



Energy research Centre of the Netherlands

The flexible future of micro combined heat and power

**An analysis of the social embedding of micro CHP
in Dutch households in 2030**

C.F.J. Feenstra

ECN-E--08-038

June 2008

Acknowledgement/Preface

This research on the social embedding of mCHP is part of the project FLEXIBEL carried out for SenterNovem within the EOS program. The author wants to thank Ernst Jan Bakker, René Kamphuis, Ruth Mourik and Harm Jeeninga from ECN and Gabriël Bloemhof from KEMA for their comments on earlier drafts. This project is registered by ECN as project 7.4999.05.04.

Abstract

Within the project Flexibel, ECN has performed an analysis of the social embedding of micro CHP in Dutch households in 2030. This is done by analyzing the expectations of stakeholders about the future of mCHP: the different factors influencing the development of mCHP and the roles and responsibilities of all stakeholders within this development. Based on interviews and literature review several conclusions and recommendations are formulated for those involved in the development of mCHP in the Netherlands. In general it can be concluded that many different expectations about the future of mCHP currently exist and that many efforts are needed from different parties to create a large mCHP market in the Netherlands.

Contents

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Management summary | 5 |
| 1. Introduction | 8 |
| 1.1 Key questions and concepts | 8 |
| 1.2 Methodology | 9 |
| 1.3 Background of the research | 10 |
| 2. Analysis expectations stakeholders | 11 |
| 2.1 Expected development mCHP | 12 |
| 2.1.1 Market size, planning and target group | 12 |
| 2.1.2 mCHP versus other technologies | 13 |
| 2.1.3 The Netherlands versus other countries | 15 |
| 2.2 Virtual Power Plant scenario | 15 |
| 2.3 Aspects influencing the development of mCHP | 16 |
| 2.3.1 Socio-economic aspects | 16 |
| 2.3.2 Policy and legal features | 17 |
| 2.3.3 Technical aspects | 18 |
| 2.3.4 Societal factors | 19 |
| 2.4 Positions, roles and responsibilities different stakeholders | 20 |
| 2.4.1 Current leaders, followers and opponents | 20 |
| 2.4.2 Future leaders, followers and opponents | 21 |
| 3. Conclusions and Recommendations | 27 |
| 3.1 Conclusions | 27 |
| 3.2 Recommendations | 28 |
| References | 30 |
| Websites | 32 |
| Reported interviews (Annex B): | 32 |
| Informal discussions | 32 |
| Written statement (Annex C) | 32 |
| Appendix A Questionnaire used in reported interviews (in Dutch) | 33 |
| Scenario 2030 | 33 |
| Stakeholder analyse (adhv netwerkkaart): huidige situatie | 33 |
| Stakeholder analyse (adhv netwerkkaart): toekomst tot 2030 | 33 |
| Technische aspecten | 33 |
| Economische aspecten | 34 |
| Maatschappelijke aspecten | 34 |
| Beleidsmatige aspecten | 34 |
| Overige maatschappelijke ontwikkelingen | 34 |
| Appendix B Interview reports (in Dutch) | 35 |
| B.1 Interview Hans Overdiep, GasTerra | 35 |
| B.2 Interview Meike Baretta en Niels de Heij, Greenpeace Nederland (Klimaat en energie) | 39 |
| B.3 Interview Harry Droog, Energie Transitie platform duurzame elektriciteit | 42 |
| B.4 Interview Evert Raaijen, Exendis | 46 |
| B.5 Interview Martijn Bongaerts, Continuon | 49 |
| B.6 Interview Johan Noordhoek, Ministerie van Economische Zaken | 53 |
| B.7 Interview Jos Verlinden, Ministerie van VROM + transitieplatform Gebouwde omgeving | 57 |

| | | |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| B.8 | Interview Rik Grashoff (energie transitieplatform Gebouwde Omgeving + woningcorporatie Woonbron) en Teun Bokhoven (energie transitieplatform Gebouwde Omgeving + Consolair + DE Koepel + EAC) | 61 |
| Appendix C | Written Statement Association of house owners (Vereniging Eigen Huis) (in Dutch) | 65 |

Management summary

Within the project Flexibel, ECN has performed an analysis of the social embedding of micro CHP in Dutch households in 2030. This is done by analyzing the expectations of stakeholders about the future of mCHP:

- the market development of mCHP,
- the socio-economic, policy and legal, technical and societal factors influencing this development,
- the Virtual Power Plant scenario and
- the roles and responsibilities of all stakeholders within this development.

Based on a stakeholder analysis (Figure 2.1), interviews with stakeholders and literature review it is concluded that a wide range of expectations related to the future of mCHP in Dutch households exist. The details of this diversity in expectations are presented in the overall conclusions listed below:

- All stakeholders indicate barriers that have to be overcome to create a large mCHP market in the Netherlands. These barriers can be divided into financial, technical, legislative, infrastructural, and societal factors influencing the success of the development of mCHP.
- All stakeholders also indicate possibilities to overcome these barriers. Still large differences exist in the nature of these possibilities and chances of success stakeholders assign to them.
- All stakeholders agree that more investments are needed to create a large mCHP market. Different opinions exist on who needs to invest: government, market parties, house owners, building associations, etc. In practice it is unlikely that one single party will invest enough to create the first market of mCHP. Part of the investments may be done by the government, but also private companies and other stakeholders must invest in the technology development.
- All stakeholders agree that the mCHP with Stirling motor will be technically finalised earlier than the mCHP based on fuel cells. But diverse interpretations about the technology status of both technologies exist.
- Most stakeholders consider mCHP as a transition technology that will exist within the transition towards a renewable energy system until 2020-2030. After that they do not expect that the mCHPs will stay on the market. Neither do they believe that renewable mCHPs using green gas as a resource will enter the market on a large scale.
- Many stakeholders pay little or no attention to the willingness of consumers to use the mCHPs. They predict that the behaviour of consumers will change and that they will accept the mCHP by financial incentives. These stakeholders do not take into account other factors that may influence consumers' behaviour as their new role in the electricity chain and other aspects of the context, habits, personal capabilities, social influences, motivations, attitudes and values.
- Related to the above the market parties do not expect a large influence of non governmental organisations (NGOs) and societal organisations like consumer organisations on the development of mCHP. Stakeholders that focus on the financial aspects as driver for consumer behaviour often assign little to no role in or influence on the development of mCHP by societal organisations and media.

Additional important observations of the author not mentioned by the stakeholders are:

- Some stakeholders refer to the behavioural change of consumers needed to adapt to the mCHP in households. They point out that this is based on the information supply of the different stakeholders to the consumers and the prices of the mCHP. They do not take into account however that the behaviour of consumers is also influenced by the national and local cultural context, habits, personal capabilities, motivations, attitudes, values et cetera.

- A lot of stakeholders are not informed about the current status of the technology. They are not involved in the development. Early involvement offers the possibility to adapt the technology to all stakeholders' expectations and decreases the chances of unforeseen misunderstandings and different expectations which may lead to resistance and conflicts in the future. At the moment, mainly energy suppliers, mCHP producers and in a less extend the grid operators are involved.

Based on these conclusions the following five recommendations can be made to increase the chances of a successful market of mCHP in the Netherlands:

Recommendation 1: Solve financial matters

- 1.1 Focus primarily on finding more investors to have the necessary financial resources to create a market entry and the facilities to produce mCHP for the early markets.

Recommendation 2: Communicate clearly with key stakeholders

- 2.1 Market parties must communicate clearly, honestly and transparently about the technology status, features, performances, uncertainties and expectations of mCHP towards all stakeholders that are currently or in the future involved in the mCHP development.
- 2.2 Create possibilities for all stakeholders to communicate to the other stakeholders about their current and future position, role and responsibilities in the development of mCHP. On the base of a stakeholder analysis, the proper communication strategies for this can be defined.
- 2.3 Communicate more about the (uncertainties of the) costs of mCHP in relation to changing gas and electricity prices as well as related to costs of competing technologies.

Recommendation 3: Involve key stakeholders actively

- 3.1 Involve key stakeholders actively in the development of mCHP by organizing interaction between all categories of stakeholders. This involvement must be possible during the technology development phase when adaptations to the technology can still be made.
- 3.2 Pay more attention to the characteristics of the demand side of the market of mCHP in the technology development phase. Involve societal groups, consumer organizations, house owners, housing associations and other future users of the mCHP.
- 3.3 Take into account specifically the role of installers and let them be involved in the development of the technology and policies around mCHP.
- 3.4 Do not underestimate the influence of NGOs, media, consumer organisations, and other societal organisations and involve them as well. They might have a large influence on the image of mCHP within society and thus on the future market.

Recommendation 4: Increase research activities

- 4.1 Involve gamma scientists in the development and early deployment of mCHP. Have them investigate the wishes, behaviour and willingness to change behaviour of consumers towards the technology and the effects of mCHP in their houses and lives. Special attention herewith should be put on the effects of financial incentives, the possible resistance of consumers towards the specific aspects of mCHP like the external control and to their new role in the electricity chain as generators and suppliers of electricity. Until now little research on this has been done.
- 4.2 Improve the technology development of mCHP based on Stirling as those based on fuel cells (and other variations) by close cooperation between technology developers from research organisations, energy suppliers and industries.
- 4.3 Conduct more research on possible alternatives for the external control of mCHP as many stakeholders have doubts about the acceptance of this aspect by the users of mCHPs.
- 4.4 Investigate in cooperation with grid operators the effects of mCHP on the grids in normal and extreme situations.

- 4.5 Investigate possibilities for renewable mCHP in relation to the expectations with respect to price and availability of green gas.

Recommendation 5: Improve technical features

- 5.1 The external controlling mechanism of the mCHP, whether or not based on ICT, must not be a fixed aspect but an active choice of the owner. Financial incentives may be given to make external control attractive for owners of mCHPs but it must be made technically possible to have mCHP with and without external control.
- 5.2 Investigate in cooperation with the national government the existing legislation that applies to (is relevant for) external control. Create a legal framework including detailed descriptions of responsibilities of the external controller and other stakeholders involved before implantation of external control.
- 5.3 Integrate easy installation and repairing of relevant components as well as the complete boiler in the design of the mCHP.
- 5.4 Strengthen grids when needed before implementation of mCHP in cooperation with grid operators.

1. Introduction

During the past years several research institutes, industrial partners, energy suppliers and others have been involved in the development of micro cogeneration units (also known as micro combined heat and power, mCHP or the HRe-boiler) in the Netherlands. This has led to a new technology that is currently tested in field tests. Market parties announce that in the year 2009 - 2010 the mCHP that is based on Stirling technology is ready for a large scale market introduction. They claim that mCHP is the successor of the High Efficiency boilers (HR-ketels) and will reach a large market penetration the coming years with 2-4 million units installed in Dutch households.

But other stakeholders involved in mCHP do not believe this future vision. And different opinions exist about the current status and future development for mCHP, ranging from the above mentioned large market penetration to no or only a small or temporary niche market. These differences are the result of a large variation of expectations and interpretations of technological, socio-economic, policy, legal and societal aspects influencing the development and application of mCHP. Apart from this also large differences exist in the interpretation of the current roles, positions and powers of the different stakeholders and expectations about these in the future.

This diversity in expectations leads to a complex social embedding of mCHP. This research focuses on this variety in expectations about the future of mCHP in the Netherlands. We have analysed the expectations of a diverse group of stakeholders about the various aspects of mCHP and the roles of stakeholders. We translated this analysis in recommendations for the stakeholders involved in the development of the market of mCHP.

1.1 Key questions and concepts

This research is based on the following question:

What are the future expectations of stakeholders about the societal embedding of micro cogeneration (combined heat and power generation) in households in the Netherlands in 2030?

Sub questions derived from this are:

- What do stakeholders expect from the mCHP market in the Netherlands?
- What do stakeholders expect from a Virtual Power Plant?
- What socio-economic, technical, policy, legal and societal aspects influence the development of mCHP according to different stakeholders?
- What roles, positions and responsibilities do stakeholders assign to each other in relation to mCHP now and in the future?
- How do stakeholders interpret the relation between mCHP and other broader developments like a renewable energy, climate change and self supporting energy systems?

In this research the following key concepts are used:

- **Stakeholders:** all parties in society that are formally or informally involved in the development of controllable distributed generation: energy suppliers, grid operators, local, national and European government, producers of micro cogeneration units, other industries, scientists and researchers, but also NGOs (for example environmental organisations and consumer organisations), media, consumers, house owners, housing associations and the public in general. This also includes stakeholders opposing i.e. due to vested interests or the ones promoting competing technologies.
- **Societal embedding:** the level of acceptance by (networks of) stakeholders for a specific development in society, for example the acceptance of the economic, political, juridical,

technical and societal consequences of a large scale introduction of cogeneration in households.

- **mCHP:** micro combined heat and power generation, also known as micro-cogeneration in households. These units produce heat and electricity by the combustion of natural gas. The residual heat of the electricity generation process is used for heating (space heating and hot water) with means of for example a Stirling motor or fuel cells¹. Due to the fluctuating electricity demand of households, mCHPs will produce often more (or insufficient) electricity than is needed on that specific moment in the household. This ‘overproduction’ of electricity must be stored or fed into the low voltage grid. In case the electricity demand exceeds the production of the mCHP-unit, electricity is taken from the grid. Because of the energy loss caused with storing, preference is given to feeding in the electricity to the grid via which it is distributed to other demanders. Another advantage of the feed-in is the financial compensation households receive for their ‘over-production’ of electricity.

The focus in this research is put on the Netherlands (and the visions of Dutch stakeholders). When necessary the broader international / European context of the country is taken into account. Following many foresight studies and future scenarios the year 2030 is chosen as a reference year to describe the future development and situation.

1.2 Methodology

The research we have performed to formulate a complete and integrated answer to the above mentioned question consisted of a literature study, stakeholder analysis, interviews with stakeholders and an analysis of the different visions and expectations of the stakeholders.

Within the literature study existing publications and other documents on microCHP are investigated with a focus on existing and future technologies, existing scenarios, the parties involved, etc. Based on the literature study a stakeholder analysis is made in which all parties that are involved (now or possibly in the future) in the development of mCHP in the Netherlands are categorized and placed in a socio-gram (see Figure 2.1). These categories are: energy suppliers, producers of mCHPs and other industries, grid operators, government, consumers, society and science. It can be discussed whether advocates of competing technologies should also be added to this socio-gram. Due to the fact that none of the stakeholders interviewed were advocates and that all focussed on mCHP and not on competing technologies, we decided not to include competing technologies in the socio-gram. In the analysis of the expectations of stakeholders however we do discuss the relation between mCHP and other technologies as mentioned by the stakeholders.

Due to the fact that many of the future visions of the stakeholders are not written down or published publicly, it was necessary to interview the stakeholders about their ideas on the future of mCHP in the Netherlands. Based on the stakeholder analysis a selection of stakeholders was made to perform the interviews. Representatives of a gas supplier, a local grid operator, a producer of energy conversion systems, an NGO, the Ministry of Economic Affairs, the Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, the energy platforms Sustainable Electricity and Energy in the build Environment and a building association were contacted. The interviews were all based on the same questionnaire and were performed face-to-face with the respondent. The reports in Dutch of these interviews were approved by the interviewees and bundled in annex B of this report. Additional to the reported interview, we received a written statement of the association of house owners (see Appendix C) and had informal discussions with a representa-

¹ In the Dutch context both literature and the stakeholders focus on mCHPs with Stirling motors or fuel cells. This focus is therefore also used in this research. Other technologies of mCHP exist worldwide, for example internal combustion engines, steam engines, micro turbines, etc. See for a more extended description of the different technologies of mCHP De Jong et al (2008).

tive of an energy supplier, the association of cogeneration in the Netherlands and several experts of mCHP within ECN.

Subsequently the stakeholder visions and expectations described in the interviews were analysed. In this analysis we focused on the similarities and differences between the visions. The differences between the visions are understood as possible future conflicts between stakeholders and barriers for a large market development of mCHP in the Netherlands. Similarities are understood as opportunities for the technology.

Due to the confidentiality of some of the expectations expressed by the stakeholders, it was not possible to quote stakeholders within the analysis. To overcome this in most cases we used the following quantifiers to indicate the relations of stakeholders towards certain expectations about mCHP:

- All stakeholders is referring to 100% of the stakeholders interviewed.
- Most stakeholders is referring to 75-99% of the stakeholders.
- The majority of stakeholders is referring to 50-74% of the stakeholders.
- A minority of stakeholders is referring to 25-49% of the stakeholders.
- Some stakeholders is referring to 1-25% of the stakeholders.
- None is referring to no stakeholder.

1.3 Background of the research

This research on the social embedding of mCHP is part of the project FLEXIBEL² carried out for SenterNovem within the EOS program. Within this project ECN, KEMA and Eindhoven University of Technology develop an intelligent system architecture, including software and hardware to adapt the low voltage levels to the increasing distributed generation units in households.

² See for more information and results of the project Flexible: www.flexible-electricity-networks.nl.

2. Analysis expectations stakeholders

In this chapter the different expectations of stakeholders about the future of mCHP in the Netherlands are described. The following order is applied to categorise the expectations: firstly expectations about the general development of the market of mCHP are described (Section 2.1). Secondly a focus is put on the different visions on the Virtual Power Plant (Section 2.2). Thirdly the socio-economic, technical, policy, legal and societal issues that might influence the development of mCHP are analysed (Section 2.3). And finally the current and future roles, positions and responsibilities of all stakeholders are described in relation to this development (Section 2.4).

Analysing the expectations of stakeholders based on the interviews and literature leads to an overview of many different expectations about the future of mCHP. Stakeholders have different expectations about the development of mCHP, the factors influencing this development and the roles, positions and responsibilities of themselves and of others. The expectations are sometimes opposing and may therefore be considered as potential future conflicts in the development of mCHP in the Netherlands. These potential conflicts may become real conflicts that have a large effect on the development of mCHP. Other differences in the stakeholders expectations are complementary and show (new) opportunities for mCHP in the Dutch context.

A short literature review already shows the large differences in expectations of mCHP. In the Dutch Reference Projections 2005 to 2020, mCHP is not even mentioned (Van Dril et al., 2005). In the optiondocument based on these reference projections, mCHP is taken into account as possible technology to save energy in the built environment. Still the authors do not expect a large role for mCHP in energy savings in the Netherlands (Daniëls et al., 2006). In the future vision of ECN and NRG on the sustainable energy system 2050, mCHP is mentioned but only a small increase of this technology is expected in the built environment as the use of natural gas will decrease (Uyterlinde et al., 2007). As stated before, market parties are far more optimistic and expect a substitution of most High Efficiency boilers by mCHP units from 2009 on (see for example www.smartpowerfoundation.nl). Also on the European level microCHP is part of future visions and strategies like the one of European Smart Grids technology platform (see European Commission, 2006)

Within the case of mCHP we notice in practice already the effects of different expectations about the technology. The different expectations of stakeholders about the performance, efficiency and status of the technology development of mCHP have consequences for the support for mCHP by the national government. The latter is doubting whether the focus of their subsidy programs should be put on mCHP alone, on a combination of technologies or on other technologies excluding mCHP. The different expectations of stakeholders seem to have influenced the policy support for this technology as no full (financial) support has been given by the government.

Expectations of stakeholders about a certain technology have large effects on the chances of success of that technology. Different expectations may lead to resistance of stakeholders towards the technology. When stakeholders expectations are similar, the chances that these expectations are met and thus the broader acceptance of the technology increases (see for example Heiskanen et al., 2008).

Research (for example Meijer et al., 2007) and practice (the interviews performed within this research) show that many uncertainties about aspects of mCHP still exist. These uncertainties influence the expectations of stakeholders on the development of mCHP negatively. When stakeholders have doubts about mCHP due to a lack of information or a lack of knowledge,

they intent to expect less from a technology than when all details about the status and development of the technology are known.

2.1 Expected development mCHP

2.1.1 Market size, planning and target group

Large differences exist in the expectations concerning the impact of mCHP on the market of heating systems in households and the *size of the mCHP-market the coming years*. Some stakeholders, for example the Smart Power Foundation, expect a large market penetration of mCHP as a substitute for the existing High Efficiency boiler ('HR-ketel') in households from 2010-2015 on with four million mCHPs installed in 2030 while others expect already a decrease of the market from 2020 on. More than half of the interviewees consider these expectations as too ambitious and expect a limited market or even niche market for mCHP in the Netherlands. They use the following arguments to defend their limited expectations about the mCHP-market:

- the decrease of heat demand due to better insulation of existing houses,
- the building of energy-efficient houses (following the building aims of the government),
- the relatively small electricity returns and high production costs of the mCHP,
- the existence of competing (renewable) energy technologies as solar panels, small wind turbines and heat pumps,
- the better chances for collective heating systems,
- the (desired) decreasing dependency on natural gas as a resource,
- the increasing prices of natural gas,
- the decreasing gas infrastructure in newly build houses,
- the small chances for the needed radical transformation from centralized electricity system towards a decentralized system following a described transition pathway,
- the limited demand from consumers,
- the relatively high market price of the mCHP and needed subsidies,
- the relatively low returns of the mCHP compared to existing technologies,
- the improvement of the performance of the reference system. For example the emission coefficient of central electricity production i.e. due to renewable energy sources and carbon capture and storage (CCS), as well as the efficiency of heat production, i.e. electric or gas fired heat pumps and/or solar water heaters.

Former research performed by Meijer et al. based on interviews with stakeholders about the uncertainties of mCHP also shows that a majority of the stakeholders have doubts about a successful market for mCHP in the Netherlands. They pronounce a lot of uncertainties about the technology development of mCHP. Also political uncertainties are considered large and may have a large negative impact on the development of mCHP in the Netherlands (Meijer et al., 2007). Calculations on the maximum market potential of mCHP published earlier pronounce that the mCHP market development will be comparable to the market development of the high efficiency boiler. This results in a maximum of 20% of the households in 2020 will have a mCHP. This means a potential of 60 PJ/year until 2020 (Lysen et al., 2006). The authors of this in depth analysis of the transition pathways consider the following four elements important in this development pathway of mCHP (p.21-22):

- the payback time of the mCHP must be around five years (this means that the surcharge may not be more than €1,200 - €1,500 compared to the high efficiency boiler) to let it compete with the high efficiency boiler and heat pump,
- the speed of the replacement of existing boilers,
- the size of the mCHP unit and the possibilities for fitting in existing (smaller) houses,
- the willingness of consumers to accept the uncertainties related to a new technology and to become electricity producers.

These four items have also been raised by the stakeholders in the interviews and are discussed in more detail later in this analysis.

Most stakeholders are familiar with the existing and planned test cases of mCHP in households in the Netherlands. Differences exist in the *interpretation of these tests in relation to the market and technology development*. Some interviewees consider the technologies used in these tests as almost finished and believe that the tests are the first step of a growing market. Foundation 'Slim met Gas', founded by the energy suppliers Nuon, Essent and Eneco, intends to start with the installation of 10,000 mCHPs in households in 2008-2010 and announces this as the start of a growing market for mCHPs with Stirling motors. Others say that the technologies used in these tests are still immature and need much further development based on the outcomes of the tests, before consumer-ready types are on the market. They don't interpret the tests as a start of a growing market but as part of early technology development.

Related to the expectations about the size of the market, stakeholders also have different opinions about the *duration and planning of the market* within a changing energy system in which renewable energy and distributed generation are increasing. Many stakeholders consider mCHP as a transition technology that will exist during one generation of mCHP (about 15 years) until 2020/2030. After that the market will decrease and mCHPs will be substituted by other technologies. Only few stakeholders see large market shares for mCHP after two or three decades as they expect renewable mCHPs using green gas as substitute for the first generation mCHP on natural gas.

Although different expectations exist about the size and duration of the mCHP market in the Netherlands, most stakeholders agree about the *target group of the mCHP-market* which is limited to existing houses owned by private people and/or housing associations. Newly build houses have a limited heat demand which results in low returns of the mCHP in relation to the price and most stakeholders see therefore none to little chances (only mCHP based on fuel cells) for mCHP in these cases.

Almost all stakeholders consider the *mCHP with a Stirling motor* as the first version of the mCHP which will be substituted by the more efficient *mCHP based on fuel cells* which is sometimes also interpreted as part of the hydrogen economy³. Whether and when such a hydrogen economy may arise is also debated. The HyWays roadmap indicates that transport rather than stationary applications will be the dominant sector for deployment of hydrogen end-use applications (European Commission, 2008). Differences exist in the expectations about the year in which this substitution of Stirling based mCHP by fuel cell based mCHP will take place, ranging from within one or two years to 2015 the earliest. More aspects about the technology development are described in the Section 2.3.3 about technology aspects.

