

# Leitbild „Ultraeffizienzfabrik“ Elektrobranche



## Vision

Wie sieht die Vision einer Ultraeffizienzfabrik in der Elektrobranche im Jahre 2050 aus?



## Vergleich

Wie ist der Status-Quo der Branche bezüglich ausgewählter Umweltkennzahlen?



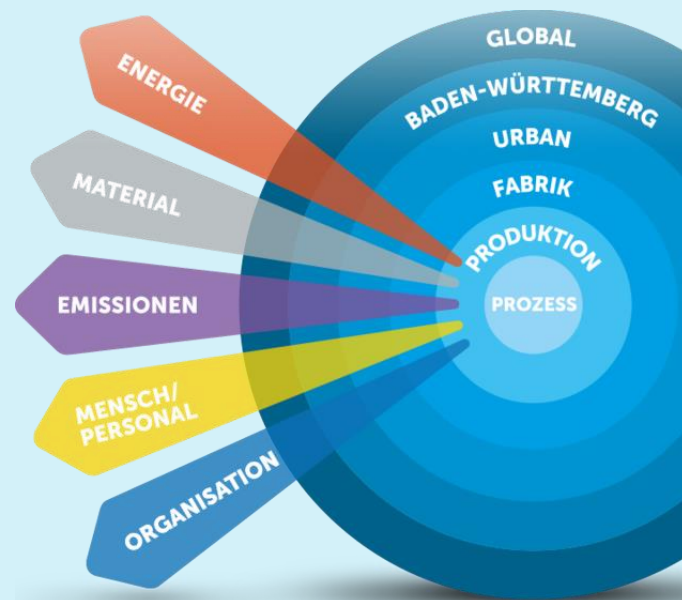
## Hemmnisse

Welche Hemmnisse treten bei der Umsetzung der Vision der Ultraeffizienzfabrik auf?



## Enabler

Welche Enabler helfen bei der Erreichung der Vision der Ultraeffizienzfabrik?



# Leitbild „Ultraeffizienzfabrik“

Die Ultraeffizienzfabrik ist ein 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.

## Handlungsfelder

### MATERIAL

Die Material-Ultraeffizienz strebt eine **vollständige Kreislaufwirtschaft** an: Sie schließt eine Weiter-, Um- oder Wiedernutzung von Rest- und Abfallstoffen sowie von Produkten oder Produktteilen nach ihrem Gebrauch mit ein.

Die Vision: ausschließlich Material verwenden, das vollständig ohne kritische Stoffe auskommt, das zu 100 Prozent aus lokalen Ressourcen stammt und zu 100 Prozent kreislauffähig ist.

### ENERGIE

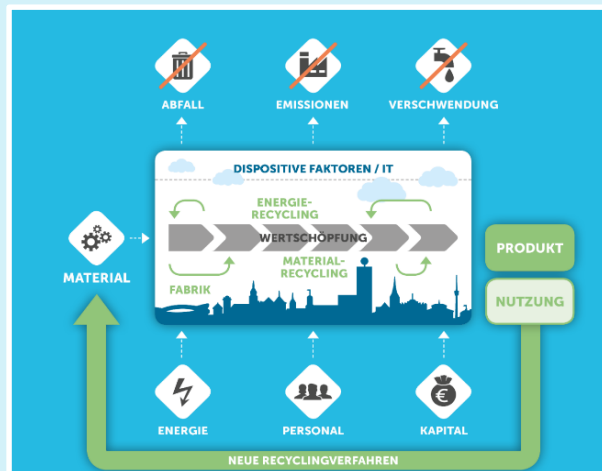
Regenerative Energien werden höchst effizient und effektiv eingesetzt und der Energiebedarf optimal abgestimmt, mit dem Ziel, ihn so weit wie möglich zu minimieren. Die Vision: Einsatz ausschließlich erneuerbarer Energie; mehr Energie erzeugen als verbrauchen (**Plusenergiefabrik**).

### MENSCH / PERSONAL

Ultraeffizient ist es, 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.

### EMISSIONEN

Ultraeffiziente Unternehmen lassen möglichst **keine Emissionen** als Begleiterscheinung ihrer Produktion entstehen. Falls sie unvermeidlich sind, sollen sie bestenfalls vollständig in der Produktion verwertet werden.



### ORGANISATION

Die unternehmerische Organisation soll Strukturen und Regeln zur Verfügung stellen, die es ermöglichen, Maßnahmen schnell und reibungslos einzuführen und umzusetzen. Die Vision: möglichst flexibel, wandlungsfähig und resilient wirtschaften. **Transparenz als Leitmaxime** in der Unternehmenskultur verankern.

## Vorwort

Das vorliegende Leitbild ist im Rahmen des Forschungsprojekts „Ultraeffizienzfabrik – symbiotisch-verlustfreie Produktion im lebenswerten Umfeld“ entstanden und stützt sich auf bestehende – beispielsweise durch die Bundesregierung beschlossene – Ziele oder Selbsteinschätzungen der Branche durch Experten. Es soll als Diskussionsgrundlage für Unternehmen zur Entwicklung ihrer Branche dienen.

