

## Das Verarbeitende Gewerbe passt sich an

Der Klimawandel ist bereits heute in Form von regionalen Klimaveränderungen spürbar. Auch das Verarbeitende Gewerbe steht unterschiedlichen Herausforderungen durch den Klimawandel gegenüber. Die wirtschaftliche Relevanz und Klimasensibilität der Sub-Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in der Modellregion Dresden können **Tabelle 1** entnommen werden.

Eine Haupteckdaten einer im Jahr 2010 durchgeführten deutschlandweiten Befragung bei Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes ist, dass sich fast zwei Drittel der Unternehmen von Extremwetterereignissen weder positiv noch negativ betroffen fühlten. Bei sächsischen Unternehmen wirkten sich speziell Kältewellen und Starkniederschläge negativ aus. Künftig erwarten sächsische Unternehmen zunehmende Auswirkungen auf ihre Wertschöpfungsstufen. Dabei werden für die Bereiche Innovation und Absatz eher positive Auswirkungen angenommen und für die Bereiche Einkauf, Produktion und Logistik eher negative Auswirkungen.

### Klimaentwicklung in der Modellregion Dresden

Für die Modellregion Dresden (**Abbildung 1**) ist mit folgenden Veränderungen zu rechnen: Anstieg der Durchschnittstemperaturen, Zunahme des Niederschlags im Winterhalbjahr und Abnahme der klimatischen Wasserbilanz. Des Weiteren wird sich ein abnehmender Heizbedarf im Winter sowie ein steigender Kühlbedarf im Sommer ergeben. Konkrete Aussagen über Extremwetterereignisse sind nicht machbar, doch ist mit einer Zunahme zu rechnen.

### Chancen und Risiken für Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes

Für das Verarbeitende Gewerbe ergeben sich basierend auf diesen Veränderungen im Wesentlichen folgende **Chancen**:

- Entwicklung neuer Produkte infolge veränderter Konsumgewohnheiten
- Entwicklung resistenter Sorten/ Produkte gegenüber sich ändernden Klimabedingungen
- Absatzchancen für Klimagerätehersteller durch zunehmenden Bedarf an Klimatisierung in den Sommermonaten infolge höherer Temperaturen

Diesen Chancen stehen aber **Risiken** gegenüber:

- Steigender Energieverbrauch und ansteigende Temperaturen in Produktions- und Lagerräumen infolge steigender Außentemperaturen im Sommer
- Höhere Energiekosten für Klimatisierung zur Aufrechterhaltung konstanter Temperaturen
- Steigende Rohstoffbeschaffungskosten infolge schlechter Ernten
- Veränderte Rohstoffqualitäten in Folge veränderter Klimabedingungen
- Behinderung der An- bzw. Auslieferung und damit Verzögerungen im eigenen Betrieb als auch beim Kunden, z.B. infolge extremer Schneeaufkommen
- Steigende (Logistik-) Kosten durch zu verbessernde Isolierung und Kühltechnologien
- Produktionsstopp bzw. -unterbrechung durch unzureichende Anlieferung von Rohstoffen während Hochwasser
- Wärmere Arbeitsumgebung, physischer Stress oder Probleme mit Herz-Kreislaufsystem bei Mitarbeitern infolge steigender Außentemperaturen
- Beeinträchtigte Leistungsfähigkeit bei ArbeiterInnen, die in der Fertigung tätig sind, infolge hoher Temperaturen, einhergehend mit Motivationsverlust, die wiederum auf die Teilequalität negativ wirkt



(Abbildung 1)  
REGKLAM-Modellregion Dresden

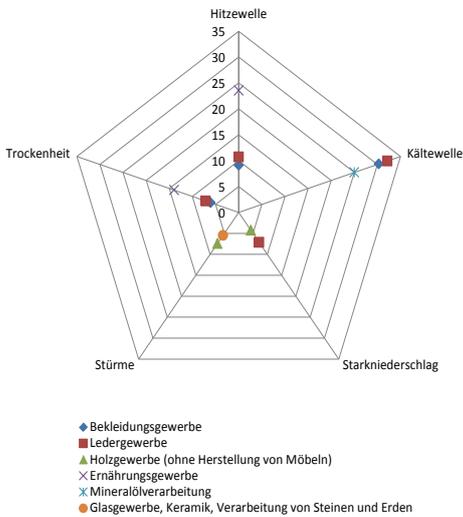
(Tabelle 1)  
Wirtschaftliche Relevanz und Klimasensibilität  
(Auerswald & Vogt, 2010)