2.1.2 mCHP versus other technologies

According to the interviews and literature review, stakeholders have very different opinions about the *competitors of mCHP* in the future. While some say that no competitors exist, other consider low or zero energy houses (referring to the existing governmental targets on these) as the largest competitor, others believe that collective distributed energy generation technologies (miniCHP, windturbines, etc), insulation or heat pumps as the largest competitors. According to for example Jos Verlinden of the ministry of Environmental Affairs, in general all technologies that save energy, produce heat and/or reduce CO₂ emissions can be seen as competitors. Although many of these competitors better follow the heat and electricity demand of households, the advantage of mCHP is that the natural gas is easier to store than electricity and heat. An-

³ In the Netherlands currently two main Stirling mCHP variants are developed: one led by the boiler producer Remeha and one led by Enatec. Most stakeholders have not made a distinction between these two variants and therefore also no distinction is made in this analysis.

other competitor for mCHP mentioned by the interviewees is the miniCHP on a collective / district level that can balance the demand and supply of both heat and electricity more easily than the mCHPs on household level. On a longer timescale Carbon Capture and Storage (CCS) is by some also believed as a possible competitor when applied in the Netherlands because centralized electricity and CO₂ generation is needed to capture the CO₂ efficiently that can be stored (for example in existing gas fields) in order to prevent CO₂ and other emissions to be emitted. The emissions of decentralized generation units can not (or very difficultly) be captured. Renewable energy in the built environment, but also in central power production is also considered as a possible competitor of mCHP. The visions of the stakeholders on the relation between mCHP and renewable energy technologies are reported in Section 2.3.4 about societal aspects influencing mCHP.

Within the interviews the mCHP is often related to the heat pump, another predictable heat provider. Stakeholders interpret the *relation between mCHP and heat pumps* differently. Some consider the two technologies as competitors as they may be used for the same purpose while other consider them as complementary and existing or even contributing to each other when used in the built environment. In general the heat pump is considered as a better option for newly built houses although according to some stakeholders it is also possible to implement heat pumps in existing houses (with a garden or other space next to the house). To make a good comparison, a distinction has to be made between electric and gas-fired heat pumps as well as the source (ground water or outdoor air).⁴ Gas-fired air source heat pumps are for example direct competitors to mCHP in existing dwellings. Due to the higher revenues compared to the mCHP some stakeholders as for example Martijn Bongaerts of grid operator Continuon, expect a longer (after 2020/2030) and larger market for the heat pump. According to Harrie Droog of the energy transition platform sustainable energy and others mCHP and heat pumps have a complementary future in a decentralized energy system with a comparable market penetration of mCHP in existing houses and heat pumps installed in newly build houses. The heat pumps have several advantages compared to mCHP, for example the cooling-possibilities and the possibility to generate heat at night which is used during the daytime with a more stable network load during day and nighttime. Droog also expects the heat pump to develop from ground source to air source. This would increase possibilities for heat pumps in existing houses. Another difference between the heat pumps and the mCHP is the needed control and possible restrictions about the use of the soil (by local governments) when large amounts of heat pump sources are installed underground.

Related to the expectations of stakeholders about the market penetration of mCHP and size of the mCHP-market, is their *interpretation of the technology*. Some stakeholders consider mCHP as a further development of an existing technology, the High Efficiency boilers. They also tend to believe in a larger market with the mCHP as easy substitute for this boiler from 2009 (or later) on. Other stakeholders consider the mCHP as a new and innovative technology with specific characteristics that is competing with existing technologies and other new(er) technologies as heat pumps and solar and wind-energy. Electricity production in households, the external controlling possibilities to control the electricity production from a distance (see for more information the session 2.2 on the Virtual Power Plant) and the effects on the low voltage network are examples of these specific characteristics that are interpreted as new and innovative. The more stakeholders consider these elements as being radically different from existing technologies, the less possibilities for a large market of mCHP they see as they do not expect that consumers will or want to change their behaviour concerning their heating system largely.

⁴ Also hybrid combinations are possible, such as a condensing boiler equipped with an electric heat pump that uses outdoor air as heat source.

2.1.3 The Netherlands versus other countries

Many interviewees, for example the representatives of Greenpeace, Hans Overdiep and Evert Raaijen consider *the Netherlands currently* as a forerunner on the field of the technology development of mCHP. Others consider other countries as Japan and Germany as forerunners. Some, for example Evert Raaijen, see a large difference in the position of the Netherlands in the field of mCHP with Stirling (forerunner) and mCHP with fuel cells (Germany a forerunner).

Stakeholders also think differently about the *future development of mCHP in the Netherlands* compared to other countries in and outside Europe. Some consider the Netherlands as a forerunner in terms of technology development and market introduction due to the existing natural gas infrastructure, the dense population, the mentality of thinking in solutions and consumers that are used to the high efficiency boilers. The latter argument is also used by stakeholders that see better changes for mCHP in for example the UK, Belgium, Germany or other countries with larger heat demands as the differences in efficiency of the less sufficient boilers used in these countries and the mCHP are larger and thus relatively higher returns of the mCHP are expected. If the Netherlands wants to implement mCHP on a large scale, further development of the efficiency of the mCHP is needed according to them.

2.2 Virtual Power Plant scenario

The scenario of the *Virtual Power Plant* in which the mCHPs (and other decentralized electricity generators) in households are connected to a central controlling unit that can balance supply and demand by controlling the individual mCHPs externally, brings up different reactions from the stakeholders⁵. Some consider the Virtual Power Plant as a necessary desirable situation to balance the grid and the electricity prices when mCHP are installed on a small or larger scale (sometimes under the condition of having good possibilities for heat storage) in which network administrators, energy companies, households and other electricity users all have benefits. It will result in a new relation between energy suppliers and consumers as consumers become electricity producers and energy suppliers will sell less electricity and offer more different services. Other stakeholders show large resistance against the Virtual Power Plant scenario. This resistance is based on different arguments. Some stakeholders have questions about the technical feasibility of the Virtual Power Plant as described by for example the Smart Power Foundation (the Smart Power System) including the external control. This would possibly mean that the mCHPs are put on and off by the external controller and not by the consumer himself when he is demanding heat. Others put questions about the incentive of the external controller to switch on and off the mCHP. Will this be lead by electricity prices (a product with value), the electricity generation of unpredictable renewable technologies as wind turbines and solar panels, peak demands of heat, gas and/or electricity? They fear that other incentives apart from heat demand will be used to control the mCHPs with the loss of energy (heat, gas and/or electricity) as a result.

Other interviewees focus on *other technical solutions* to balance supply and demand of the electricity network then the external control. For example by installing smart meters and smart power management systems in order that the mCHP itself can monitor and react to supply, demand, electricity prices and other criteria. Together with a good prediction model and 'delaying system' this would make external control unnecessary according to for example Evert Raaijen of Exendis. Another technical solution to overcome the external control on a centralized level mentioned by representatives of Greenpeace is balancing the network of a district by using a combination of decentralized collective and individual electricity production (wind turbines, solar panels and mCHPs) and energy storage in order that all energy used in the neighbourhood

⁵ One of the technological solutions to manage a Virtual Power Plant is the Power Matcher (see www.powermatcher.net)

is produced locally (including local storage when difference between supply and demand exist). Controlling systems on the district-level instead of larger grid levels are also mentioned.

The interviewees that consider external control as a necessary aspect of the large penetration of mCHPs in households, have different opinions about the *responsibilities of different stakeholders in this system of external control*. Some find it desirable that the current local grid operators fulfill the role of external controller alone or together with the energy suppliers. Others assign this responsibility completely to the energy suppliers or even to a new more neutral organization in between government, energy suppliers, grid operators and consumers.

Although different opinions about the need and features of the system of external control and responsibilities of different actors involved in this, most stakeholders consider the *own choice of consumers* to join the virtual power plant as the most important characteristic of the external control system. Financial incentives to connect the mCHP in their home to the controlled network may be given, but consumers should also have the possibility not to join this network and to have a mCHP in their home that is only controlled by their own heat demand (like the current high efficiency boilers).

Related to the discussion of the choice of house owners to connect their mCHP to a larger network is the discussion whether house owners should be *owners of the mCHP*, like the high efficiency boilers are mostly privately owned, or that the mCHP are owned by another party, for example the energy supplier or grid operator and leased/rented by the house owners.

2.3 Aspects influencing the development of mCHP

2.3.1 Socio-economic aspects

All interviewees agreed that the largest socio-economic barrier in the development of mCHP is the *investments needed* for the large market introduction. Due to the high development and production costs and a lack of automation of the production process, the mCHP price is around €10,000 - €15,000. To enter the market this price should be reduced to €1,500 - €3,000. Completely different opinions exist about which stakeholders should invest and how these investments should be made. The stakeholders that mention a number for the investments pronounce that about €90 million is needed for deployment support. To what extent this claim is based on extensive analysis of cost reduction potentials is unclear. The market parties ask subsidies from the government for the market entry. This subsidy can be given in different formats, for example a single investment subsidy, a tax advantage for buyers of mCHP, a purchasing subsidy (covering the financial gap compared to the high efficiency boiler), a loan program, etc. The government on the other hand declares that the market parties should (also) invest (more) in the technology to create a large market. When prospects for cost effectiveness are satisfactory the mCHP might be (partially) subsidized by means of national programmes⁶.

Related to the needed investments and prices of the mCHP when entering the market, stakeholders have different expectations about the *pay back time* of the mCHP units. This is the period that the units need to save the amount of energy comparable to their investment costs. Some declare that a large market penetration is only possible when the pay-back time of the units is two-three years maximum. Others still see large market possibilities when the pay back time is about five years. The pay back time that can be tolerated might also heavily depend on the way the boiler is financed. Through leasing concepts, higher pay back times might be feasible. If the pay back time is equal to the economic life time of the options, there should not necessarily be a difference in lease tariffs. The pay back time is influenced by the prices house-

⁶ Recently the Dutch Minister of Economic Affairs has announced to subsidising the development of mCHP with €10 million.

holds receive for the electricity fed into the grid. Stakeholders in favour of the external control predict a larger financial benefit for households because the external controller can base his control on the electricity and gas prices. An important factor in the discussion about pay back time is the *discount rate*, both used in the calculations as well as the discount rate used by households in their purchase decision. In general companies use discount rates of about 8% for investments with an moderate risk. However, studies in the area of social sciences have indicated that the discount rate of households may be extremely high (up to 40%), explaining also the short pay back time of about two years as indicated by a number of stakeholders.

Another important socio-economic aspect mentioned by some stakeholders influencing the future of mCHP and related to the above are the *prices of natural gas and electricity*. Large price fluctuations as well as price rises of one or both of these products are often unpredictable but have a large influence on the development of mCHP. Also the relation between the prices of natural gas and electricity becomes relevant when mCHP is installed. Here, a distinction should be made between the electricity price when buying electricity from the grid (this is substituted by the electricity from the mCHP option) and the electricity price when delivering electricity to the grid (in case of excess production by the mCHP unit). The price for buying and selling electricity may deviate substantially.

Some stakeholders also describe *new economic opportunities* once mCHP has been further developed. Some for example foresee a new, large export market when the Netherlands is producing the mCHPs on a large scale for the rest of Europe and further abroad. This Dutch production for export would also increase employment in the boiler- and related industries. If the mCHPs will not be produced on a large scale the employability in these industries might decrease as current production of high efficiency boilers is moving to cheaper labour markets. When the mCHP with fuel cell will enter the market, also a new form of competition may be created which might effect the prices and market of both the Stirling variant and the fuel cell variant. This is caused by the fact that different companies are currently developing the two versions of the technology that will be each others competitors in the future.

Another socio-economic aspect that needs to be changed according to most stakeholders is the double tax that is now paid by households that feed in electricity to the grid. When consumers purchase gas they have to pay tax. When this gas is used to produce electricity that is not needed by the household at that moment and fed into the grid, they have to pay again tax purchasing this electricity from the energy supplier at a later moment. The government has been preparing a change in the policy to overcome this double taxing, and most stakeholders expect this to be implemented soon.

2.3.2 Policy and legal features

All stakeholders agree that a *stable policy* towards mCHP is needed to create a large market. This means that policies concerning mCHP and other new energy technologies must stay the same during many years or that the end date must be communicated clearly in advance. Past unexpected fluctuations in national policy concerning energy savings and renewable energy have decreased the trust of stakeholders in the subsidy programs with a negative impact on the market of new energy technologies as a result. This is in line with the outcomes of earlier stakeholder research on uncertainties about mCHP. Meijer et al. (2007) indicate that many stakeholders are uncertain about the reliability of the government.

According to some stakeholders the Dutch *regulation and legislation* must be adapted to the new aspects of mCHP before it is largely installed. Focus herewith should be put on the responsibilities, rights and obligations of different stakeholders considering the ownership of the mCHP and the external control. These are new aspects within Dutch society and no strict rules about these exist in our legislation. Existing regulations lead to a lock-in on the conventional technology, hampering the introduction of distributed generation. But possibly also other holes

exist in the legislation concerning other aspects of the technology. To avoid possible large problems, this must be researched and legislations must be adapted before the mCHP are introduced into the market.

Some stakeholders point out a *paradox* in the Dutch governmental policy. On the one hand the reduction of heat demand and CO₂ emissions in households is promoted by aiming at energy neutral houses and the decreasing of the EPC-norm (the energy performance coefficient). On the other hand the government stimulates the development of mCHP, a technology that needs a relatively large heat demand to be cost effective and increases emissions locally.

2.3.3 Technical aspects

As stated before, stakeholders interpret the current tests with mCHP differently in relation to the phase of technology development. Many stakeholders also point out the *relevance of the positive outcomes of these field tests* for the development of mCHP. They state that mCHP is a technology which is easily harmed and that positive reactions on the field tests are thus crucial for the image and therefore the success of the technology. Others interpret the outcomes and aims of the tests differently and see them as a good possibility to monitor and investigate the defects of the units which still have to be considered prototypes rather than mature products.

Another technical aspect that has been mentioned before when describing the development of mCHP in the Netherlands, is the *differences between the mCHP with Stirling motor and those based on fuel cells*. Most stakeholders agree about the chronological order that the Stirling version will be on the market before the fuel cell version. Most also agree that the capacity of the Stirling version will be around 1 kW_e and that the fuel cell mCHP will have a larger capacity. This is also necessary because the heat demand and thus the heat production (hours per day) will decrease the coming years. Different expectations exist about the effects of this growing capacity of mCHP. Many stakeholders predict that the electricity grid must be strengthened when mCHP with fuel cells are introduced. Others see mCHP as the option that can even prevent the necessity for grid enforcement needed due to an (expected) fast growing electricity demand. The need for extra (smart) converters is also pointed out by some stakeholders.

The stakeholders have different opinions about to what extent *the grid* must be strengthened due to the introduction of mCHP. While some, including Martijn Bongaerts from grid operator Continuon, declare that strengthening is already needed when small amounts of mCHP with Stirling motors are activated, others think that strengthening is not needed with a penetration of mCHPs in 40 - 60% of the households. Differences also exist in the expectations about what part of the grid must be strengthened. Some predict that parts of the cable infrastructure of the low voltage grid must be replaced by stronger and larger cables while other expect that the transitional or intermediate grid stations must be strengthened.

Connected to the role of installers and installation companies in the development of mCHP, stakeholders warn that the *installation and maintenance* of the mCHPs must be easy. This can be reached for example by developing mCHPs in which the complete Stirling motor can be replaced easily instead of repairing parts of the complicated motor when not working properly. It must also be easy and safe to connect the mCHP to the grid by the installers without the need to switch off the electricity supply to other households connected to the same grid. Apart from the installation of the mCHP unit, some stakeholders point out that the installers also have to install the smart meter which is measuring the balance on the network and electricity prices and adapts the functioning of the households to that. Related to this, the Dutch parliament recently discussed a bill that implied the compulsory installation of smart meters in newly build houses or when large renovations in existing houses take place (Kamerstuk 2007-2008, 31320).

Different expectations also exist about the future existence of a *renewable mCHP* version. Some declare that the mCHPs can easily use green gas in stead of natural gas and that this will

happen after the year 2020-2030. When green gas is produced and distributed sufficiently the mCHP thus will fit in a renewable energy system. This may however also hold for the competitors of mCHP. Others do not see this possibility while they do not expect the production of green gas sufficient enough for a large scale market of renewable mCHP and they therefore favour other renewable energy technologies. Another reason mentioned for the small probability for mCHP using green gas to be successful is the decreasing investments in infrastructure for gas in the Netherlands. Some stakeholders predict that the gas infrastructure and consequently the role of gas in households in the Netherlands will decrease and a growing amount of households will not be connected to the gas grid anymore.

2.3.4 Societal factors

A general societal factor that might have a large impact on the development of mCHP is the (interpretation of) *information* about mCHP that is communicated by different stakeholders. If expectations that were communicated are not met, this may lead to a disappointment and thus negative attitude of stakeholders towards the technology. According to some stakeholders this is the reason for the disappointing market of heat pumps in the Netherlands. They thus warn that expressing expectations that are too high should be avoided.

While some stakeholders do not expect any resistance against mCHP, others focus on the frequently emerging *societal resistance against new technologies* from smaller or larger groups in society. Depending on the arguments and power of the groups in society that resist a specific technology, the influence of this resistance on the development of that technology ranges from little (none or small deviation in the market development) to large (radical shifts in the market or failed introduction of the technology on the market). Like any other technology, mCHP will also face resistance. In the situation of mCHP this resistance may focus on the technology in general or on specific aspects as for example the external controlling possibilities.

As stated earlier when describing the competitors of mCHP, most stakeholders see mCHP as a transition technology being part of the *transition towards a renewable energy system*. After one generation of mCHP around the year 2020-2030, they will be replaced by renewable energy technologies like solar panels and windturbines. When the mCHP are indeed replaced by renewable energy generators, most stakeholders do not see a conflicting relation between mCHP and renewable energy. Some even believe that they are complementary because the experiences gained on the technical, economic, policy, legal and societal field with mCHP and decentralized generation can be analysed and used in the further development of renewable energy generators in households. A minority of stakeholders still predicts a relevant role for mCHP in the market due to the possibility of controlling the systems externally compared to the unpredictable renewable energy generators based on wind and solar.

Stakeholders have different opinions about the influence of the *growing societal awareness about climate change*. These differences are based on the various expectations they have on the amount of CO₂ emissions of mCHP in relation to centralized electricity production. Some pronounce that due to the lack of transport losses the mCHPs emit less CO₂ than centralised electricity generators. Other believe that the latter are more efficient and thus emit less CO₂ to produce the same amount of electricity than the mCHPs placed in households. Another aspect named was that the emissions of the mCHPs can not be captured and stored (CCS) while this might be the future scenario for the emissions of the centralized electricity generators.

The last societal aspect that might influence the development of mCHP is the aspect of being *self supporting*. mCHP increases the possibilities for households to become self supporting in their energy production and use. Still many stakeholders do not see this as a relevant argument in the Dutch context. According to hem only few households in the Netherlands are aiming at being self supporting and based on that reason would invest in self supporting systems. This small number is mainly the result of a largely reliable electricity supply with only few minor

black outs since many years. Still some stakeholders predict a growing interest in being self supportive the coming years.

2.4 Positions, roles and responsibilities different stakeholders

During the interviews the stakeholders were asked to describe their current and future position, role and responsibilities in relation to the development of mCHP as well as of the other stakeholders. Although sometimes difficult to predict, the interviewees all came up with their thoughts on the future relations. Analysing these, many opposing expectations about the roles of the different categories and individual stakeholders involved can be observed. To structure the interviews a categorization of stakeholders was made and individual stakeholders were divided into Energy suppliers, mCHP producers (including other industries, installers and intermediaries like Cogen), grid operators, government, consumers, society and scientists and researchers (see Figure 2.1).

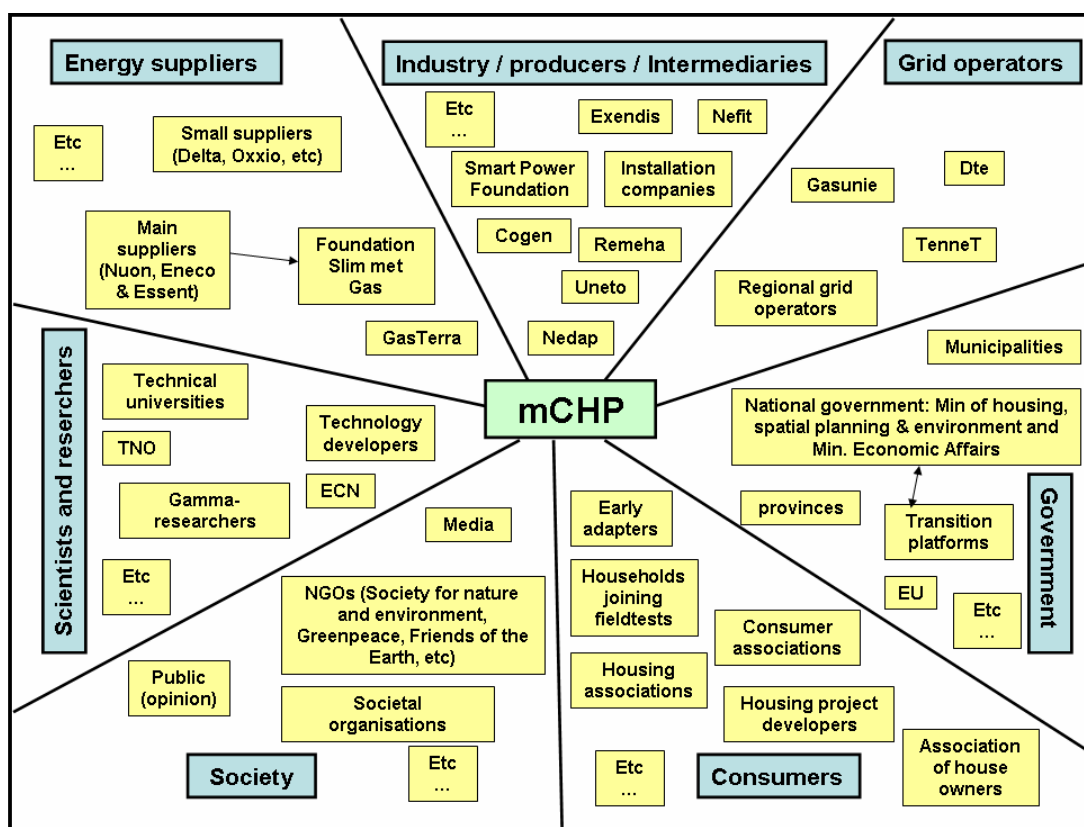


Figure 2.1 Socio-gram of the categories of stakeholders involved in the development of mCHP

2.4.1 Current leaders, followers and opponents

Most interviewees agree that gas supplier and trading company GasTerra, represented by Hans Overdiep, together with producers of boilers and mCHPs have been the *leaders in the development* of mCHP the last couple of years. They have been collaborating and lobbying effectively and introduced the technology to a large number of other stakeholders including the energy suppliers and the national government.

In general the interviewees also agree that there are currently *no large opponents* of mCHP. Within each category there are forerunners and followers but all stakeholders are largely on the same track. Still many expect that some resistance may arise when mCHP enters the market, the effects of the mCHP on the electricity market and grid become visible, consumers start using the mCHPs and the technology becomes better known to a larger group.

2.4.2 Future leaders, followers and opponents

2.4.2.1 GasTerra and other energy suppliers

Most interviewees expect that *GasTerra* will stay one of the most leading stakeholders in the development of mCHP. Together with the producers of the mCHPs (Smart Power Foundation), the gas trading company will push the market the coming years by financial investments and by lobbying for other investors and the government to give financial support in the start up of the market. Most interviewees agree that without the involvement and leading role of GasTerra, only really little chances for a market for mCHP in the Netherlands exist. Still some stakeholders mention the weirdness of a gas trading company supporting and leading a technology development like mCHP. They think it would be more logical that the mCHP producers would be the leading parties.

