeister Ilmar Reepalu (im Amt von 1994 bis 2013) gilt mit als treibende Kraft der nachhaltigen Ausrichtung der Stadt (Lau 2016), die sich auch im Klimavertrag widerspiegelt. Auch die Umweltdirektorin der Stadt, Katarina Pelin, ist eine wichtige Akteurin von städtischer Seite und ein Teil des Teams, das den Klimavertrag entwarf (E.ON et al. o.J.). Sowohl Ilmar Reepalu als auch Katarina Pelin sind als interne Change Agents dem Politiksektor angehörig. Während der ehemalige Bürgermeister eher die Funktion eines Beziehungs- und Machtpromotoren einzunehmen schien, um eine generelle nachhaltige Entwicklung der Stadt zu fördern (Lau 2016), kann Katarina Pelin als Fach- und Prozesspromotorin klassifiziert werden, die zusammen mit den Partnerunternehmen Wege einer nachhaltigen Entwicklung des Stadtteils Hyllie entwarf (E.ON et al. o.J.).

Das Unternehmen VA SYD, der Versorger für Wasser, Abwasser und Müllentsorgung, ist als Mitbegründer des Klimavertrages ebenfalls als Change Agent für den Wandel in Hyllie zu deklarieren. Allerdings liegt die Führung von VA SYD in der Hand der Kommunen Malmö, Burlington, Eslöv und Lund (VA SYD 2016). Demnach spielt VA SYD als ebenfalls interner Change Agent eine untergeordnete Rolle, da das Unternehmen den Anweisungen der Stadt Malmö Folge leistet.

Hingegen ist der Energieversorger E.ON ein unabhängiger, externer Change Agent, der mithilfe seines Fachwissens um intelligente Netze und die Einbindung erneuerbarer Energien einen notwendigen Beitrag zur Umsetzung der Initiative in Hyllie leistet. Als Akteur aus dem Wirtschaftssektor kann E.ON auf bereits zuvor gewonnene Erfahrung in ähnlichen Projekten zurückgreifen (wie im Fall Western Harbour) und somit als Fachpromotor agieren. Gleichzeitig bietet das Projekt in Hyllie dem Unternehmen die Möglichkeit, innovative Technologien zu testen und daraus Wettbewerbsvorteile zu erlangen (Westman Svenselius 2014). Mattias Örtenvik, Abteilungsleiter der Sustainable City Initiative von E.ON, ist als Fachpromotor für E.ON hervorzuheben. Er gilt als einer der Hauptakteure bei der Umsetzung der intelligenten Netzsysteme (Edström Frejman o.J.).

Diese drei Change Agents (Stadt Malmö, Va SYD und E.ON) bildeten eine Koalition, die für die Transformation des Stadtteils Hyllie eintrat. Als PPP verbanden sie dadurch die Sektoren Politik und Wirtschaft. Zu Beginn des Prozesses, gekennzeichnet durch die Unterzeichnung des Klimavertrags 2011, bestand diese Koalition noch auf lokaler Ebene. Die finanzielle Unterstützung, die die Initiative von der Schwedischen Energieagentur sowie aus EU Förder-

mitteln, integrierte jedoch die Bundes- und EU-Ebene in die Koalition. Da ähnliche Koalitionen bereits zur Renovierung des Western Harbour geschlossen worden waren, bildeten sie einen Präzedenzfall, auf den im Fall Hyllie zurückgegriffen werden konnte. Aufgrund des bislang erfolgreichen Umbaus des Hafenviertels (Stadt Malmö o.J.c) besaß die Idee einer erneuten PPP Koalition zur Umstrukturierung eines Stadtteils große Wirkmacht (Lau 2016).

Gleichzeitig bestehen auch Stimmen aus der Wissenschaft, die das Projekt als neoliberale, profitorientierte Unternehmung kritisieren, die sich bewusst von den strukturschwächeren Vierteln in der Umgebung abgrenzt und versucht, eine elitäre und dynamische Klientel, insbesondere aus Kopenhagen, anzulocken, anstatt der lokalen Bevölkerung zugute zu kommen (Baeten 2012).