WZ 2003- Code	Wirtschaftsabschnitte	wirt- schaft- lich relevant	klima- sensibel	
			E	W
D	Verarbeitendes Gewerbe	✓	✓	✓
DA	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung			✓
DE	Papier-, Verlags- und Druckgewerbe			✓
DG	Herstellung von chemischen Erzeugnissen		✓	✓
DH	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren		✓	
DI	Glasgewerbe; Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden		✓	✓
DJ	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	✓	✓	
DK	Maschinenbau	✓		
DL	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen, Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik	✓		
DN	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen; Recycling			

WZ: Wirtschaftszweige  
E: überdurchschnittlich energieintensiver Bereich  
(fossile Rohstoffe und Elektrizität und Fernwärme)  
W: überdurchschnittlich wasserintensiver Bereich

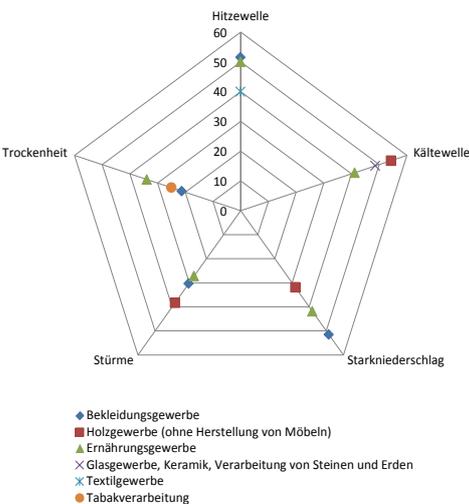
# Anpassungsmaßnahmen für das Verarbeitende Gewerbe

www.regklam.de



(Abbildung 2)

Gewinnerbranchen aus vergangenen Extremwetterereignissen (Stechemesser & Günther, 2011)



(Abbildung 3)

Verliererbranchen aus vergangenen Extremwetterereignissen (Stechemesser & Günther, 2011)

(Tabelle 2)

Kosten des Klimawandels für das Verarbeitende Gewerbe (in Mrd. Euro)(Kempf, 2007)

	bis 2015	2016-2025	2026-2050	2051-2075	2076-2100
Energiekosten	4,8	12,0	16,8	21,6	26,4
Kosten der Schäden durch Klimawandel	10,5	31,4	41,9	130,9	183,3
Kosten der Anpassung	1,9	10,4	17,3	49,9	71,9
Summe aller Auswirkungen	17,2	53,8	76	202,4	281,6

Bereits heute wird bei einem Teil der Unternehmen eine Betroffenheit durch den Klimawandel wahrgenommen, wobei regulatorische sowie marktliche Veränderungen als auch natürlich-physikalische Einflüsse hierzu zählen. Ob nun die einzelnen Subbranchen des Verarbeitenden Gewerbes von den natürlich-physikalischen Änderungen profitieren, zeigt **Abbildung 2**. So werden die Unternehmen des Maschinenbaus, der Elektrotechnik sowie der Chemie- und Kunststoffindustrie eher zu den Gewinnern zählen; die Textil- und Bekleidungsindustrie, die Baustoff-, Papier- und Metallindustrie eher zu den Verlierern (**Abbildung 3**). Insbesondere beim Ernährungsgewerbe gibt es verschiedene Ausprägungen. In Abhängigkeit vom konkreten Unternehmensprofil wird der Klimawandel zu positiven oder negativen Auswirkungen führen.

## Anpassungsmaßnahmen

Doch wie können Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes auf die Auswirkungen des Klimawandels reagieren?

- Ergreifen neuer Absatzmärkte; Produktneuentwicklung; Diversifikation des Produktsortiments
- Erweiterte Bevorratung bzw. Lagerhaltung zur Absicherung der Produktion im Falle von Niederschlägen oder Schneefall
- Bauliche Maßnahmen wie Anhebung der Produktionshalle um Hochwasserstände überbrücken zu können, Verstärkung der Außenwände der Produktionshalle
- Dämmung der Produktionshallen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter als auch Senkung des Energieverbrauchs bei extremen Temperatureinflüssen
- Bau von Sonnenschutzvorrichtungen in Form von Milchverglasung, Verschattung der Fenster (Jalousien, Vorhänge, Rollläden) und die Verkleinerung der Fenster zum Schutz vor Wärmeeinstrahlung
- Gebäudeisolierung, v.a. Dachisolierung, Isolierung von Tanks, Kühlhausisolierungen
- Klimatisierung von Produktionsräumen/ Arbeitsräumen/ Büroräumen/ Messräumen und Maschinen
- Einsatz von Wärmerückgewinnung und Kraft-Wärme-Kopplung
- Veränderung der Arbeitszeiten bzw. der Arbeitsorganisation an Tagen mit hohen Temperaturen, z.B. Wechsel des Schichtsystems

## Kosten des Klimawandels

Die Höhe der ökonomischen Auswirkungen für das Verarbeitende Gewerbe kann besonders gut an den prognostizierten Kosten für die Zeitspanne 2075 bis 2100 verdeutlicht werden. Hier werden voraussichtlich Kosten in Höhe von 281,6 Mrd. Euro für das Verarbeitende Gewerbe anfallen (**Tabelle 2**).