Different opinions exist about the role of the other large and smaller *energy (electricity) suppliers* in the Netherlands. Some consider the large energy suppliers (Essent, Nuon and Eneco) as possible opponents because mCHP reduces their electricity market for consumers and uncertainty still exists about the prices consumers will receive for selling their electricity to the suppliers. Others consider them as passive followers of governmental policies due to their indifference to what technology is used to generate electricity (solar panels, mCHP or other) which is fed into the grid by households and sold to the energy suppliers. On the other hand some interviewees consider the energy suppliers as leaders or at least close followers for example based on their joint input in the foundation 'Slim met Gas' (Smart with gas) that will install 10,000 mCHPs in the coming years. Another reason mentioned for their pushing position is their willingness to start up the external control linked to the Virtual Power Plant and sell all-in packages to consumers including the power to control their mCHP. In general a small role is dedicated to the smaller energy suppliers as Delta and Oxxio.

2.4.2.2 Producers of mCHPs, installers, intermediaries and other industries

In the interviews stakeholders often refer to the collaboration between GasTerra and the *producers of the mCHPs* in the Smart Power Foundation. Most stakeholders consider them, together with related industries, as leaders of the development because they are searching for new markets and replacements for the high efficiency boiler. Another reason mentioned is that the producers of boilers need to come up with a new innovative technology in order to keep the industry, and thus employment, in the Netherlands and neighbouring countries. The current boilers can be produced cheaper in low income countries and the companies fear closing down factories in Western Europe. To create a successful market most stakeholders agree that the producers of the mCHPs need to keep this leading position and start promotion campaigns to push the market. On the other hand some stakeholders mention that the producers of the mCHPs also produce other boilers and alternatives and that they follow the governmental policies in their development of specific technologies instead of choosing to push a certain technology to the market themselves. The producers of renewable energy technologies and other possible competitors of the mCHP follow the developments of the mCHP closely.

Some interviewees also assigned an important role to the *installation companies* installing boilers in households. They consider them as an important stakeholder that can influence the success of the mCHP market enormously but who often is not seriously taken into account. The installers have direct contact with the consumers by selling, installing and repairing the boilers.

They thus play an important role in the promotion of the mCHP in households. To create a large market for mCHP it is important that the installers of the mCHPs are in favour of the mCHP and are willing to sell them to their customers. To create this positive attitude, it must be fast and easy for them to install, repair and replace the boilers without a lot of extra education. Also the profit margin of the mCHP must be higher compared to other boilers in order to let the installation companies promote and sell the mCHPs. Some interviewees warn that the installers are often conservative and difficult to reach. This is a possible barrier in the development of mCHP⁷.

A special role is dedicated to *Cogen*, an association that supports the growth of CHP in the Netherlands. Members of Cogen are mainly producers of CHPs and energy suppliers. Most interviewees know the organization but different opinions exist about its position and potential influence on the development of mCHP ranging from a strong and important leader to a less influential stakeholder that mainly focuses on mini (several households) and larger CHP.

2.4.2.3 Grid operators

Most interviewees do not expect large effects on the national grid when large amounts of mCHPs in households are installed. Therefore the national grid operator's (TenneT) role in the development of mCHP is also limited in their view. Still the interviewees assign different roles and responsibilities to the local grid operators. About half of them declare that the local grid operators are neutral followers and just (have to) follow the developments of the energy suppliers and policies. A few indicate that the grid operators may be opposing the development of mCHP because they prefer other centralized generation or more predictable decentralized generators like PV and windturbines. Others assign a more pro-active role to the local grid operators because they are responsible for the necessary adaptations to the low voltage grids needed for the functioning of mCHPs. To know what adaptations need to be made, the grid operators have to monitor and closely study the effects on the grid during the field tests that currently take place. According to these stakeholders the grid operators thus have to be actively involved in the tests and follow the developments closely. When the grids are not prepared for the installation of mCHP in time, this may cause an unnecessary delay in the development of mCHP.

Stakeholders that believe that external control is needed for mCHPs, often assign the role of external controller to the grid operators. The grid operators have to monitor and regulate the balance of the grid and thus need to be able to control the decentralized generators as presented in the scenario of the Virtual Power Plant. They also believe that the grid operators are welcoming this new role and responsibilities and therefore have a positive attitude towards a large market for mCHP.

2.4.2.4 Government

The stakeholders that don't think that the producers of the mCHPs will be the leaders of the development, assign a large role to the *national government* in the development. They argue that the government needs to push the market by subsidizing the industry and / or the consumers and promoting the mCHP to the consumers. The government thus will have a leading position. The representatives of different governmental departments however do not define the national government as the leader in the development. According to them it is unlikely that the government will support a specific technology completely towards a large market penetration. The government supports technology innovations in their early stage via the subsidizing programs as the Unieke kansen regeling (UKR) and the Energie onderzoeks subsidie (EOS). Secondly the national government stimulates the integration of technologies by subsidizing concepts like the program 'Schoon en Zuinig' in which different (fast and easy) technologies are combined to

⁷ During the mCHP symposium in April 2008, a representative of the installation companies points out that there are still relevant problems with the installation of current versions of the mCHP units with Stirling due for example to the weight of the units (see Weijer, 2008).

reduce the overall energy use and emissions in households and improve the housing costs and livability of houses. According to the interviewed representatives of different ministries, the government will thus be a (positive) follower and not one of the leaders. They assign the leading-role to the market parties (producers of mCHPs and energy suppliers).

Apart from giving financial support, another role mentioned by stakeholders for the national government is to facilitate the transition towards renewable energy in which mCHP has a role the coming years. According to some interviewees the government should produce progressive legislation in which new energy technologies are promoted (for example new minimum requirements for boilers) and make the possibilities for households to feed-in electricity in the grid more profitable and simple (for example with tax advantages). The government is also responsible for preparing the grid in time for decentralized generation (for example strengthen low voltage grids in time in order that the increase of mCHPs in households is not limited to the strength of the grid) and to simplify license procedures.

Related to the national government are the *Energy Transition Platforms*. The development of mCHP is related to the topics of three of these platforms: the Energy in the build environment platform, Sustainable Electricity Supply platform and the New Gas platform. Most stakeholders agree that these Energy platforms can play a role in the planning phase and start up of the market by including mCHP in the transition pathways that they develop and recommend to the national government.

Most interviewees expect a small to irrelevant role of the *European Government* (Parliament and Commission) in the development of mCHP in the Netherlands. Still they agree that any stimulation of the European government by financial or policy means would improve the chances of a large market for mCHP. Chances for this stimulation are ranked low because the European government also prefers to focus on concepts with combined technologies and general performances in energy savings and generation.

Only few stakeholders assign a role to the *local governments* on the provincial and municipal level. These are not expected to have the capacities to have a large effect on the mCHP-market. Still some stakeholders believe that local governments are in favor of mCHP due to the potential large local impact on energy saving and thus 'green image' of the community, when a high penetration of mCHPs is achieved in the area. Therefore they expect some stimulation and promotion campaigns on the local level when the mCHPs have been introduced on the market.

2.4.2.5 Consumers

Consumers play an important role in the market of mCHP. They are the ones that need to buy and use the mCHPs. Still different opinions exist about their *influence and role* in the future of the development of mCHP. Some of the interviewees state that the consumers are waiting for a new product with higher returns and low costs. mCHP fulfills these expectations and when a pay-back time of three-five years is reached, consumers will be buying them as replacements for the current boiler.

Other stakeholders, including the association of house owners, have the opinion that these expectations about the demand side of the market are to optimistic. They point out that little to no *research* is done *on the behaviour of consumers* and their willingness to change and adapt this behaviour towards new energy technologies including mCHP⁸. When using a mCHP consumers get a new role in the electricity supply chain. Apart from users and purchasers of energy, they will become generators and suppliers. This new role also implies a different interpretation of accepting a new technology. Apart from accepting the technology in their own house, they also

⁸ Within ECN some research has been done on the willingness of consumers to adapt their demand to the electricity supply of mCHP (Kets et al., 2002)

have to accept their new role in the electricity supply chain. More research on the behaviour and acceptance of consumers is therefore needed to make realistic market predictions⁹. These different expectations about the roles of consumers is also one of the outcomes of the earlier research done by Meijer et al. (2007). Here a large difference was seen between the technology-developers who hardly doubted the market development of mCHP and the other actors who were more restrained (p.531).

The stakeholders that are critical about the expectations of the market parties assume that consumers will not only focus on the returns and price of the mCHP but that their willingness to buy a mCHP is also influenced by other aspects. They for example expect resistance from groups of consumers towards the external controlling possibilities of mCHPs. In order to overcome this resistance consumers should have the possibility to choose whether their mCHP is controlled externally. Another aspect that influences consumer behaviour and position towards the mCHP is the role of the boiler in daily life. The boiler is not considered as a luxury product or design product of which consumers accept any falter. It is a basic product that needs to function without problems at any time. Negative experiences with proper functioning of a mCHP may thus have a large effect on the willingness of consumers to buy a mCHP. To prevent large resistance of consumers towards aspects of the mCHP, consumers, represented by consumer organizations, should be involved more intimately in the development of the technology. This is important because consumers and consumer organizations are often critical towards the information they receive from the industry and prefer the information from more 'neutral' stakeholders like the government, housing associations, association of house owners, NGO's, scientists, etc.

Apart from individual consumers and house owners, a majority of the stakeholders also assigns a large and important role to housing associations in the development of the mCHP market. Different reasons are mentioned for their role as early adopters:

- Energy costs are one of the largest costs of the housing associations.
- They prefer technologies that are easy to implement and do not need large rebuilding or construction.
- Housing associations own a lot of houses, have a lot of money and have the possibility to spread the investment over several years.

On the other hand other stakeholders believe that housing associations will not be the early market because of their conservative character, lack of sufficient technical knowledge and the fact that they are working with community money. They can not be considered as technology developers, independent companies or early adopters but follow developments in the housing sector when the technologies have been tested and proved efficient on a large scale. To reduce the costs of energy, the housing associations will therefore have a preference for technologies as insulation or collective technologies as heat pumps, heat networks or miniCHP instead of new technologies like mCHP.

2.4.2.6 Societal groups

The interviewees had different opinions about the *current and future positions of NGO's* in the development of mCHP. Some stakeholders indicate that NGOs are in favour of mCHPs, the more efficient use of natural gas and decentralised generation. This is shown in their involvement in the tests with mCHPs for example. Others state that NGOs have not taken in positions yet, have not been involved in the developments so far and let their position depend on the results of the first tests. Some predict that the majority of NGO's will show resistance in the future because of the distributed CO₂ emissions produced by mCHPs and their use of natural gas.

⁹ One of the fewer publications on the social acceptance of mCHP (in the UK context) is written by Sauter and Watson (2007).

They prefer that the investments are made in renewable energy instead of the saving of fossil fuels and increasing the lock-in on (natural) gas.

Apart from the current and future position of NGOs also different opinions exist about *the roles of NGOs* and their influence on society. Often the stakeholders that describe the position of the NGOs as positive or neutral, also predict little to no investments via campaigns of NGOs in mCHP or influence of NGOs on the development of mCHP in general. On the other hand, the stakeholders that consider it possible that NGOs will resist the development of mCHP, assign a larger influence and role to NGOs in the development of mCHP as they have the possibility to influence larger groups within society including the potential buyers of the mCHPs. They call them active followers or opponents or even leading in the formulation of the image of mCHP.

Another societal group that is mentioned by stakeholders that might influence the development of mCHP are the *media*. Their influence might be large when much attention is given to the technology on television and written media. Until now limited attention is given to the mCHP by independent media. The few articles or items that have been reported have been initiated by the market parties and bring forward a positive story about the mCHP¹⁰. Consumers or other end users are often not reacting on these media items of the market parties¹¹. Most stakeholders found it difficult to predict whether the media will be reporting positively or negatively about the technology. In order to increase the changes on positive reporting and thus a positive influence of the media on the technology, the media should be involved in the development and clear, honest and transparent information about the possibilities, insecurities, results and other aspects of the technology must be provided to them.

2.4.2.7 Scientists and researchers

During the interviews two different roles for scientists have been indicated. Firstly some stakeholders mentioned the significant role of scientists in the *technology development* of mCHP with Stirling motor and with fuel cells. Mainly for the latter the role of technology developers and innovators is still large due to the current immaturity of this technology. This technology development is often seen as a collaboration between research institutes, energy suppliers and industries.

The second role dedicated to scientists by the interviewees is focusing on the *'gamma' or social aspects of the technology and demand side of mCHP*. The market for mCHP can only be successful when house owners buy mCHPs. House owners and consumers thus break or create the market. Because the mCHP has a direct influence on the daily life and environment of consumers: it is used daily, physically placed in their own house and possibly controlled externally, consumers need to adapt to all the features of the technology and accept it in order that they buy a mCHP. This is an active process that is influenced by the information consumers receive from different stakeholders: the boiler producers, their installation company, energy companies and the government, but also from their neighbours, the media, NGO's and other societal groups, associations, scientists, grid operators, etc. Apart from these social influences consumers behaviour is also influenced by context, habits, personal capabilities, motivations, attitudes and values.

In order to prevent a failure of the market due to resistance of consumers more information is needed about the behaviour of consumers and their willingness to change this behaviour towards the mCHP. The interviewees mentioning this assign a large role to social scientists who need to monitor and analyse the behaviour of consumers in the tests with mCHPs but also the

¹⁰ For example the television documentary on the mCHP broadcasted in Nova on July 3rd 2007 and the articles of Hans Overdiep published in Arena (Overdiep, 2005) and the interview with him in People, Planet, Profit (Zoet-hout, 2006).

¹¹ One of the fewer critical reactions from consumers on the media items initiated by Gasunie is the website www.poldertv.nl on which private people cite publications on mCHP.

behaviour of consumers towards other comparable technologies. This information should be translated into adaptations of the design and features of the mCHP in order to create a technology that is accepted easily by the majority of consumers. This aspect is currently not taken enough into account by the stakeholders involved in the development of mCHP.

3. Conclusions and Recommendations

3.1 Conclusions

To answer the research questions defined in the introduction of this report, we have analysed the expectations of different stakeholders about the future of mCHP. In this analysis the focus was put on the expectations of stakeholders in relation to the development of the market of mCHP, the Virtual Power Plant scenario, the socio-economic, policy and legal, technical and societal aspects influencing the development of mCHP and the current and future positions, responsibilities and roles of the different stakeholders in this development. Analysing the stakeholder interviews and literature about the expectations of different stakeholders about the future of mCHP, the following conclusions are derived:

- All stakeholders indicate barriers that have to be overcome to create a large mCHP market in the Netherlands. These barriers can be divided into financial, technical, legislative, infrastructural, and societal factors influencing the success of the development of mCHP.
- All stakeholders also indicate possibilities to overcome these barriers. Still large differences exist in the nature of these possibilities and chances of success stakeholders assign to them.
- All stakeholders agree that more investments are needed to create a large mCHP market. Different opinions exist on who needs to invest: government, market parties, house owners, building associations, etc. In practice, it is unlikely that one single party will invest enough to create the first market of mCHP. Part of the investments may be done by the government, but also private companies and other stakeholders must invest in the technology development.
- All stakeholders agree that the mCHP with Stirling motor will be technically finalised earlier than the mCHP with fuel cells. But diverse interpretations about the technology status of both technologies exist.
- Most stakeholders consider mCHP as a transition technology that will exist within the transition towards a renewable energy system until 2020-2030. After that they do not expect that the mCHPs will stay on the market. Neither do they believe that renewable mCHPs using green gas as a resource will enter the market on a large scale.
- Many stakeholders pay little or no attention to the willingness of consumers to use the mCHPs. They predict that the behaviour of consumers will change and that they will accept the mCHP by financial incentives. These stakeholders do not take into account other factors that may influence consumers behaviour as their new role in the electricity chain and other aspects of the context, habits, personal capabilities, social influences, motivations, attitudes and values.
- Related to the above the market parties do not expect a large influence of NGOs and societal organisations like consumer organisations on the development of mCHP. Stakeholders that focus on the financial aspects as driver for consumer behaviour often assign little to no role in or influence on the development of mCHP by societal organisations and media.

Additional important observations of the authors not mentioned by the stakeholders are:

- Some stakeholders refer to the behavioural change of consumers needed to adapt to the mCHP in households. They point out that this is based on the information supply of the different stakeholders to the consumers. They do not take into account however that the behaviour of consumers is also influenced by the national and local cultural context, habits, personal capabilities, motivations, attitudes, values et cetera
- A lot of stakeholders are not informed about the current status of the technology. They are not involved in the development. Early involvement offers the possibility to adapt the technology to all stakeholders' expectations and decreases the chances of unforeseen misunderstandings and different expectations which may lead to resistance and conflicts in the future.

At the moment, mainly energy suppliers, mCHP producers and in a less extend the grid operators are involved.

In addition to the conclusions focussing on mCHP particularly research and practice show that the differences in the expectations about a technology or project development may cause conflicts between stakeholders in the future. These conflicts lead to resistance of stakeholders towards the development and may result in failure of (parts of) the development¹². In order to increase the chances of succesful technology and project development, efforts must be made to identify the opposing expectations in an early phase. Once these potential conflicts are known efforts can be made to line up the stakeholders expectations in order to overcome conflicts and resistance in the future. To identify the potential conflicts and line up stakeholders expectations, stakeholders must be involved proactively in the development. This can be done with systematic tools that engage stakeholders like for example ESTEEM¹³.

Within the ESTEEM approach, expectations all stakeholders are treated in the same way. This means that no distinction is made between the position and power of the stakeholder to influence the development. This is done because power relations and the power to influence the development of mCHP might change in the future. Stakeholders that have little to no influence on the development now, may organise themselves and have large power in the future. The same goes for the current powerfull stakeholders. They might loose their power in the development of mCHP due for example to changing policies or a shortage of financial matters.

3.2 Recommendations

This research shows that many barriers still exist to create a large market for mCHP in the Netherlands. To overcome these barriers many actions have to be taken. These actions can be divided into financial measures, communication, involvement of stakeholders, doing more research and technical features. We have translated these actions into recommendations for the stakeholders involved in the development of mCHP.

To increase the chances for a successful market of mCHP in the Netherlands, the following recommendations can be taken into account:

Recommendation 1: Solve financial matters

- 1.1 Focus primarily on finding more investors to have the necessary financial resources to create a market entry and the facilities to produce mCHP for the early markets.

Recommendation 2: Communicate clearly with key stakeholders

- 2.1 Market parties must communicate clearly, honestly and transparently about the technology status, features, performances, uncertainties and expectations of mCHP towards all stakeholders that are currently or in the future involved in the mCHP development.
- 2.2 Create possibilities for all stakeholders to communicate to the other stakeholders about their current and future position, role and responsibilities in the development of mCHP. On the base of a stakeholder analysis, the proper communication strategies for this can be defined.
- 2.3 Communicate more about the (uncertainties of the) costs of mCHP in relation to changing gas and electricity prices as well as related to costs of competing technologies.

¹² See for example the analysis of 27 cases studies on expectations of stakeholders in relation to the success and failure of new energy projects in Europe done by Heiskanen et al. (2008).

¹³ The ESTEEM tool has been developed for project managers of new energy projects in Europe and focuses on creating more societal acceptance for these projects by engaging stakeholders in a proactive manner in an early phase. See www.esteem-tool.eu and Jolivet et al. (2008).

Recommendation 3: Involve key stakeholders actively

- 3.1 Involve key stakeholders actively in the development of mCHP by organizing interaction between all categories of stakeholders. This involvement must be possible during the technology development phase when adaptations to the technology can still be made.
- 3.2 Pay more attention to the characteristics of the demand side of the market of mCHP in the technology development phase. Involve societal groups, consumer organizations, house owners, housing associations and other future users of the mCHP.
- 3.3 Take into account specifically the role of installers and let them be involved in the development of the technology and policies around mCHP.
- 3.4 Do not underestimate the influence of NGOs, media, consumer organisations, and other societal organisations and involve them as well. They might have a large influence on the image of mCHP within society and thus on the future market.

Recommendation 4: Increase research activities

- 4.1 Involve gamma scientists in the development and early deployment of mCHP. Have them investigate the wishes, behaviour and willingness to change behaviour of consumers towards the technology and the effects of mCHP in their houses and lives. Special attention herewith should be put on the effects of financial incentives, the possible resistance of consumers towards the specific aspects of mCHP like the external control and to their new role in the electricity chain as generators and suppliers of electricity. Until now little research on this has been done.
- 4.2 Improve the technology development of mCHP based on Stirling as those based on fuel cells (and other variations) by close cooperation between technology developers from research organisations, energy suppliers and industries.
- 4.3 Conduct more research on possible alternatives for the external control of mCHP as many stakeholders have doubts about the acceptance of this aspect by the users of mCHPs.
- 4.4 Investigate in cooperation with grid operators the effects of mCHP on the grids in normal and extreme situations.
- 4.5 Investigate possibilities for renewable mCHP in relation to the expectations with respect to price and availability of green gas.

Recommendation 5: Improve technical features

- 5.1 The external controlling mechanism of the mCHP, whether or not based on ICT, must not be a fixed aspect but an active choice of the owner. Financial incentives may be given to make external control attractive for owners of mCHPs but it must be made technically possible to have mCHP with and without external control.
- 5.2 Investigate in cooperation with the national government the existing legislation that applies to (is relevant for) external control. Create a legal framework including detailed descriptions of responsibilities of the external controller and other stakeholders involved before implantation of external control.
- 5.3 Integrate easy installation and repairing of relevant components as well as the complete boiler in the design of the mCHP.
- 5.4 Strengthen grids when needed before implementation of mCHP in cooperation with grid operators.

References

- Weijer, H. (2008). Fine-tuning HRe-ketel cruciaal voor marktintroductie. In *Stromen* 9 mei 2008 (10):8, p.1-2.
- Daniels, B.W. et al. (2006): *Optiedocument energie en emissies*. ECN report number ECN-C--05-105. Energy research Centre of the Netherlands, Petten.
- Dril, van A.W.N. et al. (2005): *Referentieramingen energie en emissies 2005-2020*. ECN report number ECN-C--05-018. Energy research Centre of the Netherlands, Petten.
- European Commission (2008): HyWays. *The European Hydrogen Energy Roadmap*.
- European Commission (2006): European Smart Grids Technology Platform. *Vision and strategy for Europe's Electricity Networks of the Future*.
- Heiskanen, E. et al. (2008): *Factors influencing the societal acceptance of new energy technologies. Meta-analysis of recent European projects*. Deliverable 3.1, 3.2 and 4 of the Create Acceptance project. ECN report number ECN-E--07-058.
- Hendriks, Th.P.M. (2006): *Marktontwikkeling Micro- en mini warmtekracht in Nederland tot 2020*. Smart Power Foundation, April 2006.
- Jolivet, E. et al. (2008): *ESTEEM manual*. Deliverable 5 of the Create Acceptance project. ECN report number ECN-E--08-031.
- Jong, A. de, M. van Gastel, F. Rooijers, E.J. Bakker, H. Jeeninga, J. Dam, R. Harmsen, H. van Wolferen (2008): *Technisch energie- en CO₂-besparingspotentieel van micro-wkk in Nederland (2010-2030) Update 2008*.
- Jong, A. de, E.J. Bakker, J. Dam, H. van Wolferen (2006): *Technisch energie- en CO₂-besparingspotentieel van micro-wkk in Nederland (2010-2030)*. Werkgroep decentraal.
- Kamerstuk (2007-2008): *Regels omtrent energie-efficiëntie (Wet implementatie EG-richtlijnen energie-efficiency)*. Kamerstuk 2007-2008, 31320, Tweede Kamer
- Kets, A., P.G.M. Boonekamp and J. Jelsma (2002): *Afstemmen van vraag en aanbod door middel van gedragsmatig verschuiven. Een onderzoek naar de mogelijkheden voor afstemming van het elektriciteitsvraagpatroon van een huishouden op het elektriciteitsaanbod van een microwarmtekrachtinstallatie*. ECN report number ECN-I--02-004. Energy research Centre of the Netherlands ECN, Petten.
- Lysen, E.H., S. van Egmond, H.M. Londo, A. Wakker, K.J. Damen, A.P.C. Faaij, B.G. Hermann, H.M. Junginger, M.K. Patel, R. Coenraads, E. Worrell & E. Luiten (2006): [Verdieping transitiepaden. Eindrapport 2: Verdieping](#). Utrecht, the Netherlands: Utrecht Centre of Energy Research (UCE).
- Meijer, I.S.M., M.P. Hekkert and J.F.M. Koppenjan (2007): *How perceived uncertainties influence transitions; the case of micro-CHP in the Netherlands*. In *Technological Forecasting & Social Change* 74 (519-537).
- Overdiep, J.J. (2005): *Thuiscentrale opvolger van de HR-combiketel? MicroWKK als onderdeel van de Virtuele Elektriciteitscentrale*. In: *Arena*, jaargang 11, maart 2005. Pp.: 25-27.
- Sauter, R. and J. Watson (2007): *Strategies for the deployment of micro-generation: implications for the social acceptance*. In *Energy Policy* 35 (2007) 2770-2779.
- Uyterlinde, M.A., J.R. Ybema and R.W. van den Brink (2007): *A sustainable energy system in 2050: promise or possibility? A vision by ECN and NRG*. ECN report number ECN-E--07-082. Energy research Centre of the Netherlands ECN, Petten.