### 3.4.4 Zeitaspekte

Im Fall Hyllie spielte die zeitliche Abfolge eine größere Rolle als in vergleichbaren Fallbeispielen. Zwei Auslöser sind hervorzuheben: Zum einen die Entscheidung der Stadt Malmö, bis 2020 einen klimaneutralen Status zu erreichen und bis 2030 nur noch erneuerbar erzeugte Energie zu verbrauchen (Reepalu 2013). Diese politische Entscheidung im Rahmen des städtischen Umweltprogramms schuf die Rahmenbedingung für eine tiefere Investition in eine nachhaltige Stadtgestaltung. Zum anderen die vorangehende erfolgreiche Renovierung des Western Harbour, die als Vorbild für die Entwicklungen in Hyllie diente. Die spezielle Konzentration auf smarte Elemente in Hyllie war auch den ersten Erkenntnissen der Initiative im Western Harbour geschuldet. Dadurch, dass insbesondere E.ON im Rahmen des Western Harbour Projektes bereits gute Ergebnisse mit intelligenter Gebäudetechnik sammeln konnte (Westman Svenselius 2014), war eine umfassendere Fokussierung auf smarte Systeme möglich.

Die Umsetzung der Initiative wurde durch die Finanzkrise von 2008 verzögert (Metropolis o.J.). Seit Abschluss des Klimavertrages 2011 ist der Prozess jedoch von einer hohen Umsetzungsgeschwindigkeit gekennzeichnet (Stenzenberger 2016).

## 3.5 Tabellarische Zusammenfassung

Der MoC-Ansatz stellt eine der grundlegenden Analyseperspektiven des E2G-Projekts dar. Diese Analyse entstand aufbauend auf den Erkenntnissen des theoriegeleiteten Inputpapers „Models of Change (MoC) als Analyseansatz“ (Kahlenborn et al., 2016). Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Fallstudie aus der Perspektive des Ansatzes zusammen.

**Tabelle 1: Analyse nach dem MoC-Ansatz**

Analysekriterien / Erfolgsfaktoren	Zusammenfassung	Relevanz
Landschaftsmerkmale und Rahmenbedingungen		
<b>Problemlage und Wahrnehmung</b>	Malmö hat durch den Wegfall der ansässigen Schiffbauindustrie bis Anfang der 2000er Jahre unter hoher Arbeitslosigkeit und einer strukturschwachen Wirtschaft gelitten, hohe Armuts- und Kriminalitätsraten sind weiterhin ein Problem. Mit Eröffnung einer Universität und der Öresund-Brücke, die die Stadt per Auto und Zug mit Kopenhagen verbindet, hat ein wirtschaftlicher Aufschwung eingesetzt. Hyllie, als neues Viertel auf der Bahnlinie zwischen Kopenhagen und dem Zentrum von Malmö, wurde von der Stadt und beteiligten Unternehmen vor allem als wirtschaftliche Chance wahrgenommen, die nach der Finanzkrise und der Entwicklung einer Klimastrategie für Malmö mit der Idee eines Testlabors für klimasmarte Technologien und nachhal-	hoch

