

**Reifegradmodell für Smart Grids: Bewertung der Migrationspfade anhand von
zwei Fallstudien**

Von der Fakultät/den Fakultäten* für Mathematik und Naturwissenschaften/Fakultät für
Medizin und Gesundheitswissenschaften/Fakultät für Informatik, Wirtschafts- und
Rechtswissenschaften* der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg zur Erlangung des
Grades und Titels einer/eines*

Doktorin der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

angenommene Dissertation

von Frau Agnetha Flore

geboren am 14. November 1977 in Oldenburg

Gutachter Prof. Dr.-Ing. Jorge Marx Gómez

Weiterer Gutachter

Prof. Dr. Frank Teuteberg

Tag der Disputation: 03. November 2020

Danksagung

Diese Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Energie im OFFIS (Institut für Informatik). In dieser Zeit habe ich an zwei Forschungsprojekten gearbeitet, in denen wesentliche Artefakte der Arbeit entwickelt und beispielhaft erprobt werden konnten.

Während dieser Zeit wurde ich von vielen Menschen auf vielfältige Weise unterstützt. Diesen Menschen sei an dieser Stelle gedankt, auch wenn nicht alle namentlich erwähnt werden können.

Als erstes möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Jorge Marx Gómez der Universität Oldenburg bedanken, der mir als externe Doktorandin die Möglichkeit bot, an der Universität Oldenburg zu promovieren und mich mit großem Sachverstand über die Zeit meiner Anfertigung der Dissertation betreut und unterstützt hat. Ebenso möchte ich meinem Zweitprüfer Prof. Dr. Frank Teuteberg der Universität Osnabrück danken, für die wertvollen Hinweise und die Übernahme des Zweitgutachtens. Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Prüfungskommissionsvorsitzenden Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff sowie dem Prüfungskommissionsmitglied Dr. Christian Schönberg bedanken.

Auch bedanken möchte ich mich bei OFFIS, für die Gewährung von Freiräumen für die Promotion, meinem Bereichsleiter Dr.-Ing. Jürgen Meister, meinem Gruppenleiter Dr.-Ing. Mathias Uslar und besonders auch den Kollegen aus meiner Gruppe SEA und dem PhD-Assembly für zahlreiche inhaltliche und methodische Diskussionen, für die Reviews, für Feedbacks bei Probevorträgen, für die Unterstützung bei einigen Anwendungen und ganz allgemein für die angenehme Arbeitsatmosphäre.

Ein weiterer Dank geht an die externen Projektpartner aus Wissenschaft und Industrie für zahlreiche Diskussionen, Feedbacks, Experteninterviews und der Teilnahme an Umfragen. Sowie an meine Ansprechpartner bei der BOC-Group für ihre Unterstützung.

Meiner Familie danke ich für die immerwährende Unterstützung über den gesamten Zeitraum der Dissertation. Besonders meinem Mann Michael, meinen Kindern Vanessa, Christopher und Bennett sowie meinen Eltern. Sie alle haben an mich und meinen Erfolg geglaubt. Danke!

Einen letzten Dank für das Korrekturlesen geht an meine Schwester Claudia und meine Tante Martina.

Agnetha Flore

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	v
Zusammenfassung	6
Abstract.....	7
1 Einführung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.1 Ausgangslage und Problemstellung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.2 Offene Punkte bisheriger Lösungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.3 Ziel und Lösungsansatz	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.4 Forschungsdesign	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.5 Aufbau der Arbeit	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2 Reifegradmodelle.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1 Definition.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1.1 Top-down-Design vs. Bottom-up-Design von Reifegradmodellen ..	Fehler!
Textmarke nicht definiert.	
2.1.1.1 Top-down-Design von Reifegradmodellen	Fehler! Textmarke
nicht definiert.	
2.1.1.2 Bottom-up-Design von Reifegradmodellen	Fehler! Textmarke
nicht definiert.	
2.1.2 Der Einsatz des Rasch-Modells im Kontext von	
Reifegradmodellen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2 Überblick allgemeine Reifegradmodelle	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.3 Überblick Reifegradmodelle für das Smart Grid.....	Fehler! Textmarke nicht
definiert.	
2.4 Literaturrecherche zu Smart Grid Reifegradmodellen mit	
Migrationspfaden	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.5 Zwischenfazit.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3 Maturity Model and Migration Paths for Smart Grids (3MPSG)..	Fehler! Textmarke
nicht definiert.	
3.1 Vorgehensweise.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.2 Dimensionen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.3 Erstellung eines Fragenkatalogs	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.3.1 Entwicklungsprozess	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.3.1.1 Formulierung von Items	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.3.1.2 Pretest	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.3.1.3 Statistische Validierung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.4 Bestimmung der Reifegrade	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.5 Zwischenfazit.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