## Methodik

Das Leitbild „Ultraeffizienzfabrik“ für die Elektrobranche besteht zum einen aus **Kennzahlen**, die die Erreichung eines jeweiligen Zielzustands für das Jahr 2030 bewerten. Diese Zielzustände wurden aus politischen Zielen, Studien und statistischen Daten abgeleitet. Darüber hinaus wird eine für die entsprechende Branche spezifische **Vision der Ultraeffizienzfabrik bis 2050** beschrieben. Identifizierte **Hemmnisse** zeigen auf, an welcher Stelle für Unternehmen potentielle Herausforderungen bestehen. Im Gegensatz dazu weisen die **Enabler** darauf hin, welche Technologien, Vorgehensweisen und Ansätze eine Umsetzung unterstützen.

Die Inhalte des Leitbilds wurden mithilfe von **Experten aus der Industrie** und **Literaturrecherchen** erstellt. Innerhalb von Expertenworkshops wurden mittels qualitativer Szenariotechnik die wichtigsten Trends für die Vision, die Hemmnisse und die Enabler ermittelt. Die Plausibilität des Leitbildes wurde durch Iteration mit den Experten der Branche sichergestellt.

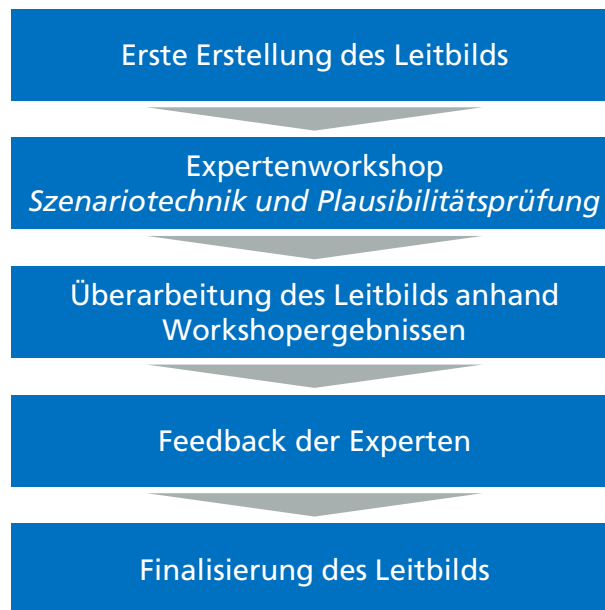


Abbildung 1: Methodik zu Erstellung der Leitbilder

## Zusammenfassung

Die **Vision** der Ultraeffizienzfabrik bis zum Jahr 2050 für die Elektrobranche ist insbesondere durch das Thema Vernetzung von Wertschöpfungsketten geprägt. Ziel ist die Erreichung einer **klimaneutralen Produktion**. Derzeit werden bereits einzelne Gebäude- oder Produktionskomponenten zur Reduktion des Energiebedarfs vernetzt. Bis 2030 wird eingeschätzt, dass Fabriken dann als **vollständig vernetzte und dezentrale Wertschöpfungsnetzwerke** funktionieren. Darüber hinaus wird das Teilen von Infrastruktur in Form von **Industrial Parks** immer wichtiger und im Jahr 2030 kann nach Einschätzung der Experten eine **nachhaltige Kreislaufwirtschaft** umgesetzt sein, die bis zu 95% der eingesetzten Rohstoffe recycelt. Im Jahr 2050 ist die Produktion zudem vollständig klimaneutral.

Bezüglich des Status quo der definierten Kennzahlen für das Jahr 2030 besteht in der Elektrobranche insbesondere in vier von fünf Handlungsfeldern Handlungsbedarf. Die Definition der entsprechenden Defizite als Abweichung vom Sollzustand ist im Folgenden näher beschrieben.

Im Bereich der **Emissionen** wird der Sollzustand für die **THG-Emissionen** sowohl absolut als auch in Bezug zur Bruttowertschöpfung erreicht. Bei dem **Gesamtabfallaufkommen** ist jedoch eine **negative Entwicklung** zu beobachten, da im Vergleich zum Jahr 2010 im Jahr 2014 mehr Abfall verursacht wurde.

Die **Energieintensität**, also der Primärenergieverbrauch pro Bruttowertschöpfung, konnte im Vergleich zu 2010 deutlich **verringert** werden. Entsprechend ist der absolute Primärenergieverbrauch ebenfalls gesunken. Mit Blick auf den angestrebten Zielwert von 27% im Jahr 2030 muss der **Anteil erneuerbarer Energien** signifikant gesteigert werden, da er bei **knapp unter 1%** im Vergleich zu 2010 sogar leicht gesunken ist.

Obwohl in der Elektroindustrie kritische Rohstoffe verwendet werden, konnten hierzu keine Vorgaben oder Studien zu Recyclingquoten identifiziert werden. Daher werden im Bereich **Material** nur die Werte Wasserverbrauch und Rohstoffproduktivität bewertet. Während die **Rohstoffproduktivität** den Sollzustand erreicht, bleibt der **Wasserverbrauch** sowohl absolut als auch in Bezug zur Bruttowertschöpfung unterhalb des Sollzustands.

