

# Definition Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld





Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

## Inhaltsverzeichnis

1	Ziele des Projekts und Vorgehensweise zur Definitionsentwicklung.....	1
2	Definition und Vision Ultraeffizienz .....	6
3	Leitbilder der Handlungsfelder und Betrachtungsebenen.....	9
3.1	Handlungsfeld Energie .....	9
3.2	Handlungsfeld Material .....	31
3.3	Handlungsfeld Emissionen.....	44
3.4	Handlungsfeld Mensch .....	54
3.5	Handlungsfeld Organisation .....	72
4	Literaturverzeichnis.....	84

## 1 Ziele des Projekts und Vorgehensweise zur Definitionsentwicklung

### Ziele des Projekts

Das rasante Weltbevölkerungswachstum, die Endlichkeit von Ressourcen auf unserem Planeten sowie die zunehmende Verstädterung führen zum Zwang, unser aktuelles Handeln und Wirtschaften zu hinterfragen. Es muss ein Paradigmenwechsel hin zu einem nachhaltigen Wirtschaften auf der Grundlage der Entkopplung von Wachstum und Ressourcenverbrauch erfolgen. Neue Maßstäbe von Effektivität und Effizienz, gepaart mit einer »sanften Produktion« sind erforderlich.

Das Konzept der Ultraeffizienzfabrik dient als Ordnungsrahmen zur Umsetzung dieser Entkopplung. Der Maschinen- und Anlagenbau muss unter der geforderten Prämisse einer »Green Economy« die aktuell verwendeten Technologien neu bewerten und Technologieinnovationen in Richtung nachhaltigen Wirtschaftens einleiten. Die Nachhaltigkeit und gleichzeitig eine verringerte Umweltbelastung wird dabei durch die bestmögliche Ressourcennutzung angestrebt: Durch den Einsatz besser geeigneter Materialien im minimal notwendigen Ausmaß werden gleichzeitig Emissionen und Abfälle verringert. Das Ziel des Vorhabens ist es, Fabriken zu schaffen, deren positiver Beitrag zu ihrem Umfeld im Sinne einer Symbiose optimiert wird und nicht nur negative Einflüsse zu minimieren. Die Ultraeffizienzfabrik verbindet in diesem Zusammenhang »das Richtige mit dem Richtigen« und kann eine erste Zielerreichung dank geeigneter Best Practice-Unternehmen im Land bereits vorweisen.

### Die Ultraeffizienzfabrik

**Effektivität x Effizienz = Ultraeffizienz**



Abbildung 1: Ansatz zur Ultraeffizienzfabrik

Zielsetzung ultraeffizienter Fabriken ist es, den Einsatz an Material, Energie, Personal und Kapital so zu gestalten, dass effiziente und effektive Wertschöpfungsprozesse entstehen, durch die Abfall, Abluft und Abwasser eliminiert und damit der Nutzungsgrad der eingesetzten Produktionsfaktoren maximiert wird. Für einzelne Perspektiven einer Ultraeffizienzfabrik existieren bereits Teillösungen, es fehlt jedoch eine ganzheitliche Betrachtungsweise.

### Vorgehensweise zur Definitionsentwicklung

Das erste Arbeitspaket „Definition Ultraeffizienzfabrik“ zielt darauf ab, ein gemeinsames Grundverständnis der Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld zu schaffen und dieses zu dokumentieren. Die Definition der Ultraeffizienzfabrik bildet dabei die Grundlage für die sich anschließenden Arbeitspakete. Zu diesem Zweck fand zunächst eine Analyse der Anforderungen und Rahmenbedingungen statt. Dazu wurde ein gedankliches Hilfskonstrukt entwickelt, welches dem Zweck dienen sollte, strukturiert Informationen und Ideen zu sammeln und zu generieren. Dieses Hilfskonstrukt beinhaltet die Handlungsfelder Energie, Material, Emission, Mensch / Personal und Organisation. Zudem werden die Ebenen Prozess, Produktion, Fabrik, Urban, Baden-Württemberg und globale Ebene (siehe Abbildung 2) unterschieden.

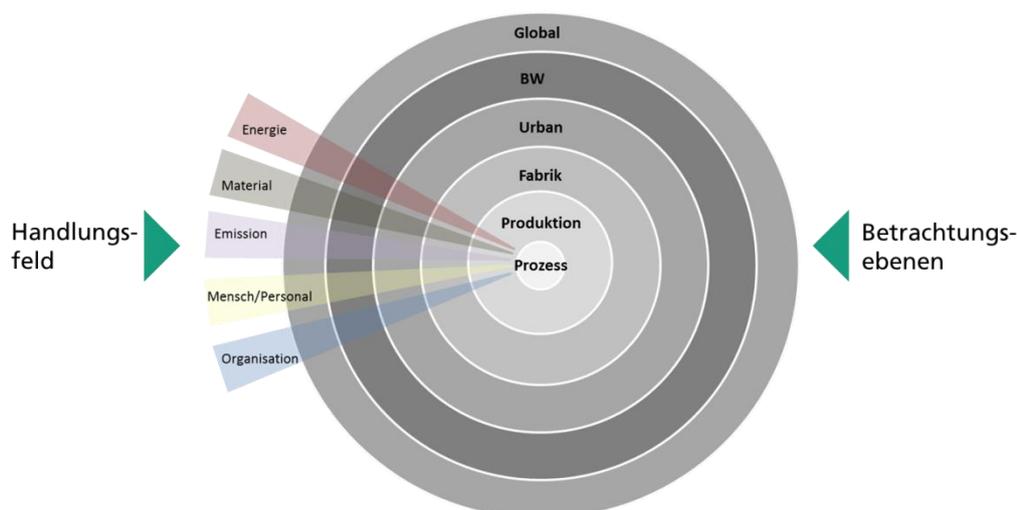


Abbildung 2: Hilfskonstrukt – das Ultraeffizienz „Schalenmodell“

Das Ultraeffizienz „Schalenmodell“ wurde zunächst verwendet, um eine Abgrenzung zu anderen (Forschungs-)Projekten durchzuführen. Hierzu fand eine Internetrecherche zu aktuellen Projekten statt, welche im Anschluss hinsichtlich der genannten Betrachtungsebenen und Handlungsfelder bewertet und dokumentiert wurden (siehe Abbildung 3).

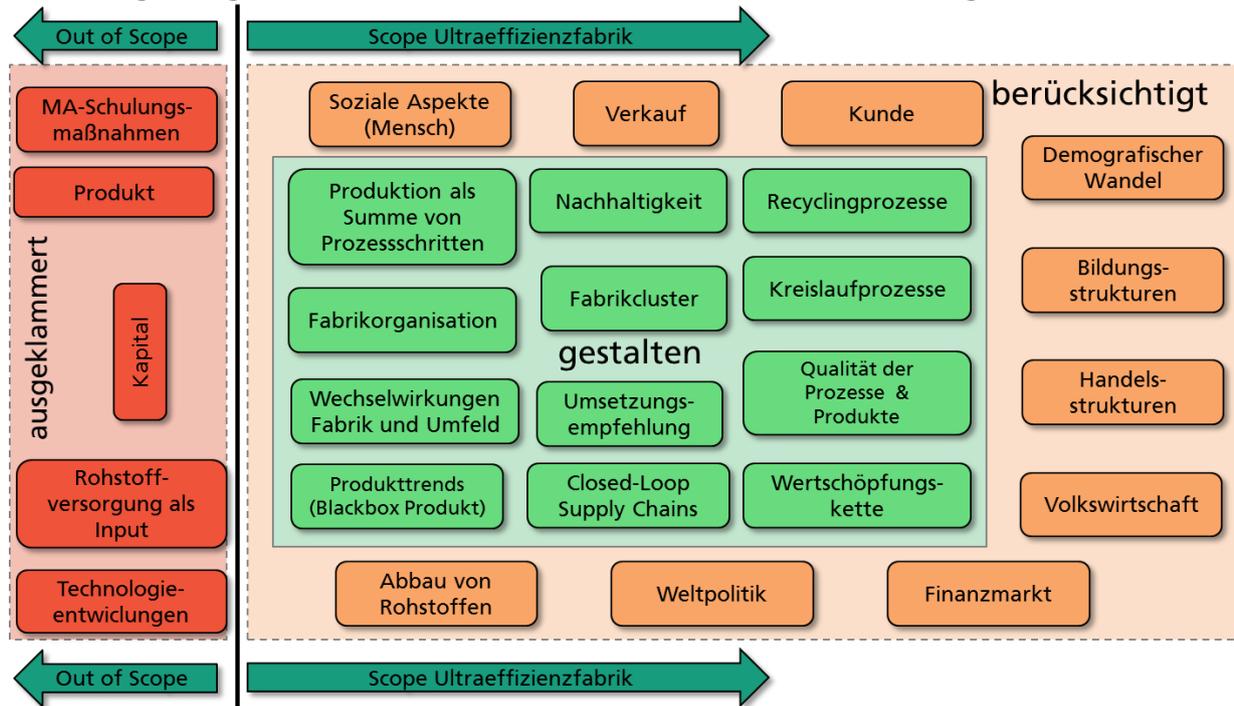
Titel der Studie	Fraunhofer E*Fabrik	InnoCAT 4 - Energie- und ressourceneffizienter Karosseriebau im Lebenszyklus	CTA Fabrik	ARENA2030	Daimler Nachhaltigkeitsbericht 2012	BWU Nachhaltigkeitsbericht 2012	Volkswagen Nachhaltigkeitsbericht 2012
Speicherort/Quelle	<a href="#">Link</a>	<a href="#">Link</a>	<a href="#">Link</a>	<a href="#">Link</a>	<a href="#">Link</a>	<a href="#">Link</a>	<a href="#">Link</a>
Bemerkungen (z.B. Branche)		Automobilbau		Automobilbau, Leichtbau, Wandlungsfähigkeit	Automobilbau, Bewertung bezieht sich auf Ziele sowie Umsetzungen	Automobilbau, Bewertung bezieht sich auf Ziele sowie Umsetzungen	Automobilbau, Bewertung bezieht sich auf Ziele sowie Umsetzungen
Betrachtungstiefe	operativ/strategisch	strategisch	strategisch	strategisch	operativ/strategisch	operativ/strategisch	operativ/strategisch
Betrachtungsbereich							
Betrachtungsspekt							
Prozess							
Energie	●	●	●	○	○	●	●
Material	●	○	○	○	○	○	○
Emission	○	○	○	○	○	○	○
Mensch/Personal	○	○	○	○	○	○	○
Organisation	○	○	○	○	○	○	○
Produktion							
Energie	○	○	○	○	○	○	○
Material	○	○	○	○	○	○	○
Emission	○	○	○	○	○	○	○
Mensch/Personal	○	○	○	○	○	○	○
Organisation	○	○	○	○	○	○	○
Fabrik							
Energie	○	○	○	○	○	○	○
Material	○	○	○	○	○	○	○
Emission	○	○	○	○	○	○	○
Mensch/Personal	○	○	○	○	○	○	○
Organisation	○	○	○	○	○	○	○
Urbanes Umfeld							
Energie	○	○	○	○	○	○	○
Material	○	○	○	○	○	○	○
Emission	○	○	○	○	○	○	○
Mensch/Personal	○	○	○	○	○	○	○
Organisation	○	○	○	○	○	○	○
BaWU							
Energie	○	○	○	○	○	○	○
Material	○	○	○	○	○	○	○
Emission	○	○	○	○	○	○	○
Mensch/Personal	○	○	○	○	○	○	○
Organisation	○	○	○	○	○	○	○
Global							
Energie	○	○	○	○	○	○	○
Material	○	○	○	○	○	○	○
Emission	○	○	○	○	○	○	○
Mensch/Personal	○	○	○	○	○	○	○
Organisation	○	○	○	○	○	○	○

**Abbildung 3: Bewertung von aktuellen Projekten im Bereich Nachhaltigkeit**

Im Anschluss wurde im Rahmen eines Workshops mit den Projektteilnehmern der Betrachtungsbereich freigeschnitten und es wurden Systemgrenzen definiert. Zu diesem Zweck wurden zunächst Themenfelder gesammelt und anschließend drei verschiedenen Bereichen zugeordnet:

- Gestalten – Themenfelder welche im Rahmen des Projekts aktiv gestaltet werden
- Berücksichtigt – Themenfelder, welche mit als Input in das Projekt einfließen, jedoch nicht aktiv gestaltet werden
- Ausgeklammert – Themenfelder die bewusst (zunächst) ausgeklammert werden

Abbildung 4 zeigt die unterschiedlichen Themenfelder der Betrachtungsbereiche.



**Abbildung 4: Betrachtungsrahmen Ultraeffizienzfabrik**

Im Anschluss an die Bestimmung des Betrachtungsrahmens im Projekt wurde ein Fragebogen erstellt, welcher von den Projektteilnehmern der Fraunhofer-Institute IPA, IGB und IAO ausgefüllt wurde. Der genannte Fragebogen beinhaltete gezielte Fragen hinsichtlich der Vorstellung der Projektteilnehmer, was Ultraeffizienz bedeutet. Abbildung 5 zeigt einen Auszug aus dem Fragebogen. Die Ergebnisse des Fragebogens wurden verdichtet, durch diverse Recherchen erweitert und sowohl in eine Definition und Vision für Ultraeffizienz, als auch in Leitbilder hinsichtlich der Handlungsfelder und Betrachtungsebenen überführt. Diese sind in den nachfolgenden Abschnitten dargestellt.

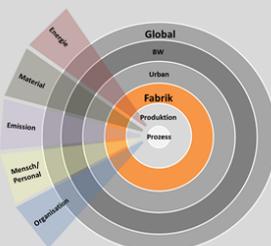
	Energie	Eine Fabrik ist aus meiner Sicht ultraeffizient bzgl. Energie, wenn:	Welche Kennzahlen sind für eine Fabrik relevant um als ultraeffizient bzgl. Energie zu gelten?	Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz von Fabriken (unter Berücksichtigung von z.B. Layout, regenerative Energie, Rückgewinnung, Kreisläufe, Verkettung, Intralogistik, ... etc...)
	Material	Eine Fabrik ist aus meiner Sicht ultraeffizient bzgl. Material, wenn:	Welche Kennzahlen sind für eine Fabrik relevant um als ultraeffizient bzgl. Material zu gelten?	Möglichkeiten zur Steigerung der Materialeffizienz von Fabriken (unter Berücksichtigung von z.B. Rückgewinnung, Recycling, Kreisläufe, ... etc...)
	Emission	Eine Fabrik ist aus meiner Sicht optimal bzgl. Emissionen wenn: ...	Welche Kennzahlen sind für eine Fabrik relevant um als emissionsoptimal zu gelten?	Möglichkeiten zur Reduzierung von Emissionen in Fabriken (unter Berücksichtigung von z.B. Fertigungsabläufen, Kreisläufen, Materialausschuss- und Abfall etc, Filter, Rückgewinnung, Energie ...)
	Mensch und Personal	Eine Fabrik ist aus meiner Sicht optimal für Mensch und Personal wenn: ...	Welche Kennzahlen sind für eine Fabrik relevant um als optimal hinsichtlich Mensch und Personal zu gelten?	Möglichkeiten zur Optimierung der Fabrik hinsichtlich Mensch und Personal (Gestaltung des Arbeitsumfelds / des Gebäudes, Infrastruktur, unter Berücksichtigung Biorhythmus, Belastungen, soziale Bedürfnisse, Gesundheits- und Arbeitsschutz, Informationsfluss, etc.)

Abbildung 5: Fragebogen zu Ultraeffizienz

## 2 Definition und Vision Ultraeffizienz

### Definition Ultraeffizienz

Im Rahmen der Definition des Begriffs Ultraeffizienz fand zunächst eine Abgrenzung der Begriffe Effektivität und Effizienz statt.

#### Effizienz:

- „Verhältnis zwischen dem erzielten Ergebnis und den eingesetzten Mitteln“ (ISO 9000:2000).
- Verhältnis der Leistung zu den Kosten oder zu anderen Nachteilen/Opfern, also eine relative Betrachtung des Outputs. (Vereinfacht: „Die Dinge richtig tun“). Effizienz ist wichtig, aber die falschen Dinge effizient tun bleibt Verschwendung.
- Effizienz ist das kurzfristig optimale Handeln, das mit möglichst geringem Aufwand eine möglichst große Wirkung erzielen will.

Positive Leistung, Ertrag, Nutzen

Negative Einflüsse, Aufwand, Nachteile

#### Effektivität:

Das Wort Effektivität geht auf den gleichen Wortstamm wie Effizienz zurück. Lateinisch „effectus“ bedeutet Ausführung, Wirkung, Erfolg. Im allgemeinen Sprachgebrauch und nach Duden ist Effektivität daher auch gleichbedeutend mit Effizienz.

- Wirksamkeit, Grad der ...
- „Ausmaß, in dem geplante Tätigkeiten verwirklicht und geplante Ergebnisse erreicht werden“ (ISO 9000:2000).
- Im Verwaltungsmanagement vor allem: Ausmaß, in dem die Produkte (Output) die damit beabsichtigten Wirkungen (Outcome) erreichen. Es geht also um die Frage „Tun wir die richtigen Dinge?“. Auch: Nutzen für den „Kunden“ bzw. den Adressaten oder die Allgemeinheit.
- Beurteilungskriterium, mit dem sich beschreiben lässt, ob eine Maßnahme geeignet ist, ein vorgegebenes Ziel zu erreichen.
- Effektiv ist demnach eine Handlungsalternative, die zu dem gewünschten Ziel führt.
- Effektivität dagegen das mittel- bis langfristig orientierte Entscheiden, welche Wirkungen erzielt werden sollen, um insgesamt ein optimales Ergebnis zu erreichen.

- Beispiel: OEE = Verfügbarkeit x Leistung x Qualität

- **Setzt eine Planung von Tätigkeiten und Zielen voraus**
- **Beurteilt die Wirksamkeit der Tätigkeiten das Ziel zu erreichen**

In Abgrenzung zur ursprünglichen Abhängigkeit zwischen Effektivität und Effizienz, in welcher Effizienz weder eine hinreichende noch notwendige Bedingung für die Effektivität darstellt, beinhaltet Ultraeffizienz die Anforderung, dass Effizienz für die Effektivität notwendig ist.

Im Rahmen eines Workshops des Projektteams wurden vier Bereiche erarbeitet, welche die wesentlichen Inhalte des Begriffs Ultraeffizienz ausdrücken. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6 dargestellt.

<p><b>Definition Effektivität x Effizienz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erreichung eines Hauptziels (Effektivität) unter Max-/Minimierung von Nebenzielen (Effizienz)</li> <li>▪ Effizienzsteigerung als Befähiger für die Effektivitätssteigerung           <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Effektivität = Technologie Reifegrad</li> <li>❖ Effizienz = Wirkungsgrad</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Neue Kombination von Bestehendem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Neue ganzheitliche Betrachtung von Faktoren           <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <i>Energie, Material, Emissionen..</i></li> </ul> </li> <li>▪ Bezogen auf relevante Branchen (Leitindustrien BW)</li> <li>▪ Betrachtung verschiedener Ebenen           <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <i>Prozess, Fabrik, urbanes Umfeld...</i></li> </ul> </li> <li>▪ Berücksichtigung von ökol. und soz. Aspekten</li> <li>▪ Verschwendung = Input           <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Symbiose mit Nachbarunternehmen</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Über Bestehendes hinaus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ganzheitlich optimieren: Die richtigen Dinge tun!</li> <li>▪ Außerhalb von bestehenden Ansätzen/Methoden denken: „Beyond border“</li> <li>▪ Neue Verfahren und Kombinationen, optimale Nutzung von Ressourcen           <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Klassische Effizienzsteigerung: inkrementell/ evolutionär</li> <li>❖ Ultraeffizienzsteigerung: revolutionär</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Steigerung von Bestehendem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Höchstes Maß an Effizienz, d.h. keine Verschwendung von Material, Energie, etc.</li> <li>▪ Höchster Wirkungsgrad!</li> </ul> <p>Ultraeffizienz = Output/Einsatz (was, wie) =&gt; MAX!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Kleinster Footprint bei größtem Nutzen</li> <li>❖ Extreme Anpassungsfähigkeit an Situation</li> </ul>

**Abbildung 6: Ergebnisse Workshop - Definition Ultraeffizienz**

## Vision Ultraeffizienz

Auf Basis der zuvor dargestellten Definition von Ultraeffizienz und den im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Leitbilder der unterschiedlichen Handlungsebenen wurde eine Vision entwickelt, welche die Kernaussage der Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld vermitteln soll. Diese wird in Abbildung 7 gezeigt.



## Verlustfrei produzieren in lebenswerter Umgebung

Die Ultraeffizienzfabrik ist ein neuartiger Ansatz, um effizient mit so wenig Material und Energie wie nötig effektiv zu produzieren.

Material und Energie fließen im Kreislauf und dienen immer wieder als Ausgangspunkt der Produktion.

Die anpassungsfähige, emissionsfreie Fabrik sichert ein ökologisches und soziales Umfeld, integriert in die urbane Umgebung.