Werven, M.J.N. and M.J.J. Scheepers (2005): *DISPOWER The Changing Role of Energy Suppliers and Distribution System Operators in the Deployment of Distributed Generation in Liberalised Electricity Markets*. ECN report number ECN-C--05-048. Energy research Centre of the Netherlands ECN, Petten.

Zoethout, T. (2006): *Je eigen energiecentrale. Burgers worden stroomproducenten*. In People Planet Profit. SNS Reaal Groep Special 2006, p. 26-29.

Websites

www.createacceptance.net Website of the project Create Acceptance

www.esteem-tool.eu Website of the ESTEEM tool.

www.flexible-electricity-networks.nl Website of the project Flexibel.

www.microwkk.nl Dutch website portal about microCHP

www.poldertv.nl Website of a private person with critical reactions on publications about mCHP

www.powermatcher.net Website explaining the system of the Power Matcher to manage a Virtual Power Plant.

Reported interviews (Annex B):

- **Hans Overdiep** - *Manager energy transition, GasTerra*
- **Meike Baretta** - *Co-ordinating campaigner Climate & Energy, Greenpeace* and **Niels de Heij** - *Campaigner Climate & Energy, Greenpeace*
- **Harry Droog** - *President, Energy Transition Platform Sustainable Electricity*
- **Evert Raaijen** - *Technical director, Exendis*
- **Martijn Bongaerts** - *Intelligent network administration, Continuon*
- **Johan Noordhoek** - *Policy advisor, Ministry of Economic Affairs*
- **Jos Verlinden** - *Policy advisor, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment*
- **Teun Bokhoven** - *Member, Platform Energy Transition in the build environment, President DE-Koepel, director Consolair, Manager Co-energy* and **Rik Grashoff** - *Member, Platform Energy Transition in the build environment, Program manager Sustainability, Woonbron*

Informal discussions

Kees den Blanken - *Managing director, Cogen Netherlands* and Margot van Gastel - *Energy consultant, Cogen Projects*

Wim van den Essenburg - *Manager New Business Development, Nuon Retail*

Written statement (Annex C)

Ferry Nieuwboer - *Association of house owners (Vereniging Eigen Huis), 3rd August 2007.*
(annex C)

Appendix A Questionnaire used in reported interviews (in Dutch)

Scenario 2030

- Hoe ziet u de ontwikkeling van mWKK in huishoudens
- Welk bestaand scenario sluit daar het beste bij aan?
 - 100% Virtual Power plant?
 - Of 100% Individuele elektriciteitsvoorziening?
 - Of anders?
- Welke partijen zijn onderling van elkaar afhankelijk in dit scenario?

Stakeholder analyse (adhv netwerkkaart): huidige situatie

- Welke rol speelt uw organisatie in de ontwikkeling van mWKK in Nederland?
- Welke rol spelen de verschillende partijen nu in de ontwikkeling van mWKK?
 - Wie zijn de leidende partijen?
 - En welke invloed hebben zij op de ontwikkeling?
 - Wie zijn de volgers?
 - En welke invloed hebben zij op de ontwikkeling?
 - Wie zijn de tegenstanders?
 - En welke invloed hebben zij op de ontwikkeling?
 - Wie is niet betrokken?

Stakeholder analyse (adhv netwerkkaart): toekomst tot 2030

- Welke rol speelt uw organisatie de komende jaren tot 2030 in de ontwikkeling van mWKK?
 - Welke inspanning moet uw organisatie leveren om deze rol te vervullen?
- Hoe ontwikkelen deze rollen van de verschillende partijen zich in de toekomst?
 - Wie zijn de leidende partijen?
 - En welke invloed hebben zij op de ontwikkeling van mWKK?
 - Welke inspanningen moeten zij leveren om deze rol te vervullen?
 - Wie zijn de volgers?
 - En welke invloed hebben zij op de ontwikkeling van mWKK?
 - Welke inspanningen moeten zij leveren om deze rol te vervullen?
 - Wie zijn de tegenstanders?
 - En welke invloed hebben zij op de ontwikkeling van mWKK?
 - Welke inspanningen moeten zij leveren om deze rol te vervullen?
 - Wie is niet betrokken?
 - En welke invloed hebben zij op de ontwikkeling van mWKK?
 - Welke inspanningen moeten zij leveren om deze rol te vervullen?

Technische aspecten

- Welke technologieën en technische ontwikkelingen voor decentrale opwekking spelen een rol in het eerder geschetste scenario voor 2030 op het gebied van distributie en opwekking?
 - Hoe ontwikkelen de verschillende technologieën zich?
- Welke partijen spelen daarbij een (belangrijke) rol?
- Welke veranderingen treden er op in de verhoudingen tussen de partijen?
- Welke technische knelpunten moeten hierbij overwonnen worden? (zowel bij de technologieën zelf als bij de infrastructuur)
 - Wat is de oorzaak van deze knelpunten?
 - Welke gevolgen / oplossingen zijn er voor deze knelpunten?

Economische aspecten

- Welke economische ontwikkelingen spelen een rol in het eerder geschetste scenario?
- Welke partijen spelen daarbij een (belangrijke) rol?
- Welke veranderingen treden er op in de verhoudingen tussen de partijen?
- Welke knelpunten bestaan er op economisch vlak om dit scenario te bereiken?
 - Wat is de oorzaak van deze knelpunten?
 - Wat zijn de mogelijke gevolgen en oplossingen?

Maatschappelijke aspecten

- Welke maatschappelijke ontwikkelingen spelen een rol in het eerder geschetste scenario?
- Welke partijen spelen daarbij een rol?
- Welke veranderingen treden er tussen deze partijen op t.o.v. de huidige situatie?
- Welke knelpunten zijn er op maatschappelijk vlak om dit scenario te bereiken?
 - Wat is de oorzaak van deze knelpunten?
 - Wat zijn de mogelijke gevolgen en oplossingen?

Beleidsmatige aspecten

- Welk beleid / wetgeving is nodig voor het geschetste toekomstscenario?
 - Hoe moet Europees / nationaal / lokaal beleid aangepast worden?
- Welke rol zal de overheid in het toekomstscenario gaan spelen?
- Wie is in de toekomst verantwoordelijk voor dit beleid?
- Welke knelpunten zijn er op beleidsterrein om dit scenario te bereiken?
 - Wat is de oorzaak van deze knelpunten?
 - Wat zijn de mogelijke gevolgen en oplossingen?

Overige maatschappelijke ontwikkelingen

- Welke rol spelen andere maatschappelijke ontwikkelingen in het toekomstbeeld, bijvoorbeeld:
 - Liberalisatie elektriciteitsmarkt en maatschappij in algemeen
 - Voorzieningszekerheid
 - Duurzame energie
 - Klimaatverandering
 - Autonomie (van individuen, wijken, dorpen, steden, provincies, landen)

Appendix B Interview reports (in Dutch)

B.1 Interview Hans Overdiep, GasTerra

3 juli 2007, 14:00 - 15:30 uur, Apeldoorn

MicroWKK is logische opvolger van de HR-ketel

Ontwikkeling MicroWKK in Nederland

GasTerra voert met een aantal partijen nu en in de komende jaren veldproeven uit met zo'n duizendtal microwarmtekracht centrales in huishoudens (HRe-ketels) in Apeldoorn en andere gemeenten. Tijdens deze veldproeven worden de HRe-ketels voldoende getest en van eventuele kinderziektes verholpen. Dit alles met het oog op een marktintroductie in 2009 van een HRe-ketel die minimaal voldoet aan de HRe-125 (een initiatief van Smart Power Foundation en is nog een concept) richtlijn en uitgroeit naar grootschalige toepassing. Overdiep verwacht dat de HRe-ketel vanaf zijn marktintroductie als vervanger van de huidige HR-ketel wordt gezien die een gemiddelde levensduur hebben van 15 jaar. Dit zou betekenen dat rond het jaar 2030 zo'n 4 miljoen huishoudens in Nederland een HRe-ketel hebben.

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

De *nationale politiek* is volgens Overdiep de leidende stakeholder. Zij zullen de ontwikkeling van de HRe-ketel in gang moeten zetten in de vorm van een eenmalige ontwikkelingssubsidie bij de marktintroductie en tegelijkertijd de vraag naar de HRe-ketels bij *consumenten* stimuleren (d.m.v. het stimuleren van energiebesparing). Dit alles past binnen de transitie-programma's van de overheid waarin een grote rol voor decentrale opwekking is opgenomen. De nationale politiek wordt volgens Overdiep geadviseerd in haar beleid door de *wetenschap* die door middel van bijvoorbeeld de introductie van labels, waarmee de HRe-ketel wordt gepositioneerd tegenover andere technologieën.

De vraag bij consumenten zal tevens gestimuleerd worden door berichtgeving vanuit de *maatschappelijke organisaties en media* over energiebesparing in het algemeen en de HRe-ketel (bijvoorbeeld uitzending Nova over de HRe-ketel op 3 juli 2007) in het bijzonder. Er zal tegelijkertijd een wisselwerking ontstaan tussen de consumenten en de overheid omdat zij op elkaar reageren en elkaar beïnvloeden.

De *energieleveranciers* volgen de nationale politiek in de ontwikkeling van de HRe-ketels. Ook de *producenten van de HRe-ketels* volgen de politiek. Zowel de energieleveranciers als de producenten van de HRe-ketels zetten echter niet enkel op de HRe-ketel in, maar bereiden zich ook op andere technologieën voor. De verantwoordelijken voor *netwerken en transport* (o.a. netbeheerders) volgen de ontwikkelingen van de politiek als van de energieleveranciers en moeten ervoor zorgen het netwerk voldoende is aangepast aan de (grootschalige) toepassing van de HRe-ketel.

De ontwikkeling van de HRe-ketel is volgens Overdiep een Nederlandse aangelegenheid. Nederland is als gasland de wereldleider geweest in de ontwikkeling van de HR-ketel en heeft een bijzondere positie met betrekking tot gas in de gebouwde omgeving. Dit zal door de ontwikkeling van de HRe-ketel zo blijven. Vandaar dat volgens Overdiep de nadruk ook ligt bij de Nederlandse overheid als leider in die ontwikkeling en de rol van de *Europese overheid* vooralsnog gering is.

De warmtepomp is volgens Overdiep geen relevante *concurrentie* van de HRe-ketel omdat deze moeilijk in bestaande bouw te integreren is en met name geschikt is voor nieuwbouw. De HRe-ketel kan zowel in nieuwbouw als bestaande bouw toegepast worden omdat geen extra verbouwingen nodig zijn, maar zal het grootste effect qua besparingspotentieel hebben in de bestaande bouw.

Scenario van de Virtual Power Plant

Volgens Overdiep zal de situatie in 2030 te vergelijken zijn met een Virtual Power Plant, zoals het *Smart Power System* waarbij de HRe-ketels bij huishoudens, evenals andere decentrale opwekkers, aan elkaar gekoppeld zijn en extern gestuurd worden door bijvoorbeeld een netbeheerder. Naast deze externe sturing, zullen de HRe-ketels volgens Overdiep ook intern in het huishouden gestuurd worden door bijvoorbeeld een koppeling met de wasmachine, koelkast, etc. waardoor binnen het huishouden vraag en aanbod ook beter op elkaar afgestemd worden.

Economische aspecten

De veldtesten die vanaf nu tot 2009 worden uitgevoerd kunnen volgens Overdiep gefinancierd worden door de Unieke Kansen Regeling (UKR) van de overheid. Om de HRe-ketel daarna grootschalig toe te kunnen passen, is naast investeringen van de producenten en ontwikkelaars van de HRe-ketel, *financiële steun van de overheid* noodzakelijk. Vandaar dat de Smart Power Foundation (SPF), een stichting van GasTerra en een aantal producenten van HRe-ketels ter bevordering van mini en microWKK in Nederland, de overheid een eenmalige subsidie van ruim €90 miljoen hebben gevraagd voor de periode 2008-2013. Dit om in 2009 de HRe-ketel grootschalig op de markt te kunnen zetten (voor ca. €1500 meer dan de HR-ketels) die zichzelf binnen vijf jaar terugverdienen. Indien deze financiële steun er niet komt, is volgens Overdiep de kans klein dat het geschetste toekomstscenario gehaald wordt. Op dit moment denkt de overheid echter aan zo'n €10 miljoen subsidie en Overdiep probeert daarom nu met het ministerie van EZ dit knelpunt voor de ontwikkeling van de HRe-ketel op te lossen.

Een tweede knelpunt dat Overdiep op economisch vlak noemt is de *terugleververgoeding voor elektriciteit die aan het net wordt geleverd*. Op dit moment bestaat er maatschappelijke discussie over de dubbele energiebelasting die wordt betaald door huishoudens die elektriciteit terugleveren aan het net die opgewekt is door energie (gas) waarover zij reeds belasting betaald hebben en dit op een ander moment weer aankopen (waar opnieuw energiebelasting voor betaald moet worden). Het opheffen van de dubbele energiebelasting betekent een inkomstenverlies voor de overheid, maar is wel van belang om tot een grootschalige introductie van de HRe-ketel te komen. Doordat het debat hierover nu serieus gevoerd wordt, verwacht Overdiep dat er snel een oplossing voor dit probleem is.

Een economisch kans gekoppeld aan de ontwikkeling van de HRe-ketel in Nederland is de *werkgelegenheid* die minimaal constant blijft en mogelijk toeneemt. Wanneer de HRe-ketel niet grootschalig toegepast zal worden, zullen de ketelproducenten die nu in Nederland gevestigd zijn verdwijnen en de HR-ketels (goedkoper) in het buitenland worden geproduceerd omdat deze technologie ondertussen ook daar bekend is. Omdat de HRe-ketel als high tech product niet in het buitenland geproduceerd wordt, is dit een kans voor de Nederlandse werkgelegenheid (zowel productie als onderhoud).

Een andere economische kans voor de ontwikkeling van de HRe-ketel is de *interesse van woningbouwcoöperaties* voor de ketel. Volgens Overdiep zijn zij erg bereid om de ketels op grote schaal bij de marktintroductie toe te passen. Overdiep ziet hen dan ook als een belangrijke partij in de 'early adapters'.

Technische aspecten

Zoals bij de HR-ketel zal ook de HRe-ketel volgens Overdiep steeds rendabeler worden. De eerste jaren wordt gebruik gemaakt van een *mechanische technologie* (m.n. de Stirling motor,

maar ook de Otto motor, de ORC-techniek en de microgasturbine zijn kansrijk) waarmee een minimaal rendement (ow) voor elektriciteitsproductie van 15% wordt gehaald die in de loop van de jaren door zal groeien naar zo'n 30%. Overdiep verwacht dat over tien jaar de HRe-ketels met *brandstofcellen* de markt zullen betreden waarmee een rendement (ow) van minimaal 30% tot maximaal 50% voor elektriciteitsproductie kan worden gehaald. Deze stijging in het rendement lost tevens het mogelijke toekomstige knelpunt op van een dalende warmtevraag door betere isolatie. Enkel de energie die nodig is om het tapwater van een gemiddeld huishouden op te wekken (3000 kWh), zou bij de brandstofcel-HRe-ketel voldoende zijn om tevens aan de elektriciteitsvraag (3000 kWh) te voldoen volgens Overdiep.

De *Stirling motor* in de HRe-ketels is het moeilijkste technische onderdeel van de ketels. Daarom wordt deze zo ingebouwd dat hij gemakkelijk in zijn geheel vervangen kan worden, zodat installateurs en reparateurs niet veel bijgeschoold hoeven te worden. De installatie van en reparaties aan de HRe-ketel zijn verder dermate vergelijkbaar met de huidige HR-ketel dat een enkele cursus voor deze groepen voldoende zou moeten zijn volgens Overdiep. De externe sturing die nodig is bij grootschalige toepassing van de HRe-ketel vindt volgens Overdiep plaats via een extra printplaat in de ketel of de energiemeter in de meterkast en zal daarbij ook geen extra technische problemen opleveren.

Volgens Overdiep zijn er naar verwachting geen grote aanpassingen aan het *netwerk* nodig om een grote toepassing van HRe-ketels te faciliteren. Het gasnetwerk ligt er al en kan de geringe meervraag van gas bij de HRe-ketel best aan. De huidige veldproeven laten ook geen grote problemen zien voor het elektriciteitsnetwerk. Juist door de mogelijke sturing van de ketels is de balans op dit laatste netwerk beter te behouden. Dit is volgens Overdiep ook de reden dat de energieleveranciers/netbeheerders de inpasbaarheid van de HRe-ketels eenvoudiger vinden dan niet-stuurbare wind- en zonne-energie.

Maatschappelijke aspecten

Overdiep verwacht geen maatschappelijke weerstand tegen de HRe-ketel wanneer deze geïntroduceerd wordt als de *logische opvolger van de HR-ketel*. De overgang van de ouderwetse ketels naar de HR-ketel was volgens hem groter dan die van de HR naar de HRe. De HRe-ketel ziet er aan de buitenkant immers hetzelfde uit (qua design en afmetingen) als de HR-ketel, heeft dezelfde aansluitingen op de gas- en waterleiding en zit eveneens gewoon met een stekker in het stopcontact verbonden met het net. Ook het onderhoud van de HRe-ketel is vergelijkbaar met dat van de HR-ketel en kan gedaan worden door dezelfde installateurs.

Het onderwerp van discussie rond de HRe-ketel is de *opwekking van elektriciteit* en de gevolgen hiervan op het laagspanningsnetwerk. Omdat de HRe-ketel een langzame op- en afbouw van de elektriciteitsopwekking kent, levert dit volgens Overdiep naar verwachting geen grote problemen voor het netwerk op. Het in of uitschakelen van een plasmascherm, oven of wasmachine heeft binnen een huishouden veel meer invloed op de balans van het netwerk volgens hem. In de ontwikkeling naar grootschalige toepassing is *externe sturing* (van buiten het huishouden - door bijvoorbeeld de netbeheerders) van de HRe-ketels volgens Overdiep noodzakelijk bij grootschalige niet-verspreide toepassing (bijvoorbeeld een hele wijk met HRe-ketels). Door middel van deze externe sturing kan de HRe-ketel aan- en afgezet worden om het evenwicht tussen vraag en aanbod van elektriciteit zoveel mogelijk te behouden en daardoor het laagspanningsnetwerk niet te overbelasten. Zolang de HRe-ketels verspreid worden geïnstalleerd is deze externe sturing nog niet nodig. De externe sturing is in handen van de netbeheerders. Samen met de netbeheerders doet GasTerra onderzoek naar de effecten van grootschalige implementatie van HRe-ketels. Dit onderzoek wordt uitgevoerd binnen Smart Power System.

Wanneer de HRe-ketel grootschalig wordt toegepast en externe sturing (aan- en uitzetten) noodzakelijk is, zal de consument dit zelf niet als hinderlijk ervaren en ook begrijpen volgens Overdiep. Aan de warmte- en elektriciteitsvraag van het huishouden kan gewoon worden voldaan. Vanwege deze externe sturing zullen wel verschillende vormen van *eigendom van de*

HRe-ketel ontstaan. Sommige consumenten zullen eigenaar willen zijn van de HRe-ketel die in hun huishouden hangt. Tegelijkertijd zullen andere consumenten de voorkeur geven voor een lease-constructie waarbij de ketels geleased worden bij de energieleveranciers.

Overdiep verwacht weinig weerstand tegen de ontwikkeling van de HRe-ketel uit de hoek van de *maatschappelijke organisaties*. Organisaties als Stichting Natuur en Milieu (deze organisatie is ook nauw betrokken geweest bij een eerste veldtest) hebben al aangegeven er voorstander van te zijn dat (zolang er gas gebruikt wordt) er meer energie uit gas wordt gehaald. Tevens kan de HRe-ketel ook in de verdere toekomst een duurzame energie bron worden wanneer er groen gas gebruikt wordt als energiebron.

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

Overdiep ziet de ontwikkeling van de HRe-ketel binnen een energiesysteem dat overgaat op duurzame energiebronnen. De HRe-ketel kan volgens hem prima bestaan naast duurzame energie technologieën als windenergie en zonne-energie. Omdat deze over het algemeen moeilijker te sturen en voorspellen zijn is de stuurbaarheid en voorspelbaarheid van de HRe-ketel een groot pluspunt. Tevens kan de HRe-ketel op groen gas werken en daarmee ook een duurzame energie-opwekker zijn.

Klimaatverandering en CO₂-emissies

Hoewel de HRe-ketel naast energiebesparing leidt tot *decentrale CO₂-uitstoot*, is deze hoeveelheid in combinatie met het gasverbruik van de ketel volgens Overdiep slechts de helft van de CO₂-uitstoot en gasverbruik van een centrale elektriciteitsopwekkers waarbij tevens transportverliezen optreden om de elektriciteit tot in de huishoudens te krijgen. Omdat de HRe-ketel al op korte termijn op de markt kan komen, is ook de afvang en opslag van CO₂ (CCS) bij de centrale opwekkers volgens Overdiep geen concurrent omdat het nog tientallen jaren zal duren eer alle centrales die de pieken in het elektriciteitsnetwerk afvlakken, van deze technologie voorzien zijn. Pas wanneer alle centrale elektriciteitsopwekkers in Nederland van CCS zijn voorzien, staat de HRe-ketel minder sterk volgens Overdiep als het om CO₂ gaat, qua besparing van fossiele brandstoffen scoort die HRe-ketel dan altijd nog fors hoger dan de centrale elektriciteitsproductie met CCS.

Liberalisering, voorzieningszekerheid en autonomie

De ontwikkeling van de HRe-ketel past volgens Overdiep binnen de brede maatschappelijke ontwikkelingen van liberalisering, groeiende voorzieningszekerheid op energie-vlak en autonomie.

B.2 Interview Meike Baretta en Niels de Heij, Greenpeace Nederland (Klimaat en energie)

9 juli 2007, 10:00 - 11:15 uur, Amsterdam

MicroWKK goede overgangstechnologie om fossiele brandstoffen efficiënter te gebruiken

Ontwikkeling MicroWKK in Nederland

Baretta ziet de ontwikkeling van mWKK in Nederland in de toekomst binnen de Trias Energetica: de ontwikkeling van energie moet in eerste instantie gericht zijn op energiebesparing, vervolgens op toepassing van duurzame energiebronnen en ten laatste op het zo efficiënt mogelijk inzetten van fossiele brandstoffen. Dit laatste moet bij voorkeur decentraal omdat hierdoor het warmteverlies zoveel mogelijk beperkt kan worden. WKK in het algemeen en mWKK in het bijzonder passen binnen de derde en laatste stap en staan daardoor ook onderaan de prioriteitenlijst van Baretta. Omdat Baretta energie als geïntegreerd systeem benadert, kan ze moeilijk gedetailleerde uitspraken (met getallen) over mWKK specifiek doen.

mWKK moet als logische opvolger van de HR-ketel gepresenteerd worden en op die manier vanaf nu de markt als vervanger van de HR-ketel op gaan. mWKK is volgens Baretta een overgangstechnologie die door betere isolatie van huizen en het groeiend gebruik van duurzame energiebronnen overbodig zal worden en vanaf 2020 in aantal zal afnemen. De ontwikkeling van de Trias Energetica, en dus ook van grootschalige toepassing van mWKK moet zo snel mogelijk gaan met als doel 80% CO₂-reductie in 2050. Mogelijke obstakels hiervoor moeten dan ook zo snel mogelijk worden opgeruimd.