Im Bereich **Organisation** erreicht einzig die Kennzahl Anteil der Unternehmen, die Lean-Management verwenden den Sollzustand. Besonders negativ fällt die **Verringerung des Anteils der Unternehmen mit Produkt- und Prozessinnovationen** im Vergleich zu 2010 auf.

Im Bereich **Mensch/Personal** kann keine der Kennzahlen den Sollzustand erreichen. Zwei Kennzahlen weisen sogar eine **negative Entwicklung** auf: Der Anteil der Unternehmen mit **Weiterbildungsangeboten** ist leicht gesunken und die Anzahl der meldepflichtigen **Unfälle** gestiegen.

**Hemmnisse** liegen vor allem in den Handlungsfeldern Organisation und Mensch/Personal. Zum einen wurden Themen wie die **Komplexität** von Optimierungsmaßnahmen, **lange Amortisationszeiten** oder **mangelnde Verantwortung** der Hersteller für die EoL-Phase ihrer Produkte genannt. Außerdem können nach Erfahrung der Experten neue Technologien meist nur schwer in bestehende Produktionslinien integriert werden. Hemmend wirken sich zudem die zusätzliche Belastung des eigenen Personals, fehlende Priorisierung bzw. Anreize, **Fachkräftemangel** und die Angst vor Veränderungen aus.

**Enabler** finden sich in allen Handlungsfeldern: Das **Monitoring** über alle Handlungsfelder und Unternehmensbereiche ist von besonderer Bedeutung, da hierdurch Handlungsbedarfe aufgedeckt und Verbesserungen nachverfolgt werden können. Außerdem stehen zahlreiche **innovative Technologien** wie automatische Stofftrennverfahren, additive Fertigung, Eco-Design, Energiespeicher oder Machine Learning im Fokus. Nicht zuletzt sind **Anreizstrukturen** für ressourcenbewusstes Handeln sowie die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft sehr hilfreich zur Erreichung der Vision einer Ultraeffizienzfabrik.

## Vision des Zielzustands

Bis zum Jahr 2050 werden in der Elektroindustrie folgende Technologien und Systeme umgesetzt sein:

Heute



Innovative Arbeitszeitmodelle



Intelligente energetische Vernetzung aller Gebäude- und Produktionskomponenten; Reduktion des Energiebedarfes



Kurze Arbeitswege aufgrund der zentralen Lage der Fabrik

Produktion im urbanen Umfeld mit Symbiosen

2025



Fabriken funktionieren als komplett autonome, vollständig vernetzte und dezentrale Wertschöpfungsnetzwerke (ohne Energie)



In Lernfabriken werden Studenten und Mitarbeiter zu Lean-Management- und Ressourceneffizienzexperten



Selbstregelnde Warenströme innerhalb der Fabrik



Industrial Parks: Teilen von Infrastruktur und Versorgung, ggfs. gegenseitige Versorgung

2030



Eine vollständige, stoffliche, autonome und nachhaltige Kreislaufwirtschaft ist umgesetzt (95%)



Fabriken funktionieren als komplett autonome, vollständig vernetzte und dezentrale Wertschöpfungsnetzwerke (inklusive Energie)

2050



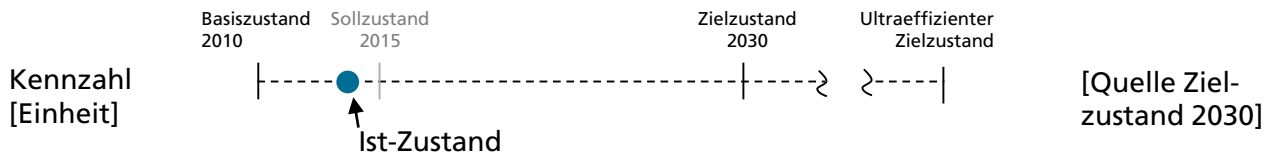
Die Produktion ist vollständig klimaneutral

# Leitbild Elektrobranche

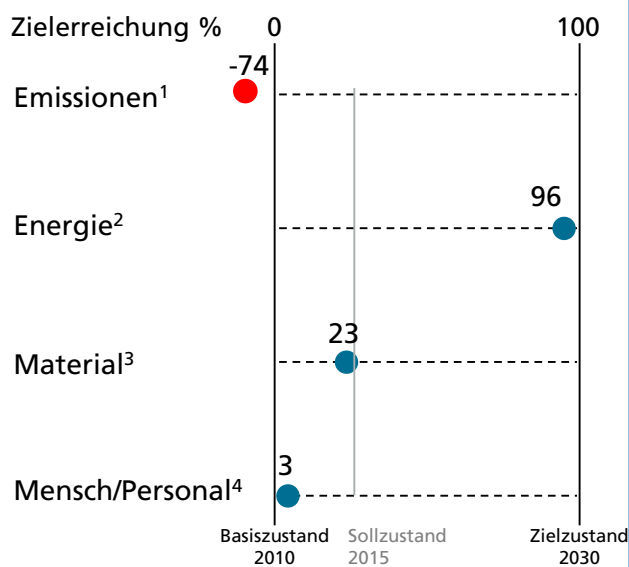
## Erklärung zu den Kennzahlen

Die Struktur der Kennzahlen sowie deren Interpretation wird zum besseren Verständnis im Folgenden kurz erklärt.