Auf Unternehmensebene spiegeln sich die finanziellen Auswirkungen in der Gewinn- und Verlustrechnung sowie in der Bilanz wieder:

- Extremwetterereignisse wie Kälte- oder Hitzewellen bedingen höhere Heizkosten oder entsprechend höhere Kosten zur Kühlung/ Temperierung der Produktionsstätten
- Steigende Abschreibungen durch höhere Investitionen, wie z.B. in Klimaanlage, verbesserte Gebäudedämmung und Produktionsstätten
- Erhöhung des Bilanzpostens Sachanlagen durch Investitionen (Grundstücke, technische Anlagen und Maschinen, Betriebs- und Geschäftsausstattung)
- Geringerer Umsatz wegen Kundenreklamationen (aufgrund verdorbener Ware, bedingt durch höhere Temperaturen)
- Höhere Versicherungsleistungen
- Umsatzverluste nach Hochwasser 2002

## Methoden und Instrumente

Für die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels und die Ermittlung damit verbundener Anpassungsmaßnahmen stehen verschiedene Methoden und Instrumente zur Verfügung wie z.B. die Szenario-Analyse oder die Risiko-/ Chancen-Analyse (Risikomatrix). Für die Kalkulation der finanziellen Folgen des Klimawandels einschließlich der Anpassungsmaßnahmen können Methoden wie die differenzierte Kostenrechnung, die Lebenszykluskostenrechnung oder der Ökonomisch-Ökologische Nettoeffekt eingesetzt werden.

## Szenarioanalyse - Denken in Zukünften

Neben dem Klimawandel sehen sich Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes vielfältigen zukünftigen Herausforderungen gegenüber. Eine geeignete Methode, um sich dieser Herausforderungen bewusst zu werden und geeignete ganzheitliche Anpassungsstrategien zu entwickeln, bietet ein von der TU Dresden (Lehrstuhl für Betriebliche Umweltökonomie) entwickelter Szenarioprozess.

Zukünftige Herausforderungen, die das Unternehmen beeinflussen, können sehr vielfältig sein, wie z.B.:

- **Umwelt:** Klimawandel, Extremwetterereignisse, Verfügbarkeit von Rohstoffen und Energie, Wasserqualität
- **Wirtschaft:** Energie- und Rohstoffpreise, Wettbewerb, Nachfrageentwicklung, Kosten
- **Gesellschaft:** Konsumentenverhalten, Demografischer Wandel, Umwelt-, Gesundheits- und Komfortbewusstsein, Ernährungsbewusstsein
- **Technologie:** Technologieentwicklung, Energieeffizienzentwicklung
- **Politik:** Agrarsubvention, Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen, Förderung von Anpassungsmaßnahmen, Emissionshandel, Ernährungssampel, Einsatz gentechnischer Produkte

Da sich die Entwicklung der einzelnen Herausforderungen nicht exakt vorhersagen lässt, ist es wichtig, mögliche Ausprägungen und Richtungen zu analysieren (z.B. einen besten und einen schlechtesten Fall sowie einen „business as usual“ Fall). Durch die Kombination verschiedener Ausprägungen lassen sich verschiedene Szenarien erstellen, welche ein Denken in Varianten anregen. Durch das Entwickeln geeigneter Anpassungsstrategien können sich die Unternehmen für mögliche Zukünfte vorbereiten und so Risiken mindern und Chancen nutzen.

Für die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels können die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes folgende Anpassungsstrategien anwenden (Abbildung 4).

	hoch (niedrig)	<b>Substituieren</b> Rohstoffe: Saatgut, Baumaterialien; Neue Anbaugelände erschließen, Aufbau von Wasserreservoirs, Nutzung recyceltes Wasser	<b>Flexibilisieren</b> Lagerbedingungen, Arbeitszeiten (Einführung Gleitzeit, flexible Pausenzeiten)
<b>Reaktionsfähigkeit</b> (Kapitalbindung) (Fristigkeit) (FuE-Zeiten)		<b>Antizipieren</b> Klimaanlageanlagen und Kühlsysteme, Angebot innovativer, an den Klimawandel angepasster Produkte, Gebäude z.B. Dachpappe	<b>Vermeiden oder Versichern</b> Resistentes Gebäude ggü. Extremen, (Hochwasser-)versicherung, Schulungen, Notfallpläne
	niedrig (hoch)	<b>Klimaänderung 1. Ordnung</b> Durchschnittliche Klimaänderung	<b>Klimaänderung 2. Ordnung</b> Extremwetterereignisse

