

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Fakultät Life Sciences

Energy Transformation Index für Körperschaften am Beispiel der TH Nürnberg

Masterarbeit  
im Studiengang  
Renewable Energy Systems

vorgelegt von

**Hidir Altinok**

**2069897**

Nürnberg

am 16. Oktober 2014

**Gutachter:** Prof. Dr.-Ing. Christof Lechner (HAW Hamburg)

**Gutachter:** Prof. Dr. Klaus Hofbeck (TH Nürnberg)

## Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, ein Verfahren weiterzuentwickeln, mit der man die Energiewende messbar machen kann, um sie schließlich auf öffentliche Einrichtungen oder Unternehmen anzuwenden.

Das Fraunhofer Institut hat eine Methode entwickelt, mit der sie den Fortschritt der Energiewende in einer Volkswirtschaft angibt. Der veröffentlichte Index heißt „Energy Transformation Index“ (ETI). In dieser Arbeit wurde mit dieser Methode ein internationaler Vergleich mit 22 Staaten erstellt. Danach wurde der Betrachtungsraum schrittweise verkleinert, zunächst auf die Bundesländer von Deutschland und schließlich auf Landkreise von Bayern. Im nächsten Schritt wurde die Methode zum ersten Mal auf einer Körperschaft angewandt. Hierfür diente die TH Nürnberg als Versuchsobjekt. Zum Schluss wurde ein Verfahren gezeigt, mit dem DAX-Unternehmen untersucht wurden.

Beim internationalen Ranking hat 2011 Norwegen den höchsten ETI mit 59 %. Bei der Rangliste der Bundesländer liegen mit Hamburg (46 %) und Berlin (40 %) zwei Stadtstaaten vorne, während bei den Landkreisen Neumarkt in der Oberpfalz (42 %) den höchsten ETI hat.

Als die Methode auf die TH Nürnberg angewendet wurde, konnte festgestellt werden, dass eine direkte Übertragung nicht möglich ist. Deshalb wurde bei der Untersuchung der DAX-Unternehmen der neue Index „Energy Transformation Index for Companies“ eingeführt. Mit dieser Methode schnitt 2012 die Deutsche Bank mit 64% am besten ab.

In der Zukunft sollte die Methode vor allem branchenspezifisch angewendet werden, um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen Unternehmen zu ermöglichen.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Master Thesis mit dem im Ausgabeantrag formulierten Thema ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

-----

Hidir Altinok

## Danksagung

Ich möchte mich bei Prof. Dr.-Ing. Christof Lechner von der HAW Hamburg dafür bedanken, dass er die Betreuung meiner Arbeit übernahm, obwohl wir uns vorher nicht kannten. Auch bedanke ich mich für die wenigen, aber immer sympathischen Telefonate.

Ich danke herzlichst Prof. Dr. Klaus Hofbeck von der TH Nürnberg für seine offene Art, die er mir von Beginn an entgegenbrachte, angefangen von der gemeinsamen Themensuche, für die er sich mehrmals Zeit nahm, bis hin zu der Betreuung der Arbeit, bei der er mir immer kompetent zur Seite stand.

Ein besonderer Dank gilt M. Eng. Benjamin Fuchs von der TH Nürnberg, der mir als Betreuer und vor allem als Diskussionspartner zur Seite stand, mit regelmäßigen Tipps und Verbesserungsvorschlägen sowohl zum Inhalt, aber auch allgemein zum wissenschaftlichen Schreiben.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, die mich nicht nur während dieser Arbeit, sondern mein ganzes Leben lang immer unterstützt hat.



## Inhaltsverzeichnis

Abbildungenverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	10
Abkürzungsverzeichnis.....	11
1 Einleitung.....	13
1.1 Energiewende, Klimawandel und Klimaschutz.....	13
1.2 Überblick der Arbeit.....	15
2 Theoretische Grundlagen.....	16
2.1 Energy Transformation Index (ETI).....	16
2.2 Erneuerbare Energien.....	18
2.3 Effizienz.....	22
2.4 Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung und Kaufkraftparität.....	23
2.5 Primärenergieverbrauch und Primärenergiefaktoren.....	25
3 Validierung des ETI.....	29
3.1 ETI der Länder.....	29
3.2 ETI der Bundesländer.....	37
3.3 ETI bayerischer Landkreise.....	42
4 Energie Transformation Index am Beispiel der TH Nürnberg.....	46
4.1 Geschichte der TH Nürnberg.....	46
4.2 Methode.....	47
4.3 Ergebnisse.....	49
4.4 Diskussion und Ausblick.....	51
5 Betrachtung von DAX-Unternehmen.....	53
5.1 Methode.....	53
5.2 Ergebnisse.....	54
5.3 Diskussion und Ausblick.....	58
6 Zusammenfassung.....	60
6.1 Ergebnisse.....	60
6.2 Diskussion.....	61
6.3 Ausblick.....	63
7 Literaturverzeichnis.....	65
8 Anhang.....	70
8.1 Tabellen mit Daten für die weltweite Berechnung des ETI.....	71

8.2 Tabellen für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs und des Anteils an erneuerbaren Energien für EU-27 .....	74
8.3 Daten für die Berechnung des ETI der Bundesländer .....	75
8.4 Tabellen für die Berechnung der ETI der Landkreise .....	82
8.5 Tabellen für die Berechnung des ETI und ETIFC der Unternehmen .....	91

## Abbildungenverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland in Mio. t CO <sub>2</sub> -äquivalent [4] .....	14
Abbildung 2: Beispiel für die Ermittlung des ETI für Deutschland 2011 [6] .....	17
Abbildung 3: ETI Ranking für ausgewählte Länder [5] .....	18
Abbildung 4: Möglichkeiten zur Nutzung von erneuerbaren Energien [9] .....	19
Abbildung 5: Energieträgeranteile am weltweiten Primärenergieverbrauch 2011 [7] .....	20
Abbildung 6: Anteilig aufgeschlüsselter Beitrag der Erneuerbaren Energien am weltweiten Primärenergieverbrauch 2011 [7] .....	21
Abbildung 7: Anteil der Erneuerbaren am Primärenergieverbrauch in den einzelnen Kontinenten 2011 [7] .....	22
Abbildung 8: Beispiel für ein gesamtwirtschaftliches Produktionskonto [14] .....	24
Abbildung 9: Produktionskonto eines Unternehmens [15] .....	25
Abbildung 10: Energiewandlungskette [8] .....	26
Abbildung 11: Entwicklung des weltweiten fossilen Primärenergieverbrauchs [7] ....	27
Abbildung 12: Anteil am weltweiten Primärenergieverbrauch nach Kontinenten im Jahr 2011 [7] .....	27
Abbildung 13: Vergleich der berechneten ETIs mit den Referenzdaten (*Werte für 2010) [5] .....	30
Abbildung 14: Weltweites ETI-Ranking für 2009 .....	31
Abbildung 15: Weltweites ETI-Ranking für 2010 .....	32
Abbildung 16: Weltweites ETI-Ranking für 2011 .....	32
Abbildung 17: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil erneuerbarer Energien für 2011 .....	34
Abbildung 18: Vergleich des ETI <sub>ppp</sub> mit dem ETI <sub>nom</sub> für 2011 .....	35
Abbildung 19: ETI der Bundesländer für 1994 und 2010 .....	38
Abbildung 20: ETI der Bundesländer im Verlauf von 1994 bis 2010 .....	39
Abbildung 21: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil erneuerbarer Energien der Bundesländer für 2010 .....	40
Abbildung 22: Verlauf des ETI von 1994 bis 2010 in Relation zum optimalen Verlauf .....	41
Abbildung 23: ETI-Ranking der Landkreise .....	43
Abbildung 24: Deutschlandkarte des ETI-Rankings der Landkreise .....	44
Abbildung 25: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil an erneuerbaren Energien für die Landkreise .....	45
Abbildung 26: Lageplan der Standorte der TH Nürnberg [39] .....	47
Abbildung 27: Energiemix der N-ERGIE für 2012 [41] .....	49
Abbildung 28: ETIFC-Ranking der Unternehmen für 2010 .....	56
Abbildung 29: ETIFC-Ranking für Unternehmen 2011 .....	57
Abbildung 30: ETIFC-Ranking für Unternehmen 2012 .....	57
Abbildung 31: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil an erneuerbaren Energien für Unternehmen 2012 .....	58





## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Primärenergiefaktoren gemäß DIN 18599 [10] .....	28
Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten [7].....	29
Tabelle 3: Jährliche durchschnittliche Wechselkurse von Euro auf US-Dollar [22]...	37
Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse der Landkreise.....	43
Tabelle 5: Berechnung des ETI mit dem Budget der Hochschule [40] .....	50
Tabelle 6: Berechnung des ETI mit Einnahmen der Hochschule [40].....	50
Tabelle 7: ETI von Unternehmen für 2010.....	55
Tabelle 8: Daten und ermittelte Werte der weltweiten ETI 2009 [18], [17], [20] .....	71
Tabelle 9: Daten und ermittelte Werte der weltweiten ETI 2010 [18], [17], [19] .....	72
Tabelle 10: Daten und ermittelte Werte der weltweiten ETI 2011 [18], [17], [7] .....	73
Tabelle 11: Berechnung des Primärenergieverbrauchs und des Anteils der erneuerbaren Energien für die EU-27 [20], [19], [7].....	74
Tabelle 12: Bruttoinlandsprodukte der Bundesländer in Mio.€ [21] .....	75
Tabelle 13: Bruttoinlandsprodukte der Bundesländer in Mio. US-Dollar .....	76
Tabelle 14: Primärenergieverbräuche der Bundesländer in TJ [23].....	77
Tabelle 15: Primärenergieverbräuche der Bundesländer in GWh .....	78
Tabelle 16: Anteil der erneuerbaren Energien in den Bundesländern [24] .....	79
Tabelle 17: Energieeffizienz in den Bundesländern.....	80
Tabelle 18: ETI der Bundesländer .....	81
Tabelle 19: Berechnung des ETI für Landkreis Neumarkt [28] .....	82
Tabelle 20: Berechnung des ETI für Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen [36]....	83
Tabelle 21: Daten und Ergebnisse für Unternehmen 2010.....	91
Tabelle 22: Daten und Ergebnisse für Unternehmen 2011.....	91
Tabelle 23: Daten und Ergebnisse für Unternehmen 2012.....	92
Tabelle 24: Daten von Adidas für die Berechnungen [44], [43], [69].....	92
Tabelle 25: Daten der Allianz für die Berechnungen [45], [70], [46].....	93
Tabelle 26: Daten von BWM für die Berechnungen [47], [71], [48].....	93
Tabelle 27: Daten der Deutschen Bank für die Berechnungen [50], [71], [48] .....	94
Tabelle 28: Daten der Deutschen Post für die Berechnungen [52], [51], [72].....	94
Tabelle 29: Daten von Henkel für die Berechnungen [53], [73], [54] .....	95
Tabelle 30: Daten von Lanxess für die Berechnungen [55], [56] .....	95
Tabelle 31: Daten von Linde für die Berechnungen [57], [74].....	96
Tabelle 32: Daten von Merck für die Berechnungen [59], [60].....	96
Tabelle 33: Daten von Munich RE für die Berechnungen [61], [62], [75] .....	97
Tabelle 34: Daten von SAP für die Berechnungen [63], [64] .....	97
Tabelle 35: Daten von Siemens für die Berechnungen [66], [76], [65].....	98
Tabelle 36: Daten von Volkswagen für die Berechnungen [67], [77], [68] .....	99

## Abkürzungsverzeichnis

BIP	Bruttoinlandsprodukt	EFF	Energieeffizienz
BWS	Bruttowertschöpfung	GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
DAX	Deutscher Aktienindex	PEV	Primärenergieverbrauch

### Länder

AUT	Österreich	ITA	Italien
BRA	Brasilien	JPN	Japan
CAN	Kanada	KOR	Südkorea
CHN	China	MEX	Mexiko
DEU	Deutschland	NGA	Nigeria
DNK	Dänemark	NOR	Norwegen
ESP	Spanien	RUS	Russland
Fra	Frankreich	SWE	Sweden
GBR	Groß Britannien	WLD	Welt
IND	Indien	ZAF	Südafrika
ISL	Island		

### Bundesländer

BB	Brandenburg	NI	Niedersachsen
BE	Berlin	NW	Nordrhein-Westfalen
BW	Baden-Württemberg	RP	Rheinland-Pfalz
BY	Bayern	SH	Schleswig-Holstein
HB	Bremen	SL	Saarland
HE	Hessen	SN	Sachsen
HH	Hamburg	ST	Sachsen-Anhalt
MV	Mecklenburg-Vorpommern	TH	Thüringen

### Landkreise

GZ	Günzburg	RH	Roth
LAU	Nürnberg Land (Lauf an der Pegnitz)	SAD	Schwandorf
LL	Lansberg am Lech	TÖL	Bad Tölz - Wolfratshausen
MUE	Mühldorf am Inn	WUG	Weißenburg-Gunzenhausen
NM	Neumarkt in der Oberpfalz		



# 1 Einleitung

## 1.1 Energiewende, Klimawandel und Klimaschutz

Die Energiewende ist eine der großen Herausforderungen unserer Zeit. Der Begriff ist seit der Einführung der Erneuerbaren Energien Gesetze (EEG) der Mehrheit in Deutschland ein Begriff. Er beschreibt die Abkehr von fossilen und nuklearen Energieträgern, hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung, getragen von erneuerbaren Energien.

Die Ursprünge des Begriffs liegen in den 70er Jahren, als eingehend mit der Ölkrise Überlegungen zur Abkehr von Erdöl hin zu Erneuerbaren Energien gestellt wurden.

Die Hintergründe für diesen Wandel und der Diskussionen sind vielfältig. Zum einen gab und gibt es Debatten um die Endlichkeit der fossilen Energieträger, die zu Ressourcenknappheit führen werden. Hinzukommen die Risiken durch Strahlung, die aufgrund technischer Probleme bzw. menschliches Versagen auftreten können.

Ein Hauptargument für die Energiewende ist sicherlich der Klimawandel. Laut dem fünften Sachstandsberichts des Weltklimarats IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ist die globale Mitteltemperatur in Bodennähe im Zeitraum von 1880 bis 2012 um 0,85 °C gestiegen, wobei die letzten drei Jahrzehnte die wärmsten der letzten 150 Jahre waren. Der Einfluss der Menschheit auf die Erwärmung wird als „extrem wahrscheinlich“ gesehen. Der wichtigste Grund für die globale Erwärmung ist die Freisetzung von Treibhausgasen. Laut dem Bericht sind seit 1750 die atmosphärischen Konzentrationen von CO<sub>2</sub> um 40 %, von CH<sub>4</sub> um 150 % und von N<sub>2</sub>O um 20 % gestiegen. Insgesamt wurden in den letzten 250 Jahren 545 Gigatonnen Kohlenstoff freigesetzt, unter anderem durch den Einsatz fossiler Brennstoffe [1].

Im Bericht wird die Notwendigkeit einer rasanten Verringerung von Treibhausgasemissionen hervorgehoben, um die globale Erwärmung auf 2 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen, um extreme Veränderungen im Klimasystem aufzuhalten.

Bei einer Überschreitung dieser 2 °C-Grenze erwarten die Wissenschaftler Veränderungen im Ökosystem, die nicht mehr rückgängig gemacht werden können. Die Folgen daraus wären eine erhöhte Anzahl an Extremereignissen, wie z. B. Hochwasser und Extremtemperaturen, welche wiederum tiefgreifende wirtschaftliche und soziale Probleme mit sich ziehen bzw. vorhandene Ungleichheiten verschärfen würden.

Daran erkennt man die Wichtigkeit des Klimaschutzes. Hierfür sind Steigerungen im Bereich der Energieeffizienz in allen Lebenslagen und die Förderung der erneuerbaren Energien weiterhin dringend erforderlich.

Um dem Klimawandel entgegen zu treten hat die EU die 20-20-20-Ziele festgelegt, die besagen, dass bis zum Jahr 2020 die Treibhausgase um 20 % gesenkt, der

Anteil der erneuerbaren Energien um 20 % gesteigert und die Energieeffizienz um 20 % verbessert werden müssen. Als Referenzjahr für diese Werte gilt das Jahr 1990 [2].

In Deutschland sind die Klimaschutzziele deutlich höher. Im Jahr 2010 hat die damalige Bundesregierung in Ihrem Energiekonzept eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 % bis 2020 und um 80 % bis 2050 im Vergleich zu 1990 als Ziel formuliert. Der Anteil der erneuerbaren Energien soll bis 2030 auf 30 % und bis 2050 auf 60 % des Bruttoendenergieverbrauchs ansteigen. Der Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2008 soll bis 2020 um 20 % und bis 2050 um 50 % reduziert werden [3].

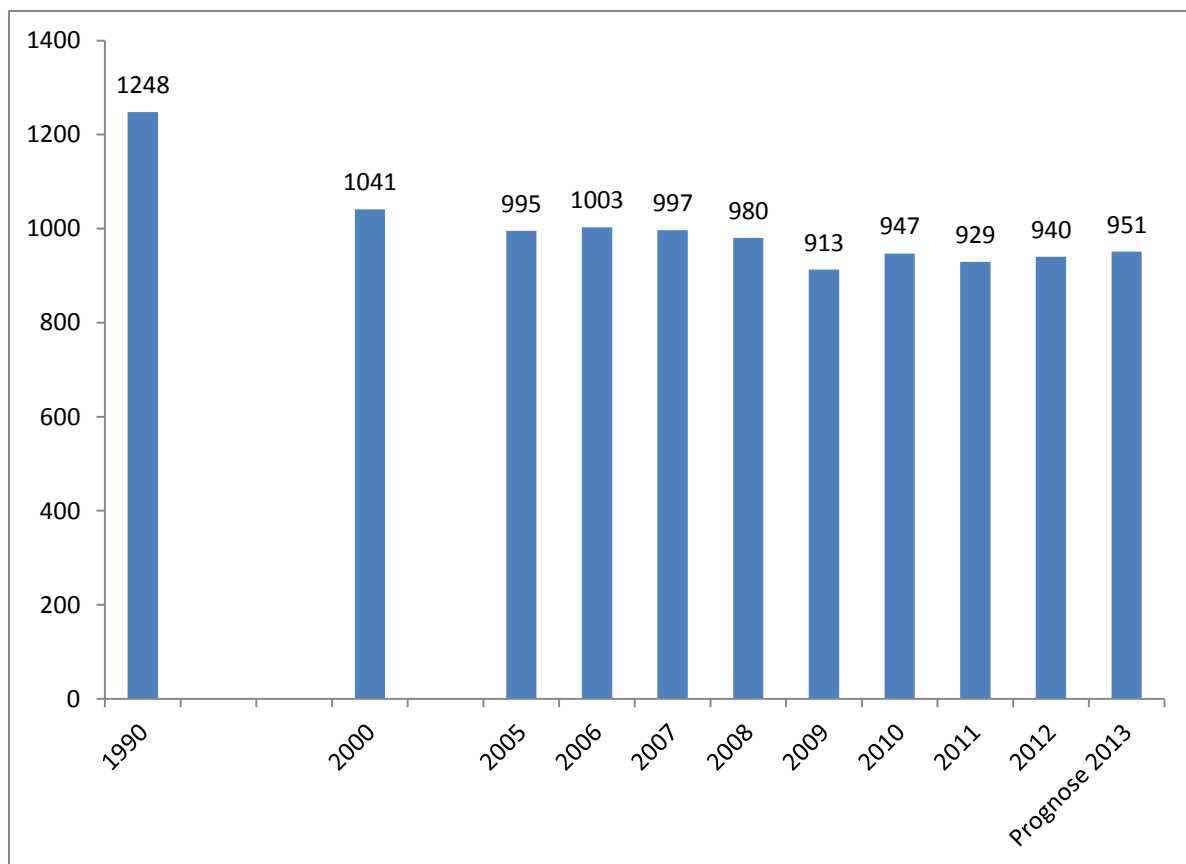


Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland in Mio. t CO<sub>2</sub>-äquivalent [4]

In der Abbildung 1 erkennt man die Entwicklung der in Deutschland freigesetzten Treibhausgasemissionen aufgeteilt nach CO<sub>2</sub> und weiteren Gasen.

Bis 2012 konnte der Ausstoß von 1249 auf 940 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten um ca. 300 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten gesenkt werden, was einer Reduktion von etwa 25 % entspricht. Allerdings erkennt man auch, dass die Treibhausgasemissionen in den letzten Jahren gestiegen sind. Um die festgelegten Ziele zu erreichen müssen bis 2020 die Emissionen um weitere 200 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten reduziert werden.

## 1.2 Überblick der Arbeit

Unter der Energiewende voranzutreiben, muss die Nutzung fossilen Energieträgern schrittweise verringert werden. Dies kann zum einen dadurch erreicht werden, in dem zur Verfügung stehende Energie effizienter genutzt wird und zum anderen, in dem der Anteil der erneuerbaren Energien gesteigert wird. Um die Klimaziele zu erreichen müssen beide Mechanismen ausgeschöpft werden.

Das Fraunhofer Institut für Solare Systeme (ISE) hat einen Messwert für die Energiewende eingeführt, mit dem internationale Volkswirtschaften miteinander verglichen werden. Dieser Messwert wird sowohl von der Energieeffizienz beeinflusst, als auch von dem Anteil der erneuerbaren Energien [5].

In dieser Arbeit soll diese Methodik auf kleinere Wirtschaftseinheiten, wie z.B. Bundesländer oder Kommunen angewandt werden. Im nächsten Schritt soll untersucht werden, ob und wie weit diese Methode auf Einheiten wie öffentliche Körperschaften oder Unternehmen angewendet werden kann.

Diese Fragestellungen sind wichtig, weil durch das föderalistische Prinzip in Deutschland die Bundesländer einen großen Einfluss auf die Lenkung der Energiewende haben. Des Weiteren werden viele Maßnahmen für die Energiewende im kommunalen Bereich und dezentral umgesetzt. Durch einen Vergleich dieser Einheiten kann der Stand der Umsetzungen in den unterschiedlichen Regionen festgestellt werden.

Ebenso wichtig ist es, Unternehmen oder öffentliche Einheiten wie z.B. Hochschulen oder Krankenhäuser mit dieser Methodik zu betrachten. Sie können in der Gesellschaft als Vorbild dienen und somit die Thematik der Energiewende weiter sensibilisieren.

Im folgenden Kapitel werden zunächst theoretische Grundlagen zu dieser Arbeit erläutert. Danach soll die Methodik validiert werden, in dem die Betrachtung der internationalen Staaten wiederholt und ausgeweitet werden. Als nächstes werden die die Regionen schrittweise verkleinert auf Bundesländer und Kommunen. Zu guter Letzt wird die Methodik an der TH Nürnberg untersucht, bevor sie auf Unternehmen angewandt wird.

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Energy Transformation Index (ETI)

Unter anderem wegen dem im Vergleich zur EU hohen, selbstgesteckten Zielen sieht sich Deutschland als Vorreiter in Sachen Klimaschutz und Energiewende. Auch der Beschluss des endgültigen Atomausstiegs 2011 und die hiermit einhergehende Abschaltung aller Atomkraftwerke bis 2022 haben diesen Eindruck in der Öffentlichkeit im In- und Ausland gestärkt.

Allerdings ist der Klimaschutz in den meisten Ländern der Welt ein Thema und es gab es bis 2013 keine offizielle Rangfolge oder Kennzahl, die die Vorreiterrolle Deutschlands belegt hat. Auch deswegen haben sich Forscher des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE eine Methode überlegt, wie man die Anstrengungen der Länder vergleichen kann. In Ihrer am 26. November 2013 veröffentlichten Pressemitteilung stellen Sie den Energy-Transformation-Index (ETI) vor, die zeigt, welchen Fortgang die Energiewende in einem Land hat. Dieser Index wurde für 17 Länder entwickelt, womit ein Rangliste gebildet und diese Länder miteinander verglichen werden konnten [5].

Der ETI bezieht sich auf zwei wichtige Bereiche der Energiewende, die Energieeffizienz und den erneuerbaren Energien. Um den ETI-Wert zu ermitteln benötigt man drei Komponenten, den Bruttoinlandsprodukt in US-Dollar, den Primärenergieverbrauch in kWh und den Anteil an erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch.

Der Quotient aus dem Bruttoinlandsprodukt und dem Primärenergieverbrauch entspricht der Energieeffizienz und beschreibt laut ISE, wie viel Geld man für investierte Energie bekommt. Das Fraunhofer Institut hat festgestellt, dass viele Länder (u. a. Deutschland, Spanien und Japan) eine Energieeffizienz von etwa 1 \$/kWh haben. Deswegen haben Sie als Ziel eine Verdoppelung auf 2 \$/kWh festgelegt [6].

Diese Zielsetzung ist wichtig um den ETI graphisch darstellen zu können. Dabei wird auf der x-Achse der Anteil an erneuerbaren Energien aufgetragen. Auf der y-Achse werden 2 \$/kWh als Maximum eingetragen, weshalb der vorher genannte Quotient nochmals durch diesen Wert geteilt und somit normiert wird.

Womit sich für die Berechnung des ETI-Wertes folgende Formel ergibt:

$$ETI = \frac{\frac{GDP}{PED} / 2 \frac{\$}{kWh} + RE}{2} * 100$$



mit:

ETI: Energy Transformation Index

GDP: Bruttoinlandsprodukt BIP (eng.: gross domestic product GDP)

PED: Primärenergieverbrauch PEV (eng.: primary energy demand PED)

RE: Anteil an erneuerbaren Energien (eng: Renewable Energies RE)

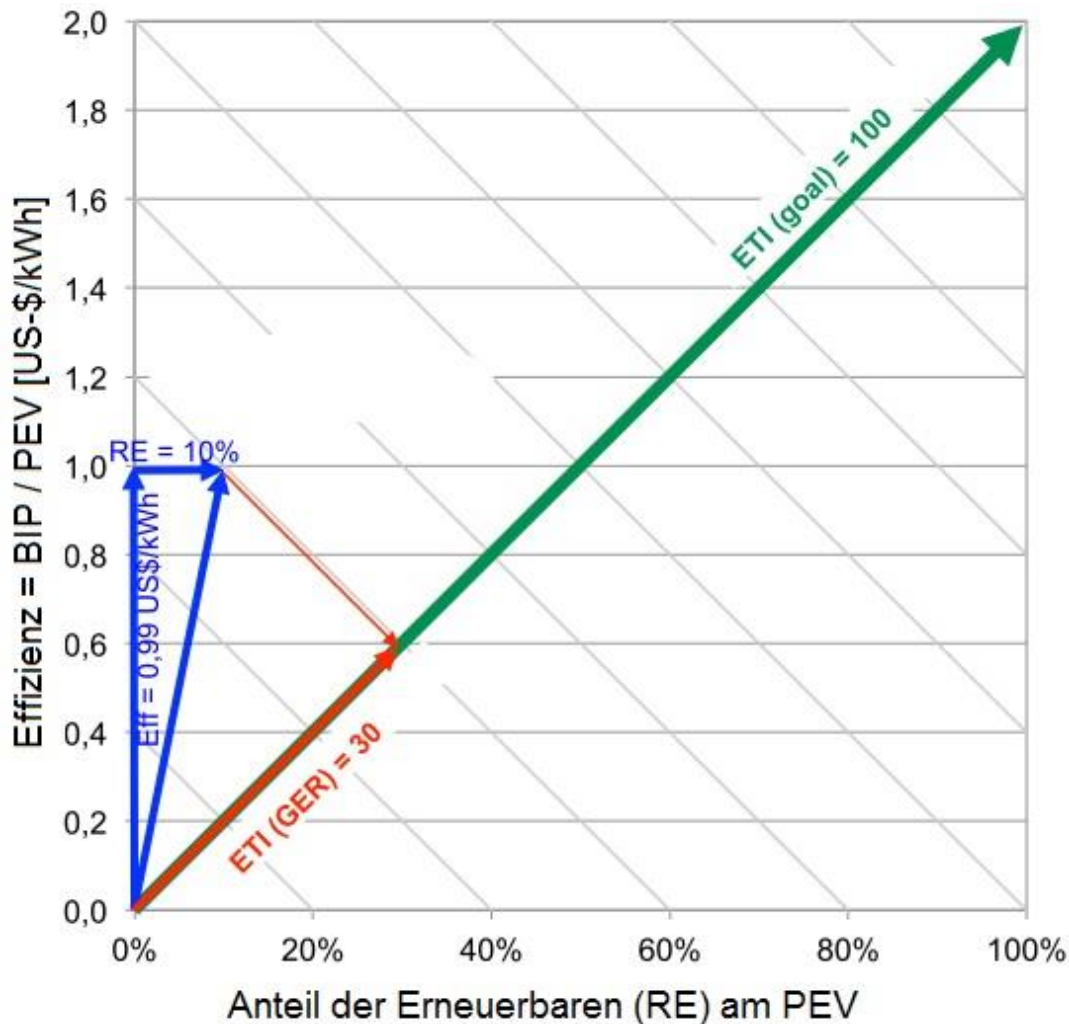


Abbildung 2: Beispiel für die Ermittlung des ETI für Deutschland 2011 [6]

In der Abbildung 2 sieht man ein Beispiel für die Ermittlung des ETI anhand der Daten für Deutschland im Jahr 2011. Wie vorher beschrieben, wird auf der y-Achse die Effizienz (engl. Efficiency) aufgetragen und auf der x-Achse der Anteil an erneuerbaren Energien (engl. Share of Renewable Energy). Der neugewonnene Vektor (blau) aus diesen beiden Punkten wird auf eine 45°-Achse projiziert, die von 0 bis 100 geht. Die Länge des roten Vektors auf der 45°-Achse entspricht dem ETI-Wert.

Die folgende Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse für ausgesuchte Länder. Schweden ist mit einem Wert von 40 am weitesten vorangeschritten, gefolgt von Brasilien mit einem ETI von 39. Deutschland mit 30 teilt sich zusammen mit Japan und

Großbritannien den vierten Platz hinter Italien mit 34. In den hinteren Reihen befinden sich USA (ETI = 18), China (ETI = 11) und Südkorea (ETI = 10).

Die Ergebnisse des ISE bestätigen nicht die Vorreiterrolle Deutschlands bei der Energiewende, sondern zeigen, dass Deutschland sich im Mittelfeld befindet. Länder mit hohen Treibhausemissionen, wie USA und China befinden sich mit Südkorea im untersten Bereich des Rankings.

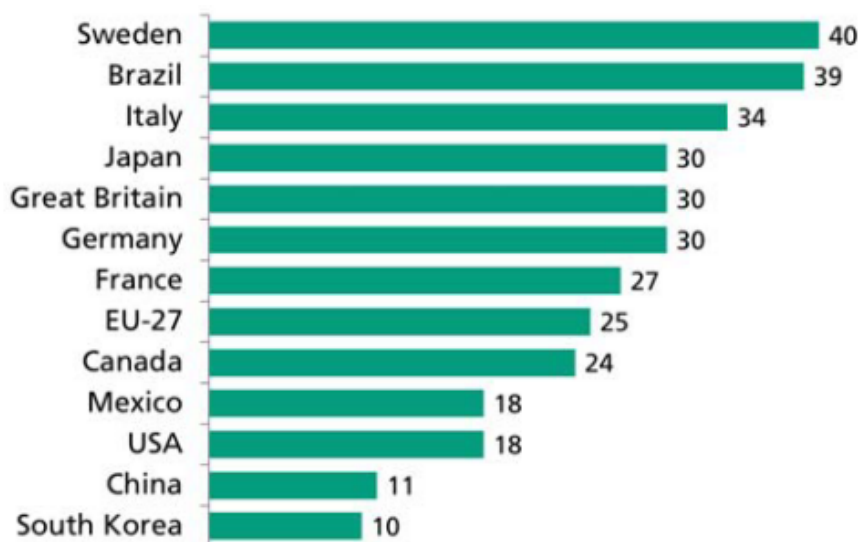


Abbildung 3: ETI Ranking für ausgewählte Länder [5]

## 2.2 Erneuerbare Energien

Laut dem jährlich veröffentlichten Handbuch „Renewable Information“ der Internationalen Energie Agentur (IEA) werden erneuerbare Energien wie folgt definiert: Erneuerbare Energien leiten sich von natürlichen Prozessen ab, die sich ständig regenerieren. Ihre verschiedenen Möglichkeiten stammen direkt oder indirekt von der Sonne oder von der Erdwärme ab. Somit umfassen die regenerativen Energien: Wasserkraft, Geothermie, Photovoltaik, Solarthermie, Windkraft, Ozean-, Wellen- und Gezeitenenergie, feste und flüssige Biomasse, und erneuerbare Siedlungsabfälle. Nach dieser Definition gehören allerdings nicht dazu: Industrieabfälle, nicht-regenerative Siedlungsabfälle, Abfallwärme, die von Wärmepumpen erzeugte Wärme und Strom, die von Pumpspeicherkraftwerken erzeugt wird. Allerdings gibt es auch Länder, die Industrieabfälle und nicht-regenerative Siedlungsabfälle zu den Erneuerbaren zählen [7]. Somit gibt es keine weltweit einheitliche Deklaration.

Für den Aufschwung der regenerativen Energien in Deutschland sind mehrere Ereignisse mitverantwortlich. Zum einen die Sorge vor dem Klimawandel durch Erderwärmung, welche als eines der Hauptgründe weltweit für die Abkehr von fossilen Energieträgern angesehen werden kann. Als nächstes die Einführung des

Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahre 2000, wodurch ein Förderungssystem für die Verwendung von erneuerbaren Energien eingeführt bzw. der aus dem Jahr 1991 stammende Stromeinspeisungsgesetz erweitert wurde. Natürlich haben die Nuklearkatastrophen in Japan im Jahr 2011 und die daraus folgende Entscheidung zur Abschaltung der deutschen Atomkraftwerke weitere Diskussionen pro Regenerativen Energien entfacht.

Trotz dieser in den letzten 15 Jahren aufgekommenen neuen Bedeutung der alternativen Energien, sollte nicht vergessen werden, dass diese verschiedenen Energieformen schon seit Jahrhunderten von Menschen genutzt werden. So gehören die römischen Wasserräder am Orontes in Syrien zu den ältesten Maschinen der Welt. Mit der etwa 2500 Jahren Anlage, mit teilweise über 20 m durchmessenden Schöpfrädern, wurde früher die Stadt Hama mit Wasser versorgt. Die Anlage wird heute noch zur Bewässerung genutzt. Windgetriebene Getreidemühlen, wie sie im 8. Jahrhundert in Persien gebaut wurden, werden dort zum Teil heute noch verwendet, um Weizen zu mahlen. Das erste kommerziell genutzte Parabolrinnenkraftwerk wurde 1912/1913 in Ägypten gebaut. Der Beginn des ersten Weltkrieges verhindert den Bau weiterer Projekte [8]. Diese Arten von Anlagen werden heute von Desertec wieder geplant und errichtet.