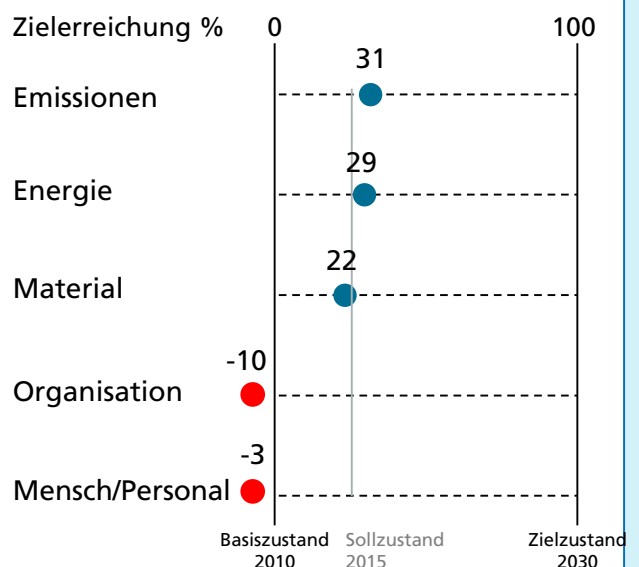
Generell wurde in Effektivitäts- und Effizienz Kennzahlen unterschieden. Die **Effektivitätskennzahlen** beschreiben die notwendige **absolute** Senkung des Gesamtverbrauchs. Die **Effizienzkennzahlen** beziehen die jeweiligen absoluten Kennzahlen auf die Bruttowertschöpfung (BWS) der Branche oder stellen per Definition schon **relative** Kennzahlen dar. Falls im Vergleich zum **Basisjahr 2010** eine Verschlechterung der Kennzahlen zu beobachten ist, werden diese außerhalb der Skala in rot dargestellt. Aufgrund der schwierigen Datenlage stammt die überwiegende Anzahl der Ist-Daten aus den Jahren 2014-2016. Daher wird die **Soll-Entwicklung** der Branche durch ein entsprechendes Skalenintervall für das Jahr 2015 dargestellt. Dabei wird eine lineare Entwicklung der Zielerreichung unterstellt. Bezogen auf das Basisjahr 2010 muss dementsprechend **bis 2015 ein Viertel des 2030er-Ziels** erreicht sein. Eine Unterschreitung dieses Intervalls deutet an, dass die Branche hier ein Defizit aufweist und die Erreichung des 2030er-Ziels somit gefährdet ist. Sofern auf Grund unzureichender Datenverfügbarkeit auf Daten aus einem anderen Basisjahr zurückgegriffen wurde, ist dies bei der entsprechenden Kennzahl markiert. Weiterhin wurden die Kennzahlen in die einzelnen Handlungsfelder der Ultraeffizienz eingeteilt. In den beiden unteren Grafiken wurden die Kennzahlen der jeweiligen Handlungsfelder aggregiert und der Anteil der Zielerreichung bis 2030 in % dargestellt. Die Aggregation der Effektivitätskennzahlen kann unter den Fußnoten 1-4 nachvollzogen werden. Die aggregierten Effizienzkennzahlen setzen sich jeweils aus den nachfolgenden Effizienzkennzahlen innerhalb des jeweiligen Handlungsfelds zusammen. Aufgrund fehlender Effektivitätskennzahlen für das Handlungsfeld Organisation wird dieses nicht betrachtet.