**Abbildung 7: Vision Ultraeffizienz**

### 3 Leitbilder der Handlungsfelder und Betrachtungsebenen

Im Folgenden werden die Leitbilder der Handlungsfelder und Betrachtungsebenen aufgezeigt. Hierzu wird zu Beginn der Betrachtung des jeweiligen Handlungsfelds zunächst auf dessen Wichtigkeit und globale Problematiken diesbezüglich eingegangen, zudem wird der Betrachtungsbereich abgesteckt. Das jeweilige Handlungsfeld wird auf den zuvor beschriebenen Ebenen betrachtet und es wird ein anzustrebender Zielzustand beschrieben. Die dargestellten Inhalte basieren auf dem durch Recherchen erweiterten Fragebogen der Fraunhofer-Institute IPA, IGB und IAO. Ergänzend wird darauf eingegangen

- welche Akteure das jeweilige Handlungsfeld maßgeblich beeinflussen können,
- welches die wichtigsten Indikatoren des jeweiligen Handlungsfelds sind,
- welche Hemmnisse und Barrieren bei Nichteinhaltung der Leitbilder bestehen sowie
- welche Risiken und Chancen bezüglich der genannten Punkte die Folge sein können.

#### 3.1 Handlungsfeld Energie

##### **Globale Problematik**

Knappheit fossiler Ressourcen

- fossile Energieträger wie Öl, Gas oder Kohle werden zukünftig immer knapper.
- bezogen auf die derzeitige Produktionsmenge beträgt die Verfügbarkeit für Kohle ca. 119 Jahre, für Gas ca. 63 Jahre und für Erdöl ca. 46 Jahre.

Steigender Energieverbrauch

- der gesamte Primärenergiebedarf wird bis 2030 um 26% (1,2 p.a.) also auf ca. 16 Mio. Öläquivalent ansteigen (IEA).

Steigende Energiepreise

- steigender Energieverbrauch, auch in Schwellenländern wie China, Brasilien oder Indien, führt zu immer stärker ansteigenden Preisen fossiler Energieträger.
- Energiepreis für Öl wird bis 2030 bei 124 US Dollar pro Barrel liegen (Amt für Energiestatistik USA). Auch für Kohle und Gas werden solche Trends erwartet.



Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

### Konflikte bei der Energieversorgung

- Fossile Energieträger sind nur in einer geringen Anzahl an Ländern konzentriert. Die entwickelten Länder verfügen lediglich über 15% der weltweit nachgewiesenen Ölreserven und 7% des Erdgasvorkommens.

### Klimawandel

- Fossile Brennstoffe haben einen messbaren und mit hoher Wahrscheinlichkeit gefährlichen Einfluss auf unser Klima.

## Erneuerbare Energien

### Vorteil erneuerbarer Energien

- besitzen das größte energetische und technische Potenzial aller bekannten Energiequellen
- Umwelt- und klimafreundlich
- global einsetzbar
- in wenigen Jahren idealerweise die kostengünstigsten Energiequellen
- hohe gesellschaftliche Akzeptanz
- heimische Energiequellen
- besitzen das Potential Kohle, Erdöl, Erdgas und nuklearen Energien im Strom- und Wärmemarkt schrittweise zu reduzieren und langfristig vollständig und dauerhaft zu ersetzen
- Reduktion der Abhängigkeit von Energieimporten und Erhöhung der Energiewertschöpfung im Land
- Schaffung von Arbeitsplätzen

### Übersicht der wichtigsten Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energien

- Windenergie: Onshore, Offshore
- Photovoltaik: Siliziumwafer-PV, Dünnschicht-PV, Konzentrator-Solarzellen
- Solarthermische Kraftwerke: Dischtechnologien, Fresnel-Kollektoranlagen, Parabolrinnenkraftwerke, Turmkraftwerke
- Wasserkraft: Staudammtechniken, Meeresenergien, Laufwassertechniken
- Biomasse: Polygenerationverfahren
- Geothermie: Wärmepumpen, Tiefengeothermie
- Solare Wärme: passive Solarenergienutzung, transparente Wärmedämmung, aktive Wärmergewinnung: solarthermische Warmwassererzeugung und Heizung, Solaraktivhaus: solare Nahwärmesysteme, Prozesswärme und solare Kälte



Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

### **Globale Ziele in Anlehnung an das Projekt „Energiekonzept 2050“**

- Die Sicherung einer bezahlbaren, und klimaverträglichen Energieversorgung
- Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien zur Verringerung des Verbrauchs herkömmlicher Energieträger und zur Reduzierung des Ausstoßes an CO<sub>2</sub> Emissionen
- Einsparung an Primärenergie
- Schaffung einer Unabhängigkeit von zukünftigen Energiepreisentwicklungen und Erhöhung der Ressourcenproduktivität
- Verringerung der Importabhängigkeit
- Transformation des heutigen Energiesystems zum nachhaltigen Energiesystem 2050
- Entwicklung von politischen Handlungsempfehlungen (Markteinführungsmaßnahmen, Infrastruktur und Rahmenbedingungen)

### **Betrachtete Energieformen**

#### Primärenergie

Als Primärenergie bezeichnet man die Energie, die in einer natürlich vorkommenden Energiequelle enthalten ist, beispielsweise in Form von Brennstoff (z.B. Erdöl, Kohle oder Erdgas). Des Weiteren kann es sich um eine regenerative Energiequelle (z.B. Solarstrahlung, Wind, Wasser, Biomasse oder Erdwärme) oder um eine atomare Energiequelle in Form von Kernbrennstoffen handeln. Primärenergie kann durch Umwandlungsprozesse in Sekundärenergie umgewandelt werden. Nach eventuell weiteren Übertragungsverlusten gelangt die Primärenergie schließlich als Endenergie zum Verbraucher.

#### Sekundärenergie

Als Sekundärenergie wird die durch einen Umwandlungsprozess (Energieumwandlung oder Raffination) in ihrer Form veränderte Primärenergie bezeichnet. Dies geschieht zur besseren Nutzbarkeit und Transportfähigkeit der Energie. Bei dieser Umwandlung von Primär- in Sekundärenergie kommt es immer zu einem gewissen Verlust der nutzbaren Energie. Beispiele für Sekundärenergien sind Elektrizität, Fernwärme, Koks und Briketts. Anmerkung: Wenn Sekundärenergie als solche zum Verbraucher gelangt, d.h. ohne einen weiteren Umwandlungsprozess, entspricht sie der Endenergie.

## Endenergie

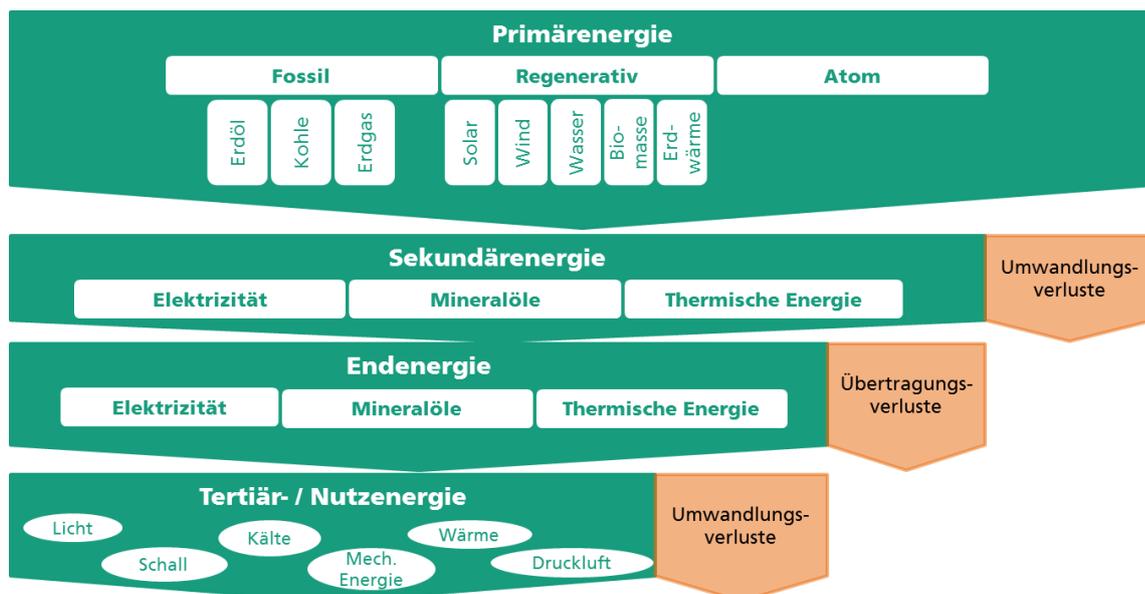
Die Endenergie stellt die Energie dar, die dem Verbraucher nach allen Energieumwandlungs- und Energieübertragungsverlusten zur Verfügung steht. Durch diese Verluste ist die Summe der Endenergieverbräuche immer kleiner als die Summe der Primärenergieverbräuche.

## Nutzenergie

Die Nutzenergie stellt die dem Verbraucher tatsächlich zur Verfügung stehende Energie dar.

Anmerkung: Sie entspricht also nicht der Endenergie, wenn der Verbraucher diese nicht als solche nutzt, d.h. die Endenergie erst in die gewollte Energieform umgewandelt werden muss.

So tauchen Umwandlungsverluste auf, wenn der Verbraucher zum Beispiel die als Elektrizität (elektrische Energie) zur Verfügung stehende Endenergie in Wärmeenergie von kochendem Wasser umwandelt. Diese im Wasser enthaltene Wärmeenergie stellt dabei die Nutzenergie dar (und ist kleiner als die zur Erwärmung bereitgestellte Endenergie z.B. in Form von Strom)



**Abbildung 8: Übersicht der verschiedenen Energieformen unterteilt in Primärenergie, Sekundärenergie und Endenergie**

**Das Vorhandensein von Energie ist eine wesentliche Voraussetzung für die Produktion.**

**Ultraeffizienz bedeutet den Energiebedarf optimal abzustimmen, ausgehend von der Prämisse, den Bedarf so weit wie möglich zu minimieren.**

**Das Ziel ist der Einsatz von regenerativen Energien unter möglichst hoher Effizienz und Effektivität.**

## 1. Energie im globalen Umfeld (Weltsicht)

**In einem ultraeffizienten globalen Umfeld wird der gesamte Energiebedarf durch den Einsatz regenerativer oder verträglicher fossiler Brennstoffe gedeckt. Ein Schwerpunkt liegt auf der Gewinnung, Speicherung und Übertragung der Energie, welche u.U. dezentral erfolgt. Die Politik schafft hierzu die notwendigen Rahmenbedingungen.**

**Ultraeffizienz im globalen Umfeld beinhaltet die Säulen Energiegewinnung, -Verteilung, -Speicherung und Verbrauch**

**1. Zuverlässige, sichere, kostengünstige und effiziente Energieversorgung, Speicherung und Übertragung von Energie auf Basis der vielfältigen erneuerbaren Energien oder dem umweltverträglichen sowie effizienten Einsatz fossiler Brennstoffe**

Effektive und effiziente Gewinnung von erneuerbaren Energien

Nicht jede erneuerbare Energiequelle ist für jeden Verwendungszweck gleichermaßen geeignet. Zudem unterscheidet sich das Angebot an Energiequellen von Standort zu Standort. Das bedeutet, dass erneuerbare Energieträger oft geographisch nicht überall ausreichend zur Verfügung stehen. Daher müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Planung einer effizienten Nutzung dieser Energien am Standort
- Wirtschaftliche und ökonomische Bewertung von geographischen Potentialen der Energiequellen

## 1. Energie im globalen Umfeld (Weltsicht)

Rein mengenmäßig könnten Sonne und Wind den Bedarf sogar jeweils allein decken, sie weisen jedoch eine hohe raumzeitliche Variabilität auf. Ziele sollten daher sein:

- Technische und ökonomische Wegbereitung zur Erschließung aller erneuerbarer Energiequellen
- Integration in Energieversorgungsstrukturen
- Transformation von existierenden Energiesystemen in nachhaltige Energiesysteme (durch Energiesystemanalysen und Technikbewertungen)

### Effektive und effiziente Speicherung von Energie

Speichertechnologien sind für die Erneuerbaren Energien von großer Bedeutung, sie sorgen für die Zuverlässigkeit der Stromversorgung. Bei der Stromgewinnung aus erneuerbaren Energien spielt das Lastmanagement eine große Bedeutung.

Maßnahmen: Technologien zur Speicherung Erneuerbarer Energien

- Speichertechnologien für Strom: Erdgasspeicher, Elektrochemische Energiespeicher, elektrostatische Stromspeicher, elektrodynamische Stromspeicher, elektromechanische Stromspeicher
- Chemische Energiespeicher: Langzeitspeicher mit chemischen Energieträgern wie Wasserstoff oder Methan
- Thermische Energiespeicher: Speicherung sensibler thermischer Energie, Latentwärmespeicher
- Druckspeicherkraftwerke

### Effektive, effiziente und dezentrale Übertragung von Energie

Um die Ziele Einsparung von Primärenergie, Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und Verringerung der Importabhängigkeit zu erreichen, sollten zukünftig mehr dezentrale Erzeugungsanlagen bereit stehen. Strom aus erneuerbaren Energien sollte also vor allem dort erzeugt werden, wo diese reichlich vorhanden sind. Wenn eine dezentrale Stromerzeugung nicht möglich ist sollte die Energie so effizient wie möglich übertragen werden.

## 1. Energie im globalen Umfeld (Weltsicht)

**Maßnahmen:** Minderung der Stromverbrauchsschwankungen durch Aufbau globaler Stromnetze (Voraussetzung: Stromerzeugung mit regenerativen Energiequellen auf allen Kontinenten und geringe Leitungsverluste)

- Gleichzeitige Auskopplung und Nutzung von Strom und Wärme aus dem Energieumwandlungsprozess durch Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Anlagen)
- KWK erhöht den Gesamtwirkungsgrad und damit die Energienutzungseffizienz
- Vor allem bei dezentralen Versorgungskonzepten (Wärmeverteilung über längere Distanzen nicht wirtschaftlich)
- KWK Anlagen können zukünftig auf Biogas und nachhaltige Biotreibstoffe umgerüstet werden
- Hochspannung nahe am Verbraucher:
- Verteilungsnetze mit geringer Spannung (kleiner und verlustärmer)
- effizientere Umspanntransformatoren (Bsp: Gasisolierte Leitungen (GIL) und Schaltanlagen (GIS))
- Nutzung von Gleichstromtechnologien (Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ))

**Kennzahlen:**

- Zeitlicher Erzeugungsverlauf/ Verbrauchsverlauf
- Kennzahl zu Transport Verlusten

## 2. Energieerzeugung und – verbrauch erfolgen synchron

Da die Gewinnung von Energie aus regenerativen Quellen teilweise von unvorhersehbaren Einflüssen abhängig ist (z.B. dem Vorhandensein von Solarstrahlung oder Wind) fallen die Erzeugung und der Verbrauch der Energie zeitlich auseinander, was eine Zwischenspeicherung der Energie notwendig macht.

Ein Lösungsansatz besteht in der Synchronisierung von Energieerzeugung und Energieverbrauch, was zum einen über die Erzeugerseite geschehen kann, zum andern über die Verbrauchsseite.

- Erzeugung von Energie wenn sie benötigt wird
- Verbrauch von Energie wenn sie vorhanden ist (intelligente Produktionssteuerung)

## 1. Energie im globalen Umfeld (Weltsicht)

### 3. Einsatz politischer Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs und zur Förderung regenerativen Energien

Die Energiepolitik muss Transformationen des Energiesystems stimulieren. Markteinführungsmaßnahmen sind dafür notwendig:

- Energieeffizienzmaßnahmen: Z.B. Sanierungen im Gebäudebereich (Umsetzung der Europäischen Gebäuderichtlinie(EPBD), Verschärfung der Energieeinsparverordnung (EnEV), Umsetzung der europäischen Endenergieeffizienz- und Energiedienstleistungs-Richtlinie, Einrichtung eines Energieeffizienzfonds zur Finanzierung von Effizienzprogrammen uvm.) Marktverzerrungen und Subventionen von Energieintensiven Branchen\_beseitigen
- Förderinitiativen für den Einsatz neuester energiesparender Technologien
- Markteinführung von EE-Stromerzeugung stimulieren: (Bsp. Weiterentwicklung des Erneuerbare Energien Gesetz EEG)
- Markteinführung von EE-Wärmeerzeugung stimulieren: (Bsp. Verschärfung der Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV usw.)
- Ressourcenproduktivität erhöhen
- Infrastruktur und Rahmenbedingungen: Netze um- und ausbauen, Speicher integrieren, Gaskraftwerke mit KWK ausbauen, Integration in Europäisches Energiekonzept, Aus- und Weiterbildung von Fachkräften
- Akzeptanz erhöhen und Öffentlichkeitsarbeit verstärken: z.B. Information über die wirtschaftlichen Potenziale der Energieeffizienz und der Erneuerbaren Energien
- Technologieentwicklung durch Forschung und Entwicklung

#### Kennzahlen:

- Energieverbrauch
- Kennzahl (allg.): Energiebilanzen in allen Bereichen
- Kennzahl: Emissionen

## 2. Energie in Baden-Württemberg

**Ziel für Baden-Württemberg soll es sein, den gesamten Energiebedarf durch den Einsatz regenerativer oder verträglicher fossiler Brennstoffe zu decken. Wie auch schon auf globaler Ebene beschrieben müssen hier zukünftig Weiterentwicklungen bzgl. der u.U. dezentralen Gewinnung, Speicherung und Übertagung der Energie erfolgen.**

### **1. Zuverlässige, sichere, kostengünstige und effiziente Energieversorgung auf Basis der vielfältigen erneuerbarer Energien oder den verträglichen sowie effizienten Einsatz fossiler Brennstoffe**

In Anlehnung an das Energiepolitische Konzept der Landesregierung Baden-Württemberg sowie das Konzeptpapier basierend auf erneuerbaren Energien für Baden-Württemberg gelten zukünftig folgende Rahmenbedingungen und Prämissen:

- Ausstieg aus der Atomenergie nach dem bisherigen Atomausstiegsgesetz von 2002.
- Ein möglichst hoher Anteil der Stromerzeugung sollte lokal erfolgen oder durch Investitionen aus Baden-Württemberg in Kraftwerkskapazitäten außerhalb des Landes (z.B. Offshore-Windparks) gewährleistet werden
- Langfristiges Ziel (2040-2050) ist die Umstellung des Energiemixes auf 100 % EE für die Stromerzeugung sowie eine intensive Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung.
- Eine sichere und finanzierbare Energieversorgung soll gewährleistet sein.<sup>1</sup>

### **2. BW als „Positiv-Energie-Bundesland“**

Kennzahlen:

- Kennzahl: Anteil zugekaufter Strom
- Kennzahl: Stromproduktion in BW
- Kennzahl: Verbrauch Industrie und Haushalte

### **3. Optimale Nutzung der in BW verfügbaren Potentiale zur Energieerzeugung**

## 2. Energie in Baden-Württemberg

Schaffung eines umfassenden und konsolidierten Überblicks über die grundsätzlichen Nutzungsmöglichkeiten der erneuerbaren Energien in BW.

Maßnahmen:

- Geografische Stärken von BW nutzen
- Z.B. Aus - und Neubaupotential der Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars; Photovoltaikpotential; Windkraftpotential sowie ortsnahe Speicherung von Windstrom; Biomassenutzung (dezentrale Energieerzeugung (z.B. Mikrogasnetze, Blockheizkraftwerke; Geothermie; Holz; Speichertechnologien.