	tige Stadtentwicklung verknüpft wurde.	
<b>Pfadabhängigkeiten und Hindernisse</b>	Da etwas isoliert und vorher auf dem freien Acker gebaut bestehen kaum infrastrukturelle Pfadabhängigkeiten. Eine auf kommerzielle Tätigkeiten fokussierte Ursprungsidee für die Entwicklung des Stadtteils hat jedoch innerhalb des Vorhabens Pfadabhängigkeiten kreiert, die einige diskutierte Ansätze, insbesondere sozialer Nachhaltigkeit hinsichtlich der Stadtentwicklung nur schwer umsetzbar machen.	mittel
<b>Weitere Rahmenbedingungen</b>	Von Bedeutung ist zudem das zuvor angestoßene Projekt im Stadtteil Western Harbour, in welchem ebenfalls neue Wege für eine nachhaltige Stadtgestaltung getestet wurden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen konnten in Hyllie gezielt smarte Elemente eingebunden werden.	hoch
<b>Erfolgsfaktoren</b>		
Veränderungsidee		
<b>Umsetzungslösung</b>	Sowohl die Veränderungsidee als auch die Lösungsvorschläge zeichnen sich durch innovative Konzepte aus, wie beispielsweise durch den Abschluss des Klimavertrags. Zudem beruht die Veränderungsidee in Hyllie auf der großflächigen Einbindung smarterer Elemente. Der Umsetzungsansatz beruht auf einer engen Zusammenarbeit zwischen staatlichen und wirtschaftlichen Akteuren und war aufgrund der genauen Ausarbeitung im Klimavertrag sehr gut an die Gegebenheiten angepasst.	hoch
<b>Strategien und Instrumentenmix</b>	Die Initiative in Hyllie orientierte sich strategisch an den Erkenntnissen der Renovierung des Western Harbour.  Eine weitere Strategie ist die des „Construction Dialogue“, zwischen der Stadt und den Bauunternehmen. Durch frühzeitige Dialoge wurden ein gemeinsames Fundament und eine „Roadmap“ für die Entwicklung des Stadtteils ausgearbeitet.  Der Klimavertrag an sich diente des Weiteren als Instrument der Umsetzung, da jedes Unternehmen, das in Hyllie aktiv werden wollte, erst dem Vertrag beitreten musste. Dadurch wurde die Einhaltung und Etablierung der Idee gefestigt.	Hoch
<b>Umgang mit Zielkonflikten</b>	Zielkonflikte zwischen Gewinnmaximierungs- und Wachstumsbestrebungen, sowohl von Seiten der Stadt, als auch der beteiligten Unternehmen und der Umsetzung von Ansätzen nachhaltiger Stadtentwicklung, die nur bedingt in diese Logik passen, wurden zum Teil nur ungenügend bearbeitet.	hoch
Transformationsprozess		
<b>Horizontale Koordination zwischen Sektoren</b>	Die horizontale Koordination der Akteure scheint verhältnismäßig eng zu sein. Da der Transformationsprozess durch eine PPP angestoßen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Zusammenarbeit auf Augenhöhe stattfindet, was sich auch im Abschluss des Klimavertrags wieder spiegelt. Inwieweit zivilgesellschaftliche und wissenschaftliche Akteure eingebunden wurden, ist nicht ersichtlich.	hoch
<b>Vertikale Koordination zwischen politischen Ebenen</b>	Die vertikale Zusammenarbeit scheint sich vor allem auf finanzielle Unterstützung im Kontext von Forschungsvorhaben zu beschränken	niedrig
<b>Institutionalisierung</b>	Durch den geschlossenen Klimavertrag wurde ein hohes Level an Institutionalisierung des Prozesses erreicht	sehr hoch
<b>Nischenaktivitäten</b>	Nischenaktivitäten und Pilotprojekte sind integraler Bestand-	hoch

	teil des Projekts	
<b>Beteiligungsprozesse</b>	Bürgerinnen und Bürger wurden durch öffentliche (Informations-)Veranstaltungen und Bürgerdialoge in den Prozess involviert. Urban Gardening Initiativen werden aktiv in den entstehenden urbanen Raum eingebettet. Gleichzeitig werden sie als Proponenten verstanden und aktiv in das Energiemanagement einbezogen.	mittel/hoch
<b>Co-Benefits</b>	Es stehen zahlreiche wirtschaftliche Motive hinter der Quartiersentwicklung, sowohl für die Stadt, als auch die beteiligten Unternehmen.	sehr hoch
<b>Veränderungskultur und Wissensbasis</b>	Hyllie dient als Testfeld für smarte Technologien und kann somit als ein innovationsfreudiger Kontext beschrieben werden. Vorerfahrungen des Prozesses im Stadtteil Western Harbour stellen eine wichtige Wissensbasis dar	hoch
<b>Reflexivität, Erfolgskontrolle und Lernprozesse im Transformationsprozess</b>	Zahlreiche Forschungs- und Monitoringprojekte sind Teil des Konzepts.	sehr hoch
<b>Ressourcenausstattung</b>	Insgesamt gute Ressourcenausstattung. Die Unterstützung durch Unternehmen sowie auf städtischer, Bundes- und EU-Ebene finanzieren das Vorhaben.	sehr hoch
<b>Akteure</b>		
<b>Change Agents/Promotoren</b>	Die Stadt Malmö als Initiatorin des Klimavertrages kann als wichtigster Change Agent für die Transformation des Stadtteils Hyllie angesehen werden. Wichtige Akteure der Stadt waren zudem der ehemalige Bürgermeister Reepalu als Macht- und Beziehungspromotor sowie die Umweltdirektorin der Stadt, Katarina Pelin, als Fach- und Prozesspromotorin. Ebenso zu nennen ist der Energieversorger E.ON als externer Change Agent, der mithilfe seines Fachwissens um intelligente Netze und die Einbindung erneuerbarer Energien einen notwendigen Beitrag zur Umsetzung der Initiative in Hyllie leistet. Gleichzeitig bietet das Projekt in Hyllie dem Unternehmen die Möglichkeit, innovative Technologien zu testen und daraus Wettbewerbsvorteile zu erlangen.	sehr hoch
<b>Akteure und Koalitionen, die für eine Transformation eintreten</b>	Die drei Hauptakteure des Klimavertrags (Stadt Malmö, Va SYD und E.ON) bildeten eine Koalition, die für die Transformation des Stadtteils Hyllie eintrat. Als PPP verbanden sie dadurch die Sektoren Politik und Wirtschaft. Obgleich zunächst nur auf lokaler Ebene aktiv, konnten sie Unterstützung auf Bundes- und EU-Ebene für die Initiative gewinnen.	hoch
<b>Akteure und Koalitionen, die einer Transformation skeptisch gegenüberstehen</b>	Kritische Stimmen, insbesondere aus der Wissenschaft, kritisieren das Projekt als neoliberale, profitorientierte Unternehmung, die sich bewusst von den strukturschwächeren Vierteln in der Umgebung abgrenzt und versucht, eine elitäre und dynamische Klientel, insbesondere aus Kopenhagen, anzulocken, anstatt der lokalen Bevölkerung zugute zu kommen. Dazu, wie breit aufgestellt und organisiert dieser Akteurskreis ist, liegen keine detaillierten Informationen vor.	mittel
<b>Zeitaspekte</b>		
<b>Auslöser und Fens-ternutzung</b>	Für die Entwicklung von Hyllie lassen sich mehrere Auslöser identifizieren. Das Gebiet war schon Ende der 1960er Jahre im Rahmen des damaligen eine Million Häuser Programms als Entwicklungsgebiet ausgewiesen worden.  Auslöser des eigentlichen Vorhabens, aus dem Viertel ein	hoch