Op dit moment in Nederland koploper in de ontwikkeling van de HRe-ketel (zoals Nederland dat in eerste instantie ook was voor windenergie, maar die positie door slecht overheidsbeleid kwijt is geraakt). Doordat Nederland dicht bebouwd is, is het volgens Baretta een prima land om de HRe-ketel te ontwikkelen en toe te passen als voorbeeld voor andere landen.

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

Volgens Baretta moet iedere groep stakeholders leidend zijn in hun onderdeel en een actieve rol spelen bij de ontwikkeling van mWKK. Bij elke groep zijn koplopers en achterblijvers. Die achterblijvers moeten gestimuleerd worden om harder te gaan lopen.

De *overheid* is een belangrijke stakeholder om obstakels op te ruimen die grootschalige toepassing van mWKK tegenhouden. Zo moet bij de bouw van nieuwe wijken de overheid decentrale opwekking van elektriciteit en warmte meenemen in het ontwerp. Dit betekent dat zowel het elektriciteitsnetwerk (en evt. warmtenet) als capaciteit voor elektriciteitsopslag door de overheid gefaciliteerd moeten worden. Hierbij moet de *nationale overheid* de algemene regelgeving aanpassen en maatregelen m.b.t. de netwerken opstellen en de *gemeentes* de decentrale opwekking in de ruimtelijke ordeningsplannen inpassen. De *Europese overheid* moet daarbij algemene eisen en richtlijnen (bv. CO₂-emissie doelstellingen, kwaliteitseisen ketels) opstellen die in lijn liggen met de Trias Energetica.

Bij de *energieleveranciers* zijn volgens Baretta op dit moment zowel voor- (bv Eneco) als tegenstanders van decentrale opwekking en mWKK omdat decentrale opwekking voor hen moeilijker te controleren valt dan centrale opwekking. Zij moeten door de *overheid* gestimuleerd worden om decentraler te worden en bij te dragen aan de Trias Energetica. Dit kan de overheid doen door een CO₂-norm te stellen per benutte eenheid brandstof.

De netbeheerders moeten de obstakels in de netwerken die de ontwikkeling van mWKK tegen kunnen werken, aanduiden en aanpakken.

Het is de rol van *consumenten* om vraag te creëren en de mWKK toe te passen. Baretta verwacht geen weerstand bij consumenten tegen mWKK. Maar de overheid moet de vraag en daarmee de ontwikkeling van mWKK via consumenten beter stimuleren om de toepassing van mWKK te versnellen, door bijvoorbeeld een CO₂-budget per huishouden vast te stellen. Woningbouwverenigingen zijn van belang bij een snelle en grootschalige introductie van de mWKK.

Greenpeace en de andere *ngo's* hebben volgens Baretta de taak om de verschillende oplossingen bekend te maken bij de consumenten om hen te stimuleren de trias energetica af te dwingen en tegelijkertijd de facilitators (overheid en industrie) te stimuleren keuzes te maken en acties te ondernemen. Greenpeace doet dit bijvoorbeeld door de energie revolutie, zoals omschreven in haar energieplan, te prediken en door aan de hand van krachtenveld analyses door in haar campagnes op de machtigste spelers en krachtigste obstakels te focussen.

Verenigingen als *Cogen* zijn volgens Baretta erg goed en belangrijk voor de ontwikkeling van mWKK. Evenals de industrie moeten zij de HRe-ketel promoten.

Scenario van de Virtual Power Plant

De woonwijken in Nederland zouden volgens Baretta in 2030 zoveel mogelijk decentraal van energie moeten worden voorzien. Door de goede isolatie is verwarming of koeling dan niet meer nodig en wordt de nodige energie steeds meer duurzaam opgewekt. Het gebruik van mWKK neemt daarom vanaf 2020 weer af. Door tevens de plaatsing van decentrale biomassa centrales voor de opwekking van biogas, kunnen de mWKK-installaties die blijven bestaan duurzaam op biogas werken. Deze mWKKs zullen in combinatie met wind- en zonne-energie de energiehuishouding en elektriciteitsnetwerken van wijken in balans houden.

De mWKKs moeten volledig gestuurd worden door de warmtevraag en niet door de elektriciteitsvraag. Dit zou immers leiden tot warmteverlies. Baretta acht externe sturing van de ketels door netbeheerders dan ook niet wenselijk en is in plaats daarvan voorstander van energieopslag bij huishoudens of op wijk-niveau.

Economische aspecten

De *teruglevering* van elektriciteit aan het netwerk is nu nog een knelpunt en moet door de overheid rendabel worden gemaakt om consumenten te stimuleren decentraal energie op te wekken.

De *initiële financiering* van de HRe-ketel door consumenten is een mogelijk knelpunt (ondanks de korte terugverdientijd). Een mogelijke oplossing daarvoor is volgens Baretta een *overbruggingsfinanciering* op te stellen zodat consumenten bijvoorbeeld in hun hypotheek de HRe-ketel in meerdere jaren kunnen afbetalen met het budget dat zij overhouden op hun gedaalde energieverbruik. Dergelijke financiële hulpmiddelen zouden ook door de overheid gefaciliteerd moeten worden.

De *liberalisering* van de energiemarkt werkt de ontwikkeling van mWKK mogelijk tegen. De overheid beperkt immers haar mogelijkheden om in te grijpen in het handelen van de energieleveranciers. De liberalisering werkt volgens Baretta enkel als de vervuiler betaalt. De overheid moet de liberalisering dus doorzetten en de CO₂-emissiecertificaten niet gratis uitgeven en andere milieuschade in rekening brengen. Zolang dit niet gebeurt, werkt de markt niet optimaal en is andere sturing wellicht wenselijk die met een volledige liberalisering niet mogelijk is.

Technische aspecten

Baretta ziet geen technische knelpunten voor een grootschalige introductie van de mWKK. De ketel is ontwikkeld en moet zo snel mogelijk grootschalig op de markt komen. Omdat de huishoudens slechts 30% van het totale energieverbruik voor hun rekening nemen, zijn er ook bij een grootschalige toepassing van de HRe-ketels geen grote problemen met het netwerk te verwachten. Evenals windenergie zijn de HRe-ketels immers goed te voorspellen en kan daardoor

het netwerk zich er ook op voorbereiden. Externe sturing (aan en uitzetten van de HRe-ketels door de netbeheerders) zou overbodig moeten zijn.

Maatschappelijke aspecten

Baretta kan geen maatschappelijke aspecten benoemen die mogelijke knelpunten zouden kunnen zijn bij de ontwikkeling van de mWKK.

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

Volgend uit de Trias Energetica is Baretta een groter voorstander van duurzame energiebronnen als decentrale opwekkers dan van mWKK. Indien huishoudens zelf energie opwekken door middel van bv zonnepanelen, windmolens en zonneboilers, worden zij bewuster van hun energieopbrengsten en uitgaven. Dit zal tot een verdere energiebesparing leiden. mWKK is daarom volgens Baretta slechts een overgangstechnologie en moet uiteindelijk door duurzame energie vervangen worden.

Klimaatverandering en CO₂-emissies

Evenals de bestaande HR-ketels hebben mWKK-centrales CO₂-emissies. Dit is volgens Baretta geen probleem mits de mWKKs gezien worden als transitietechnologie.

Liberalisering, voorzieningszekerheid en autonomie

Liberalisering: Zie economisch aspecten.

B.3 Interview Harry Droog, Energie Transitie platform duurzame elektriciteit

9 juli 2007, 14:00 - 16:00 uur, Amsterdam

Grootschalige toepassing van decentrale opwekking: het pad is uitgestippeld maar vraagt nog inspanningen van iedereen.

Ontwikkeling stuurbare decentrale opwekking in Nederland

Droog ziet decentrale elektriciteit- en warmte opwekking, zowel op wijkniveau als in huishoudens als belangrijk onderdeel van de energietransitie. Hij verwacht dat het scenario van 2 miljoen HRe-ketels en 2 miljoen warmtepompen bij huishoudens in Nederland, gehaald wordt. In 2020 zal ongeveer 20% van de warmte wordt opgewekt met collectieve warmtesystemen (restwarmte, grotere warmtepompen en WKK-eenheden), 20% door individuele warmtepompen, 20% door HRe-ketels en 40% door HR- en VR-ketels. Richting 2030 zal de ontwikkeling verder doorgroeien in het voordeel van de warmtepompen, HRe-ketels en collectieve systemen.

Droog geeft aan dat de warmtepomp een belangrijk element is in de route naar een duurzame warmtevoorziening in huishoudens omdat deze in verhouding tot de HRe-ketel snel duurzaam te maken is door groene stroom te gebruiken. De HRe-ketel zal slechts in beperkte mate op biogas werken dat decentraal wordt opgewekt (zo'n 4% van de HRe-ketels in 2020). Twee andere voordelen van de warmtepomp t.o.v. de HRe-ketel zijn de mogelijkheid tot koeling met de warmtepomp en het nachtelijk energieverbruik ervan om overdag warmte af te geven bij toepassing van warmtebuffering. Hiermee neemt het dag-nacht verschil in netwerkbelasting af. Daarnaast is het rendement van de huidige warmtepompen vergelijkbaar met het verwachte rendement van de HRe-ketel op brandstofcellen (35%). Deze zal echter pas rond 2030 op de markt komen. Een markt van 4 miljoen HRe-ketels in 2030 vindt Droog daarom wat aan de hoge kant.

In 2020 zal de nieuwbouw klimaatneutraal zijn en dus de warmtevraag dalen. Het voordeel van de HRe-ketel ten opzichte van de warmtepomp is de toepasbaarheid in bestaande bouw. De warmtepomp zal daarom meer in nieuwbouw en bij renovaties worden toegepast en de HRe-ketel in bestaande bouw ter vervanging van de HR-ketel. Echter met de ontwikkeling van de warmtepomp op lucht (i.p.v. water) wordt ook de warmtepomp gemakkelijk toepasbaar in bestaande bouw en zal daarmee de markt van de HRe-ketel beïnvloeden.

De ontwikkeling van de HRe-ketel is volgens Droog een typisch Nederlandse aangelegenheid doordat het past binnen het bestaande gasnetwerk en warmtevraag. De warmtepomp wordt ook in andere landen binnen Europa uitgebreid gebruikt en ontwikkeld (Frankrijk, Duitsland, Noorwegen, Zweden, etc).

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

Na de nodige voorbereidingen, gaan alle groepen stakeholders nu een overeenkomstige kant op voor de ontwikkeling van decentrale opwekking bij huishoudens in Nederland. Droog verwacht dan ook weinig tot geen weerstand vanuit een bepaalde hoek. Hij ziet bij de ontwikkeling zowel een markt pull als een technologie push.

De *netbeheerders* zijn volgens Droog voorstander van decentrale opwekking omdat de capaciteit van het netwerk hierdoor beter benut wordt. Minder investeringen in het netwerk zijn dan nodig, waarmee de netbeheerders geld uitsparen. Zij hebben echter geen directe voorkeur voor HRe of warmtepompen. Wel kan de elektriciteitsvraag van warmtepompen eerder resulteren in de noodzaak van capaciteitsuitbreiding. In het geschetste scenario van decentrale (warm-

te)opwekking, moeten de netbeheerders volgens Droog met name faciliteren. Daarnaast moeten zij meten en sturingsmogelijkheden hebben. Zij kunnen dan de limieten van het netwerk meten en vaststellen. En wanneer deze limieten bereikt worden, dienen zij de mogelijkheid hebben om te sturen en de warmtepompen en HRe-ketels aan en af te schakelen waardoor het verbruik en productie van elektriciteit binnen de limieten gehandhaafd kan worden. Om daarbij een ongestoorde warmtelevering te verzorgen zullen wel warmtebuffers aanwezig moeten zijn. Deze sturing door de netbeheerders zal echter niet regelmatig nodig zijn.

De *nationale overheid* zal de ambities t.a.v. verduurzaming en energiebesparing aangeven, daarbij een richting kiezen hoe dit gehaald moet worden en middelen beschikbaar stellen bv in de miljoenennota. Daarnaast moet de nationale overheid beslissen hoe ze specifieke technologieën zoals de HRe-ketel wil stimuleren door te kiezen tussen het tijdelijk opvangen van de onrendabele top of een eenmalige investeringssubsidie (de overheid geeft bij warmte graag de voorkeur voor het laatste). De nationale overheid kan met deze stimulering het volume van HRe-ketels bepalen. Het is wel van belang dat de overheid een consistent beleid voert op de langere termijn en bijvoorbeeld de plannen om de komende 12 jaar jaarlijks van 300.000 huizen de energievraag drastisch te reduceren via een ambitieus programma niet alleen start, maar ook vervolgt. Tevens is het van belang dat de regelgeving met betrekking tot grootschalige decentrale opwekking op tijd opgesteld wordt, zodat het geplande transitiepad geen vertraging oploopt. Zo moet bijvoorbeeld nog een kwaliteitsinspectie van isolatie worden opgesteld om de kwaliteit van de schil van een huis te bepalen. Ook moet de nationale overheid de vergunningen om ondergronds te werken simplificeren (vooral van belang bij warmtepompen)

Provincies en gemeenten kunnen beslissen meer of minder dan modaal (het nationale beleid) te willen presteren en dit door lokaal beleid te bereiken. *Gemeenten* moeten zich bij de planning van wijken en implementatie van warmtepompen en HRe-ketels houden aan de limieten die de netbeheerders aangeven. De *Europese overheid* moet vergelijkbare ambities met de verduurzaming van de energiehuishouding hebben en deze verankeren in Europees beleid om het bereiken van de Nederlandse doelstellingen mogelijk te maken. Nederland past dan met haar ambities in de Europese context.

De *platforms van de energietransitie* adviseren de overheid in haar beleid. Bij gebrek aan een concreet transitiepad, stellen de platforms een gedetailleerd transitiepad op (in het geval van de warmtepomp) waarin een lange termijn visie gepresenteerd wordt en wordt aangegeven hoe deze stapsgewijs gerealiseerd kan worden. Hierin wordt ook gefocust op hoe alle partijen in het veld te betrekken. In het transitiepad moet ook aangegeven worden welke regelgeving er vanuit de overheid nodig is en wanneer deze regelgeving vereist is (bijvoorbeeld wanneer de slimme meter verplicht moet worden en aan welke bouwvoorschriften nieuwbouw moet voldoen)

De *leveranciers van de HRe-ketels* moeten zowel technische als commerciële oplossingen bedenken om de ketels grootschalig op de markt te kunnen neerzetten. Verenigingen als *Cogen* zetten volledig op WKK in en kunnen hen hiermee helpen. *Industriële partners* kijken naar de Nederlandse markt als geheel en naar de koppeling hiermee met hun eigen bedrijf. Zij beslissen op basis van de markt of zij zelf initiatieven nemen en proberen niet afhankelijk te zijn van stimulering van de overheid. Een bedrijf als Exendis bijvoorbeeld houdt zich bijvoorbeeld bezig met accu-managementsystemen en hebben hierdoor geen directe voorkeur voor HRe of warmtepompen of andere technologieën. Organisaties als de *Smart Power Foundation* stimuleren de externe sturing en denken mee over de implementatieaspecten zoals informatiestroom via internet of kabel.

De *energieleveranciers* zullen volgens Droog aan de producenten van de HRe-ketels trekken om deze op de markt te zetten (GasTerra doet dit al). Zij beseffen dat bij een afnemend energieverbruik er iets nieuws moet gebeuren en zij hun business moeten aanpassen om toch ten minste hetzelfde volume te verkopen. De energieleveranciers zijn voorstander van een externe dagelijkse sturing van de warmtepompen en HRe-ketels (warmtebuffering is wederom als uit-

gangspunt verondersteld) en zullen hiervoor concurrerende voorstellen aan de consumenten aanbieden om de consumenten akkoord te laten gaan met deze sturing. Om de snelheid in deze ontwikkeling te houden zullen de energieleveranciers ook de consumenten in deze ontwikkeling betrekken (bijvoorbeeld bij het samenstellen van de nieuwe aanbodspakketten).

De *consumenten* zijn eigenaar van de HRe-ketel en warmtepomp in huishoudens en externe sturing vindt altijd in overleg met de consument plaats. Deze laatste kan dus beslissen geen externe sturing toe te laten bij zijn HRe-ketel of warmtepomp. Droog verwacht dat een gedeelte van de consumenten inderdaad de externe sturing zal afwijzen. Woningbouwcorporaties zijn ook een belangrijke speler omdat energie voor hun huurders inmiddels een grote onkostenpost is en de corporaties zich dus gaan verdiepen in de meest geëigende oplossingen.

Maatschappelijke organisaties zijn blij met de ontwikkeling van decentrale opwekking (bijvoorbeeld 'Green for Sure'). Zij zullen de komende periode wel hun voorkeur aangeven voor bepaalde keuzes die gemaakt moeten worden. De *media* kunnen gebruikt worden om de ontwikkeling van decentrale opwekking verder te versnellen.

De wetenschap moet de ontwikkeling van decentrale opwekking ondersteunen door de nodige onderzoeken uit te voeren. Met name op het vlak van de ondergrondse warmte en koude opslag, is nog wetenschappelijk onderzoek vereist. Tevens is een belangrijke rol weggelegd voor de gammaonderzoekers die het gedrag van consumenten in kaart moeten brengen en draagvlak creëren voor de grootschalige toepassing van de decentrale opwekkers in huishoudens.

Scenario van de Virtual Power Plant

Zowel de warmtepompen als de HRe-ketels kunnen volgens Droog aan elkaar gekoppeld worden in een vorm van een Virtual Power Plant (bij warmtepompen resulteert dit in vraagbeperking) waarbij zowel de energieleveranciers als de netwerkbeheerders extern de warmteleveranciers kunnen sturen (aan- en afzetten). Voor registratie zal gebruik gemaakt worden van de 'slimme meters'. De netwerkbeheerders zullen ook gebruik maken van metingen betreffende de spanningshuishouding in de deelnetten.

Economische aspecten

Een mogelijk knelpunt voor de grootschalige introductie van decentrale opwekkers in huishoudens zijn de *investeringskosten* van consumenten. Om deze mogelijke weerstand op te vangen zou bijvoorbeeld de huursubsidie gekoppeld kunnen worden aan de energiezuinigheid van een huis. Ook kan ingespeeld worden op de natuurlijke momenten (bv. verhuizing en vervanging HR). Bij verhuizing kan bijvoorbeeld de investering in energiebesparing resulteren in vermindering van de overdrachtsbelasting. Vervanging van de CV-ketel biedt natuurlijk ook een goede mogelijkheid een alternatief te installeren.

Omdat alle investeringen in duurzame energie en decentrale opwekking *financiële risico's* met ze meedragen waardoor bijvoorbeeld collectieve constructies niet in gang worden gezet, is het aan de overheid deze investeringen te stimuleren. Voor duurzame collectieve systemen zou de overheid garanties kunnen geven op gasprijsontwikkeling, te langzame groei van aansluitingen en te laag volume door te weinig koude dagen.

Technische aspecten

Droog is voorstander van een combinatie van warmtepompen en HRe-ketels in woonwijken. Hierdoor wordt de netwerkbelasting verdeeld over dag en nacht en zal *netwerkversterking* mogelijk niet nodig zijn. Bij bestaande bouw dient in ieder geval bij de implementatie van warmtepompen en HRe-ketels rekening worden gehouden met de basisinfrastructuur die beschikbaar is. Dit is het startpunt en hiervandaan moet de netbeheerder meten en bepalen wat mogelijk is en de limieten vaststellen. Droog verwacht echter dat in veel gevallen deze basisinfrastructuur voldoende is en dat een grootschalige introductie van de twee stuurbare decentrale 'opwekkers' geen problemen met zich mee zal brengen voor de netwerkbalans. Mocht versterking van het

net wel nodig zijn, dan kan dat bij renovatie en nieuwbouw van wijken gemakkelijk gerealiseerd worden.

Om de balans in het netwerk de behouden, is Droog voorstander van het ‘meterkast’-concept zoals dat bijvoorbeeld door NEDAP ontwikkeld wordt. Daarbij wordt een slimme meter gecombineerd met verschillende modules voor energieverbruikers en opwekkers die vanaf afstand door de energieleverancier afzonderlijk van elkaar al dan niet gestuurd kunnen worden. Deze modules kunnen o.a. betreffen: Zon PV-cellen, E-verbruikers die afgeschakeld mogen worden, de HRe-ketel, de warmtepomp. Deze meterkasten en de *kwaliteitsmeter* van het netwerk (in huishoudens of op andere strategische plek) stuurt dan de informatie door aan de netbeheerders. Dan kunnen de netbeheerders de belasting van het net meten en hiermee controleren of de limieten van het net overschreden gaan worden waardoor eventueel externe sturing door hen nodig is. Om externe sturing mogelijk te maken is wel een *warmtebuffer* nodig. Als die er niet is, mag sturing volgens Droog niet plaatsvinden omdat er dan geen energie wordt bespaard. De warmtebuffer is dus een voorwaarde voor sturing.

Voordat de HRe-ketel grootschalig door consumenten aangeschaft zal worden moeten een aantal technische knelpunten overwonnen zijn: de *geluidproductie* van de huidige ketel moet lager worden evenals de *prijs* (naar ca. €500 duurder dan HR-ketel) en het *rendement* van de ketel moet verbeterd worden. Een rendement van elektriciteit van 10-15% is volgens Droog niet voldoende om de HRe-ketel grootschalig toe te passen. Het hele verbeteringstraject van de HRe-ketel waarin de Stirling motor wordt vervangen door een verbrandingsmotor (verwacht voor 2020) en door brandstofcellen (rond 2030) is volgens Droog dan ook echt nodig.

Een belangrijk technisch aspect bij de toepassing van warmtepompen is de *warmte efficiëntie* en de bekendheid daarvan van het gebouw waarin de warmtepomp geplaatst is. Slechts dan kunnen warmtepompprojecten succesvol geïmplementeerd worden.

Maatschappelijke aspecten

Een maatschappelijk knelpunt in de ontwikkeling van decentrale opwekking is de huidige *weerstand tegen collectieve systemen*. Dit is met name een probleem bij de beslissingen voor warmtenetten waar een collectief systeem met aansluiting (afname) verplichting nodig is om het zowel financieel als technische te optimaliseren.

De *externe sturing* van decentrale opwekkers in huishoudens is volgens Droog geen maatschappelijk knelpunt omdat de consumenten zelf mogen beslissen of ze dit wel of niet toelaten. Om voldoende sturing te kunnen uitvoeren en consumenten het toe te laten staan, moet het prijsverschil met de contracten zonder externe sturing wel groot genoeg zijn.

Voor elke technologie moet een transitiepad opgesteld worden waarin op zowel de technische, economische als maatschappelijke aspecten van die technologie wordt ingegaan en de knelpunten en oplossingen worden aangegeven inclusief een tijdsplanning.

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

Decentrale opwekking heeft volgens Droog een zeer belangrijke rol in de transitie naar duurzame energie. De warmtepomp past hier goed binnen omdat de elektriciteit die de pomp nodig heeft gemakkelijk duurzaam kan worden opgewekt. Droog ziet minder duurzame opties voor de HRe-ketel (op biogas) omdat biobrandstoffen in de toekomst bij voorkeur door de industrie (productie van stoom) zullen worden gebruikt en niet in de huishoudens.

PM: In deze notitie worden zowel de HRe-ketel als de warmtepomp gezien als decentrale opwekking. Voor de warmtepomp betreft het echter negatieve opwekking. Qua sturing en noodzaak voor warmtebuffering zijn ze echter vergelijkbaar.

B.4 Interview Evert Raaijen, Exendis

12 juli 2007, 10:00 - 12:00 uur, Amsterdam

MicroWKK is logische opvolger van de HR-ketel

Ontwikkeling MicroWKK in Nederland

Raaijen verwacht dat de ontwikkeling en toepassing van de mWKK de komende jaren verder gestimuleerd wordt door de stijgende energieprijzen, het afnemen van de voorraad fossiele brandstoffen en uranium, het belang van energie-efficiëntie, de rol van selfsupporting zijn bij consumenten en het slechter beschikbaar worden van elektriciteit. De mWKK zijn kosteneffectief vanwege het hogere rendement dat decentrale opwekking heeft doordat de warmte beter benut kan worden dan bij centrale elektriciteitsopwekking.