## 4. Politische Handlungsempfehlungen

Um konkrete Handlungsempfehlungen geben zu können bedarf es an aktuellen Analysen und Studien. Folgende Aspekte sollten zukünftig untersucht werden:

- Aktuelle und präzise Potenzialabschätzung für den EE-Ausbau
- Erweiterung bestehender Szenarien auf Basis der kumulierten Jahresenergieerzeugung auf Modelle, die den Lastgang sowie die energiewirtschaftlichen Beziehungen simulieren
- Möglichkeiten des Ausbaus der Energiespeicherung

Politische Maßnahmen:

- Dezentrale Anlagenvernetzung
- Anreize zum Einsatz erneuerbarer Energien
- Information der Bürger zur Steigerung der Akzeptanz

## 3. Energie im urbanen Raum

**In einer nachhaltigen Stadt wird nur so viel Energie erzeugt wie notwendig ist. Städte werden zukünftig intelligent mit Energie versorgt. Städte und**

**Kommunen verfügen über eine höhere Eigenproduktion bei sinkendem Energieverbrauch. Gebäude werden intelligent in Siedlungsstrukturen eingebunden.**

**Problematik von Städten: Größere Städte verfügen oft nicht über ausreichend Fläche, um die Energieversorgung zu gewährleisten. Zukünftig müssen Städte daher intelligent mit Energie versorgt werden**

### 3. Energie im urbanen Raum

#### 1. Zuverlässige, sichere, kostengünstige und effiziente Energieversorgung auf Basis der vielfältigen erneuerbarer Energien oder den verträglichen sowie effizienten Einsatz fossiler Brennstoffe

Folgende Energiequellen sollen im urbanen Raum wie folgt genutzt werden:

- Energiequelle (Reihenfolge (tbd): regenerativ, gespeichert regenerativ, Überschussenergie/Abwärme, konventionell)
- Energiequelle ist in räumlicher Nähe (Leistungsverluste)
- Energiequelle ist umwandlungsarm (gleicher Energieart von Quelle und Senke)
- Energiequelle ist speicheruntauglich (Verbrauch von speicheruntauglicher Energie)

**Maßnahmen:** Nutzbarmachung/ Speicherung/ Transport von Wärme

**Kennzahlen:**

- Energieerzeugung (aus EE)/ Quadratkilometer
- Energieerzeugung (aus EE)/ Person im urbanen Umfeld

#### 2. Energie Vermeidung: Nur so viel Energie erzeugen wie notwendig

**Maßnahmen:**

- Gebäudeisolierung
- Dezentrale Wasserüberwachung
- Abfall (Verpackung und Trennung)
- Mobilität (kurze Wege, E-Fahrzeuge)

#### 3. Effizienter Energieeinsatz: Energie nur dann einschalten wenn sie gebraucht wird

**Maßnahmen:**

- Energiemanagementsysteme für bedarfsorientierten Energieeinsatz
- Energieinformationen leicht zugänglich machen; Energiewissen
- Kenntnis über z.B. Solarpotential
- Energiekonzept
- Intelligente Kommunikation (z.B. Anlagenvernetzung mit Glasfaserleitungen)

### 3. Energie im urbanen Raum

#### 4. Optimale energetische Vernetzung (bzgl. Energie & energetischer Medien) der Fabrik mit ihrem Umfeld (Fabriken, Haushalte etc. ) und Abstimmung der Partner im Umfeld zum Erhalt eines Gesamtoptimums

##### Maßnahmen:

- Intelligente Vernetzung – innerhalb der Stadt und den Kommunen
- Vernetzung mit anderen Fabriken und Wohngebieten und Förderung von Mischgebieten
- Intelligente Einbindung von Gebäuden in Siedlungsstrukturen
- Nutzung von regionalen Wärmequellen über eine Nahwärmeversorgung
- Lokale Speicherung von Energie
- Nutzung von Smart-Grid Technologien und deren Kopplung mit über- (BW) und untergeordnetem (Unternehmen) Netz
- Finanzielle Förderung des Energietransfers Fabrik – urbanes Umfeld

##### Kennzahlen:

- Vernetzungsgrad des urbanen Umfelds
- Energieabnahme durch Haushalte von der Industrie

#### 5. Stadt/-teil als „Positiv-Energie-Stadt/-teil“

##### Maßnahmen:

- Geschickte Kombination von Industrien
- Fördern von mitarbeiterbezogenen Maßnahmen (Arbeitsweg mit Fahrrad, Elektroauto, ...)
- Fabrik als Energiespeicher
- Direkte Anbindung von Neubauten an bestehende Gebäudehüllen (Minimierung der Wärmeverluste)

##### Kennzahlen:

- Pendlerenergie/ (Tag, Person)
- Energiebedarf (Wärme, Strom, Treibstoff)/(Person)
- Kennzahl (allg.):Veränderung des Mikroklimas durch Wärmeverluste an den Gebäuden im urbanen Umfeld
- Kennzahl: Volatilität des Energieverbrauchs/ der Energiebereitstellung

## 4. Energie in der Fabrik

Eine ultraeffiziente Fabrik im Bereich Energie zeichnet sich durch die Verwendung von dezentral gewonnener Energie („Positiv-Energie-Fabrik“) gewonnen aus regenerativen Quellen, durch die energetische Vernetzung mit anderen Fabriken und durch die Schaffung von Rahmenbedingungen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion aus. Des Weiteren werden geografische Gegebenheiten genutzt (Berücksichtigung bereits bei der Planung).

### 1. Deckung des gesamten Energiebedarfs durch Einsatz erneuerbarer Energien

- Nutzung von flexiblen Energiesystemen
- Nutzung von Energie, welche aus lokalen Energiequellen stammt
- Energiegewinnung aus regenerativen Quellen (durch z.B. Solarzellen oder Windräder)

### 2. Möglichst geringer Energieverbrauch bzw. Minimierung der Energieverluste

- Gesteigerte Effizienz durch den Einsatz von IKT
- Anpassungsfähige Maschinen und Produktionssysteme (Energy on Demand, Feed Forward Strategies)
- Reduzierung des Rohmaterialverbrauchs (und somit der Energie zur Gewinnung des Rohmaterials) durch Änderung des Produktdesigns)
- Einsatz neuester Gebäude- Anlagentechnik (z.B. Optimierung der Gebäudeklimatisierung, Tore, Nutzung von Abwärme)
- Interaktion von Fertigungsprozessen mit der Gebäudehülle (z.B. Nutzung von Restwärme für die Büroklimatisierung)
- Optimierung des Energieverbrauchs durch ein energiewandlungsfähiges Layout
- Abfallstoffe werden zur Erzeugung von Prozess-Dampf und Energie benutzt
- Weiterentwicklung eines ganzheitlichen Energiemanagementsystems (Transparenz über Verbräuche, Zielesteuerung)

## 4. Energie in der Fabrik

- Sensibilisierung, Qualifikation und Motivation von Führungskräften und Mitarbeitern für die Themen Energie und Energieeffizienz
- Innerbetriebliches Energiebenchmarking
  - Normen:
    - DIN EN ISO 50001:2011: Energiemanagementsysteme
    - DIN EN 16231:2012: Energieeffizienz-Benchmarking-Methodik
    - DIN EN 16212:2012: Energieeffizienz und Einsparberechnung
- DIN EN 16247-1:2012: Energieaudits
- VDI 4661: Energiekenngrößen
- Verlustfreier Infrastrukturbetrieb von Produktionsanlagen und Fabriken (Supply-Chain-Management, Energieeffiziente Versorgungssysteme und –strukturen in der Fabrik, Intralogistik)
- Methodenentwicklung für eine nachhaltige Energie- und Materialwirtschaft (Value Added Management of Energy, Prospektive Produktentwicklung, Humanressourcen)
- Neue energiesparende Lichtkonzepte (bessere Tageslichtnutzung, Einsatz von LEDs & OLEDs)

### 3. Fabrik als „Positiv-Energie-Fabrik“

- Finden eines optimalen Mix aus zentraler und dezentraler Energiegewinnung
- Dezentrale Gewinnung von Energie aus Solarstrahlung, Wind, Wasserkraft, Biomasse oder Erdwärme .

### 4. Energetische Vernetzung und Symbiose mit anderen Fabriken

- Bereitstellung von Energiespeicherkapazitäten zum Abdecken von Lastspitzen (eigene oder von Fremdfirmen)
- Wechselseitiger Energieaustausch von Fabriken (z.B. innerhalb eines Clusters) je nach Energieerzeugung und Energieverbrauch

### 5. Nutzung von geografischen Gegebenheiten

- Auswahl des Standorts nach z.B. Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit, Salzgehalt, Höhe über Meeresspiegel

#### 4. Energie in der Fabrik

- Auswahl des Standorts aufgrund des Zugangs zu (regenerativen) Energiequellen (sonnige / windige Region, Wasserkraftwerk vorhanden, etc.)

#### 5. Energie in der Produktion

**Eine Ultraeffiziente Produktion hinsichtlich Energie zeichnet sich neben der Verwendung von Energie aus regenerativen Quellen durch das Finden des energetischen Gesamtoptimums, unter Berücksichtigung der anderen Handlungsfelder, aus.**

- 1. Deckung des gesamten Energiebedarfs durch Einsatz erneuerbarer Energien**
  - Siehe oben genannte Maßnahmen
- 2. Finden des Gesamtoptimums der Produktion / Prozesskette bzgl. Energie mit zusätzlicher Betrachtung der Anordnung der Prozesse**
  - Der Energieverbrauch muss transparent und messbar sein um Optimierungspotenziale zu identifizieren
  - Energieoptimales Materialhandling, insbesondere bezüglich Bewegung (Optimierung von Prozessführung, Logistik, etc.)
  - Mehrfache Nutzung der Energie durch energetische Kreisläufe. Abwärme wird beispielsweise für einen anderen Zweck verwendet
  - Wiederverwendung von Komponenten und Baugruppen
  - Hoher Wirkungsgrad der Maschinen und Anlagen anstreben, kontinuierliche Reduzierung des Energieverbrauchs
  - Analyse und Verbesserung der Wechselwirkung von Prozessen (z.B. Weiterverwendung von entstehender Wärme)
  - Kombination von Prozessschritten oder Integration von Arbeitsschritten (Nutzung von Synergieeffekten zwischen einzelnen Prozessen)
  - Energie als zusätzliches Planungs- und Steuerungskriterium in der Produktion. Erfassen und Auswerten von prozessübergreifenden Energiekennwerten sowie der Nutzung von Verbrauchskenngrößen zur Produktionssteuerung

## 5. Energie in der Produktion

- Erhöhte Lebensdauer der Anlagen und gesteigerte Energieeffizienz durch nachhaltige Instandhaltung
- Finden des Optimums hinsichtlich Instandhaltungsaufwand und Anlagenverfügbarkeit
- Wiederverwendung von Equipment (Kreisläufe)
- Null-Fehlerproduktion, durch intelligente, sich selbst optimierende Produktionen (Energie für eingesetztes Material wird verringert)
- Ungenutzte Energie speichern, umwandeln oder weiterverwenden
- Intelligentes Anlagenmanagement (automatische Abschaltung bei nicht Gebrauch, kein Standby-Betrieb)

### 3. Produktion als „Positiv-Energie-Produktion“

- In der Produktion entstehende Nebenprodukte werden zur Energieerzeugung verwendet (z.B. Gase in einer Kläranlage)
- Entstehende Abwärme wird wiederverwendet oder in eine andere Energieform umgewandelt (z.B. Abwärme bei Holzkohleherstellung)

### 4. Intelligente / Effektive Nutzung von Energie

- Energieerzeugungssynchrone Produktionssteuerung (Smart Grid)
- Wandlungsfähigkeit bezüglich energiebezogener Ultraeffizienz-Anforderungen
- Bessere Möglichkeiten der Energiespeicherung

## 6. Energie im Prozess

**Energetische Ultraeffizienz auf Prozessebene bedeutet, den (energie- bzw. gesamt-) optimalen Prozess zu verwenden, bzw. den Prozess zu verwenden, welcher es ermöglicht, das übergeordnete Produktionsziel „finden des Gesamtoptimums“ zu erreichen. Dabei wird der Prozess an sich und in Wechselwirkung mit anderen Prozessen möglichst effizient gestaltet.**

### 1. Deckung des gesamten Energiebedarfs durch Einsatz erneuerbarer Energien

- Siehe oben genannte Maßnahmen

### 2. Minimaler Energieverbrauch

## 6. Energie im Prozess

- Optimierung des Wirkungsgrads; im Optimum gesamte Energie im Zielprodukt
- Einsatz des energieoptimalen Prozesses (Effektivität). Alternative Produktionsprozesse zu hoch energieintensiven finden (z.B. Kalt- statt Warmumformen)
- Energieeinsparungen durch optimale Prozessführung
- Optimierte Infrastruktur mit minimalen Wegen
- Energierückgewinnung durch intelligente Prozesswasserbehandlung (Restwärme, anaerober Abbau organischer Inhaltsstoffe, Recycling des Wassers)
- Intelligente Überwachungs- und Regelungsstrategien, Einsatz von Effizienztechnologien
- Steigerung der Energieeffizienz von Maschinen und Anlagen (z.B. Leichtbau von Maschinenkomponenten, Bewegungsoptimierung bzgl. Anfahr- und Bremsvorgängen, energetische Interaktion von Maschine und Prozess)
- Energie- und Materialeffizienz durch Prozessstabilität steigern (unter Berücksichtigung des im Werkstoff eingebrachten kumulierten Energieaufwands bei Gewinnung und Herstellung). Beispielsweise durch Regelung von Anlaufprozessen, aufwendigen Nacharbeiten und Ausschussteilen, Prozessregelung zur Vermeidung von Ressourcenverlusten, energieeffiziente Gestaltung von Fertigungsabläufen durch Optimierung von Wartungs- und Instandhaltungszyklen.
- Energie- und Materialeffizienz in mechanischen, thermischen und chemischen Fertigungsprozessen und –systemen (z.B. Integrative Produktion und Prozessverkürzung, Reduzierung von Energieverlusten durch Steuerungskonzepte, energieeffiziente Umformung und Net-Shape-Techniken, Optimierung von Lackier- und Beschichtungsprozessen)
- Geschlossene Ressourcenkreisläufe/Ressourcenvernetzung in Prozessketten und Systemen. Energierückgewinnung, -umwandlung, -transport und –speicherung, Recycling

## 6. Energie im Prozess

- Energetische Vernetzung von unterschiedlichen Prozessen (evtl. Fabrikübergreifend), mehrfache Nutzung von Energie in Kreisläufen
- Flexibilität bzgl. der Produktionsgeschwindigkeit und dem damit einhergehenden Energieverbrauch
- Optimale Auslastung
- Prozesse überprüfen hinsichtlich energieeffizienterer Prozesse mit gleicher Funktion
- Gestaltung von Betriebsmitteln nach energetischen Gesichtspunkten
- Anforderungen an Betriebsmittel (Modularisierungskonzepte, multikriterielle Bewertung, Auswahl und Optimierung von Linien)

## 7. Akteure: wer kann gestalten (Einfluss nehmen)? Mit wem?

### Wer kann die genannten Aspekte beeinflussen?

- Unternehmen als Nachfrager der Energie
- Technologieanbieter /Akteure auf dem Markt (was wird angeboten)
- Energieversorger entscheidet über Strommix
- Lieferanten
- Management
- Führungskräfte
- Mitarbeiter
- Kunden (indirekt über Kaufverhalten)

## 8. Indikatoren

### Allgemeine Kennzahlen bzgl. Energie

Bei der Bildung von Kennzahlen müssen verschiedene Anforderungen erfüllt werden, außerdem muss bestimmt werden, welche Funktion die Kennzahl erfüllen soll. So lässt sich beispielsweise zwischen relativen und absoluten Kennzahlen unterscheiden.

## 8. Indikatoren

Des Weiteren können Kennzahlen für verschiedene Ebenen (z.B. Prozessebene, Unternehmensebene, globale Ebene) gebildet werden. Als allgemeine, absolute Kennzahl lässt sich beispielsweise der Energieverbrauch eines Prozesses, eines Unternehmens oder einer Region erfassen.

### Beispiele:

- Energieverbrauch
- Energieeinsparpotential
- Speicherkapazität/ Stückzahl
- Prozessauslastung
- Life Cycle Assessment
- CO<sub>2</sub>-Bilanz
- Qualitätskennzahlen (Übererfüllung/ Untererfüllung)
- Input elektr. Arbeit in Bezug zu genutzter und aufgefangener Energie
- Energieverbrauch entlang des gesamten Produktlebenszyklus
- Anteil integrierte Energiesparmaßnahmen

### Kennzahlen bzgl. Energieeffizienz

Energieeffizienz ist ein allgemeiner Begriff, es gibt kein eindeutiges Maß um Energieeffizienz zu bewerten. Vielmehr müssen meist verschiedene Indikatoren betrachtet werden um eine Veränderung in der Energieeffizienz zu quantifizieren. Generell lässt sich jedoch sagen, dass sich Energieeffizienz darauf bezieht, mit einem geringeren Einsatz von Energie die gleiche Menge an Service oder Output zu erzeugen, was im industriellen Sektor zu dem einfachen Quotient führt:

- $\frac{\text{Brauchbarer Output eines Prozesses}}{\text{Energieeinsatz eines Prozesses}}$   
(Quelle: Patterson 1996)

Es stellt sich jedoch die Frage wie Output und Energieeinsatz genau definiert werden, um eine entsprechende Kennzahl zu bilden. Es lassen sich vier Haupt-Typen von Kennzahlen unterscheiden, welche auf diese Weise gebildet werden können:

1. Thermodynamische Kennzahlen (z.B. Quotient aus nutzbarem Energie-Output zum Energie-Input, Quotient aus der Enthalpie-Effizienz eines betrachteten Prozesses zur optimalen Enthalpie-Effizienz des Prozesses)
2. Physikalisch-Thermodynamische Kennzahlen (z.B. Tonnen-Kilometer / Energieeinsatz, Passagier-Meilen / Energieeinsatz)
3. Ökonomisch-Thermodynamische Kennzahlen (z.B. Wertschöpfung (zu Marktpreisen) / Energieeinsatz)

## 8. Indikatoren

4. Ökonomische Kennzahlen (z.B. Wertschöpfung (zu Marktpreisen) / Energieeinsatz (zu Marktpreisen))

(Quelle: Patterson 1996)

Weitere Beispiele:

- Erzeugte Wertschöpfung / Energieeinsatz
- Energieverbrauch / Produkt
- Endenergie / Primärenergie
- Nutzenergie / Endenergie
- Wirkungsgrad (absolut und relativ zum Optimum)
- Anteil der Energierückgewinnung/ Energiebedarf

### Kennzahlen bzgl. Energieeffektivität

In Abgrenzung zur Effizienz (Maximierung von Output/Input) bedeutet Effektivität „das Richtige“ zu tun. Übertragen auf Energie bedeutet dies beispielsweise, wie effektiv Maßnahmen sind, welche zum Einsparen von Energie verwendet werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt im Hinblick auf Energie ist die nachhaltige Erzeugung aus regenerativen Energiequellen. Hieraus lassen sich folgende wesentliche Kennzahlen ableiten:

- Emissionen der Energieerzeugung
- Anteil erneuerbarer Energie zu konventionellen Energien
- Menge der Abnahme von industrieller überschüssiger Energie an Haushalte
- Wärmeverluste an Gebäuden im urbanen Umfeld
- Zeitlicher Erzeugungsverlauf/ Verbrauchsverlauf
- Wie viel Verschwendung wird bereits am eigentlichen Prozess vermieden, in der Produktion und in der Fabrik
- Einspeisung / Stückzahl
- Anteil überschüssiger Energie

## 9. Hemmnisse/Barrieren:

**Können Hemmnisse und Barrieren abgeleitet werden die einer Nichtumsetzung der in Punkt 1 bis 6 genannten Dinge entgegenstehen?**

- Fehlende/ ungenügende/ falsche Anreizsysteme zum Ausbau „grüner“ Energien im produktionstechnischen Umfeld

## 9. Hemmnisse/Barrieren:

- Akzeptanz im urbanen Raum fehlt (Akzeptanz der Bürger)
- Keine Förderinitiativen zum Energietransfer von der Fabrik zum urbanen Umfeld
- Fehlende/ ungenügende/ falsche Anreizsysteme zum Einsatz innovativer/ neuer energiesparender Technologien
- Industrieunternehmen sind keine Energieerzeuger d.h. fehlendes Know how bei der Nutzung/ Instandhaltung von Energieerzeugungsanlagen
- Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen sind aufgrund ihrer langen Amortisationszeit oft uninteressant für Unternehmen
- Zur Umsetzung der genannten Maßnahmen ist ein Kulturwandel in den Unternehmen notwendig
- Technologiefeindlichkeit

## 10. Risiko – Chancen

### Was passiert wenn die Punkte 1 bis 6 (nicht) berücksichtigt werden?

#### Risiken

- Energie könnte zu einer knappen Ressource werden -> steigende Energiepreise für die Nutzer (privat, industriell) -> steigende Produktpreise
- Negative Auswirkungen auf das Klima/ Verschärfung des Klimawandels

#### Chancen

- Nachhaltige Sicherung der Lebensqualität in BW -> Vorteil bei dem Werben um Fachkräfte
- Wettbewerbsvorteil der Unternehmen
- Energie als Überschuss
- Unabhängigkeit durch Dezentralität

### 3.2 Handlungsfeld Material

#### Globale Problematik

Knappheit nicht nachwachsender Ressourcen

- fossile Rohstoffe wie Öl werden zukünftig immer knapper.
- Bezogen auf die derzeitige Produktionsmenge beträgt die Verfügbarkeit für Erdöl ca. 46 Jahre.
- Wohlstand der Gesellschaften fördert den Konsum, der entsprechend durch steigende Produktionsraten befriedigt wird

#### Globale Verteilung wichtiger Rohstoffe

- Wichtige Rohstoffe, wie Seltene Erden, sind nur an wenigen Orten der Welt vorhanden
- Politisch und wirtschaftlich instabile Regionen für kritische Materialien

#### Wachsende Müllberge

- Wachsende Abfälle verschmutzen Gewässer, Landstriche und bei Verbrennung die Luft
- Wichtige und kritische Rohstoffe, wie Edelmetalle oder Seltene Erden, gelangen ungenutzt auf Deponien
- Lagerstätten für Abfälle werden knapp
- Export von Müll aus Industriestaaten in Entwicklungsländern führt zu einer Verlagerung der Problematik in Regionen, die technisch dafür nicht ausgerüstet sind

#### Kürzere Lebenszyklen für Produkte

- Der Lebenszyklus von Produkten insbesondere im Bereich Mode und Elektronik hat sich verkürzt, so dass Produkte schneller am Ende ihrer Gebrauchsphase ankommen und entsprechend entsorgt werden müssen
- Der steigende Wohlstand der Gesellschaften erzeugt eine zusätzliche Nachfragesteigerung an Wohlstandsprodukten, die hergestellt und später auch entsorgt werden müssen

#### Neue Produkthanforderungen stellen neue Herausforderungen an Recycling

- Moderne Verbundmaterialien, wie CFK stellen neue Herausforderungen an eine Wieder- und Weiterverwendung.
- Die Reparaturmöglichkeiten moderner Produkte und Materialien sind beschränkt

## Nachwachsende Materialien

### Vorteil nachwachsender Materialien

- Breite Verfügbarkeit auf der Welt
- Auf Dauer verfügbar
- Bessere Möglichkeiten der Entsorgung in Form eines natürlichen Stoffkreislaufes
- Klimafreundlich, da das Material selbst CO<sub>2</sub> neutral ist
- Schaffung einer neuen Industrie mit entsprechenden Impulsen für die wirtschaftliche Entwicklung der Region und des Arbeitsmarktes

## Betrachtete Materialflüsse

Hauptstoffströme die unmittelbar in das Produkt eingehen:

Werkstoffe (Rohstoffe, Halbzeuge, Ware in Arbeit), zu verarbeitenden Rohmaterialien und Kaufteile die ins Endprodukt einfließen und die wesentlichen Bestandteile des Endprodukt abbilden (nachwachsend/nicht-nachwachsend) (Gutenberg 1983)

Hilfsstoffe:

Stoff, der zwar in das Produkt eingeht, aber wertmäßig und mengenmäßig eine so geringe Rolle spielt, dass in einer klassischen wirtschaftlichen Betrachtung, sich eine genaue Erfassung pro Stück nicht lohnt. Jedoch könnten die Herstellung, der Einsatz und die Entsorgung von Hilfsstoffen eine große Umweltbelastung darstellen.