### Effektivitätskennzahlen



### Effizienzkennzahlen



<sup>1</sup> Gesamte Abwassermenge, Gesamtabfallaufkommen

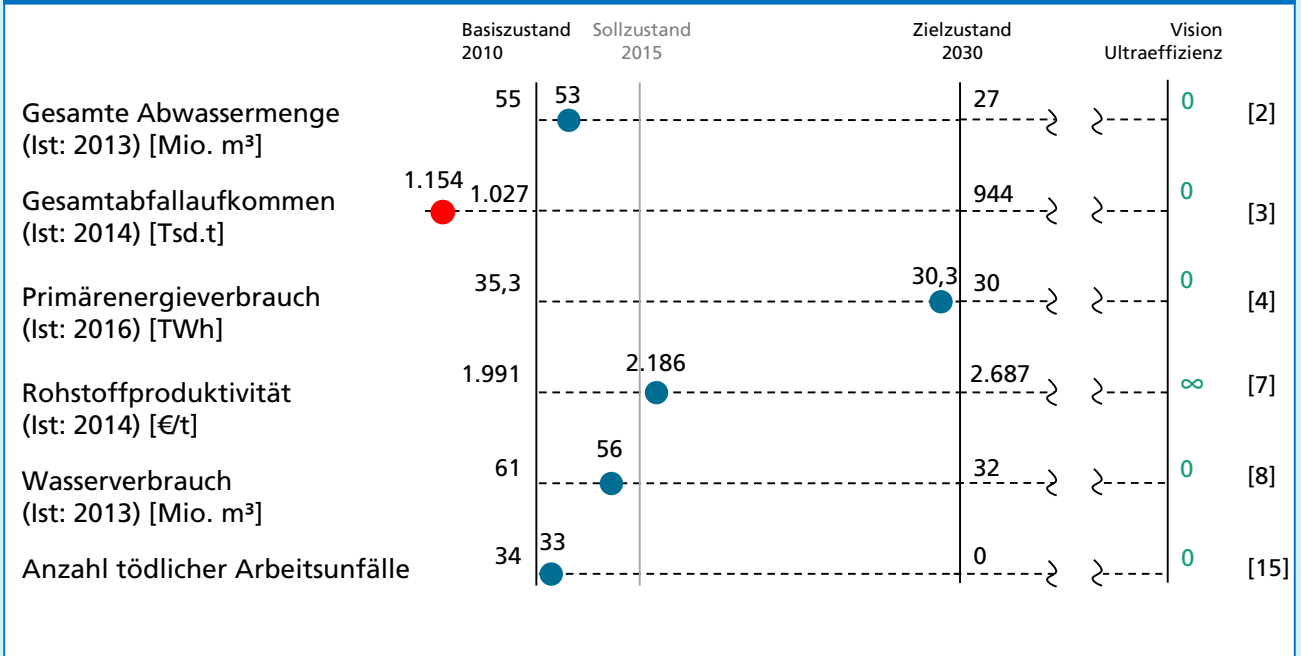
<sup>2</sup> Primärenergieverbrauch

<sup>3</sup> Rohstoffproduktivität, Wasserverbrauch

<sup>4</sup> Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle

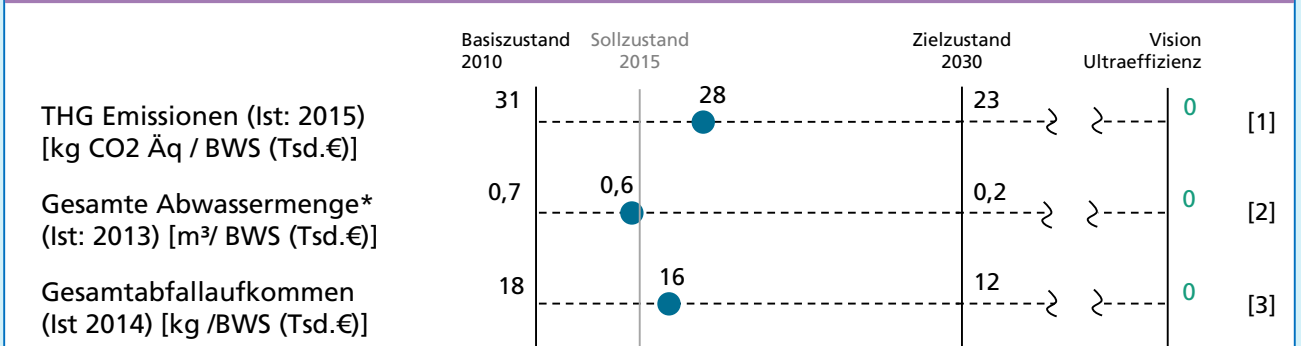
## Profil

### Effektivitätskennzahlen

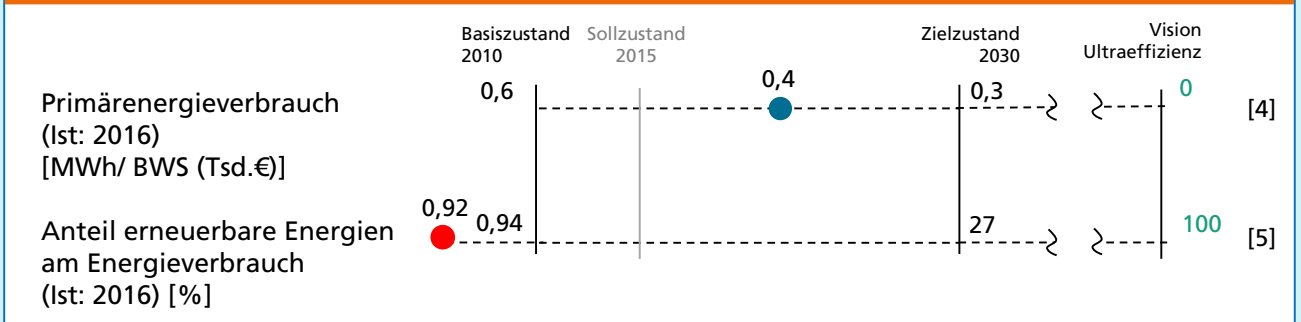