Raaijen vindt het moeilijk aan te geven wanneer de mWKK de markt grootschalig zal betreden. De mWKKs met stirling motor zijn technisch rijper en zullen eerder klaar zijn voor een grootschalige markt dan de mWKK met brandstofcellen. Hoewel in 1999 al gezegd werd dat deze laatste over vijf jaar op de markt zou zijn, verwacht Raaijen nu dat de mWKK met brandstofcellen binnen vijf - tien jaar op de markt komt. Hoewel de stirling mWKK eerder op de markt komt, kan Raaijen niet aangegeven of deze vervangen zal worden door de mWKK op brandstofcellen of dat deze naast elkaar zullen bestaan.

Of de mWKK een grote markt in 2030 heeft is volgens Raaijen afhankelijk van de technische ontwikkeling van de mWKKs, de energieprijzen en de rol van duurzaamheid in de energievoorziening. Raaijen ziet de mWKK als vervanger van de HR-ketel. Hij verwacht daarom dat diegene die nu een HR-ketel hebben over zullen gaan op HRe. De huishoudens zonder HR-ketel zullen niet snel overgaan op HRe. Hij kan hierbij geen cijfers noemen.

Nederland is volgens Raaijen wel een goede plek om de HRe-ketel te ontwikkelen omdat de juiste bedrijven aanwezig zijn die de ketels kunnen ontwikkelen, het gasnetwerk goed ontwikkeld is en er een grote warmtevraag is. Voor de stirling mWKK is Nederland nu koploper, voor de brandstofcel mWKK is dit op dit moment Duitsland. Maar omdat in deze fase van ontwikkeling de markt nog alle kanten op kan gaan, kan Nederland die leidende rol nog overnemen.

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

Binnen de *industrie* zijn de ketelfabrikanten leidend. Bij de mWKKs met brandstofcellen specifiek is de Duitse ketelbouwer Vaillant leidend. *Exendis* is een klein internationaal (Nederland - Hongarije) beursgenoteerd productiebedrijf in vermogens elektronica. Het bedrijf coördineert en doet de eindassemblage van producten binnen mobiliteit (van mensen), infrastructuur (elektriciteitsnetwerken) en duurzame energie. Binnen de tak van duurzame energie richt Exendis zich naast zonne-energie op mWKK-centrales met brandstofcellen. Tot nu toe heeft Exendis meegewerkt aan enkele gesubsidieerde onderzoeken op dit terrein. De mWKKs met brandstofcellen zijn voor Exendis een van de vele mogelijke nieuwe markten waarin zij onderdelen kunnen leveren aan de ketelfabrikanten. Daarom doen zij mee met andere partijen in hun innovatieve onderzoek om vaart in de ontwikkeling te houden en tegelijkertijd de markt goed te kunnen volgen, maar daar niet de leiding in nemen. Exendis is dus geen marktpartij. Pas wanneer de markt van de mWKKs aantrekt zal Exendis hier volgens Raaijen actief op inspelen en een meer leidende rol proberen te krijgen. Hoewel nu geen betrokkenheid, ziet Raaijen ook mogelijkheden voor Exendis in de markt van de mWKKs met stirling motoren.

Op dit moment is *GasTerra* een leidende stakeholder die de mWKK actief promoot. De positie van de andere *energie-leveranciers* kan Raaijen moeilijk inschatten. Zij hebben volgens Raaijen mogelijk problemen met de mWKK omdat centrale energievoorziening goedkoper is. Maar wellicht is het voor hen toch interessant om de HRe-ketels mee te financieren.

Behalve Gasunie (voor hen heeft HRe meerwaarde) verwacht Raaijen dat de *netbeheerders* last hebben van een grootschalige introductie van HRe omdat het netwerk op een andere manier gebruikt gaat worden en zij minder inkomsten zullen krijgen omdat de verplaatsing van elektriciteit over het netwerk afneemt.

De *wetenschap* heeft volgens Raaijen een belangrijke rol bij de ontwikkeling van mWKK. Nu er nog geen grootschalige markt is, moet de wetenschap meewerken aan de gesubsidieerde onderzoeken en deze ook initiëren. Ook bij het bestaan van een markt, blijft de wetenschap die rol spelen in de innovaties.

De *overheid* moet volgens Raaijen de markt voor de mWKK creëren door de ontwikkeling van de HRe-ketels te subsidiëren zoals de gesubsidieerde onderzoeken naar de mWKK op brandstofcellen waar bepaalde organisaties die de kritische elementen van deze ketels ontwikkelen nu al van leven (en waar Exendis aan meewerkt). De hele ontwikkeling van de mWKK is op dit moment nog afhankelijk van overheidssteun. Zowel overheid als industrie investeren in deze technologie omdat zij geloven in een markt ervoor. Raaijen weet echter niet of ook in een grootschalige markt alle subsidies op de HRe-ketel kan wegvallen. Naast het subsidiëren van onderzoeken in de ontwikkelingsfase van de technologieën van de HRe-ketels, moet de overheid tevens de markt stimuleren door bijvoorbeeld eisen te stellen aan de systemen in huishoudens en consumenten te stimuleren de ketels aan te schaffen (vergelijkbaar met de subsidies op dubbel glas waardoor het voor consumenten rendabel werd). Bij het gehele overheidsbeleid met betrekking tot de HRe-markt is het volgens Raaijen wel essentieel dat het beleid langdurig stabiel is om de markt succesvol te laten zijn.

De stimulering van de markt van de HRe-ketels is volgens Raaijen met name een zaak van de nationale overheid omdat *provincies en gemeenten* te kleinschalig opereren om een relevante rol in een grootschalige markt te hebben. De *Europese overheid* moet proberen voldoende draagvlak voor de ontwikkeling van mWKK te krijgen in heel Europa. Raaijen betwijfelt of dit gaat lukken.

Raaijen vindt het moeilijk in te schatten wat de rol van de *maatschappelijke organisaties* zal zijn bij de ontwikkeling van de mWKK. Maar mogelijk spelen zij een grote rol, zoals Greenpeace dat deed bij zonne-energie.

Consumenten zullen volgens Raaijen niet uit zichzelf het initiatief nemen om de HRe-ketels te kopen. De *woningbouwcorporaties* hebben een grote slagkracht in de markt om de markt te beginnen, maar hun slagkracht niet groot genoeg om de markt grootschalig te maken. Consumenten zullen dus ook op andere manieren gebundeld moeten worden.

Scenario van de Virtual Power Plant

Raaijen verwacht dat bij een grootschalige toepassing van de mWKKs deze aan elkaar gekoppeld worden in het netwerk en extern gestuurd kunnen worden door bijvoorbeeld de netbeheerders en energieleveranciers. Deze externe sturing kan op verschillende manieren plaatsvinden: centraal (door aan- en uitzetten van ketels door de netbeheerders of energieleveranciers) of decentraal door slimme power management systemen in de ketels waardoor de sturing volledig automatisch vanuit de ketel kan bestaan.

Economische aspecten

Raaijen verwacht dat er een *marktwerking* ontstaat tussen gas en elektriciteit. Dit zijn tot nu toe bronnen die onafhankelijk van elkaar bestaan en geen concurrenten zijn. Door de koppeling ervan (in de mWKK) worden het wel concurrenten.

Raaijen ziet dat veel partijen *behoedzaam* zijn in hun investeringen in mWKK en zich ook op andere technologieën richten (zoals Nefit op de warmtepomp).

Om grootschalig aangeschaft te worden door consumenten moet de HRe-ketel zich binnen 2-3 jaar *terugverdienen* en niet veel langer.

Technische aspecten

Raaijen verwacht niet dat er grote problemen met de netwerken ontstaan omdat de levering niet veel groter is dan het verbruik, en de teruglevering van huishoudens dus beperkt zal zijn (max 1-2 kW). Daarnaast is het stabiliserend vermogen van decentrale opwekkers voor het netwerk juist goed.

Omdat de HRe-ketels vraaggestuurd werken, is volgens Raaijen een converter nodig voor de omzetting van de geleverde elektriciteit en tijdelijke energieopslag op het netwerk omdat noch de stirling motor noch de brandstofcellen dit zelfstandig kunnen. Om de kwaliteit van zowel de elektriciteit als het netwerk te waarborgen zullen de HRe-ketels (zowel die met stirling als die met brandstofcellen) bij grootschalige toepassing naast een gewone converter voorzien moeten worden van powerquality elementen om de elektriciteitsstromen beter te managen. Deze converters en andere sturingselementen vormen een *power management systeem* dat signalen van het netwerk omzet in commando's voor de elektriciteit-opwekkers en -verbruikers (bijvoorbeeld minder of meer produceren en/of gebruiken). Deze systemen zijn slim en kunnen ook zonder sturing van buitenaf de kwaliteit van het netwerk bepalen en bepaalde commando's uitvoeren die vooraf ingesteld zijn om de kwaliteit van het netwerk te behouden. Dergelijke systemen bestaan reeds in self-supporting systemen die niet aangesloten zijn op een netwerk (bijvoorbeeld in luxe jachten) en hoeven dus enkel aangepast te worden aan de elektriciteitsstromen van en naar de HRe-ketels. Exendis is op dit moment een van de weinige partijen die deze power management systemen produceert en levert.

Maatschappelijke aspecten

De mWKK past binnen de algemene ontwikkeling van meer autarkische systemen en de groeiende vraag naar self-supporting zijn (zie onder).

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

Volgens Raaijen kan de energievoorziening er in 2030 er op verschillende manieren uitzien, afhankelijk van de keuzes die nu gemaakt worden: een waterstofeconomie of een elektriciteits-economie en een mobiliteitssector gebaseerd op hybride, op waterstof of op accu's. Raaijen acht de mogelijkheden en kansen van een elektriciteitseconomie met een mobiliteitssector gebaseerd op accu's het grootst waarbij elektriciteit door wind- en zonne-energie en eventueel kernenergie / kernfusie wordt opgewekt. Bij de omzetting van elektriciteit naar waterstof en gas treedt te veel energieverlies op waardoor deze technologieën in de toekomst minder rendabel zijn dan accu's (die de komende jaren snel zullen verbeteren). Accu's passen daarnaast goed binnen een elektriciteitseconomie waarin het aanbod niet gelijk loopt aan de vraag (het geval bij wind- en zonne-energie) en er behoefte is aan energieopslag.

Binnen de decentralisering van de energiesector, valt aardgas op een gegeven moment weg, maar dit zal niet voor 2030 gebeuren en is daardoor ook geen belemmering voor de ontwikkeling van de mWKK.

Overgang van fossiele brandstoffen naar duurzaam. Maar tot 2030 nog genoeg gas, dus geen bedreiging voor ontwikkeling HRe.

Liberalisering, voorzieningszekerheid en autonomie

Er is volgens Raaijen groeiende aandacht zichtbaar voor autarkische systemen (self supporting zijn) in het algemeen en bij consumenten specifiek. Dit leidt tot nieuwe eisen aan de warmte- en elektriciteitsvoorziening. Decentrale opwekking bij huishoudens zoals de mWKK past hier goed in.

B.5 Interview Martijn Bongaerts, Continuon

19 juli 2007, 10:00 - 12:00 uur, Arnhem

Netbeheerders moeten grootschalige toepassing mWKK als transitietechnologie goed faciliteren.

Ontwikkeling MicroWKK in Nederland

Bongaerts voorziet een grootschalige toepassing van stuurbare decentrale opwekking in Nederland waarbij mWKK met name in de bestaande bouw de HR-ketels zal vervangen en de warmtepomp in de nieuwbouw zal worden toegepast. Hierdoor zal de verhouding tussen warmtepomp en HRe richting het jaar 2030 veranderen in het voordeel van de warmtepomp. Hij verwacht dat de HRe-ketels vanaf 2012 de HR-ketels gaan vervangen en (rekening houdend met een levensduur van 15 jaar van de HR-ketel) hierdoor rond 2015 zo'n 400.000 en in 2025-2030 bijna alle ketels in Nederland een HRe-ketel zullen zijn. Vanaf 2015 zal de HRe op brandstofcellen die met een stirling motor vervangen vanwege het hogere rendement. Doordat de HRe-ketel gebruik maakt van aardgas, is het volgens Bongaerts wel duidelijk een transitietechnologie en zullen de HRe-ketels na 2030 weer vervangen worden door andere warmte-/energieopwekkers.

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

De *netbeheerders* houden rekening met de nodige aanpassingen aan het netwerk en zorgen ervoor dat het netwerk op tijd klaar is voor een grootschalige toepassing van duurzame elektriciteits-opwekkers en zeker niet de oorzaak van enige vertraging in die ontwikkeling zijn. De grote netbeheerders (Continuon, Essent en Eneco netbeheer) zitten redelijk op een lijn en hebben op dit moment een proactieve rol in de ontwikkeling van de HRe-ketel. Zij volgen daarin de energieleveranciers en de overheid. Continuon is bijvoorbeeld actief bij de ontwikkeling en proeven van de mWKKs betrokken en zal dit ook bij de toekomstige veldproeven in o.a. Apeldoorn zijn en bijvoorbeeld de metingen m.b.t. het netwerk verrichten. Het werk van de netbeheerders bestaat op dit moment vooral in het berekenen en onderzoeken van de gevolgen van de decentrale opwekking voor het (lokale) netwerk op basis waarvan in de toekomst zo efficiënt mogelijke versterkingen aan het netwerk kunnen worden toegevoegd. Hierbij streven de netbeheerders naar een netwerk dat excessen aankan, maar tegelijkertijd zo efficiënt mogelijk werkt en niet te zwaar is (om kosten te besparen).

In de ontwikkeling van stuurbare decentrale opwekkers worden de netbeheerders naast hun huidige functie om de elektriciteits- en gasnetwerken te beheren tevens de beheerders van het ICT netwerk dat 'over het energienetwerk wordt heen gelegd'. Via dit netwerk kunnen door de netbeheerders nauwkeurige metingen worden verricht en kan externe sturing van de decentrale opwekkers plaatsvinden in de vorm van het aan- en uitzetten van de elektriciteitsopwekkers en -gebruikers. De netbeheerders zullen volgens Bongaerts enkel in excessen gebruik maken van de mogelijkheid om te sturen via dit ICT-netwerk. De sturing van de netbeheerders wordt daarbij gedreven door het in balans houden van het netwerk.

Dte en Tennet zijn volgens Bongaerts vrijwel niet betrokken bij de ontwikkeling van decentrale opwekking. De balans van vraag en aanbod die Tennet op nationaal niveau beheert, wordt gemakkelijker te houden als er meer decentrale opwekking komt en de balansen op de lokale netten door de lokale netbeheerders worden behouden d.m.v. het ICT-netwerk.

Behalve GasTerra zijn de *energieleveranciers* volgens Bongaerts tot nu toe geen stimulators geweest van decentrale opwekkers. Sinds kort ziet hij hun houding veranderen richting een meer positieve. Zij zijn nog wel steeds volgers en geen leider in de ontwikkeling. In de ontwikkeling naar een grootschalige toepassing van decentrale opwekkers, krijgen de energieleveran-

ciers er volgens Bongaerts een nieuwe actieve rol bij. Naast het verkopen van de HRe-ketels gaan zij namelijk de decentrale opwekkers en energieverbruikers in huishoudens extern sturen. Zij gebruiken daarvoor het ICT-netwerk dat beheerd wordt door de netbeheerders (en de energieleveranciers betalen de netbeheerders voor die dienst). De sturing van de energieleveranciers is gebaseerd op de energieprijzen en dus mogelijk anders (op andere momenten) dan die van de netbeheerders. *GasTerra* is vanaf het begin groot voorstander en een van de leiders van de ontwikkeling van mWKK vanwege de gasverkoop die hiermee gegarandeerd wordt in tegenstelling tot andere (stuurbare) decentrale opwekkers.

De *industrie en ketelfabrikanten* zijn voorstander van de HRe-ketel en tevens de leiders in de ontwikkeling naar een grootschalige markt. Zij zullen dit ook in de toekomst blijven.

De *consumenten* zullen geen leiders zijn en volgen de ontwikkelingen. Woningbouwcorporaties zijn mogelijke goede early markets voor decentrale opwekkers bij hun grootschalige renovatieprojecten. De enige reden voor consumenten om een HRe-ketel aan te schaffen is het financiële voordeel en mogelijk de bijdrage aan een duurzamere wereld. Het idee van vrijheid en het confortniveau moet bij consumenten blijven bestaan.

Om het financiële voordeel voor consumenten te waarborgen is een subsidie van de *overheid* nodig. In welke vorm dit zou moeten bestaan, weet Bongaerts niet. Tevens moet de *nationale overheid* het gebruik van de HRe-ketels stimuleren door positieve informatievoorziening naar de consumenten en rest van de maatschappij. Daarnaast is het voor (de financiën van) alle partijen van belang dat de overheid een stabiel beleid ontwikkelt en een duidelijke richting en doelstelling formuleert met betrekking tot een duurzamere energiehuishouding. Een stimulerend beleid van de overheid zal de ontwikkeling van decentrale opwekking versnellen.

Dit nationale beleid moet passen binnen het *Europese beleid*. *Gemeenten* kunnen mogelijk de ontwikkeling van duurzame energie extra stimuleren door projecten te initiëren en uit te voeren omdat zij allemaal de meest duurzame / energieneutrale gemeente van Nederland willen zijn.

Maatschappelijke organisaties en de media hebben een leidende rol in de beeldvorming rond de stuurbare decentrale opwekkers en moeten goed geïnformeerd en genuanceerd berichten. Indien ze dit niet doen (en dat is een reële mogelijkheid), kan het de ontwikkeling van de HRe-ketels sterk beïnvloeden. Zo moet bijvoorbeeld genuanceerd naar buiten worden gebracht dat de eerste testmodellen van de HRe-ketels nu nog niet beter voor het milieu zijn (energieverbruik en CO₂-uitstoot zijn nog hoger dan van HR) dan de HR-ketels, maar dat deze testen nodig zijn om de toekomstige modellen wel zo rendabel mogelijk te laten zijn.

Scenario van de Virtual Power Plant

Bongaerts sluit aan bij het scenario zoals geschetst door het Smart Power System over het bestaan van een netwerk van stuurbare decentrale opwekkers in huishoudens waaraan een informatietechnologienetwerk wordt gekoppeld waardoor externe sturing van de opwekkers mogelijk wordt. Dit ICT-netwerk moet door een neutrale partij gefaciliteerd en beheerd worden. Consumenten moeten de keuze hebben of zij hun decentrale opwekker extern gestuurd willen laten worden.

Economische aspecten

De HRe-ketel is een vervanger van de HR of VR-ketel. Nederland heeft een hoge penetratie van HR-ketels in vergelijking met omliggende landen zoals Engeland en Duitsland waar nog veel gebruik wordt gemaakt van de VR-ketel. In die landen leveren de HRe-ketels met stirling motor al een grote rendementswinst op. Deze ketels zullen daar daardoor sneller grootschalig worden toegepast dan in Nederland. Door de hogere standaard rendementen van de Nederlandse ketelmarkt op dit moment, zijn de eisen aan de HRe-ketel in Nederland hoger dan die in deze andere landen en zal de markt zich minder snel ontwikkelen (er wordt verwacht om HRe-ketels met hogere rendementen dan diegene die tot nu toe ontwikkeld zijn).

De *splitsingswet* die vanaf 1 januari 2009 intreedt, verplicht netbeheerders om met een leveranciersmodel te werken waarin een capaciteitstarief wordt ingesteld. Hierdoor kunnen er geen variabele kosten voor het gebruik van het netwerk gevraagd worden waardoor consumenten geen financieel voordeel meer hebben van energiezuiniger te zijn. Indien sturing van de decentrale opwekkers door netbeheerders mogelijk is, dan is een flexibel tarief voor het gebruik van het netwerk volgens Bongaerts wel weer mogelijk en een financieel voordeel van zowel consumenten als netbeheerders.

Technische aspecten

De HRe-ketels met Stirling motor zullen als eerste op de markt komen. Rond 2015 komen de HRe-ketels met brandstofcellen op de markt omdat deze een veel hoger rendement hebben. Met de afnemende warmtevraag (door betere isolatie) is dit een noodzakelijke ontwikkeling.

Ieder huishouden met een HRe-ketel zal een *slimme meter* bezitten. Deze worden geleverd door de netbeheerders en zijn als communicatiepoort noodzakelijk voor de externe sturing.

Netwerken gaan gemiddeld 50 jaar mee. De afgelopen vijftig jaar zijn er weinig ontwikkelingen geweest die conceptuele *aanpassing van de netwerken* vereisten. De groeiende toepassing van decentrale opwekking en andere nieuwe energietechnologieën vereisen dit wel. mWKK zal een van de eerste technologieën zijn die om versterking van de netwerken vraagt. Omdat deze technologie stuurbaar is, kan het netwerk gemakkelijker efficiënt worden versterkt dan bij niet stuurbare decentrale opwekking (waar de pieken en dalen in aanbod die het net aan moet kunnen, groter zijn). De netbeheerders verwachten dan ook dat de stuurbaarheid van de decentrale opwekkers veel potentiële problemen met het netwerk kan oplossen.

Om ervoor te zorgen dat de netwerken op tijd zijn aangepast aan de toepassing van decentrale opwekking is het noodzakelijk dat netbeheerders *op tijd* op de hoogte worden gebracht (bijvoorbeeld als een geplande wijk wordt voorzien van mWKK) zodat zij de tijd hebben om (materialen te bestellen,) het netwerk te versterken en hierop voor te bereiden. Dit kan binnen enkele jaren al nodig zijn als er geconcentreerd decentrale opwekking wordt geplaatst in bijvoorbeeld een wijk. Vooral in het beginstadium van grootschalige toepassing is dit belangrijk vanwege het *grote afbreukrisico* van de warmtepompen en HRe-ketels. De negatieve publiciteit die mogelijk ontstaat door een slecht functionerende elektriciteitsvoorziening (doordat het netwerk niet op tijd is versterkt) met decentrale opwekkers kan de hele ontwikkeling van decentrale opwekking tegenhouden. De kans dat netbeheerders niet op tijd worden ingelicht is reëel omdat de netbeheerders een onbekende partij zijn. De veldproeven in o.a. Apeldoorn zijn daarom van groot belang voor de netbeheerders om de andere stakeholders er op te kunnen wijzen welke versterkingen van het netwerk nodig zijn om de kwaliteit ervan bij decentrale opwekking te waarborgen. In een voorbeeld in het recente verleden bleek versterkingen van ongeveer 3x de huidige capaciteit van het netwerk nodig te zijn.

Maatschappelijke aspecten

Om al dan niet de mWKK, warmtepomp of andere elektriciteitsopwekkers en/of -gebruikers in een huishouden te laten sturen door een externe partij, moet een individuele *vrijwillige keuze* zijn voor consumenten. Bongaerts verwacht enige weerstand bij consumenten om de externe sturing toe te laten. Om consumenten te overtuigen om dit wel te doen is een *goede informatievoorziening* over de voordelen ervan nodig. Deze informatievoorziening moet zich richten op de grote *financiële voordelen* van de externe sturing voor de consument en de bijdrage ervan aan een duurzaam klimaat (efficiëntere omgang met energie). Omdat de energieleveranciers kampen met een negatief imago en in het verleden niet goed hebben gecommuniceerd, zullen zij de consumenten niet gemakkelijk kunnen overtuigen. De *overheid* heeft volgens Bongaerts daarom een belangrijke rol in het overtuigen van consumenten om externe sturing toe te laten door duidelijk aan te geven dat de overheid een voorstander van deze sturing is door bv Postbus 51 spotjes.

Het is volgens Bongaerts belangrijk dat de consument niets merkt van de externe sturing van zijn decentrale opwekker. De consument moet *zo min mogelijk inspanningen* moeten verrichten en bijvoorbeeld maximaal eenmalig een comfortniveau in moeten stellen (temperatuur op verschillende tijdstippen, tijdstip dat wasmachine aan mag, etc.).

Een ander mogelijk maatschappelijk knelpunt is een *negatieve berichtgeving* door de media en maatschappelijke organisaties. Het is van groot belang dat zij genuanceerde berichten over de stuurbare decentrale opwekking naar buiten brengen. Dit is tevens de reden waarom organisaties als de smart power foundation voorzichtig te werk gaan en pas ketels op de markt brengen wanneer deze genoeg rendabel zijn en er voldoende verschil is met de HR-ketel.