4	Migrationspfade	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.1	Definition	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2	Vorgehensweise	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.1	Entwicklung von Schlüsselfaktoren	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.2	Entwicklung von Extremalprojektion .	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.3	Entwicklung von Rohszenarien.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.4	Entwicklung von Zielszenarien	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.5	Entwicklung von Dimensionen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.6	Entwicklung von Reifegraden	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.7	Analyse.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.8	Entwicklung der Komplexitätsmatrix .	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.9	Entwicklung der Roadmap	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2.10	Kritikalität	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.3	Zwischenfazit.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5	Kosten-Nutzen-Aufstellung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1	Übersicht Kosten	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.1	CAPEX-Kosten	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.2	OPEX-Kosten.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.2	Übersicht Nutzen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3	Kostenhochrechnung für die Migrationspfade	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.4	Zwischenfazit.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6	Handhabbarkeit des Modells in der Praxis	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.1	Kosten-Komplexität-Überlegungen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.2	Kosten für die Einführung des Modells im Unternehmen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3	Umgang mit der Komplexität	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.1	Selbstadaption	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.2	Werkzeug- und Softwareunterstützung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.3	Nutzwertanalyse zur Softwareauswahl	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.4	Praxislösung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.4	Zwischenfazit.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7	Evaluation	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.1	Definition	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.2	Vorgehensweise	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.2.1	Methoden aus der Literatur	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.2.2	Methodenauswahl für die Dissertation	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.3	Evaluationsmethode: Fallstudie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.3.1	Research Design der Fallstudie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.3.2	Auswahlprozess der Fallstudie.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4	Fallstudie 1.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.1	Beschreibung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.2	Anwendung Reifegradmodell	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3	Anwendung Migrationspfade	Fehler! Textmarke nicht definiert.

7.4.3.1 Schlüsselfaktoren.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.2 Extremalprojektion	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.3 Rohszenarien	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.4 Zielszenarien.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.5 Dimensionen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.6 Reifegrade.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.7 Analyse	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.8 Komplexitätsmatrix	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.9 Roadmap.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.3.10 Kritikalität	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4.4 Anwendung Kosten-Nutzen-Aufstellung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5 Fallstudie 2.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.1 Beschreibung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.2 Anwendung Reifegradmodell	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3 Anwendung Migrationspfade	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.1 Schlüsselfaktoren.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.2 Extremalprojektion	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.3 Rohszenarien	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.4 Zielszenarien.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.5 Dimensionen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.6 Reifegrade.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.7 Analyse	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.8 Komplexitätsmatrix	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.9 Roadmap.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.3.10 Kritikalität	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.5.4 Anwendung Kosten-Nutzen-Aufstellung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.6 Zwischenfazit.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8 Schlussbetrachtung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.1 Zusammenfassung und Bewertung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.2 Vergleich der zwei Ausbauvarianten.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.3 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Glossar.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Literaturverzeichnis.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Forschungsrahmen der Arbeit (in Anlehnung an Hevner et. al (2004)) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 2: Schematisches Prinzip des Rasch-Algorithmus ..**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 3: Rahmen für die Literaturrecherche (Baker, 2000) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 4: Konzeptmappe von Reifegradmodell in Verbindung mit Migrationspfaden **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 5: Literatursuchprozess **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 6: Vorgehensmodell Entwicklung von Reifegradmodellen (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 7: Vorgehensmodell zur Entwicklung von Migrationspfaden (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 8: Modell der Systemebenen (Quelle: European Electricity Grid Initiative and Implementation Plan) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 9: Generelles Beispiel eines Migrationspfads (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 10: Grafische Darstellung mit ADONIS der BOC-Group **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 11: Darstellung der Einflüsse auf Ebene der Entwicklungsschritte **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 12: Darstellung der Einflüsse auf Ebene der Dimensionen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 13: Sankey-Diagramm Gesamt **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 14: Roadmap Fallstudie 1 **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 15: Roadmap Zielszenario 1 (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 16: Roadmap Zielszenario 2 (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 17: Kritischer Pfad Zielszenario 3 (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 18: Kritischer Pfad Zielszenario 3 mit Entwicklungsgeschwindigkeit der Technologien (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 19: Roadmap Zielszenario 3 (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 20: Darstellung der Einflüsse auf Ebene der Entwicklungsschritte **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 21 : Darstellung der Einflüsse auf Ebene der Dimensionen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 22: Sankey-Diagramm Gesamt **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 23: Roadmap Fallstudie 2 am Beispiel Modellnetz S1 **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 24: Roadmap Zielszenario 1 (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