### Effizienzkenzahlen

#### EMISSIONEN



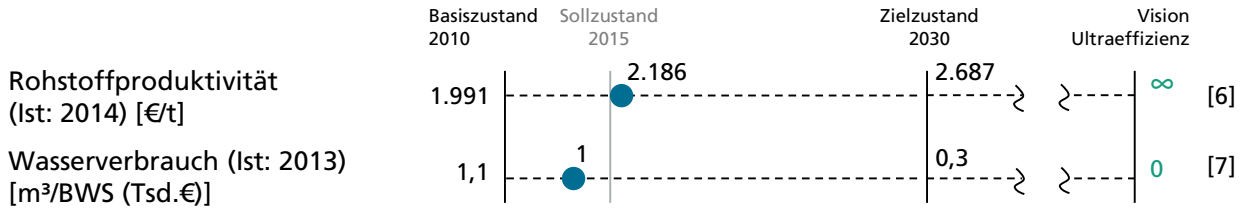
#### ENERGIE



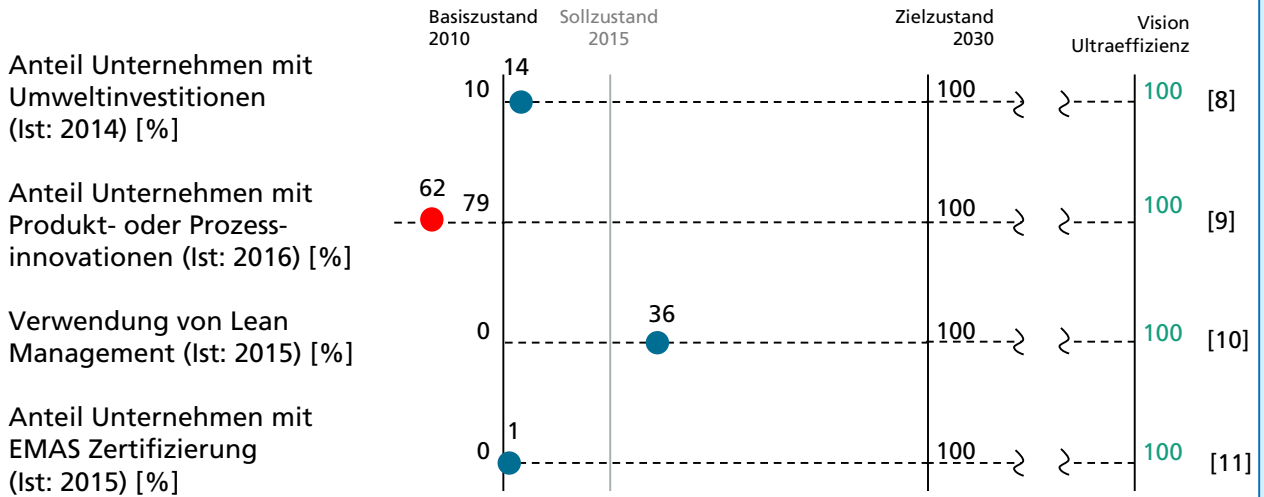
\*Abgabe von Wasser an die Natur

### Effizienzkenzzahlen

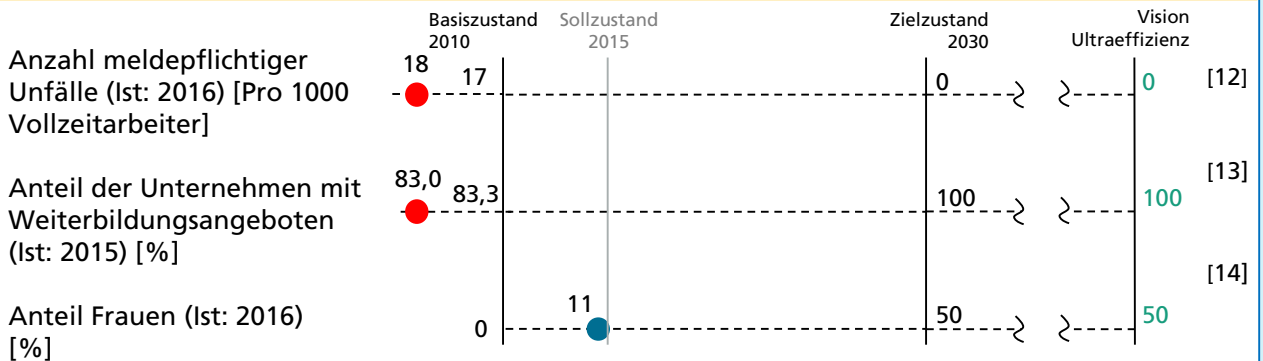
#### MATERIAL



#### ORGANISATION



#### MENSCH / PERSONAL



### Quellen

**[1] Reduktion der THG-Emissionen um 51% im Vergleich zu 1990**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, [online] <https://www.bmu.de/publikation/klimaschutzplan-2050>, [19.11.2018]