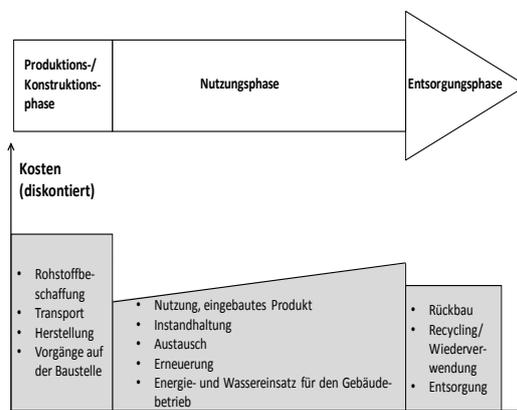
(Abbildung 4)

Anpassungsstrategien-Matrix

## Differenzierte Kostenrechnung

Basierend auf dem traditionellen Controlling können Kostenarten-, Kostenstellen- oder Kostenträgerrechnung differenziert werden und zu einem Umweltkostenrechnungssystem weiterentwickelt werden, d.h. klimabedingte Kosten und Erlöse werden differenziert ausgewiesen. In Bezug auf die Klimawandelanpassung werden somit diejenigen Kosten gesondert ausgewiesen, die direkt und indirekt auf die Auswirkungen des Klimawandels zurückzuführen sind. Wie oben erwähnt, betrifft dies bei den Kostenarten z.B. die Umsatzrückgänge oder die zusätzlichen Instandhaltungskosten. Aber auch der Anteil an Investitionen, die auf die neuen Erfordernisse des Klimawandels zurückzuführen sind, können mittels dieser Methode explizit offen gelegt werden.

## Lebenszykluskostenrechnung



(Abbildung 5)

Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden

Die Methode der Lebenszykluskostenrechnung hat in den vergangenen Jahren Eingang in verschiedene ISO-Normen, wie z. B. der ISO 15686-5: Hochbau und Bauwerke – Planung der Lebensdauer – Teil 5: Kostenberechnung für die Gesamtlebensdauer, Eingang gefunden. Als Lebenszykluskosten werden diejenigen „Kosten, die durch ein Gebäude oder Bauwerksteil über dessen gesamten Lebenszyklus durch die Erfüllung der technischen und funktionalen Anforderungen entstehen.“ bezeichnet (ISO 15686-5 zitiert in DIN Deutsches Institut für Normung, 2010). Die Lebenszykluskostenrechnung findet v. a. bei energetischen Sanierungsmaßnahmen Anwendung. Infolge steigender Kühlgradtage führt eine verbesserte Außenwanddämmung nicht nur zu einem geringeren Energieverbrauch und damit zu einem geringeren Ausstoß an Treibhausgasen (Klimaschutz), sondern auch zu einem kühleren Raumklima. Im Wesentlichen gilt es, die Kosten über die drei Phasen Produktions-/ Konstruktions-, Nutzungs- und Entsorgungsphase zu erfassen (Abbildung 5).

## Ökonomisch-Ökologischer Nettoeffekt

Es können weiterhin Kosten für Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels, d.h. Aktionskosten, denen des Nicht-Handelns, d.h. Sanktionskosten, gegenübergestellt werden. Zu den Aktionskosten, häufig im Sinne von Investitionskosten zu betrachten, zählen z.B. Kosten für einen hochwassersicheren Gebäudebau (Ersatzbau, dickere Wände, keine Glasscheiben an flusszugewandten Gebäudeseiten, etc.). Hierzu gehören auch Kosten für die Verbesserung der Produktionsbedingungen für Mitarbeiter durch verbesserte Isolierung/Dämmung des Gebäudes oder der Einbau und die Nutzung von Klimaanlagen. Zu den Sanktionskosten zählen die in Verbindung mit einem Schadensereignis entstehenden Kosten, wie z.B. Gebäudeschäden, Maschinenschäden, aber auch ein durch Hitze bedingter Personalausfall. Des Weiteren sind Umsatzausfälle, steigende Versicherungskosten oder ein erhöhter Serviceaufwand einzukalkulieren. Darüber hinaus ist eventuell mit spezifischen Abgaben für Klimawandelanpassung zu rechnen. Neben den Aktions- und Sanktionskosten sind die überwälzbaren Kosten zu berücksichtigen, d.h. Kosten, die die Aktionskosten mindern. Ein konkretes Beispiel für ein Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes ist die Entscheidung zwischen dem Neubau/ technischer Aufrüstung eines Kühlhauses aufgrund der zunehmenden Hitzeperioden oder dem Risiko eines möglichen Verlustes der gesamten gekühlten Ware aufgrund des Ausfall des Kühlhauses nach zu hoher Temperaturbelastung (Abbildung 6).