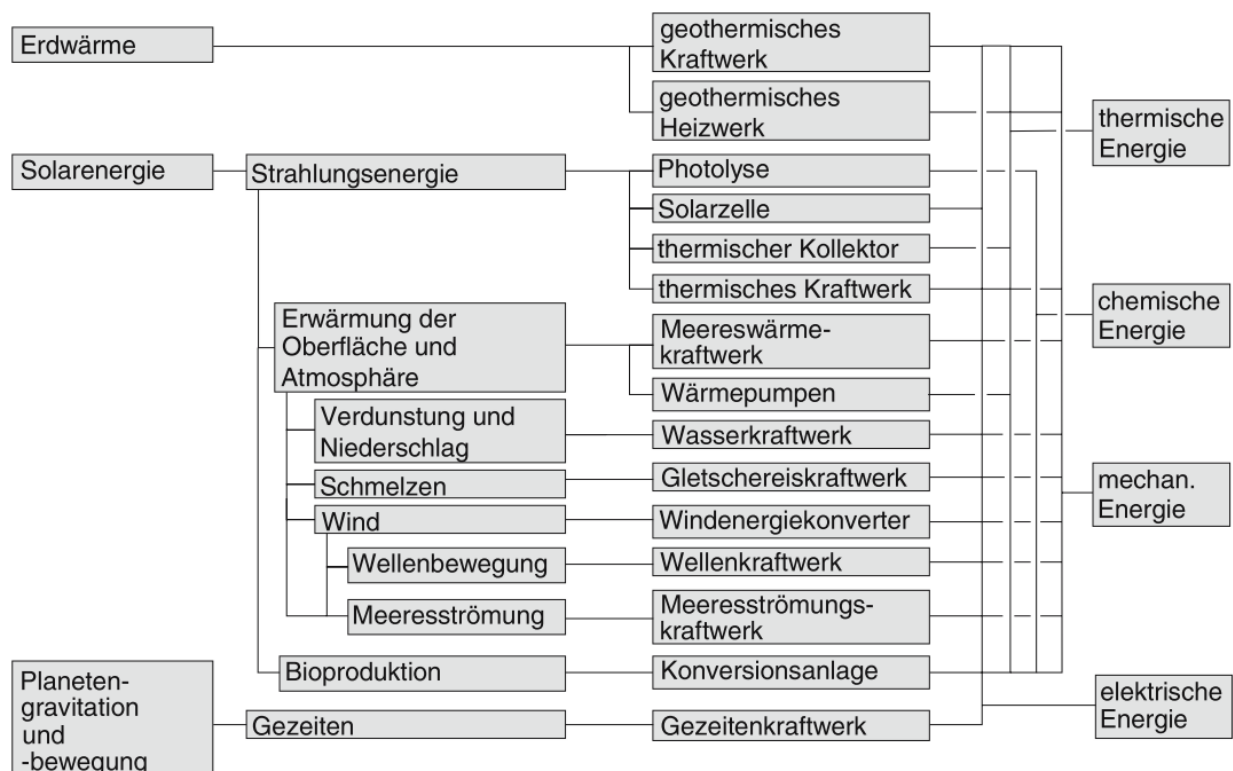


Abbildung 4: Möglichkeiten zur Nutzung von erneuerbaren Energien [9]

In Abbildung 4 sieht man die aus Solarenergie, Erdwärme und Planetengravitation und -bewegung resultierenden Energievariationen. Man sieht auch, dass die Windenergie und die daraus hervorgehende Wellenbewegung, sowie die Meeresströmung aus der Sonnenenergie erfolgen. Ebenso kann man Biomasse als gespeicherte Strahlungsenergie ansehen. Somit ergeben sich vielfältige

Nutzungsmöglichkeiten, wie z.B. durch geothermische Heizwerke, thermische Kraftwerke, Wellenkraftwerke oder auch Gezeitenkraftwerke. Durch diese Anlagen erhält man die Energieformen, also thermische, chemische, mechanische und elektrische Energie, die man im Alltag benutzen kann.

In Deutschland werden primär die solare Strahlung (für Solarthermie und Photovoltaikanlagen), die Windenergie, Wasserkraft und die Erdwärme genutzt [9]. Weltweit stehen andere regenerative Energieformen im Fokus, wie man in Abbildung 5 sehen kann. Sie zeigt die weltweiten Energieträgeranteile am Primärenergieverbrauch im Jahr 2011. Man sieht, dass der Anteil aus den Erneuerbaren (engl. renewables) 13 % betrug. Ebenso sieht man, dass aus Biomasse und -müll (engl. biofuels and waste) 9,7% der weltweiten Primärenergieträger bereitgestellt wurde, mehr als die Kernkraftenergie (engl. nuclear) mit 5,1%. Hinzukommt Wasser (engl. hydro) als Primärenergieträger mit 2,3%, während weitere erneuerbare Energieformen, wie z.B. die Solarenergie oder die Windkraft bei den restlichen 1% enthalten sind.

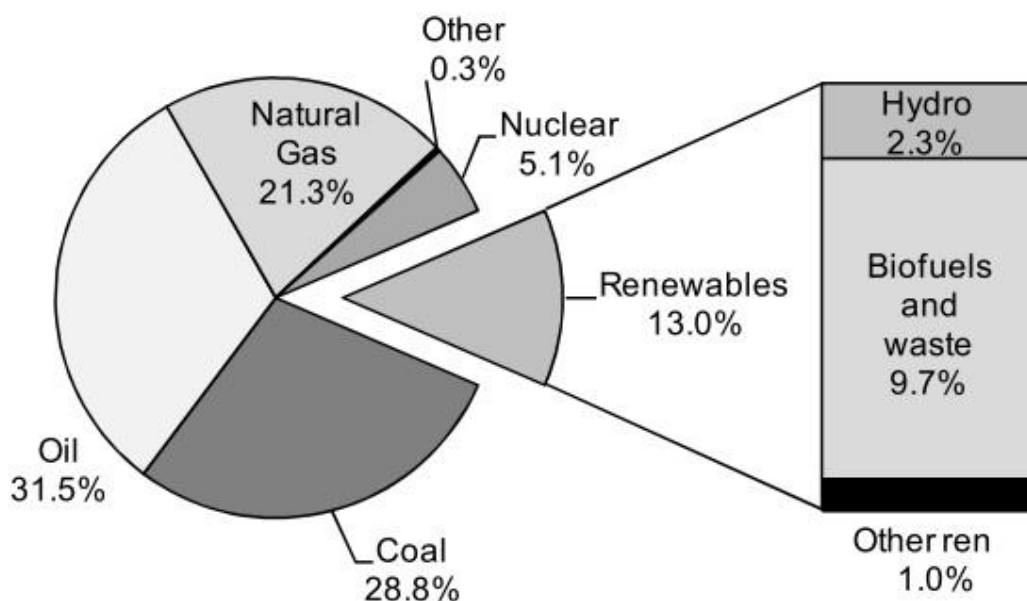


Abbildung 5: Energieträgeranteile am weltweiten Primärenergieverbrauch 2011 [7]

Dies zeigt, dass diese Energiearten weltweit noch nicht sehr verbreitet sind wie in Deutschland, aber auch, dass große Potenziale ausgeschöpft werden können. In der nächsten Abbildung (Abb. 6) erkennt man eine genauere Aufschlüsselung der im Jahr 2011 genutzten regenerativen Energieformen. Etwa drei Viertel der eingesetzten Primärenergieträger waren Biomasse und -müll. Den größten Anteil daraus haben feste Biomasse und Holzkohle (engl. solid biofuels / charcoal), während flüssige Biokraftstoffe (engl. liquid biofuels) 3,6%, Biogase (engl. Biogases) 1,6% und erneuerbare Siedlungsabfälle (engl. renewable mun. waste) etwa 1% der eingesetzten erneuerbaren Energien entsprechen. Weitere Energieträger sind Wasserkraft mit 16,7% und Geothermie (engl. geothermal) mit etwa 4%. Die

Windenergie mit 2,2% und die Solar- und Gezeitenenergie (engl. solar / tide) mit 1,4% spielten weltweit eine relativ geringe Rolle bei den Primärenergieverbräuchen.

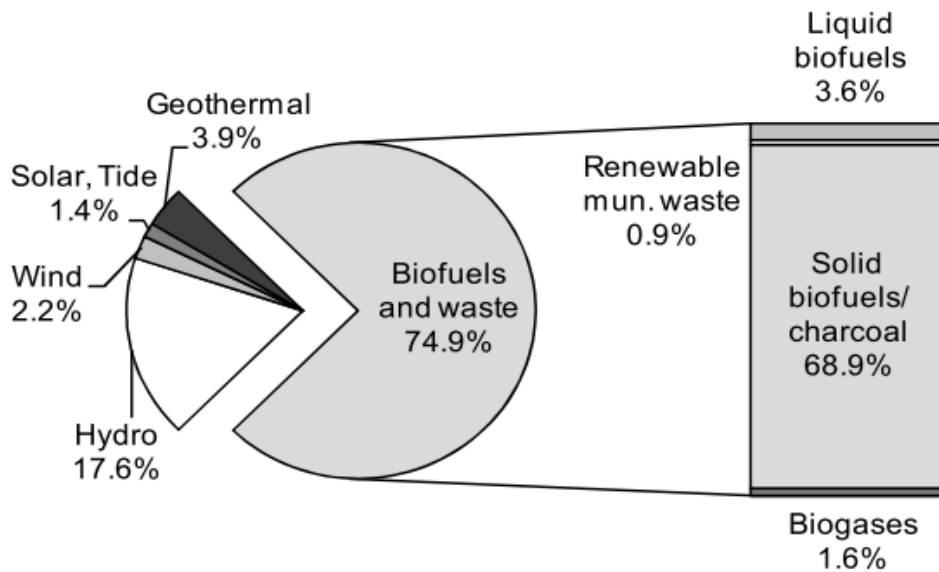


Abbildung 6: Anteilig aufgeschlüsselter Beitrag der Erneuerbaren Energien am weltweiten Primärenergieverbrauch 2011 [7]

Nicht nur bei den verschiedenen Formen der genutzten regenerativen Energien gibt es Gegensätze. Vergleicht man die Anteile der Erneuerbaren auf den einzelnen Kontinenten und Regionen dieser Erde, gibt es ebenso gewaltige Unterschiede.

Die Internationale Energie Agentur veröffentlicht jedes Jahr Zahlen zu den Anteilen der genutzten Erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch in unterschiedlichen Teilen der Erde, wobei nicht strikt nach Kontinenten getrennt wird. Es stehen vor allem OECD-Länder im Mittelpunkt. Betrachtet werden die OECD Staaten zusammen, Afrika, Länder auf den amerikanischen Kontinenten, die nicht OECD-Mitglied sind, Asien, wobei China als eigene Region betrachtet wird, europäische und eurasische Staaten, die nicht OECD-Mitglied sind und der mittlere Osten [7]. Da weltweit einzelne Staaten ebenfalls betrachtet werden, kann man aus den ermittelten Werten auf die Anteile der Erneuerbaren am Primärenergieverbrauch in den einzelnen Kontinenten schließen, wie dies für 2011 in der Abbildung 7 getan wurde.

Man sieht, dass der Anteil der Regenerativen in Afrika etwa 50% des Primärenergieverbrauchs ausmachen. Natürlich muss dieser Wert langfristig beobachtet werden. Auf der einen Seite kann man hinterfragen, ob durch die stark steigenden Energieverbräuche in den Schwellenländern dieser Wert gehalten werden kann. Auf der anderen Seite allerdings sollte dies als Ansporn dienen, genau deshalb weitere Möglichkeiten der Erneuerbaren auszuschöpfen und den steigenden Verbrauch auszugleichen. Ebenso ist es schade, dass man vom hohen Anteil hierzulande wenig hört, denn auch in europäischen Ländern kann man diesen Wert als Ehrgeiz nutzen.

In Asien liegt der Anteil bei 16,2 %, wobei diese Zahl bei über 25 % liegt, wenn man China ausklammert und als eigene Region betrachtet. Im Gesamteuropäischen

Raum liegt der Beitrag bei 7,8 %, in Nord- und Südamerika bei 11,7 %. Beim Letzteren würde der Anteil über 30 % betragen, wenn man Kanada, Mexiko, Chile und vor allem die USA nicht mit einbezieht, die allesamt OECD-Mitglieder sind [7]. Daraus kann man bereits erkennen, dass es in diesen Ländern eine höhere Diskrepanz zwischen dem Primärenergieverbrauch, und dem jeweiligen Anteil an Erneuerbaren Energien gibt.

Ebenso bemerkenswert ist, dass der Wert für den Mittleren Osten 0,4 % und somit vernachlässigbar klein ist. Natürlich ist der Umstand, dass es in dieser Region sehr große Ölquellen gibt, einer der Hauptgründe hierfür. Allerdings muss auch erwähnt werden, dass gerade in diesem Bereich höchste Potentiale für die Nutzung von Solarenergie, aber auch anderen regenerativen Energieformen gibt.

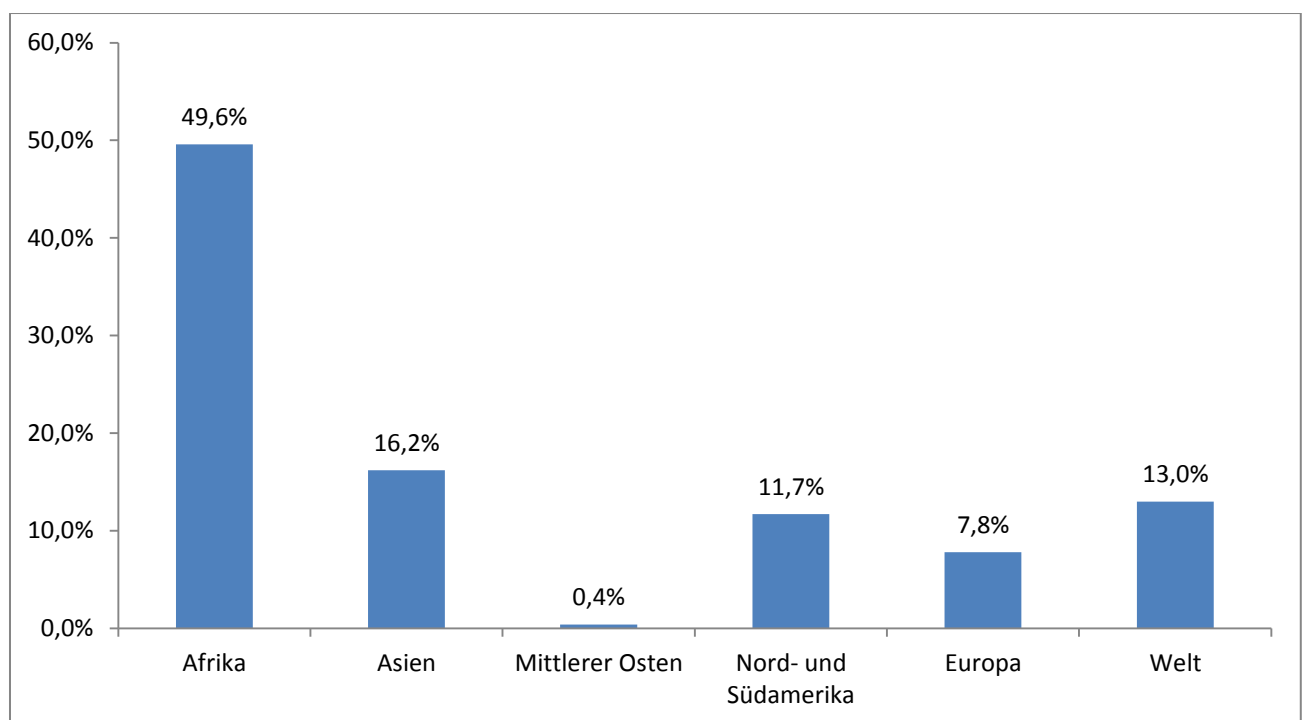


Abbildung 7: Anteil der Erneuerbaren am Primärenergieverbrauch in den einzelnen Kontinenten 2011 [7]

## 2.3 Effizienz

Das Wort Effizienz stammt vom lateinischen „efficere“ ab, was bewirken, durchsetzen, eine Tat ausführen oder zu Stande kommen bedeutet. Somit steckt hinter Effizient ein Vorgang, aus dem eine Wirkung entsteht zum einen, aber auch der Zusammenhang, zwischen dem Einsatz zu der erzielten Wirkung. Der Begriff wird oft mit Effektivität verwechselt. Während Effektivität beschreibt, inwiefern ein Ziel erreicht wurde, sagt die Effizienz aus, wie wirtschaftlich dieses Ziel erreicht wurde. Somit setzt die Effizienz Effektivität voraus und geht noch darüber hinaus. Mit der Effizienz bestimmt man also das Verhältnis von einem bestimmten Einsatz, zu dem damit erreichten Ertrag [10].

Als Beispiel hierfür kann man die Verbrennung von Holz nennen. Der Brennwert von Holz hängt von seiner Feuchte ab. Im ersten Fall wird eine bestimmte Holzmenge mit einer bestimmten Feuchte eingesetzt, um eine bestimmte Energiemenge zu erhalten. Im zweiten Fall soll die gleiche Energiemenge erhalten werden, allerdings wird hierfür Holz mit einer geringeren Feuchte eingesetzt. Man wird merken, dass im zweiten weniger Holz genutzt wird um die gleiche Energiemenge zu erhalten. Würde man im zweiten Fall die gleiche Holzmenge einsetzen wie im ersten Fall, wäre die Energieausbeute höher. In beiden Fällen wird die Effektivität erfüllt, doch ist der zweite Fall effizienter, da entweder eine geringere Holzmenge gebraucht wird, um dasselbe Resultat zu erreichen, oder ein höherer Ertrag erreicht wird.

Daraus kann man schließen, dass es bei der Energieeffizienz um die durchdachte Nutzung von Energie handelt. Bei Maßnahmen, bei denen man die Energieeffizienz steigern will, wird versucht den Gesamtenergiebedarf zu reduzieren. Dabei betrachtet man alle Abläufe, bei denen Energie umgewandelt, transportiert oder gespeichert wird, und versucht dabei die Verluste zu minimieren [11].

Dabei kann man die Energieeffizienz auf drei unterschiedliche Weisen betrachten. Bei der Umwandlung von Energie wird der Wirkungs- bzw. Nutzungsgrad als Maß genommen. Diese geben die Relation von der erzeugten bzw. genutzten Energie zu der eingesetzten Rohenergie an, wie zum Beispiel bei Heizungsanlagen. Eine weitere Betrachtungsweise wird hergenommen, wenn es sich um die Nachfrage von Energie handelt. Dabei wird die genutzte Menge an Energie bei einem bestimmten Vorgang als Maß genommen. Das bedeutet, dass die für eine Steigerung der Effizienz, weniger Energie verwendet werden muss, um den gleichen Vorgang zu erledigen. Dies wird erreicht, in dem bestimmte Verhalten bzw. technische oder organisatorische Strukturen verändert werden. Die dritte Möglichkeit um die Energieeffizienz anzugeben wird im gesamtwirtschaftlichen Bereich verwendet. Dabei wird die Energieintensität, oder dessen Kehrwert, die Energieproduktivität, als Maßeinheit verwendet. Die Energieintensität kann z.B. in Primärenergieverbrauch je erzeugtes wirtschaftliches Produkt angegeben werden [10].

In dieser Abschlussarbeit wird die Energieproduktivität als Maßeinheit der Energieeffizienz herangezogen, die sich aus dem Quotienten des Bruttoinlandsproduktes zum Primärenergieverbrauch ergibt. Damit wird angegeben, wie viel Energie benötigt wird um einen Dollar bzw. einen Euro des Bruttoinlandsproduktes zu erhalten.

## **2.4 Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung und Kaufkraftparität**

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist ein Maß für die kompletten wirtschaftlichen Aktivitäten in einem Wirtschaftsbereich in einem bestimmten Zeitraum. Sie ist die wichtigste Kennzahl der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Seit der Einführung des Euro ist die Bedeutung des BIP deutlich gewichtiger, da er als wichtiges Kriterium für die EU-Mitgliedsstaaten gilt. So darf das jährliche Haushaltsdefizit 3 %

des BIP eines Landes nicht übersteigen. Ebenso darf die Gesamtverschuldung maximal 60% des BIP betragen [12] [13].

Es gibt drei Möglichkeiten um den BIP zu bestimmen: Entstehungsrechnung, Verwendungsrechnung und Verteilungsrechnung. Bei der Ertragsrechnung betrachtet man die produzierenden Wirtschaftsbereiche und summiert die Wertschöpfung aller Waren und Dienstleistungen. Hinzukommen die Gütersteuern abzüglich der Gütersubventionen. Bei der Verwendungsrechnung summiert man alle Ausgaben und Investitionen, die dem Konsum der Volkswirtschaft dient. Dazu werden die Exporte addiert und die Importe für Waren und Dienstleistungen abgezogen. Bei der Verteilungsrechnung werden alle Einkommen summiert, die aus der Produktion von Waren und Dienstleistungen hervorgehen. Dazu werden die Produktions- und Importausgaben addiert und Subventionen abgezogen [12].

Gesamtwirtschaftliches Produktionskonto nach Inlandskonzept  
(Deutschland 2010, in Mrd. Euro)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschreibungen <math>D</math> (353)</li> <li>• Gütersteuern minus Gütersubventionen <math>T^G - Z^G</math> (259)</li> <li>• Nettowertschöpfung (im Wesentlichen Löhne, Zinsen, Mieten, Gewinne) <math>NWS</math> (1887)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkäufe von Konsumgütern an private Haushalte <math>C_{pr}</math> (1445)</li> <li>• Konsumausgaben des Staates <math>C_{St}</math> (487)</li> <li>• Bruttoinvestitionen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– des Staates <math>I_{St}^{br}</math> (39)</li> <li>– der Unternehmen <math>I_U^{br}</math> (398)</li> </ul> </li> <li>• Ausfuhr minus Einfuhr <math>X - M</math> (130)</li> </ul>	} BIP (2499)
---	--	--------------

Abbildung 8: Beispiel für ein gesamtwirtschaftliches Produktionskonto [14]

In der Abbildung 8 sieht man ein vereinfachtes Beispiel für die Berechnung des BIP nach der Verwendungsrechnung.

Die Abbildung 9 zeigt das Produktionskonto eines Unternehmens. Ebenso erkennt man wie die Bruttowertschöpfung (BWS) entsteht. So werden die Abschreibungen, die Nettoproduktionsabgaben (d.h. Gütersteuern minus Gütersubventionen) und die Nettowertschöpfung (Löhne, Gehälter, Zinsen und Gewinn) addiert [14]. Wie oben genannt, spielt die BWS bei der Entstehung des BIP eine große Rolle. Da es für Unternehmen keinen BIP gibt, wird die BWS bei der Betrachtung von Unternehmen in dieser Arbeit als adäquat eingesetzt.



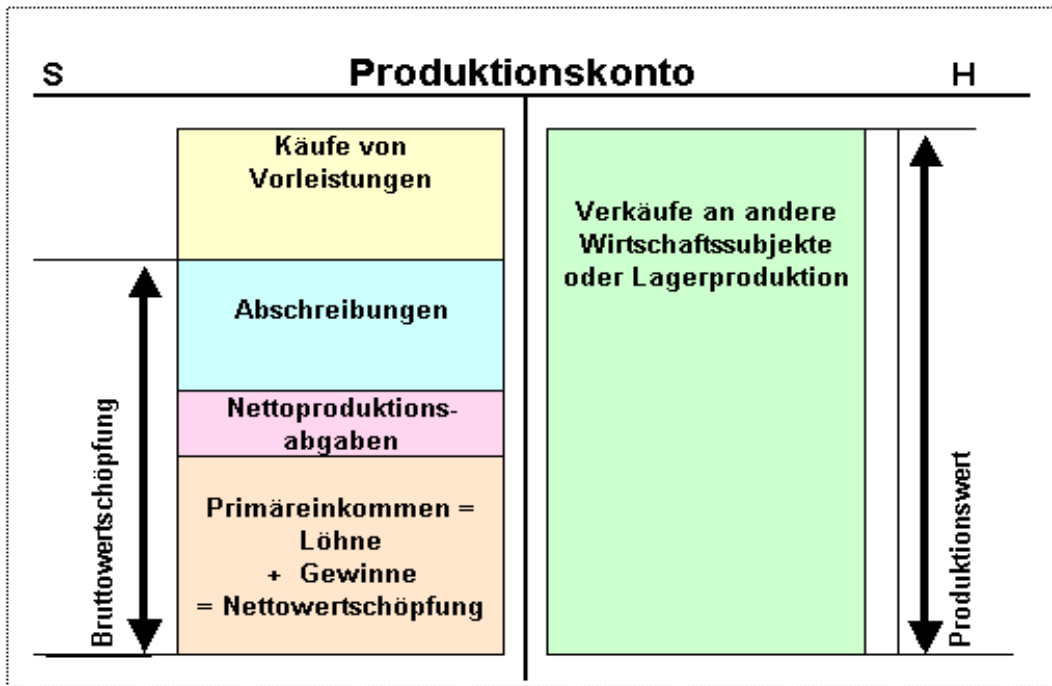


Abbildung 9: Produktionskonto eines Unternehmens [15]

Beim Vergleich von verschiedenen BIPs mehrerer Länder, müssen diese in gleiche Währungen umgewandelt werden. Häufig wird der US-Dollar als Basiswährung angenommen, und die Währungen der anderen Staaten werden mit aktuellen oder über einen bestimmten Zeitpunkt gemittelten Wechselkurs umgewandelt. Ein Nachteil bei diesem Verfahren ist, dass Wechselkurse nicht die Lebensstandards anderer Länder wiedergeben. Wenn man zum Beispiel einen US-Dollar in Rubel wechselt, kann man sich dafür in Russland mehr Waren leisten. Um diesen Unterschied auszugleichen wird die Kaufkraftparität (engl. ppp: purchasing power parity) als Korrekturfaktor angewendet. Dadurch ergeben sich für das BIP andere Werte als beim nominalen BIP. Die korrigierten Werte sind eher an die Lebensverhältnisse in unterschiedlichen Ländern angepasst [16].

## 2.5 Primärenergieverbrauch und Primärenergiefaktoren

Primärenergie wird durch die Natur bereitgestellt, liegt dort entweder in freier oder gebundener Form vor und wurde noch nicht technisch behandelt. Es gibt unterschiedliche Arten von Primärenergieträgern, diese können fossil sein (wie z.B. Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas) oder erneuerbar (Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft, Geothermie oder Gezeitenkraft). Diese Energieträger können durch eine oder mehrere technische Prozesse in Sekundärenergieträger (z.B. Benzin, Heizöl, elektrische Energie) umgewandelt werden. Die dabei anfallenden Verluste vermindern die nutzbare Energiemenge. Durch weitere Prozesse können neue Sekundärenergieträger oder Endenergieträger gewonnen werden, die ebenfalls Verluste mit sich bringen. Die Energie, die am Ende der gesamten Prozesskette dem Verbraucher zur Verfügung steht (z.B. zum Wärmen des Raumes, zum Kochen, als Licht in der Glühbirne usw.) wird Nutzenergie

genannt. In der Abbildung 10 sieht man eine theoretische Energieumwandlungskette von der Primärenergie bis zur Nutzenergie.

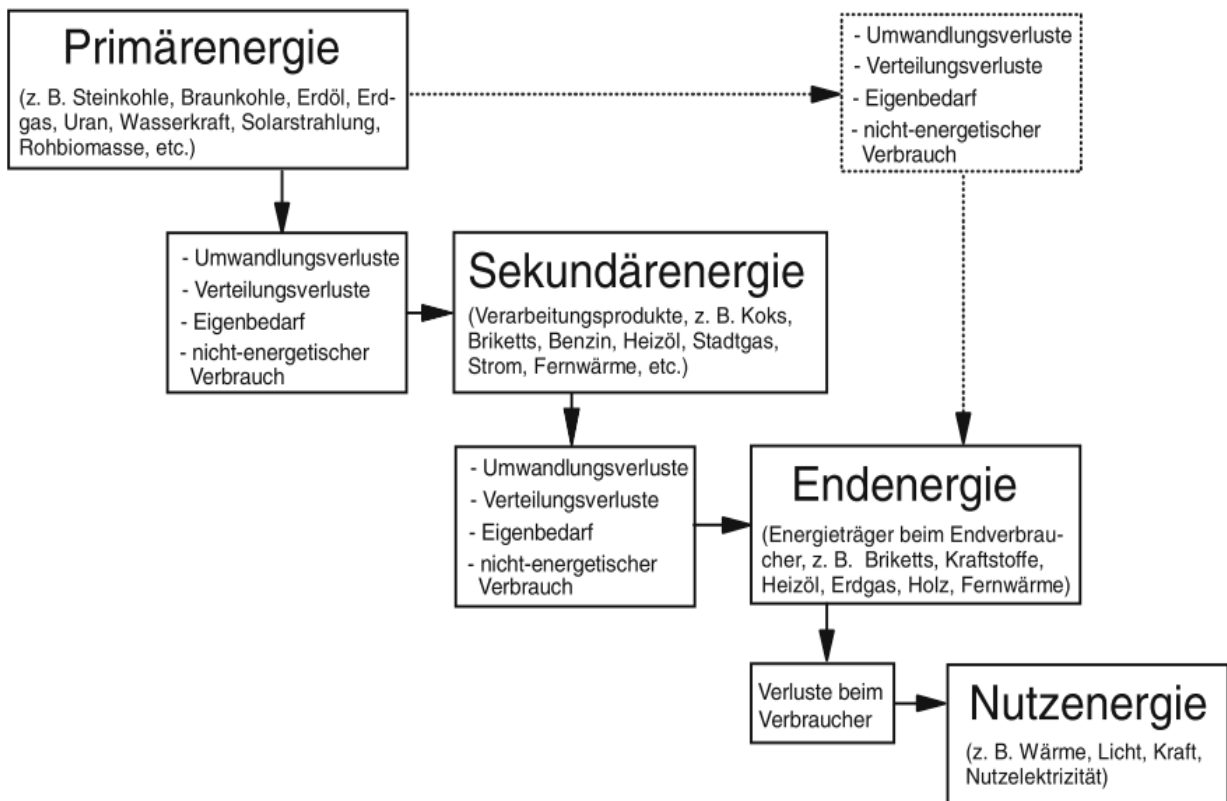


Abbildung 10: Energiewandlungskette [8]

Die Abbildung 11 zeigt, dass die Entwicklung des weltweiten fossilen Primärenergieverbrauchs sich in den letzten 50 Jahren fast verdreifacht hat. Die deutlich größten Verbraucher sind Nordamerika, Europa & Eurasien und Asien & pazifischer Raum. Während sowohl Nordamerika, als auch in Europa & Eurasien seit den 90ern die Erhöhung des Verbrauchs nicht sehr hoch ausfällt, steigt er in Asien & pazifischer Raum relativ stark.

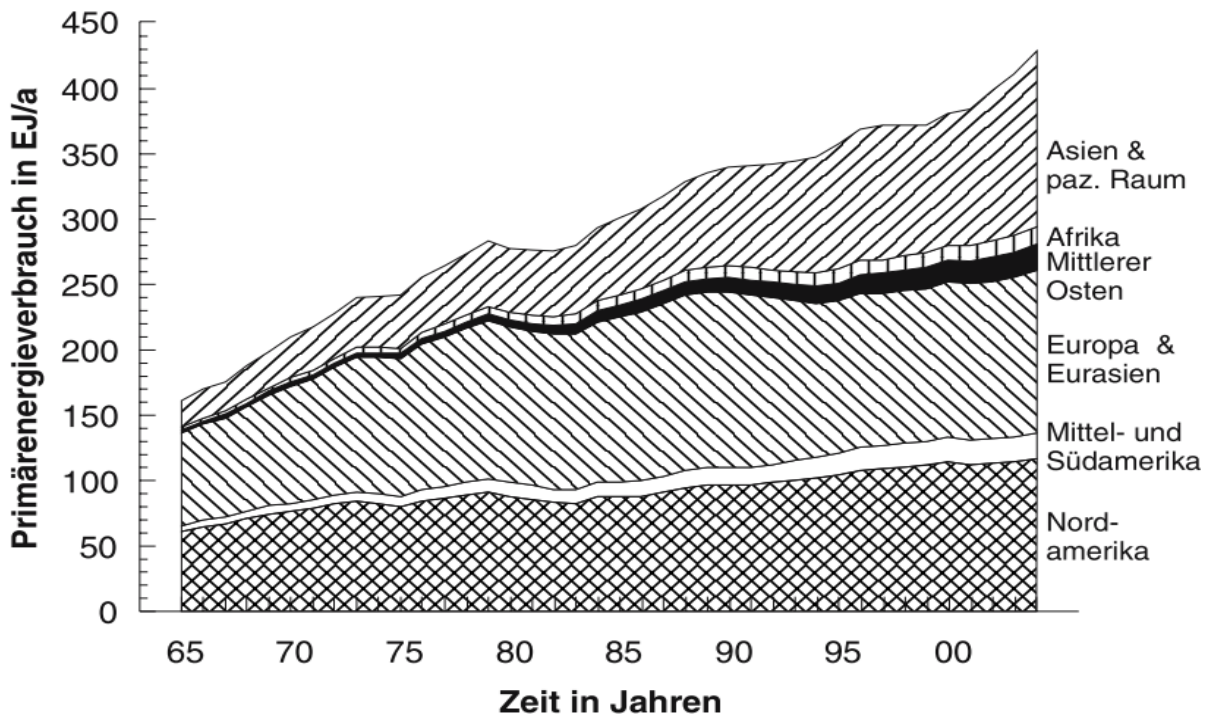


Abbildung 11: Entwicklung des weltweiten fossilen Primärenergieverbrauchs [7]

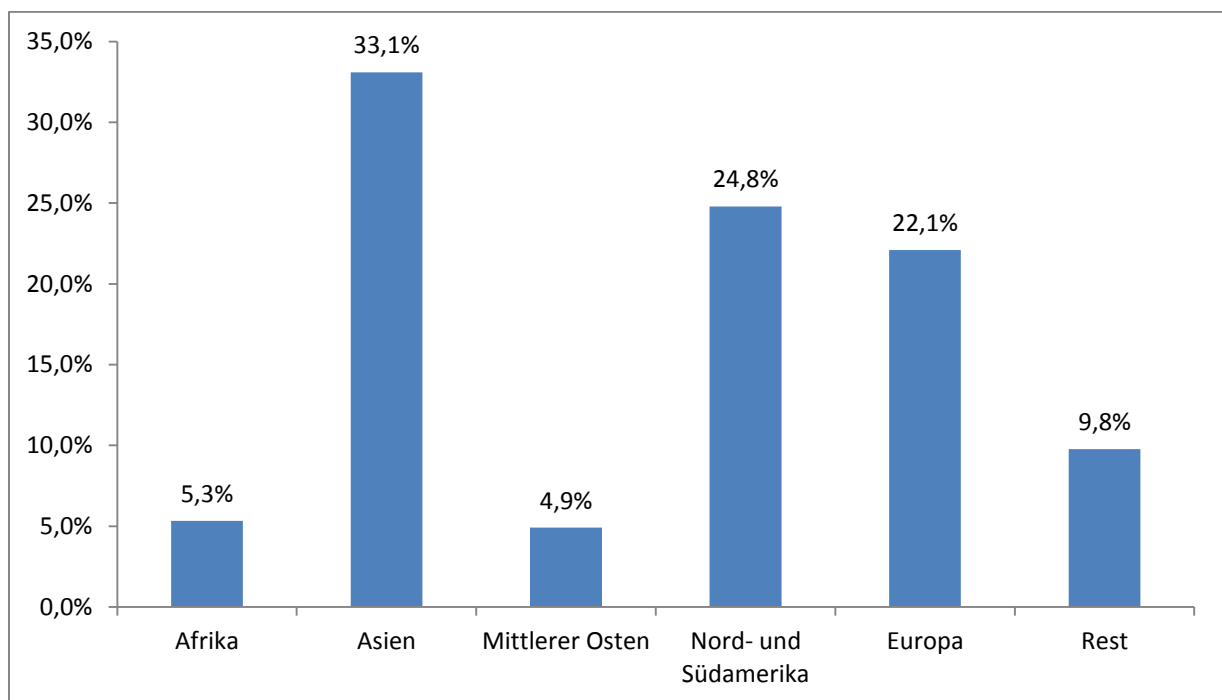


Abbildung 12: Anteil am weltweiten Primärenergieverbrauch nach Kontinenten im Jahr 2011 [7]

2011 betrug der weltweite Primärenergieverbrauch 152.437 TWh. Abbildung 12 zeigt die Verteilung dieser Energiemenge auf die einzelnen Regionen dieser Erde. Mit etwa 33 % ist Asien für ein Drittel des gesamten Primärenergieverbrauchs der Welt verantwortlich. Mit ca. 25 % haben nord- und südamerikanische Länder ein Viertel der Primärenergie verbraucht. An dritter Stelle kommt Europa mit 22,1 %. Im afrikanischen Kontinent wurde etwa 5 % verbraucht, ebenso wie im Mittleren Osten, während in den restlichen Staaten (z.B. in Australien und Ozeanien) wurden etwa 10

% der Primärenergien verbraucht. Somit wurden im Jahr 2011 in Asien, auf den amerikanischen Kontinenten und in Europa 80 % der weltweit genutzten Primärenergien verbraucht.