	<p>Testlabor für klimasmarte Technologien zu machen, war Stadt Malmö, bis 2020 einen klimaneutralen Status zu erreichen und bis 2030 nur noch erneuerbar erzeugte Energie zu verbrauchen. Dies schuf die Rahmenbedingung für Investitionen in eine nachhaltige Stadtgestaltung. Zum anderen die vorangehende erfolgreiche Renovierung des Western Harbour, die als Vorbild für die Entwicklungen in Hyllie diente. Die spezielle Konzentration auf smarte Elemente in Hyllie war auch den ersten Erkenntnissen der Initiative im Western Harbour geschuldet.</p>	
<p><b>Prozessgeschwindigkeit und -rhythmus</b></p>	<p>Zunächst langsam, seit Abschluss des Klimavertrages 2011 ist der Prozess jedoch von einer hohen Umsetzungsgeschwindigkeit gekennzeichnet.</p>	<p>mittel</p>

Quelle: Eigene Darstellung.

## 4 Relevanz für die Transformation zu einer Green Economy in Deutschland

In der Gesamtbetrachtung des Fallbeispiels werden einige Unterschiede zwischen der deutschen und der schwedischen Wärmeversorgung ersichtlich. Insbesondere die Pfadabhängigkeiten der jeweiligen Systeme divergieren deutlich: In Schweden genießt die Nutzung der Atomkraft zur Stromgewinnung weiterhin eine starke Position, die sich auch im Wärmesektor durch den Einsatz von Wärmepumpen oder elektrischen Heizungen wiederfindet. Zeitgleich ist aber auch das Fernwärmesystem weit verbreitet und versorgt alle größeren Städte und Gemeinden. Mit Biomasse als dem dominanten Brennstoff ist zudem die erneuerbare Ausrichtung der Wärmeversorgung in Schweden offenkundig. Im Gegensatz dazu basiert die Wärmeversorgung in Deutschland größtenteils auf einem gut ausgebauten Gasnetz, das den Hauptkonkurrenten zur Fernwärme darstellt (Clausen 2017).

Auch die starke Position der Kommunen als Akteure hat in Schweden eine lange Tradition, unter anderem in der Wärmeversorgung. Hier unterscheidet sich die Situation in Deutschland ebenfalls, in der kommunale Wärmeplanung bislang noch eine weniger prominente Rolle spielt (Clausen 2017). Doch eben diese planerische Unabhängigkeit ermöglichte es der Stadt Malmö als primärer Change Agent den Wandel des Stadtteils Hyllie zu initiieren. Weitere günstige Rahmenbedingungen insbesondere für die Einstufung als „Testlabor“ waren dabei die relative Isolation des Wärmenetzes in Hyllie von der restlichen Wärmeversorgung in Malmö, wodurch die Einführung eines intelligenten Wärmenetzes mit weniger Anpassungsproblemen konfrontiert war.