- Abbildung 25: Roadmap Zielszenario 2 (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler!
Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 26: Kritischer Pfad Zielszenario 3 (Quelle: eigene Darstellung) **Fehler!
Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 27: Kritischer Pfad Zielszenario 3 mit Entwicklungsgeschwindigkeit der
Technologien (Quelle: eigene Darstellung).....**Fehler! Textmarke nicht
definiert.**
- Abbildung 28: Roadmap für Zielszenario 3 (Quelle: eigene Darstellung)..... **Fehler!
Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 29: Vergleich der Kostenhochrechnung der zwei Fallstudien..... **Fehler!
Textmarke nicht definiert.**

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Forschungsfragen der Dissertation **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 2: Berechnungen der Messwerte, IRF und Schätzungen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 3: Querschnittsthemen des SG IMM **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 4: Interoperabilitätskategorien des SG IMM **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 5 : Taxonomie einer Literaturrecherche **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 6: Datenbanken für Literatursuche **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 7: Checkliste zum Abgleich der Eingangskriterien **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 8: Übersicht Dimensionen gemäß Literaturrecherche .. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 9: Entwicklungsprozess nach Strobl..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 10: Übersicht Kapitalkosten für Speicher **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 11: Übersicht Kapitalkosten für Quellen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 12: Übersicht Kapitalkosten für Senken **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 13: Übersicht Kapitalkosten für Zubehörkomponenten **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 14: Nutzwertanalyse für Softwareauswahl .. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 15: Bewertungsschema der Nutzwertanalyse **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 16: Rahmenwerk für die Wahl einer DSR-Evaluationsmethode..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 17: Artefakttypen..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 18: Evaluationsmethoden **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 19: Verteilung von Evaluationsmethoden je Artefakttyp **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 20: Auswahl Dimensionen nach Anforderungserhebung aus den vier Themenfeldern..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 21: Gesamtübersicht aller Technologien und Komponenten **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 22: Übersicht der Zielzustände je Dimension je Zielszenario **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 23: Komplexitätsmatrix **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 24: Rang der Dimensionen in Bezug auf die Stärke der Abhängigkeit..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 25: Gewichtete Einflüsse aller Vorgänge (Algorithmus-Ergebnis)..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 26: Farbdarstellung je Dimension..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 27: Kostenhochrechnung Fallstudie 1 **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 28: Auswahl Dimensionen nach Anforderungserhebung aus den vier Themenfeldern..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 29: Gesamtübersicht aller Technologien und Komponenten **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Tabelle 30: Übersicht der Zielzustände je Dimension je Zielszenario **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Tabelle 31: Komplexitätsmatrix **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Tabelle 32: Rang der Dimensionen in Bezug auf die Stärke der Abhängigkeit..... **Fehler!
Textmarke nicht definiert.**
Tabelle 33: Gewichtete Einflüsse aller Vorgänge (Algorithmus-Ergebnis)..... **Fehler!
Textmarke nicht definiert.**
Tabelle 34: Farbdarstellung je Dimension..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Tabelle 35: Übersicht Dimensionen mit Nummerierung **Fehler! Textmarke nicht
definiert.**
Tabelle 36: Kostenhochrechnung Fallstudie 2 **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Tabelle 37: Erkenntnisse aus den Fallstudien..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Tabelle 38: Unterschiede der Fallstudien **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Zusammenfassung

Das Thema Energiewende und insbesondere erneuerbare Energien (EE) haben in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Erneuerbare Energien sind einer der entscheidenden Faktoren für die Erreichung der Energieziele der Bundesregierung.

Durch die knapper werdenden Ressourcen ist bereits seit Jahren ein Trend zu erneuerbaren Energien spürbar. Sowohl im landwirtschaftlichen Sektor als auch inzwischen im privaten Sektor mit Windenergieanlagen, Biogasanlagen, Solaranlagen und PV-Anlagen. Durch die Politik wurde der Erwerb von erneuerbaren Energien bereits seit Jahren finanziell unterstützt und gefördert, sodass die erneuerbaren Energien starken Einzug in private Haushalte, aber auch in der Landwirtschaft und mittelständischen Projektierern, gefunden haben.

Die bisher zentral gesteuerte Netzinfrastruktur sollte dazu befähigt werden, immer mehr Energie von dezentralen Einspeisern aufnehmen zu können. Hinzu kommt noch das Problem, dass viele der erneuerbaren Energien immer nur punktuell und schubweise einspeisen können, aber der Strombedarf der Kunden davon abweicht. Die Stromnachfrage weicht also stark vom Stromangebot durch erneuerbare Energien ab.

Hier gilt es für die Energieversorger, ein stets stabiles und zuverlässiges Netz mit immer gleichbleibender Spannung den Endnutzern zur Verfügung zu stellen, um mit den neuen Gegebenheiten arbeiten zu können (vgl. Future Energy Grid: acatech STUDIE), (Appelrath, Mayer, & Rohjans, 2012).

Zu diesem Zweck soll das Stromnetz modernisiert und durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) intelligent gemacht werden. Ein intelligentes Stromnetz – oder auch *Smart Grid* genannt – liegt vor, wenn innerhalb des Netzes ein Informationsaustausch erfolgt, mit dessen Hilfe die Stromerzeugung, der Verbrauch und die Speicherung dynamisch gesteuert werden können.

In dieser Arbeit wird ein Modell für die Bewertung von Reifegraden im Smart Grid vorgestellt, mit dem besonderen Augenmerk auf der Ausarbeitung von Entwicklungsstufen, die von den Energieversorgern umgesetzt werden können, um ein intelligenteres Netz zu schaffen. Ebenso findet eine monetäre Bewertung dieser Stufen statt.

In einem letzten Schritt werden der Kosten-Nutzen-Vergleich, sowie die Nachhaltigkeit der einzelnen Schritte und Möglichkeiten betrachtet. Für diesen Zweck wird die Erprobung neuer Soft- und Hardware für modernste Informations- und Kommunikationsmethoden anhand zweier Fallstudien erarbeitet. Für diese Fallstudien werden die Entwicklungsstufen definiert, bewertet und einer kritischen Würdigung unterzogen.

Abstract

The topic of the energy system transformation and in particular renewable energies have become increasingly important in recent years. Renewable energies are one of the decisive factors for achieving the Federal Government's energy targets.

Due to dwindling resources, a trend towards renewable energies has been noticeable for years. Both in the agricultural sector and now in the private sector with wind energy plants, biogas plants, solar plants and PV plants. Politicians and banks have been providing enormous financial support and encouragement for the purchase of renewable energies for years, so that it has found its way into private households, agriculture and wind farms.

The previously centrally controlled network infrastructure must be able to cope with the fact that it has to plan more and more feeders, i.e. decentralized feeders. Added to this is the problem that many renewable energy sources can only feed in at certain points and in stages, but the customers' electricity requirements are not suitable.

It is important for the energy suppliers to provide an always stable and reliable network with always constant voltage to the end users, but to be able to deal with the new conditions (Appelrath et al., 2012).

To this end, the electricity grid should be modernized and made intelligent through information and communication technology.

This contribution presents a model for the evaluation of maturity levels in the Smart Grid with particular attention to the elaboration of development stages that energy suppliers have to go to create a smarter grid, as well as a monetary evaluation of these stages.

In a final step, the cost-benefit comparison and the sustainability of the individual steps and possibilities are to be considered.

For this purpose, the testing of new hardware and software for new information and communication methods is carried out using two case studies from real existing projects. These case studies are also used to define, evaluate and critically assess the development stages.