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

Bongaerts ziet de mWKK als *transitietechnologie* in de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Omdat mWKK gebruik maakt van een fossiele brandstof (aardgas) is de technologie niet duurzaam en zal deze weer vervangen moeten worden door een technologie die wel duurzaam is. Omdat alle technologieën nodig zijn in de transitie naar duurzame energie vindt er tussen technologieën tot 2030 geen echte concurrentie plaats en kunnen de HRe-ketel en warmtepomp naast CCS en andere technologieën bestaan.

Volgens Bongaerts is het technisch mogelijk om in 2030 een volledig duurzame energievoorziening te hebben. Echter omdat we met mensen, beleid, overleg en consensus in de maatschappij rekening moeten houden, zal deze ontwikkeling veel langzamer gaan.

Klimaatverandering en CO₂-emissies

De duurzaamheidsgolf en aandacht voor klimaatverandering zijn maatschappelijk ontwikkelingen die in het voordeel zijn van de grootschalige toepassing van de decentrale opwekkers omdat ze een efficiëntere energiehuishouding verzorgen waardoor minder fossiele brandstoffen nodig zijn.

Liberalisering, voorzieningszekerheid en autonomie

Bongaerts denkt dat Nederlandse consumenten er weinig geld voor over hebben om als huishouden zelfvoorzienend te worden. Door de weinige stroomstoringen en goede kwaliteit van de Nederlandse centrale elektriciteitsvoorziening, is dit volgens hem voor consumenten geen drijfveer om over de stappen naar decentrale opwekking. Wel zal de zelfvoorzienendheid als verkoopargument door de ketelfabrikanten gebruikt worden, maar Bongaerts twijfelt dus aan het effect hiervan.

De afhankelijkheid van de fossiele brandstoffen en van het Midden Oosten is wel een ontwikkeling die de komende jaren verder zal groeien binnen de maatschappij. De decentrale opwekkers passen hier binnen.

B.6 Interview Johan Noordhoek, Ministerie van Economische Zaken

6 augustus 2007, 10:00 - 12:00 uur, Den Haag

MicroWKK, één van de technologieën om CO₂ te vermindere- ren

Ontwikkeling MicroWKK in Nederland

Noordhoek verwacht dat de mWKK in Nederland binnen relatief korte tijd op de markt komt als technologie die de uitstoot van CO₂ op landelijk niveau beperkt. De technologie is immers ver ontwikkeld en er zijn goed werkende modellen van de HRe-ketels in de veldproeven getest. Hij ziet mWKK als een overgangstechnologie voor de komende 15-20 jaar die daarna vervangen wordt door andere technologieën.

mWKK is een concurrent van andere technologieën die energieverbruik bij huishoudens besparen en dus CO₂-uitstoot verminderen, zoals betere isolatie, warmtepompen, zonneboilers, etc. Noordhoek ziet de concurrentie tussen deze technologieën in een vrije markt waarbij de technologie die relatief het meest bespaart en zichzelf het snelst terugverdient winnaar wordt. Er wordt dus gekozen voor een bepaalde technologie en binnen een huishouden zal de mWKK niet naast bijvoorbeeld goede isolatie of een warmtepomp bestaan. Bij de energiebesparingberekeningen moet rekening worden gehouden met de stijgende elektriciteitsvraag. In het algemeen ziet Noordhoek de meeste kansen voor mWKK bij bestaande particuliere koopwoningen omdat woningbouwcorporaties eerder grootschalig isoleren en warmtetechnologieën toepassen en in nieuwbouw de warmtevraag te klein is voor mWKK. mWKK is volgens Noordhoek immers enkel interessant bij een grote warmtevraag

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

EZ heeft de afgelopen jaren via de Unieke Kansen Regeling (UKR) en Energie Onderzoek Subsidie (EOS) meegewerkt aan de ontwikkeling van de mWKK door het geven van verschillende subsidies. Het ministerie en de overheid in het algemeen staan positief tegenover de technologie en zijn volgers in de ontwikkeling van de mWKK. Ook in de toekomst zullen zij volgers blijven (en geen leiders worden).

Naast de betrokkenheid bij de ontwikkeling van de mWKK is EZ ook verantwoordelijk voor de kwaliteit van het elektriciteitsnetwerk. Het ministerie zal er dus ook pro-actief op toezien (via netbeheerders) dat ook bij een grootschalige toepassing van mWKK het netwerk stabiel blijft.

Onder leiding van *GasTerra* hebben de marktpartijen (een aantal *energieleveranciers*, *Cogen en ketelfabrikanten*) de afgelopen jaren de leiding gehad in de ontwikkeling van mWKK en een goede lobby gevoerd voor de grootschalige introductie van mWKK in Nederland. Hierdoor zijn veel partijen binnen de *overheid* in het algemeen en binnen *EZ* in het bijzonder, positief over mWKK en is er een toezegging van EZ om de technologie verder te willen steunen. Noordhoek verwacht dat de energieleveranciers en ketelfabrikanten ook in de toekomst een leidende rol zullen blijven spelen en een sturende partij zijn in het benaderen van consumenten. In hoeverre Cogen een leidende partij blijft, kan Noordhoek niet voorspellen.

Noordhoek geeft aan dat er naast de voorstanders er ook kritische geluiden binnen EZ zijn t.o.v. de mWKK. De critici richten zich met name op de CO₂-effecten van de mWKK (of de uitstoot van CO₂ verminderd wordt door een grootschalig gebruik van deze decentrale installaties t.o.v. centrale elektriciteitsopwekking) en op het lock-in effect (de toepassing van mWKK gaat ten koste van andere technologieën als isolatie en warmtepomp).

De *transitieplatforms* zijn een grote voorstander van mWKK en naast de marktpartijen leiders van de ontwikkelingen. In de toekomst zal deze leidende rol van de platforms afnemen.

ECN heeft volgens Noordhoek tot nu toe een dubbele rol gespeeld in de ontwikkeling van mWKK. Aan de ene kant werkt het onderzoekcentrum mee aan diverse technische onderzoeken in opdracht van het transitieplatform en tegelijkertijd zijn zij kritisch over het besparingspotentieel van de technologie.

De *netbeheerders* zijn volgens Noordhoek betrokken bij mWKK. Zij volgen de ontwikkelingen en doen mee met testen.

Noordhoek heeft begrepen dat de ontwikkelaars van mWKK het elektrisch vermogen van individuele mWKK toestellen beperken tot 1 kW. Zo kan het huidige netwerk een gespreide penetratie van 40% mWKK in Nederland aan.

Noordhoek verwacht dat *consumenten* niet gemakkelijk over zullen stappen op de mWKK als deze ketels in tegenstelling tot de HR-ketel op afstand aan en uit kan worden gezet door een externe partij. Het feit dat een ander hiermee over een apparaat dat eigendom is van de consument en over de energierekening kan beslissen, zal de nodige weerstand bij consumenten oproepen. Deze weerstand kan mogelijk met subsidies, klimaatgerelateerde argumenten en duidelijke communicatie weggenomen worden. Naast de weerstand tegen de externe sturing verwacht Noordhoek geen weerstand tegen de mWKK omdat ze qua vorm, grootte, geluid, veiligheid, etc overeenkomen met de HR-ketels.

Consumentenorganisaties als de Consumentenbond en Vereniging Eigen Huis zullen volgens Noordhoek goed betrokken zijn bij de ontwikkeling van mWKK. Het is van belang dat zij ook in de toekomst voorstander van de technologie blijven. Zij zijn minder gevoelig voor communicatie vanuit de markt over de mWKK en zullen met name eigen analyses maken op basis waarvan ze hun standpunt innemen. Omdat deze analyses gebaseerd zijn op opbrengsten (inkomsten) en verliezen (kosten) en kwaliteit (storingsgevoeligheid) en minder op 'gevoelskwesaties' als de externe stuurbaarheid, zullen zij waarschijnlijk positief tegenover de mWKK staan.

Projectontwikkelaars zijn volgens Noordhoek geen grote voorstander van mWKK vanwege de hoge investeringskosten. Tevens richten de projectontwikkelaars zich met name op de nieuwbouw waar de warmtevraag laag is door goede isolatie en er dus weinig rendement voor de HRe-ketel te halen valt.

Noordhoek verwacht tevens dat de *woningbouwcorporaties* geen groot voorstander van de mWKK zullen zijn. In hun renovatieprojecten focussen zij op isolatie en grootschalige verwarmingstechnologieën als WKK en restwarmte. Het is voor woningbouwcorporaties waarschijnlijk meer rendabel om grootschalig te isoleren dan om een mWKK in elke individuele woning te zetten.

Maatschappelijke organisaties als Greenpeace en Stichting Natuur en Milieu zullen afhankelijk van hun energiebeeld voor- of tegenstander zijn van de mWKK. Omdat de mWKK wel CO₂ uitstoot zullen de groepen die hier fel tegen zijn en enkel duurzame energie promoten ook tegen de mWKK zijn. Vergelijken met kernenergie heeft de mWKK ook meer CO₂-uitstoot.

De *installateurs* (en onderhoudsmonteurs) van de mWKK installaties zijn een terughoudende beroepsgroep. Het is een diffuse groep die moeilijk te bereiken is. Toch zijn zij van groot belang voor de grootschalige introductie van de mWKK. Zij vormen dus een mogelijk knelpunt in de ontwikkeling.

Er zijn op dit moment volgens Noordhoek geen partijen tegenstander van de mWKK. Maar zoals hierboven geschetst zouden er in de toekomst vanuit de consumenten, consumentenorganisaties en maatschappelijke organisaties wel tegenstanders kunnen opstaan.

Scenario van de Virtual Power Plant

Noordhoek geeft aan dat bij een grootschalige toepassing van mWKKs de elektriciteitsproductie en -vraag op elkaar afgestemd moet blijven zolang er geen goede (lokale) elektriciteitsopslag mogelijkheden zijn. Er zal volgens Noordhoek dan ook sprake van een Virtual Power Plant zijn waarbij alle mWKKs aan het netwerk (en dus aan elkaar) gekoppeld zijn. De nodige regelapparatuur om extern te meten en eventueel te sturen moet dan ook vanaf het begin in alle mWKKs worden ingebouwd, of achteraf eenvoudig in te bouwen zijn. Het behouden van de balans tussen vraag en aanbod kan door bijvoorbeeld externe sturing van de mWKKs (zoals het Smart Power System) of door een goed voorspellingsmodel waarin alle extreme situatie meegenomen worden en vooraf de elektriciteitsproductie en -levering gekend is. Een andere mogelijkheid is een vertragingssysteem tussen het aanzetten van de mWKK en het produceren van elektriciteit, waardoor centrale opwekkers een signaal krijgen wanneer een mWKK wordt aangezet die binnenkort elektriciteit gaat opwekken en zij hun productie hierop aan kunnen passen.

Economische aspecten

De mWKK is op dit moment ongeveer €4500 duurder dan de HR-ketel. Hierdoor is het enkel in een *niche markt* van grote vrijstaande niet-geïsoleerde huizen rendabel. Om de mWKK grootschalig toe te passen moet het apparaat in een groter gedeelte van de woningen binnen een paar jaar terug te verdienen zijn. Hiervoor is *aanvullende subsidie* nodig.

De overheid overweegt geld beschikbaar te stellen voor subsidies voor mWKK specifiek en voor energiebesparende maatregelen in huishoudens in het algemeen. Op dit moment berekent de overheid de *subsidie-effectiviteit* van de mogelijke subsidieregelingen voor mWKK en andere (concurrerende) technologieën (warmtepomp, isolatie, HR, etc). Eventuele stimulering kan bijvoorbeeld bestaan uit een eenmalige aankoopsubsidie voor consumenten, een subsidie aan producenten (Dan is goedkeuring uit Brussel nodig vanwege de staatssteunaspecten), het uitschrijven van een tender tussen verschillende technologieën of aansluiten bij initiatieven zoals 'Meer met Minder' waarin mogelijk met pakketsubsidies zal worden gewerkt waarin 'makkelijke maatregelen' (bv. isolatie bestaande bouw) om energie te besparen meer gesubsidieerd worden dan 'moeilijke' (mWKK, etc). Als er een regeling komt zal het opstellen zeker een half jaar tot een jaar kosten.

Het bestaande knelpunt over de *dubbele belasting* die moet worden betaald als elektriciteit wordt geleverd aan het net die later weer wordt aangekocht, wordt volgens Noordhoek waarschijnlijk binnenkort opgelost en zal geen knelpunt meer zijn bij de introductie van de mWKK in de markt.

De *marktontwikkeling* zoals die op dit moment door de marktpartijen wordt geschetst (3 mln over 10-20 jaar) is volgens Noordhoek een echte uitdaging en moeilijk te behalen. Hoewel het technisch wel haalbaar is, hangt deze ontwikkeling grotendeels af van de kopers die wellicht terughoudender zijn dan in het scenario wordt meegenomen. In de marketing zal de mWKK in eerste instantie als 'gadget' verkocht moeten worden en daarnaast als apparaat voor prijsbewuste mensen. De promotie van de mWKK zal vanuit de ketelleveranciers en energiebedrijven moeten lopen. EZ ziet niet direct een rol voor zichzelf in promotie.

Naast de energiebesparing die de mWKK met zich meebrengt, vindt EZ de mWKK ook interessant als *innovatieve technologie*. De mWKK kan een marktproduct worden in Nederland en tevens een exportproduct naar bijvoorbeeld Engeland en Duitsland. Omdat de mWKK ook in andere landen ontwikkeld wordt, moet Nederland zich in de ontwikkeling onderscheiden door een kwalitatief hoogwaardige mWKK te ontwikkelen met een hoog rendement. Noordhoek vindt het moeilijk te zeggen hoe de positie van Nederland ten opzichte van andere landen, nu ligt.

Technische aspecten

De eerste mWKKs zullen uitgerust zijn met een Stirling motor. Vervolgens zullen de mWKK met brandstofcellen op de markt komen. Hiervoor moeten echter nog een aantal nodige elementen zoals de reformers verder ontwikkeld worden. Wanneer de mWKK met brandstofcellen op de markt komt, weet Noordhoek niet. Er worden vanuit verschillende partijen andere planningen gepubliceerd (Nuon heeft het bijvoorbeeld over vijf jaar - anderen over 10-15 jaar). Of de de Stirling-varianten vervangen worden door de brandstofcel-mWKKs of dat ze naast elkaar zullen bestaan, weet Noordhoek ook niet. Vanwege het hogere elektrische vermogen van de mWKKs met brandstofcellen, moet het huidige elektriciteitsnetwerk bij grootschalige toepassing van deze mWKKs aangepast (versterkt) worden.

Noordhoek ziet vooral mogelijkheden voor mWKK in bestaande bouw omdat daar warmtepompen en isolatie moeilijker te realiseren zijn. Bij goed geïsoleerde nieuwbouwwoningen voorziet Noordhoek weinig kansen voor de mWKK.

Hoewel de mWKK (met Stirling) technisch al ver uitontwikkeld is moet het apparaat zich nog bewijzen en van kinderziektes worden ontdaan. Het is van cruciaal belang dat de tests in de veldproeven nu goed worden uitgevoerd en dat de verwachtingen niet worden overdreven. Deze fout is bij de warmtepomp wel gemaakt en dit was een grote tegenslag voor die technologie. Vooral de veiligheid van de mWKK en het geluid dat het apparaat produceert zijn volgens Noordhoek elementen die goed geregeld moeten worden voor het op de markt komt. Tevens zullen de productiemethoden goed moeten worden gestroomlijnd waardoor grootschalige en daardoor goedkopere productie mogelijk is.

Maatschappelijke aspecten

Noordhoek ziet de ontwikkeling van mWKK binnen een vrije markt waarin de overheid naast de subsidiering weinig andere rol heeft. De communicatie over de mWKK en de marketing van het product moet door de sector zelf worden uitgevoerd. Het succes van de mWKK hangt dus voor een groot gedeelte af van deze marketing en in hoeverre consumenten bereid zijn om de mWKK aan te schaffen.

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

Noordhoek ziet de mWKK niet als concurrent van duurzame energie-opwekkers als zonne-energie en windenergie. Het is wel een concurrent van warmte-opwekkers als warmtepompen en zonneboilers.

Klimaatverandering en CO₂-emissies

Noordhoek ziet de CO₂-reductie die de mWKK met zich meebrengt als een van de belangrijkste elementen van de technologie waardoor hij voorstander van de technologie is. Maar omdat de mWKK zelf ook CO₂ uitstoot moet het wel als een transitie-technologie beschouwd worden, die over zo'n 20 jaar weer vervangen wordt door een klimaatneutrale technologie.

Liberalisering, voorzieningszekerheid en autonomie

Er is volgens Noordhoek een beperkte vraag naar zelfvoorzienendheid in Nederland. Nederland zal een gashandelsland blijven en geen gasleverancier meer worden. Hoewel het gasverbruik door mWKK afneemt, zal er netto meer aan verdiend worden (aan consument worden hogere gasprijzen gevraagd dan aan centrale elektriciteitsopwekkers).

B.7 Interview Jos Verlinden, Ministerie van VROM + transitieplatform Gebouwde omgeving

22 augustus 2007, 9:30 - 11:30 uur, Den Haag

Ontwikkeling stuurbare decentrale opwekking in Nederland

Om mWKK in Nederland grootschalig toe te passen (penetratie van 40-50% mWKK bij huishoudens) is een radicale transitie in de elektriciteitsvoorziening nodig van centraal naar decentraal. Deze ombouw kan niet in stukjes, maar moet in een keer. De omvang van deze transitie is vergelijkbaar met die naar aardgas waarbij het rijk een grootschalige infrastructuur heeft aangelegd en grootschalig de aankoop en installatie van de apparatuur bij huishoudens heeft verzorgd. Verlinden maakt zich er zorgen over of er nu voldoende partijen zijn die een dergelijke transitie in gang kunnen zetten of beïnvloeden. Zonder grootschalige marktsturing langs een bepaald transitiepad, zal mWKK waarschijnlijk niet grootschalig worden toegepast en enkel een niche-markt bereiken. Deze niche-markt omvat gebouwen met een grote warmtevraag in de nieuwbouw en bestaande bouw in de vorm van grootschalige renovatieprojecten. Indien er wel gezamenlijke inspanningen komen voor de promotie van WKK, dan zal dit eerder de WKK op collectief niveau stimuleren, zoals de miniWKK omdat de kosten en baten hiervan volgens Verlinden efficiënter zijn.

De mWKK-vraag daarnaast om een relatief grote warmtevraag om rendabel te zijn. Dit is tegengesteld aan de dalende warmtevraag die de overheid in Nederland wil bereiken (vanaf 2020 energieneutrale nieuwbouw en 30% reductie in bestaande bouw).

Verlinden heeft ook nog vraagtekens bij een grootschalige markt voor de warmtepomp, een concurrent van de mWKK, omdat nog het moeilijk in bestaande bouw is toe te passen. Hij ziet wel kansen voor de warmtepomp in de utiliteitsbouw omdat daar makkelijker afspraken te maken zijn (bijvoorbeeld op bedrijventerreinen). Daarna is enige doorgroei van de markt van de warmtepomp naar woningen mogelijk.

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

Verlinden spreekt bij voorkeur over *het Rijk* en niet over de rol van de verschillende ministeries en of overheidsinstellingen. Volgens hem is het beleid een co-productie van de verschillende overheidsonderdelen. Het rijk kiest niet voor een specifieke technologie maar stimuleert *integrale concepten* met subsidieprogramma's zoals EOS en UKR. De energieprestaties van de concepten zijn belangrijk (niet van de individuele technologieën). Het rijk laat de keuze voor een bepaalde technologie (of combinatie van technologieën) om deze concepten te realiseren aan de markt over. Bij de concepten voor woningen wordt gelet op het gebruikersgemak, de leefbaarheid en de woonlasten (investering, onderhoudskosten, energiekosten). Als je enkel op technologie zou richten, zou bijvoorbeeld de leefbaarheid in gedrang kunnen komen volgens Verlinden. Er is dus een integrale benadering nodig van complete gebouwssystemen in de praktijk voordat je weet hoe ene bepaalde technologie zich in de praktijk gedraagt. Daarin spelen aspecten van comfort, binnenklimaat, exploitatiekosten en gebruikaspecten een rol.

Hoe het beleid er in 2030 uit zal zien is moeilijk te bepalen (30 jaar geleden hadden ze ons huidige beleid ook niet kunnen voorspellen). Het is grotendeels afhankelijk van de relatie tussen rijk en markt op dat moment. De komende jaren verwacht Verlinden wel dat voor de ontwikkeling van technologie voor huishoudens de volgende drie elementen van belang zijn: binnenmilieu, energiebesparing/woonlasten en gebruikersgemak en de gevoeligheid voor verkeerd gebruik. Bij dit laatste is het van belang dat de effecten van verkeerd gebruik niet groter zijn dan de energiebesparing. Bij het toekomstige beleid zal veel aandacht zijn voor bestaande bouw en bestaande technieken zoals ventilatie, isolatie en dergelijke. De innovatie van deze technieken is voor het rijk belangrijk omdat ze leiden tot kostenefficiëntie en grotere winst op korte termijn vergeleken met nieuwe technologieën als mWKK die op de langere termijn binnen bouwconcepten een rol kunnen spelen.

Tegelijkertijd stimuleert het rijk wel degelijk actief de ontwikkeling en introductie van innovatieve technologieën via meer generieke subsidieprogramma's als EOS. Hierbij wordt gekeken naar de kostenefficiëntie van het subsidiegeld, de technische doorbraken die verwacht worden, de potentiële energiebesparing, het terugbrengen van CO₂-uitstoot en de duurzaamheid.

De *Europese overheid* is van belang voor het Nederlandse beleid. De EU stelt richtlijnen vast waaraan het beleid van de lidstaten moet voldoen. Ook de EU werkt met prestatieconcepten en minder met specifieke technologieën. Belangrijk in de gebouwde omgeving is de Europese richtlijn voor energieprestatie van gebouwen (EPBD). Die schrijft voor dat de lidstaten een methodiek moeten implementeren voor het meten van de energieprestatie van gebouwen (nieuw en bestaand). Er is geen sprake van het voorschrijven/verplichten van bepaalde technieken. Vanuit energiebesparingsbeleid verwacht Verlinden dus ook weinig specifieke steun voor mWKK. Het is Verlinden niet bekend of de EU-ondersteuningsprogramma's heeft voor mWKK vanuit innovatie.

Lokale overheden zijn belangrijk omdat de toepassing van mWKK uiteindelijk lokaal plaats vindt. Gemeenten met energiebesparingspotentieel en veel nieuwbouwprojecten, zullen volgens Verlinden bijvoorbeeld wel voorstander zijn van de mWKK omdat de lokale component groot is. Omdat de gemeenten een grote rol hebben bij nieuwbouwprojecten, kunnen ze de technologie hier stimuleren. Het rijk heeft plannen binnen Schoon&Zuinig voor de ondersteuning van innovatieve concepten in de bouw (nieuwbouw én renovatie). Ook plannen met mWKK kunnen hiervan gebruik maken. Maar Verlinden vraagt zich af wat er daarna met de markt gebeurt.

In de *transitieplatforms* zitten partijen uit alle geledingen van de markt en maatschappij. Het rijk heeft ook vertegenwoordiging in de platforms in de vorm van zogenaamde 'linking pins': vertegenwoordiging met als doel informatie-uitwisseling en afstemming. De idee- en planvorming is echter de verantwoordelijkheid van de marktpartijen in de platforms. Het transitieplatform PEGO (waarin Verlinden linking pin is), richt zich juist op de beperking van de vraag en niet op de introductie van nieuwe productietechnieken (zoals mWKK en warmtelevering). Het PEGO heeft deze keuze gemaakt omdat het Platform Nieuw Gas zich al bezig hield met mWKK (en met warmtelevering).

De *industrie* probeert een product te ontwikkelen en zoekt nu geld om deze ontwikkeling te ondersteunen. Om te slagen en stimulering van de overheid te ontvangen moeten de fabrikanten van mWKK nu samenwerken met andere technologie-ontwikkelaars en volgens Verlinden aansluiten bij de integrale gebouwconcepten die het rijk promoot en bijvoorbeeld de mWKK koppelen aan integraal innovatieve gebouwen in de veldproeven.

Verlinden heeft nog onvoldoende zicht op de kans dat *projectontwikkelaars en woningcorporaties* mWKK gaan gebruiken. Voor projectontwikkelaars is energiebesparing geen pluspunt voor huizen en hun winst. Voor woningcorporaties is de mWKK veel duurder dan andere technologieën. Het rijk stimuleert echter juist via de energietransitie dat deze marktpartijen hier zicht op krijgen en experimenten uitvoeren met nieuwe concepten en technieken.