Nebstoffströme - Betriebsstoffe:

Stoff, der in der Produktion verbraucht wird, aber nicht in das Produkt eingeht. Diese fließen i.d.R. in geschlossenen Kreisläufen, die allerdings durch Verluste (Leckagen, Austragsverluste über Späne, Verdampfung) gezeichnet sind. Ihre Förderung ist auch mit einem hohen Energieverbrauch verbunden. (nachwachsend/nicht-nachwachsend) (Bartz 1993)

Verwertungs-/Entsorgungsströme:

Zu verwertende bzw. zu entsorgende Materialien aller Arten, (Ausschuss, Verschnitt, Abfall, End of Life Produkte)

Produktzyklische Stoffströme - Betriebsmittel:

Betriebsmittel sind Inputfaktoren, die dem Produktionsprozess zugeführt werden, um produzieren zu können

Diese sind Verarbeitungsmaschinen, Werkzeuge und technische Einrichtungen der Fabrik, die am Ende des Lebenszyklus recycelt bzw. entsorgt werden müssen. (Nebl 2011)

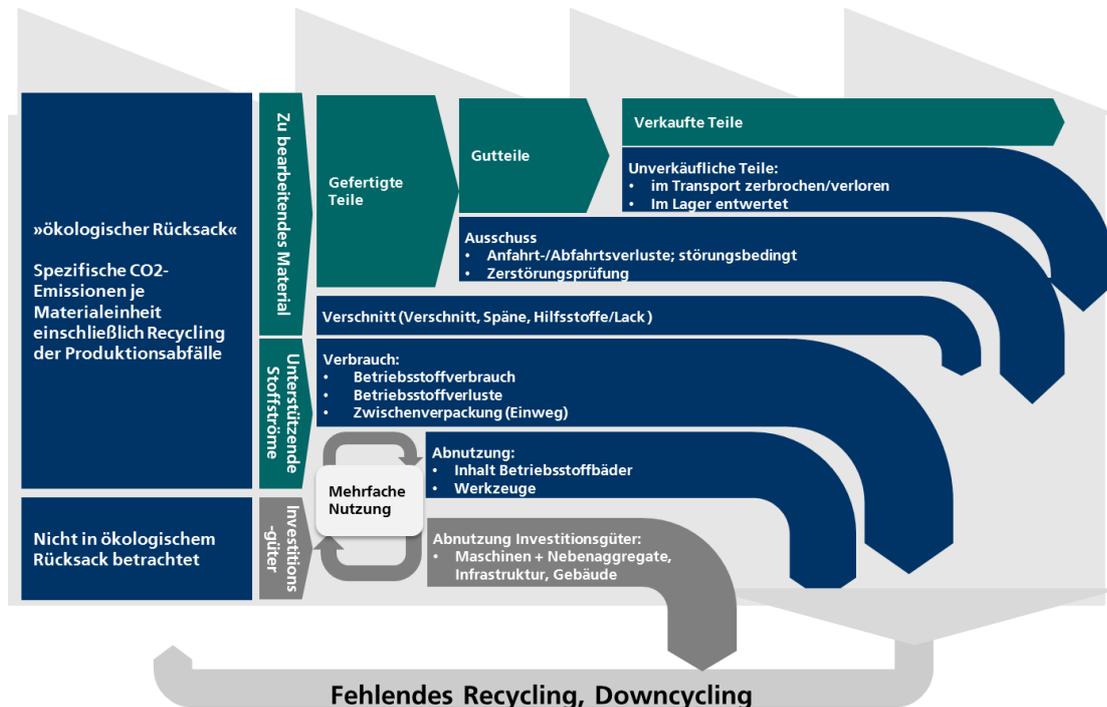


Abbildung 9: Verschwendungsarten des Materials (Erlach, Sheehan 2014)

Ein effizienter Materialeinsatz (so wenig wie möglich) und effektiver Materialeinsatz (Nutzung nachhaltiger, ökologisch möglichst unbedenklicher Materialien) sind wichtige Erfolgsfaktoren für Unternehmen hinsichtlich nachhaltigem Ressourcenumgang und wirtschaftlicher Aspekte. Die Material-Ultraeffizienz kennzeichnet sich darüber hinaus durch eine effiziente Kreislaufwirtschaft, d.h. durch eine Weiter-, Um- oder Wiedernutzung von Rest- und Abfallstoffen sowie von Produkten oder Produktteilen nach ihrem Lebenszyklus.

## 1. Material im globalen Umfeld (Weltsicht)

In einem ultraeffizienten globalen Umfeld wird der gesamte Materialbedarf durch eine effiziente Kreislaufwirtschaft gedeckt. Die Idee der Kreislaufwirtschaft besteht darin, Produkte, Komponente und Rohstoffe länger in der Nutzung zu halten, um erstens die für eine Neuproduktion benötigten Ressourcen einzusparen und andererseits die Menge des Abfalls, direkt aus der Produktion, aber auch aus den Altenprodukten, zu minimieren.

## 1. Material im globalen Umfeld (Weltsicht)

### 1. Nachhaltiger Transport; der Rohstoffe/Produkte und nachhaltige Bereitstellung der Rohstoffe

Kennzahl:

- Nachhaltigkeitsquote von Transport
- 2. Optimierung des Materialeinsatzes der gesamten Gesellschaft, wie beispielsweise durch Abfallfreie, in Kreislaufwirtschaft-integrierte Produktion, keine Rohstoffgewinnung, hoher Wohlstand trotz niedrige Bedürfnisse der Menschen**

Maßnahmen:

- Minimierung des Verschnittes durch den Einsatz von mathematischen Methoden (klassisches Verschnittproblem in Operations Research (Burckhardt 1968; Sweeney 1991))
- Minimierung des Verschnittes durch die richtige Technologieauswahl

Kennzahl:

- Produkt Output/Material Input
- Abfall/Jahr [to/a]
- Rohstoffgewinnung/Jahr [Anzahl Rohstoffe/a]
- Recycling-Produkte/Produzierte Produkte [%]
- 3. Optimierung der Kreislaufwirtschaft**
- Weiterverwendung und Recycling der in Altenprodukten benutzten Ressourcen für Neuprodukte
- Weiterbenutzung der Rest- und Abfallstoffe als Sekundärrohstoffe

Maßnahme:

- Erhöhung der Kontrolle
- strengere Gesetze bezüglich Recycling

Kennzahl:

- Rohstoffgewinnung/Jahr [to/a]
- Recycling-Produkte/Produzierte Produkte [%]

### 4. Erhöhung der Nutzung nachwachsender und alternativer Rohstoffe

Maßnahme:

- Nutzung nachwachsender Rohstoffe

Kennzahl:

- Anteil nachwachsender Rohstoffe/Anteil eingesetzter Materialien [%]

## 1. Material im globalen Umfeld (Weltsicht)

### 5. Erhöhung der Materialeffizienz durch umweltgerechte Produktentwicklung

Maßnahme:

- Entwicklung von universellen und langlebigen Produktmodulen

Kennzahl:

- Anzahl umweltorientierter Entscheidungskriterien

## 2. Material in Baden-Württemberg

In einem ultraeffizienten lokalen Umfeld, wie in Baden-Württemberg, wird die **Ultramaterialeffizienz** als das Verhältnis der hergestellten Produkte zur Menge der eingesetzten Materialien, die aus Recycling entstehen, verstanden.

1. **Alle Aspekte der globalen Ebene treffen auf BW ebenfalls zu**
2. **Nutzung der regionalen Wertschöpfung mit direkter Anbindung vom Produzenten bei optimaler Standortwahl**

Kennzahl:

- Anteil regionaler Wertschöpfung

### 3. BW als „Positiv-Material-Bundesland“

Maßnahme:

Erschaffung von politischen Rahmenbedingungen und Anreize zum Thema Recycling

Kennzahl:

- Anteil eingespartem und recyceltem Material [%]
- Materialverbrauch [to/a]

## 3. Material im urbanen Raum

In einem material-ultraeffizienten urbanen Umfeld, wird ein Teil des gesamten Materialbedarfs mit der Weiterbenutzung Rest- und Abfallstoffe aller Akteure abgedeckt.

### 3. Material im urbanen Raum

1. **Alle Aspekte der globalen Ebene treffen auf das urbane Umfeld ebenfalls zu**
2. **Stadt/-teil als „Positiv-Material-Stadt/-teil“**
3. **Optimale Vernetzung des Materialbedarfs einer Fabrik mit ihrem Umfeld**

#### Maßnahme:

- Vernetzung der Unternehmen
- Nutzung des Materialabfalls der Einwohner für die Industrie in der gleichen Stadt sowie Weiternutzung der im urbanen Umfeld anfallenden Materialien

#### Kennzahl:

- Wertschöpfungsanteil im urbanen Umfeld [%]
- Anteil der benutzten Rest- und Abfallstoffen in Produkte des urbanen Umfeldes [%]

#### 4. Closed urban Supply Chain

**Maßnahme:** Integration der Rückflüsse der eigenen Produkte in das bestehende Produktionsnetzwerk sowie Abbildung von kompletten Wertschöpfungsketten

#### 5. Wegfall der klassischen Fabrik und Supply Chain

#### Maßnahme:

- Generische Herstellung direkt vor Ort beim Kunden (z.B. 3D Drucker in Einkaufszentren)

#### Kennzahl:

- Anzahl Halbzeug-Stadien bzw. Fertigungsschritte
- industrielle Fläche (qm)/ Stadtbevölkerung
- Durchlaufzeit/Lieferzeit
- Durchlaufzeit/Bestellzeit

#### 6. Akzeptanz für Produkt-Sharing Geschäftsmodelle

#### Maßnahme:

- höhere Vermögensteuer an selten gebrauchten Haushaltsprodukte um Product-sharing zu fördern

#### Kennzahl:

- materieller Besitz/Person
- Gebrauchshäufigkeit jeglicher Produkte

## 4. Material in der Fabrik

Eine material-ultraeffiziente Fabrik ist eine schlanke Fabrik, in der die Zusammenwirkung von Elementen, Prozessen und Strukturen zu einem minimalen, von Stoffkreisläufen geprägten Materialeinsatz führt.

1. **Alle Aspekte der globalen Ebene treffen auf das urbane Umfeld ebenfalls zu**
2. **Bessere Betrachtung der Elemente, Prozesse und Strukturen der Fabrik als Gesamtmodell (diese Aspekte sind jeweils in Punkt 5 und 6 beschrieben)**
3. **Reduzierung der Materialbestände**

Maßnahme:

- optimales Fabriklayout
- Anwendung von Lean Prinzipien

Kennzahl:

- Durchlaufzeit [t]

4. **Optimierter Lebenszyklus der Fabrik (Recyclebare Fabrik)**

Kennzahl:

- Fabriklebensdauer [t]
- Anzahl recycelbarer Module

5. **Erhöhung der Materialeffizienz durch modulare Produktionsprozesse**

Maßnahme:

- andere Produktentwicklungsstrategie, d.h. Entwicklung von universellen und langlebigen Produktionsmodulen (modulare Produktionsgestaltung, bzw. Gleichteilekonzept)

Kennzahl:

- Anzahl Module/ Standort

6. **Erhöhung der Materialeffizienz durch die richtige Technologieauswahl**

Kennzahl:

- Summe der Varianten mit dem gleichen Betriebsmittel/Summe der Varianten

## 5. Material in der Produktion

Eine material-ultraeffiziente Produktion kennzeichnet sich durch eine optimale Nutzung der Roh- und Abfallstoffen über die gesamte Wertschöpfungskette – von der Rückgewinnung, über die Verarbeitung und Nutzung bis hin zur Entsorgung.

### 1. Alle Aspekte der globalen Ebene treffen auf das urbane Umfeld ebenfalls zu

### 2. Geringer Umlaufbestand in der gesamten Prozesskette

Maßnahme:

- Produktionsschritte nah beieinander anordnen. Dies erfordert ein prozessorientiertes Fabriklayout.
- Anwendung von Lean Prinzipien (Weiterentwicklung des Wertstroms)

Kennzahl:

- Zwischenlagerreichweite bzw. Durchlaufzeit [t]

### 3. Langlebige Fertigungseinrichtungen, d.h. möglichst lange Laufzeit von Einrichtungen

Maßnahme:

- Entwicklung von universellen Produktmodulen/Einrichtungen sowie Austauschbarkeit von Einzelelementen bei Verschleiß

Kennzahl:

- Anzahl Module/Betriebsmittel
- Lebensdauer funktionaler Einheiten [t]

### 4. Minimierung der Abfallstoffe

- Minimierung des Ausschusses durch Transport

Maßnahme:

- Minimierung des Transports und dadurch der Ausschussquote durch den Einsatz von mathematischen Methoden (klassisches Problem des Handlungsreisenden in Operations Research (Dantzig und Ramser 1959))

Kennzahl:

- Ausschuss aufgrund Transport/Gesamtstückzahl [%]

### 5. Minimierung des Ausschusses durch Lagerhaltung

Maßnahme:

## 5. Material in der Produktion

- Minimierung der Bestände und dadurch der Ausschussquote durch den Einsatz von mathematischen Methoden (klassisches Problem der Lagerhaltung in Operations Research (Zimmermann und Stache 2001)

Kennzahl:

- Ausschuss aufgrund Lagerhaltung/Gesamtstückzahl [%]

## 6. Minimierung des Ausschusses durch die Verbesserung der Prozessqualität

Maßnahme:

- Einsatz von Methoden wie Six Sigma, Total Productive Maintenance oder Total-Quality-Management

Kennzahl:

- Q-Kennzahlen/Ausschussquoten

## 7. Verringerung des Energieverbrauchs

Maßnahme:

- Benutzung von Wärmedämmung, Batteriesystemen

## 6. Material im Prozess

**In einem ultramaterialeffizienten Prozess werden die Rohstoffe optimal benutzt und die Rest- und Abfallstoffe direkt als Sekundärrohstoffe weiterbenutzt.**

- 1. Alle Aspekte der globalen Ebene treffen auf das urbane Umfeld ebenfalls zu**
- 2. Recycling der Rest- und Abfallstoffen direkt im Prozess**

Maßnahme:

- wenn Verschnitt/Ausschuss entsteht, diese möglichst vor Ort recyceln

- 3. Einsatz von recyclingfähigem/recyceltem Material als Rohstoff**

Maßnahme:

- Modulare Produkte/Baugruppen, die die Reintegration gebrauchter Module ermöglichen
- Entwicklung recyclingfähiger Werkstoffe, Reststoffströme nutzen
- Design for Environment, Ansätze der Refabrikation

Kennzahl:

## 6. Material im Prozess

- Anteil Wiederverwendung, Wiederverwertung

### 4. Einsatz von energiesparendem, umweltschonendem Material

Maßnahme:

- bessere Werkstoff/Prozesspaarungen,
- Life-Cycle-Costing/ Life-Cycle-Assessment

Kennzahl:

- CO<sub>2</sub> footprint des Eingangsmaterials

### 5. Verschnitt vermeiden

Maßnahme:

- bessere Übereinstimmung Rohstoff/Endproduktkonturen und Nutzung einer intelligenten Materialansatzplanung: Einsatz von mathematischen Methoden (klassisches Verschnittproblem in Operations Research (Burckhardt 1968; Sweeney 1991))

Kennzahl:

- Abfall/Jahr [to/a]

### 6. Nebenströme vermeiden

Maßnahme:

- Trockenbearbeitung um Schmierstoffbedarf zu vermeiden

Kennzahl:

- Betriebsstoffzufuhr/Jahr

### 7. Steigerung der Prozessstabilität für mehr Materialeffizienz

## 7. Akteure: wer kann gestalten (Einfluss nehmen)? Mit wem?

- Unternehmen als Nachfrager der Rohstoffe
- Unternehmen als Produzent von Rest- und Abfallstoffen
- Gesetzgeber
- Technologieanbieter (z.B. Optimierung der Technologie bezüglich Abfall/Verschnitt)
- Bürger als Anbieter von Rest- und Abfallstoffen

## 8. Indikatoren

Welche Informationen müssen erhoben werden, um die Effizienz (Material) zu beurteilen?:

- Abfall/Jahr [to/a]

## 8. Indikatoren

- Rohstoffgewinnung/Jahr [Anzahl Rohstoffe/y]
- Anteil nachwachsender Rohstoffe/Anteil eingesetzter Materialien [%]
- Recycling-Produkte/Produzierte Produkte [%]
- Anteil eingespartem und recyceltem Material [%]

## 9. Hemmnisse/Barrieren:

Können Hemmnisse und Barrieren abgeleitet werden die einer Nichtumsetzung der in Punkt 1 bis 6 genannten Dinge entgegenstehen?

- Fehlende/ ungenügende/ falsche Anreizsysteme zum Thema Recycling
- Akzeptanz im urbanen Raum fehlt (Akzeptanz der Bürger)
- Keine Förderinitiativen zum Materialtransfer zwischen der Fabrik und des urbanen Umfelds
- Inkompatibilität mit den aktuellen Produktionsprozessen
- Scheu vor dem Risiko, bestehende Produktionsprozesse zu verändern oder neuartige Verfahren einzuführen
- Unzureichendes Wissen über neue Materialien und Prozesse
- Die Kosteneinsparpotenziale sind oft nicht bekannt

## 10. Risiko – Chancen

Was passiert wenn die Punkte 1 bis 6 (nicht) berücksichtigt werden?

- Bestimmte Materialien könnten zu einer knappen Ressource werden
- Steigerung der Herstellkosten
- Verlust der Wettbewerbsfähigkeit

### 3.3 Handlungsfeld Emissionen

#### Globale Problematik

**Das Entstehen von Emissionen ist meist eine Begleiterscheinung der Produktion. Ultraeffizienz bezüglich Emissionen ist es, möglichst keine Emissionen zu erzeugen. Falls dies unvermeidlich ist, sollen diese möglichst vollständig in der Produktion verwertet werden, wodurch sich keine negativen Effekte auf die Umwelt ergeben.**

Klimawandel:

- Klimawandel kann durch natürliche interne Prozesse oder äußere Klimafaktoren bedingt sein, oder durch langanhaltende anthropogene Änderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre oder in der Landnutzung (IPCC)
- Neben den natürlichen Klimafaktoren trägt somit der Mensch zum Klimawandel bei

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels:

- Erwärmung der Atmosphäre und der Ozeane
  - In den letzten drei Jahrzehnten war die Temperatur der Erdoberfläche sukzessive wärmer als alle vorherigen Jahrzehnte seit 1850
  - Land- und Ozeanoberflächentemperaturdaten zeigen einen Anstieg von im Mittel 0,85°C über einen Zeitraum von 1880 bis 2012
  - Seit 1950 wurden Veränderungen in vielen extremen Wetter- und Klimaereignissen beobachtet
- Verringerte Schnee- und Eismengen
  - Geringere Massen der Eisschilde in Grönland und der Antarktis
  - Rückgang von Gletschern
  - Abnehmendes arktisches Meereis
  - Abnehmende Schneebedeckung in der Nordhemisphäre
- Anstieg des Meeresspiegels
  - Zwischen 1901 und 2010 Anstieg des mittleren Meeresspiegels um 0,19 m.
- Erhöhte Konzentrationen an Treibhausgasen in der Atmosphäre
  - Derzeitige Konzentrationen von Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas in der Atmosphäre sind seit mind. 800.000 Jahren noch nie in dieser Höhe vorgekommen

- Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen um 40% seit der vorindustriellen Zeit
- Ca. 30% des emittierten CO<sub>2</sub> wurde von den Ozeanen aufgenommen (Versauerung)  
(IPCC, 2013)
- Physische und psychische Anpassungsprozesse von Mensch und Tieren
  - Knapper werdende natürliche Ressourcen
  - Klimatische Veränderungen
  - Umweltkonflikte
  - Umweltflüchtlinge (Voss, M.)

#### Mögliche Ursachen des Klimawandels:

- Natürliche interne Ursachen, insbesondere durch Wechselwirkungen in den Subsystemen
- Natürliche externe Einflüsse, wie die Sonneneinstrahlung und Vulkanismus
- Anthropogene externe Faktoren, welche durch den Menschen verursacht wurden (Schanze, J. et al.)
  - Industrialisierung
  - Verbrauch von fossilen Energieträgern (Energiewirtschaft)
  - Verkehrsaufkommen
  - Industrie, Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Landwirtschaft
  - Rodung großer Wälder

#### Emissionen durch Treibhausgase:

- Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)
  - Methan (CH<sub>4</sub>)
  - Distickstoffmonoxid
  - Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW)
  - Perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC, FKW)
  - Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>)
- (Paeger, J.)

#### Emissionsminderungsmaßnahmen:

- Additive, End-of-Pipe- Technologien
  - Technische Maßnahmen des nachsorgenden Umweltschutzes, die Umweltbelastungen werden durch nachgeschaltete Maßnahmen verringert
  - Technische Umweltschutzmaßnahme am Ende eines Prozesses

- Beispiele: Partikelfilter, Entschwefelungsanlagen, Absorber (Steinle, C.)
- Integrierte Technologien
  - Anlagenintegrierte Maßnahmen (z.B. eingebautes Rohrsystem zur Kreislaufführung von Stoffen)
  - Prozessintegrierte Maßnahmen (z.B. Umstellung der Lackiertechnologie von lösemittelhaltigen Lacken auf Pulverbeschichtung)
  - Ausschalten/Minimieren der Schadstoffe an der Quelle
  - Rückstände und Emissionen treten erst gar nicht auf
  - Meist stoff- und energiesparender als End-of-Pipe
  - Integrierte Produktionstechnologien und integrierte Recyclingverfahren
  - Umweltfreundliche Produktpolitik (Prammer, H.)

### **Problematik im urbanen Umfeld**

Lärm-, Geruchs- und Feinstaubbelastungen:

- Erhöhte Feinstaubbelastungen in den Städten durch:
  - Hohes Verkehrsaufkommen, PKW und LKW
  - Baumaschinen
  - Industrie
  - Nutzung fossiler Energieträger in Wohnungen und Bürogebäuden

### **Emissionsziele, die nationale Klimaschutzstrategie**

- Verringerung des Ausstoßes an Treibhausgasen bis 2020 um 40% gegenüber 1990
- Verringerung des Energieverbrauchs (und dadurch die Emissionen an THG) beim Heizen, in Haushaltsgeräten, Autos und in Gewerbegebieten
- Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion soll von derzeit ca. 13% bis 2030 auf 25 bis 30% steigen
- Stromanteil aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) soll bis 2020 um 25% steigen
- Gesetzliche Vorschrift, 15% erneuerbare Wärmeenergie bei Neubauten (BMUB)

## In diesem Projekt werden folgende Emissionsformen betrachtet:

Die Abgabe von Stoffen, Energien und Strahlen an die Umgebung durch eine bestimmte Quelle wird als **Emission** bezeichnet. Häufig handelt es sich dabei um die Abgabe von Schadstoffen bzw. Schadenergien.

Dabei können Schadstoffe in Rauchgasen, Abluft, Abwasser und in festen oder flüssigen Abfällen enthalten sein. Schadenergien können in Form von Lärm, Erschütterungen, Radioaktivität (Kernkraftwerk, Wiederaufarbeitung, Brennstoffkreislauf), Mikrowellen, Elektrosmog etc. in festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen übertragen werden. Emissionen sind dabei immer auf eine bestimmte Quelle bezogen, z.B. eine Industrieanlage, ein bestimmtes Produkt (z.B. Verpackung, Mineralwolle, Auto) etc. (Umweltlexikon-online).

**Prozessbedingte Emissionen** sind alle Freisetzungen von Kohlendioxid in die Atmosphäre, bei denen das Kohlendioxid als Produkt einer chemischen Reaktion entsteht, die keine Verbrennung ist. Unterschieden wird demnach zwischen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen und prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Adam et al.).

### 1. Emissionen im globalen Umfeld (Weltsicht)

**In einem ultraeffizienten globalen Umfeld werden Emissionen weitestgehend vermieden, falls dennoch Emissionen anfallen werden diese durch den Einsatz neuester Technik stofflich oder energetisch verwertet. Wenn dies ausgeschlossen ist, fallen Emissionen nur in dem Maße an, wie sie an anderer Stelle abgebaut werden können.**

**1. Es werden Emissionen nur in dem Maße erzeugt, wie sie an anderer Stelle abgebaut werden oder nur in einer Form und Menge, wie sie das natürliche Gleichgewicht nicht stören.**

- Globale Emissionsbilanz für global wirksame und zu betrachtende Emissionen z.B. Treibhausgase
- Weltweites Verbot von global wirksamen emittierenden Schadstoffen (z.B. FCKW)

**2. Minimierung der Emissionen**

- Ersatz klimaschädlich eingestufte Stoffe
- Maßnahmen zur Energie- und Materialeffizienz
- Kurze Transportwege
- Nur regional verfügbare Rohstoffe/Produkte verwenden

## 1. Emissionen im globalen Umfeld (Weltsicht)

- Weltweit abgestimmte Regularien

### 3. Stoffliche oder energetische Nutzung von Emissionen

- Nutzung eigener Emissionen (z. B. CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, etc.)
- Einsatz neuester Technologien zur Verwertung kleiner Emissionsströme (Volumina, Mengen, etc.) im dezentralen Bereich
- Nutzung von global vorhandenen Treibhausgasen

## 2. Emissionen in Baden-Württemberg

**In einem ultraeffizienten Baden-Württemberg werden Emissionen als ultraeffizient angesehen, wenn diese nur in dem Umfang entstehen, wie sie anderweitig abgebaut werden können und hierbei nicht die Systemgrenze Baden-Württemberg verlassen.**

### 1. Es werden Emissionen nur in dem Maße erzeugt, wie sie an anderer Stelle abgebaut werden oder nur in einer Form und Menge, wie sie das natürliche Gleichgewicht nicht stören.

- Regelmäßige Emissionsbilanz für Baden-Württemberg
- Emissionsbehörde zur Regulierung von Emissionen und Informationsgenerierung
- Regelmäßig aktualisierter Emissionskataster
- Starke Erweiterung des öffentlichen Verkehrsnetzes BW
- Neue Mobilitätskonzepte z.B. Car-sharing Netzwerk BW

### 2. Minimierung der Emissionen

- Nur regional verfügbare Rohstoffe/Produkte verwenden
- Emissionsminderungsmaßnahmen bei den Unternehmen und Betrieben mit dem größten Minderungspotenzial
- Starke Ausprägung des öffentlichen Verkehrsnetzes BW
- Neue Mobilitätskonzepte z.B. Car-sharing Netzwerk BW
- Schaffung einer flächendeckenden Infrastruktur von klimafreundlichen Kraftstoffen in BW
- Flächendeckende Emissionsmessungen mit zeitlich und örtlich flexibler Maßnahmengestaltung

- Stärkere Vergünstigungen für emissionsarme Fahrzeuge wie z.B. kostenlose Parkmöglichkeiten

### **3. Stoffliche oder energetische Nutzung von Emissionen**

- 

### **4. Alle Aspekte der globalen Ebene treffen auf BW ebenfalls zu**

## **3. Emissionen im urbanen Raum**

**In einem ultraeffizienten urbanen Raum werden die anfallenden Emissionen als ultraeffizient betrachtet, wenn diese weitestgehend vermieden/ minimiert werden und eine Integration von Wohn- und Gewerbegebiet in synergistischer Weise ermöglicht wird.**

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraemissionseffizienz.*

### **1. Es werden Emissionen nur in dem Maße erzeugt, wie sie an anderer Stelle abgebaut werden oder nur in einer Form und Menge, wie sie das natürliche Gleichgewicht nicht stören.**

- Starke Ausprägung des städtischen Verkehrsnetzes
- Neue Mobilitätskonzepte z.B. Car-sharing Netzwerk
- Emissionsmessungen im urbanen Umfeld

### **2. Minimierung der Emissionen**

- Starke Erweiterung des städtischen öffentlichen Verkehrsnetzes
- Neue Mobilitätskonzepte z.B. Car-sharing Netzwerk
- Maßnahmen zur Minderung von: Lärm, Geruch, Schadstoffe, Elektromog, Verkehr...
- Verringerung von Pendleremissionen durch Integration von Wohn- und Gewerbegebiet, HomeOffice usw.
- Kurze Wege und Wertschöpfungsketten (Einkauf, Wegstrecke zur Arbeit, Schule, Sport, usw.)
- Mitarbeiterlogistik (Pendler-Km, Bustransfer etc.)

### **3. Stoffliche oder energetische Nutzung von Emissionen**

- Emissionen, die als Rohstoff dienen können, werden im urbanen Umfeld genutzt

### 3. Emissionen im urbanen Raum

4. *Alle Aspekte der globalen Ebene treffen auf das urbane Umfeld ebenfalls zu*

### 4. Emissionen in der Fabrik

Eine ultraemissionseffiziente Fabrik ist eine Fabrik, die keine schädlichen Emissionen erzeugt und zudem noch als Senke für Emissionen dient.

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraemissionseffizienz.*

1. **Es werden Emissionen nur in dem Maße erzeugt, wie sie an anderer Stelle abgebaut werden oder nur in einer Form und Menge, wie sie das natürliche Gleichgewicht nicht stören.**
  - Emissionsmessungen innerhalb der Systemgrenze Fabrik (in der Fabrik)
2. **Minimierung der Emissionen**
  - Aufbereitung aller anfallenden Emissionen (Abwasserreinigung und Wiederverwendung auf dem Fabrikgelände)
  - Dämmung zur Lärmreduzierung
  - Abfallreduktion durch Wiederverwendung/-verwertung
  - Kreislaufführung
  - Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen, Modernisierung des Maschinenparks
3. **Stoffliche oder energetische Nutzung von Emissionen**
  - Nutzung von Emissionen innerhalb der Fabrik (CO<sub>2</sub>-Nutzung zur Algenkultivierung)

### 5. Emissionen in der Produktion

Eine ultraemissionseffiziente Produktion ist durch den Einsatz neuester Maschinen geprägt, in ihr entstehen keine Emissionen. Falls dies technisch nicht möglich ist, werden die Systemgrenzen innerhalb der Produktion separat betrachtet, um diese kontrollierbar zu machen.

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraemissionseffizienz.*

**1. Es werden Emissionen nur in dem Maße erzeugt, wie sie an anderer Stelle abgebaut werden oder nur in einer Form und Menge, wie sie das natürliche Gleichgewicht nicht stören.**

**Minimierung der Emissionen**

- Modernisierung des Maschinenparks
- Kombination von Prozessen in der Produktion zur Minimierung der Emissionen (Synergien, Kreisläufe)

**2. Stoffliche oder energetische Nutzung von Emissionen**

- Kombination von Prozessen in der Produktion zur Nutzung der Emissionen (Synergien, Kreisläufe)

## 6. Emissionen im Prozess

**In einem ultraemissionseffizienten Prozess verlassen keine Emissionen die Systemgrenze. Der Prozess ist dadurch gekennzeichnet, dass er keine negative Beeinflussung auf dessen Umfeld hat und einen positiven Beitrag zum Weltklima leistet.**

**1. Es werden Emissionen nur in dem Maße erzeugt, wie sie an anderer Stelle abgebaut werden oder nur in einer Form und Menge, wie sie das natürliche Gleichgewicht nicht stören.**

- Transparenz und Monitoring, Betrachtung aller Emissionen
- Geschlossenes System

**2. Minimierung der Emissionen**

- Einsatz neuester Technologien zur Minimierung der Emissionen (energieeffiziente Maschinen bspw.)
- Prozesstechnologien anwenden, die optimal hinsichtlich Emissionen sind
- Einsatz von biologisch abbaubaren Stoffen, Stoffe auf biogener Basis, wasserlösliche Lacke etc.
- Standardisierung und Zertifizierungssysteme einführen
- Schalldämmung

## 6. Emissionen im Prozess

- Prozessabwasserreinigung vor Ort
- Reduzierung von gasförmigen Emissionen durch Absaugeinrichtungen und Filter
- Reduzierung/Vermeidung von Staubemissionen durch Absaugeinrichtungen und Filter
- Reduzierung von Geruchsemissionen durch Absaugeinrichtungen und Filter

### 3. Stoffliche oder energetische Nutzung von Emissionen

- Einsatz von Technologien, die Kreislaufführung ermöglichen
- Emissionen verlassen nicht die Systemgrenze (Prozess)
- Verwendung von bspw. „heißen“ Abgasen zur Beheizung (Wärmerückgewinnung) mit anschließender Rauchgasreinigung
- Einsatz von Abfällen/Reststoffen als Wertstoff

## 7. Akteure: wer kann gestalten (Einfluss nehmen)? Mit wem?

*Wer kann die genannten Aspekte beeinflussen*

- Unternehmen (Auswahl von Maschinen, Prozessen, Gebäude)
- Unternehmen als Emissionserzeuger
- Gesetzgeber
- Technologieanbieter / Akteure auf dem Markt
- Energieversorger entscheidet über Strommix
- Mensch und Personal

## 8. Indikatoren

*Zusammenfassung der (wichtigsten) Eintragungen zu Kennzahlen*

Welche Informationen müssen erhoben werden, um die Effizienz (Ultraeffizienz) zu beurteilen?

- Anteil Emissionen (Abgase, Lärm, Geruch, Abfall)
- Emissionen je Produkt
- Belastung von Mensch und Umwelt

- CO<sub>2</sub> pro Kopf
- Feinstaubbelastung
- Ökobilanzierung
- 

## 9. Hemmnisse/Barrieren:

*Können Hemmnisse und Barrieren abgeleitet werden, die einer Nichtumsetzung der in Punkt 1 bis 6 genannten Dinge entgegenstehen?*

- Gesetzgeber (Begrenzung der Emissionen, schärfere Gesetze, Auflagen)
- Mangelnde Förderzuschüsse für innovative saubere Technologien
- Neue Technologien sind zu teuer
- Neue Technologien sind noch nicht in Regelwerken zugelassen (Haftungsprobleme), deshalb wird eine flächendeckende und zügige Umsetzung/Installation verhindert.
- Keine Akzeptanz der Bevölkerung (Fabrik vor der Haustür, dezentral)

## 10. Risiko – Chancen

*Was passiert wenn die Punkte 1 bis 6 (nicht) berücksichtigt werden?*

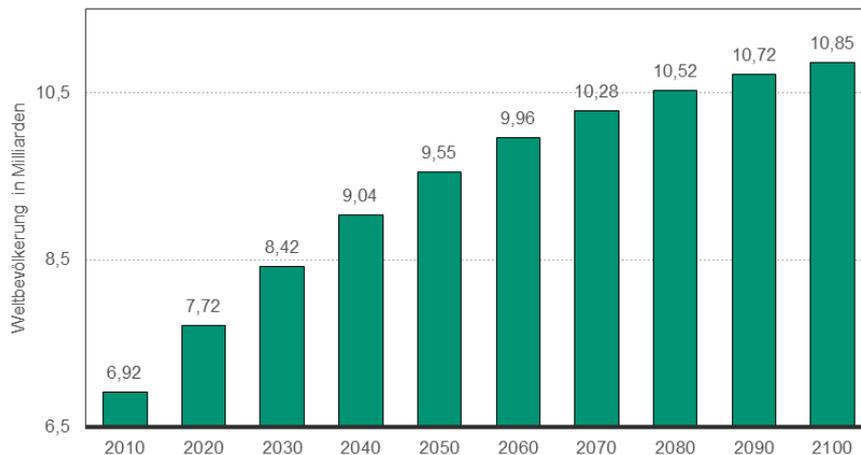
- Negative Auswirkungen auf das Klima/ Verschärfung des Klimawandels
- Unwetter, Temperaturanstieg
- Smog
- Beeinträchtigung der Lebensqualität
- Negative Auswirkungen auf Mensch und Tier, Krankheiten etc..
- ggf. Verhinderung von Technologieentwicklung/-vorsprung
- Kostenanstieg auf verschiedenen Ebenen für alle Beteiligten

### 3.4 Handlungsfeld Mensch

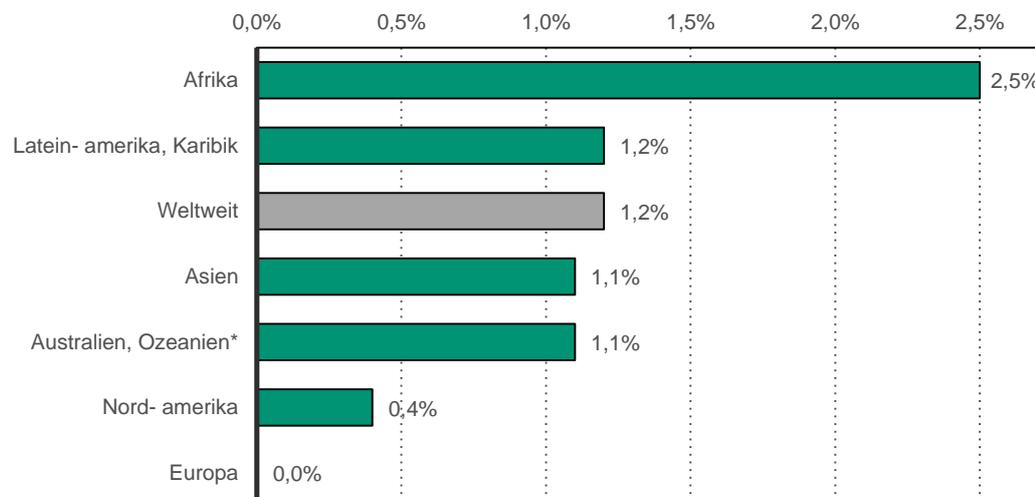
#### Globale Problematik

##### Bevölkerungswachstum und Urbanisation

Die Weltbevölkerung wird bis 2100 auf ca. 11 Milliarden Menschen anwachsen (Abbildung 10). Dabei ist das Wachstum der Bevölkerung nicht gleichmäßig über die Kontinente verteilt. Das signifikant größte Bevölkerungswachstum findet in Afrika statt. In Europa ist kein signifikantes Bevölkerungswachstum erkennbar (Abbildung 11).

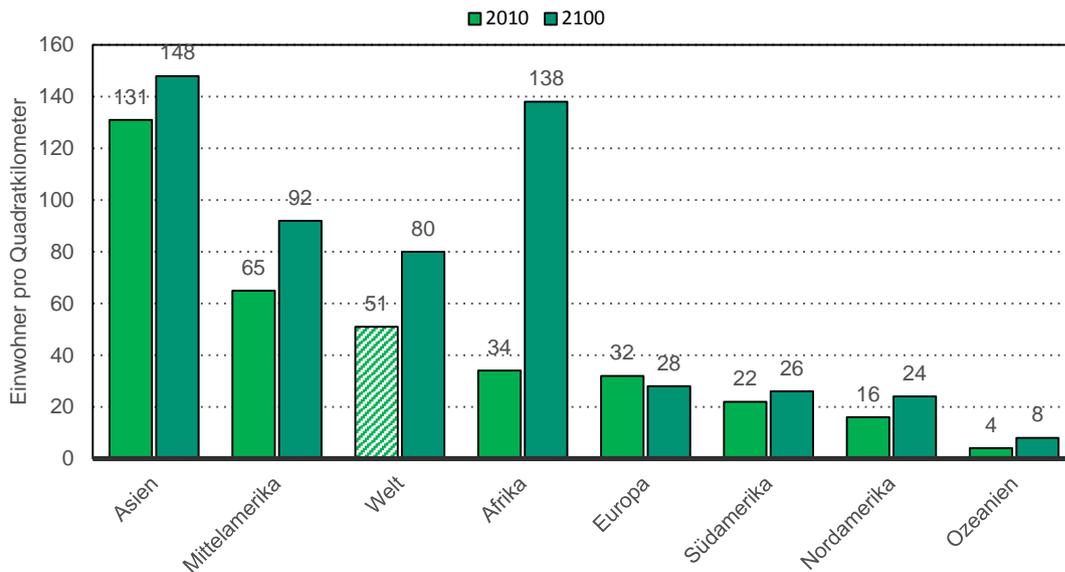


**Abbildung 10 Gesamtbevölkerungswachstum 2010 – 2100 [Quelle: United Nations (Department of Economic and Social Affairs, Population Devition)]**



**Abbildung 11 aktuelles Bevölkerungswachstum über Kontinente [Quelle: Deutsche Stiftung Weltbevölkerung]**

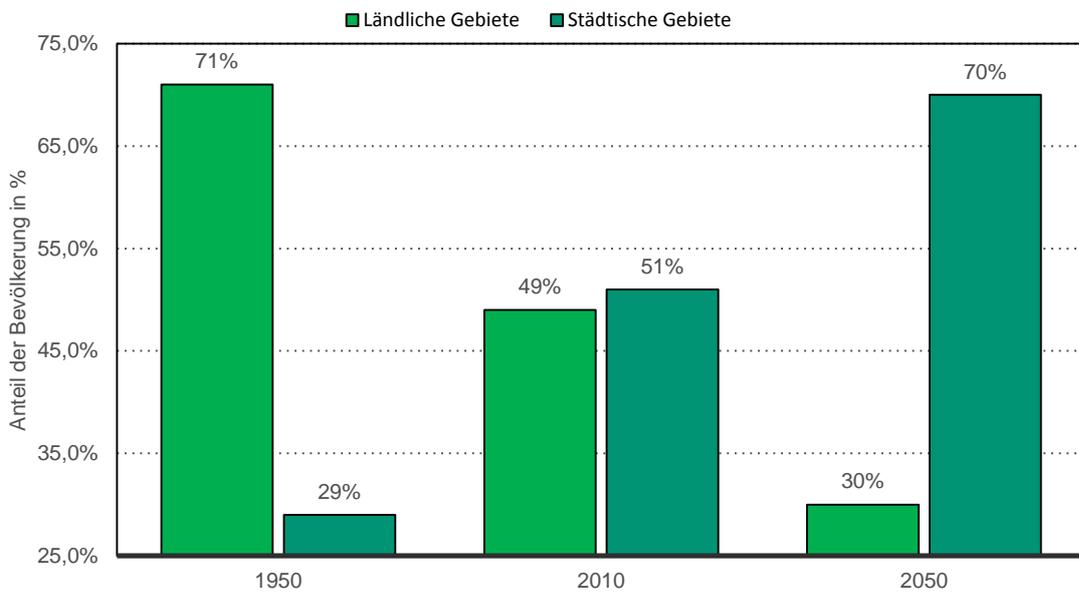
Neben dem Wachstum der Bevölkerung ist die Verdichtung des Lebensraums (Abbildung 12) eine weitere Herausforderung.