Wie oben erwähnt, ist die für einen Verbraucher relevante Energie die Nutzenergie, welche auch dort gemessen wird. Um daraus auf die Primärenergie zu schließen, werden Primärenergiefaktoren verwendet. Diese kann man als Korrekturfaktoren für alle entstehenden Verluste (z.B. für Umwandlung, Verteilung oder Transport) bei der Energieumwandlungskette ansehen.

**Tabelle 1: Primärenergiefaktoren gemäß DIN 18599 [10]**

Energieträger	Primärenergiefaktor $f_p$ nicht erneuerbarer Anteil	
Brennstoffe	Heizöl EL	1,1
	Erdgas H	1,1
	Flüssiggas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Braunkohle	1,2
	Holz	0,2
	Biogas, Bioöl	0,5
Nah-/Fernwärme KWK	fossil	0,7
	erneuerbar	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil	1,3
	erneuerbar	0,1
Strom	Strom-Mix	2,6
Umweltenergie	Solar, Umgebungswärme	0,0

### 3 Validierung des ETI

#### 3.1 ETI der Länder

In diesem Abschnitt werden zunächst die ETIs für 22 Staaten (inklusive EU-27) berechnet und mit den Ergebnissen des Fraunhofer Instituts verglichen. Die Berechnungen wurden für die Jahre 2009, 2010 und 2011 durchgeführt, somit werden als nächstes die Tendenzen aus den Jahren aufgezeigt. Des Weiteren wird der ETI durch zwei unterschiedliche Methoden gerechnet. Zum einen mit dem nominalen BIP, zum anderen mit der Kaufkraftparität korrigierten BIP.

Die Weltbank veröffentlicht jedes Jahr die Bruttoinlandsprodukte für nahezu alle der Länder auf der Welt. Für die Umrechnung zwischen den Währungen werden die jährlichen offiziellen Wechselkurse verwendet [17]. Die Werte der BIPs, die mit der Kaufkraftparität korrigiert wurden, werden aus der Datenbank der OECD entnommen [18]. Ebenso veröffentlicht die OECD jährlich in Zusammenarbeit mit der Internationalen Energie Agentur (IEA) ein Handbuch mit Statistiken über die Entwicklung der erneuerbaren Energien weltweit [7] [19] [20]. Daraus werden die Daten zu den Primärenergieverbräuchen mit den Anteilen der erneuerbaren Energien der untersuchten Staaten entnommen. Für EU-27 als Gesamtregion werden die Werte von den 27 Einzelstaaten zusammenaddiert (Tabelle 11, Kap. 8.2). Die Werte für die Primärenergieverbräuche sind in Mtoe (Millionen Tonnen Öläquivalent) angegeben und werden gemäß Tabelle 2 umgerechnet.

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten [7]

Zu:	TJ	Mtoe	GWh
Von:	multipliziert mit:		
TJ	1	$2,388 \cdot 10^{-5}$	0,2778
Mtoe	$4,1868 \cdot 10^4$	1	11630
GWh	3,6	$8,6 \cdot 10^{-5}$	1

Zum Beispiel betrug der Primärenergieverbrauch von Brasilien im Jahr 2009 240,2 Mtoe. Um nun auf kWh zu erhalten wird wie folgt gerechnet:

$$240,2 \text{ Mtoe} \cdot 11.630 \frac{\text{GWh}}{\text{Mtoe}} \cdot 1.000.000 \frac{\text{kWh}}{\text{GWh}} = 2.793.526.000.000 \text{ kWh} = 2,79 \cdot 10^{12} \text{ kWh.}$$

Dadurch kann der ETI in den Basiseinheiten berechnet werden.

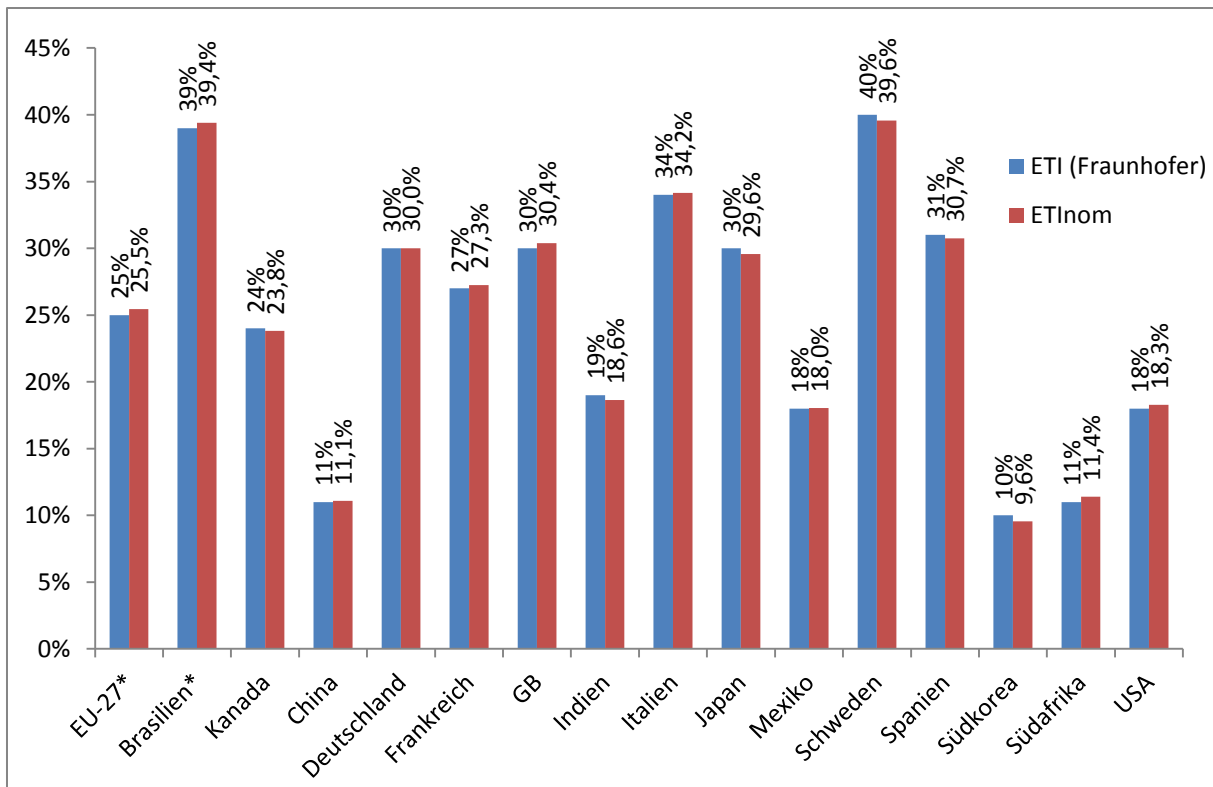
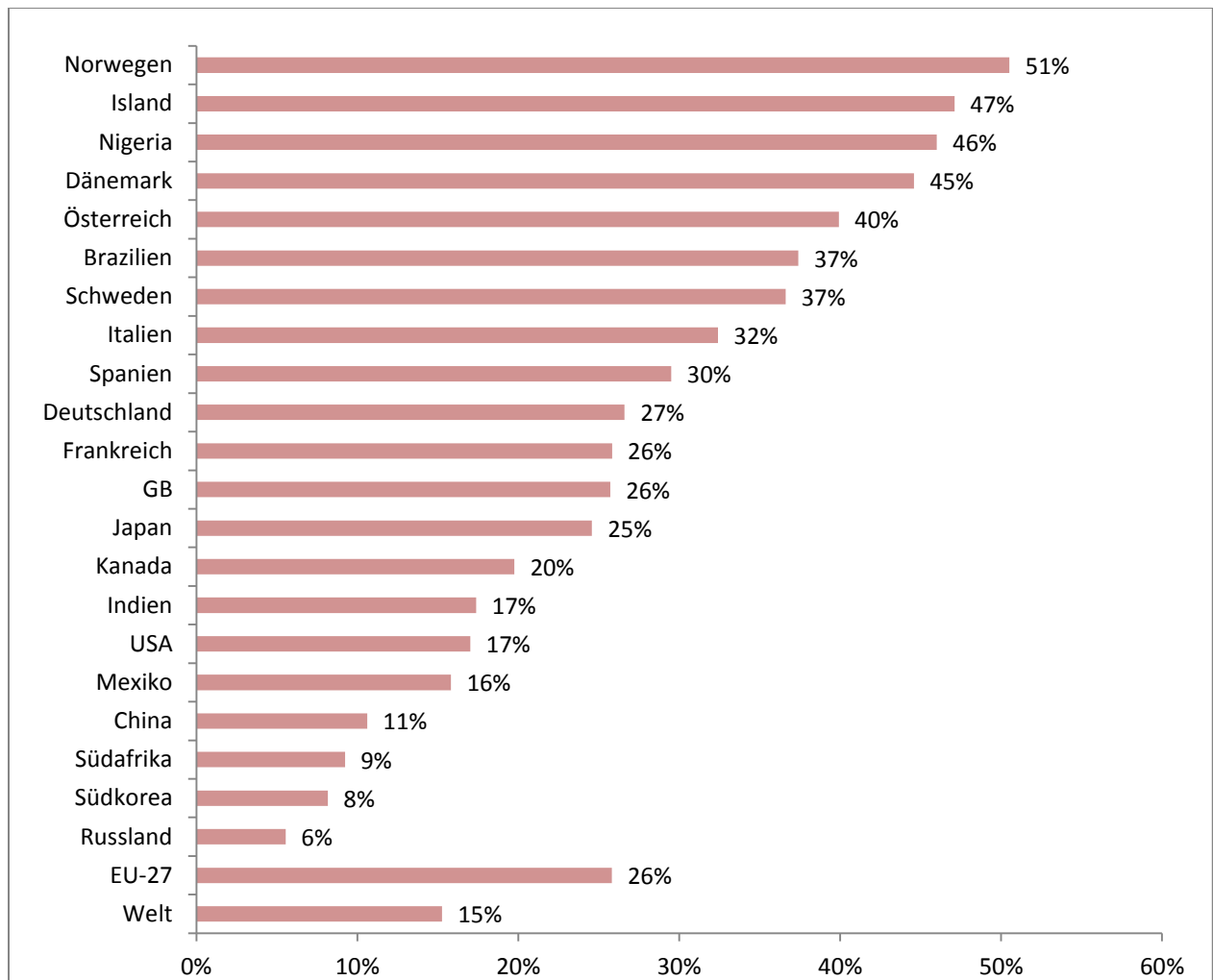


Abbildung 13: Vergleich der berechneten ETIs mit den Referenzdaten (\*Werte für 2010) [5]

Die Abbildung 13 zeigt 16 der berechneten ETI im Vergleich mit 16 der 17 Werte, die vom Fraunhofer Institut für das Jahr 2011 berechnet wurden. Das 17. Land Australien wird in dieser Arbeit nicht betrachtet. Für Brasilien und EU-27 werden die ETI für 2010 angezeigt. Man erkennt deutlich, dass die Validierung positiv ist. Alle Werte, die vom Fraunhofer Institut errechnet wurden, konnten nachgebildet werden. Die kleinen Abweichungen ergeben sich, weil die Ergebnisse hier mit einer Stelle nach dem Komma abgebildet werden, die Referenzdaten des Fraunhofer Instituts jedoch nur als ganze Zahlen angegeben sind. So wird der für Brasilien als 39,4 % errechnete Wert auf 39 % abgerundet und der für Schweden als 39,6 % errechnete Wert auf 40 aufgerundet. Die einzig relevante Abweichung ergibt sich für EU-27. Hier ist der ermittelte Zahl 25,5 %, was auf 26 % aufgerundet werden kann, die Referenz beträgt jedoch 25 %. Der Wert ist allerdings bereits ein aufgerundeter Wert (von 25,45 % auf 25,5 %), somit übereinstimmt die Zahl ebenso mit der Referenz.

Als nächstes werden die berechneten ETI über die Jahre 2009 bis 2011 betrachtet. Abbildung 14 zeigt das Ranking für 2009. In diesem Jahr lag Norwegen mit 51 % deutlich vorne. Das bedeutet, dass Norwegen auf der Skala für die Energiewende mehr als die Hälfte des Weges vorangegangen ist. Danach folgen Island mit 47 %, Nigeria mit 46 %, Dänemark mit 45 % und Österreich mit 40 %. Deutschland liegt mit 27 % im Mittelfeld des Rankings, gefolgt von Frankreich und Großbritannien mit jeweils 26 %. Diese drei wirtschaftlich größten Staaten der EU liegen damit auf einer Wellenlänge mit dem Wert für die gesamte EU-27 (26 %). Die drei großen nordamerikanischen Staaten Kanada (20 %), USA (17 %) und Mexiko (16 %) befinden sich allesamt im unteren Mittelfeld, wobei im Ranking Indien mit 17 %

zwischen Kanada und der USA liegt. China als eine der Länder mit dem höchsten Primärenergieverbrauch hat einen Wert von 11 %. Letzten im Ranking für 2009 ist Russland mit 6 %. Betrachtet man die ganze Welt als eine gemeinsame Region, ergibt sich ein ETI von 15 % für 2009.



**Abbildung 14: Weltweites ETI-Ranking für 2009**

Die ersten drei Länder im Ranking für 2010 (Abbildung 15) sind immer noch die gleichen, allerdings hat sich die Reihenfolge geändert. So ist Nigeria an erster Stelle mit 49 %, gefolgt von Island und Norwegen mit jeweils 46 %. Als letztes Land über 40% liegt Dänemark mit 45 % an vierter Stelle. Die im mittleren Bereich liegenden großen EU-Länder sind in etwa gleich geblieben, oder haben sich leicht verschlechtert, wie z.B. Frankreich auf 25 %. So ist der ETI für die EU-27 leicht nach unten gegangen und beträgt 25 %. Diese Entwicklung ist auf die 2010 noch spürbare Bankenkrise zurückzuführen. Im unteren Bereich des Rankings haben Kanada (22 %), Indien (19 %) und Mexiko (18 %) die größten Sprünge gemacht und sich verbessern können. Auch die letzten 5 Länder USA (17 %), China (11 %), Südafrika (11 %) und Südkorea (9 %) konnten ihre ETI leicht verbessern, während Russland weiterhin bei 6 % liegt. Sehr erfreulich ist, dass sich der weltweite ETI sich um zwei Prozentpunkte auf 17 % verbessern hat können.

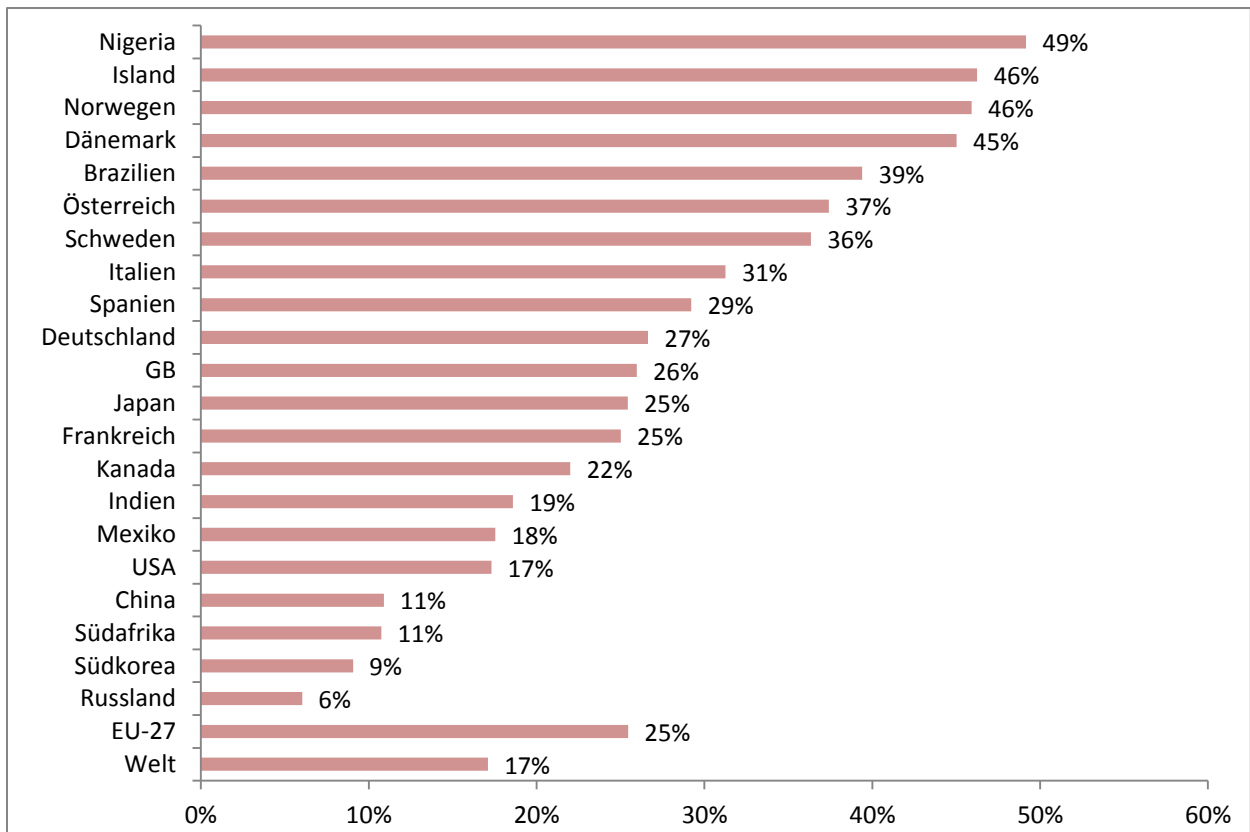


Abbildung 15: Weltweites ETI-Ranking für 2010

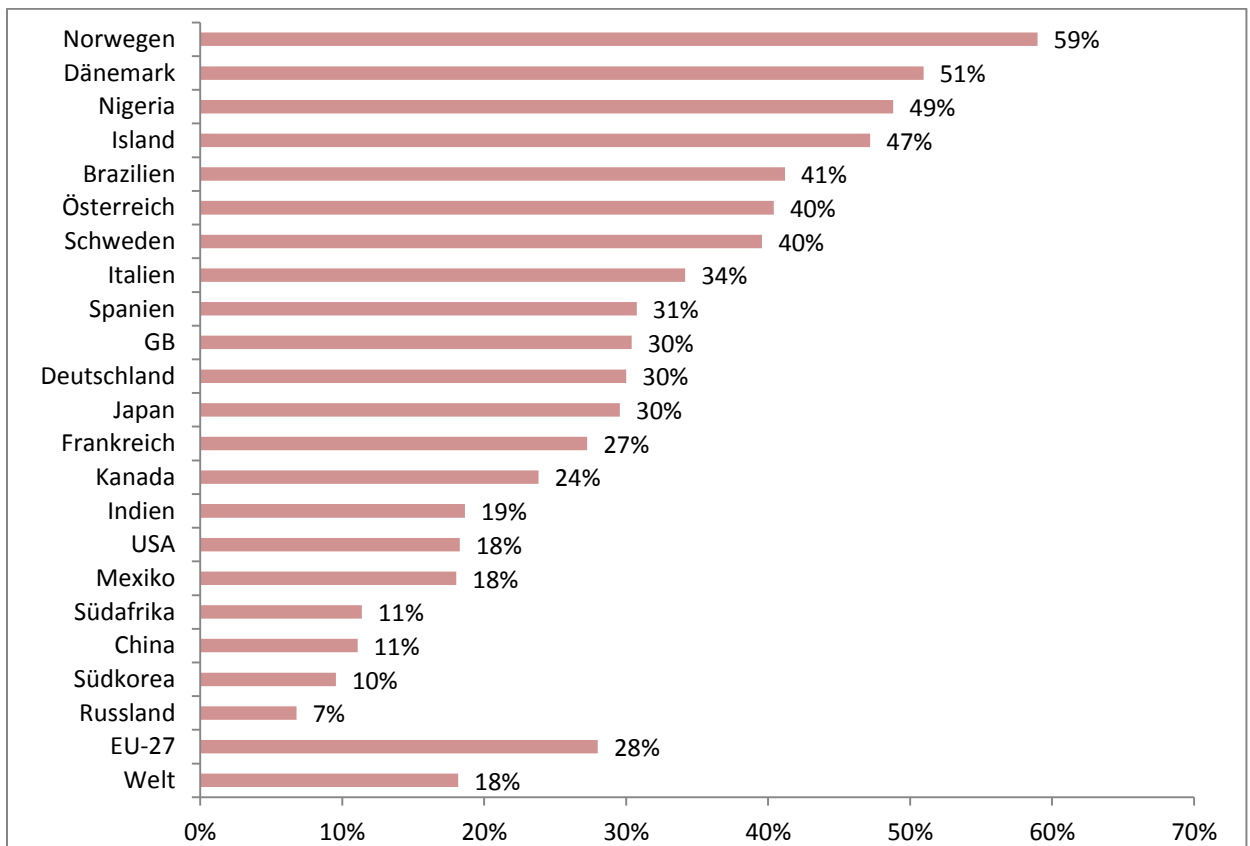


Abbildung 16: Weltweites ETI-Ranking für 2011



Wie man auf Abbildung 16 sehen kann, gab es 2011 mit Norwegen (59 %) und Dänemark (51 %) wieder zwei Länder, die über 50 % erreichen konnten. Diese Verbesserungen sind beide bemerkenswert und zeigen, dass bei konsequenter Verfolgung von gesetzten Zielen die Energiewende gelingen kann. So haben beide Staaten 2011 im Vergleich zu 2010 ihre Bruttoinlandsprodukte (Norwegen von 421,2 Mrd. € auf 491,2 Mrd. €, Dänemark von 313,2 Mrd. € auf 333,7 Mrd. €) und den Anteil der Erneuerbaren am Primärenergieverbrauch (Norwegen von 36,1 % auf 42,8 %, Dänemark von 20,3 % auf 22,2 %) erhöhen können, während sie den Primärenergieverbrauch (Norwegen 33 Mtoe auf 28 Mtoe, Dänemark von 19 Mtoe auf 18 Mtoe) gesenkt haben (s. Tabellen 9 und 10, Kap. 8.1). Natürlich muss erwähnt werden, dass diese Länder nicht zu den größten Volkswirtschaften der Welt gehören, aber gerade deshalb sollten sie diesen Ländern als Beispiel dienen.

Weitere Länder im oberen Bereich des Rankings sind Nigeria mit 49 % und Island mit 47 %. Die Sieger des Rankings des Fraunhofer Instituts Brasilien (41 %, wobei das Fraunhofer Institut für Brasilien des ETI für 2010 ausgerechnet hatte) und Schweden (40 %) liegen auf dem 5. und 7. Platz, mit Österreich (40 %) zwischen ihnen. Italien mit einem ETI von 34 % gehört noch zu den besseren Ländern der EU. Danach folgen die weiteren EU-Länder Spanien (31 %), Vereinigtes Königreich, Deutschland, sowie Japan mit jeweils einem ETI von 30%. Man erkennt, dass sich die EU-Länder mehrheitlich verbessert haben. So ist der ETI für die EU-27 ebenfalls um drei Prozentpunkte auf 28 % gestiegen.

Im unteren Bereich des Rankings haben sich die Staaten ebenfalls leicht verbessern können. Die ETI von Indien mit 19 %, USA 18 % und Mexiko 18 % liegen relativ nah zusammen. Gefolgt werden sie von Südafrika mit 11 %, China mit 11 %, Südkorea 10 % und Russland mit 7 %.

Somit befinden sich die Länder mit den höchsten Primärenergieverbräuchen (USA und China) im unteren Bereich des Rankings. Erwähnenswert ist ebenfalls, dass die Länder, die sich im unteren Bereich des Rankings befinden weniger größere Verbesserungen machen, als die Länder, die sich bereits weiter oben befinden. Man könnte erwarten, dass Länder mit wenig Anteil an erneuerbaren Energien sich durch Ausbau schneller verbessern, als Länder, die bereits einen hohen Anteil ihres Primärenergieverbrauchs über regenerative Energien erzeugen.

Aus dem Ranking kann man erschließen, dass die meisten Länder sich von der vorangegangenen Bankenkrise erholt haben oder sich langsam erholen, denn für die meisten Länder hat sich der ETI verbessern können, auch wenn die Verbesserungen unterschiedlich hoch ausfallen. Dieser positive Trend schlägt sich auch auf den weltweiten ETI, der sich um etwa einen Prozentpunkt auf 18,18 % verbessert hat.

Als nächstes werden die Energieeffizienz und der Anteil der erneuerbaren Energien in einem Diagramm gegenübergestellt. In der Abbildung 17 ist der Anteil der erneuerbaren Energien auf der x-Achse aufgetragen und die Energieeffizienz auf der y-Achse.

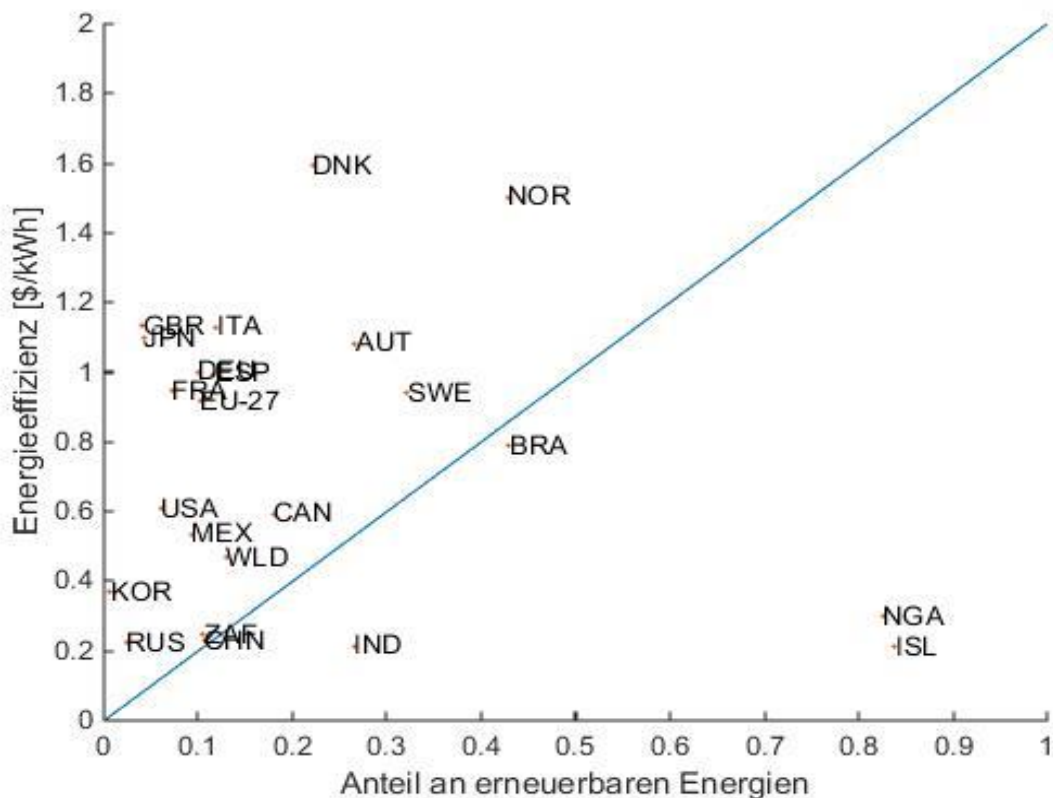


Abbildung 17: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil erneuerbarer Energien für 2011

Die eingezeichnete blaue Linie entspricht dem optimalen Verlauf für eine volle Energiewende, bei einer vordefinierten Energieeffizienz von 2 \$/kWh. Der Punkt bei 2 \$/kWh und 100 % erneuerbare Energien ist das Maximum, welches zu erreichen gilt. Zeichnet man für jeden für die Länder eingezeichneten Punkt ein Lot auf diese Linie und teilt sie in hundert Einheiten (entsprechen 100 %), würde der Schnittpunkt des Lotes mit der Linie dem ETI des entsprechenden Landes anzeigen.

Auf dem Diagramm kann man erkennen, ob ein Land eher in erneuerbare Energien oder in die Energieeffizienz investieren sollte, um bei der Energiewende voranzuschreiten. Man kann bei den vier Staaten, die 2011 die höchsten ETI hatten, bereits deutliche Tendenzen erkennen. So profitiert der ETI bei Nigeria und Island deutlich vom hohen Anteil der erneuerbaren Energien, welcher in beiden Ländern bei über 80 % liegt. Diese beiden Länder sollten mehr in die Energieeffizienz investieren. In Norwegen und Dänemark hingegen ist die Energieeffizienz deutlich ausgeprägt und liegt bei etwa 1,6 \$/kWh. Diese Länder haben hohes Potential beim Ausbau der regenerativen Energien, womit sie ihren ETI steigern könnten.

Man kann erkennen, dass sich Schweden und Brasilien nahe dem optimalen Verlauf bewegen. Viele Länder der EU, darunter Deutschland, Italien, Spanien, Frankreich und Großbritannien haben laut Diagramm eine Energieeffizienz von etwa 1 \$/kWh, aber insgesamt relativ geringe Anteile an erneuerbaren Energien. Dies gilt somit auch für die EU-27 als Gesamtregion, ebenso wie für Japan. Am Beispiel von Indien kann man deutlich erkennen, dass die Konzentration nur auf den Ausbau von

Erneuerbaren nicht ausreichend ist. So hat Indien in etwa den gleichen Anteil an Erneuerbaren wie Österreich und sogar mehr als Dänemark. Allerdings ist die Effizienz vergleichsweise sehr gering. Dieses Beispiel kann man mit der Effizienz aufzeigen. So haben die USA und Kanada eine höhere Energieeffizienz als Island oder Nigeria, trotzdem befinden sich die zuletzt genannten im oberen Bereich des Rankings, während sich die USA und Kanada deutlich im unteren Bereich bewegen. Dies zeigt, dass sowohl die Energieeffizienz, als auch der Ausbau der regenerativen Energien parallel gefördert werden müssen.

Als nächstes werden die Unterschiede zwischen den ETI aufgezeigt, die mit dem nominalen Bruttoinlandsprodukt und dem mit der Kaufkraftparität korrigiertem Bruttoinlandsprodukt ermittelt wurden.

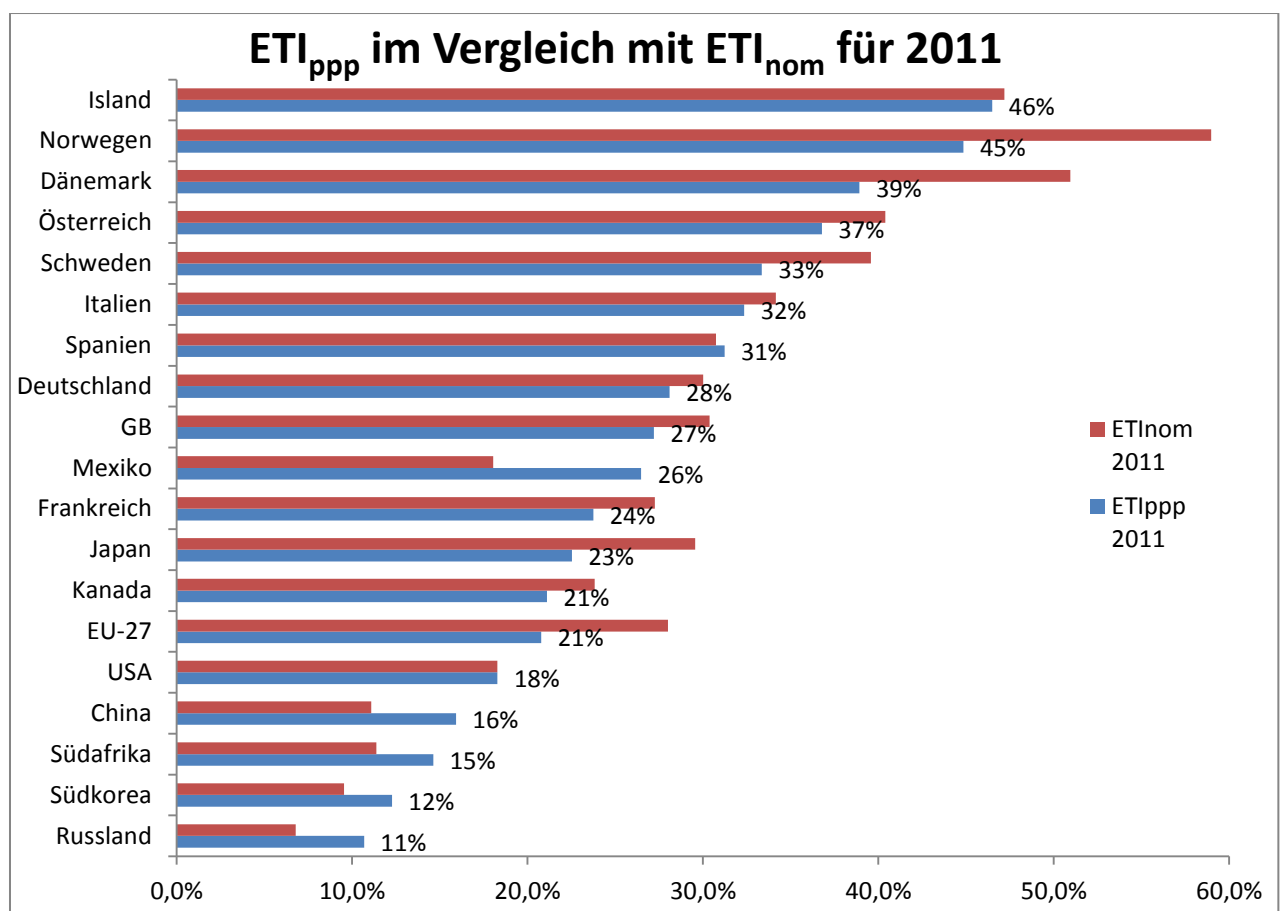


Abbildung 18: Vergleich des ETI<sub>ppp</sub> mit dem ETI<sub>nom</sub> für 2011

In der obigen Abbildung 18 werden die ETI für 2011 verglichen, die mit unterschiedlichen Bruttoinlandsprodukten berechnet wurden. Die roten Balken sind die bisher bekannten und bereits untersuchten ETI<sub>nom</sub>. Die blauen Balken sind die ETI<sub>ppp</sub>, die mit korrigierten Bruttoinlandsprodukten ermittelt sind. Die Beschriftungen sind die Werte für ETI<sub>ppp</sub>, mit denen auch absteigend sortiert wurde. Auf Beschriftungen der ETI<sub>nom</sub> wurde aufgrund der besseren Übersicht verzichtet. Es werden 19 Staaten (inklusive EU-27) untersucht, weil es für Brasilien und Nigeria keine Daten der korrigierten BIP gab. Ebenso ausgelassen wurde Indien, für den nur der Wert für 2009 ermittelt werden konnte.

Man kann bereits auf dem ersten Blick deutliche Unterschiede erkennen. So werden manche Länder durch die Korrektur des BIP deutlich besser gestellt, andere hingegen deutlich schlechter.

Deutlich verschlechtern sich Norwegen mit 45 % und Dänemark mit 39 %, sowie Schweden 33 % und Japan mit 23 %. Stark verbessert haben sich Mexiko mit 26 %, China mit 16 %, Südafrika mit 15 %, Südkorea mit 12 % und Russland mit 11 %. Mit Ausnahme von Spanien, die sich auf 31 % verbessert, haben sich die meisten Länder der EU leicht verschlechtert. So hat Italien einen Wert von 32 %, Deutschland 28 %, Großbritannien 27 % und Frankreich 24 %. Summiert führt das allerdings dazu, dass der Wert für die EU-27 mit 21 % deutlich niedriger ausfällt. Nach dieser Berechnung hat Island den höchsten ETI mit 46 %, gefolgt von Norwegen, Dänemark und Österreich. Im unteren Bereich befinden sich die USA, dessen ETI sich logischerweise nicht verändert hat, China, Südafrika, Südkorea und Russland.

Man kann erkennen, dass sich durch die Korrektur die ETI vor allem der Industrieländer, wie z.B. Norwegen, Dänemark, Deutschland oder Frankreich verschlechtert, wohingegen sich die ETI von Entwicklungs- und Schwellenländern wie z.B. Mexiko, China und Südafrika verbessert haben. Dies ist damit zu erklären, dass die Anpassung an die wirtschaftlichen Lebensbedingungen durch die Kaufkraftparität sich bei Schwellen- und Entwicklungsländer positiv auf die Bruttoinlandsprodukte auswirkt, was die höheren ETI bewirkt. Deshalb sollte überlegt werden, ob man die ETI in Zukunft immer mit korrigierten BIP berechnet. Die in den nächsten Kapiteln folgenden ETI dieser Arbeit werden wegen der Verfügbarkeit der Daten wieder mit dem nominalen BIP berechnet.

Alle Daten und errechneten Werte sind auf den Tabellen 8, 9 und 10 im Anhang (Kap. 8.1) aufgezeigt. Im nächsten Abschnitt werden die ETI der Bundesländer betrachtet.

### 3.2 ETI der Bundesländer

In diesem Abschnitt werden die Bundesländer von Deutschland näher betrachtet. Hierfür werden die ETI ab 1994 bis 2010 ermittelt und verglichen.

Die Daten für die Berechnungen wurden aus Unterschiedlichen Quellen erhoben. Die Bruttoinlandsprodukte der einzelnen Bundesländer werden jährlich vom Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“ im Auftrag der Statistischen Ämter der 16 Bundesländer, des Statistischen Bundesamtes und des Bürgeramtes „Statistik und Wahlen“ veröffentlicht. In Ihrer zuletzt im Juni 2013 publizierten und im August 2013 ergänzten Statistik zeigt die Bruttoinlandsprodukte aller Bundesländer ab 1991 bis 2012 [21]. Die veröffentlichten Werte sind allesamt in Euro angegeben. Um eine Vergleichbarkeit mit den bereits berechneten ETI zu ermöglichen wurden sie in US-Dollar umgerechnet. Dies wurde mit den jährlichen durchschnittlichen Wechselkursen durchgeführt [22]. Tabelle 3 zeigt die für die Umrechnung verwendeten Wechselkurse.

**Tabelle 3: Jährliche durchschnittliche Wechselkurse von Euro auf US-Dollar [22]**

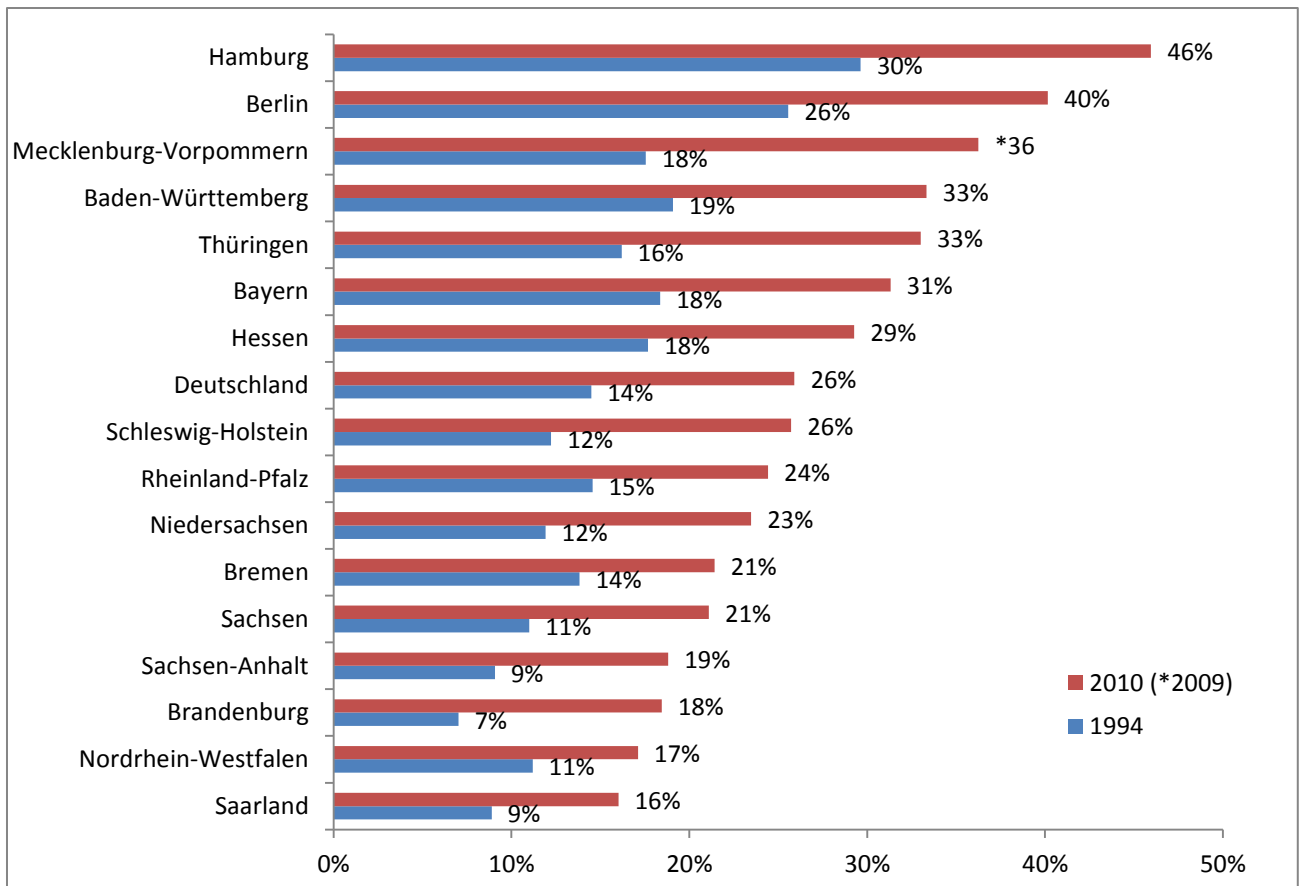
Jahr	Wechselkurs [\$ --> €]	Jahr	Wechselkurs [\$ --> €]	Jahr	Wechselkurs [\$ --> €]	Jahr	Wechselkurs [\$ --> €]
1994	1,201	1999	1,066	2004	1,243	2009	1,394
1995	1,332	2000	0,924	2005	1,244	2010	1,326
1996	1,290	2001	0,895	2006	1,255	2011	1,392
1997	1,131	2002	0,945	2007	1,370	2012	1,285
1998	1,114	2003	1,131	2008	1,470	2013	1,328

Die Primärenergieverbräuche der einzelnen Bundesländer werden jährlich vom Arbeitskreis „Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder“ im Auftrag der Statistischen Ämter der Länder veröffentlicht. In der Veröffentlichung von Oktober 2013 werden die Verbräuche von 1990 bis 2010 aufgelistet, welche in Terajoule angegeben sind [23]. Die Umrechnung auf Kilowattstunden wird gemäß Tabelle 2 (Kap.3.1) durchgeführt. Beispielhaft wird die Umrechnung an dem Wert von Baden-Württemberg für 2014 aufgezeigt:

$$1548074,131 \text{ TJ} * 0,2778 \frac{\text{GWh}}{\text{TJ}} * 1000000 \frac{\text{kWh}}{\text{GWh}} = 4,30055 * 10^{11} \text{ kWh}$$

Die Anteile der Erneuerbaren an den Primärenergieverbräuchen werden von der Länderinitiative Kernindikatoren veröffentlicht [24].

Die berechneten Daten sind in der Tabelle 15 im Anhang (Kap. 8.3) zu sehen.



**Abbildung 19: ETI der Bundesländer für 1994 und 2010**

Abbildung 19 zeigt die Ergebnisse für die Jahre 1994 und 2010. Hamburg liegt im Ranking von 2010 mit einem ETI von 46 % deutlich vorne, gefolgt von Berlin mit 40 % und Mecklenburg-Vorpommern mit 36 %. Die südlichen Bundesländer Baden-Württemberg mit 33 % und Bayern mit 31 % liegen auf den Plätzen vier und sechs. Dazwischen ist Thüringen mit einem ETI von 33 %. Auf den unteren drei Plätzen sind Brandenburg (18 %), Nordrhein-Westfalen (17 %) und Saarland (16 %) gelandet. ETI von Deutschland als Vergleichswert ist mit etwa 26 % im mittleren Bereich. Dieser Wert unterscheidet sich von dem im Kapitel 3.1 errechneten Wert, da unterschiedliche Quellen für die Berechnung verwendet wurden. Die Abweichung ist geringfügig und kann vernachlässigt werden. Man erkennt ebenfalls, dass die Stadtstaaten Hamburg und Berlin bereits 1994 die höchsten ETI-Werte aufweisen konnten, während Brandenburg und Saarland bereits damals die geringsten Werte hatten.

Am Ergebnis ist auffällig, dass die Stadtstaaten die höchsten ETI aufweisen. Ein Grund hierfür könnte die bessere Effizienz sein, die einer hohen Bevölkerungsdichte folgt. Allerdings passt das Ergebnis für Bremen nicht in diese Theorie.

Als nächstes werden die ETI der Bundesländer im Verlauf von 1994 bis 2010 betrachtet.

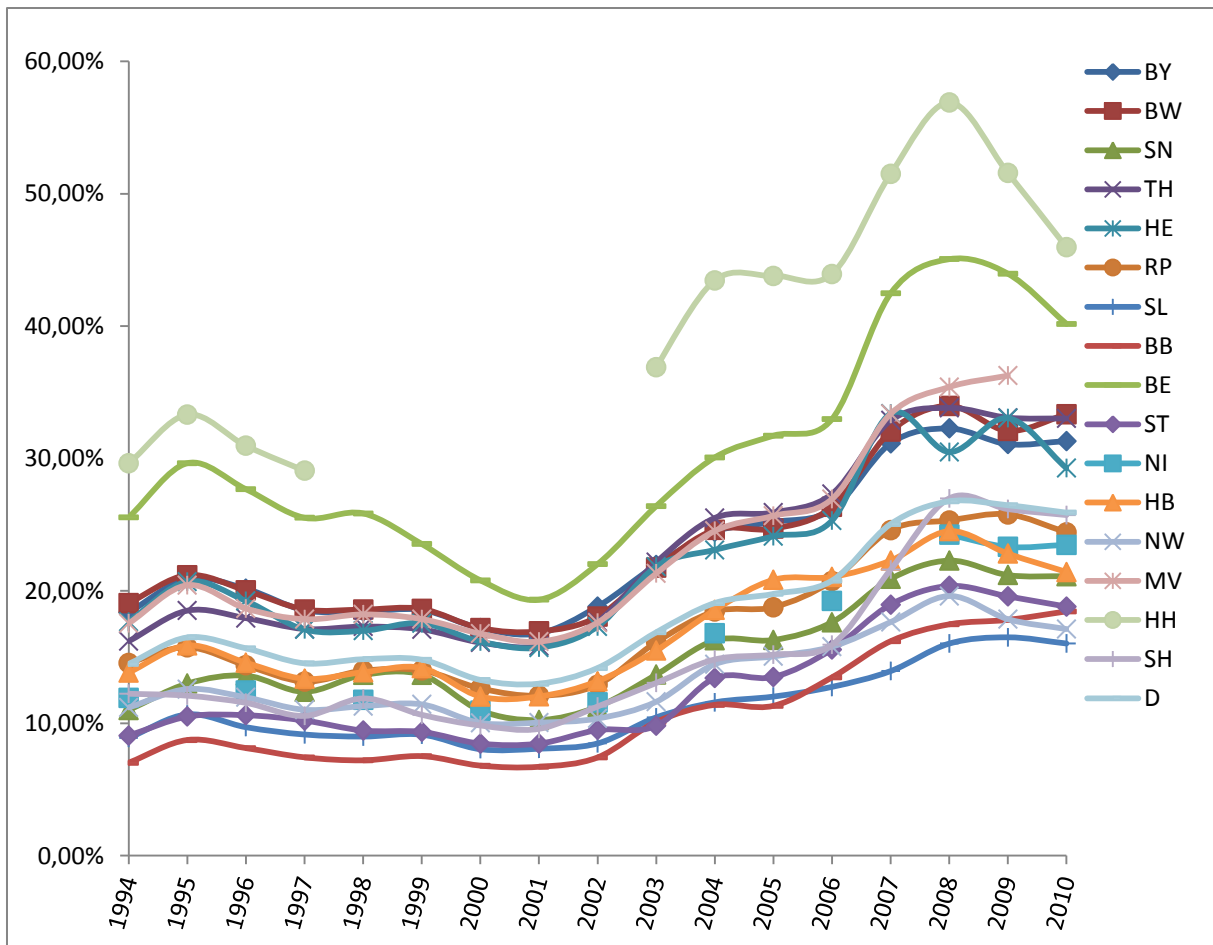


Abbildung 20: ETI der Bundesländer im Verlauf von 1994 bis 2010

Abbildung 20 zeigt den Verlauf der ETI in den Bundesländern und für Deutschland über die Zeit von 1994 bis 2010. Man sieht, dass Hamburg bereits 2008 den bisher höchsten ETI von etwa 60 % erreicht hatte, und auch 2004 mit über 40 % deutlich vor den anderen Bundesländern lag. Ebenso wie Hamburg hatte auch Berlin 2008 seinen maximalen ETI mit über 40 %.

Des Weiteren kann man gut erkennen, dass die Verläufe über die Zeit bei allen Bundesländern ähnlich sind. So haben nahezu alle Verläufe eine Delle zwischen den Jahren 2000 und 2001, gefolgt von einem deutlichen Aufschwung bis 2005. Der Stagnation zwischen 2005 und 2006 folgt ein zweiter Aufschwung bis 2008, wonach der ETI mehrheitlich nach unten geht oder wieder stagniert.

Zwischen 2000 und 2001 ist die Energieeffizienz bei fast allen Bundesländern gesunken. Dies lag daran, dass die Primärenergieverbräuche höher gestiegen sind, als die Bruttoinlandsprodukte. Die Steigung des ETI in der Folge könnte an der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom Jahr 2000 liegen, wodurch der Ausbau der Regenerativen, sowie energiesparende Maßnahmen gefördert wurden. Der zweite Aufschwung ab 2005 erfolgt nach der Novellierung des EEG aus dem Jahr 2004. Die Stagnation bzw. der Abschwung ab 2008 ist die Folge der Wirtschaftskrise. Die Energieeffizienz der Länder ist in diesen Jahren stark gesunken und konnte durch die anhaltende Erhöhung der Anteile der Regenerativen Energien

nicht ausgeglichen werden. Besonders zwischen 2008 und 2009 ist in den meisten Ländern der Bruttoinlandsprodukt gesunken, was die Auswirkungen auf die Energieeffizienz hervorgebracht hat.

Im Folgenden werden die Einflüsse der Effizienz und Anteil der Erneuerbaren auf die Bundesländer genauer betrachtet. Abbildung 21 zeigt das bereits bekannte Diagramm für die Bundesländer.

Im Gegensatz zu den Ländern aus dem Kapitel 3.1, sieht man deutlich, dass für alle Länder die Energieeffizienz in Relation zum optimalen Verlauf einen höheren Einfluss auf den ETI hat, als der Anteil der Regenerativen. Diese Abhängigkeit ist vor allem bei Hamburg und Berlin sehr ausgeprägt. Für Bremen als dritten Stadtstaat, gilt dies ebenso wie für die Flächenländer Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden-Württemberg oder Bayern. Zum optimalen Verlauf am nächsten sind Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen, die deutschlandweit die höchsten Anteile an erneuerbaren Energien aufweisen, sowie Sachsen-Anhalt und Brandenburg.

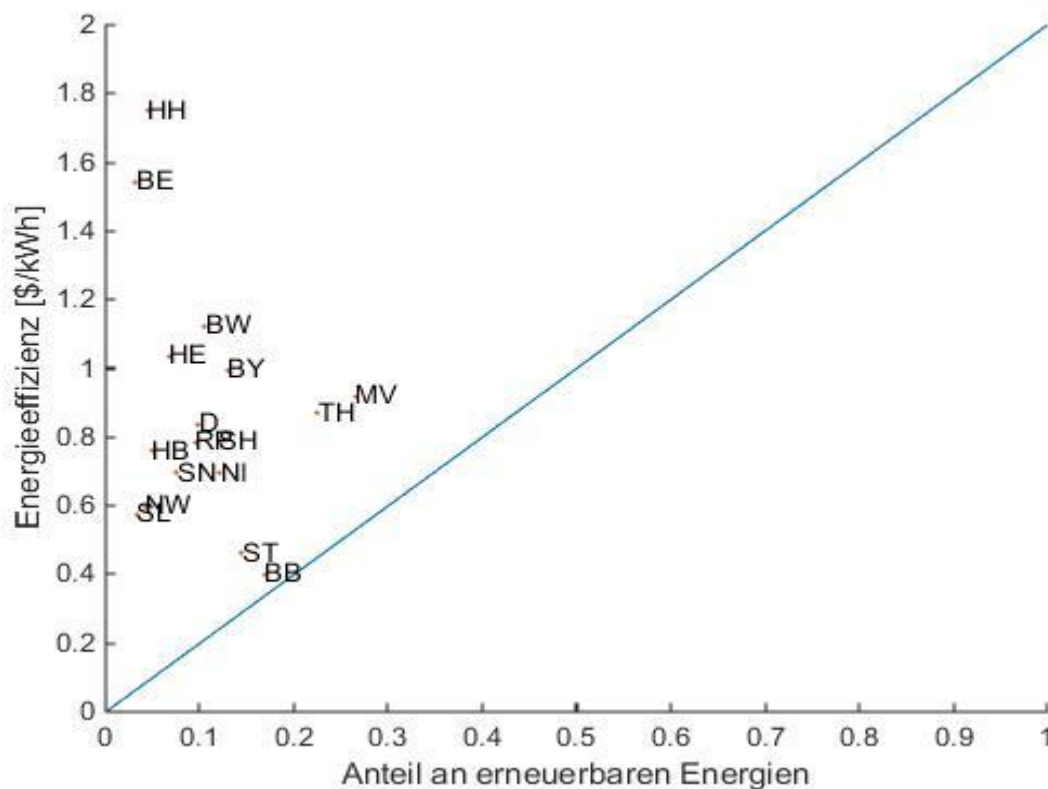


Abbildung 21: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil erneuerbarer Energien der Bundesländer für 2010

Aus der Abbildung kann man erkennen, dass die Bundesländer Hamburg, Berlin, Hessen, Bayern und Baden-Württemberg vorwiegend die Regenerativen Energien ausbauen sollten. Natürlich muss erwähnt werden, dass dies für die Stadtstaaten Hamburg und Berlin schwierig zu umsetzen ist, da dort die Flächen auch wegen der dichten Bevölkerungsbesiedlung sehr knapp sind. Deshalb sind die hohen Werte der Energieeffizienz positiv hervorzuheben. Vor allem in den Flächenländern sollten



allerdings Anreize gesetzt werden, um den Anteil der Erneuerbaren zu erhöhen, ohne jedoch die Investitionen im Bereich der Energieeffizienz zu vernachlässigen.

Zu guter Letzt wird betrachtet, wie die bisherigen Investitionen von 1994 bis 2010 sich zwischen der Energieeffizienz und Ausbau der Regenerativen ausgeteilt haben. Welches Bundesland mehr auf die Effizienzsteigerung oder dem Zubau der Erneuerbaren gesetzt hat kann man in der Abbildung 22 betrachten. Die Abbildung zeigt den Verlauf des ETI über die ermittelten Jahre. Für die bessere Übersicht wurde die x-Achse, auf dem der Anteil der erneuerbaren Energien aufgetragen ist, bis 0,3 gezeichnet.

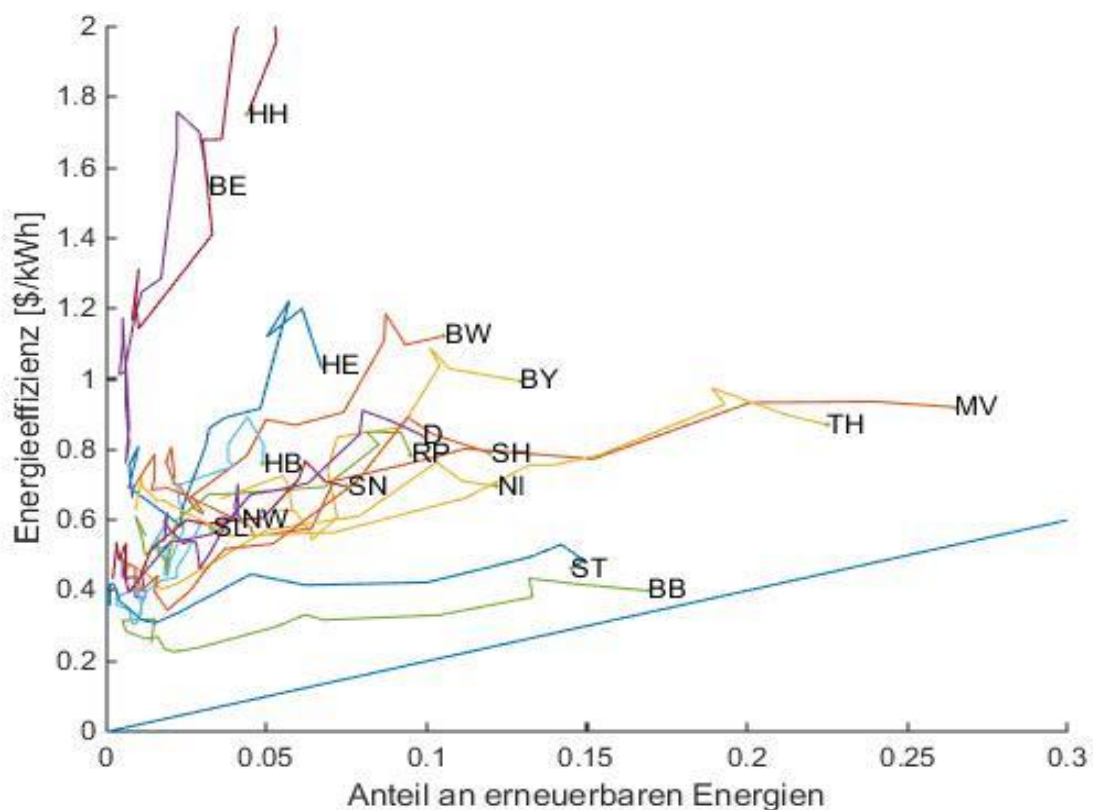


Abbildung 22: Verlauf des ETI von 1994 bis 2010 in Relation zum optimalen Verlauf

Man kann erkennen, dass in Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg schon immer vorwiegend in den Zubau investiert wurde. Auf der anderen Seite verläuft der ETI für Hamburg und Bremen relativ vertikal. Somit ist in diesen beiden Ländern vor allem die Effizienz für Änderungen des ETI verantwortlich. Als dritte Gruppe haben Hessen, Baden-Württemberg und Bayern ähnliche Verläufe. So kann man erkennen, dass in diesen Ländern der ETI sich abwechselnd waagrecht und vertikal verändert. Daraus kann man schließen, dass in diesen Ländern die Effizienz und der Anteil an Erneuerbaren steigen. Der spitze Haken, der für in nahezu allen genannten Ländern erkennbar ist, zeigt ebenfalls die Folge der Wirtschaftskrise 2008.

### 3.3 ETI bayerischer Landkreise

Nachdem die ETI der Länder weltweit und in den Bundesländern betrachtet wurde, soll in diesem Abschnitt das Betrachtungsgebiet nochmals Landkreise verkleinert werden. Es werden neun Landkreise betrachtet für die entsprechende Daten vorhanden waren. Sie liegen alle in Bayern, somit können sie besser verglichen werden.

Das bayerische Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung ermittelt und veröffentlicht jährlich die Bruttoinlandsprodukte und Bruttowertschöpfungen für kreisfreie Städte und Landkreise in Bayern. Aus dieser Statistik [25] stammen die BIP der einzelnen Landkreise. Diese Werte wurden entsprechend der Wechselkurse (Tab. 3, Kap 3.2) in US-Dollar umgerechnet.

Im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative fördert das Bundesumweltministerium mit dem Programm „Kommunalrichtlinie“ Projekte, die dem Klimaschutz zugutekommen [26]. Dabei werden unter anderem Klimaschutzkonzepte von Kommunen (also Städte, Gemeinden und Landkreise) gefördert, die alle relevanten Felder umfassen, welche das Klima betreffen [27]. Diese Konzepte werden von unterschiedlichen Instituten oder Unternehmen im Auftrag der Landkreise durchgeführt. Sie beinhalten z.B. aktuelle Energiebilanzen, Potentiale zur Erhöhung der Energieeffizienz und zum Einsatz von erneuerbaren Energien und Maßnahmenkataloge, um die aufgezeigten Potentiale auszunutzen [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36].

Die Daten für die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs und des Anteils an regenerativen Energien stammen aus den oben erwähnten Energiebilanzen. Dabei werden die Endenergieverbräuche der jeweiligen Energieträger mit dem Primärenergiefaktor multipliziert um den Primärenergieverbrauch zu erhalten. Die Verbräuche für den Verkehr wurden ohne Umrechnungsfaktor übernommen, da die Werte in den Konzepten sich bereits auf Annahmen stützen. Die Berechnungen für die einzelnen Landkreise sind in den Tabellen im Anhang (Kap. 8.4.) zu finden.

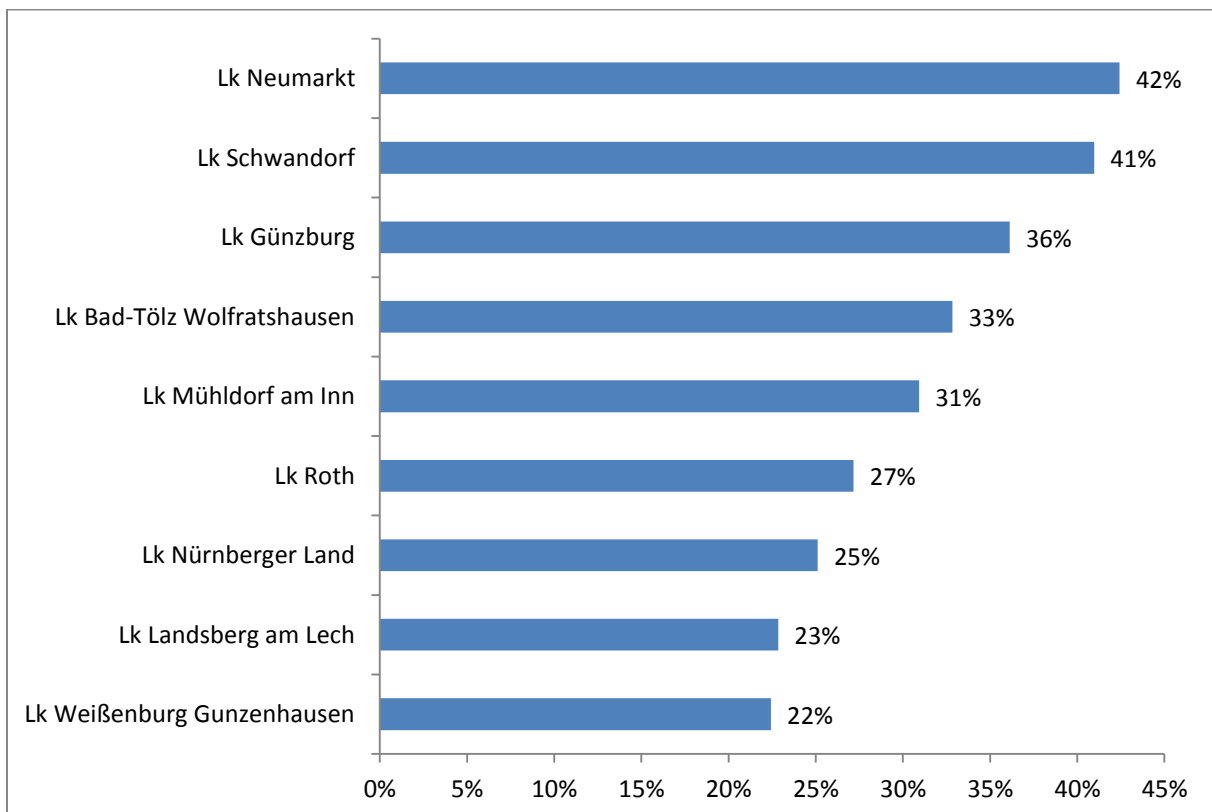
Die Konzepte wurden jeweils für einen Zeitraum von einem Jahr ermittelt, allerdings für unterschiedliche Jahre. Für die ausgesuchten Landkreise entstammen sie aus den Jahren 2009, 2010 und 2011. So sind die Daten für z.B. Neumarkt aus dem Jahr 2009, während sie für Roth aus 2010 sind.

In der Tabelle 4 kann man sehen, aus welchem Jahr die Daten stammen, mit denen die ETI ermittelt werden. Die Tabelle zeigt insgesamt eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und Daten.

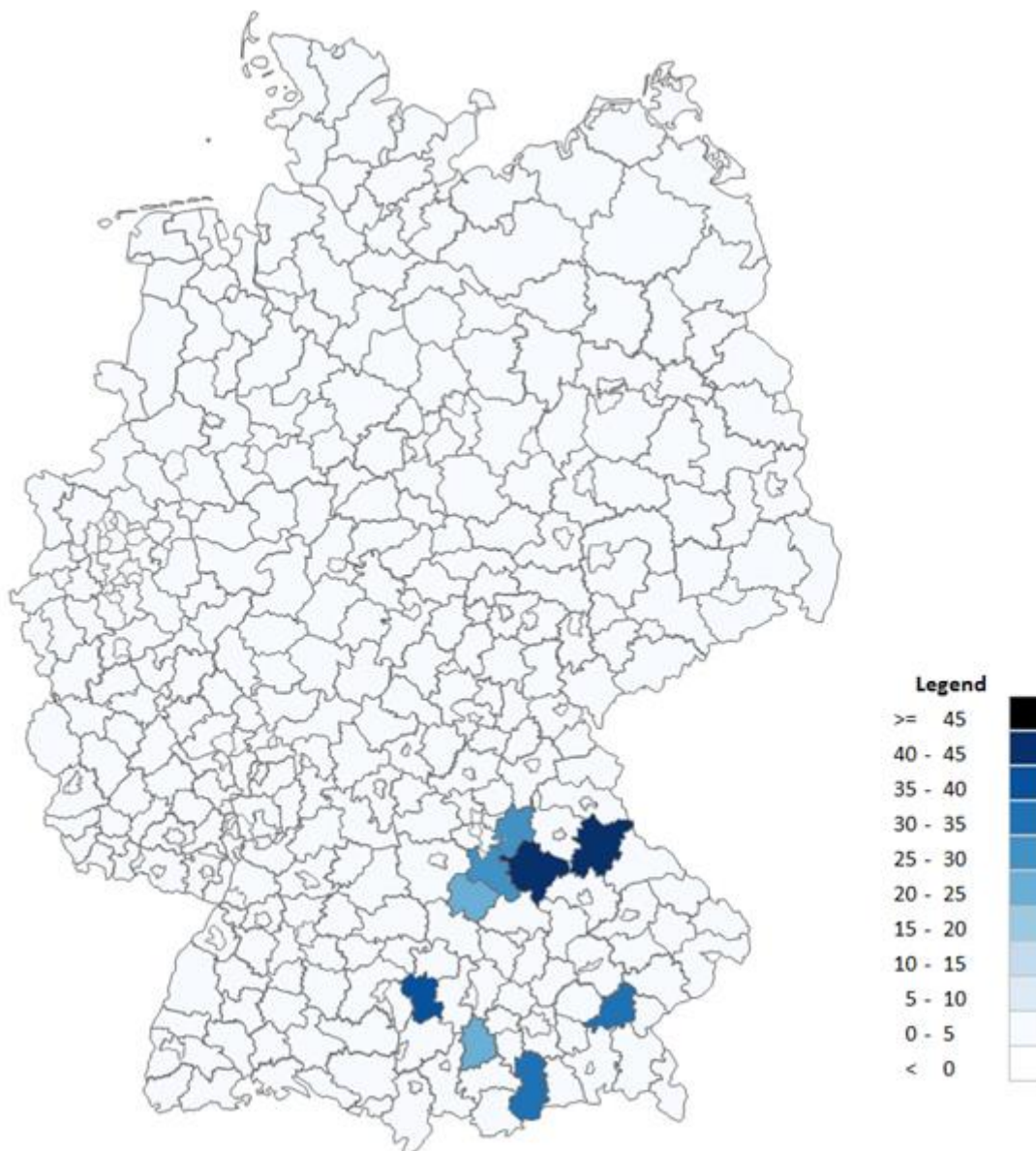
**Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse der Landkreise**

Gebiet	Jahr	BIP [Mio. €]	BIP [Mio. \$]	PEV [GWh]	Anteil EE	Eff [\$/kWh]	ETI
Lk Neumarkt i. d. Opf.	2009	3.491	4.867	4.600	32,0%	1,06	42%
Lk Weißenburg Gunzenhausen	2009	2.188	3.051	3.983	6,6%	0,77	22%
Lk Nürnberger Land	2010	4.161	5.520	6.188	5,6%	0,89	25%
Lk Roth	2010	2.795	3.708	4.063	8,7%	0,91	27%
Lk Mühldorf am Inn	2010	2.980	3.953	4.158	14,3%	0,95	31%
Lk Schwandorf	2010	4.214	5.590	3.722	6,8%	1,50	41%
Lk Landsberg am Lech	2011	3.105	4.323	5.514	6,5%	0,78	23%
Lk Bad-Tölz Wolfratshausen	2011	2.965	4.128	4.170	16,2%	0,99	33%
Lk Günzburg	2011	4.483	6.241	5.016	10,0%	1,24	36%

Abbildung 23 zeigt die ermittelten ETI unabhängig der entsprechenden Jahre. Neumarkt liegt mit einem ETI von 42 % knapp vor Schwandorf mit 41 %. Auf dem dritten liegt Günzburg mit 36 %, gefolgt von Bad Tölz-Wolfratshausen mit 33 % und Mühldorf am Inn mit 31 %. Unter 30 % haben Roth mit 27 %, Nürnberger Land mit 25 %, Landsberg am Lech mit 23 % und als letzter der untersuchten Landkreise Weißenburg-Gunzenhausen mit 22 %.



**Abbildung 23: ETI-Ranking der Landkreise**



**Abbildung 24: Deutschlandkarte des ETI-Rankings der Landkreise**

Abbildung 24 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen auf einer Deutschlandkarte. Sie zeigt die räumliche Verteilung des ETI der betrachteten Landkreise.

Vorab muss gesagt werden, dass zu den Ergebnissen keine eindeutigen Aussagen getroffen werden können, da die ETI aus unterschiedlichen Jahren stammen. Sowohl im Kapitel 3.1 für Länder weltweit (z.B. für Norwegen), also auch für Bundesländer im Kapitel 3.2 (z.B. für Hamburg) wurden Beispiele gezeigt, in denen die ETI sich innerhalb eines Jahres deutlich geändert haben.

Trotzdem ist es bemerkenswert, dass Neumarkt mit den Daten aus 2009 den ersten Platz belegt. In den Tabellen 13 und 16 (Kap. 8.3) kann man sehen, dass im folgenden Jahr in Bayern sowohl der BIP, als auch der Anteil an erneuerbaren Energien steigen. Somit könnte auch der ETI für Neumarkt nochmals ansteigen.

Aus den bisher genannten Gründen ist diese Aussage nicht zu belegen. Es ist jedoch empfehlenswert, die Ermittlung des ETI auszuweiten. Somit würde ein Benchmark geschaffen werden, womit die Landkreise miteinander verglichen werden können. Im Rahmen der Klimaschutzinitiative könnten mit den Vergleichen über die Jahre überprüft werden, inwieweit und in welchem Umfang die in den Klimaschutzkonzepten vorgeschlagenen Maßnahmen umgesetzt und Potentiale ausgenutzt werden.

Abbildung 25 zeigt die Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil an erneuerbaren Energien für die untersuchten Landkreise. Man erkennt, dass die Landkreise ähnliche Werte in den Anteilen der Erneuerbaren aufweisen. Einzige Ausnahme ist Neumarkt, der mit über 30 % in diesem Vergleich eine Vorreiterrolle hat. Bei der Effizienz liegen die meisten Landkreise im Bereich von 1 \$/kWh. Abweichungen nach oben haben Schwandorf und Günzburg, während Weißenburg-Gunzenhausen hier den geringsten Wert hat.

Daraus resultiert, dass vor allem Günzburg und Schwandorf in Zukunft auf den Zubau von Regenerativen setzen sollten, während Neumarkt seinen eingeschlagenen Weg weiter fortsetzen kann. Für alle weiteren Landkreise können keine trivialen Aussagen getroffen werden. Sie müssen sich sowohl in der Effizienz, als auch beim Ausbau der Erneuerbaren steigern.

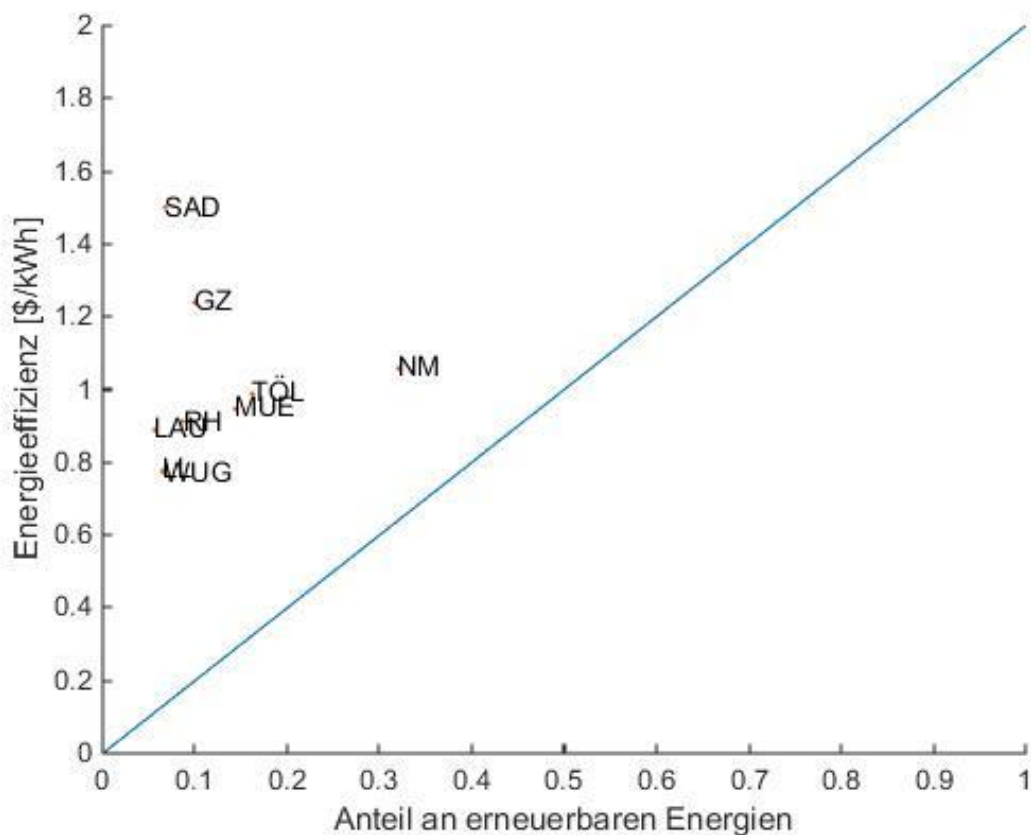


Abbildung 25: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil an erneuerbaren Energien für die Landkreise

## 4 Energie Transformation Index am Beispiel der TH Nürnberg

### 4.1 Geschichte der TH Nürnberg

Die Hochschule entstammt der „Städtischen Polytechnischen Schule“, die 1823 als eine der ältesten technischen Lehreinrichtungen in Europa von Johannes Scharrer gegründet wurde. Dieser war sowohl Bürgermeister von Nürnberg, als auch Gründer der ersten Deutschen Eisenbahn. Bereits 10 Jahre später wurde die Einrichtung verstaatlicht. Im selben Jahr wurde Georg Simon Ohm als Lehrkraft der Schule eingestellt, in der er von 1839 bis 1849 als Leiter tätig war [37].

Im Laufe der Zeit wurde der Name der Schule mehrmals geändert von der „Industrieschule“ über das „Königliche Bayerische Technikum“ hin zu „Höhere Technische Staatslehranstalt Nürnberg“. Beim hundertjährigen Jubiläum zur Errichtung 1933 bekam die Schule zu Ehren von Georg Simon Ohm den Namen „Ohm-Polytechnikum Nürnberg“ [37].

Weitere Ausbildungsrichtungen neben Technik sind Wirtschaft, Sozialwesen und Gestaltung. Der Wirtschaftsbereich entstammt der „Höheren Wirtschaftsfachschule“, die 1963 in Nürnberg gegründet wurde. Im selben Jahr wurde die „Höhere Fachschule für Sozialarbeit“ errichtet. Sie legt das Fundament für das Sozialwesen, zusammen mit der „Höheren Fachschule für Sozialpädagogik“ aus dem Jahr 1968. Der „Offene Zeichensaal“ aus 1910 und die „Höhere Fachschule für Grafik und Werbung der Stadt Nürnberg“ aus 1968 mündeten im Gestaltungsbereich [37].

Die Hochschule wurde am 1. August 1971 als Körperschaft des öffentlichen Rechts gegründet. Der Name wurde am 4. August 1983 in „Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule Nürnberg“ geändert. Ab 2007 wurde sie zu einer Hochschule für angewandte Wissenschaften, bevor sie 2013 die Ernennungsurkunde zur „Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm“ (kurz TH Nürnberg) erhielt [37].

Im Wintersemester 2013/14 stieg die Anzahl der Studenten auf 12.518, wovon 3.615 mit ihrem Studium neu begonnen haben. Somit hat die TH Nürnberg bayernweit die zweitmeisten Studenten einer Hochschule, hinter der HAW München mit 17.710 und vor der OTH Regensburg mit 9.636 Studenten. Die Ingenieurwissenschaften fanden dabei mit über 5.200 Studenten den größten Andrang an der TH. Betreut wurden sie von 1.855 Mitarbeitern, inklusive Tutoren, Lehrbeauftragte, studentische Hilfskräfte und Praktikanten [38].

Die größten Standorte der TH sind der Standort am Kesslerplatz mit dem Hauptsitz, der Standort Wassertorstraße und der Standort Bahnhofstraße.

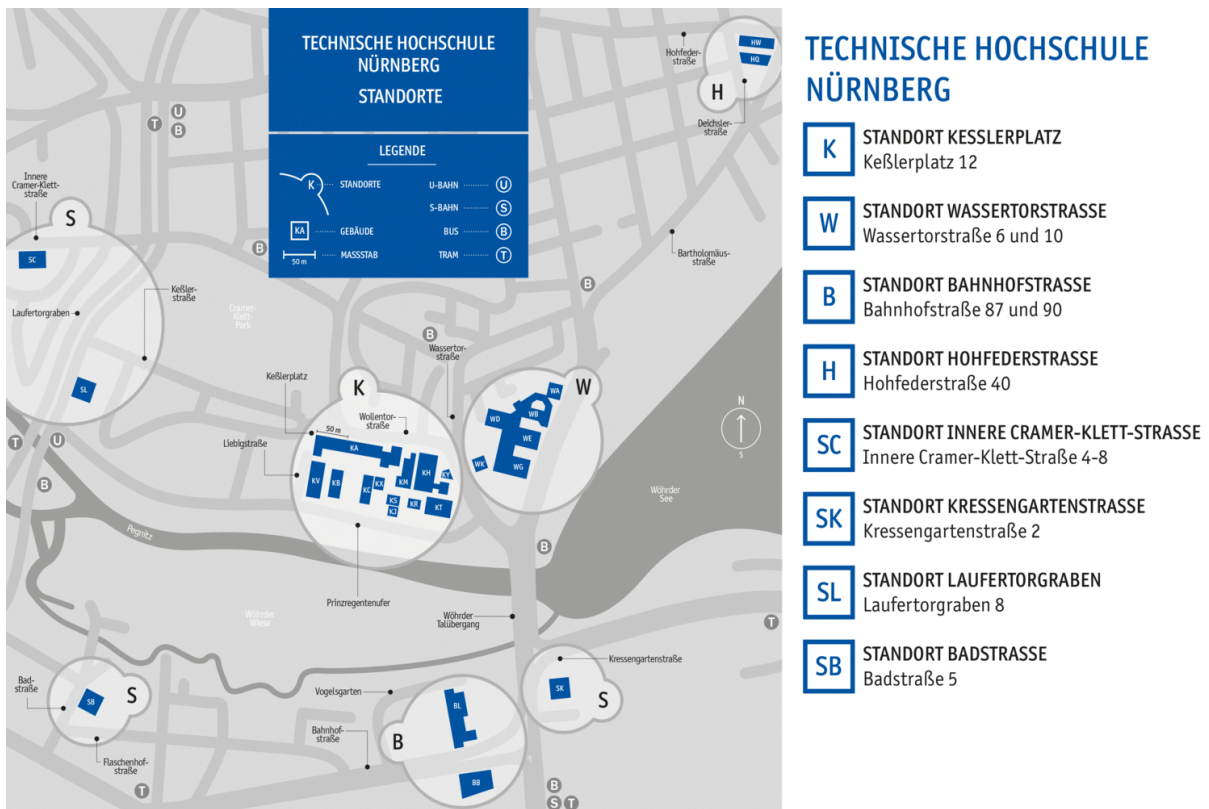


Abbildung 26: Lageplan der Standorte der TH Nürnberg [39]

## 4.2 Methode

In diesem Abschnitt soll die Methode, mit der der ETI ermittelt wird, zum ersten Mal auf eine Körperschaft angewendet werden. Bisher wurde das Verfahren nur auf Regionen angewendet.

Besonders wichtig wird es sein, den BIP adäquat zu ersetzen. Der BIP gibt den Wert aller in einem Jahr erwirtschafteten Güter und Dienstleistungen an, was der Summe der Wertschöpfung entspricht. Für alle bisher betrachteten Gebiete (Staaten, Bundesländer und Landkreise) kann und wird dieser Indikator ermittelt. Die Wertschöpfung einer Hochschule schwieriger zu ermitteln, da sie jährlich Budgets haben, die auch vollständig in einem Jahr verwendet werden müssen. So besteht das Budget der TH Nürnberg für 2013 zu fast 80 % aus Grundmitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, sowie aus Ergänzungsmitteln. Hinzukommen Beiträge von Studierenden, sowie Drittmitteln vom Bund / EU und aus der Wirtschaft. Die einzigen Mittel, die „wertschöpfend“ wirken, sind die Einnahmen aus wirtschaftlichen Tätigkeiten [40]. Deshalb soll der ETI auf zwei Möglichkeiten berechnet werden, zum einen mit dem Budget als Ganzes, zum anderen mit dem Wert aus den Einnahmen aus wirtschaftlichen Tätigkeiten. Für die Umrechnung des Budgets, sowie der Einnahmen von Euro in Dollar werden die Wechselkurse aus der Tabelle 3 (Kap. 3.2) verwendet.

Der Verbrauch der Hochschule wird aus den Werten für Strom und Fernwärme ermittelt. Hierfür hat das zuständige Büro aus der Verwaltung Werte von 2009 bis 2013 für die Standorte Kesslerplatz, Wassertorstraße und Bahnhofstraße geliefert.

Für den Stromverbrauch liegen Tagesdurchschnittswerte vor, die über ein Jahr summiert werden. Wegen Umbauten und den daraus resultierendem Zählerausfall aus dem Jahr 2010 fehlen die Verbräuche über einen Zeitraum für 6 Monate. Deshalb wird für den Stromverbrauch 2010 der Mittelwert aus 2009 und 2011 verwendet.

Für den Fernwärmeverbrauch liegen die Zählerstände der Wärmetauscher für die oben genannten Standorte vor. Der Verbrauch wird aus der Differenz der Stände für die unterschiedlichen Jahre ermittelt. Die Zählerstände für den Standort Bahnhofstraße geben ihre Werte in MWh an, die somit direkt übernommen werden können. Die Verbräuche für Kesslerplatz und Wassertorstraße werden in m<sup>3</sup> abgelesen und geben den Wasserdurchlauf an. Deshalb werden diese Werte mit der folgenden Formel [41] umgerechnet, mit der die abgegebene Wärme ermittelt werden kann:

$$Q = m * c * \Delta t * 2,778 * 10^{-4} \text{ kWh}$$

Mit Q: abgegebene Wärme

m: Masse

c: spezifische Wärmekapazität

$\Delta t$ : Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf

Mit der Formel wird die abgegebene Wärme in kJ ermittelt. Der zusätzliche Faktor  $2,778 * 10^{-4} \text{ kWh}$  ist ein Umrechnungsfaktor für die Umwandlung auf kWh. Die Masse m wird aus der abgelesenen Menge der Verbräuche in m<sup>3</sup> errechnet. Hierfür wird angenommen, dass ein m<sup>3</sup> 1.000 Liter entspricht und ein Liter genau einen kg wiegt. Die spezifische Wärmekapazität des Wassers entspricht  $4,2 \text{ kJ} / (\text{kg} * \text{K})$  [41]. Für die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf wird ein Wert von 30 K angenommen, da weder die Hochschule noch der Fernwärmelieferant der Hochschule auf Nachfrage die entsprechenden Temperaturen nennen konnte.

Für die Umrechnung auf Primärenergie werden wie im vorherigen Abschnitt (3,3 Landkreise), die Primärenergiefaktoren aus der Tabelle 1 (Kap. 2.5). verwendet. Der Faktor für die Fernwärme beträgt 1,3, für den Strom 2,6.

Der Anteil der erneuerbaren Energien wird ebenfalls aus den Angaben der Hochschule und des Energielieferanten N-ERGIE AG. Die Fernwärme wird komplett aus Erdgas gewonnen und hat somit keinen Einfluss auf den Anteil der Regenerativen. Auf ihrer Homepage veröffentlicht die N-ERGIE den Strommix für den gelieferten Strom. Gezeigt wird die Aufteilung für 2012, woraus erkennbar ist, dass der Anteil der Erneuerbaren in dem Jahr 27 % betrug [42]. Weitere Grafiken für



frühere Jahre werden nicht gezeigt und konnten auf Nachfrage auch nicht gesendet werden. Deshalb wird angenommen, dass sich dieser Anteil jährlich jeweils um 1 % verändert hat, d.h. für die Jahre vor 2012 wird jeweils 1 % abgezogen, für 2013 1 % hinzugefügt, womit sich 28 % für 2013 ergibt.

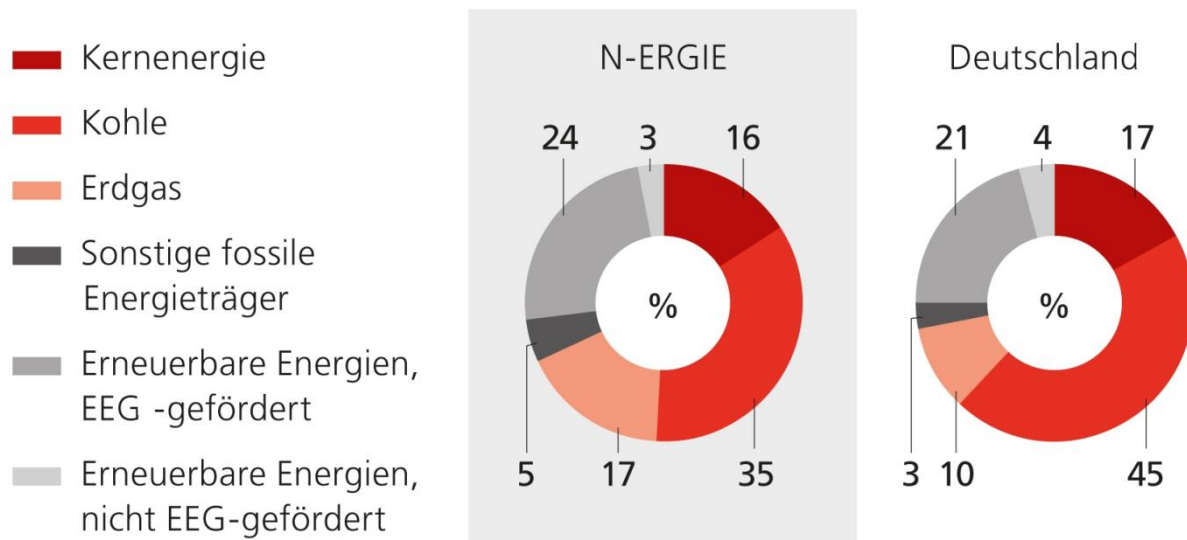


Abbildung 27: Energiemix der N-ERGIE für 2012 [41]

Die Finanzabteilung der Hochschule hat eine anonymisierte Zusammenstellung der Dienstreisen der Mitarbeiter zur Verfügung gestellt. Sie ist im elektronischen Anhang (CD) beigefügt, da sie mit über 30 Seiten als schriftlicher Anhang zu groß wäre. Aus dieser Tabelle geht hervor, mit welchen Verkehrsmitteln gereist wurde (z.B. Bahn, öffentliche Verkehrsmittel, Flug oder Taxi), Reiseziel und Reisedauer, sowie der bezahlte Betrag. Allerdings können aus diesen Daten aus unterschiedlichen Gründen keine Energieverbräuche für den Verkehr ermittelt werden. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen gehen keine Streckenlängen aus den Daten hervor. So könnten Reisen ins Ausland Transferflüge beinhalten. Ebenso kann aus den Kosten der öffentlichen Verkehrsmittel oder den Taxis keine Strecken ermittelt werden, da die Preise regional unterschiedlich ausfallen. Des Weiteren wurden die Daten für die Jahre 2012 und 2013 geliefert. Aus diesen genannten Gründen wird bei der Ermittlung des ETI auf den Verkehr verzichtet.

### 4.3 Ergebnisse

Mit den oben genannten Daten und Annahmen kann der ETI ermittelt werden. Wie beschrieben, werden zwei verschiedene ETI gerechnet, zum einen mit dem Budget um die Effizienz zu bestimmen, zum anderen mit den wirtschaftlichen Einnahmen der Hochschule. Die verwendeten Daten mit den entsprechenden Ergebnissen werden in den Tabellen 5 und 6 gezeigt.

**Tabelle 5: Berechnung des ETI mit dem Budget der Hochschule [40]**

Jahr	Budget [€] [40]	Wechsel- kurs	Budget [\$]	Summe PEV [kWh]	Eff [\$/kWh]	Anteil EE [%]	ETI .[%]
2009	54.887.000	1,394	76.525.322	1.770.692	43,22	5,36%	1.083%
2010	61.064.000	1,327	81.005.365	1.744.696	46,43	4,21%	1.163%
2011	65.917.000	1,392	91.768.922	1.786.966	51,35	7,23%	1.287%
2012	71.963.500	1,285	92.501.019	1.930.162	47,92	6,88%	1.202%
2013	78.010.000	1,328	103.594.706	1.974.287	52,47	6,91%	1.315%

Für beide Methoden sind die Werte für den Primärenergieverbrauch und den Anteil der Erneuerbaren gleich. Man sieht in der Tabellen 5, dass der PEV bis auf 2010 jährlich steigt. Die Regenerativen gehen 2010 ebenfalls zunächst zurück, haben allerdings 2011 mit 7,23 % ihren Höchstwert. 2012 und 2013 liegen sie mit etwa 6,9 % ungefähr gleich.

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der ersten Methode, bei der das ganze Budget der Hochschule für die Berechnung des ETI verwendet wird. Das Budget konnte dabei jährlich gesteigert werden und wächst von 2009 bis 2013 um über 40 % von etwa 55 Mio. Euro auf etwa 78 Mio. Euro. Die Effizienz liegt dabei in den Jahren von 2009 bis 2013 zwischen 43,22 \$/kWh und 52,47 \$/kWh. Diese Werte führen wiederum zu ETI zwischen 1.083 % und 1.315 %.

Bei der zweiten Methode wurde mit den wirtschaftlichen Einnahmen der Hochschule gerechnet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 6 aufgezeigt. Man erkennt, dass die Einnahmen zwischen 2009 und 2013 um etwa 900.000 Euro gestiegen sind, ihren Höhepunkt allerdings 2011 hatten. Die Effizienz steigt zunächst an von 1,29 \$/kWh in 2009 auf 2,06 \$/kWh in 2011. In den Jahren 2012 und 2013 hat einen konstanten Wert von etwa 1,70 \$/kWh. Dies führt zu einem ETI von 35 % 2009 und 37 % im Jahr 2010. Das Maximum wird 2011 mit 55 % erreicht. In den Jahren 2012 und 2013 sinkt der Wert zunächst auf 47 % und danach auf 46 %.

**Tabelle 6: Berechnung des ETI mit Einnahmen der Hochschule [40]**

Jahr	Einnahmen [€] [40]	Wechsel- kurs	Einnahmen [\$]	Summe PEV [kWh]	Eff [\$/kWh]	Anteil EE [%]	ETI [%]
2009	1.632.000	1,394	2.275.390	1.770.692	1,29	5,36%	35%
2010	1.848.000	1,327	2.451.492	1.744.696	1,41	4,21%	37%
2011	2.648.000	1,392	3.686.516	1.786.966	2,06	7,23%	55%
2012	2.587.000	1,285	3.325.299	1.930.162	1,72	6,88%	47%
2013	2.526.000	1,328	3.354.445	1.974.287	1,70	6,91%	46%

#### 4.4 Diskussion und Ausblick

Vorab muss genannt werden, dass die Ergebnisse nicht überbewertet werden dürfen, da wegen den teils fehlenden Daten viele Annahmen getroffen wurden. So wurde z.B. für den Primärenergieverbrauch 2010 der Mittelwert aus den Werten für 2009 und 2011 ermittelt. Allerdings hängt der Verbrauch unter anderem auch von den Witterungsbedingungen in einem Jahr ab, so würde der Verbrauch bei einem milden Winter geringer ausfallen, als bei einem kalten Winter. Die Annahme von 30 K für die Berechnung der Wärme aus der Fernwärme klingt plausibel, allerdings können auch hier deutliche Abweichungen entstehen, abhängig von der Größe des Verteilungsnetzes. Eine dritte Annahme wurde für den Anteil an erneuerbaren Energien getroffen. Dabei wurde für die Berechnungen festgelegt, dass der Anteil für den Strommix ab 2009 jährlich um 1 % gestiegen ist. Diese Hypothese ist zu hinterfragen, da in den vorherigen Kapiteln gezeigt wurde, dass dieser Anteil sowohl steigen als auch sinken kann, obwohl der Wert in Deutschland eher nach oben ging. Doch da der Anstieg des Anteils für Deutschland unterschiedlich stark ist, kann vermutet werden, dass der Wert bei der N-ERGIE für 2009 geringer ist, als hier angenommen.

Die Ergebnisse der ersten Methode zeigen, dass der hier ermittelte ETI mit den bisherigen ETI nicht vergleichbar ist. Die liegt vor allem daran, dass aus dem Verhältnis des Budget mit dem PEV relativ hohe Zahlen für die Effizienz hervorgehen, die zwischen 43 \$/kWh und 53 \$/kWh liegen. Für alle Berechnungen für Regionen aus den vorherigen Kapiteln wurde bei der Effizienz ein Höchst- bzw. Zielwert von 2 \$/kWh festgelegt. Diese hohen Zahlen sind auch dafür zuständig, dass ETI von über 1.000 % als Ergebnis ermittelt werden. Ein möglicher Lösungsansatz wäre, den Zielwert für die Effizienz neuzulegen, also die y-Achse neu zu definieren. Doch hierfür sollte eine größere Untersuchung stattfinden, um mehr Vergleiche für eine bessere Validierung zu haben, z.B. durch die Analyse aller Hochschulen Bayerns. Vor allem sollte hinterfragt werden, ob der Budget der richtige Ersatz für den BIP sein kann.

Bei der zweiten Methode werden die wirtschaftlichen Einnahmen der Hochschule als BIP-Ersatz verwendet. Die Ergebnisse liegen im ähnlichen Rahmen wie die ETI aus den vorherigen Kapiteln und können somit verglichen werden, zumindest auf den ersten Blick. Der Grund hierfür sind trotz hoher Werte für die Effizienz (z.B. 2011 über 2 \$/kWh), die sehr geringen Anteile der Erneuerbaren. Wegen der hohen Effizienz ergeben sich ETI zwischen 35 % und 55 %. Dabei muss erwähnt werden, dass für die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs nicht die Verbräuche aller Standorte herangenommen wurden, sondern nur aus drei Standorten. Des Weiteren macht sich der fehlende Anteil des Verkehrs deutlich bemerkbar. Eine genauere Ermittlung mit allen Verbräuchen, inklusive Verkehr, würde zu deutlich geringeren jährlichen Energieeffizienz und somit auch geringeren ETI führen. Auch hier wird vorgeschlagen, dass weitere Ermittlungen des ETI mit allen Hochschulen Bayerns fortgesetzt werden sollte, um mehr Vergleiche für die Analyse zu haben.

Eine zukünftige Analyse des ETI für die Hochschule erscheint sinnvoll. Die TH Nürnberg kann durch die Verbesserung seines ETI nicht nur einen Beitrag für die Energiewende leisten, sondern für weitere Körperschaften und Unternehmen als Vorbild dienen. Um dies zu erreichen müssen zunächst die Mitarbeiter für das Thema sensibilisiert werden. Dabei sind nicht nur die Angestellten aus der Verwaltung gemeint, die für die Technik und somit für die Überwachung des Verbrauchs zuständig sind, sondern alle Mitarbeiter. Natürlich sind die technischen Abteilungen im Mittelpunkt, da die Verbräuche aller Standorte eine genauere Ermittlung ermöglichen. Um den Verbrauch beim Verkehr zu ermitteln, sind alle Mitarbeiter befragt. Die Ermittlung kann durch Selbstkontrolle bei Dienstreisen oder durch regelmäßige Fragebögen der technischen Abteilungen im Nachhinein geschehen.

Des Weiteren sollte die Frage des BIP-Ersatzes gestellt werden. So könnte in einer dritten Methode die jährlichen Absolventen als „Wertschöpfung“ einer Hochschule angesehen werden. Dabei sollte zunächst der „wirtschaftliche Wert“ eines Studenten für jeden Studiengang einzeln ermittelt werden. Über die Summe aller Studenten kann ein neuer Wert für die Wertschöpfung berechnet werden, was zu einem neuen ETI führen würde. Diese Methode kann in einer separaten Abschluss- oder Projektarbeit untersucht werden. Sie ist allerdings speziell für Hochschulen und Universitäten anwendbar. In diesem Zusammenhang können auch weitere Hochschulen befragt werden.

Nachdem die Betrachtung der Hochschule abgeschlossen ist, soll im nächsten Kapitel eine Anwendung des ETI auf Unternehmen untersucht werden. Hierfür werden die 30 größten DAX-Unternehmen betrachtet.

## 5 Betrachtung von DAX-Unternehmen

### 5.1 Methode

In diesem Abschnitt wird untersucht, ob das Verfahren für die Ermittlung des ETI auf Unternehmen ausgeweitet werden kann. Hierfür wurden die 30 größten DAX-Unternehmen betrachtet. Für die Auswahl dieser Firmen gibt es zwei wichtige Gründe, zum einen haben sie als die größten Aktiengesellschaften von Deutschland eine gewisse Vorbildfunktion. Der zweite Grund ist die Tatsache, dass diese Unternehmen jährlich Berichte erstellen, in denen unter anderem auch Umweltaspekte wie die Energieverbräuche aufgelistet sind.

Wie im vorherigen Kapitel wird es auch hier wichtig sein einen richtigen Ersatz für den BIP zu finden. Hierfür wird die Bruttowertschöpfung der Unternehmen herangenommen, da sie bei der Bildung des BIP eines Landes eine wichtige Rolle spielen. Die BWS eines Unternehmens bildet sich aus der Summe von Materialaufwand, Personalaufwand, Abschreibungen, Gewinne, Zinsen und abgegebenen Ertragssteuern. Die Daten hierfür werden aus den Gewinn- und Verlustrechnungen (GuV) genommen, welche immer ein Teil der Konzernabschlüsse aus den Geschäftsberichten der Unternehmen sind. Die GuV der betrachteten Unternehmen sind kompakt gehalten und auf eine Seite geschrieben, so dass manche Daten, wie z.B. Personalaufwand, nicht immer ausgewiesen sind. Diese Daten befinden sich in den Anhängen der Konzernabschlüsse, in denen die Berechnungen deutlich erklärt werden.

Die Werte für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs und der Anteil der Erneuerbaren wurden aus unterschiedlichen Berichten entnommen, sobald sie nicht in den Geschäftsberichten aufgelistet waren. Manche Unternehmen veröffentlichen weitere Berichte, in denen die soziale Verantwortung des Unternehmens oder der geleistete Beitrag zum Klimaschutz thematisiert wird. Je nach Unternehmen haben die Berichte unterschiedliche Namen, wie z.B. Nachhaltigkeitsbericht oder Bericht zur Unternehmensverantwortung.

Die Daten für die Ermittlung des PEV stammen aus diesen Berichten. Die Verbräuche sind meist in kWh angegeben, aber in manchen Fällen auch in GJ oder in kWh/Mitarbeiter. In diesen Fällen wurde wie in vorherigen Kapiteln umgerechnet bzw. mit der Anzahl der Mitarbeiter multipliziert. Des Weiteren sind die Angaben zu den Energieträgern unterschiedlich genau. Während manche Unternehmen alle Energieträger, wie z.B. Erdgas und Heizöl, einzeln auflisten, fassen andere diese unter dem Begriff „fossil“ zusammen und unterscheiden nach fossilen Energieträgern, Fernwärme und Strom. Die Unterscheidung wurde in den Tabellen 24 bis 36 (Kap. 8.5) übernommen, in denen die Ermittelten Daten aufgelistet sind. Da die genannten fossilen Energieträger immer einen Primärenergiefaktor von 1,1

haben, macht diese Zusammenfassung Sinn. Manche dieser Tabellen wurden entsprechend angepasst, falls zusätzlich noch Biomasse bzw. Biogas als Energieträger aufgelistet wurde.

Wie bei den Berechnungen zum Verbrauch der Hochschule wurde auch hier auf den Verkehr verzichtet, weil von den meisten Unternehmen dazu keine Daten veröffentlicht werden.

Der Anteil der erneuerbaren Energien wurde ebenfalls auf verschiedene Arten ermittelt. In den einfachsten Fällen, waren die Anteile der Regenerativen in den Berichten prozentual angegeben. Manche Unternehmen geben an, wie viele kWh vom Gesamtverbrauch aus erneuerbaren Energien stammen. Dieser Wert in Relation mit dem Gesamtverbrauch ergibt den gesuchten Anteil. Für Fälle, bei denen diese beiden Möglichkeiten nicht zutreffen, wurde die Annahme für den Anteil der Erneuerbaren vom Stromverbrauch aus dem vierten Kapitel übernommen. Diese sind in den untersuchten Jahren 2010 25 %, 2011 26 % und 2012 27 %.

Mit den oben beschriebenen Herangehensweisen für die Ermittlung des PEV und des Anteils der erneuerbaren Energien konnten diese Daten für 13 der betrachteten DAX-Unternehmen bestimmt werden. Wie bereits genannt, wurden die ETI für die Jahre 2010, 2011 und 2012 bestimmt.

Während der Berechnungen wurde festgestellt, dass die Energieeffizienz der Unternehmen sich deutlich unterscheiden. Drei der untersuchten Firmen heben sich mit etwa 63 \$/kWh, 146 \$/kWh und 4.140 \$/kWh von den anderen ab. Diese drei Unternehmen haben im Vergleich zu den anderen die geringsten PEV. Aus diesen Gründen kann der ETI mit der bisherigen Methode und einer Zielsetzung von 2 \$/kWh für die Effizienz nicht angewendet werden, wie es auch im vierten Kapitel für die Hochschule der Fall war. Für die Unternehmen soll deshalb ein neuer Index gebildet werden, wobei die Unternehmen mit den oben erwähnten drei maximalen Werten ausgeschlossen werden. Bei den restlichen Firmen liegt die Effizienz zwischen 0 \$/kWh und 18 \$/kWh, deshalb wird für diese Werte eine Zielsetzung von 20 \$/kWh festgelegt.

Zur Unterscheidung wird dieser neuer Index „Energy Transformation Index for Companies“ (ETIFC) genannt.

## **5.2 Ergebnisse**

Die errechneten ETI für die Unternehmen liegen 2010 zwischen 3 % und über hunderttausend Prozent. So hat Henkel einen ETI von 103.504 %, obwohl der Anteil der Erneuerbaren bei 5 % liegt. Allerdings hat Henkel eine Energieeffizienz von 4.140 \$/kWh. An zweiter Stelle kommt Adidas mit einem ETI von 3.654 %. Auch in diesem Fall liegt der Anteil der Regenerativen unter 10 % (7 %) und die Effizienz vergleichsweise hoch bei 146 \$/kWh. Ähnliche Anzeichen erkennt man auch bei

Munich RE, die einen ETI von 1.574 % aufweist. Diese drei Unternehmen haben die geringsten PEV von den untersuchten Firmen (Tabelle 6).

**Tabelle 7: ETI von Unternehmen für 2010**

Unternehmen	BWS [Mio. €]	BWS [Mio. \$]	PEV [MWh]	Eff [\$/kWh]	Anteil EE [%]	ETI [%]
Adidas [43], [44]	1.042	1.382	9.460	146,04	7%	3.654%
Allianz [45], [46]	5.626	7.460	1.870.193	3,99	40%	120%
BMW [47], [48]	40.608	53.846	6.842.784	7,87	9%	201%
Deutsche Bank [49], [50]	39.472	52.340	2.925.200	17,89	24%	459%
Deutsche Post [51], [52]	50.161	66.513	5.031.900	13,22	15%	338%
Henkel [53], [54]	12.142	16.100	3.889	4.140,06	5%	103.504%
Lanxess [55], [56]	7.025	9.315	17.333.333	0,54	3%	15%
Linde [57], [58]	1.964	2.604	7.712.000	0,34	6%	12%
Merck [59], [60]	5.942	7.879	2.253.000	3,50	6%	90%
Munich RE [61], [62]	46.376	61.495	979.210	62,80	8%	1.574%
SAP [63], [64]	7.681	10.185	2.236.000	4,56	51%	139%
Siemens [65], [66]	87.937	116.604	12.684.222.222.232	0,00	7%	3%
Volkswagen [67], [68]	118.218	156.757	51.972.000	3,02	9%	80%

Im unteren Bereich für 2010 befinden sich Lanxess mit 15 %, Linde mit 12 % und an letzter Stelle Siemens mit 3 %. Alle drei Unternehmen haben eine Effizienz von weniger als 1 \$/kWh, wobei Siemens eine Effizienz von 0 \$/kWh aufweist. Siemens hat auch den höchsten PEV von allen Unternehmen mit 12.684 Mrd. MWh. Volkswagen mit dem zweitgrößten Verbrauch von etwa 0,5 Mrd. MWh hat einen ETI von 80 %. Die Ergebnisse der ETI bis 2012 befinden sich im Anhang unter in den Tabellen 21 bis 23 (Kap. 8.5).

Im ETIFC-Ranking liegt 2010 die Deutsche Bank mit 57 % vor der Deutschen Post mit 40 % und SAP mit 37 %. Im mittleren Bereich befinden sich die Allianz (30 %) und BMW (24 %), gefolgt von Volkswagen und Merck mit je 12 %. Auf den untersten Plätzen liegen Linde mit 4 % und Siemens und Lanxess mit je 3 % (Abbildung 28).

2011 konnten bis auf SAP alle Unternehmen ihren ETIFC-Wert verbessern. Einen deutlichen Sprung macht die Deutsche Bank auf 66 %. Die Deutsche Post hat sich um sechs Prozentpunkte auf 46 % verbessert, ebenso wie BMW (30 %). Dritter ist nun die Allianz mit 34 %, dahinter liegt SAP mit 33 %. Volkswagen verbessert sich auf 17 % und kann sich somit von Merck (13 %) absetzen. Die letzten drei in der Liste sind weiterhin Lanxess, Linde und Siemens mit je 4 % (Abbildung 29).

Der Aufwärtstrend konnte sich 2012 nicht fortsetzen. Die größte Verbesserung macht die Deutsche Post um vier Prozentpunkte auf 50 %, während die Deutsche Bank mit 64 % sich etwas verschlechtert, aber weiterhin erster ist. Die Werte der anderen Unternehmen stagnieren im Vergleich zu 2011 oder gehen geringfügig zurück, so dass im Ranking sich keine nennenswerte Änderung ergibt (Abbildung 30).

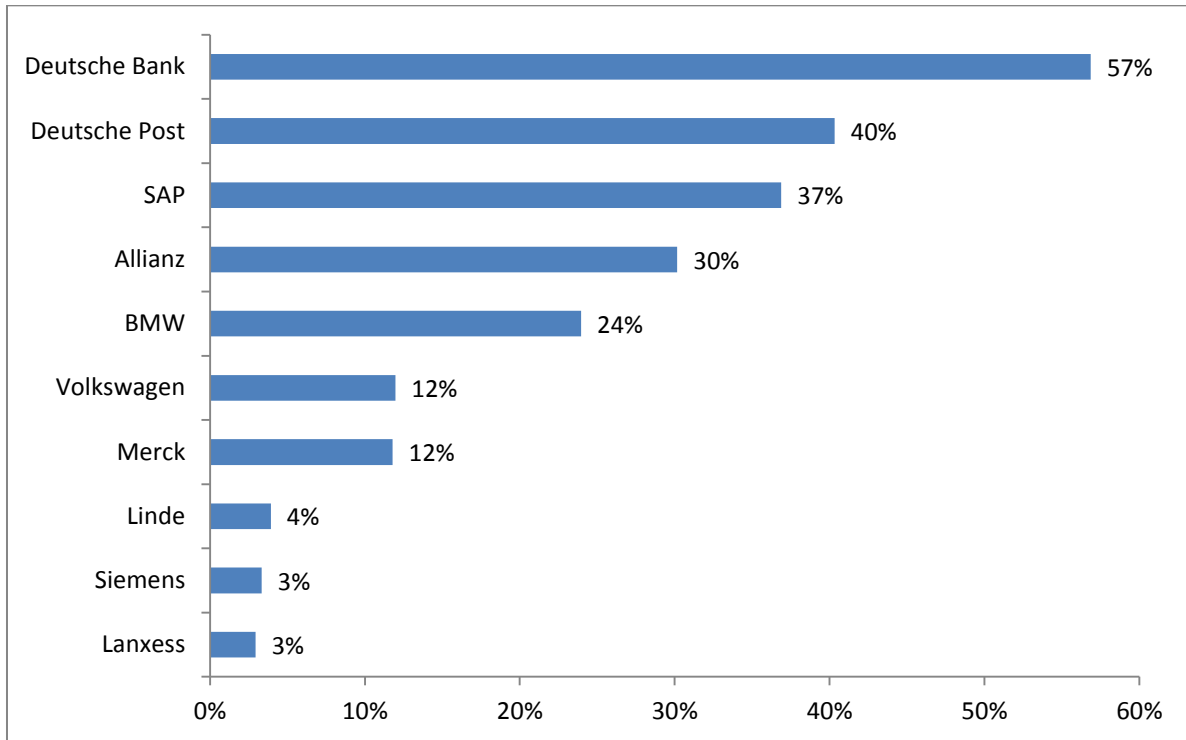


Abbildung 28: ETIFC-Ranking der Unternehmen für 2010



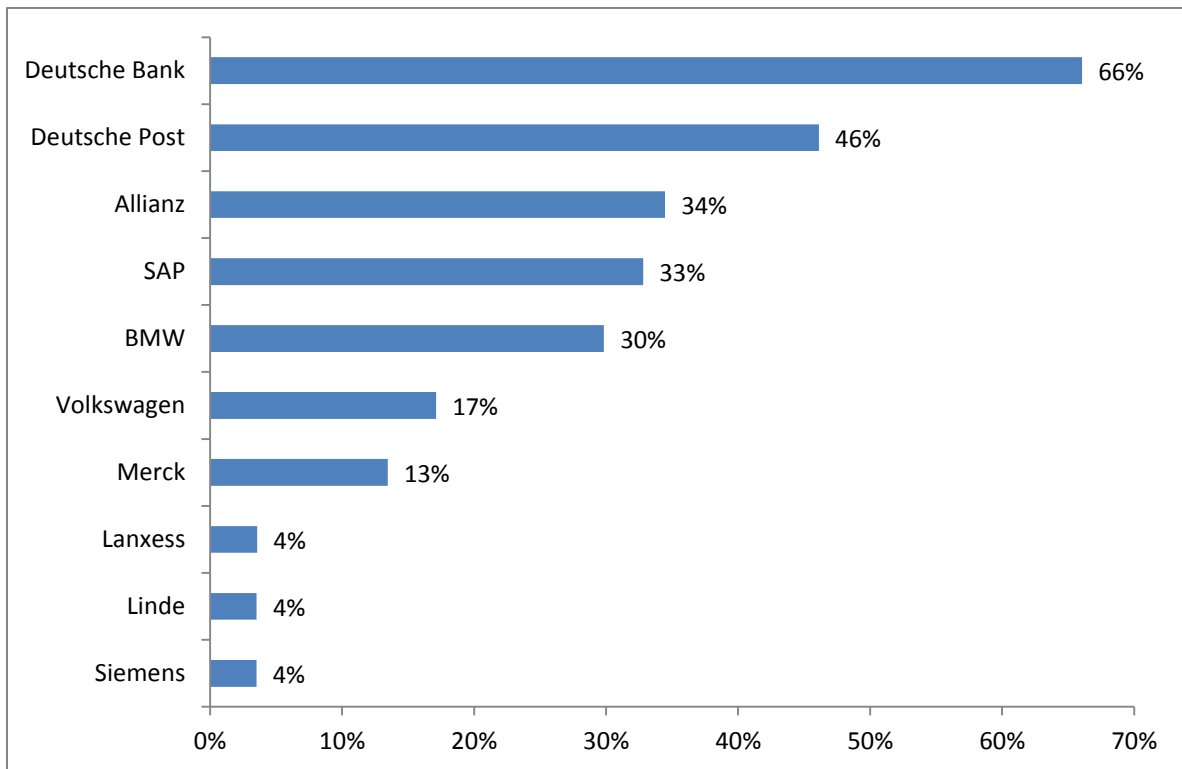


Abbildung 29: ETIFC-Ranking für Unternehmen 2011

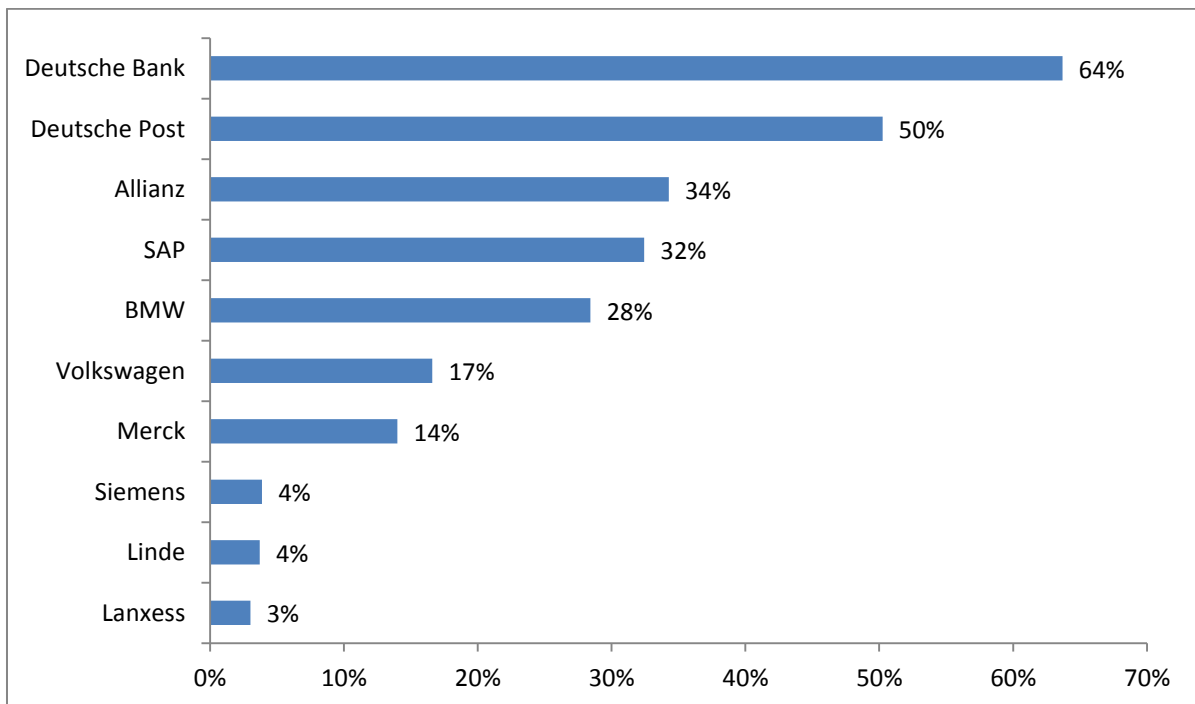


Abbildung 30: ETIFC-Ranking für Unternehmen 2012

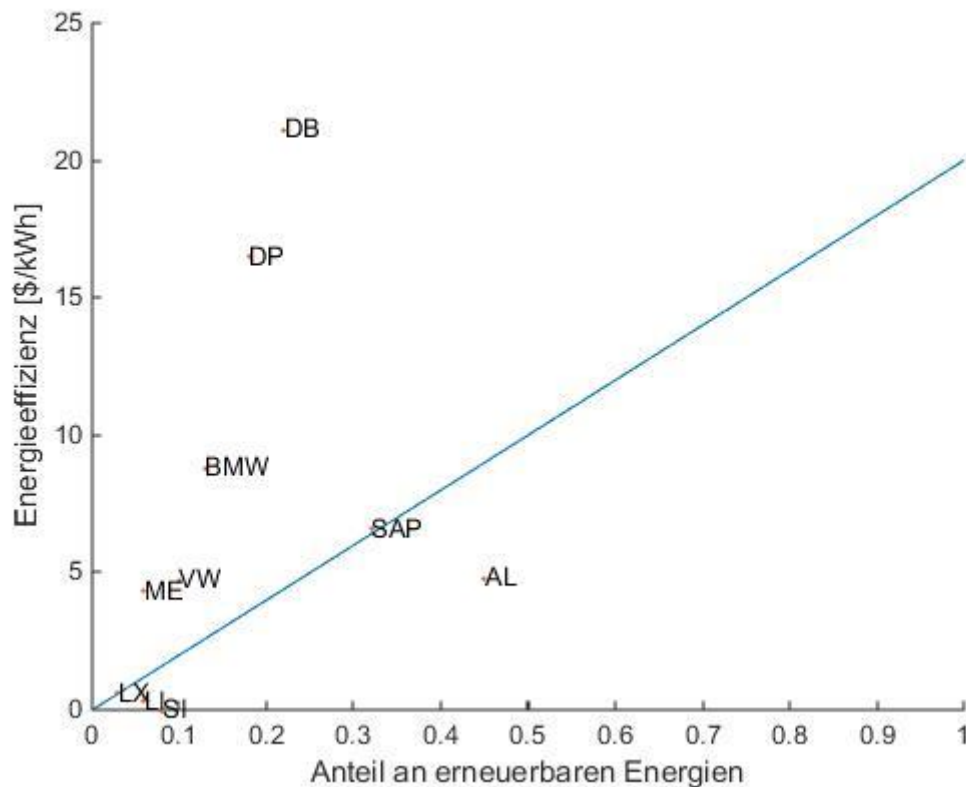


Abbildung 31: Gegenüberstellung der Energieeffizienz und Anteil an erneuerbaren Energien für Unternehmen 2012

Abbildung 31 zeigt die Gegenüberstellung der Energieeffizienz und den Anteil der erneuerbaren Energien der Unternehmen für 2012. Wie bereits in den Kapiteln für die Staaten, Bundesländer und Landkreise, kann man auch hier erkennen, welche der Komponenten des ETIFC sich besonders ausgewirkt haben. Die Grafik zeigt, dass vor allem die Deutsche Bank, die Deutsche Post und BMW eine vergleichsweise hohe Effizienz haben. Die Deutsche Bank hat im Jahr 2012 die Zielmarke von 20 \$/kWh bereits überschritten. Auf der anderen Seite hat die Allianz verglichen mit den anderen Unternehmen einen besonders hohen Anteil an Regenerativen. Die SAP befindet sich auf der blauen Linie und somit auf dem optimalen Verlauf des ETIFC.

### 5.3 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass die bisherige Methode für die Berechnung des ETI auf Unternehmen nicht generell anwendbar ist. Der Hauptgrund hierfür ist, dass sich die Energieeffizienz der Unternehmen deutlich unterscheiden und das gesetzte Maximum von 2 \$/kWh deutlich überschreiten. Die Gründe hierfür sind die unterschiedlich hohen BWS und PEV. Vor allem die PEV unterscheiden sich sehr stark wegen den verschiedenen Branchen aus denen die Unternehmen stammen. So

haben Henkel mit ca. 4.000 MWh und ca. 9.500 MWh die geringsten Verbräuche, während Siemens mit 12.684 Mrd. MWh einen höheren Verbrauch hat, als die Summe der Verbräuche aller untersuchten Unternehmen. Doch auch Volkswagen mit etwa 52 Mio. MWh und Lanxess mit 17 Mio. MWh haben sehr hohe Verbräuche. Sie stammen aus der Automobil- bzw. Chemiebranche. Aus diesen Gründen hat Siemens eine Effizienz von 0 \$/kWh, während Henkel bei 4.140 \$/kWh landet. Dadurch ist ein Vergleich zwischen diesen Unternehmen mit der Methode des ETI nicht möglich.

Für die Methode des ETIFC konnten die meisten der betrachteten Unternehmen beteiligt werden. Man kann allerdings erkennen, dass sich die Effizienz mancher Firmen sehr dynamisch bewegen. So ist die Energieeffizienz der Deutschen Bank von 18 \$/kWh in 2010 auf 22 \$/kWh im Jahr 2011 gestiegen und hat in diesem Jahr die gesetzte Zielmarke von 20 \$/kWh überschritten. Somit könnte auch der ETIFC bei sich dynamisch entwickelnden Unternehmen seine Grenzen haben. Allerdings ist zeigt der Index trotz allem die positive oder negative Entwicklung in den Unternehmen hinsichtlich der Energiewende und erscheint deshalb auch sinnvoll.

Natürlich muss erwähnt werden, dass durch die Annahmen bei den erneuerbaren Energien manche Ergebnisse ungenau sind. Des Weiteren sind die Ergebnisse im Vergleich zu den ETI für Länder zu hoch, da der Verbrauch für Verkehr ausgeklammert wurde. Die Hinzunahme des Anteils für Verkehr würde Auswirkungen auf die Effizienz haben. Dadurch kann es notwendig sein neue Zielmarken zu setzen. Allerdings muss auch erwähnt werden, dass bei global handelnden Unternehmen die Datenerfassung für die Bestimmung des Verbrauchs des Verkehrs sich nicht einfach gestaltet. Auch wird es hierbei deutliche Unterschiede geben, denn bei Unternehmen wie die Deutsche Post aus der Transportbranche hat der Verkehr einen höheren Focus, als z.B. bei Banken oder Versicherungen.

Und doch ist es ratsam die Berechnung des ETIFC in den nächsten Jahren fortzuführen und weiterzuentwickeln. Ein möglicher Lösungsansatz wird es sein die ETIFC branchenspezifisch zu berechnen. So könnte je ein eigener ETIFC für Banken, Versicherungen, Chemieunternehmen oder Energieversorger ermittelt werden, was eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Unternehmen einer Branche möglich machen würde.

## 6 Zusammenfassung

Das Fraunhofer Institut hat eine Methode entwickelt, mit der sie den Fortschritt der Energiewende in einem Staat angibt. Dabei werden die Energieeffizienz eines Landes und der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch in Relation gesetzt. In dieser Abschlussarbeit wurde diese Methode zunächst erweitert angewendet und danach weiterentwickelt, so dass am Ende ein neuer Index entstanden ist, der den Fortschritt der Energiewende von einem Unternehmen angibt, an Stelle des Fortschritts eines Staates.

Beim Entstehungsprozess des neuen Indexes wurde zunächst die bisherige Methode auf weitere Länder angewendet. Als nächstes wurden die Bundesländer von Deutschland und neun Landkreise von Bayern untersucht. Im nächsten Schritt wurde mit der TH Nürnberg eine Körperschaft des öffentlichen Rechts und somit zum ersten Mal keine Region näher betrachtet. Im letzten Schritt wurde die neue Methode auf 13 der Dax-Unternehmen angewendet.

### 6.1 Ergebnisse

Zunächst wurden die ETI von 22 Staaten (inklusive EU-27) und der Welt als Ganzes für die Jahre 2009, 2010 und 2011 berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass in den betrachteten Jahren die Länder Norwegen, Island, Nigeria und Dänemark unter sich die ersten vier Positionen aufteilen. So liegt 2009 Norwegen mit 51 % vor Island mit 47 %, 2010 Nigeria mit 49 % vor Island mit 46 % und 2011 wieder Norwegen mit 59 % vor Dänemark mit 51 %. Deutschland verbessert sich in diesen Jahren von 27 % auf 30 % und liegt mit weiteren EU-Staaten wie Spanien, Vereinigtes Königreich und Frankreich auf einer Wellenlänge. So liegt der ETI der EU-27 2011 bei 28 %. Weltweit gesehen ist der Trend ebenfalls positiv, so steigt der ETI von 15 % auf 18 %.

Des Weiteren wurde für 2011 ein neuer ETI errechnet. Hierfür wurden die Bruttoinlandsprodukte mit der Kaufkraftparität korrigiert und die korrigierten ETI mit den vorherigen verglichen. Die Berechnungen zeigen, dass die korrigierten ETI der Länder Norwegen (45 %), Dänemark (39 %), Schweden (33 %), Japan (23 %) sich deutlich verschlechtert haben, während sich Länder wie Mexiko (26 %), China (16 %) und Russland (11 %) verbessert haben.

Als nächstes wurden die Bundesländer von Deutschland betrachtet. Die ETI wurden von 1994 bis 2010 berechnet. Die Ergebnisse für 2010 zeigen, dass die Stadtstaaten Hamburg mit 46 % und Berlin mit 40 % die höchsten ETI-Werte aufweisen. Bereits 1994 waren sie auf den ersten zwei Plätzen. Auf den unteren drei Plätzen befinden sich Brandenburg (18 %), Nordrhein-Westfalen (17 %) und Saarland (16 %).

Hamburg hatte 2008 auch den höchsten errechneten Wert der Bundesländer mit 57 %. Bei der Betrachtung über den Gesamtzeitraum kann man erkennen, dass sich die Verläufe der ETI der Bundesländer ähneln, d.h. die ETI steigen, fallen oder stagnieren relativ zeitgleich.

Nach den Bundesländern wurde die Betrachtungsregion auf Landkreise verkleinert. Es wurden die ETI für neun Landkreise aus Bayern ermittelt. Bei den Ergebnissen hatte Neumarkt in der Oberpfalz mit 42 % den höchsten ETI vor Schwandorf mit 41 %. Letzter wurde Weißenburg-Gunzenhausen mit 22 %.

Im nächsten Schritt wurde die Methode für die Berechnung des ETI zum ersten Mal nicht auf eine Region angewendet, sondern in diesem Fall mit der TH Nürnberg auf eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. Betrachtet wurde der Zeitraum von 2009 bis 2013. Zunächst wurde das Budget als Ersatz des BIP verwendet. Dabei betrug der ETI für 2009 1083 % und steigerte sich bis 2013 auf 1.315 %. In der zweiten Methode wurden die wirtschaftlichen Einnahmen der Hochschule als BIP-Ersatz verwendet. Das Ergebnis für 2009 ist 35 %, bis 2011 steigt der ETI auf 55 % und senkt sich danach auf 46 % bis 2013.

Als letztes wurde die Methode für die Ermittlung des ETI auf 13 der DAX-Unternehmen für die Jahre 2010, 2011 und 2012 angewandt. Die ETI für 2010 lagen zwischen 3 % und 103.504 %. Deshalb wurde der „Energy Transformation Index for Companies“ eingeführt. Bei diesem Index lag die Deutsche Bank in allen drei Jahren an erster Stelle, gefolgt von der Deutschen Post. Die unteren drei Plätze wurden zwischen Lanxess, Linde und Siemens geteilt.

## **6.2 Diskussion**

Im ersten Schritt wurden die ETI der Staaten betrachtet, die bereits vom Fraunhofer Institut berechnet wurden, mit dem Ziel die Methode zu validieren und um feststellen ob die gleichen Ergebnisse erreicht werden, oder ob es Abweichungen gibt. Diese berechneten ETI wurden im Gegensatz zu den Ergebnissen des Fraunhofer Instituts mit einer Stelle nach dem Komma angegeben, um Rundungsfehler auszuschließen. Die Ergebnisse zeigen, dass bei entsprechender Ab- bzw. Aufrundung die gleichen ETI erreicht werden wie vom Fraunhofer Institut.

Als nächstes werden weltweit über 20 Länder in den Jahren 2009, 2010 und 2011 betrachtet. Die ersten vier Staaten des Rankings sind in allen Jahren Norwegen, Island, Nigeria und Dänemark. Man kann an den Ergebnissen bereits die unterschiedlichen Einflüsse auf den ETI erkennen. Während Norwegen und Dänemark besonders wegen ihrer hohen Energieeffizienz von rund 1,6 \$/kWh oben liegen, haben Nigeria und Island einen Anteil an Regenerativen von über 80 %. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Deutschland im weltweiten Vergleich im mittleren Bereich liegt. Die Länder mit den größten Primärenergieverbräuchen wie z.B. China

und USA liegen auf den unteren Plätzen. Vor allem in diesen Ländern sollten durch politische Anreize sowohl der Anteil der Erneuerbaren, als auch die Energieeffizienz gesteigert werden.

Die Berechnungen mit den mit der Kaufkraftparität korrigierten BIP zeigen den Einfluss des Wechselkurses. Die Korrektur durch die Kaufkraftparität ist eine Anpassung an die wirtschaftlichen Lebensbedingungen eines Landes. Deshalb haben sich durch diese Korrektur vor allem die ETI der Schwellen- und Entwicklungsländer verbessert, während sich die ETI der Industrieländer verschlechtert haben.

Die Betrachtung der Bundesländer zeigte ebenfalls interessante Ergebnisse. Die ETI der Stadtstaaten Hamburg und Berlin lagen über den betrachteten Zeitraum von 1994 bis 2010 immer auf den beiden Plätzen. Eine Begründung könnte sein, dass die hohe Bewohnerdichte einen positiven Einfluss auf die Energieeffizienz haben könnte. Allerdings kann der ETI von Bremen diese Theorie nicht bestätigen. Zu beobachten ist auch, dass sich die ETI der Bundesländer über den Zeitraum relativ gleich ändern, d.h. entweder steigen alle ETI oder es sinken alle ETI. Dadurch kann man historische Hintergründe gut erkennen. So haben sich infolge der Einführung des EEG im Jahre 2000 und der Novellierung 2005 die ETI aller Länder positiv entwickelt. Ebenso ist zu erkennen, dass ab 2008 wegen der Wirtschaftskrise alle ETI sinken.

Im nächsten Schritt wurden neun Landkreise aus Bayern betrachtet. Zunächst muss gesagt werden, dass die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar sind, denn wegen der Datengrundlage wurden zwei der ETI für 2009 berechnet, 4 für 2010 und 3 weitere für 2011. Trotzdem kann man einige Aussagen treffen. So hat der Landkreis Neumarkt den höchsten der berechneten ETI obwohl dieser Wert von 2009 ist. Da 2010 in Bayern sowohl der BIP, als auch der Anteil der Erneuerbaren gestiegen ist, kann man davon ausgehen, dass der ETI für Neumarkt ebenfalls gestiegen ist.

Bei der Ermittlung des ETI der Hochschule wurden mehrere Annahmen getroffen. Da die Fernwärmeverbräuche zum Teil in  $\text{m}^3$  (für Wasser) angegeben sind, wurde für die Umrechnung auf die Wärmemenge beim Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf 30 K angenommen. Bei dieser Rechnung wurde ebenfalls die Änderung der spezifischen Wärmekapazität aufgrund Temperaturunterschiede vernachlässigt. Eine weitere Annahme getroffen, um aus dem Stromverbrauch den Anteil der Erneuerbaren zu berechnen. Zuletzt muss erwähnt werden, dass bei den Berechnungen der Verbrauch durch den Verkehr vernachlässigt wurde. Der ETI wurde auf zwei verschiedenen Wegen berechnet. Zum einen mit dem Budget der Hochschule, zum anderen mit den wirtschaftlichen Einnahmen der Hochschule als ETI-Ersatz.

Die ermittelten Werte der ersten Methode zeigen, dass der ETI mit einer Zielsetzung von 2  $\$/\text{kWh}$  Energieeffizienz nicht direkt auf die Hochschule übertragbar ist, da die Zahlen bei über 1.000 % liegen. Die Effizienz in dem betrachteten Zeitraum zwischen

43 \$/kWh und 53 \$/kWh. Deshalb muss bei dieser Methode eine neue Zielsetzung gewählt werden. Hierfür sollten zunächst mehrere Hochschulen betrachtet werden um ein sinnvolles Ziel bei der Effizienz auszuwählen. Bei der zweiten Methode ist keine neue Zielsetzung notwendig. Allerdings sollte auch diese Methode validiert werden, in dem sie für mehrere Hochschulen angewandt wird.

Als letztes wurden 13 Dax-Unternehmen betrachtet. Dabei wurde auch hier festgestellt, dass der ETI nicht direkt auf Unternehmen übertragbar ist, weshalb ein neuer Index mit einer neuen Zielsetzung eingeführt wurde. In der neuen Rangliste zeigte sich vor allem, dass Unternehmen aus Branchen mit einem geringen Energieverbrauch wie z.B. die Deutsche Bank oder die Allianz die besseren ETI haben. Deshalb ist zu hinterfragen, ob man Unternehmen unabhängig von ihrem Geschäftsmodell miteinander vergleichen kann. Die Unterschiede der Energieeffizienz der Unternehmen zeigten vor allem, dass eine Unterscheidung nach Branchen sinnvoll sein könnte.

### **6.3 Ausblick**

Die Ergebnisse zeigen, dass die Ermittlungen der ETI und ETIFC in allen in dieser Arbeit untersuchten Bereichen fortgeführt werden sollten.

Bei der weltweiten Betrachtung könnten durch eine Ausweitung Länder eines Kontinent oder eines Wirtschaftsraums miteinander verglichen werden. So könnte durch die Analyse des Euro-Raums die Einhaltung der selbstgesteckten Klimaziele überprüft werden. Ebenso ist ein Vergleich der G-20 Staaten sinnvoll, da diese für den höchsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß verantwortlich sind.

Ebenfalls sollte in Zukunft neben der Betrachtung der Bundesländer, die größten Städte Deutschlands miteinander verglichen werden. Damit könnte man untersuchen, ob die höhere Bevölkerungsdichte in den Städten für die hohen ETI von Hamburg und Berlin verantwortlich sind, oder ob es hierfür weitere Gründe gibt.

In dieser Arbeit konnten die ETI von neun Landkreisen aus unterschiedlichen Jahren miteinander verglichen werden. Bevor die Ausweitung auf weitere Landkreise stattfinden kann, muss die Datengrundlage verbessert werden. Dies ist besonders deshalb zu raten, weil die Maßnahmen auf kommunaler und dezentraler Ebene für die Energiewende von besonderer Bedeutung sind. Ein Vergleich der Landkreise deutschlandweit könnte als Benchmark für die nationale Klimaschutzinitiative des BMUB dienen und aufzeigen, wo die vorgenommenen Maßnahmen besonders gut umgesetzt werden.

Die Hochschulen haben eine besondere Vorbildfunktion und sollten auch bei der Energiewende voranschreiten. Für eine Ausweitung der Ermittlungen sollten zunächst Fragebögen an weitere Hochschulen geschickt werden, in denen die entsprechenden Daten angefragt werden. Die in dieser Arbeit gezeigten zwei

Methoden können dadurch validiert und mit einer neuen Zielsetzung bei der Energieeffizienz erweitert werden.

Des Weiteren sollte bei Hochschulen darüber nachgedacht werden eine weitere Methode einzuführen. Dabei steht zunächst die Frage im Raum, was die Wertschöpfung einer Hochschule ist. Ein erster Ansatz hierfür könnten die jährlichen Absolventen sein. Jeder Absolvent bringt einen wirtschaftlichen Mehrwert in die Gesellschaft. Man kann für jeden Studiengang diesen Mehrwert berechnen und über die Anzahl der Absolventen aufsummieren. Dieser Wert könnte als Wertschöpfung einer Hochschule ein möglicher BIP-Ersatz sein.

Ebenso sollte man darüber nachdenken, weitere öffentliche Einrichtungen wie z.B. Kindergärten, Schulen oder Krankenhäuser zu analysieren.

Ähnlich wie bei den Hochschulen kann man auch bei Unternehmen mit Fragebögen arbeiten um bessere Daten zu bekommen. In Zukunft sollte nach Branchen aufgeteilt werden, um die Unternehmen besser miteinander vergleichen zu können.



## 7 Literaturverzeichnis

- [1]. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.** *Fünfter Sachstandsbericht des IPCC, Teilbericht 1 (Wissenschaftliche Grundlagen), Kernbotschaften des Berichts.* 8. Oktober 2013.
- [2]. **Europäische Kommission.** *Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik im Zeitraum 2020 - 2030.* Brüssel : s.n., 22. Januar 2014.
- [3]. **Bundesregierung von Deutschland - Beschluss des Bundeskabinetts.** *Energiekonzept für eine unweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.* 28. September 2010.
- [4]. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.** *Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 - Eckpunkte des BMUB.* 29. April 2014.
- [5]. **Stryi-Hipp, Gerhard.** Energy Transformation Index (ETI): Neu entwickeltes Länder-Ranking zur Energiewende. [Online] 26. November 2013. <http://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/presseinformationen-2013/energy-transformation-index-eti>.
- [6]. **Weber, Eicke R.** Der ISE/ISIS "Energy Transformation Index" (ETI): Die Entwicklung der Energiewende mit griffigen Zahlen beschreiben. [Online] 23. November 2013. <http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/ise-ises-eti.pdf>.
- [7]. **OECD / IEA.** *IEA Statistics: Renewables Information 2013.* Paris (Frankreich) : s.n., 2013.
- [8]. **Khammas, Achmed.** <http://www.buch-der-synergie.de>. [Online] [Zitat vom: 30. September 2014.]
- [9]. **Kaltschmitt, Martin, Streicher, Wolfgang und Wiese, Andreas.** *Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte.* Berlin : Springer-Verlag, 2006.
- [10]. **Pehnt, Martin.** *Energieeffizienz: Ein Lehr- und Handbuch.* Heidelberg : Springer Verlag, 2010.
- [11]. **Wesselak, Viktor und Schabbach, Thomas.** *Regenerative Energietechnik.* Nordhausen : Springer-Verlag, 2009.
- [12]. **Europäische Kommission / Eurostat.** Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen: ESVG 2010. [Online] 2014. [Zitat vom: 2. 10 2014.] [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-02-13-269/DE/KS-02-13-269-DE.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-02-13-269/DE/KS-02-13-269-DE.PDF).

- [13]. **von Känel, Siegfried.** <http://www.iwk-svk-dresden.de/Demo/BwLex/html/B/Bruttoinlandsprodukt.htm>. [Online] [Zitat vom: 2. 10 2014.]
- [14]. **Frenkel, Michael und John, Klaus Dieter.** *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung*. Vallendar und Chemnitz : Verlag Franz Vahlen GmbH, 2011.
- [15]. **von Känel, Siegfried.** <http://www.iwk-svk-dresden.de/Demo/BwLex/html/V/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnung.htm>. [Online] [Zitat vom: 2. 10 2014.]
- [16]. **Miles, David, Scott, Andrew und Breedon, Francis.** *Makroökonomie: Globale Wirtschaftszusammenhänge verstehen*. Großbritannien : Wiley-VCH Verlag, 2014.
- [17]. **Worldbank.** <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>. [Online] [Zitat vom: 3. 10 2014.]
- [18]. **OECD.** [http://www.oecd-ilibrary.org/economics/gross-domestic-product-in-us-dollars-2014-4\\_gdp-cusd-table-2014-4-en](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/gross-domestic-product-in-us-dollars-2014-4_gdp-cusd-table-2014-4-en). [Online] [Zitat vom: 3. 10 2014.]
- [19]. **OECD / IEA.** *IEA Statistics: Renewables Information 2012*. Paris (Frankreich) : s.n., 2012.
- [20]. —. *IEA Statistics: Renewables Information 2011*. Paris (Frankreich) : s.n., 2011.
- [21]. **Arbeitskreis "Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder".** *Entstehung, Verteilung und Verwendung des Bruttoinlandsprodukts in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2012*. Stuttgart : s.n., 2013.
- [22]. **FXTOP sarl.** <http://fxtop.com/de/historische-wechselkurse.php>. [Online] [Zitat vom: 27. 3 2014.]
- [23]. **Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder.** *Band 1: Indikatoren und Kennzahlen - Tabellen*. Düsseldorf : s.n., Oktober 2013.
- [24]. **Länderinitiative Kernindikatoren.** <http://www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/index.php?liki=A4>. [Online] [Zitat vom: 5. Oktober 2014.]
- [25]. **Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung.** *Statistische Berichte: Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Bayern - 2000, 2006 bis 2012*. München : s.n., 2014.
- [26]. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB).** <https://www.klimaschutz.de/de/programm/kommunalrichtlinie>. [Online] [Zitat vom: 8. 10 2014.]
- [27]. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.** [https://www.ptj.de/lw\\_resource/datapool/\\_items/item\\_4094/kommunalrichtlinie\\_2015-2016.pdf](https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/_items/item_4094/kommunalrichtlinie_2015-2016.pdf). [Online] [Zitat vom: 8. 10 2014.]

- [28]. **Institut für Energietechnik (IfE) GmbH an der Hochschule Amberg-Weiden.** *Klimaschutzkonzept für den Landkreis Neumarkt i.d.Opf.* 2011.
- [29]. **Institut für Energietechnik (IfE) GmbH.** *Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Schwandorf.*
- [30]. **Energie- und Umweltzentrum Allgäu gGmbH (eza!).** *Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Günzburg und seine Kommunen.* Kempten : s.n., 2013.
- [31]. **B.A.U.M. Consult GmbH.** *Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen.* München : s.n., 2013.
- [32]. **Landkreis Mühldorf a. Inn.** *Klimaschutzfahrplan - Landkreis Mühldorf a. Inn.* Mühldorf a. Inn : s.n.
- [33]. **Institut für Energietechnik (IfE) an der Hochschule Amberg-Weiden.** *Integriertes Klimaschutzkonzept für de Landkreis Roth.* 2013.
- [34]. —. *Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Nürnberger Land.*
- [35]. **Landkreis Landsberg am Lech.** *Integriertes Klimaschutzkonzept.* München : s.n., 2013.
- [36]. **Energieagentur Nordbayern GmbH.** *Integriertes Klimaschutzkonzept - Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen - Teil 1.* Nürnberg : s.n., 2012.
- [37]. **Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm.** <http://www.th-nuernberg.de/seitenbaum/hochschule/hochschule/geschichte/geschichte-der-hochschule/page.html>. [Online] [Zitat vom: 11. Oktober 2014.]
- [38]. —. <http://www.th-nuernberg.de/seitenbaum/hochschule/profil/statistik/wintersemester-20132014/page.html>. [Online] [Zitat vom: 11. Oktober 2014.]
- [39]. —. <http://www.th-nuernberg.de/institutionen/lageplan-und-anfahrt/page.html>. [Online] [Zitat vom: 11. Oktober 2014.]
- [40]. **TH Nürnberg.** *Informationsgespräch der Hochschulleitung.* Nürnberg : s.n., 2014.
- [41]. **Dietzel, Fritz.** *Technische Wärmelehre.* Würzburg : Vogel Verlag, 1990.
- [42]. **N-ERGIE AG.** <https://www.n-ergie.de/privatkunden/produkte/strom/strommix.html>. [Online] [Zitat vom: 12. 10 2014.]
- [43]. **Adidas AG.** *Jahresabschluss der Adidas AG zum 31. Dezember 2011.* Herzogenaurach : s.n., 2012.

- [44]. —. *Global Technology Center Scheinfeld - Umwelterklärung 2013*. Scheinfeld : s.n., 2013.
- [45]. **Allianz SE**. *Geschäftsbericht 2011*. München : s.n., 2012.
- [46]. —. [https://www.allianz.com/de/nachhaltigkeit/fortschritt/umwelt/umwelt\\_kennzahlen.html#](https://www.allianz.com/de/nachhaltigkeit/fortschritt/umwelt/umwelt_kennzahlen.html#). [Online] [Zitat vom: 25. 7 2014.]
- [47]. **BMW AG**. *Jahresabschluss der BMW AG - Geschäftsjahr 2011*. München : s.n., 2012.
- [48]. —. *Sustainable Value Report 2013*. München : s.n., 2014.
- [49]. **Deutsche Bank AG**. *Unternehmerische Verantwortung - Bericht 2012*. Frankfurt am Main : s.n., 2013.
- [50]. —. *Jahresbericht 2013*. Frankfurt am Main : s.n., 2014.
- [51]. **Deutsche Post AG**. *Geschäftsbericht 2011*. Bonn : s.n., 2012.
- [52]. —. *Bericht zur Unternehmensverantwortung 2012*. Bonn : s.n., 2013.
- [53]. **Henkel AG**. *Geschäftsbericht 2011*. Düsseldorf : s.n., 2012.
- [54]. —. *Nachhaltigkeitsbericht 2013*. Düsseldorf : s.n., 2014.
- [55]. **Lanxess AG**. *Geschäftsbericht 2011*. Leverkusen : s.n., 2012.
- [56]. —. *Geschäftsbericht 2012*. Leverkusen : s.n., 2013.
- [57]. **Linde AG**. *Corporate Responsibility - Auf einen Blick 2012*. München : s.n., 2013.
- [58]. —. *Finanbericht 2011*. München : s.n., 2012.
- [59]. **Merck AG**. *Geschäftsbericht 2011*. Darmstadt : s.n., 2012.
- [60]. —. *Geschäftsbericht 2012*. Darmstadt : s.n., 2013.
- [61]. **Munich RE**. *Corporate Responsibility - Bericht 2012 / 2013*. München : s.n., 2013.
- [62]. —. *Konzerngeschäftsbericht 2011*. München : s.n., 2012.
- [63]. **SAG AG**. *Geschäftsbericht 2012*. Walldorf : s.n., 2013.
- [64]. **SAP AG**. *Integrierter Bericht 2013*. Walldorf : s.n., 2014.
- [65]. **Siemens AG**. *Nachhaltigkeitsbericht 2012*. München : s.n., 2013.
- [66]. —. *Geschäftsbericht 2011*. München : s.n., 2012.

- [67]. **Volkswagen AG.** *Geschäftsbericht 2011.* Wolfsburg : s.n., 2012.
- [68]. —. *Nachhaltigkeitsbericht 2012.* Wolfsburg : s.n., 2013.
- [69]. **Adidas AG.** *Jahresabschluss der Adidas AG zum 31. Dezember 2012.* Herzogenaurach : s.n., 2013.
- [70]. **Allianz SE.** *Geschäftsbericht 2012.* München : s.n., 2013.
- [71]. **BMW AG.** *Jahresabschluss der BMW AG - Geschäftsjahr 2012.* München : s.n., 2013.
- [72]. **Deutsche Post AG.** *Geschäftsbericht 2013.* Bonn : s.n., 2013.
- [73]. **Henkel AG.** *Geschäftsbericht 2012.* Düsseldorf : s.n., 2013.
- [74]. **Linde AG.** *Corporate Responsibility 2011 - Auf einen Blick.* München : s.n., 2012.
- [75]. **Munich RE.** *Konzerngeschäftsbericht 2012.* München : s.n., 2013.
- [76]. **Siemens AG.** *Geschäftsbericht 2012.* München : s.n., 2013.
- [77]. **Volkswagen AG.** *Geschäftsbericht 2012.* Wolfsburg : s.n., 2013.
- [78]. **Linde AG.** *Finanzbericht 2012.* München : s.n., 2013.

## **8 Anhang**

## 8.1 Tabellen mit Daten für die weltweite Berechnung des ETI

Tabelle 8: Daten und ermittelte Werte der weltweiten ETI 2009 [18], [17], [20]

Berechnung des ETI 2009									
	BIP <sub>nom</sub> [\$]	BIP <sub>ppp</sub> [\$]	PEV [Mtoe]	PEV [kWh]	Anteil EE [%]	Effizienz <sub>nom</sub> [\$/kWh]	Effizienz <sub>ppp</sub> [\$/kWh]	ETI <sub>nom</sub> [%]	ETI <sub>ppp</sub> [%]
EU-27	16.348.180.716.691	11.248.041.368.767	1.656	19.255.791.000.000	9,2%	0,849	0,584	25,8%	19,2%
Brasilien	1.620.165.226.994		240	2.793.526.000.000	45,8%	0,580		37,4%	
Kanada	1.337.577.639.752	1.302.942.614.485	254	2.955.183.000.000	16,9%	0,453	0,441	19,8%	19,5%
China	4.991.256.406.735	10.837.796.541.047	2.272	26.423.360.000.000	11,8%	0,189	0,410	10,6%	16,2%
Dänemark	310.544.743.670	213.341.133.758	19	216.318.000.000	17,4%	1,436	0,986	44,6%	33,4%
Deutschland	3.298.219.195.019	2.945.255.745.462	319	3.704.155.000.000	8,7%	0,890	0,795	26,6%	24,2%
Frankreich	2.619.686.514.976	2.198.741.174.409	256	2.979.606.000.000	7,7%	0,879	0,738	25,8%	22,3%
GB	2.208.002.878.868	2.169.099.860.876	197	2.288.784.000.000	3,2%	0,965	0,948	25,7%	25,3%
Indien	1.365.372.433.342	4.969.237.616.482	676	7.859.554.000.000	26,1%	0,174	0,632	17,4%	28,9%
Italien	2.111.148.008.712	1.957.391.117.718	165	1.914.298.000.000	9,7%	1,103	1,023	32,4%	30,4%
Island	12.115.478.892	12.029.345.382	5	60.476.000.000	84,2%	0,200	0,199	47,1%	47,1%
Japan	5.035.141.567.659	4.081.113.173.647	472	5.489.360.000.000	3,3%	0,917	0,743	24,6%	20,2%
Mexiko	895.354.565.567	1.621.652.469.261	175	2.030.598.000.000	9,6%	0,441	0,799	15,8%	24,8%
Nigeria	169.481.270.115		108	1.259.529.000.000	85,3%	0,135		46,0%	
Norwegen	378.849.392.446	267.015.184.684	28	327.966.000.000	43,3%	1,155	0,814	50,5%	42,0%
Österreich	383.733.743.330	328.449.347.526	32	368.671.000.000	27,8%	1,041	0,891	39,9%	36,2%
Russland	1.222.648.134.225	2.765.270.702.622	641	7.455.993.000.000	2,9%	0,164	0,371	5,5%	10,7%
Schweden	405.782.994.635	349.686.315.509	45	528.002.000.000	34,8%	0,769	0,662	36,6%	34,0%
Spanien	1.454.336.570.613	1.481.283.139.549	127	1.471.195.000.000	9,6%	0,989	1,007	29,5%	30,0%
Südkorea	834.060.441.841	1.295.333.220.630	229	2.665.596.000.000	0,7%	0,313	0,486	8,2%	12,5%
Südafrika	283.985.548.070	555.656.893.248	144	1.674.720.000.000	10,0%	0,170	0,332	9,2%	13,3%
USA	14.417.900.000.000	14.417.900.000.000	2.163	25.154.527.000.000	5,4%	0,573	0,573	17,0%	17,0%

**Tabelle 9: Daten und ermittelte Werte der weltweiten ETI 2010 [18], [17], [19]**

Berechnung des ETI 2010									
	BIP <sub>nom</sub> [\$]	BIP <sub>ppp</sub> [\$]	PEV [Mtoe]	PEV [kWh]	Anteil EE [%]	Effizienz <sub>nom</sub> [\$/kWh]	Effizienz <sub>ppp</sub> [\$/kWh]	ETI <sub>nom</sub> [%]	ETI <sub>ppp</sub> [%]
EU-27	16.271.494.589.803	11.556.091.827.192	1.714	19.936.146.000.000	10,1%	0,816	0,580	25,5%	19,5%
Brasilien	2.143.035.333.258		265	3.078.461.000.000	44,0%	0,696		39,4%	
Kanada	1.577.040.082.218	1.359.270.243.835	252	2.928.434.000.000	17,1%	0,539	0,464	22,0%	20,2%
China	5.930.529.470.799	12.109.758.928.789	2.452	28.514.434.000.000	11,4%	0,208	0,425	10,9%	16,3%
Dänemark	313.176.334.520	226.979.859.666	19	224.459.000.000	20,3%	1,395	1,011	45,0%	35,4%
Deutschland	3.304.439.018.398	3.132.913.297.934	327	3.807.662.000.000	9,9%	0,868	0,823	26,6%	25,5%
Frankreich	2.565.039.332.951	2.260.487.040.650	262	3.050.549.000.000	8,0%	0,841	0,741	25,0%	22,5%
GB	2.285.561.538.462	2.149.556.782.463	203	2.355.075.000.000	3,4%	0,970	0,913	26,0%	24,5%
Indien	1.708.450.861.364		688	7.997.951.000.000	26,5%	0,214		18,6%	
Italien	2.055.355.252.805	1.989.140.425.831	170	1.979.426.000.000	10,6%	1,038	1,005	31,3%	30,4%
Island	12.564.891.658	11.650.867.457	5	62.802.000.000	82,5%	0,200	0,186	46,3%	45,9%
Japan	5.495.379.357.485	4.322.669.891.999	497	5.777.784.000.000	3,3%	0,951	0,748	25,4%	20,4%
Mexiko	1.047.368.841.686	1.734.060.686.310	178	2.071.303.000.000	9,8%	0,506	0,837	17,5%	25,8%
Nigeria	366.351.329.633		113	1.315.353.000.000	84,4%	0,279		49,2%	
Norwegen	421.236.092.715	282.300.722.423	33	377.975.000.000	36,1%	1,114	0,747	45,9%	36,7%
Österreich	377.679.836.477	338.917.649.466	34	393.094.000.000	26,8%	0,961	0,862	37,4%	35,0%
Russland	1.524.916.698.233	2.924.791.162.669	692	8.046.797.000.000	2,6%	0,190	0,363	6,0%	10,4%
Schweden	462.903.051.318	371.079.515.196	51	596.619.000.000	33,9%	0,776	0,622	36,3%	32,5%
Spanien	1.384.844.699.967	1.457.751.088.964	128	1.485.151.000.000	11,8%	0,932	0,982	29,2%	30,4%
Südkorea	1.014.890.141.871	1.393.872.163.719	250	2.907.500.000.000	0,7%	0,349	0,479	9,1%	12,3%
Südafrika	363.240.728.680	582.476.968.453	141	1.636.341.000.000	10,4%	0,222	0,356	10,7%	14,1%
USA	14.958.300.000.000	14.958.300.000.000	2.216	25.775.569.000.000	5,6%	0,580	0,580	17,3%	17,3%



**Tabelle 10: Daten und ermittelte Werte der weltweiten ETI 2011 [18], [17], [7]**

Berechnung des ETI 2011									
	BIP <sub>nom</sub> [\$]	BIP <sub>ppp</sub> [\$]	PEV [Mtoe]	PEV [kWh]	Anteil EE [%]	Effizienz <sub>nom</sub> [\$/kWh]	Effizienz <sub>ppp</sub> [\$/kWh]	ETI <sub>nom</sub> [%]	ETI <sub>ppp</sub> [%]
EU-27	17.626.199.732.462	12.069.044.700.050	1.654	19.234.857.000.000	0,102	0,916	0,627	28,0%	20,8%
Brasilien	2.476.652.189.880		270	3.137.774.000.000	0,429	0,789		41,2%	
Kanada	1.737.001.010.101	1.419.473.986.780	252	2.928.434.000.000	0,180	0,593	0,485	23,8%	21,1%
China	7.321.935.025.070	13.495.911.827.900	2.743	31.896.438.000.000	0,107	0,230	0,423	11,1%	15,9%
Dänemark	333.663.500.931	233.022.250.301	18	209.340.000.000	0,222	1,594	1,113	50,9%	38,9%
Deutschland	3.628.110.015.053	3.352.099.060.054	312	3.626.234.000.000	0,100	1,001	0,924	30,0%	28,1%
Frankreich	2.782.210.861.683	2.369.589.063.747	253	2.940.064.000.000	0,072	0,946	0,806	27,3%	23,7%
GB	2.478.930.645.161	2.201.439.290.107	188	2.187.603.000.000	0,041	1,133	1,006	30,4%	27,2%
Indien	1.880.096.894.406		749	8.715.522.000.000	0,265	0,216		18,6%	
Italien	2.196.981.437.704	2.056.085.368.162	167	1.946.862.000.000	0,119	1,128	1,056	34,2%	32,4%
Island	14.046.371.410	12.191.370.323	6	66.291.000.000	0,838	0,212	0,184	47,2%	46,5%
Japan	5.896.794.887.859	4.386.151.899.189	462	5.367.245.000.000	0,042	1,099	0,817	29,6%	22,5%
Mexiko	1.159.889.566.239	1.890.884.819.737	186	2.165.506.000.000	0,093	0,536	0,873	18,0%	26,5%
Nigeria	413.541.535.075		118	1.375.829.000.000	0,826	0,301		48,8%	
Norwegen	491.210.714.286	306.578.102.226	28	326.803.000.000	0,428	1,503	0,938	59,0%	44,9%
Österreich	415.984.217.115	360.521.910.253	33	383.790.000.000	0,266	1,084	0,939	40,4%	36,8%
Russland	1.899.085.300.762	3.226.600.287.765	731	8.501.530.000.000	0,024	0,223	0,380	6,8%	10,7%
Schweden	536.293.220.339	394.624.726.777	49	569.870.000.000	0,321	0,941	0,692	39,6%	33,4%
Spanien	1.454.534.452.554	1.483.223.708.404	126	1.460.728.000.000	0,117	0,996	1,015	30,7%	31,2%
Südkorea	1.114.471.962.886	1.445.332.477.534	260	3.028.452.000.000	0,007	0,368	0,477	9,6%	12,3%
Südafrika	401.802.218.556	614.320.892.172	141	1.636.341.000.000	0,105	0,246	0,375	11,4%	14,6%
USA	15.533.800.000.000	15.533.800.000.000	2.191	25.483.656.000.000	0,061	0,610	0,610	18,3%	18,3%

## 8.2 Tabellen für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs und des Anteils an erneuerbaren Energien für EU-27

Tabelle 11: Berechnung des Primärenergieverbrauchs und des Anteils der erneuerbaren Energien für die EU-27 [20], [19], [7]

	2011			2010			2009		
	PEV [Mtoe]	Anteil EE [Mtoe]	Anteil EE [%]	PEV [Mtoe]	Anteil EE [Mtoe]	Anteil EE [%]	PEV [Mtoe]	Anteil EE [Mtoe]	Anteil EE [%]
Belgien	59,1	2,9	4,9%	60,9	2,6	4,3%	57,2	2,2	3,8%
Bulgarien	19,2	1,4	7,3%	17,9	1,4	7,8%	17,5	1,1	6,3%
Dänemark	18	4	22,2%	19,3	3,9	20,2%	18,6	3,2	17,2%
Deutschland	311,8	31,2	10,0%	327,4	32,5	9,9%	318,5	27,7	8,7%
Estland	5,6	0,8	14,3%	5,6	0,8	14,3%	4,7	0,7	14,9%
Finnland	34,7	9,1	26,2%	36,4	9,2	25,3%	33,2	7,9	23,8%
Frankreich	252,8	18,3	7,2%	262,3	21	8,0%	256,2	19,8	7,7%
Griechenland	26,7	2,1	7,9%	27,6	2,1	7,6%	29,4	1,9	6,5%
Irland	13,2	0,8	6,1%	14,4	0,7	4,9%	14,3	0,6	4,2%
Italien	167,4	19,9	11,9%	170,2	18	10,6%	164,6	16	9,7%
Lettland	4,4	1,4	31,8%	4,4	1,6	36,4%	4,2	1,6	38,1%
Litauen	7,3	1,1	15,1%	6,9	1,1	15,9%	8,4	0,9	10,7%
Luxemburg	4,2	0,1	2,4%	4,2	0,1	2,4%	3,9	0,1	2,6%
Malta	0,9	0,049	5,4%	0,8	0	0,0%	0,8	0	0,0%
Niederlande	77,4	3,3	4,3%	83,4	3,1	3,7%	78,2	3,1	4,0%
Österreich	33	8,8	26,7%	33,8	9,1	26,9%	31,7	8,8	27,8%
Polen	101,3	8	7,9%	101,5	7,3	7,2%	94	6,3	6,7%
Portugal	23,1	5,1	22,1%	23,5	5,5	23,4%	24,1	4,7	19,5%
Rumänien	35,8	5,1	14,2%	35	5,8	16,6%	34,4	5,3	15,4%
Schweden	49	15,7	32,0%	51,3	17,4	33,9%	45,4	15,8	34,8%
Slowakei	17,3	1,3	7,5%	17,8	1,4	7,9%	16,7	1,2	7,2%
Slowenien	7,2	0,9	12,5%	7,2	1,1	15,3%	7	0,9	12,9%
Spanien	125,6	14,6	11,6%	127,7	15,1	11,8%	126,5	12,1	9,6%
Tschechien	43,4	3	6,9%	44,1	2,8	6,3%	42	2,4	5,7%
Ungarn	25	1,9	7,6%	25,7	2	7,8%	24,9	1,8	7,2%
Vereinigtes Königreich	188,1	7,8	4,1%	202,5	6,8	3,4%	196,8	6,2	3,2%
Zypern	2,4	0,1	4,2%	2,4	0,1	4,2%	2,5	0,1	4,0%
Summe	1653,9	168,749	10,2%	1714,2	172,5	10,1%	1655,7	152,4	9,2%

### 8.3 Daten für die Berechnung des ETI der Bundesländer

**Tabelle 12: Bruttoinlandsprodukte der Bundesländer in Mio.€ [21]**

Bruttoinlandsprodukte der Bundesländer und von Deutschland – in jeweiligen Preisen - in Millionen Euro																	
Jahr	BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	D
1994	252.372	287.198	80.794	34.320	19.889	66.852	161.582	24.571	158.367	405.979	80.424	22.534	63.492	36.012	55.598	32.216	1.782.200
1995	261.815	295.806	83.173	37.524	20.345	68.622	166.543	26.763	160.637	420.775	83.705	23.498	69.589	38.135	57.728	33.843	1.848.500
1996	266.926	301.197	82.193	39.240	20.370	70.169	170.974	27.785	161.632	422.029	83.886	22.910	72.156	39.600	58.744	35.189	1.875.000
1997	272.056	308.370	80.960	40.259	21.106	72.666	174.229	28.356	164.451	431.251	85.969	23.309	72.339	40.748	60.090	36.439	1.912.600
1998	280.338	320.510	80.982	41.141	21.319	74.243	177.486	28.290	169.777	442.317	87.043	23.749	73.138	41.270	60.945	37.152	1.959.700
1999	289.150	329.847	81.070	42.755	21.315	74.803	184.157	29.008	172.402	446.341	89.186	24.126	74.468	41.739	61.602	38.229	2.000.200
2000	296.623	342.486	81.518	43.859	22.222	76.426	188.394	29.193	177.232	455.454	91.085	24.926	74.253	42.136	63.022	38.671	2.047.500
2001	309.209	352.466	82.117	44.792	22.885	80.677	195.057	29.651	179.542	464.865	91.730	25.371	76.467	42.665	64.830	39.577	2.101.900
2002	311.982	362.544	82.095	45.136	23.497	82.092	196.502	29.710	178.754	473.363	93.880	25.423	79.021	44.060	64.151	39.990	2.132.200
2003	314.649	363.997	81.195	45.285	23.977	82.020	200.689	29.772	180.518	475.132	94.505	25.652	80.337	44.173	64.972	40.627	2.147.500
2004	319.205	373.973	80.999	46.660	24.124	84.007	203.599	30.452	184.627	487.566	97.421	26.872	82.851	45.265	66.291	41.787	2.195.700
2005	321.597	379.918	82.853	47.489	24.488	85.423	206.143	30.731	189.756	492.752	97.883	28.203	83.079	45.544	66.566	41.974	2.224.400
2006	341.332	395.615	86.394	49.337	25.621	86.852	212.450	31.515	197.840	509.170	101.655	29.385	86.897	47.448	68.858	43.530	2.313.900
2007	359.916	415.975	90.661	51.353	26.528	89.740	220.686	33.241	206.220	541.009	105.981	30.751	90.647	49.652	70.581	45.559	2.428.500
2008	363.852	419.468	95.097	53.064	26.896	92.406	223.286	34.106	212.117	553.972	107.654	31.150	91.526	50.306	72.932	45.968	2.473.800
2009	337.897	411.123	95.731	51.878	24.622	88.607	211.323	33.605	203.228	531.482	104.946	28.116	88.849	48.080	70.864	44.149	2.374.500
2010	364.059	433.587	98.979	54.689	26.364	92.038	218.331	34.682	215.539	555.039	110.711	29.779	92.417	50.688	72.564	46.733	2.496.200
2011	382.836	456.273	101.141	56.475	26.956	93.447	226.180	35.477	224.287	572.275	114.932	31.503	95.383	51.474	75.389	48.573	2.592.600
2012	389.493	465.502	103.604	57.774	27.693	95.815	229.747	36.885	230.021	582.054	117.659	31.709	96.608	52.810	77.275	49.250	2.643.900

**Tabelle 13: Bruttoinlandsprodukte der Bundesländer in Mio. US-Dollar**

Bruttoinlandsprodukte der Bundesländer und von Deutschland in Millionen US-Dollar																	
Jahr	BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	D
1994	303.245	345.091	97.081	41.238	23.898	80.328	194.154	29.524	190.290	487.815	96.636	27.077	76.291	43.271	66.806	38.710	2.141.454
1995	348.864	394.156	110.826	50.000	27.109	91.438	221.915	35.661	214.046	560.674	111.535	31.311	92.726	50.814	76.922	45.095	2.463.091
1996	344.427	388.649	106.058	50.633	26.284	90.542	220.616	35.852	208.561	544.564	108.242	29.562	93.106	51.097	75.800	45.406	2.419.401
1997	307.905	349.004	91.628	45.564	23.887	82.241	197.187	32.092	186.121	488.077	97.297	26.381	81.872	46.117	68.008	41.240	2.164.621
1998	312.515	357.299	90.277	45.863	23.766	82.765	197.858	31.538	189.265	493.087	97.033	26.475	81.533	46.007	67.940	41.416	2.184.636
1999	308.347	351.745	86.453	45.594	22.731	79.769	196.383	30.933	183.847	475.973	95.107	25.728	79.412	44.510	65.692	40.767	2.132.989
2000	274.106	316.487	75.329	40.530	20.535	70.624	174.093	26.977	163.778	420.879	84.171	23.034	68.616	38.937	58.237	35.735	1.892.068
2001	276.935	315.677	73.546	40.117	20.496	72.256	174.697	26.556	160.802	416.344	82.156	22.723	68.486	38.212	58.064	35.446	1.882.512
2002	294.992	342.801	77.624	42.678	22.217	77.622	185.801	28.092	169.019	447.584	88.767	24.038	74.718	41.661	60.658	37.812	2.016.085
2003	355.895	411.711	91.838	51.221	27.120	92.772	226.996	33.675	204.181	537.414	106.893	29.014	90.868	49.964	73.489	45.952	2.429.003
2004	396.791	464.871	100.687	58.001	29.988	104.426	253.086	37.854	229.502	606.074	121.100	33.403	102.989	56.267	82.404	51.943	2.729.387
2005	400.382	472.991	103.151	59.123	30.487	106.351	256.645	38.260	236.243	613.468	121.862	35.112	103.432	56.701	82.873	52.257	2.769.338
2006	428.665	496.837	108.498	61.961	32.176	109.073	266.808	39.578	248.459	639.445	127.664	36.904	109.131	59.588	86.477	54.667	2.905.932
2007	493.306	570.143	124.261	70.386	36.360	122.999	302.476	45.561	282.649	741.517	145.260	42.148	124.242	68.054	96.739	62.444	3.328.543
2008	535.090	616.880	139.852	78.037	39.553	135.894	328.370	50.157	311.945	814.685	158.319	45.810	134.600	73.981	107.255	67.601	3.638.030
2009	471.108	573.202	133.471	72.330	34.330	123.538	294.634	46.854	283.348	741.011	146.319	39.201	123.876	67.034	98.801	61.553	3.310.609
2010	482.949	575.181	131.302	72.549	34.974	122.095	289.630	46.008	285.926	736.295	146.865	39.504	122.597	67.240	96.261	61.995	3.311.372
2011	532.980	635.218	140.807	78.624	37.527	130.097	314.885	49.391	312.250	796.715	160.007	43.857	132.791	71.661	104.956	67.622	3.609.389
2012	500.649	598.351	133.171	74.262	35.596	123.159	295.314	47.411	295.667	748.165	151.238	40.759	124.179	67.882	99.329	63.306	3.398.437

**Tabelle 14: Primärenergieverbräuche der Bundesländer in TJ [23]**

Primärenergieverbräuche der Bundesländer in TJ																	
Jahr	BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	D
1994	1.514.465	1.874.615	345.819	587.113	163.772	247.242	1.007.927	154.905	1.479.715	4.011.132	622.935	291.982	629.932	431.717	506.024	221.184	14.185.249
1995	1.555.861	1.952.962	339.262	563.335	163.467	250.776	988.380	163.073		4.091.766	656.245	277.017	649.512	437.434	594.888	225.967	14.268.972
1996	1.622.552	2.020.547	347.935	578.347	171.703	267.040	1.050.905	180.046	1.527.796	4.185.647	704.669	278.387	622.985	437.586	614.833	234.938	14.745.937
1997	1.579.913	2.007.889	325.628	575.234	171.132	258.994	1.063.685	168.275		4.096.479	697.328	263.729	604.861	412.587	611.699	227.330	14.613.928
1998	1.601.213	2.043.130	317.928	625.230	164.427		1.073.441	164.297	1.531.587	4.054.068	662.997	275.503	549.434	447.561	551.892	227.214	14.520.569
1999	1.583.922	2.027.317	334.726	610.656	154.631		1.029.955	168.496		3.901.677	648.505	263.273	534.717	440.164	597.748	227.872	14.323.277
2000	1.560.553	2.037.324	331.518	617.903	166.187		1.032.436	167.139	1.459.738	3.954.658	648.238	271.186	578.638	442.793	586.638	224.078	14.400.802
2001	1.616.065	2.089.720	347.728	637.499	166.499		1.079.580	172.347		3.963.459	664.387	267.941	622.835	445.724	605.362	229.824	14.678.626
2002	1.588.200	2.027.273	322.289	643.364	164.107		1.038.069	175.426	1.451.623	4.126.678	667.494	271.126	625.319	446.836	547.531	240.784	14.427.360
2003	1.635.563	2.002.230	316.585	618.410	170.666	236.796	1.007.099	170.594		4.365.724	640.031	265.140	630.273	458.502	575.295	249.587	14.600.076
2004	1.614.521	2.003.840	305.753	629.131	154.557	223.953	1.059.279	175.319	1.444.208	4.050.437	646.897	280.096	617.465	453.529	571.670	247.177	14.591.341
2005	1.657.113	2.008.059	297.784	671.781	145.631	227.869	1.036.955	171.554		4.027.920	650.062	289.438	631.502	490.839	569.814	248.551	14.558.358
2006	1.702.956	2.075.051	303.895	674.006	151.164	232.905	1.047.695	184.153	1.462.310	4.084.613	662.179	285.028	646.739	506.777	583.903	250.626	14.836.794
2007	1.601.892	1.977.855	270.295	663.267	160.462	223.605	891.087	175.758		4.278.890	642.394	298.793	624.454	495.313	491.588	241.970	14.196.874
2008	1.625.572	2.039.702	286.300	645.721	159.532	225.038	1.055.651	192.884	1.469.030	4.173.571	669.703	282.913	631.234	501.714	433.055	249.606	14.379.686
2009	1.545.594	2.004.322	282.552	622.134	151.691	227.287	883.755	183.232	1.434.684	4.202.959	621.614	234.497	626.468	497.044	421.817	246.334	13.530.866
2010	1.548.074	2.081.419	306.372	652.675	165.826	251.078	1.005.454		1.480.423	4.412.457	671.811	247.280	635.651	523.146	439.063	256.272	14.216.756

**Tabelle 15: Primärenergieverbräuche der Bundesländer in GWh**

Primärenergieverbräuche der Bundesländer in GWh																	
Jahr	BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	D
1994	420.718	520.768	96.069	163.100	45.496	68.684	280.002	43.033	411.065	1.114.292	173.051	81.113	174.995	119.931	140.573	61.445	3.940.662
1995	432.218	542.533	94.247	156.494	45.411	69.666	274.572	45.302		1.136.693	182.305	76.955	180.434	121.519	165.260	62.774	3.963.920
1996	450.745	561.308	96.656	160.665	47.699	74.184	291.941	50.017	424.422	1.162.773	195.757	77.336	173.065	121.561	170.801	65.266	4.096.421
1997	438.900	557.792	90.459	159.800	47.540	71.949	295.492	46.747		1.138.002	193.718	73.264	168.030	114.617	169.930	63.152	4.059.749
1998	444.817	567.582	88.320	173.689	45.678		298.202	45.642	425.475	1.126.220	184.181	76.535	152.633	124.332	153.316	63.120	4.033.814
1999	440.014	563.189	92.987	169.640	42.956		286.121	46.808		1.083.886	180.155	73.137	148.544	122.278	166.054	63.303	3.979.006
2000	433.522	565.969	92.096	171.653	46.167		286.811	46.431	405.515	1.098.604	180.081	75.335	160.746	123.008	162.968	62.249	4.000.543
2001	448.943	580.524	96.599	177.097	46.253		299.907	47.878		1.101.049	184.567	74.434	173.024	123.822	168.170	63.845	4.077.722
2002	441.202	563.176	89.532	178.727	45.589		288.376	48.733	403.261	1.146.391	185.430	75.319	173.714	124.131	152.104	66.890	4.007.921
2003	454.359	556.219	87.947	171.794	47.411	65.782	279.772	47.391		1.212.798	177.801	73.656	175.090	127.372	159.817	69.335	4.055.901
2004	448.514	556.667	84.938	174.773	42.936	62.214	294.268	48.704	401.201	1.125.211	179.708	77.811	171.532	125.990	158.810	68.666	4.053.475
2005	460.346	557.839	82.724	186.621	40.456	63.302	288.066	47.658		1.118.956	180.587	80.406	175.431	136.355	158.294	69.047	4.044.312
2006	473.081	576.449	84.422	187.239	41.993	64.701	291.050	51.158	406.230	1.134.705	183.953	79.181	179.664	140.783	162.208	69.624	4.121.661
2007	445.006	549.448	75.088	184.256	44.576	62.117	247.544	48.826		1.188.676	178.457	83.005	173.473	137.598	136.563	67.219	3.943.892
2008	451.584	566.629	79.534	179.381	44.318	62.516	293.260	53.583	408.097	1.159.418	186.043	78.593	175.357	139.376	120.303	69.341	3.994.677
2009	429.366	556.801	78.493	172.829	42.140	63.140	245.507	50.902	398.555	1.167.582	172.684	65.143	174.033	138.079	117.181	68.432	3.758.875
2010	430.055	578.218	85.110	181.313	46.066	69.749	279.315		411.262	1.225.781	186.629	68.694	176.584	145.330	121.972	71.192	3.949.415

**Tabelle 16: Anteil der erneuerbaren Energien in den Bundesländern [24]**

Anteil der erneuerbaren Energien in den Bundesländern in %																	
Jahr	BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	D
1994	2,12%	3,60%	0,60%	1,40%	1,40%	0,80%	0,70%	0,80%	0,70%	0,50%	1,20%	1,10%	0,20%	0,10%	0,70%	0,90%	1,80%
1995	2,02%	5,50%	0,50%	1,50%	1,90%	1,00%	1,00%	1,50%		0,50%	0,90%	1,00%	0,30%	0,10%	0,90%	1,10%	1,90%
1996	1,86%	5,70%	0,50%	0,50%	1,60%	0,90%	0,70%	1,50%	0,40%	0,50%	1,10%	0,30%	0,30%	0,20%	0,90%	1,10%	1,80%
1997	2,13%	5,80%	0,40%	0,60%	1,60%	1,00%	0,80%	1,40%		0,60%	1,20%	0,30%	0,40%	0,30%	1,10%	1,60%	2,40%
1998	2,05%	5,40%	0,60%	1,20%	1,70%		0,80%	1,90%	1,30%	0,70%	1,60%	0,70%	0,60%	0,40%	1,60%	1,80%	2,60%
1999	2,24%	5,90%	0,60%	1,60%	1,90%		0,80%	2,70%		0,90%	1,60%	0,70%	0,60%	0,50%	1,50%	2,00%	2,80%
2000	2,76%	6,40%	0,70%	1,80%	1,80%		2,00%	4,50%	1,70%	0,90%	1,90%	0,80%	0,60%	1,10%	1,80%	3,50%	2,90%
2001	3,03%	6,40%	0,60%	2,10%	1,90%		2,30%	4,60%		1,20%	1,90%	0,90%	0,70%	1,50%	1,90%	3,90%	2,90%
2002	2,67%	7,20%	0,70%	2,90%	2,00%		2,40%	6,40%	2,20%	1,20%	1,90%	1,00%	1,00%	2,20%	2,60%	7,10%	3,20%
2003	4,38%	6,90%	0,60%	5,30%	2,40%	3,30%	3,10%	7,10%		1,10%	2,20%	1,20%	1,40%		3,10%	11,20%	3,80%
2004	4,98%	7,20%	0,90%	6,20%	2,20%	3,00%	3,20%	10,20%	5,00%	2,00%	3,20%	1,70%	2,50%	4,50%	3,70%	13,20%	4,50%
2005	5,91%	8,00%	1,10%	6,80%	4,00%	3,60%	3,70%	11,20%		2,70%	3,80%	2,20%	3,10%	6,20%	4,20%	14,00%	5,30%
2006	7,40%	9,20%	1,70%	10,40%	3,80%	3,60%	4,80%	15,20%	7,90%	3,40%	6,80%	2,20%	4,90%	10,00%	5,20%	15,40%	6,30%
2007	8,67%	10,40%	2,20%	13,30%	3,80%	4,00%	5,70%	20,10%		4,10%	8,50%	2,50%	6,00%	13,20%	7,80%	19,30%	7,90%
2008	8,71%	10,10%	2,20%	13,20%	4,40%	5,10%	5,00%	24,00%	10,30%	4,10%	8,10%	2,90%	6,20%	14,20%	9,40%	18,90%	8,00%
2009	9,33%	10,70%	2,90%	14,70%	4,90%	5,30%	6,10%	26,50%	11,10%	4,00%	9,20%	2,90%	6,80%	14,90%	10,20%	21,20%	8,90%
2010	10,54%	12,90%	3,20%	16,90%	4,90%	4,40%	6,70%		12,20%	4,20%	9,50%	3,30%	7,50%	14,50%	12,00%	22,50%	9,90%

**Tabelle 17: Energieeffizienz in den Bundesländern**

Energieeffizienz in den Bundesländern in \$/kWh																	
Jahr	BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	D
1994	0,72	0,66	1,01	0,25	0,53	1,17	0,69	0,69	0,46	0,44	0,56	0,33	0,44	0,36	0,48	0,63	0,54
1995	0,81	0,73	1,18	0,32	0,60	1,31	0,81	0,79		0,49	0,61	0,41	0,51	0,42	0,47	0,72	0,62
1996	0,76	0,69	1,10	0,32	0,55	1,22	0,76	0,72	0,49	0,47	0,55	0,38	0,54	0,42	0,44	0,70	0,59
1997	0,70	0,63	1,01	0,29	0,50	1,14	0,67	0,69		0,43	0,50	0,36	0,49	0,40	0,40	0,65	0,53
1998	0,70	0,63	1,02	0,26	0,52		0,66	0,69	0,44	0,44	0,53	0,35	0,53	0,37	0,44	0,66	0,54
1999	0,70	0,62	0,93	0,27	0,53		0,69	0,66		0,44	0,53	0,35	0,53	0,36	0,40	0,64	0,54
2000	0,63	0,56	0,82	0,24	0,44		0,61	0,58	0,40	0,38	0,47	0,31	0,43	0,32	0,36	0,57	0,47
2001	0,62	0,54	0,76	0,23	0,44		0,58	0,55		0,38	0,45	0,31	0,40	0,31	0,35	0,56	0,46
2002	0,67	0,61	0,87	0,24	0,49		0,64	0,58	0,42	0,39	0,48	0,32	0,43	0,34	0,40	0,57	0,50
2003	0,78	0,74	1,04	0,30	0,57	1,41	0,81	0,71		0,44	0,60	0,39	0,52	0,39	0,46	0,66	0,60
2004	0,88	0,84	1,19	0,33	0,70	1,68	0,86	0,78	0,57	0,54	0,67	0,43	0,60	0,45	0,52	0,76	0,67
2005	0,87	0,85	1,25	0,32	0,75	1,68	0,89	0,80		0,55	0,67	0,44	0,59	0,42	0,52	0,76	0,68
2006	0,91	0,86	1,29	0,33	0,77	1,69	0,92	0,77	0,61	0,56	0,69	0,47	0,61	0,42	0,53	0,79	0,71
2007	1,11	1,04	1,65	0,38	0,82	1,98	1,22	0,93		0,62	0,81	0,51	0,72	0,49	0,71	0,93	0,84
2008	1,18	1,09	1,76	0,44	0,89	2,17	1,12	0,94	0,76	0,70	0,85	0,58	0,77	0,53	0,89	0,97	0,91
2009	1,10	1,03	1,70	0,42	0,81	1,96	1,20	0,92	0,71	0,63	0,85	0,60	0,71	0,49	0,84	0,90	0,88
2010	1,12	0,99	1,54	0,40	0,76	1,75	1,04		0,70	0,60	0,79	0,58	0,69	0,46	0,79	0,87	0,84



**Tabelle 18: ETI der Bundesländer**

ETI der Bundesländer in %																	
Jahr	BW	BY	BE	BB	HB	HH	HE	MV	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	D
1994	19,08%	18,37%	25,56%	7,02%	13,83%	29,64%	17,69%	17,55%	11,92%	11,19%	14,56%	8,90%	11,00%	9,07%	12,23%	16,20%	14,49%
1995	21,19%	20,91%	29,65%	8,74%	15,87%	33,31%	20,71%	20,43%		12,58%	15,75%	10,67%	13,00%	10,50%	12,09%	18,51%	16,48%
1996	20,03%	20,16%	27,68%	8,13%	14,58%	30,96%	19,24%	18,67%	12,49%	11,96%	14,37%	9,71%	13,60%	10,61%	11,54%	17,94%	15,67%
1997	18,60%	18,54%	25,52%	7,43%	13,36%	29,08%	17,08%	17,86%		11,02%	13,16%	9,15%	12,38%	10,21%	10,56%	17,13%	14,53%
1998	18,59%	18,44%	25,85%	7,20%	13,86%		16,99%	18,22%	11,77%	11,30%	13,97%	9,00%	13,65%	9,45%	11,88%	17,30%	14,84%
1999	18,64%	18,56%	23,54%	7,52%	14,18%		17,56%	17,87%		11,43%	14,00%	9,14%	13,66%	9,35%	10,64%	17,10%	14,80%
2000	17,19%	17,18%	20,80%	6,80%	12,02%		16,17%	16,78%	10,95%	10,03%	12,64%	8,04%	10,97%	8,46%	9,83%	16,10%	13,27%
2001	16,94%	16,79%	19,33%	6,71%	12,03%		15,71%	16,17%		10,05%	12,08%	8,08%	10,25%	8,47%	9,58%	15,83%	12,99%
2002	18,05%	18,82%	22,02%	7,42%	13,18%		17,31%	17,61%	11,58%	10,36%	12,92%	8,48%	11,25%	9,49%	11,27%	17,68%	14,18%
2003	21,77%	21,95%	26,41%	10,10%	15,50%	36,91%	21,83%	21,31%		11,63%	16,13%	10,45%	13,67%	9,81%	13,05%	22,17%	16,87%
2004	24,61%	24,48%	30,09%	11,40%	18,56%	43,46%	23,10%	24,53%	16,80%	14,47%	18,45%	11,58%	16,26%	13,41%	14,82%	25,51%	19,08%
2005	24,70%	25,20%	31,72%	11,32%	20,84%	43,80%	24,12%	25,67%		15,06%	18,77%	12,02%	16,29%	13,50%	15,19%	25,92%	19,77%
2006	26,35%	26,15%	32,98%	13,47%	21,06%	43,95%	25,32%	26,94%	19,24%	15,79%	20,75%	12,75%	17,64%	15,58%	15,93%	27,33%	20,78%
2007	32,05%	31,14%	42,47%	16,20%	22,29%	51,50%	33,40%	33,38%		17,65%	24,60%	13,94%	20,91%	18,96%	21,61%	32,87%	25,05%
2008	33,98%	32,27%	45,06%	17,48%	24,51%	56,89%	30,49%	35,40%	24,26%	19,62%	25,32%	16,02%	22,29%	20,37%	26,99%	33,82%	26,77%
2009	32,10%	31,09%	43,96%	17,81%	22,82%	51,56%	33,05%	36,26%	23,32%	17,87%	25,78%	16,49%	21,19%	19,59%	26,18%	33,09%	26,47%
2010	33,34%	31,32%	40,17%	18,45%	21,43%	45,96%	29,27%		23,48%	17,12%	24,42%	16,03%	21,11%	18,82%	25,73%	33,02%	25,91%

## 8.4 Tabellen für die Berechnung der ETI der Landkreise

Tabelle 19: Berechnung des ETI für Landkreis Neumarkt [28]

Berechnung des ETI für Landkreis Neumarkt für 2009				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	764.172	1,1	840.589
	Erdgas	527.380	1,1	580.118
	Flüssiggas		1,1	0
	Steinkohle		1,1	0
	Sonderbrennstoffe	59.000	1,1	64.900
	Feste Biomasse	1.192.000	0,2	238.400
	Biogas, Bioöl		0,5	0
Nah-/Fernwärme KWK	fossil		0,7	0
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil	15.630	1,3	20.319
	erneuerbar	169.099	0,1	16.910
Strom	Strom-Mix	686.180	2,6	1.784.068
Verkehr	Verkehr	1.055.194	1	1.055.194
Regenerative Energien	Photovoltaik	69.916		
	Wasserkraft	3.484		
	Windkraft	19.312		
	Biomasse			
	Solarthermie	14.623		
	Wärmepumpe	1.900		
	<b>Summe EE</b>	<b>1.470.334</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>4.600.498</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>31,96%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		3.491.000.000	1,394234	4.867.270.894
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	1,058		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,529	<b>ETI [%]</b>	<b>42,43%</b>

Tabelle 20: Berechnung des ETI für Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen [36]

Berechnung des ETI für Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen für 2009				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	601.500	1,1	661.650
	Erdgas	432.100	1,1	475.310
	Flüssiggas		1,1	0
	Steinkohle		1,1	0
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	143.000	0,2	28.600
	Biogas, Bioöl	185.000	0,5	92.500
Nah-/Fernwärme KWK	fossil	26.200	0,7	18.340
	erneuerbar	24.300	0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil	9.100	1,3	11.830
	erneuerbar		0,1	0
Strom	Strom-Mix	494.100	2,6	1.284.660
Verkehr	Verkehr	1.410.500	1	1.410.500
Regenerative Energien	Photovoltaik	39.800		
	Wasserkraft	2.000		
	Windkraft	38.000		
	Biomasse			
	Solarthermie	14.600		
	Wärmepumpe			
	<b>Summe EE</b>	<b>261.700</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>3.983.390</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>6,57%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		2.188.000.000	1,394234	3.050.583.992
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	0,766		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,383	<b>ETI [%]</b>	<b>22,43%</b>

Berechnung des ETI für Landkreis Nürnberger Land für 2010				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	1.242.012	1,1	1.366.213
	Erdgas	896.017	1,1	985.619
	Flüssiggas	43.418	1,1	47.760
	Steinkohle	8.731	1,1	9.604
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	291.779	0,2	58.356
	Biogas, Bioöl		0,5	0
Nah-/Fernwärme KWK	fossil		0,7	0
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil		1,3	0
	erneuerbar		0,1	0
Strom	Strom-Mix	789.921	2,6	2.053.795
Verkehr	Verkehr	1.667.000	1	1.667.000
Regenerative Energien	Photovoltaik	16.041		
	Wasserkraft	6.923		
	Windkraft	8.591		
	Biomasse	1.171		
	Solarthermie	15.339		
	Wärmepumpe	8.424		
	<b>Summe EE</b>	<b>348.268</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>6.188.346</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>5,63%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		4.161.000.000	1,326565	5.519.836.965
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$ /kWh]	0,892		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,446	<b>ETI [%]</b>	<b>25,11%</b>

Berechnung des ETI für Landkreis Roth für 2010				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	829.697	1,1	912.667
	Erdgas	571.161	1,1	628.277
	Flüssiggas	26.887	1,1	29.576
	Steinkohle	4.761	1,1	5.237
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	283.237	0,2	56.647
	Biogas, Bioöl		0,5	0
Nah-/Fernwärme KWK	fossil	21.927	0,7	15.349
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil	2.750	1,3	3.575
	erneuerbar		0,1	0
Strom	Strom-Mix	411.034	2,6	1.068.688
Verkehr	Verkehr	1.342.680	1	1.342.680
Regenerative Energien	Photovoltaik	41.508		
	Wasserkraft	9.124		
	Windkraft	460		
	Biomasse			
	Solarthermie	15.366		
	Wärmepumpe	3.969		
	<b>Summe EE</b>	<b>353.664</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>4.062.696</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>8,71%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		2.795.000.000	1,326565	3.707.749.175
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	0,913		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,456	<b>ETI [%]</b>	<b>27,17%</b>

Berechnung des ETI für Landkreis Mühldorf am Inn für 2010				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	661.903	1,1	728.093
	Erdgas	661.903	1,1	728.093
	Flüssiggas		1,1	0
	Steinkohle		1,1	0
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	207.000	0,2	41.400
	Biogas, Bioöl	92.000	0,5	46.000
Nah-/Fernwärme KWK	fossil		0,7	0
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil		1,3	0
	erneuerbar		0,1	0
Strom	Strom-Mix	580.329	2,6	1.508.855
Verkehr	Verkehr	1.105.290	1	1.105.290
Regenerative Energien	Photovoltaik	62.000		
	Wasserkraft	199.000		
	Windkraft			
	Biomasse			
	Solarthermie	18.300		
	Wärmepumpe	16.700		
	<b>Summe EE</b>	<b>595.000</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>4.157.731</b>
		1000000	1000	<b>14,31%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		2.980.000.000	1,326565	3.953.163.700
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	0,951		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,475	<b>ETI [%]</b>	<b>30,93%</b>

Berechnung des ETI für Landkreis Schwandorf für 2010				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	592.594	1,1	651.853
	Erdgas	446.664	1,1	491.330
	Flüssiggas	9.138	1,1	10.052
	Steinkohle		1,1	0
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	121.679	0,2	24.336
	Biogas, Bioöl		0,5	0
Nah-/Fernwärme KWK	fossil		0,7	0
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil		1,3	0
	erneuerbar	41.486	0,1	4.149
Strom	Strom-Mix	545.163	2,6	1.417.424
Verkehr	Verkehr	1.123.205	1	1.123.205
Regenerative Energien	Photovoltaik	48.663		
	Wasserkraft	30.814		
	Windkraft			
	Biomasse			
	Solarthermie	12.118		
	Wärmepumpe			
	<b>Summe EE</b>	<b>254.760</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>3.722.349</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>6,84%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		4.214.000.000	1,326565	5.590.144.910
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	1,502		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,751	<b>ETI [%]</b>	<b>40,97%</b>

Berechnung des ETI für Landkreis Landsberg am Lech für 2011				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	1.007.500	1,1	1.108.250
	Erdgas	1.007.500	1,1	1.108.250
	Flüssiggas		1,1	0
	Steinkohle		1,1	0
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	130.000	0,2	26.000
	Biogas, Bioöl		0,5	0
Nah-/Fernwärme KWK	fossil		0,7	0
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil		1,3	0
	erneuerbar		0,1	0
Strom	Strom-Mix	589.000	2,6	1.531.400
Verkehr	Verkehr	1.740.000	1	1.740.000
Regenerative Energien	Photovoltaik	133.000		
	Wasserkraft	15.000		
	Windkraft	6.000		
	Biomasse	50.000		
	Solarthermie	15.000		
	Wärmepumpe	9.000		
	<b>Summe EE</b>	<b>358.000</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>5.513.900</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>6,49%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		3.105.000.000	1,392189	4.322.746.845
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	0,784		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,392	<b>ETI [%]</b>	<b>22,85%</b>



Berechnung des ETI für Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen für 2011				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	672.090	1,1	739.299
	Erdgas	672.090	1,1	739.299
	Flüssiggas		1,1	0
	Steinkohle		1,1	0
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	204.000	0,2	40.800
	Biogas, Bioöl	17.000	0,5	8.500
Nah-/Fernwärme KWK	fossil		0,7	0
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil		1,3	0
	erneuerbar		0,1	0
Strom	Strom-Mix	559.980	2,6	1.455.948
Verkehr	Verkehr	1.185.840	1	1.185.840
Regenerative Energien	Photovoltaik	44.000		
	Wasserkraft	399.000		
	Windkraft			
	Biomasse			
	Solarthermie	11.000		
	Wärmepumpe			
	<b>Summe EE</b>	<b>675.000</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>4.169.686</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>16,19%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		2.965.000.000	1,392189	4.127.840.385
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	0,990		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,495	<b>ETI [%]</b>	<b>32,84%</b>

Berechnung des ETI für Landkreis Günzburg für 2011				
Berechnung Primärenergieverbrauch und Anteil an Erneuerbaren				
	Energieträger	Energiemenge [MWh]	Primärenergiefaktor	Primärenergie [MWh]
Brennstoffe	Heizöl	849.796	1,1	934.776
	Erdgas	849.796	1,1	934.776
	Flüssiggas		1,1	0
	Steinkohle		1,1	0
	Braunkohle		1,1	0
	Feste Biomasse	127.804	0,2	25.561
	Biogas, Bioöl	101.215	0,5	50.608
Nah-/Fernwärme KWK	fossil		0,7	0
	erneuerbar		0	0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossil		1,3	0
	erneuerbar		0,1	0
Strom	Strom-Mix	679.097	2,6	1.765.652
Verkehr	Verkehr	1.304.594	1	1.304.594
Regenerative Energien	Photovoltaik	80.540		
	Wasserkraft	156.315		
	Windkraft			
	Biomasse			
	Solarthermie	20.879		
	Wärmepumpe	16.849		
	<b>Summe EE</b>	<b>503.602</b>	<b>Summe PEV</b>	<b>5.015.966</b>
			<b>Anteil EE</b>	<b>10,04%</b>
Berechnung BIP				
		BIP [€]	Wechsel [€-->\$]	BIP [\$]
		4.483.000.000	1,392189	6.241.183.287
Berechnung Energieeffizienz und ETI				
	Eff [\$/kWh]	1,244		
	Eff <sub>N</sub> [Eff/2\$/kWh]	0,622	<b>ETI [%]</b>	<b>36,13%</b>

## 8.5 Tabellen für die Berechnung des ETI und ETIFC der Unternehmen

Tabelle 21: Daten und Ergebnisse für Unternehmen 2010

2010							
Unternehmen	BWS [Mio. €]	BWS [Mio. \$]	PEV [MWh]	Eff [\$/kWh]	Anteil EE [%]	ETI [%]	ETIFC [%]
Adidas	1.042	1.382	9.460	146,04	7%	3654%	
Allianz	5.626	7.460	1.870.193	3,99	40%	120%	30%
BMW	40.608	53.846	6.842.784	7,87	9%	201%	24%
Deutsche Bank	39.472	52.340	2.925.200	17,89	24%	459%	57%
Deutsche Post	50.161	66.513	5.031.900	13,22	15%	338%	40%
Henkel	12.142	16.100	3.889	4.140,06	5%	103504%	
Lanxess	7.025	9.315	17.333.333	0,54	3%	15%	3%
Linde	1.964	2.604	7.712.000	0,34	6%	12%	4%
Merck	5.942	7.879	2.253.000	3,50	6%	90%	12%
Munich RE	46.376	61.495	979.210	62,80	8%	1574%	
SAP	7.681	10.185	2.236.000	4,56	51%	139%	37%
Siemens	87.937	116.604	12.684.222.222.232	0,00	7%	3%	3%
Volkswagen	118.218	156.757	51.972.000	3,02	9%	80%	12%

Tabelle 22: Daten und Ergebnisse für Unternehmen 2011

2011							
Unternehmen	BWS [Mio. €]	BWS [Mio. \$]	PEV [MWh]	Eff [\$/kWh]	Anteil EE [%]	ETI [%]	ETIFC [%]
Adidas	1.118	1.557	8.153	190,95	7%	4777%	
Allianz	6.159	8.573	1.693.301	5,06	44%	148%	34%
BMW	49.328	68.665	7.102.490	9,67	11%	247%	30%
Deutsche Bank	45.724	63.648	2.870.400	22,17	21%	565%	66%
Deutsche Post	50.281	69.991	4.574.100	15,30	16%	390%	46%
Henkel	12.715	17.699	3.483	5.081,04	5%	127028%	
Lanxess	8.675	12.076	18.138.889	0,67	4%	19%	4%
Linde	2.158	3.004	9.593.000	0,31	6%	11%	4%
Merck	6.676	9.293	2.243.300	4,14	6%	107%	13%
Munich RE	48.000	66.816	1.039.995	64,25	7%	1610%	
SAP	10.796	15.028	2.236.000	6,72	32%	184%	33%
Siemens	84.931	118.224	12.720.083.333.344	0,00	7%	4%	4%
Volkswagen	158.658	220.852	43.937.000	5,03	9%	130%	17%

**Tabelle 23: Daten und Ergebnisse für Unternehmen 2012**

2012							
Unternehmen	BWS [Mio. €]	BWS [Mio. \$]	PEV [MWh]	Eff [\$/kWh]	Anteil EE [%]	ETI [%]	ETIFC [%]
Adidas	1.473	1.892	7.738	244,54	7%	6117%	
Allianz	6.070	7.800	1.628.868	4,79	45%	142%	34%
BMW	51.582	66.283	7.543.322	8,79	13%	226%	28%
Deutsche Bank	44.963	57.777	2.737.600	21,11	22%	539%	64%
Deutsche Post	53.258	68.437	4.146.800	16,50	18%	422%	50%
Henkel	13.529	17.385	3.426	5.073,92	5%	126851%	
Lanxess	9.052	11.632	18.833.333	0,62	3%	17%	3%
Linde	2.196	2.822	9.180.000	0,31	6%	11%	4%
Merck	7.487	9.620	2.214.500	4,34	6%	112%	14%
Munich RE	52.131	66.988	918.236	72,95	8%	1828%	
SAP	11.239	14.442	2.197.000	6,57	32%	180%	32%
Siemens	90.104	115.784	8.793.694.444.451	0,00	8%	4%	4%
Volkswagen	191.424	245.980	51.972.000	4,73	10%	123%	17%

**Tabelle 24: Daten von Adidas für die Berechnungen [44], [43], [69]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
		2010		2011		2012	
PEF		EEV [kWh]	PEV [kWh]	EEV [kWh]	PEV [kWh]	EEV [kWh]	PEV [kWh]
1,1	Fossil	4.434.500	4.877.950	3.220.437	3.542.481	3.035.355	3.338.891
1,3	Fernwärme						
2,6	Strom	1.762.144	4.581.574	1.773.447	4.610.962	1.692.038	4.399.299
	Summe		9.459.524		8.153.443		7.738.189

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien							
		2010		2011		2011	
		Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]
		638.673	7%	602.972	7%	575.293	7%

Ermittlung der Bruttowertschöpfung				
		2010	2011	2012
Materialaufwand [€]		480.257.000	530.846.000	573.655.000
Personalaufwand [€]		274.493.000	304.364.000	343.419.000
Abschreibungen [€]		56.684.000	69.434.000	71.431.000
Gewinne [€]		120.413.000	93.643.000	335.841.000
Zinsen [€]		68.428.000	62.475.000	72.135.000
Steuern [€]		41.589.000	57.709.000	76.149.000
Summe [€]		1.041.864.000	1.118.471.000	1.472.630.000

**Tabelle 25: Daten der Allianz für die Berechnungen [45], [70], [46]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [GJ]	PEV[kWh]	EEV [GJ]	PEV[kWh]	EEV [GJ]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	207.605.162	228.365.678	173.609.625	190.970.587	190.837.897	209.921.687
0,1	Fernwärme	124.175.050	12.417.505	105.033.823	10.503.382	134.917.955	13.491.796
2,6	Strom	626.695.955	1.629.409.483	573.779.811	1.491.827.508	540.559.439	1.405.454.542
0	EE	11.641.411	0	15.624.866		21.302.835	
Summe		1.870.192.666		1.693.301.477		1.628.868.024	

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien							
	2010		2011		2011		
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	
		0,404		0,436		0,446	

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	2.253.211.000	2.622.276.000	2.173.105.000
Personalaufwand [€]	266.907.000	267.662.000	337.541.000
Abschreibungen [€]			
Gewinne [€]	2.604.256.000	2.783.634.000	2.873.725.000
Zinsen [€]	127.570.000	135.942.000	142.257.000
Steuern [€]	374.070.000	349.453.000	543.241.000
Summe [€]	5.626.014.000	6.158.967.000	6.069.869.000

**Tabelle 26: Daten von BMW für die Berechnungen [47], [71], [48]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV [kWh]	EEV [kWh]	PEV [kWh]	EEV [kWh]	PEV [kWh]
1,1	Fossil	1.800.588.000	1.980.646.800	2.046.705.000	2.251.375.500	2.181.681.000	2.399.849.100
1,3	Fernwärme	319.270.000	415.051.000	200.808.000	261.050.400	249.123.000	323.859.900
2,6	Strom	1.654.956.000	4.302.885.600	1.702.157.000	4.425.608.200	1.790.534.000	4.655.388.400
0,5	Biogas	288.402.000	144.201.000	328.912.000	164.456.000	328.450.000	164.225.000
Summe		6.842.784.400		7.102.490.100		7.543.322.400	

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien							
	2010		2011		2011		
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	
	586.297.080	9%	805.515.960	11%	973.156.240	13%	

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	32.875.000.000	39.324.000.000	42.178.000.000
Personalaufwand [€]	5.428.000.000	5.758.000.000	6.030.000.000
Abschreibungen [€]			
Gewinne [€]	852.000.000	1.508.000.000	1.640.000.000
Zinsen [€]	365.000.000	665.000.000	99.000.000
Steuern [€]	1.088.000.000	2.073.000.000	1.635.000.000
Summe [€]	40.608.000.000	49.328.000.000	51.582.000.000

**Tabelle 27: Daten der Deutschen Bank für die Berechnungen [50], [71], [48]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV [kWh]	EEV [kWh]	PEV [kWh]	EEV [kWh]	PEV [kWh]
1,1	Fossil	324.000.000	356.400.000	312.000.000	343.200.000	287.000.000	315.700.000
1,3	Fernwärme	276.000.000	358.800.000	290.000.000	377.000.000	293.000.000	380.900.000
2,6	Strom	850.000.000	2.210.000.000	827.000.000	2.150.200.000	785.000.000	2.041.000.000
Summe		2.925.200.000		2.870.400.000		2.737.600.000	

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien							
	2010		2011		2011		
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	
	710.000.000	24%	609.000.000	21%	598.000.000	22%	

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	10.133.000.000	12.657.000.000	15.017.000.000
Personalaufwand [€]	12.671.000.000	13.135.000.000	13.490.000.000
Abschreibungen [€]	29.000.000		1.886.000.000
Gewinne [€]	2.330.000.000	4.326.000.000	316.000.000
Zinsen [€]	14.309.000.000	15.606.000.000	14.254.000.000
Steuern [€]			
Summe [€]	39.472.000.000	45.724.000.000	44.963.000.000

**Tabelle 28: Daten der Deutschen Post für die Berechnungen [52], [51], [72]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	1.406.000.000	1.546.600.000	1.290.000.000	1.419.000.000	1.197.000.000	1.316.700.000
1,3	Fernwärme	231.000.000	300.300.000	191.000.000	248.300.000	193.000.000	250.900.000
2,6	Strom	1.225.000.000	3.185.000.000	1.118.000.000	2.906.800.000	992.000.000	2.579.200.000
Summe		5.031.900.000		4.574.100.000		4.146.800.000	

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien							
	2010		2011		2011		
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	
	733.000.000	15%	719.000.000	16%	745.000.000	18%	

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	29.380.000.000	30.544.000.000	31.863.000.000
Personalaufwand [€]	16.609.000.000	16.730.000.000	17.770.000.000
Abschreibungen [€]	1.296.000.000	1.274.000.000	1.339.000.000
Gewinne [€]	2.630.000.000	1.266.000.000	1.780.000.000
Zinsen [€]	52.000.000	74.000.000	48.000.000
Steuern [€]	194.000.000	393.000.000	458.000.000
Summe [€]	50.161.000.000	50.281.000.000	53.258.000.000

**Tabelle 29: Daten von Henkel für die Berechnungen [53], [73], [54]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	1.661.000	1.827.100	1.576.000	1.733.600	1.543.000	1.697.300
1,3	Fernwärme		0		0		0
2,6	Strom	793.000	2.061.800	673.000	1.749.800	665.000	1.729.000
	Summe		3.888.900		3.483.400		3.426.300

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien						
	2010		2011		2011	
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]
	198.250	5%	174.980	5%	179.550	5%

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	8.078.000.000	8.538.000.000	8.778.000.000
Personalaufwand [€]	2.487.000.000	2.522.000.000	2.643.000.000
Abschreibungen [€]			
Gewinne [€]	1.143.000.000	1.191.000.000	1.556.000.000
Zinsen [€]	25.000.000	45.000.000	50.000.000
Steuern [€]	409.000.000	419.000.000	502.000.000
Summe [€]	12.142.000.000	12.715.000.000	13.529.000.000

**Tabelle 30: Daten von Lanxess für die Berechnungen [55], [56]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	4.166.666.667	4.583.333.333	3.888.888.889	4.277.777.778	3.888.888.889	4.277.777.778
1,3	Fernwärme	9.722.222.222	12.638.888.889	10.555.555.556	13.722.222.222	11.111.111.111	14.444.444.444
0,2	Biomasse	555.555.556	111.111.111	694.444.444	138.888.889	555.555.556	111.111.111
	Summe		17.333.333.333		18.138.888.889		18.833.333.333

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien						
	2010		2011		2011	
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]
	555.555.556	3%	694.444.444	4%	555.555.556	3%

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	5.381.000.000	6.765.000.000	6.986.000.000
Personalaufwand [€]	1.141.000.000	1.244.000.000	1.392.000.000
Abschreibungen [€]			
Gewinne [€]	381.000.000	507.000.000	515.000.000
Zinsen [€]	10.000.000	11.000.000	5.000.000
Steuern [€]	112.000.000	148.000.000	154.000.000
Summe [€]	7.025.000.000	8.675.000.000	9.052.000.000

**Tabelle 31: Daten von Linde für die Berechnungen [57], [74]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	2.520.000.000	2.772.000.000	2.540.000.000	2.794.000.000	2.590.000.000	2.849.000.000
1,3	Fernwärme		0	1.170.000.000	1.521.000.000	870.000.000	1.131.000.000
2,6	Strom	1.900.000.000	4.940.000.000	2.030.000.000	5.278.000.000	2.000.000.000	5.200.000.000
	Summe		7.712.000.000		9.593.000.000		9.180.000.000

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien							
	2010		2011		2011		
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	
	475.000.000	0,061592324	527.800.000	0,055019285	540.000.000	0,058823529	

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]			
Personalaufwand [€]	169.000.000	180.000.000	155.000.000
Abschreibungen [€]			
Gewinne [€]	1.064.000.000	1.244.000.000	1.324.000.000
Zinsen [€]	396.000.000	359.000.000	354.000.000
Steuern [€]	335.000.000	375.000.000	363.000.000
Summe [€]	1.964.000.000	2.158.000.000	2.196.000.000

**Tabelle 32: Daten von Merck für die Berechnungen [59], [60]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	890.000.000	979.000.000	893.000.000	982.300.000	907.000.000	997.700.000
1,3	Fernwärme		0		0		0
2,6	Strom	490.000.000	1.274.000.000	485.000.000	1.261.000.000	468.000.000	1.216.800.000
	Summe		2.253.000.000		2.243.300.000		2.214.500.000

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien							
	2010		2011		2011		
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	
	137.500.000	6%	139.100.000	6%	139.360.000	6%	

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	2.385.400.000	2.785.600.000	3.157.700.000
Personalaufwand [€]	2.596.900.000	2.973.700.000	3.564.500.000
Abschreibungen [€]	65.500.000	20.400.000	19.700.000
Gewinne [€]	641.500.000	618.000.000	579.000.000
Zinsen [€]	33.000.000	57.800.000	35.600.000
Steuern [€]	219.600.000	220.800.000	130.000.000
Summe [€]	5.941.900.000	6.676.300.000	7.486.500.000



**Tabelle 33: Daten von Munich RE für die Berechnungen [61], [62], [75]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	153.881.200	169.269.320	289.372.780	318.310.058	214.008.270	235.409.097
1,3	Fernwärme		0		0		0
2,6	Strom	311.515.600	809.940.560	277.571.280	721.685.328	262.625.860	682.827.236
	Summe		979.209.880		1.039.995.386		918.236.333

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien						
	2010		2011		2011	
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]
	77.878.900	8%	72.168.533	7%	70.908.982	8%

Ermittlung der Bruttowertschöpfung						
	2010		2011		2012	
	Materialaufwand [€]	36.583.000.000		40.914.000.000		40.991.000.000
Personalaufwand [€]						
Abschreibungen [€]	84.000.000		25.000.000		140.000.000	
Gewinne [€]	2.430.000.000		712.000.000		3.204.000.000	
Zinsen [€]	6.587.000.000		5.797.000.000		6.918.000.000	
Steuern [€]	692.000.000		552.000.000		878.000.000	
Summe [€]	46.376.000.000		48.000.000.000		52.131.000.000	

**Tabelle 34: Daten von SAP für die Berechnungen [63], [64]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil		0		0		0
1,3	Fernwärme		0		0		0
2,6	Strom	860.000.000	2.236.000.000	860.000.000	2.236.000.000	845.000.000	2.197.000.000
	Summe		2.236.000.000		2.236.000.000		2.197.000.000

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien						
	2010		2011		2011	
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]
		51%		32%		32%

Ermittlung der Bruttowertschöpfung						
	2010		2011		2012	
	Materialaufwand [€]	9.000.000		25.000.000		23.000.000
Personalaufwand [€]	5.261.000.000		5.880.000.000		7.286.000.000	
Abschreibungen [€]						
Gewinne [€]	1.813.000.000		3.439.000.000		2.823.000.000	
Zinsen [€]	73.000.000		123.000.000		107.000.000	
Steuern [€]	525.000.000		1.329.000.000		1.000.000.000	
Summe [€]	7.681.000.000		10.796.000.000		11.239.000.000	

**Tabelle 35: Daten von Siemens für die Berechnungen [66], [76], [65]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	2.738.055.555.557.750	3.011.861.111.113.520	2.679.722.222.224.370	2.947.694.444.446.800	1.341.944.444.445.520	1.476.138.888.890.070
1,3	Fernwärme	669.166.666.667.202	869.916.666.667.363	635.000.000.000.508	825.500.000.000.660	564.444.444.444.896	733.777.777.778.365
2,6	Strom	3.385.555.555.558.260	8.802.444.444.451.490	3.441.111.111.113.860	8.946.888.888.896.050	2.532.222.222.224.250	6.583.777.777.783.040
	Summe		12.684.222.222.232.400		12.720.083.333.343.500		8.793.694.444.451.480

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien						
	2010		2011		2011	
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]
	846.388.888.889.566	7%	894.688.888.889.605	7%	683.700.000.000.547	8%

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	54.331.000.000	51.046.000.000	56.092.000.000
Personalaufwand [€]	25.678.000.000	23.132.000.000	25.094.000.000
Abschreibungen [€]			
Gewinne [€]	4.068.000.000	6.321.000.000	4.590.000.000
Zinsen [€]	2.161.000.000	2.200.000.000	2.234.000.000
Steuern [€]	1.699.000.000	2.232.000.000	2.094.000.000
Summe [€]	87.937.000.000	84.931.000.000	90.104.000.000

**Tabelle 36: Daten von Volkswagen für die Berechnungen [67], [77], [68]**

Ermittlung des Primärenergieverbrauchs							
PEF		2010		2011		2012	
		EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]	EEV [kWh]	PEV[kWh]
1,1	Fossil	3.780.000.000	4.158.000.000	3.590.000.000	3.949.000.000	3.780.000.000	4.158.000.000
1,3	Fernwärme		0		0		0
2,6	Strom	18.390.000.000	47.814.000.000	15.380.000.000	39.988.000.000	18.390.000.000	47.814.000.000
	Summe		51.972.000.000		43.937.000.000		51.972.000.000

Ermittlung des Anteils an Erneuerbaren Energien						
	2010		2011		2011	
	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]	Anteil [kWh]	Anteil [%]
	4.597.500.000	9%	3.998.800.000	9%	4.965.300.000	10%

Ermittlung der Bruttowertschöpfung			
	2010	2011	2012
Materialaufwand [€]	79.394.000.000	104.648.000.000	122.450.000.000
Personalaufwand [€]	19.027.000.000	23.854.000.000	29.503.000.000
Abschreibungen [€]	10.097.000.000	10.346.000.000	13.135.000.000
Gewinne [€]	7.226.000.000	15.799.000.000	21.884.000.000
Zinsen [€]	707.000.000	885.000.000	844.000.000
Steuern [€]	1.767.000.000	3.126.000.000	3.608.000.000
Summe [€]	118.218.000.000	158.658.000.000	191.424.000.000