Trotz der aufgezeigten Unterschiede lassen sich auch einige generalisierbare Erkenntnisse identifizieren. Zum einen die Feststellung, dass die enge Zusammenarbeit zwischen politischen und wirtschaftlichen Akteuren, bereits etabliert durch das vorangehende Projekt Western Harbour, eine vertrauensvolle Basis für die Umsetzung der Initiative in Hyllie schuf (Reepalu 2013). Institutionalisiert mithilfe des Klimavertrages, verpflichteten sich die Parteien auf eine gemeinsame Zielsetzung. Ein solches Format der Zusammenarbeit könnte auch auf andere Themenfelder übertragen werden – in jedem Fall bietet es Lern- und Inspirationspotential für den deutschen Kontext. Zum anderen muss die intensive Verknüpfung der Sektoren im Rahmen der Transformation genannt werden. Der holistische Ansatz, sowohl Energie- als auch Mobilität- und Abfallkonzepte zu verändern, integrierte nicht nur unterschiedlichste Akteure in den Prozess, sondern schuf auch ganzheitliche Lösungsansätze (so wird beispielsweise auch Essensabfall getrennt um daraus Energie zu erzeugen) (E.ON 2015).

Hervorzuheben ist zudem die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger. Zwar war der Stadtteil zuvor nur dünn besiedelt, aber die Implementierung der Projektidee funktioniert lediglich mit der Kooperation der neu Zuziehenden. Insbesondere für die Nutzung intelligenter Komponenten wie Smart Home sind engagierte und informierte Anwohnende nötig.

Demnach ist die Erstellung integrativer Konzepte, sowohl hinsichtlich der Beteiligten (aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft), als auch hinsichtlich der Sektoren (Verknüpfung von Energie, Mobilität und Abfall) von besonderer Relevanz für eine solche Transformation.



## Literaturverzeichnis

Association for the Conservation of Energy (2013): Energy efficiency and excess winter deaths: Comparing the UK and Sweden. Online verfügbar unter: <http://www.energybillrevolution.org/wp-content/uploads/2013/12/ACE-Research-Comparing-the-UK-and-Sweden-3.12.13.pdf>, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Baldvinsson, Gísli Páll; Solomentsev, Gleb; Tsai, Yungwei; Zhang, Lin (2012): Smart Grid District Heating Business Model – Smart Energy Management from a Customer and End User Perspective: A case study of smart grid District Heating Business Development in Malmö, Hyllie. Lund University. Online verfügbar unter: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/2607501#?>, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Baeten, G. (2012): Normalising neoliberal planning: the case of Malmö, Sweden. In *Contradictions of neoliberal planning* (pp. 21-42). Springer. Dordrecht.

Benz, Sandro; Caganic, Danica; Forstorp, Moa; Makuch, Paula; Wretlind, Per (2015): Energizing Zabrze - Energy planning in Sustainable Urban Development. Online verfügbar unter: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8518325&fileId=8518352>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Brand, L.; Englund, J; Lauenburg, P. (2014): District Heating combined with decentralised heat supply in Hyllie, Malmö. The 14<sup>th</sup> International Symposium on DH and Cooling, September 7<sup>th</sup> to September 9<sup>th</sup>, 2014, Stockholm, Sweden. Online verfügbar unter: <http://www.svenskfjarrvarme.se/Global/Konferenser/DHC14/Proceedings/14.1%20Lisa%20Brand%20DISTRICT%20HEATING%20COMBINED%20WITH%20DECENTRALISED%20HEAT%20SUPPLY%20IN%20HYLLIE%20MALM%C3%96.pdf>, zuletzt geprüft am 12.04.2017.

Brange, Lisa (2015): Technical and Environmental Analysis of Prosumers in District Heating Networks. Lund University. Online verfügbar unter: [http://www.ees.energy.lth.se/fileadmin/ees/Publikationer/2015/Lisa\\_Brange\\_Licentiate.pdf](http://www.ees.energy.lth.se/fileadmin/ees/Publikationer/2015/Lisa_Brange_Licentiate.pdf), zuletzt geprüft am 20.04.2017.

Brange, Lisa; Englund, Jessica; Lauenburg, Patrick (2016): Prosumers in district heating networks – A Swedish case study. In: *Applied Energy* (164), S. 492-500. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.12.020.

Brolin, Magnus (2012): Smart Grids Development in Sweden. SP Technical Research Institute of Sweden. Online verfügbar unter: [https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjmi92Yk7XTAhURYVAKHYu9CsMQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ieadsm.org%2Fpublication%2Fpresentation-from-sweden%2F&usq=AFQjCNEdAHpAVbKMOpSZuAbUD2X\\_0QVcxw](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjmi92Yk7XTAhURYVAKHYu9CsMQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ieadsm.org%2Fpublication%2Fpresentation-from-sweden%2F&usq=AFQjCNEdAHpAVbKMOpSZuAbUD2X_0QVcxw), zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Clausen, Jens (2017). Wärmenetze. Transformationsfeldanalyse im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. Berlin.

Di Lucia, Lorenzo; Ericsson, Karin (2014): Low-carbon district heating in Sweden – examining a successful energy transition. In: *Energy Research & Social Science* (4), S. 10-20. DOI: 10.1016/j.erss.2014.08.005.

Edström Frejman, Anders (o.J.): Hyllie testing ground for new technology. Online verfügbar unter: <http://www.hyllie.com/artikelarkiv/hyllie-testing-ground-for-new-technology.aspx>, zuletzt geprüft am 12.04.2017.

Enerdata (2017): Consumption of Household per m<sup>2</sup> for space heating (normal climate). Odyssee-Mure Project. Online verfügbar unter: <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/online-indicators.html>, zuletzt geprüft am 12.12.2017.

Enviro Sweden (o.J.): The Ecological City of Tomorrow in the Western Harbour, Malmö.

Online verfügbar unter:

<http://www.envirosweden.se/details/?ebid=161&ebtn=ReferenceObject>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

E.ON; Stadt Malmö; VA SYD (o.J.): Climate-smart Hyllie – testing the sustainable solutions of the future. Online verfügbar unter:

[http://www.hyllie.com/media/81309/hyllie\\_klimatkontrakt\\_en\\_ipad.pdf](http://www.hyllie.com/media/81309/hyllie_klimatkontrakt_en_ipad.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2017.

E.ON (2015): Sustainable City Hyllie - The smart grid in Hyllie. Online verfügbar unter:

[http://app.emarketeer.com/resources/1121//Carl\\_Hjman\\_bilder/Cleantech\\_Matchmaking/Sustainable\\_City\\_Hyllie\\_EON\\_20150123.pdf](http://app.emarketeer.com/resources/1121//Carl_Hjman_bilder/Cleantech_Matchmaking/Sustainable_City_Hyllie_EON_20150123.pdf), zuletzt geprüft am 20.04.2017.

EPIC2020 (o.J.): Malmö : 'shared energy doubles the force'. Online verfügbar unter:

<http://www.epic2020.eu/2015/malmo-shared-energy-doubles-the-force/>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Ericsson, Karin (2009): Introduction and development of the Swedish district heating systems - Critical factors and lessons learned. University of Lund. Online verfügbar unter:

<https://lup.lub.lu.se/search/ws/files/5886082/1384353.pdf>, zuletzt geprüft am 07.04.2017.

EUROCITIES (2016): EUROCITIES smart cities: Malmo Green Digital City. Online verfügbar unter:

<http://www.eurocities.eu/eurocities/documents/EUROCITIES-smart-cities-Malmo-Green-Digital-City-WSPO-AA5C28>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Europäische Kommission (2013): Smart Cities Stakeholder Platform. Smart Thermal Grids.

Online verfügbar unter: [https://eu-](https://eu-smartcities.eu/sites/all/files/Smart%20Thermal%20Grids%20-%20Smart%20Cities%20Stakeholder%20Platform.pdf)

[smartcities.eu/sites/all/files/Smart%20Thermal%20Grids%20-](https://eu-smartcities.eu/sites/all/files/Smart%20Thermal%20Grids%20-%20Smart%20Cities%20Stakeholder%20Platform.pdf)

[%20Smart%20Cities%20Stakeholder%20Platform.pdf](https://eu-smartcities.eu/sites/all/files/Smart%20Thermal%20Grids%20-%20Smart%20Cities%20Stakeholder%20Platform.pdf), zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Geels, Frank W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: *NELSON + WINTER + 20* 31 (8–9), S. 1257–1274. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.

Geels, Frank W. (2011): The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. In: *Environmental innovation and societal transitions* 1 (1), S. 24–40.

Guangzhou Award (2017): Malmö, Sweden. Guangzhou International Award for Urban Innovation. Online verfügbar unter: [http://www.guangzhouaward.org/en/2017-](http://www.guangzhouaward.org/en/2017-01/10/c_66416.htm)

[01/10/c\\_66416.htm](http://www.guangzhouaward.org/en/2017-01/10/c_66416.htm), zuletzt geprüft am 20.04.2017.

Guevara-Stone, Laurie (2014): How Malmö, Sweden is leading way on sustainability.

[24.09.2014]. Online verfügbar unter: <http://reneweconomy.com.au/malmo-sweden-leading-way-70597/>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

International Energy Agency (2013): Energy Policies of IEA Countries. Sweden. 2013 Review. Online verfügbar unter:

[http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2013/sweden2013\\_excerpt.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2013/sweden2013_excerpt.pdf), zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Kahlenborn, Walter; Tappeser, Valentin; Chichowitz, Lisa (2016): "Models of Change" als Analyseansatz (ENTWURF). Operationalisierung zur Analyse grundlegender Transformationen des Wirtschaftssystems. Inputpapier im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. adelphi. Berlin. Online verfügbar unter

[https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/evolution2green\\_inputpapier\\_moc\\_als\\_analyseansatz\\_entwurf.pdf](https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/evolution2green_inputpapier_moc_als_analyseansatz_entwurf.pdf), zuletzt geprüft am 15.07.2016.

Kitschelt, Herbert P. (1986): Political Opportunity Structures and Political Protest: Anti-Nuclear Movements in Four Democracies. In: *British Journal of Political Science*. 16 (1), S. 57-85. Cambridge University Press.



Lau, Peter (2016): Auf Augenhöhe. In: *brand eins. Thema: Innovation - Los, lassen!* Online verfügbar unter: <https://www.brandeins.de/wissen/brand-eins-thema-innovation/innovation-los-lassen/malmoe-auf-augenhoehe/>, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Li, Hongwei; Wang, Stephen Jia (2014): Challenges in Smart Low-Temperature District Heating Development. In: *Energy Procedia* (61), S. 1472 – 1475. DOI: 10.1016/j.egypro.2014.12.150.

Lund, Henrik; Werner, Sven; Wiltshire, Robin; Svendsen, Sven; Thorsen, Jan Eric; Hvelplund, Frede; Vad Mathiesen, Brian (2014): 4th Generation District Heating (4GDH). Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. In: *Energy* (68), S. 1-11. DOI: 10.1016/j.energy.2014.02.089.

Lund University (2015): The Malmö Innovation Platform. Online verfügbar unter: <http://luopen.lu.se/project/innovationsplattformen-malmo-sydost/>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Magnusson, Dick (2012): Swedish district heating - A system in stagnation: Current and future trends in the district heating sector. In: *Energy Policy* 48 (2012), S. 449-459. Online verfügbar unter: [http://ac.els-cdn.com/S0301421512004594/1-s2.0-S0301421512004594-main.pdf?\\_tid=900cd0c2-1b71-11e7-af2e-00000aab0f6c&acdnat=1491556202\\_a6be1eff18d787222acd2a627d3dc1b7](http://ac.els-cdn.com/S0301421512004594/1-s2.0-S0301421512004594-main.pdf?_tid=900cd0c2-1b71-11e7-af2e-00000aab0f6c&acdnat=1491556202_a6be1eff18d787222acd2a627d3dc1b7), zuletzt geprüft am 07.04.2017.

Magnusson, Dick (2016): Who brings the heat? – From municipal to diversified ownership in the Swedish district heating market post-liberalization. In: *Energy Research & Social Science* (22), S. 198-209. Online verfügbar unter: [http://ac.els-cdn.com/S2214629616302390/1-s2.0-S2214629616302390-main.pdf?\\_tid=1800bb5e-1b74-11e7-a35b-00000aacb361&acdnat=1491557289\\_7246e02835e52d76910ef645ac2a00cb](http://ac.els-cdn.com/S2214629616302390/1-s2.0-S2214629616302390-main.pdf?_tid=1800bb5e-1b74-11e7-a35b-00000aacb361&acdnat=1491557289_7246e02835e52d76910ef645ac2a00cb), zuletzt geprüft am 07.04.2017.

Metropolis (o.J.): Climate smart Hyllie. Online verfügbar unter: <http://policytransfer.metropolis.org/case-studies/climate-smart-hyllie>, zuletzt geprüft am 20.04.2017.

Reepalu, Ilmar (2013): Malmö – from industrial waste land to sustainable city. [04.06.2013.] Online verfügbar unter: [http://www.climateactionprogramme.org/climate-leader-papers/ilmar\\_reepalu\\_mayor\\_city\\_of\\_malmoe\\_sweden](http://www.climateactionprogramme.org/climate-leader-papers/ilmar_reepalu_mayor_city_of_malmoe_sweden), zuletzt geprüft am 21.04.2017.

ReFlex (o.J.): Hyllie - Sweden. Online verfügbar unter: <http://reflex-smartgrid.eu/index.php/demo-sites/hyllie-sweden>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Sköldberg, Håkan; Rydén, Bo; (2014): The heating market in Sweden - an overall picture. *Värmemarknad Sverige* (Hsg.). Online verfügbar unter: [http://www.varmemarknad.se/pdf/The\\_heating\\_market\\_in\\_Sweden\\_141030.pdf](http://www.varmemarknad.se/pdf/The_heating_market_in_Sweden_141030.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2017.

Stadt Malmö (o.J.a): Climate smart Hyllie. Online verfügbar unter: <http://malmo.se/Nice-to-know-about-Malmo/Sustainable-Malmo-/Sustainable-Urban-Development/Climate-smart-Hyllie.html>, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Stadt Malmö (o.J.b): Malmö – the Green Digital City. Online verfügbar unter: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/smart-cities/malmo.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/smart-cities/malmo.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2017.

Stadt Malmö (o.J.c): Västra Hamnen 10 years. This is how the city is developing. Online verfügbar unter: <http://docplayer.net/4799090-Vastra-hamnen10years-this-is-how-the-city-is-developing.html>, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Stadt Malmö (2009): City of Malmö - Strategies for an energy efficient and renewable city. Online verfügbar unter: <http://www.serpente-project.eu/zdjeciaDodatkowe/5%20C%20Tempel.pdf>, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Stadt Malmö (2015): Malmö's Hyllie Climate Contract. A Public–Private Partnership for Smart City Solutions. Online verfügbar unter: [http://smart-cities-centre.org/wp-content/uploads/Joakim-Nordqvist\\_2015-09-01-Malm%C3%B6-Climat-KIC\\_Nordic\\_Cities.pdf.pdf](http://smart-cities-centre.org/wp-content/uploads/Joakim-Nordqvist_2015-09-01-Malm%C3%B6-Climat-KIC_Nordic_Cities.pdf.pdf), zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Stenzenberger, Rainer (2016): Die Zukunft beginnt in Hyllie. [15.09.2016]. Online verfügbar unter: <https://energized.eon.com/de/die-zukunft-beginnt-in-hyllie/>, zuletzt geprüft am 12.04.2017.

Swedish Energy Agency (2015): Energy in Sweden 2015. Online verfügbar unter: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/FolderContents.mvc/Download?ResourceId=5544>, zuletzt geprüft am 12.12.2017.

Swedish Energy Agency; Statistics Sweden (2016): Energy in Sweden Facts and Figures 2016. Online verfügbar unter: [http://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/energilaget/energy-in-sweden-2016\\_160218.xlsx](http://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/energilaget/energy-in-sweden-2016_160218.xlsx), zuletzt geprüft am 12.12.2017.

Swedish Energy Markets Inspectorate (2012): An overview of the Swedish natural gas market. Online verfügbar unter: [http://ei.se/Documents/Publikationer/rapporter\\_och\\_pm/Rapporter%202012/Ei\\_PM2012\\_06.pdf](http://ei.se/Documents/Publikationer/rapporter_och_pm/Rapporter%202012/Ei_PM2012_06.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2017.

Urban Innovation Database (2014): Climate Smart Hyllie. Online verfügbar unter: [http://www.urban-innovations.org/index.php/Climate\\_Smart\\_Hyllie](http://www.urban-innovations.org/index.php/Climate_Smart_Hyllie), zuletzt geprüft am 12.04.2017.

VA SYD (2016): About Va SYD. Online verfügbar unter: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Om-VA-SYD/Om-VA-SYD>, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Wallberg, Mikael (2015): Sustainable development Hyllie. Online verfügbar unter: [http://app.emarketeer.com/resources/1121//Carl\\_Hjman\\_bilder/Cleantech\\_Matchmaking/Presentation\\_ProjectHyllie\\_CityOfMalmo\\_MikaelWallberg.pdf](http://app.emarketeer.com/resources/1121//Carl_Hjman_bilder/Cleantech_Matchmaking/Presentation_ProjectHyllie_CityOfMalmo_MikaelWallberg.pdf), zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Werner, Sven (2017): District heating and cooling in Sweden. In: *Energy* (126), S. 419-429. DOI: 10.1016/j.energy.2017.03.052.

Westman Svenselius, Monica (2014): Mattias puts sustainable cities in focus. [17.02.2014]. Online verfügbar unter: <https://www.iei.liu.se/envtech/om-oss/om-oss-portratt/1.545632?l=en>, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (Hg.) (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Berlin (Hauptgutachten). Online verfügbar unter [http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu\\_jg2011.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011.pdf)

World Nuclear Association (2017): Nuclear Power in Sweden. Online verfügbar unter: <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/sweden.aspx>, zuletzt geprüft am 11.04.2017.