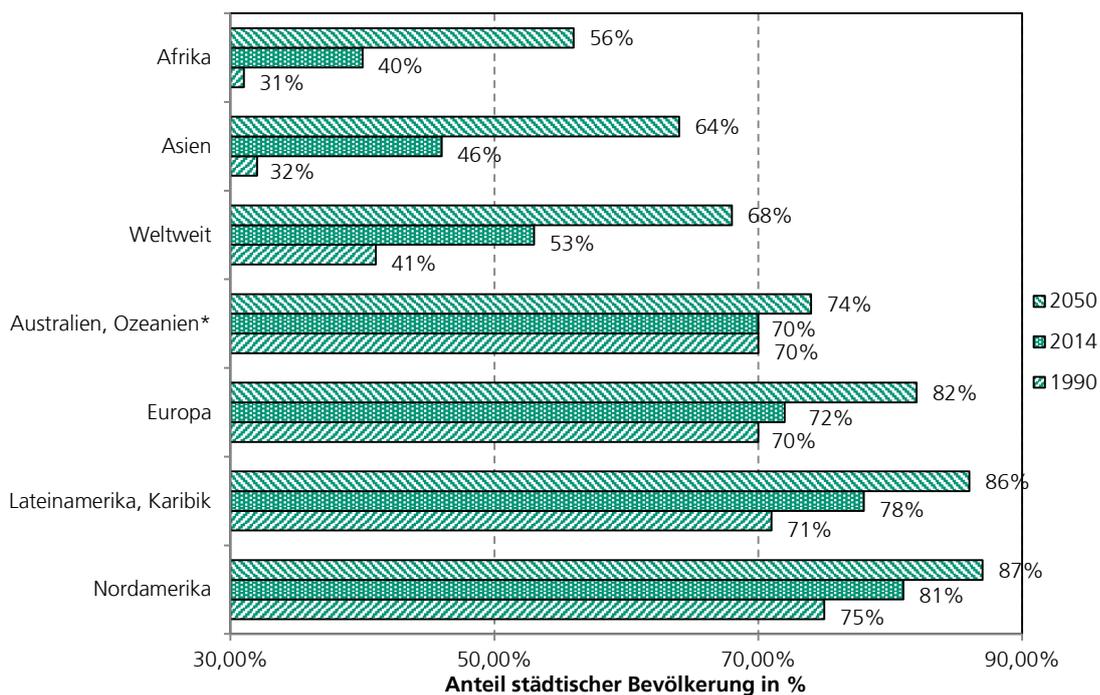
**Abbildung 12 Verdichtung des Lebensraum über Kontinente [Quelle: United Nations (Department of Economic and Social Affairs, Population Division)]**

Der Anteil an Stadtbewohnern wird weiter steigen (Abbildung 13). Die Gründe hierfür sind vielfältig. Die Industrialisierung begründete den Beginn der Land-Stadt-Wanderung, da die Mehrzahl der Industriebetriebe sich im urbanen Umfeld ansiedelt. Weiterhin ist die erhöhte Lebenserwartung in Städten ein Faktor für die größere Zuwachsrates. Durch die Vernetzung und Schnellebigkeit des modernen Lebens, Austausch an Informationen und erhöhte Mobilität, ist eine entsprechend entwickelte Infrastruktur nötig. Diese ist oftmals in Städten besser ausgeprägt, weshalb die Zuwanderung weiter steigt. Diese Effekte sind in Entwicklungsländern signifikant höher (Abbildung 14), als in Industrieländern.

Zusätzlich wird die Bevölkerung in Entwicklungsländern, weshalb die Urbanisierung in Afrika und Asien größer ist.



**Abbildung 13 Anteil der in Städten lebenden Bevölkerung weltweit 1950 – 2050 [Quelle: United Nations]**



**Abbildung 14 Anteil der städtischen Bevölkerung über die Kontinente 1990 – 2014 – 2050 [Quelle: United Nations & Deutsche Stiftung Weltbevölkerung]**

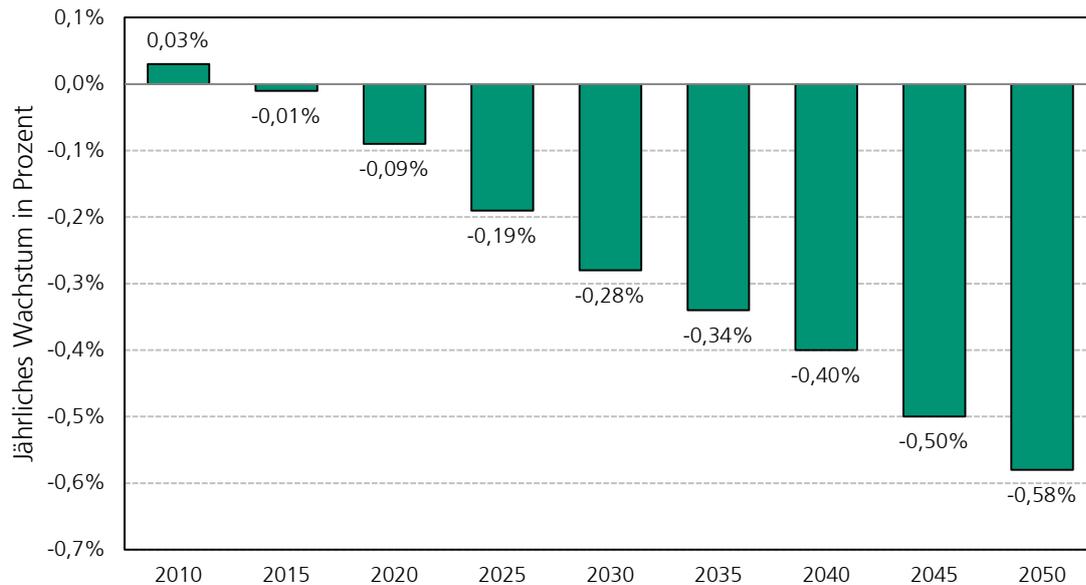
### Steigender Anspruch Einwohner aller Nationen an Wohlstand und Lebensstandard

Durch die Globalisierung steigt der Anspruch der Bevölkerung hinsichtlich Lebensstandard und Sinnhaftigkeit der Arbeit. Gründe sind die verstärkte Vernetzung der Welt durch das Internet und mobile Kommunikation. Damit erhalten auch Menschen in Entwicklungs- und Schwellenländern direkten Zugang zu Informationen und streben nach ähnlichen Idealen, wie in hoch entwickelten Nationen.

Auch in Westeuropa und Nordamerika sowie Ozeanien ändert sich das Bild zur Arbeit. Die Anforderung an die berufliche Tätigkeit verändert sich hinsichtlich Sinnhaftigkeit und Transparenz. War die Selbstverwirklichung noch vor Jahrzehnten auf das private Leben bzw. einige wenige Personen begrenzt, wandelt sich jetzt der Anspruch. Durch die Ausweitung der höheren Bildung auf alle Gesellschaftsschichten wachsen auch die Ansprüche an Arbeitsplatz, die Wohnumgebung und tägliche Arbeitsaufgabe. Der Mensch möchte bei Entscheidungen zu seinem Umfeld partizipieren und informiert werden. Beispiele für unzureichende Einbeziehung der Bevölkerung sind bauliche Großprojekte, was zu Widerstand bei den Bewohnern führt. Hierzu sind Projekte wie der Neubau des Stuttgarter Tiefbahnhofs und der Neubaustrecke Stuttgart-Ulm zu nennen, neben der Hamburger Philharmonie und dem Berliner Flughafen. Ebenso wie bei gesellschaftlich strittigen Bauprojekten sind auch die Produktion sowie Arbeit im Umfeld ein Aspekt, bei dem der Mensch als Bewohner des Umfeldes beteiligt werden möchte.

### **Herausforderungen in Deutschland bzw. Baden-Württemberg**

Im Gegensatz zur weltweiten Entwicklung nimmt die Bevölkerung in Deutschland ab (Abbildung 15). Zum einen nimmt die Geburtenrate bereits seit einiger Zeit ab. Des Weiteren ist die Lebenserwartung der Bevölkerung in Europa durch die Entwicklung in Technologie, Medizin und der Veränderung der Arbeitsbelastung weiter gestiegen.



**Abbildung 15 Bevölkerungswachstum in Deutschland 2010 bis 2050 [Quelle: OECD]**

Durch diese Entwicklung, Rückgang der Geburten und Zunahme der Lebenserwartung, steigt der Altersdurchschnitt der Bevölkerung. Die Gesellschaft altert (Abbildung 16). Die Herausforderungen, welche darauf basieren, sind weniger junge Menschen als Arbeitskräfte. Der Anteil an pflege bedürftigen Menschen wird ansteigen, da die Anzahl der Menschen über 65 Jahre um 50 % (Abbildung 17) anwächst. Auch die verlängerte Beschäftigung von der Bevölkerung fordert eine sich verändernde Arbeitswelt und Aufgaben- sowie Tätigkeitswandel über das Arbeitsleben. Denn ältere Menschen sind sowohl physisch als auch psychisch nicht mit jungen Menschen nach Ihrem Ausbildungsabschluss nicht zu vergleichen.

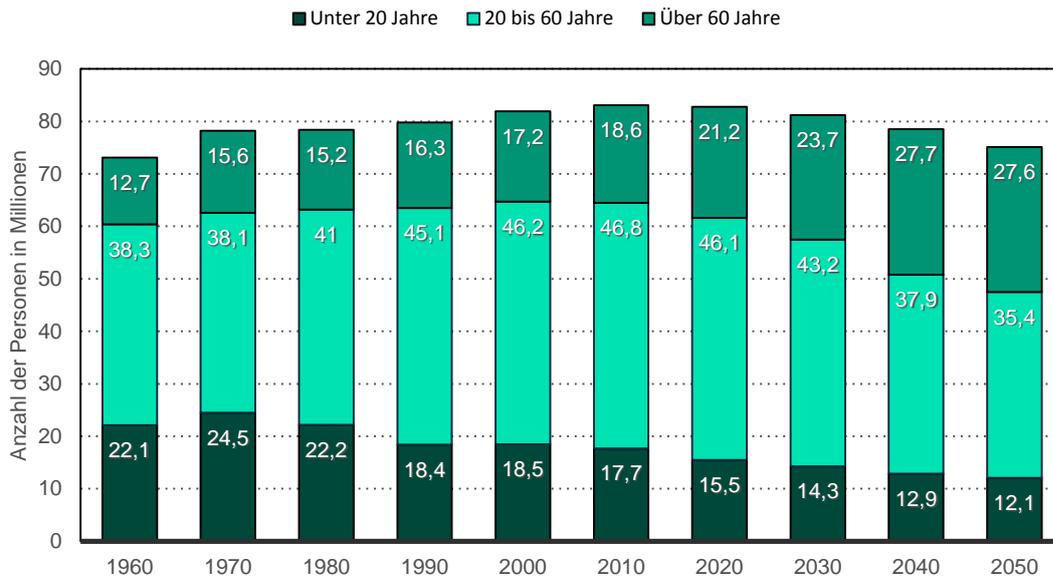


Abbildung 16 Bevölkerungsentwicklung 1960 – 2050 nach Altersgruppen klassifiziert [Quelle: Statistisches Bundesamt]

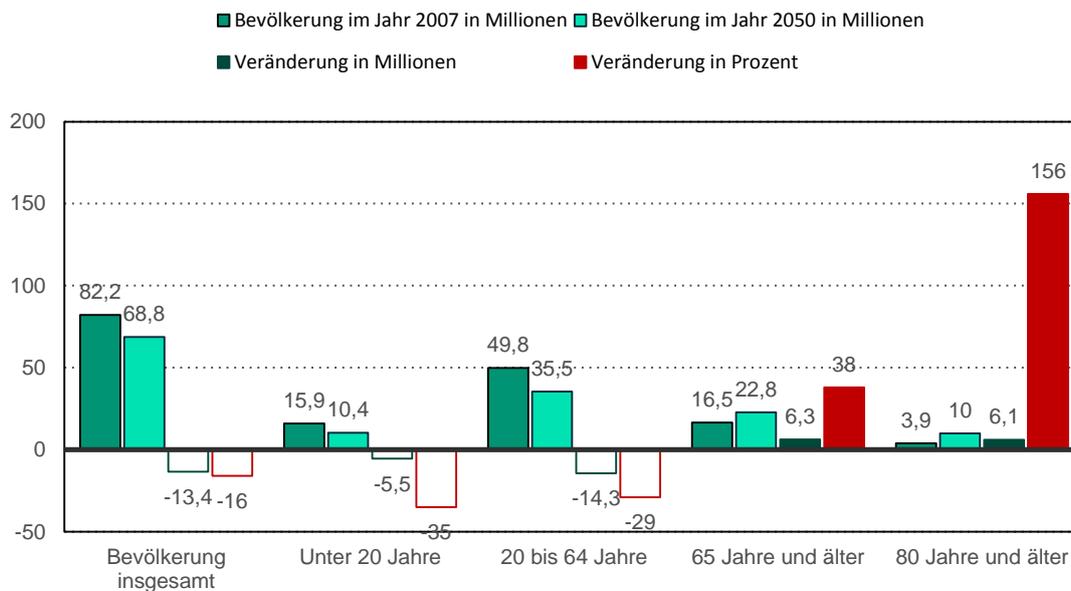


Abbildung 17 Veränderung der Alterszusammensetzung (2007 und 2050) – Bevölkerung in Deutschland [Quelle: Statistisches Bundesamt]

Wie auch in der Welt wird die Attraktivität der urbanen Zentren die Menschen anziehen. Die Urbanisierung ist in Deutschland bereit auf einem hohen Niveau (ca. 72 % - siehe Abbildung 14) wird aber weiterhin zunehmen (ca. 82 % bis 2050 – siehe Abbildung 14). Durch den Lebensstandard und die Ansprüche an

ein lebenswertes Umfeld ergeben sich ganz neue Forderungen an Unternehmen. Der Mensch ist Teil des Systems – Ultraeffizienz und muss als solches behandelt und berücksichtigt werden.

### Urbanes Umfeld

Das Urbane Umfeld stellt eine Symbiose aus allen Interessensgruppen dar. Die Zuordnung der Interessengruppe können je nach Situation abhängig unterschiedlich sein (Abbildung 18).

**In diesem Projekt wird der Faktor Mensch unter zwei Perspektiven berücksichtigt: als Mitarbeiter sowie als Nachbar bzw. Bürger eines städtischen Umfelds der Produktion.**

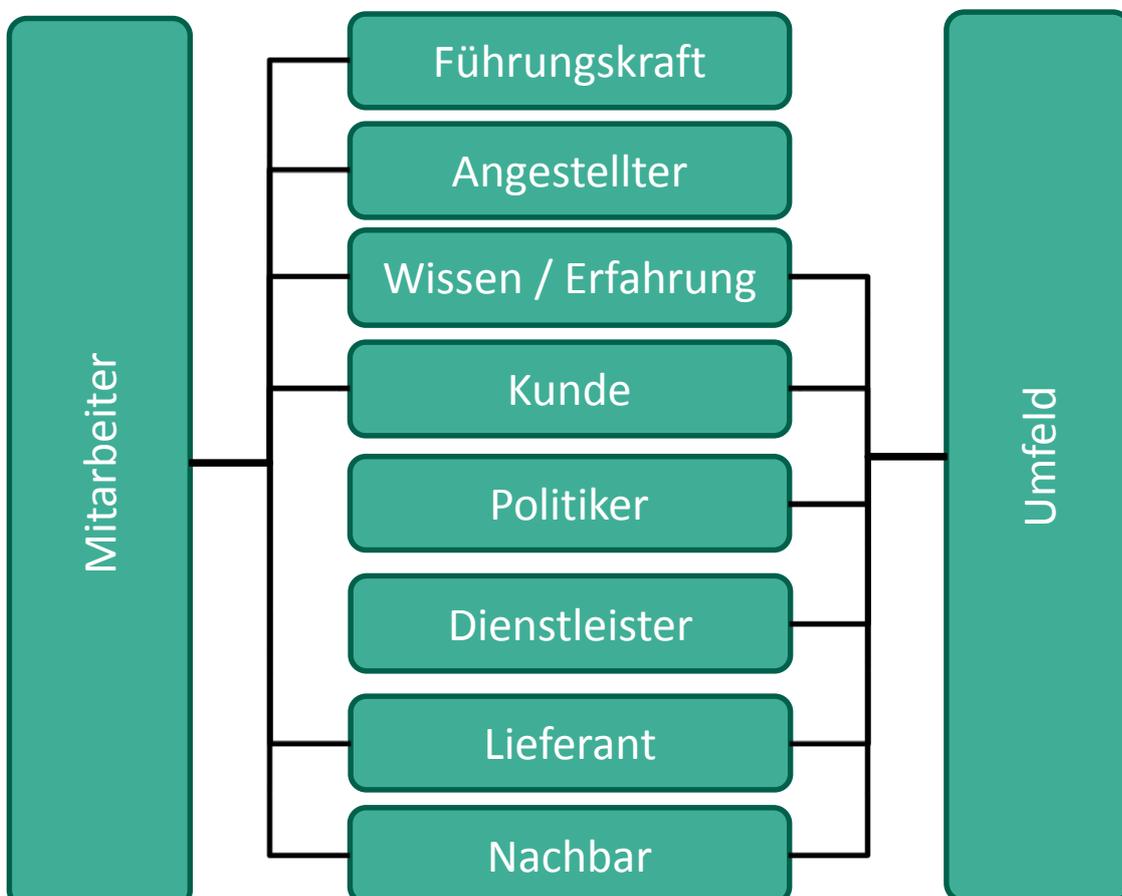


Abbildung 18 Mitarbeiter oder Umfeld – Funktionen des Mensch / Personal

**Der Mensch ist eine wesentliche Voraussetzung für die Produktion. Ultraeffizient ist, so viel Personalkapazität zur Erreichung der Produktionsziele einzusetzen wie nötig und dabei einen so positiven Beitrag für Unternehmen, Mitarbeiter und Nachbarn zu erzeugen, wie möglich.**

## 1. Mensch im globalen Umfeld (Weltsicht)

**Die ultraeffiziente Produktion sorgt global für die Erfüllung der Grundbedürfnisse aller unter unschädlichen, menschenwürdigen, ethisch-moralisch vertretbaren und förderlichen Bedingungen für die Mitarbeiter. Die entsprechenden normativen Rahmenbedingungen werden von der Politik geschaffen.**

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraenergieeffizienz.*

**Ultraeffizient im globalen Umfeld beinhaltet die die Aspekte  
Arbeitskraft und Nachbarschaft**

### **1. Schaffung und Aufrechterhaltung einer lebenswerten Umgebung im Lebensumfeld der Menschen.**

Befriedigung der Grundbedürfnisse

Jeder Mensch hat nach der Maslow'schen Pyramide entsprechende Bedürfnisse. Als Grundbedürfnisse können nach Maslow Physiologische Bedürfnisse bezeichnet werden. Anspruch auf Essen, Trinken, Schlaf und Sexualtrieb. Weiterhin zählen zu den Grundbedürfnissen das Sicherheitsbedürfnis wie auch Soziale Bedürfnisse. Die Erfüllung dieser Bedürfnisse soll für die gesamte Bevölkerung erfüllbar sein.

Befriedigung der weiteren Bedürfnisse

Nach Stillung von den Grundbedürfnissen sind auch die Erfüllung von weiteren Bedürfnissen wie Individualbedürfnisse, Kognitiven Bedürfnisse, Ästhetische Bedürfnisse Selbstverwirklichung und Transzendenz im Fokus. Dazu ist aber meist die Erfüllung der Grundbedürfnisse Voraussetzung.

## 1. Mensch im globalen Umfeld (Weltsicht)

### Kennzahl:

- Lebenserwartung
- Gesundheitsstand
- Anzahl Hungernder
- Anzahl Menschen ohne sauberes Grundwasser
- Bildungsstand
- Relativer Lebensstandard

### Maßnahmen zur Erreichung einer Ultraeffizienz auf globaler Ebene

- Finanzielle Unterstützung armer Staaten durch reiche
- Demokratie
- Bildung und Bildungstransfer
- Bereitstellung technischen Wissens
- Infrastruktur
- Gesundheit in unterentwickelten Staaten fördern
- Gesetze

## 2. Schaffung und Aufrechterhaltung einer lebenswerten Arbeitsumgebung

Meist dient die berufliche Beschäftigung der Erfüllung der Bedürfnisse nach Maslow. Doch auch während der beruflichen Beschäftigung sind die Bedürfnisse vorhanden und spielen eine Rolle, wenn man einzig die Arbeitskraft beschreibt.

### Kennzahl:

- Anzahl Arbeitsunfälle
- Schwergrad der Unfälle
- Anzahl arbeitender Kinder
- Anzahl Krankenversicherter
- Anteil Altersarmut
- Lohn MA/Vorstand
- Produktivität/Arbeitstage im Jahr
- Urlaubstage/Jahr

### Maßnahmen zur Erreichung einer Ultraeffizienz auf globaler Ebene

- Bildung und Bildungstransfer
- Gesetze
- Sanktionen
- Technisches Wissen

## 1. Mensch im globalen Umfeld (Weltsicht)

- Einführung von Krankenversicherungen
- Einführung von Renten- und Pflegeversicherung
- Standard für Arbeitsplätze durchsetzen
- Information über neue Forschung und Erkenntnisse

## 2. Mensch in Baden-Württemberg

**Die ultraeffiziente Produktion führt in Baden-Württemberg zu einer Sicherstellung der Vorreiterrolle des Landes als Innovationsführer. Sie sichert damit den Wohlstand unseres Landes und seiner Bürger und stärkt die Attraktivität des Standorts Baden-Württemberg für Unternehmen und Menschen.**

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraenergieeffizienz.*

Neben den Aspekten der Arbeitskraft und der Nachbarschaft werden durch die Ultraeffizienz weitere Forderungen bzgl. Mensch interessant. Denn neben den Bedürfnissen der Menschen ist die Verfügbarkeit von Arbeit im Umfeld der Menschen interessant.

### Kennzahl:

- Innovationsgrad
- Lohn-/Gehaltsniveau
- Arbeitszufriedenheit
- Einkommensdurchschnitt
- Arbeitslosenquote
- Mietspiegel
- Kinderbetreuung/Kind
- Betreuungsangebote für Rentner
- Anzahl Arbeitsunfälle
- Schweregrad der Unfälle
- Anzahl arbeitender Kinder
- Anzahl Krankenversicherter
- Anteil Altersarmut
- Lohn MA/Vorstand
- Produktivität/Arbeitstage im Jahr

## 2. Mensch in Baden-Württemberg

- Urlaubstage/Jahr

Maßnahmen zur Erreichung von Ultraeffizienz bezogen aufs Land Baden-Württemberg:

- Forschung und Entwicklungsprojekte fördern
- Unterstützung von regionalen Innovationsclustern
- Forderung des Austauschs der lokalen Wirtschaftsteilnehmer
- Standortattraktivität steigern
- Betreuungsangebote (extern und unternehmensintern) schaffen
- Erholungsräume schaffen bzw. erhalten
- Jobs mit unterschiedlichen Fertigungsanforderungen schaffen

## 3. Mensch im urbanen Raum

**Die ultraeffiziente Produktion steigert die Attraktivität des Umfelds Stadt. Sie basiert auf integrierten, harmonischen Mischgebieten mit guter Versorgung und ist daher stadtkompatibel und führt zu regionalen Wirtschaftskreisläufen.**

**Ultraeffizienz im urbanen Umfeld beinhaltet die Aspekte Stadt, Unternehmen und Bürger**

### 1. Schaffung eines lebenswerten Umfeldes durch Maßnahmen der öffentlichen Verwaltung

Im Urbanen Raum sind neben den Kriterien des Bundeslandes Baden-Württemberg weitere Aspekte der öffentlichen Verwaltung interessant. Die lokale Verwaltung kann beispielsweise die Attraktivität des Standorts durch Anreize für Unternehmen erhöhen. Außerdem ist die Organisation des öffentlichen Personennahverkehrs Aufgabe der öffentlichen Verwaltung.

**Kennzahl:**

- Grünquote
- Versorgungsquote (Anzahl Bürger je Einrichtung)
- Gesundheitsindex
- Bildungsniveau
- Zufriedenheitsfaktor
- Arbeitslosenquote

### 3. Mensch im urbanen Raum

Maßnahmen zur Ultraeffizienz des urbanen Raumes:

- Erholungsräume schaffen
- Modernisierung und/oder Neustrukturierung von innenstadtnahen Wohngebieten
- Nahverkehr verbessern
- Vergnügungs- und Kulturangebote erweitern, schaffen und bereichern

#### 2. Schaffung eines lebenswerten Umfeldes durch das Unternehmen

Auch Unternehmer haben als Wirtschaftsteilnehmer und Partizipation des sozialen Umfeldes entsprechende Möglichkeiten Einfluss auf die Entwicklung des Umfeldes zu nehmen. Das Unternehmen beschäftigt Menschen aus der direkten Nachbarschaft, vertreibt die Produkt auch lokal und zahlt Steuern, die dem Gemeinwohl zu Gute kommen.

Kennzahl:

- Einkommen
- Flächenverbrauch
- Beteiligungsgrad der Bevölkerung
- Zufriedenheitsfaktor
- Versiegelungsgrad (Grad der versiegelten Flächen)
- Versorgungsstrecke für das tägliche Leben

Maßnahmen zur Ultraeffizienz des urbanen Raumes:

- Unsichtbare Fabrik
- Arbeit und Umfeld an einem Platz (Urbane Produktion, Ansiedelung von Arzt, Kinderbetreuung und Altenpflegeangebote)
- Verkehr reduzieren (Lärm, Abgase)

#### 3. Schaffung einer lebenswerten Umgebung durch die Nachbarschaft

Die Menschen im urbanen Raum sind sowohl als Mitarbeiter, Dienstleister, beteiligte Nachbarschaft und als Kunden zu betrachten. Je nach Anwendungsfall können sich diese Bereiche auch überschneiden bzw. fließend sein. Als weitere Wirtschaftsteilnehmer können Sie ebenfalls Einfluss auf die Entwicklung des Umfeldes haben.

Kennzahl:

- Mietpreishöhe
- Bildungsniveau
- Einkommen

### 3. Mensch im urbanen Raum

- Pendelquote (Dauer und Entfernung Wegstrecke Leben-Arbeiten)

Maßnahmen zur Ultraeffizienz des urbanen Raumes:

- Urban Farming
- Vertikales Bauen
- Arbeit und Umfeld an einem Platz (Urbane Produktion, Ansiedelung von Arzt, Kinderbetreuung und Altenpflegeangebote)
- Verkehr reduzieren (Lärm, Abgase)

### 4. Mensch in der Fabrik

**Ultraeffizienz in der Fabrik wirkt positiv auf Produktivität und Wohlbefinden der Mitarbeiter. Sie basiert auf der Kooperation im Betrieb und zwischen Betrieb und Umfeld. Durch gemeinsame Planung werden Personaleinsatz und Produktionskapazität zum Wohle aller Beteiligten flexibler gestaltet. Der positive Beitrag der Produktion zum Umfeld wird optimiert, anstatt nur den negativen Beitrag zu minimieren.**

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraenergieeffizienz.*

Die Fabrik hat Einfluss auf das direkte Umfeld und den internen Ablauf. In Bezug auf Ultraeffizienz hinsichtlich Menschen sind Einflüsse der Fabrik auf Mensch und der Einfluss des Menschen auf die Fabrik beachtenswert.

#### 1. Einfluss Fabrik auf Mensch

Die Fabrik befindet sich in einem Umfeld mit Menschen. Deshalb kann die Fabrik Auswirkungen auf das Leben dieser Menschen haben. Dabei sind sowohl Aspekte innerhalb der Fabrik als auch mit der direkten Nachbarschaft.

Kennzahl:

- Arbeitsunfälle
- Krankenstand
- Fluktuation
- Lärmbelastung in der Produktion

Maßnahmen zur Ultraeffizienz des urbanen Raumes:

## 4. Mensch in der Fabrik

- Beleuchtung
- Raumklima
- Arbeitsplatzausstattung
- Reduktion von Geräuschemissionen
- Aktive Mittagspause / Sportmöglichkeiten / Erholungsmöglichkeiten
- Kinderbetreuung
- Verpflegung
- Kantine und Kindertagesstätte öffnen
- Betriebsausflug und Gemeinschaftstätigkeiten
- Abteilungs- zur Prozessschicht
- Nahwärme & -energie anbieten
- medizinische Betreuung

### 2. Einfluss Mensch auf die Fabrik

Der Mitarbeiter hat, als Teil der Fabrik, auch Einfluss auf die Fabrik.

**Kennzahl:**

- Zufriedenheit der Mitarbeiter
- Leistungsbereitschaft
- Verbesserungsvorschlag pro Mitarbeiter
- Know-How-Transfer und interne Weiterbildungsquote

**Maßnahmen** zur Ultraeffizienz des urbanen Raumes:

- Soft-Skills der Führungskräfte stärken
- Angepasst Qualifizierungsmethoden
- Leistungsbezogene Boni
- Vorschlagswesen einführen
- Mitspracherecht
- Bewusstsein / Motivation für Energieeffizienz usw. schaffen
- angepasste Qualifizierungsmaßnahmen und Einsatz der Mitarbeiter nach Alter etc.
- flexibler aber abgestimmter Personaleinsatz
- neue Arbeitszeitmodelle
- Berücksichtigung von Qualifikation und Entfaltungswünschen

## 5. Mensch in der Produktion

## 5. Mensch in der Produktion

**Die ultraeffiziente Produktion wirkt sich positiv auf Personal und Organisation aus. Sie unterstützt Wohlbefinden und Entfaltung der Mitarbeiter, die angemessen gefordert werden. Flexibilität und Lernen der Organisation werden gesteigert.**

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraenergieeffizienz.*

Ultraeffizienz auf Produktionsebene beinhaltet den Mensch als Arbeitskraft bzw. Prozess als Einfluss auf die Arbeitskraft. Der Mensch stellt im Sinne der Ultraeffizienz ein Teil der Produktion dar und die Interaktionen sollten optimiert werden.

### Kennzahl:

- Arbeitsunfälle
- MA-bedingte Fehlerrate
- psychologischer und physiologischer Zustand des Mitarbeitenden
- Mitarbeiterzufriedenheit
- Ergonomiekennzahlen
- Krankenstand
- Fluktuation

### Maßnahmen zur Erreichung von Ultraeffizienz in der Produktion bzgl.

Mensch bzw. Personal

- Arbeitsschutz und –sicherheit
- Automatisierung repetitiver Tätigkeiten
- gezielte Nutzung menschlichen Potenzials (Kreativität, ...)
- Ergonomieuntersuchung mit 3D-Modellen
- ergonomische Arbeitsplatzgestaltung
- schonende Abläufe
- förderliche Ausstattung
- sichere Abläufe
- Job Enrichment
- Job Enlargement
- Job Rotation
- flexible Arbeitszeitmodelle
- intuitive Mensch-Maschine Steuerung
- Entkopplung Mensch-Maschine wo zweckmäßig (Gefahr, ...)

## 5. Mensch in der Produktion

- Befähigung der MA (Autonomie, Einbindung, Verantwortung, Qualifikation)
- gesundheitlich geschickte Kombination der einzelnen Prozesstätigkeiten
- soziale Bedürfnisse berücksichtigen
- Integration der Mitarbeiter in die Organisation
- klar definierte Zielsysteme
- transparente Kommunikation (Führungskraft, Kollegen)
- Einbindung der Mitarbeiter in Veränderungsprozesse

## 6. Mensch im Prozess

**Ultraeffiziente Prozesse sind förderlich für Mensch und Organisation. Wohlbefinden und Entfaltung angemessen geforderter Mitarbeiter werden gesteigert, Sinn wird vermittelt. Die Organisation wird flexibler und lernender.**

*Zusammenfassung der Eintragung in den Fragebögen „Ultraeffizienz Sicht“ und Möglichkeiten zur Steigerung der Ultraenergieeffizienz.*

Ultraeffizienz auf Prozessebene beinhaltet den Mensch als Arbeitskraft bzw. Prozess als Einfluss auf die Arbeitskraft. Der Mensch stellt im Sinne der Ultraeffizienz ein Teil des Prozesses dar und sollte optimiert werden.

**Kennzahl:**

- Arbeitsunfälle
- MA-bedingte Fehlerrate
- MA-Zufriedenheit
- Ergonimiekennzahlen
- Krankenstand
- Fluktuation
- Psychologischer Zustand der MA
- Physiologischer Zustand der MA

## 6. Mensch im Prozess

Maßnahmen zur Erreichung von Ultraeffizienz im Prozess bzgl. Mensch:

- Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit
- Automatisierung repetitiver Tätigkeiten
- Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung
- Ergonomieuntersuchungen mit 3D-Modellen
- Schonende Abläufe
- Flexible Arbeitszeitmodelle
- Job Enrichment
- Job Rotation
- Förderliche Ausstattung
- Job Enlargement
- Gezielte Nutzung menschlichen Potentials (Kreativität, Sichtweisen und Erfahrungen, etc.)
- Intuitive Mensch-Maschine-Steuerung (positive HMI)
- Entkopplung von Mensch-Maschine (Zweckmäßigkeit, Gefahrenberücksichtigung)

## 7. Akteure: wer kann gestalten (Einfluss nehmen)? Mit wem?

*Wer kann die genannten Aspekte beeinflussen*

- Legislative – Schaffung entsprechender Gesetze & Vorschriften
- Städte – Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen sowie Mischgebiete
- Unternehmen als Arbeitgeber
- Technologieanbieter /Akteure auf dem Markt (was wird angeboten)
- ...

## 8. Indikatoren

*Zusammenfassung der (wichtigsten) Eintragungen zu Kennzahlen*

Welche Informationen müssen erhoben werden, um die Effizienz (Ultraeffizienz) zu beurteilen?:

## 8. Indikatoren

Hier: für Situation in Deutschland/BaWü

- Mensch in der Produktion
  - Anzahl Arbeitsunfälle
  - Krankenstand
  - Fluktuation
  - Arbeitszufriedenheit
  - Mitarbeiterbedingte Fehlerrate
- Produktion in der Stadt
  - Eintrag der Produktion durch Emissionen: Lärm, Schadstoffe, Geruch
  - Flächenverbrauch und Versiegelungsgrad
  - Innovationsgrad
- Mensch in der Stadt
  - Lebenserwartung, Gesundheitsstand
  - Bildungsniveau
  - Relativer Lebensstandard / Einkommensdurchschnitt
  - Versorgungsquote (Bürger je Einrichtung) & Versorgungsstrecke
  - Zufriedenheitsfaktor

## 9. Hemmnisse/Barrieren:

*Können Hemmnisse und Barrieren abgeleitet werden die einer Nichtumsetzung der in Punkt 1 bis 6 genannten Dinge entgegenstehen?*

- Fehlende/ ungenügende/ falsche Anreizsysteme zum Ausbau der Berücksichtigung von Mensch bzw. Personal
- Unangemessene normative Gegebenheiten
- 
- ...

## 10. Risiko – Chancen

*Was passiert wenn die Punkte 1 bis 6 (nicht) berücksichtigt werden?*

Bei Berücksichtigung:

- Ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Weiterentwicklung
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit (auf regionaler/städtischer/ Unternehmensebene)

Bei Nicht-Berücksichtigung:

- Verschärfung des Fachkräftemangels
- Verschlechterung von Image und Akzeptanz der Produktion in der Bevölkerung
- Reduktion der Wettbewerbsfähigkeit von Region/Stadt/Unternehmen
- ...

### 3.5 Handlungsfeld Organisation

**Eine Organisation ist ein zielorientiertes Handlungssystem mit interpersoneller Arbeitsteilung. Die Organisationsstruktur legt für jede organisatorische Einheit die Aufgaben fest und regelt die Beziehungen zwischen den Einheiten. Neben Motivationsüberlegungen bestimmen vor allem Koordinationsüberlegungen die Gestaltung von Organisationsstrukturen. Als Ausgangspunkt des institutionellen Organisationsbegriffs ist eine übergeordnete funktionale Sicht des Managements wichtig. In funktionaler Sicht ist die Gesamtheit der notwendigen Steuerungshandlungen im Unternehmen als Management zu bezeichnen. Die sozial- bzw. organisationstechnische Sicht liegt hierbei dem funktionalen Organisationsbegriff zu Grunde. Hierbei baut die Organisation auf der Planung der zukünftigen Handlungsprogramme auf und hat zur Aufgabe die Programme durchzusetzen.**

**In methodischer Hinsicht empfiehlt sich in diesem Projekt eine Trennung der Gestaltung von Aufbau- und Ablaufstrukturen. Die Aufbauorganisation, deren Elemente die Stellen und Stellenzusammenfassungen sind, ist von der Betriebsgröße und von der Rechtsform abhängig. Die Ablauforganisation hat dagegen die Organisation des Arbeitsablaufes im Hinblick auf dessen Gestaltung zum Gegenstand. Hierunter zählen alle Regeln, die den Betriebsprozess in zeitlicher, quantitativer und qualitativer Hinsicht betreffen. Betrachtet werden im Rahmen des Projekts Ultraeffizienzfabrik sowohl normative-, strategische- sowie operative Einflussgrößen der Organisation.**

*Definition Ultraeffizienz im Handlungsfeld Organisation*

Das Vorhandensein einer Organisationsstruktur auf den unterschiedlichen Betrachtungsebenen einer Fabrik ist Voraussetzung für ein reibungsloses Zusammenwirken der verschiedenen Anspruchsgruppen. Eine Organisation umfasst dabei alle Regelungen, die für die Koordination des Unternehmensgeschehens und für dessen Ausrichtung am Unternehmensziel sorgen. Die Organisation setzt die Handlungsprogramme entsprechend des Ablaufes um und sorgt für den Rahmen und die Regeln der Umsetzung innerhalb eines Unternehmens. Ultraeffizient ist eine unternehmerische Organisation, wenn die Situationsbedingungen in einem möglichst hohen Ausmaß und ausschließlich die Zielerreichung fördert. Dies bedeutet, durch organisatorische Strukturen und Regeln ein Optimum dessen zu erreichen, wie Maßnahmen schnell und reibungslos in ein Unternehmen implementiert und umgesetzt werden können.

## 1. Organisation im globalen Umfeld (Weltsicht)

In einem ultraeffizienten globalen Umfeld ist die Organisation der beteiligten Unternehmen geprägt durch Werte, Leitbilder und strategischen Zielvorstellungen, welche die Kooperation mehrerer Unternehmen unabhängig vom Standort als Wertschöpfungsverbund hinsichtlich ökonomischer, ökologischer sowie sozialer Aspekte effizient ermöglichen. Hierbei wird besonderer Wert auf das Zusammenspiel dieser Aspekte und deren Interdependenzen gelegt.

### 1. Globales Wertstrommanagement

Ganzheitliche Optimierung im Interesse aller beteiligten Unternehmen zu einem Gesamtoptimum. Die gesamte Wertschöpfungskette / -netzwerk steht im Vordergrund der Optimierung

### 2. Selbstregulierenden Mechanismus am Markt platzieren z.B. durch ein Bieterverfahren (siehe CO2-Zertifikate)

### 3. Betreibermodell für eine Zusammenarbeit unterschiedlicher Kompetenzträger in einem Verbund

### 4. Produktion / Produktindividualisierung möglichst in Kundennähe

### 5. Nutzen der Prinzipien einer fraktalen Organisationsstruktur

Fraktale als autonome, dynamische und selbstähnliche Gebilde, die nach dem Prinzip der Selbstorganisation und Selbstoptimierung als eigenständige Unternehmenseinheiten agieren. Sie wirken an ihrer Entstehung, Veränderung und Auflösung aktiv mit und richten ihre Ziele an den generellen Unternehmenszielen aus.

## 1. Organisation im globalen Umfeld (Weltsicht)

### 6. Selbstlernende Organisationen

Befähigen Menschen innerhalb von Organisationen kontinuierlich zu lernen und sich somit kontinuierlich zu verbessern.

## 2. Organisation in Baden-Württemberg

**In einem ultraeffizienten Umfeld innerhalb von Baden-Württemberg ist die Organisation der beteiligten Unternehmen geprägt durch Werte, Leitbilder und strategischen Zielvorstellungen, welche die Kooperation mehrerer Unternehmen in Baden-Württemberg als Wertschöpfungsverbund hinsichtlich ökonomischer, ökologischer sowie sozialer Aspekte effizient ermöglichen.**

### 1. BW Wertstrommanagement

Ganzheitliche Optimierung im Interesse aller beteiligten Unternehmen zu einem Gesamtoptimum. Die gesamte Wertschöpfungskette / -netzwerk steht im Vordergrund der Optimierung

### 2. Selbstregulierenden Mechanismus am Markt platzieren z.B. durch ein Bieterverfahren (siehe CO2-Zertifikate)

### 3. Betreibermodell für eine Zusammenarbeit unterschiedlicher Kompetenzträger in einem Verbund

### 4. Produktion / Produktindividualisierung möglichst in Kundennähe

### 5. Nutzen der Prinzipien einer fraktalen Organisationstruktur

Fraktale als autonome, dynamische und selbstähnliche Gebilde, die nach dem Prinzip der Selbstorganisation und Selbstoptimierung als eigenständige Unternehmenseinheiten agieren. Sie wirken an ihrer Entstehung, Veränderung und Auflösung aktiv mit und richten ihre Ziele an den generellen Unternehmenszielen aus.

### 6. Selbstlernende Organisationen

Befähigen Menschen innerhalb von Organisationen kontinuierlich zu lernen und sich somit kontinuierlich zu verbessern.

## 2. Organisation in Baden-Württemberg

7. Bündelung von Kompetenzen mehrerer Unternehmen in Baden-Württemberg zur Nutzung von Synergieeffekten.

## 3. Organisation im urbanen Raum

In einem ultraeffizienten und urbanen Umfeld ist die Organisation der beteiligten Unternehmen geprägt durch Werte, Leitbilder und strategischen Zielvorstellungen, welche die Kooperation mehrerer Unternehmen einer Stadt als Wertschöpfungsverbund hinsichtlich ökonomischer, ökologischer sowie sozialer Aspekte effizient ermöglichen. Hierbei sollte besonderes Augenmerk auf Synergieeffekte in Transport, Agglomeration und weiteren Belangen der unternehmerischen Wertschöpfung gelegt werden. Ebenfalls sind die Auswirkungen der Unternehmen auf ihr urbanes Umfeld von Relevanz im Hinblick auf die ultraeffiziente Fabrik.