min ( $K_a$ ) (Aktionskosten)	vs.	E ( $K_s$ ) (Sanktionskosten)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidungskosten</li> <li>• Verminderungskosten</li> <li>• Substitutionskosten</li> <li>• Beseitigungskosten</li> <li>• Transaktionskosten</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versicherungsbeiträge</li> <li>• Opportunitätskosten</li> <li>• Reparatur- oder Ersatzkosten bzw. höhere Serviceinanspruchnahme an/ bei Produktionsanlagen</li> <li>• Qualitätseinbußen am Produkt/ bei der Dienstleistungserstellung</li> <li>• Personalausfall</li> <li>• Umsatzausfall</li> <li>• Verhandlungslösungen</li> <li>• Evtl. gesetzlich bedingte Sanktionen (Abgaben)</li> </ul>
—		
$\Sigma$ ( $K_u$ ) (überwälzbare Kosten)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostenüberwälzung auf Kunden</li> <li>• Kostenüberwälzung auf Lieferanten</li> <li>• Subventionen, Finanzierungshilfen</li> </ul>		

(Abbildung 6)

Ökonomisch-Ökologischer Nettoeffekt

### Weitere Faktenblätter

Im Rahmen des REGKLAM Verbundprojektes wurden - neben dem Verarbeitenden Gewerbe u.a. folgende branchenspezifische Faktenblätter erstellt:

- **Baugewerbe**
- **Energiewirtschaft**
- **Tourismus**

Zudem stehen auch weitere REGKLAM-Faktenblätter und umfangreiche Hintergrundinformationen zu Klimawandel und -anpassung auf der Projektseite [www.regklam.de](http://www.regklam.de) zur Verfügung.

### Quellen

- AUERSWALD, H.; VOGT, G. (2010): Zur Klimasensibilität der Wirtschaft in der Region Dresden. In: ifo Dresden berichtet, Vol. 17(3).
- HEYMANN, E. (2007): Klimawandel und Branchen. Manche mögen 's heiß, in: Deutsche Bank Research, Energie und Klimawandel, Aktuelle Themen 388.
- KEMFERT, C. (2007): Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden. DIW Berlin.
- STECHEMESSER, K.; GÜNTHER, E. (2011): Herausforderung Klimawandel. Auswertung einer deutschlandweiten Befragung im verarbeitenden Gewerbe. In: Karczmarzyk, A.; Pfriem, R. (Hrsg.): Klimaanpassungsstrategien von Unternehmen. Marburg.

## Zusammenfassung

Der Klimawandel kann sowohl Chancen als auch Risiken für Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes beinhalten:

- Steigender Energieverbrauch und ansteigende Temperaturen in Produktions- und Lagerräumen infolge steigender Außentemperaturen im Sommer
- Produktionsausfälle durch Ausfall der Maschinenparks
- Steigende (Logistik-) Kosten durch zu verbessernde Isolierung und Kühltechnologien

Den Chancen und Risiken des Klimawandels können Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes mithilfe von geeigneten Maßnahmen begegnen, die im Rahmen des Projekts REGKLAM für die Modellregion Dresden entwickelt wurden. Hierzu gehören u.a.:

- Ergreifen neuer Absatzmärkte; Produktneuentwicklung; Diversifikation des Produktsortiments
- Veränderung der Arbeitszeiten bzw. der Arbeitsorganisation an Tagen mit hohen Temperaturen, z.B. Wechsel des Schichtsystems (z.B. mehr Spät-/ Nachtschicht)
- Bau von Sonnenschutzvorrichtungen in Form von Milchverglasung, Verschattung der Fenster (Jalousien, Vorhänge, Rollläden) und die Verkleinerung der Fenster zum Schutz vor Wärmeeinstrahlung

## Impressum

TU Dresden  
Lehrstuhl für BWL, insb. Betriebliche Umweltökonomie  
Prof. Dr. Edeltraud Günther  
Kristin Stechemesser, Julian Meyr,  
Jana Herrmann, Anne Bergmann  
Münchner Platz 1/3  
01062 Dresden  
bu@mailbox.tu-dresden.de

## Projektpartner, Projektförderer und -träger