[2] lineare Regression

**[3] Reduktion des Abfalls um 8% in Bezug zum Jahr 2010**

Prof. Dr.-Ing. Arnd I. Urban/ Dipl.-Ing. Gerhard Halm (2013): UNIKAT-Fachtagung Abfallvermeidung, [online] <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-86219-652-4.volltext.frei.pdf> [19.11.2018]

**[4] Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 27% im Vergleich zu einer Entwicklung ohne Effizienzmaßnahmen**

Klimaschutz in Zahlen – Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik, [online] [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz\\_in\\_zahlen\\_2017\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_2017_bf.pdf) [19.11.2018]

**[5] 27% Anteil an erneuerbaren Energien am Energieverbrauch**

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): Europäischer Klima- und Energierahmen 2030, [online] [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Recht-Politik/EU\\_Klima\\_Energierahmen/eu\\_klima\\_und\\_energierahmen.html](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Recht-Politik/EU_Klima_Energierahmen/eu_klima_und_energierahmen.html) [19.11.2018]

**[6] Verdopplung der Rohstoffproduktivität von 1994 bis 2020**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016): Ziele und Indikatoren, [online] <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/rohstoffe-als-ressource/rohstoffproduktivitaet#textpart-1> [19.11.2018]

**[7] 43% Wassereinsparungspotential in der Industrie**

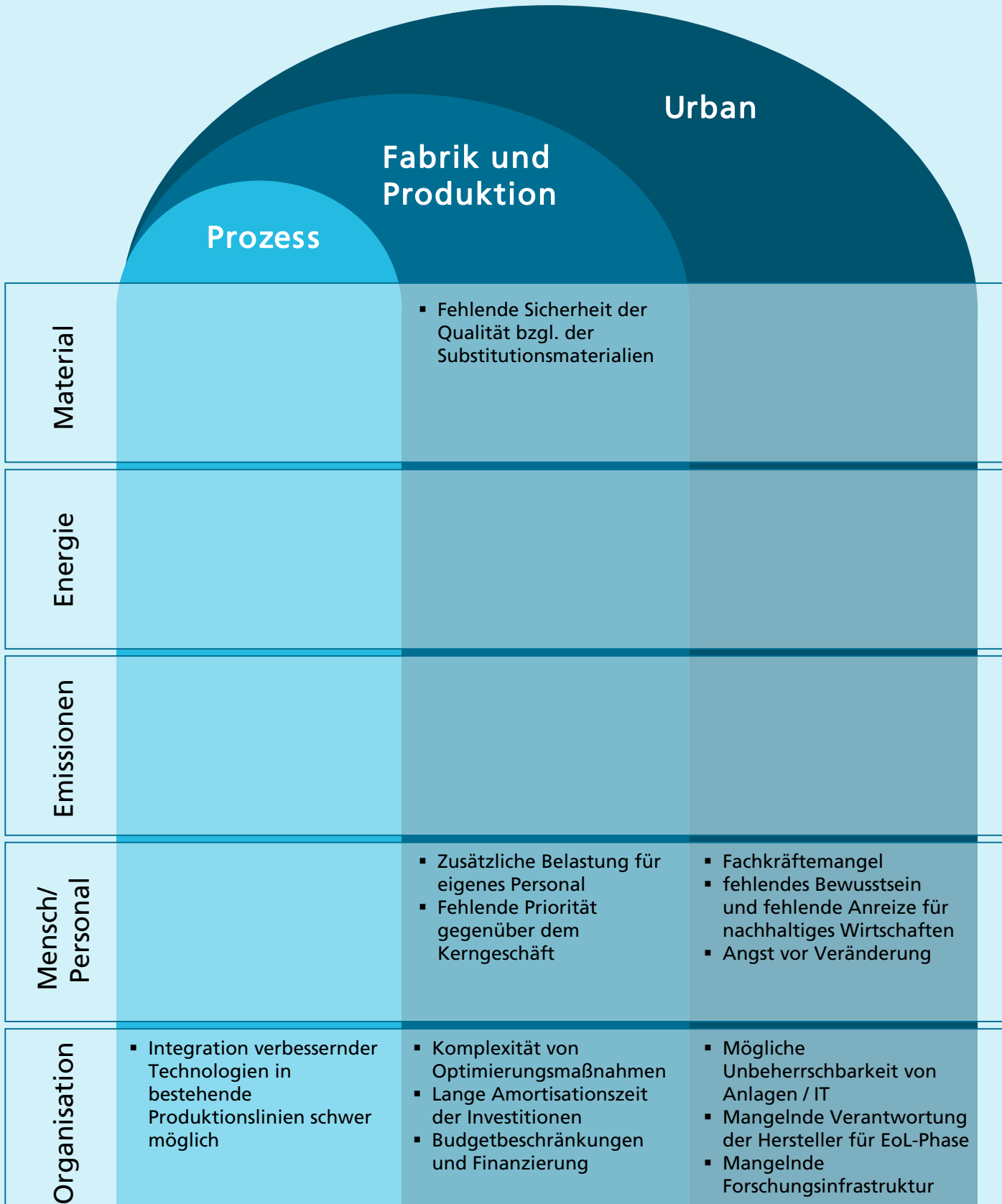
Ecologic-Institute for International and European Environmental Policy (2007): EU Water saving potential (Part 1 –Report), [online] [https://www.ecologic.eu/sites/files/project/2013/917\\_water\\_saving\\_1.pdf](https://www.ecologic.eu/sites/files/project/2013/917_water_saving_1.pdf) [19.09.2018]