### 1. Urbanes Wertstrommanagement

Ganzheitliche Optimierung im Interesse aller beteiligten Unternehmen zu einem Gesamtoptimum. Teile der Wertschöpfungskette / -netzwerke im jeweiligen urbanen Umfeld stehen im Vordergrund der Optimierung.

### 2. Selbstregulierenden Mechanismus am Markt (lokal) platzieren z.B. durch ein Bieterverfahren (siehe CO<sub>2</sub>-Zertifikate).

### 3. Betreibermodell für eine Zusammenarbeit unterschiedlicher Kompetenzträger in einem Verbund / urbanen Verband.

### 4. Produktion / Produktindividualisierung möglichst in Kundennähe.

### 5. Nutzen der Prinzipien einer fraktalen Organisationstruktur.

Fraktale als autonome, dynamische und selbstähnliche Gebilde, die nach dem Prinzip der Selbstorganisation und Selbstoptimierung als eigenständige Unternehmenseinheiten agieren. Sie wirken an ihrer Entstehung, Veränderung und Auflösung aktiv mit und richten ihre Ziele an den generellen Unternehmenszielen / urbanen Zielen aus.

### 6. Selbstlernende Organisationen

Befähigen Menschen innerhalb von Organisationen kontinuierlich zu lernen und sich somit kontinuierlich zu verbessern. Hierbei sind die Ziele der urbanen

### 3. Organisation im urbanen Raum

- 7. Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs als Logistiknetzwerk für Personen und Güter zur Ver- und Entsorgung der Unternehmen im urbanen Umfeld. Damit sollen die Belastungen durch den Verkehr als auch Warentransport so gering wie möglich gestaltet werden.**
- 8. Schnittstellen zwischen Privat- und Berufsleben zur Gewährleistung einer Work-Life Balance.**

Neue Arbeitszeitmodelle und Geschäftsmodelle, wie beispielsweise Home-Office, Ressourcenoptimale Nutzungsmöglichkeiten für Güter. Damit soll die Belastung der Arbeit auf die einzelnen Mitarbeiter so gering wie möglich ausfallen, damit ein sozialverträgliches Arbeiten im urbanen Umfeld möglich ist.
- 9. Integration der Industrieunternehmen in die Stadt unter den Aspekten der Nachhaltigkeit.**
- 10. Integration der Fabrik in die urbane Umgebung in Bezug auf die Gebäudestruktur und deren visueller Integration (visuelle Verschmutzung).**

### 4. Organisation in der Fabrik

**In der ultraeffizienten Fabrik liefert die Organisation den Rahmen, um Mitarbeiter, die Fabrik und das urbane Umfeld optimal miteinander zu integrieren. Innerhalb der Fabrik werden strategische Zielvorgaben sowie Maßnahmen aufgesetzt, um die Abläufe der Wertschöpfung ultraeffizient zu gestalten.**

- 1. Vorgaben bezüglich Kooperation in Energieversorgung für eine Fabrik um möglichst geringe Verschwendung der Ressourcen zu gewährleisten.**

Kennzahlen:

  - Anteil erneuerbarer Energien

Maßnahme:

  - Energie transportabel machen
- 2. Die Stoffkreisläufe in einer Fabrik / einem Unternehmen sind idealerweise integrativ zu betrachten.**

Kennzahlen:

  - Anteil Wiederverwendung der Materialien

Maßnahmen:

  - Hilfsstoffrecycling

#### 4. Organisation in der Fabrik

- Kreislaufführung von gebrauchten Materialien
  - Wiederverwendung von Fehlprodukten und Verschnitt
- 3. Schaffung einer Arbeitsumgebung, die einen möglichst optimalen Einfluss auf das Wohlbefinden und gleichzeitig die Arbeitsproduktivität der Mitarbeiter hat.**
- Maßnahmen:
- Raumbeleuchtung, -klima, Arbeitsplatzergonomie
  - Atmosphäre
- 4. Durch eine Interaktion zwischen unterschiedlichen Bereichen sollte ein optimales Gesamtergebnis entstehen (Von Abteilung zu Prozesssicht zur Gesamtoptimum / z.B. Konstruktion nahe der Produktion)**
- Maßnahmen:
- durchgängige Informationsflüsse im Unternehmen
- 5. Der optimale Einsatz von Mitarbeitern nach persönlichen Präferenzen und Fähigkeiten, Kreativität und Entfaltungswünschen. Hierbei ist auf die optimale Arbeitsumgebung zum Entfalten der Fähigkeiten der Mitarbeiter zu achten.**
- Maßnahmen:
- Erholungsmöglichkeiten und Sportmöglichkeiten am Arbeitsplatz
  - Raumklima
  - Arbeitsausstattung
  - Gemeinschaftsgefühl stärken (Betriebsausflug)
  - Softskills von Führungskräften verstärken
  - Leistungsbezogene Boni
  - Mitarbeitervorschläge umsetzen
- 6. angepasste Qualifizierungsmaßnahmen und Einsatz der Mitarbeiter nach Alter.**
- 7. Kinderbetreuung, Verpflegung, medizinische Betreuung der Mitarbeiter**
- Kennzahlen:
- Happiness Faktor
- Maßnahmen:
- bezahlte Vorsorgeuntersuchungen
- 8. Als zeitlicher Lebensmittelpunkt gesehen wird**
- 9. Kommunikationswege / -mittel verbessern**
- Kennzahlen:

#### 4. Organisation in der Fabrik

- Wert der Mitarbeiterausschüttung für KVPs
- Anzahl der umgesetzten KVP-Vorschläge / Eingereichte KVP-Vorschläge je Mitarbeiter

#### 10. Transparenz steigern / Wissensmanagement steigern

Kennzahl:

- Durchdringungsgrad eines MA-Wikis

#### 11. Vernetzungsgrad

Kennzahlen:

- Anzahl der Verwendung eines Produktes über Closed-Loop Ansatz / Gesamtzahl an Produkten die Closed-Loop Ansatz gehen

#### 12. Intralogistik verbessern

Kennzahlen:

- Prozentualer Anteil der Lagerfläche an wertschöpfender Fläche

#### 13. Werksstruktur optimieren

Kennzahlen:

- Grundflächeneffizienz

#### 14. Lernende Organisation

Kennzahl:

- Nutzungsgrad von KVP, TPM, 5S

#### 5. Organisation in der Produktion

**In einer ultraeffizienten Fabrik wird die Produktion mit Hilfe der Organisation befähigt, alle relevanten Maßnahmen durchzuführen sowie die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen für ultraeffiziente Prozesse und Fertigungsverfahren.**

#### 6. Prozesse optimal aufeinander abgestimmt

Kennzahlen (allg.):

- Prozessauslastung

Maßnahmen (allg.):

- Prozessführung optimieren

#### 7. Kommunikative Produktion (explizites Bewusstsein über die übergreifenden Vorgänge und deren Folgen in der Produktion)

Kennzahlen:

- Vorhandensein von direkten Kommunikationswegen zwischen den Prozessen

### **8. Gesamtstrategie (Vorhandensein expliziter und nachvollziehbarer sowie sich entwickelnder Ziele)**

Ganzheitlichkeit des Zielsystems über das Vorhandensein aller Blickwinkel  
Organisatorischer Durchdringungsgrad des Zielsystems

### **9. Regelkommunikation**

Maßnahmen:

- Etablierung von Regelkommunikationen zwischen Führungskräften und Mitarbeitern

### **10. Schlanke Produktion**

Maßnahmen:

- schlanke Produktion

Kennzahlen:

- Durchlaufzeit, Auftragsbestand in der Produktion (WIP),
- Lagerumschlagshäufigkeit

### **11. Siehe Prozesse**

## **6. Organisation im Prozess**

**Die ultraeffizienten Prozesse und deren Anordnung werden durch die Organisation in Produktion und Fabrik optimal unterstützt und befähigt, eine höchstmögliche Leistung im Zusammenspiel miteinander zu erbringen. Damit sind die Wertschöpfung sowie die direkt damit verbundenen Prozesse im Zusammenspiel optimal ausgelegt und**

### **1. Der Prozess keine negativen Einflüsse auf den Menschen ausübt (psychologisch, physiologisch, etc.)**

Kennzahlen:

- Arbeitsunfälle
- psychologische und physiologischer Zustand
- Krankheitstage

Maßnahmen:

- Automatisierung von repetitiven Tätigkeiten

## 6. Organisation im Prozess

- Ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes
- schonende Abläufe und Ausstattung
- sichere Arbeitsplätze

### 2. Der Prozess einen positiven Einfluss auf den Menschen hat (persönliche Entfaltung, körperliches Wohlbefinden)

#### Kennzahlen:

- Ergonomiekennzahlen
- Mitarbeiterzufriedenheit

#### Maßnahmen:

- Transparenz und Monitoring des Energieverbrauchs

### 3. Der Mensch als Fehlerquelle ausgeschlossen ist

#### Kennzahlen:

- menschenbedingte Fehlerrate

#### Maßnahmen:

- Intuitive Mensch-Maschine Steuerung
- Trennung Mensch-Maschine bei Risikoprozessen

### 4. Der Prozess neue Arbeitszeitmodelle unterstützt (HMI, Fernwartung, mobile Endgeräte)

### 5. Der Prozess eine selbstlernende Organisation unterstützt

### 6. Der Prozess den Mensch als Entscheider integriert

#### Kennzahlen:

- Zufriedenheit des Personals
- Energiespeicherung

#### Maßnahmen:

- gute Kommunikation

### 7. Der Prozess den Menschen in seiner Zielerreichung unterstützt

#### Kennzahlen:

- Energiegewinnung

#### Maßnahmen:

- Einsatz des Menschen bei kreativen Aufgaben

### 8. Der Prozess motivierend auf das Personal einwirkt

#### Kennzahl:

- psychologische und physiologischer Zustand

#### Maßnahmen:

## 7. Akteure: wer kann gestalten (Einfluss nehmen)? Mit wem?

Wer kann die genannten Aspekte beeinflussen

- Auf kleinster Einheit sind dies die Unternehmen als Organisationseinheit und deren interne Aufstellung ihrer Aufbau- und Ablauforganisation, welche die Prozesse und Abläufe für die Wertschöpfung organisieren. Damit wird ein großer Teil dessen abgedeckt, was die internen Aspekte der Organisation betrifft.
- Städte / urbane Agglomerationen die in Verbänden gemeinsam mit den Industrieunternehmen organisiert sind. Durch Verbandsarbeit werden die Aspekte der unternehmensübergreifenden Themenstellungen in Verbindung mit den urbanen Themenstellungen (Transport/Logistik von Personal und Logistik) verbunden und optimal ausgestaltet.
- Mitarbeiter als Teil der Unternehmen sind darauf angewiesen, dass Unternehmen auf Verbesserungsvorschläge hinsichtlich Arbeitsumgebung als auch Arbeitsabläufe reagieren. Durch eine permanente Einbindung der Mitarbeiter in die organisatorischen Aufbau- und Ablaufplanung ist eine qualitative Verbesserung dieser wahrscheinlich.

## 8. Indikatoren

Zusammenfassung der (wichtigsten) Eintragungen zu Kennzahlen

Welche Informationen müssen erhoben werden, um die Effizienz (Ultraeffizienz) zu beurteilen?:

- Mitarbeiterzufriedenheit
- Arbeitsunfälle
- Prozentualer Anteil der Unternehmen in regionalen Verbänden an Gesamtunternehmensanzahl

## 9. Hemmnisse/Barrieren:

Können Hemmnisse und Barrieren abgeleitet werden die einer Nichtumsetzung der in Punkt 1 bis 6 genannten Dinge entgegenstehen?

- Fehlende/ ungenügende/ falsche Anreizsysteme für die Unterstützung der organisatorischen Abläufe im Unternehmen
- Fehlende politische Unterstützung seitens Regierungen

## 9. Hemmnisse/Barrieren:

- Fehlende Unterstützung der Verbände durch regionale Politik / Stadt
- Fehlende politische Anreizsysteme auf globaler Ebene
- Fehlende politische Anreizsysteme auf regionaler Ebene
- Fehlende prozesseitige Unterstützung
  
- Die Produktion und deren organisatorische Ausrichtung hindert an Umsetzung
- Fehlender Wille seitens der Entscheider im Unternehmen
- ...

## 10. Risiko – Chancen

Was passiert wenn die Punkte 1 bis 6 (nicht) berücksichtigt werden?

- Lebenswert des urbanen Raums wird durch die Industrieunternehmen reduziert
- Agglomerationen werden überlastet durch die Industrie und deren Verkehr
- Abwanderung der Bevölkerung
- Unternehmen verlieren an Produktivität durch MA-Demotivation
- Verlust der Attraktivität der Unternehmen als Arbeitgeber für potentielle Mitarbeiter auf dem Arbeitsmarkt

Chancen:

- Unternehmen gewinnen an Strahlkraft
- Eine lebenswertere Umgebung für Industrie und Menschen
- Reduzierte Belastung des urbanen Umfelds
- Steigende Attraktivität der Region BW / der urbanen Umfeld / der Unternehmen
- Gesteigerte Produktivität durch motivierte MA
- Gewinn an Attraktivität der Unternehmen als Arbeitgeber



Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

## 4 Literaturverzeichnis

- Adam, M.; Hentschke, H.; Assenmacher-Kopp, S. (2006):** Handbuch des Emissionshandelsrechts, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag.
- Bartz, W.J. (1993):** Biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe und Arbeitsflüssigkeiten. Speziell auf pflanzlicher Basis. Ehningen bei Böblingen: Expert Verlag.
- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft (2012):** Wert schaffen – Sustainable Value Report.
- BMUB, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2007):** Die nationale Klimaschutzstrategie. Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm.
- Burckhardt, A. W. (1968):** Grundlagen und Methoden zur Bestimmung von minimalen rechteckigen Gesamtflächen zu einer gegebenen Anzahl rechteckiger Einzelflächen: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
- Dantzig, G. B.; Ramser, J. H. (1959):** The Truck Dispatching Problem. In: *Management Science* n. 1, 6, 1959, pp. 80–91
- Erlach, K.; Sheehan, E. (2014):** ZWF. Die CO<sub>2</sub>-Wertstrom-Methode zur Steigerung von Energie- und Materialeffizienz in der Produktion. 109 (2014) 9, S. 1-9.
- European Commission (2010):** EUR 24282 – Factories of the Future PPP Strategic Multi-annual Roadmap. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fachausschuss „Nachhaltiges Energiesystem 2050“ des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien (2010):** Energiekonzept 2050: Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien. [pdf] Verfügbar unter: [http://www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision\\_fuer\\_nachhaltiges\\_energiekonzept.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energiekonzept.pdf)
- Fatzer, G. (1999):** (Hrsg.) Organisationsentwicklung für die Zukunft, 2. Aufl., Köln.
- Fraunhofer Gesellschaft (2008):** Energieeffizienz in der Produktion - Untersuchung zum Handlungs- und Forschungsbedarf. [http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/energie/studie\\_Energieeffizienz-in-der-Produktion.pdf](http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/energie/studie_Energieeffizienz-in-der-Produktion.pdf) Stand: 01.04.2014
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT (2013):** E3-Fabrik – effizient, emissionsneutral und ergonomisch. [Online] Verfügbar unter: <http://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2013/Maerz/e3-fabrik.html> [zuletzt abgerufen am 10. Februar 2014].

- Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme ISE; Weber, E.; Burger, B.; Engelken, M.; Kost, C.; Link, J.; Schlegl, T.; Wille-Haussmann, B.; Wittwer, C. (2011):** Skizze eines Energieentwicklungspfads basierend auf erneuerbaren Energien für Baden-Württemberg. [pdf] Verfügbar unter: <http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/konzeptpapier-skizze-eines-energieentwicklungspfads-basierend-auf-erneuerbaren-energien-fuer-baden-wuerttemberg>
- Frese, E.; Graumann, M.; Theuvsen, L. (2012):** Grundlagen der Organisation, 10. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden.
- Gareth, R. J.; Ricarda, B. (2008):** Organisation: Theorie, Design und Wandel, München.
- Gutenberg, E. (1983):** Die Produktion. 24., unveränd. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer (Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre / von Erich Gutenberg, 1).
- Hirzel, S.; Bender, O.; Kloos, H.; Laubach, M.; Sontag, B.; Walkötter, R. (2013):** Innerbetriebliches Energiebenchmarking. Karlsruhe: Arbeitskreis „Innerbetriebliches Energiebenchmarking“ der Effizienzfabrik – Innovationsplattform Ressourceneffizienz in der Produktion.
- Holtmannspötter, D.; Rijkers-Defrasne, S.; Glauner, C.; Korte, S.; Zweck A. (2006):** Aktuelle Technologieprognosen im Vergleich – Übersichtsstudie. Düsseldorf: Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2013):** Klimaänderung 2013, Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change:** Definition Klimawandel. In <http://www.kaltesonne.de/?p=6109>, aufgerufen am 14.06.2014.
- Kasang, D.:** Interne Klimaschwankungen. In: <http://bildungsserver.hamburg.de/ursachen-von-klimaaenderungen/3526898/interne-schwankungen/>, aufgerufen am 23.09.2014.
- Laux, H., Liermann, F. (2005):** Grundlagen der Organisation, 6. Auflage, Wiesbaden.
- Leibundgut, A. (2010):** Organisation, Norderstedt.
- McKinsey Global Institute; Manyika, J.; Chui, M.; Buguin, J.; Dobbs, R.; Bisson, P.; Marrs, A. (2013):** Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. McKinsey Global Institute.
- McKinsey Global Institute; Manyika, J.; Sinclair, J.; Dobbs, R.; Strube, G.; Rasse, L.; Mischke, J.; Remes, J.; Roxburgh, C.; George, K.; O’Halloran, D.; Ramaswamy, S. (2012):** Manufacturing the future: The next era of global growth and innovation. McKinsey Global Institute, 2012

- Nebi, T.:** Produktionswirtschaft. 7. Aufl. München, Wien: Oldenbourg (Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre).
- Paeger, J. (2012):** Treibhausgase, Was sind eigentlich Treibhausgase. In: <http://www.oekosystem-erde.de/html/treibhausgase.html>, aufgerufen am: 20.10.2014.
- Patterson, M. G. (1996):** What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. In: *Energy Policy* Band 24, Ausgabe 5, Mai 1996, S. 377-390
- Pehnt, M.; Arens, M.; Duscha, M.; et al. (2011):** Kurzzusammenfassung Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative. [pdf] Verfügbar unter: [http://www.ifeu.de/energie/pdf/NKI\\_%20Zusammenfassung\\_Endbericht%20NKI%20V37.pdf](http://www.ifeu.de/energie/pdf/NKI_%20Zusammenfassung_Endbericht%20NKI%20V37.pdf) [zuletzt abgerufen am 10. Februar 2014]
- Pehnt, M.; Arens, M.; Jochem, E. (2010):** Nutzung industrieller Abwärme – technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung. Heidelberg, Karlsruhe.
- Prammer, H.-K. (2008):** Integriertes Umweltkostenmanagement. Bezugsrahmen und Konzeption für eine ökologisch nachhaltige Unternehmensführung. 1 Auflage. Gabler Verlag. Wiesbaden.
- Roland Berger Strategy Consultants (2011):** The Trend Compendium 2030. [pdf] Verfügbar unter: <http://www.rolandberger.com/gallery/trend-compendium/tc2030/content/assets/trendcompendium2030.pdf>
- Schanze, J.; Vollmer, M.; Birkmann, J. (2013):** Raumentwicklung im Klimawandel, Herausforderungen für die räumliche Planung.
- Scherm, E.; Pietsch, G. (2007)** Organisation: Theorie, Gestaltung, Wandel ; mit Aufgaben und Fallstudien, München.
- Schreyögg, G. (2012):** Grundlagen der Organisation, Wiesbaden.
- Steinle, C. (2005):** Ganzheitliches Management. Eine mehrdimensionale Sichtweise integrierte Unternehmensführung. 1. Auflage, Gabler Verlag. Wiesbaden.
- Sweeney, E. (1991):** Cutting and packing problems: an updated literature review.
- Technische Universität Darmstadt - Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen:**  $\eta$ -Fabrik: Die energieeffiziente Modellfabrik der Zukunft. [Online] Verfügbar unter: <http://www.eta-fabrik.tu-darmstadt.de/eta/index.de.jsp> [zuletzt abgerufen am 10. Februar 2014].

- Umweltlexikon-online.de:** Definition von Emission, in:  
<http://www.umweltlexikon-online.de/RUBsonstiges/Emission.php>,  
aufgerufen am 26.03.2014
- VDI 2526 (2012):** Disposition von Gemeinkostenmaterial.
- Voith Paper:** Die IEM setzt auf vollständige Prozessintegration.  
<http://voith.com/de/twogether-article-31-de-07-vollstaendige-prozessintegration.pdf> Stand: 01.04.2014
- Voss, M. (2010):** Der Klimawandel, Sozialwissenschaftliche Perspektiven. 1. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Zimmermann, W.; Stache, U. (2001):** Operations-Research. Quantitative Methoden zur Entscheidungsvorbereitung. 10<sup>a</sup> ed. München, Wien: Oldenbourg.