Verlinden verwacht ook bij *individuele consumenten* weinig vraag naar de mWKK. Energie is voor huiseigenaren geen belangrijk onderwerp en energieopwekking al helemaal niet. Ook al is er een groeiende bewustwording onder consumenten, dan zullen zij geen grote invloed op de niche-markt hebben. Ook hiervoor geldt echter dat het rijk consumenten voorlicht over nut en noodzaak van energiebesparing.

Verlinden verwacht niet dat *ngo's* tegenstander van mWKK zijn. Ook zij zijn minder technologie gericht en denken in prestaties. Ze zijn wel voorstander van decentrale opwekking en daardoor eerder voorstander van mWKK dan van grootschalige warmtenetten. Maar energiebesparing en duurzaamheid staan bij de ngo's op de eerste plaats.

De *media* kunnen gebruikt worden om de mWKKs aan consumenten te verkopen. Maar de boodschap is moeilijk omdat het een duur apparaat is en elektriciteit opwekt (iets waar consumenten niet op zitten te wachten). Het gemiddelde huishouden is daarom volgens Verlinden bij de huidige lage energieprijzen waarschijnlijk niet geïnteresseerd.

Verlinden ziet een verschil tussen de *energieleveranciers en -producenten*. De leveranciers willen energie verkopen en hebben geen directe voorkeur voor het apparaat dat deze energie gebruikt. Zij kunnen wel de ontwikkeling van een technologie maken of kraken door hun klanten al dan niet te stimuleren een bepaalde technologie te gebruiken. Zij letten hierbij met name op de elektriciteitsprijs (en de beïnvloeding hiervan door decentrale opwekking); de consumenten worden hierbij wellicht vergeten. De *energie-producenten* hebben belang in centrale opwekking en zullen wellicht enkel voorstanders zijn van decentraal als ze de mWKKs in handen kunnen houden. Zij kunnen echter een grote invloed hebben op de ontwikkeling van mWKK door decentraal wel of niet te steunen.

Netbeheerders zijn volgens Verlinden geen directe voor- of tegenstander van mWKK en zullen de technologie ook niet direct beïnvloeden. Zij volgen gewoon de energieleveranciers.

De *gammawetenschap* moet volgens Verlinden een grotere rol spelen. Zodra een apparaat technisch goed is afgestemd, moet er gekeken worden naar het gedrag van consumenten. Dit moet een belangrijk onderdeel zijn van de veldproeven.

Scenario van de Virtual Power Plant

Het scenario waarin binnen een wijk de huizen met een warmtepomp worden afgewisseld met huizen met een mWKK is volgens Verlinden moeilijk haalbaar omdat dergelijke afspraken met huizeigenaars moeilijk zijn te maken. Om dit mogelijk te maken, zouden energieleveranciers of energieproducenten de regie moeten voeren.

Bij de eventuele externe sturing van de mWKK mag de waarde van de elektriciteit niet de basis zijn zodat er warmte wordt weggegooid. Omdat elektriciteit een handelsproduct is (en de warmte van de mWKK niet), bestaat de kans dat de sturing wel hierop gebaseerd zal zijn.

Economische aspecten

Verlinden moet bij zijn uitspraken over techniekontwikkeling van de mWKK hier wel enkele slagen om de arm houden. Hij heeft zich nog onvoldoende verdiept in de techniek en de verwachtingen voor de toekomst. Er zijn een paar redenen waarom de nichemarkt van mWKK mogelijk niet zal doorgroeien naar een grootschalige markt. Allereerst de slechte *verhouding tussen draaiuren en rendement*. De mWKK op basis van de Stirlingmotor is relatief duur, heeft een laag rendement en daardoor een erg lange terugverdientijd. Verlinden verwacht dat de terugverdientijd van de mWKK met brandstofcellen op de langere termijn korter zou kunnen zijn, maar het is de vraag of dit goed genoeg is om een grootschalige markt te bereiken. Tevens is de energiebesparing in verhouding tot het verbruik gering vergeleken met andere technologieën. Daarnaast *daalt de warmtevraag zeer sterk (minimaal 30% is de doelstelling van dit kabinet)* door betere isolatie in bestaande bouw en door klimaatneutrale nieuwbouw vanaf 2020. Bij al deze kenmerken geldt dat de mWKK een concurrent is van de warmtepomp, van isolatie en andere besparingstechnologieën en van duurzame energiebronnen. Betere opslagmogelijkheden van zowel warmte als elektriciteit zouden de markt wel kunnen vergroten.

Snel en kostenefficiënt is voor het rijk van groot belang bij energiebesparing in bestaande bouw. mWKK is nog te veel aan het begin van de marktintroductie om snel en goedkoop bruikbaar te zijn. Daarom dat het rijk in zijn kortetermijnbeleid de voorkeur heeft voor bestaande technologieën als isolatie en ventilatie. Maar zoals gezegd, wordt de mWKK wel ondersteund in de ontwikkeling van innovatieve energiebesparende concepten.

Verlinden acht het mogelijk dat in andere landen met woningen met een grote warmtevraag (Scandinavië, Duitsland, etc (deze landen hebben weliswaar zeer goede prestatie-eisen maar ook relatief grotere woningen dan Nederland en daarmee per woning hogere warmtevraag) de mWKK sneller meer kans van slagen heeft dan in Nederland. Mogelijk dat door het succes in andere landen ook de mWKK hier geïntroduceerd wordt.

Technische aspecten

Verlinden acht de kansen voor een grootschalige markt van mWKK op brandstofcellen groter als onderdeel van de overgang naar een waterstof-economie (als daar voor gekozen wordt op (inter)nationaal niveau). Maar ook dit zal een grootschalige plotse omschakeling moeten zijn en kan moeilijk geleidelijk gebeuren. Hiervoor is het wel van belang dat de elektriciteitsopslag-mogelijkheden verbeteren.

Maatschappelijke aspecten

Verlinden vindt dat er bij de ontwikkeling van de toekomstscenario's te veel focus is op de aanbodkant en er te weinig naar de vraagkant, de consumenten, wordt gekeken. Hij denkt dat de verwachtingen van de vraagkant ver verwijderd zijn van het toekomstscenario dat door de aanbodkant (de industrie) geschetst wordt.

Met betrekking tot de regelgeving rond mWKK, zijn nog enkele ontwikkelingen nodig. Zo is het mogelijk problematisch om mWKK in de EPC-berekening goed te waarderen omdat het ook buiten het gebouw invloed heeft (de elektriciteitslevering en -verkoop). VROM kijkt op dit moment hoe de EPC-berekening aangepast kan worden aan toekomstige technieken zoals mWKK zodat deze op een goede manier worden gewaardeerd.

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

mWKK en duurzame energie passen prima naast elkaar. Beide ontwikkelingen staan elkaar volgens Verlinden niet in de weg.

Klimaatverandering en CO₂-emissies

Verlinden kent de actuele prestaties van mWKK niet en daarmee ook niet de invloed op CO₂-emissies.

Liberalisering, voorzieningszekerheid en autonomie

Verlinden is van mening dat in de huidige geliberaliseerde energiesector aspecten van mWKK als grotere autonomie van huishoudens en grotere voorzieningszekerheid voor huishoudens, geen doorslaggevende argumenten zullen zijn voor de introductie van mWKK.

B.8 Interview Rik Grashoff (energie transitieplatform Gebouwde Omgeving + woningcorporatie Woonbron) en Teun Bokhoven (energie transitieplatform Gebouwde Omgeving + Consolair + DE Koepel + EAC)

17 december 2007, 13:30 - 15:30 uur, Gouda

Ontwikkeling stuurbare decentrale opwekking in Nederland

Bokhoven en Grashoff zien de ontwikkeling van mWKK in Nederland als een nieuwe generatie HR-ketels met een iets groter rendement dan de bestaande HR-ketel (die vanaf 1990 op de markt is). De HRe-ketels worden vanaf nu getest en komen vanaf 2015 grootschalig op de markt in de bestaande bouw als vervanger van de huidige HR-ketel. De HRe zal ongeveer een generatie meegaan en vanaf 2030 weer van de markt verdwijnen omdat er tegen die tijd betere (duurzame) alternatieven zijn. Er zijn volgens Bokhoven en Grashoff verschillende redenen waarom de hoeveelheid HRe-ketels na 2030 weer zal afnemen: de dalende warmtevraag (door betere isolatie en energiebesparingsmaatregelen in bestaande bouw), de stijgende gasprijs en de verbetering van de duurzame energie alternatieven als PV, wind en zon-thermisch. De HRe-ketel is volgens Bokhoven en Grashoff niet geschikt voor gebruik in nieuwbouw wegens de kleine (en in de toekomst steeds verder afnemende) warmtevraag die gekoppeld is aan de dalende EPC-norm (0,4 in 2015). Zij verwachten sowieso dat er in steeds meer nieuwbouwwijken geen gasnet meer aangelegd zal worden.

De ontwikkeling van mWKK in Nederland is volgens Bokhoven en Grashoff een stap in de transitie van de energievoorziening van een centrale energievoorziening grotendeels gebaseerd op fossiele brandstoffen naar een decentrale duurzame energievoorziening waarbij de duurzame energie in huishoudens, op wijkniveau en stedelijk niveau door verschillende duurzame energietechnologieën wordt opgewekt. Met betrekking tot het gasnet zien zij vooral een afname in het fijne / kleine gedeelte van het gasnet (huishoudens en wijkniveau). De grootschalige gassystemen zullen blijven bestaan, waarbij ook mobiliteitsdoeleinden zouden kunnen worden toegevoegd (dus niet alleen voor verwarming of elektriciteitsopwekking).

De ervaringen die we opdoen met de mWKK grootschalig op de markt te brengen zijn van belang bij de verdere ontwikkeling van deze transitie. Vooral de ervaringen die we opdoen met mWKK met de reacties van alle partijen op de nodige gedragsveranderingen die gepaard gaan met de nieuwe technologie en verantwoordelijkheden in een decentrale energievoorziening zijn volgens Bokhoven erg interessant.

Wie heeft welke rol? (gebaseerd op indeling stakeholder-analyse)

Binnen Nederland ziet Bokhoven een duidelijke leidende rol voor *GasTerra* in de ontwikkeling van de mWKK. Dit is volgens hem ook logisch omdat zij de verkoop van gas willen stimuleren. *GasTerra* schetst volgens Bokhoven een erg positief beeld van de mWKK en hij twijfelt of dit inderdaad haalbaar is. De andere *energieleveranciers* zijn niet direct trekkers. Zij zetten in op verschillende technologieën tegelijkertijd om hun inkomsten in de toekomst veilig te stellen.

De *ketelfabrikanten*, onder andere Nefit, en daarbij horende industrie zijn wel trekkers van de ontwikkeling van mWKK. Zij zien het als een nieuwe markt. De producenten van andere nieuwe energiebronnen als PV, warmtepompen en dergelijke zijn uiteraard concurrenten en zullen de ontwikkeling van mWKK nauwlettend volgen en aandringen op een gelijk speelveld.

Voor de overige stakeholders vindt Bokhoven het moeilijk om aan te geven welke voordelen zij uit de ontwikkeling van mWKK hebben ten opzichte van andere nieuwe energie technologieën.

De *netbeheerders* staan relatief neutraal tegenover de ontwikkelingen. Toch verwacht Bokhoven dat zij de voorkeur geven aan wind en PV omdat die beter voorspelbaar en stuurbaar zijn.

De externe sturing van mWKK die nodig is bij grootschalige toepassing, zal volgens Bokhoven door de netbeheerders uitgevoerd moeten worden.

Grashoff geeft aan dat *woningcorporaties* grote spelers zijn op de woningmarkt en qua energiebesparing en energiegebruik grote slagen kunnen maken. Woningcorporaties zijn echter gebonden aan rijksregelgeving en werken met maatschappelijk kapitaal. Het zijn dus geen onafhankelijke bedrijven die risicovolle investeringen kunnen doen. Grashoff geeft tevens aan dat de woningcorporaties zeker geen technologieontwikkelaars of -verbeteraars zijn en ook bij mWKK die rol niet zullen vervullen. Er is hiervoor onvoldoende technische kennis bij de corporaties aanwezig. Een beperkte groep van de woningcorporaties kan wel als early adapters beschouwd worden die zowel in de testfasen als beginnende markt mogelijk gedeelten van hun woningbestand met HRe-ketels willen voorzien. Hierbij moet wel rekening worden gehouden dat de zij over het algemeen geen risico's met betrekking tot de technologie willen nemen en bij gebrekkige tests zullen afzien van grootschalige toepassing. Grashoff merkt hier tevens bij op dat de woningcorporaties relatief gezien wel financiële middelen hebben, maar vanwege het feit dat dit gemeenschapsgeld is, hier ook voorzichtig mee omgaan en dus geen risicovolle investeringen doen. Het moet voor woningcorporaties aantrekkelijk zijn en dus financieel vergelijkbaar met bestaande opties zodat de woonlasten passen binnen de standaard huurverhogingen. Bokhoven voegt hieraan toe dat er dan dus een grootschalige marktintroductie subsidie vanuit de overheid nodig is.

Er moet volgens Grashoff wel rekening worden gehouden met het feit dat er door de grote aantallen bestaande (oudere) woningen van de woningcorporaties er met isolatie waarschijnlijk een grotere slag geslagen kan worden op het vlak van energiebesparingen en de corporaties dit dus zullen meenemen in hun beslissing om wel of niet aan de mWKKs te beginnen.

Projectontwikkelaars zijn volgens Bokhoven en Grashoff vergelijkbaar met woningcorporaties en moeten ook niet beschouwd worden als technologie-ontwikkelaars of grootschalige early adapters. Daarnaast richten zij zich met name op nieuwbouw en dat is sowieso geen markt voor mWKK.

Bokhoven ziet vooral een rol voor de (*gamma*)wetenschappers in het monitoren en onderzoeken van de reacties van de verschillende actoren op de introductie van een decentrale nieuwe energie-technologie zoals mWKK en het element van stuurbaarheid. Er is immers grote vraag naar onderzoek naar de gedragsveranderingen van de verschillende stakeholders bij de transitie naar een decentrale duurzame energievoorziening.

De *overheid* staat volgens Bokhoven en Grashoff neutraal tegenover mWKK. Zij doen wel onderzoek maar nemen weinig beslissingen met betrekking tot mWKK specifiek en nieuwe energietechnologieën in het algemeen. De transitieplatforms hebben een rol in het ontwikkelen van de scenario's voor de energievoorziening. Het uitvoeren en in gang brengen van de nodige transitie kan echter niet door de markt alleen gebeuren. Hier is steun en sturing van de overheid bij nodig.

De rol van de *media* in de ontwikkeling van mWKK is de heren Bokhoven en Grashoff niet echt bekend. Zij hebben (nog) geen standpunt hierin genomen. De *ngo's* zullen op dit punt redelijk neutraal zijn. Organisaties als Greenpeace richten zich meer op duurzame energie. Stichting Natuur en Milieu richt zich wel op besparing.

Scenario van de Virtual Power Plant

Op dit moment is de term 'stuurbare decentrale opwekking' volgens Bokhoven met name een marketing-term. Pas bij een echt grootschalige toepassing van mWKK zal er sprake zijn van sturing van buitenaf. Bokhoven verwacht dit pas vanaf het jaar 2020. De slimme systemen die hiervoor nodig zijn, zijn nu in ontwikkeling. Er zal een nieuwe relatie tussen consumenten en netbeheerder (die stuurt) ontstaan. Er moet goed worden nagedacht over hoe je dit verkoopt en hoeveel financiële incentives hierbij nodig zijn om emotionele weerstand te overwinnen. Het

moet in ieder geval een win-win situatie worden voor netbeheerders en consumenten. Hierbij is tevens een belangrijke vraag in hoeverre de technologie de wensen van consumenten gaat domineren. Het moet in ieder geval niet zo zijn dat de consumenten de volledige controle over hun HRe-ketel verliezen en deze niet aan- en uit kunnen zetten op de momenten dat zij willen. Bokhoven ziet het opzetten van de externe sturing als een zware hobbel die genomen moet worden, maar waar wel een oplossing voor komt ter zijner tijd.

Grashoff merkt op dat er ook bij het grootschalige gebruik van warmtepompen sturing van buitenaf nodig is bij het gebruik van de ondergrond. Dit is echter een eenmalige sturing bij de aanleg van de systemen en hoeft tijdens het gebruik ervan niet verder plaats te vinden.

Economische aspecten

Volgens Bokhoven zal er voor een marktintroductie van mWKK een subsidieregeling vanuit de overheid nodig zijn. Zonder deze subsidie komt de ontwikkeling van grootschalig gebruik van de mWKK niet op gang. Daarnaast zal duidelijk moeten worden op welke wijze de opgewekte elektriciteit in het net wordt gevoed en hoe deze wordt verrekend. De SDE gaat nu niet uit van mWKK. Er is nu wel een categorie voorgesteld voor de subsidiëring van de onrendabele top van PV. Voor de woningbouw ligt er een schot op 3 KWp. Indien een huishouden tevens een mWKK heeft van 1 kW, dan komt het totaal boven deze grens uit en zou het in een geheel andere categorie met andere bedragen vallen. Bovendien zal in de SDE dergelijke oneigenlijk gebruik van de regeling moeten worden voorzien en voorkomen.

Grashoff voegt hieraan toe dat ook de ontwikkeling van de gasprijs de ontwikkeling van mWKK kan beïnvloeden. Wanneer deze prijzen sterk stijgen, zal de voorkeur sneller uitgaan naar de duurzame opties als PV, wind en zon-thermisch.

Technische aspecten

De grootschalige toepassing van HRe is volgens Grashoff relatief makkelijk mogelijk omdat er geen grote aanpassingen aan de bestaande huizen en infrastructuur gedaan moeten worden. Het idee van het vervangen van de HR-ketel is een makkelijk toe te passen concept. Dit in vergelijking met de warmtepomp waarvoor grotere installaties boven- en ondergronds geplaatst moeten worden. Het eventueel versterken van de netwerken is ook iets wat pas bij grotere getallen nodig zal zijn.

De warmtepomp is wel een echte concurrent van de HRe en biedt volgens Bokhoven ook meer voordelen voor de consument maar ook bij grootschalige toepassing omdat het beter aansluit bij de dag/nacht behoefte aan energie en warmte. De mWKK zal met name 's nachts en 's avonds aanstaan wanneer de vraag naar warmte groot is terwijl de vraag naar elektriciteit dan juist klein is. De warmtepomp zal eerder overdag aanstaan. De warmtepomp sluit tevens goed aan bij de groeiende vraag naar koeling in Nederland. Bokhoven en Grashoff verwachten dat er vanaf 2030 grootschalige transportnetten voor warmte in Nederland bestaan waardoor de warmtepompen ook op wijkniveau breed kunnen worden toegepast en de HRe van de kaart verdwijnt. De mWKK is daarom vooral een goede test voor toekomstige decentrale technologieën.

Ook PV sluit beter aan bij de dag/nacht behoefte naar elektriciteit. Over een aantal jaren (2015-2020), wanneer de kosten van PV gedaald zijn, zou dit dus tevens een grote concurrent van de mWKK worden. Het voordeel van mWKK ten opzichte van de concurrenten PV en warmtepompen is het feit dat gas beter opgeslagen kan worden dan warmte en elektriciteit.

Nederland is in de ontwikkeling van mWKK volgens Bokhoven geen koploper. Landen als Japan zijn veel verder. Ook Duitsland en Italië zijn actief op dit vlak. Het VK heeft zijn voor-sprong verloren na het mislukken van een aantal projecten.

Bokhoven en Grashoff zien de ontwikkeling van mWKK met name als een ontwikkeling van de mWKK met een Sterling motor. De mWKK met brandstofceltechnologie is nog ver weg.

Maatschappelijke aspecten

De Nederlandse overheid neemt volgens de heren Bokhoven en Grashoff te weinig beslissingen op het gebied van duurzame energie technologie. Zij beperkt haar rol te vaak tot het doen van onderzoek en uitzoeken van de mogelijkheden. In Duitsland zou volgens Bokhoven de overheid juist de trekker zijn van ontwikkelingen als de mWKK. Samen met de energieleveranciers en de industrie zouden zij de netbeheerders 'overrulen' en de maatschappij (zowel consumenten als ngo's) overtuigen. Dit is volgens Bokhoven een effectiever systeem dan het Nederlandse.

HRe-ketel binnen brede maatschappelijke ontwikkelingen

Transitie naar duurzame energie

Vooraf op de middellange termijn (tot 2030) en bij grootschalige toepassing is de mWKK volgens Bokhoven en Grashoff een concurrent van duurzame energietechnologieën als PV, wind en zonthermisch. De praktijkervaringen die we de komende jaren opdoen met het testen en de marktintroductie van de HRe is ook bruikbaar voor de marktintroducties van de duurzame technologieën. Het is erg interessant om de reacties en het gebruik van consumenten, marktpartijen, netbeheerders, overheid, maatschappij, wetenschap en industrie in dit proces te volgen en hiervan te leren voor de verdere transitie van het energiesysteem van Nederland naar duurzaam en decentraal.

Bokhoven geeft duidelijk aan dat het gebruik van gas voor de verwarming van woningen en andere gebouwen het minste voorkeur geniet. Een dergelijke energievrije fossiele brandstof moet met name gebruikt worden voor energieprocessen waar hoge temperaturen nodig zijn die met andere energiebronnen moeilijk te halen zijn.

Klimaatverandering en CO₂-emissies

Bokhoven en Grashoff zien de mWKK als overgangstechnologie richting een duurzame energiehuishouding. Het is een tijdelijke oplossing, maar is zeker niet het ei van Columbus als het gaat over klimaatverandering of de reductie van CO₂-emissies

Liberalisering, voorzieningszekerheid en autonomie

Bokhoven en Grashoff voorzien een transitie binnen Nederland naar een gedecentraliseerd energie-systeem. Huishoudens, wijken en andere decentrale units gaan meer en meer zelf voorzien in hun elektriciteits-, gas- en warmtevraag. Dit zal echter niet leiden tot een autarkie of complete autonomie. Er zal altijd enige centrale sturing en organisatie blijven bestaan (bv netbeheerders). Het systeem wordt energieneutraal, maar niet autarkisch.

De ontwikkelingen van de energievoorziening in Nederland en de introductie van de mWKK hebben volgens Bokhoven en Grashoff geen invloed op de leveringszekerheid binnen Nederland.

Appendix C Written Statement Association of house owners (Vereniging Eigen Huis) (in Dutch)

Standpunt Vereniging Eigen Huis

Op basis van telefonisch gesprek met de heer Ferry Nieuwboer (3 augustus 2007)

De vereniging Eigen Huis wees het verzoek voor een interview over hun visie op de toekomst van de ontwikkeling van decentrale opwekking in huishoudens door mWKK af. De vereniging Eigen Huis vertegenwoordigt de mening van haar leden in visies over ontwikkelingen als bijvoorbeeld de mWKK. Echter omdat deze technologie nog niet bij haar leden bekend is, kan de vereniging Eigen Huis ook geen visie op de technologie formuleren.

De vereniging Eigen Huis is goed geïnformeerd over de ontwikkelingen op het gebied van decentrale opwekking bij huishoudens en is o.a. vertegenwoordigd in het transitieplatform energie in de gebouwde omgeving (PEGO). Hier stelt de vereniging zich kritisch op om de belangen van consumenten in de ontwikkeling van mWKK mee te nemen. Zo is onder andere gewezen op de ontwikkeling van klimaatneutrale huizen waarbij de warmtevraag nihil is en dus een mWKK wellicht overbodig. Een ander element waar de vereniging op gewezen heeft is het vermogen van de mWKK dat relatief klein is 1 kW. Een groter vermogen (bijvoorbeeld 2 kW) zou voor consumenten aantrekkelijker zijn (meer opbrengst uit teruglevering aan het net).

In het algemeen ziet de vereniging Eigen Huis de ontwikkelingen van de mWKK als een commerciële ontwikkeling waarbij marktpartijen zoeken naar een product dat zo goedkoop mogelijk zo groot mogelijk kan worden afgezet in de markt. Een kritisch geluid zoals bijvoorbeeld dat van de vereniging Eigen Huis is daarbij gewenst.