[8]-[15] Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung



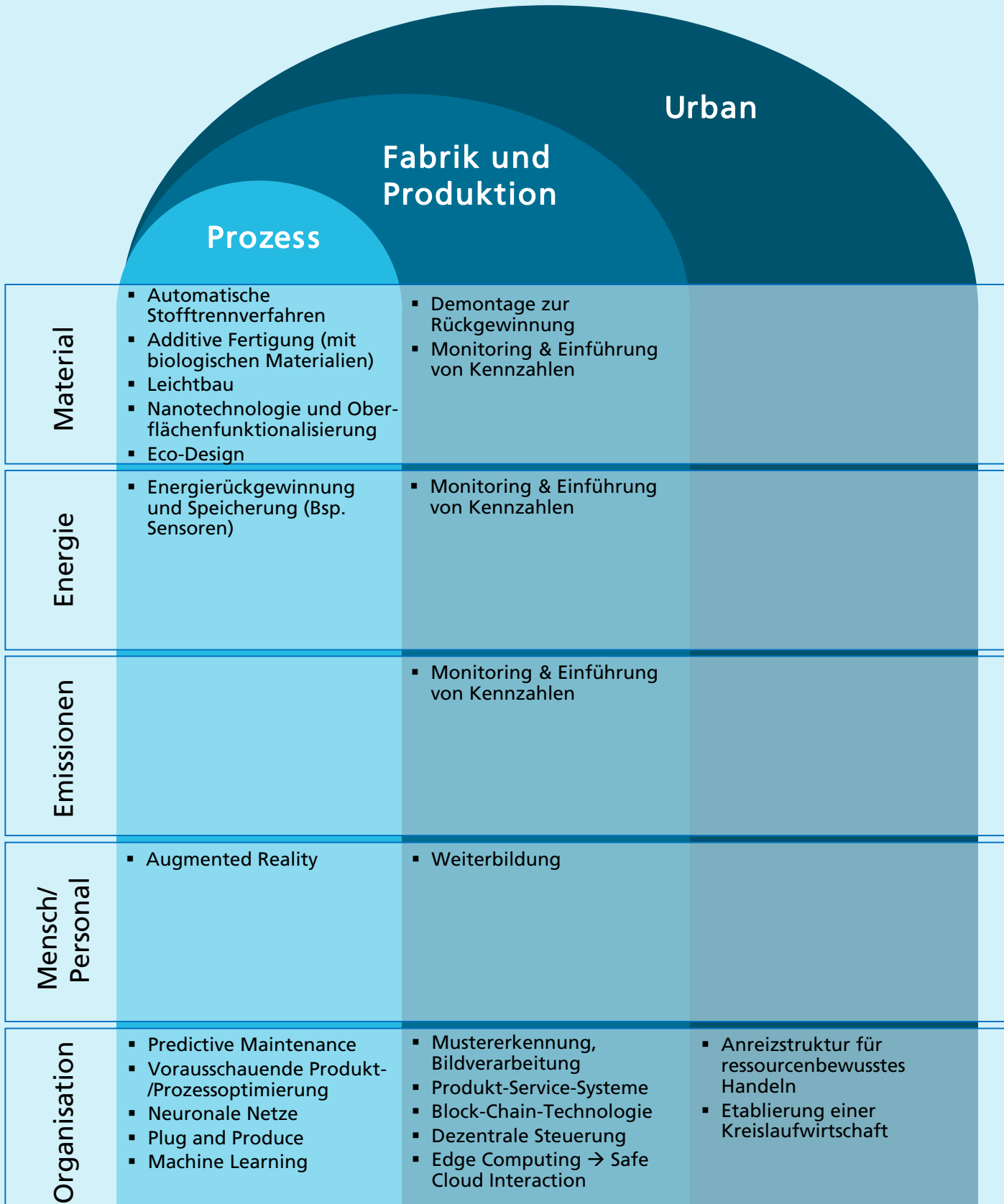
# Leitbild Elektrobranche

## Hemmnisse



# Leitbild Elektrobranche

## Enabler



# Kontakt

Prof. Alexander Sauer

Fraunhofer IPA

Bereichsleiter Ressourceneffiziente Produktion

Telefon +49 711 970-3600

[alexander.sauer@ipa.fraunhofer.de](mailto:alexander.sauer@ipa.fraunhofer.de)

Dr. Jörg Mandel

Fraunhofer IPA

Abteilungsleiter Nachhaltige Produktion und Qualität

Telefon +49 711 970-1980

[joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de](mailto:joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de)

Dieses Projekt wird gefördert von



**Baden-Württemberg**  
MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT