

Lingnau, Volker; Betzhold, Christina; Kraft, Laura; Wagner, Felix

Working Paper

Unternehmerische Nachhaltigkeit per Gesetz? Analyse der Entwicklungsprozesse ökologischer Gesetzgebung und ihrer Auswirkungen auf Unternehmen am Beispiel von Deutschland, China und der Schweiz

Controlling-Studien, No. 4

Provided in Cooperation with:

University of Kaiserslautern-Landau (RPTU), Chair of Management Accounting and Management Control Systems

Suggested Citation: Lingnau, Volker; Betzhold, Christina; Kraft, Laura; Wagner, Felix (2025) : Unternehmerische Nachhaltigkeit per Gesetz? Analyse der Entwicklungsprozesse ökologischer Gesetzgebung und ihrer Auswirkungen auf Unternehmen am Beispiel von Deutschland, China und der Schweiz, Controlling-Studien, No. 4, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU), Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling, Kaiserslautern

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/310320>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Controlling-Studien

(www.Controlling-Forschung.de)

herausgegeben von
Univ.-Prof. Dr. Volker Lingnau

Nr. 4

Unternehmerische Nachhaltigkeit per Gesetz?
Analyse der Entwicklungsprozesse ökologischer Gesetz-
gebung und ihrer Auswirkungen auf Unternehmen am
Beispiel von Deutschland, China und der Schweiz

Volker Lingnau / Christina Betzhold /

Laura Kraft / Felix Wagner

2025

Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling • RPTU in Kaiserslautern

Gottlieb-Daimler-Straße, Gebäude 42, 67663 Kaiserslautern

ISSN 1861-972X

Nr. 4

Unternehmerische Nachhaltigkeit per Gesetz?

Analyse der Entwicklungsprozesse ökologischer Gesetzgebung und ihrer Auswirkungen auf Unternehmen am Beispiel von Deutschland, China und der Schweiz

Prof. Dr. Volker Lingnau^{*}

Christina Betzhold, M.Sc.^{**}

Laura Kraft^{***}

Felix Wagner^{***}

2025

* Univ.-Prof. Dr. Volker Lingnau ist Inhaber des Lehrstuhls für Unternehmensrechnung und Controlling an der RPTU in Kaiserslautern.

** Christina Betzhold, M.Sc. ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling an der RPTU in Kaiserslautern.

*** Laura Kraft und Felix Wagner haben am Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling im Rahmen eines Studienprojektes eine Arbeit verfasst, die diesem Beitrag zugrunde liegt.

Inhalt

	Seite
Inhalt	1
Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einführung	5
2 Grundlagen.....	6
2.1 Vergleich der Länder.....	6
2.2 Entwicklung der ersten ökologischen Gesetze und aktueller Stand	7
3 Ökonomische Auswirkungen der ökologischen Gesetzgebung auf Unternehmen	11
3.1 Deutschland.....	11
3.2 China	15
3.3 Schweiz	18
4 Analyse der Effektivität der ökologischen Gesetzgebung	23
4.1 Deutschland.....	23
4.2 China	26
4.3 Schweiz	30
4.4 Bewertung der gesetzlichen Effektivität im Ländervergleich.....	34
5 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse und Ausblick	37
Literatur.....	38

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Investitionen des verarbeitenden Gewerbes in den Umweltschutz von 2009 bis 2020	12
Abbildung 2: Investitionen der Industrie in den Umweltschutz von 2009, 2013, 2016, 2018, 2020 und 2022	20
Abbildung 3: Treibhausgas-Emissionen der deutschen Industrie von 1995 bis 2023	24
Abbildung 4: Abfallaufkommen aus Produktion und Gewerbe von 2005 bis 2022	25
Abbildung 5: Wassereinsatz des verarbeitenden Gewerbes von 1991 bis 2022	26
Abbildung 6: Treibhausgas-Emissionen aus industriellen Prozessen in China von 1990 bis 2021	27
Abbildung 7: Feste Abfälle der chinesischen Industrie von 1998 bis 2023	28
Abbildung 8: Wasserverbrauch der chinesischen Industrie von 2012 bis 2023	29
Abbildung 9: Treibhausgas-Emissionen der schweizerischen Industrie von 1990 bis 2022 ...	30
Abbildung 10: Produzierte Sonderabfälle der Schweiz von 2007 bis 2022	32
Abbildung 11: Schweizer Trinkwasserverbrauch des Gewerbes und der Industrie von 2000 bis 2022	33

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Zeitlicher Vergleich der ersten ökologischen Gesetzgebung.....	8
---	---

Abkürzungsverzeichnis

AbwV	Abwasserverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnungen
EU	Europäische Union
GewAbfV	Gewerbeabfallverordnung
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
LRV	Luftreinhalte-Verordnung, Luftreinhalte-Verordnung
MV	Mikroverunreinigungen
NAWA	Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität
VeVA	Verordnung über den Verkehr mit Abfällen
VOC	Flüchtige organische Verbindungen
VR	Volksrepublik
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen
VVS	Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1 Einführung

Angesichts der großen ökologischen Herausforderungen, wie dem Klimawandel und dem Verlust der Biodiversität, hat die ökologische Gesetzgebung in den letzten Jahrzehnten zunehmende Bedeutung erfahren. In vielen Ländern wurden gesetzliche Maßnahmen ergriffen, die den ökologischen Fußabdruck der Wirtschaft verringern sollen. Unternehmen werden rechtliche Vorschriften auferlegt, durch die sie umweltfreundlicher agieren und ihren Beitrag zur Erreichung ökologischer Nachhaltigkeitsziele leisten sollen. Dabei ist jedoch fraglich, ob diese ökologischen Gesetzgebungen tatsächlich die beabsichtigte Wirkung erzielen und zu einer ökologischen Wirtschaftsweise führen. Ziel dieses Beitrags ist es daher, die Auswirkungen der gesetzlichen Maßnahmen auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen zu analysieren, um deren Effektivität zu bewerten. Zudem sollen mögliche unerwünschte Nebeneffekte durch die Betrachtung der ökonomischen Auswirkungen auf Unternehmen berücksichtigt werden. Aufgrund der unterschiedlichen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sollen hierfür die Länder Deutschland, China und Schweiz als Forschungs- und Vergleichsobjekte herangezogen werden.

Als Einführung in die Thematik werden dazu in Kapitel 2 zunächst wesentliche Grundinformationen der drei betrachteten Länder vorgestellt, gefolgt von der Entwicklung erster ökologischer Gesetze und dem aktuellen Stand der ökologischen Gesetzgebung der drei Länder. Kapitel 3 beschäftigt sich mit den resultierenden und implizierten Folgen für Unternehmen aus den in Kapitel 2 vorgestellten Gesetzen innerhalb der jeweiligen Länder und stellt diese gegenüber. In Kapitel 4 wird die Effektivität der erlassenen Gesetze durch die Analyse der ökologischen Nachhaltigkeit von Unternehmen in Deutschland, China und der Schweiz überprüft, vor allem hinsichtlich der Forschungsfrage, ob unternehmerische Nachhaltigkeit per Gesetz erreicht werden kann. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse sowie ein Ausblick finden sich im abschließenden Kapitel 5.

2 Grundlagen

Die drei betrachteten Länder, Deutschland, China und die Schweiz, weisen teilweise grundsätzlich verschiedene Ausgangslagen, Strukturen und Vorgehensweisen in ihrer Gesetzgebung auf. Daher sollen diese zunächst in Kapitel 2.1 kurz aufgezeigt werden. Im Anschluss werden die Anfänge und die aktuellen Situationen der ökologischen Gesetzgebung (Kapitel 2.2) aus Sicht der drei Länder vergleichend dargestellt.

2.1 Vergleich der Länder

Deutschland

Die Bundesrepublik Deutschland [BRD] besteht in ihrer heutigen Form seit dem Zusammenschluss der damaligen Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik im Jahr 1990. Seit der deutschen Einheit besteht die Bundesrepublik aus 16 teilsouveränen Bundesländern. Gesetze für die BRD in ihrer aktuellen Form entstanden demnach erst nach 1990.

Bereits im Jahr 1951 entschied sich die damalige BRD (bestehend aus 11 Bundesländern) zur wirtschaftlichen Zusammenarbeit mit anderen europäischen Ländern. Im Zuge dessen beteiligte sich Deutschland am 01. Januar 1958 bei der Gründung der Europäischen Union [EU].¹ Seitdem ist Deutschland dazu verpflichtet, die europäischen Vorschriften in nationales Recht umzusetzen und zu befolgen.²

China

Vor der Gründung der Volksrepublik [VR] China im Jahr 1949 besaß das chinesische Volk keine landesweite, nationale Gesetzgebung. Mit der Wirtschaftsreform ab dem Jahr 1979 wurde mit der Ausarbeitung erster ökologischer Gesetze begonnen. Chinas Gesetzgebung ist im Vergleich zur Legislative der beiden europäischen Länder Deutschland und Schweiz weniger ausgereift. Zur Umsetzung von ökologischen Zielen und Plänen nutzt die VR China Fünfjahrespläne anstelle von Gesetzen.³ Bei den folgenden Analysen wurden jedoch nur die gesetzlichen Regelungen berücksichtigt. China ist das bevölkerungsreichste und flächenmäßig drittgrößte

¹ Vgl. Europäische Union (Hrsg.) (2021).

² Vgl. Europäische Kommission (Hrsg.) (2024).

³ Vgl. Lamade, J. (2020), S. 52-54.

Land der Welt und wird in sechs Regionen und 22 Provinzen unterteilt.⁴ (Sowie vier direkt verwaltete Regierungsbezirke (Peking, Shanghai, Tianjin und Chongqing), fünf autonome Regionen (Tibet, Xinjiang, Innere Mongolei, Guangxi und Ningxia) und zwei Sonderverwaltungsregionen (Hongkong und Macau).)

Schweiz

In der Schweiz ist jedes einzelne der 26 Kantone für den Vollzug der Gesetze und deren Überwachung zuständig. Die Schweiz benutzt allgemeine Rahmengesetze für verschiedene Rechtsgebiete. Generelle Regelungen werden in Gesetzen festgehalten, während konkrete Maßnahmen, Kennzahlen und Grenzwerte oft in den dazugehörigen Verordnungen zusammengefasst werden.⁵ In der Schweiz werden die Bundesgesetze im Parlament von der Bundesversammlung erlassen, müssen aber durch Volksabstimmungen angenommen werden.⁶

2.2 Entwicklung der ersten ökologischen Gesetze und aktueller Stand

Ökologische Nachhaltigkeit ist ein komplexes Thema und inkludiert viele verschiedene Themenfelder, die eine Rolle für unternehmerische Nachhaltigkeit spielen. Der Fokus der Analyse ökologischer Nachhaltigkeit liegt in diesem Rahmen aus Gründen der ausreichenden Vergleichbarkeit auf den drei Bereichen der Luftreinhaltung, dem Umgang mit Abfallprodukten und der Wassernutzung bzw. -behandlung. Bereiche wie beispielsweise erneuerbare Energien oder Klimaschutz sind aufgrund fehlender Daten nicht vergleichbar und werden von der Analyse daher exkludiert.

In Bezug auf die betrachteten Bereiche zeigen sich bereits anhand des zeitlichen Vergleichs der Einführung erster ökologischer Gesetze in Tabelle 1 deutliche Unterschiede zwischen den Ländern.

⁴ Vgl. Domschke, H. (2021), S. 100.

⁵ Vgl. Knöpfel, C. / Pardini, R. / Heinzmann, C. (2018), S. 31.

⁶ Vgl. Die Bundesversammlung – Das Schweizer Parlament (Hrsg.) (2021a).

Thema	Deutschland	China	Schweiz
Luftreinhaltung	1974 Bundes-Immissionsschutzgesetz	1988 Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von Luftverschmutzung	1985 Umweltschutzgesetz Luftreinhalte-Verordnung
Abfall	1972 Abfallbeseitigungsgesetz	1995 Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von festen Abfällen	1986 Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen
Wasser	1960 Wasserhaushaltsgesetz	1984 Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von Wasserverschmutzung	1971 Gewässerschutzgesetz

Tabelle 1: Zeitlicher Vergleich der ersten ökologischen Gesetzgebung

Der tabellarische Vergleich lässt erkennen, dass Deutschland in allen drei Themenfeldern Vorreiter in der Einführung von ökologischen Gesetzen ist. Die VR China führte aufgrund des spät einsetzenden Wirtschaftsbooms ökologische Gesetze im Bereich Abfall und Wasser später ein als die beiden europäischen Länder. Die VR legte bereits früh einen Fokus auf Luftverunreinigungen aufgrund des Smogs in einigen chinesischen Großstädten. Während in Deutschland und der Schweiz diese ersten Gesetzesbeschlüsse oft durch aktuellere Gesetze abgelöst wurden, sind die chinesischen Gesetze noch heute in Kraft.

Die ökologische Gesetzgebung hat sich in den letzten drei Jahrzehnten innerhalb der Länder weiterentwickelt. Ein Großteil der Gesetze wurde novelliert, von neuen Gesetzen und Verordnungen abgelöst oder ergänzt. Die chinesische Verordnung über die Verwaltung von Schadstoffeinleitungsgenehmigungen aus dem Jahr 2021 soll das unternehmerische Einleitungsverhalten von Schadstoffen jeglicher Art regeln.

Luftreinhaltung

Im Bereich der Luftreinhaltung erhielt das deutsche Bundes-Immissionsschutzgesetz [BImSchG] (1974) einige Novellierungen und eine Vielzahl von inhaltlich ergänzenden Bundes-Immissionsschutzverordnungen [BImSchV], unter anderem die 39. BImSchV, die Grenzwerte

für alle Arten von Emissionen zur Verbesserung der Luftqualitätsstandards beinhaltet.⁷ Das Klimaschutzgesetz integriert die Klimaziele des im Pariser Übereinkommen entwickelten Klimaschutzplans 2050 in die deutsche Gesetzgebung und ergänzt die bereits bestehenden Gesetze. Langfristiges Ziel des Gesetzes ist dabei die Treibhausgasneutralität für Deutschland bis zum Jahr 2045 zu erreichen und den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu begrenzen.⁸ Die VR China führte nach dem Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von Luftverschmutzung keine weiteren Gesetze im Bereich der Luftreinhaltung ein. Auch in der Schweiz ist noch heute das im Jahr 1985 erlassene Umweltschutzgesetz und die Luftreinhalte-Verordnung [LRV] in Kraft. Die Anforderungen der LRV für alle Arten von Anlagen und Luftschadstoff-Immissionen wurden dabei mehrfach durch Novellen angepasst.⁹

Abfall

Deutschland verabschiedete als erstes der drei Länder das Abfallbeseitigungsgesetz im Jahre 1972.¹⁰ Im Jahr 1995 verabschiedete auch die chinesische Regierung ihr erstes und bis heute auch einziges Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von festen Abfällen. Während Chinas rechtliche Aktivität zur Regelung von Abfällen danach abebbte, verabschiedete Deutschland in den nächsten zwei Jahrzehnten eine Reihe von Gesetzen im Bereich des Abfallrechts.¹¹ Das neueste Gesetz, das Kreislaufwirtschaftsgesetz [KrWG] von 2012, führt eine Abfallhierarchie für die Vermeidung, Wiederverwendung, Verwertung, Beseitigung und das Recycling von Abfällen ein, das durch eine Neufassung der Gewerbeabfallverordnung [GewAbfV] aus dem Jahr 2017 thematisch ergänzt wird.¹² Mit der Novellierung des schweizerischen Umweltschutzgesetzes im Jahr 1997 wurde Abfallvermeidung und -entsorgung als gesondertes Kapitel hinzugefügt.¹³ Die erste abfallthematische Verordnung wurde allerdings schon im Jahr 1986 verabschiedet.¹⁴ Diese wurde von der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen [VeVA] abgelöst, die Maßnahmen für den Umgang mit aus industriellen Prozessen entstehenden Sonderabfällen formuliert.¹⁵ Auch die Schweiz verfügt seit 2015 über eine Abfallhierarchie, die sie mit der

⁷ Vgl. BImSchG (2024); 39. BImSchV (2020).

⁸ Vgl. KSG (2021).

⁹ Vgl. LRV (2022).

¹⁰ Vgl. Köller, H. (1997), S. 1 f.

¹¹ Vgl. KrW-/AbfG (1994); AbfVerbrG (2020); VVA (2006).

¹² Vgl. KrWG (2017); GewAbfV (2022).

¹³ Vgl. Schweizerisches Bundesarchiv (Hrsg.) (1997), S. 1160-1165.

¹⁴ Vgl. VVS (2022).

¹⁵ Vgl. VeVA (2022).

Verabschiedung der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen [VVEA] durch ein gesondertes Kapitel zielstrebig verfolgen wollen.¹⁶

Wasser

Auch im Wasserrecht war Deutschland Vorreiter und verabschiedete im Jahre 1960 das erste Gesetz, gefolgt von dem ersten schweizerischen Gewässerschutzgesetz [GSchG] im Jahre 1971.¹⁷ China folgte im Jahr 1984 mit dem Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von Wasserverschmutzung und erweiterte seine wasserrechtliche Gesetzgebung vier Jahre später mit dem ersten offiziellen Wassergesetz.¹⁸ Diese ersten Gesetze der drei Länder waren allerdings nicht sehr ausgereift. Die Schweiz löste ihr veraltetes GSchG durch ein neues, detaillierteres GSchG im Jahre 1991 ab. Darin stehen Vorschriften zur Sauberhaltung von Gewässern sowie zur Beseitigung von Abwasser.¹⁹ Mindestanforderungen für das Einleiten von Industrieabwässern in Gewässer oder die öffentliche Kanalisation stehen in der Gewässerschutzverordnung [GSchV] aus dem Jahr 1998. China ersetzte im Jahre 2002 das ursprüngliche Wassergesetz durch ein umfassenderes Wassergesetz und novellierte das Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von Wasserverschmutzung mehrmals im Laufe der Jahre.²⁰ Deutschland aktualisierte sein Wasserrecht erst 2010 mit der Inkraftsetzung des neuen, systematischeren und strukturierteren Wasserhaushaltsgesetzes [WHG], das sowohl ökologische als auch nutzungsbezogene Funktionen von Gewässern abdecken und für eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung von oberirdischen Gewässern, Küstengewässern und dem Grundwasser sorgen soll.²¹ In der Abwasserverordnung [AbwV] aus dem Jahr 2004 stehen Mindestanforderungen für das Einleiten von industriellem Abwasser in Gewässer und Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Abwasseranlagen.²²

¹⁶ Vgl. VVEA (2022), Kapitel 3.

¹⁷ Vgl. Walter, A.-B. (2020), S. 201; Art. 1, 2 GSchG (2021).

¹⁸ Vgl. Liu, B. / Speed, R. (2009), S. 197; Beyer, S. (2006), S. 196 f.

¹⁹ Vgl. Art. 29-66 GSchG (2021).

²⁰ Vgl. Beyer, S. (2006), S. 195.

²¹ Vgl. Walter, A.-B. (2020), S. 212 f.

²² Vgl. AbwV (2022).

3 Ökonomische Auswirkungen der ökologischen Gesetzgebung auf Unternehmen

Aufgrund der zuvor aufgezeigten gesetzlichen Grundlagen werden im Folgenden die ökonomischen Auswirkungen auf Unternehmen untersucht. Der Schwerpunkt der Analyse bzgl. der ökologischen Nachhaltigkeit von Unternehmen liegt auf dem sekundären Sektor der einzelnen Länder, da sich dieser grundsätzlich durch einen hohen Rohstoffverbrauch sowie hohe Emissionen auszeichnet. Soweit die Datenverfügbarkeit es erlaubt, werden zunächst die Investitionen bzw. Ausgaben für den Umweltschutz durch Unternehmen betrachtet und im Anschluss die ökonomischen Auswirkungen der drei Bereiche Luftreinhaltung, Abfall und Wasser analysiert.

3.1 Deutschland

In Deutschland sind die Umweltschutzausgaben von 2010 bis 2021 von 52,116 Mrd. € auf 83,103 Mrd. € und somit um fast 60 % gestiegen. Im Jahr 2021 bildeten die Ausgaben von Unternehmen mit einem Anteil von knapp 65,3 % den Großteil der gesamten Ausgaben Deutschlands für den Umweltschutz und sind somit von zentraler Bedeutung für dessen Umsetzung.²³

Ein Indikator für ökonomische Auswirkungen der ökologischen Gesetzgebung auf Unternehmen sind deren Investitionen in verschiedene Bereiche des Umweltschutzes. Um eine einheitliche Untersuchung der Länder und der verschiedenen Umweltbereiche durchführen zu können, beschränkt sich die Analyse dabei auf den Industriezweig des verarbeitenden Gewerbes. Im Vergleich zu vielen anderen entwickelten Volkswirtschaften hat Deutschland einen starken Industriesektor. Die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes tragen mehr als ein Fünftel zur deutschen Bruttowertschöpfung bei. Dies ist einer der höchsten Werte unter den Industrieländern.²⁴ Dementsprechend hoch ist der Verbrauch von Umweltressourcen durch die Industrie. Als Basis für die Betrachtung der Auswirkungen verschiedener Gesetze dient Abbildung 1, die die Investitionen des verarbeitenden Gewerbes abbildet.

²³ Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022a), S. 9; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2024a).

²⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022b).

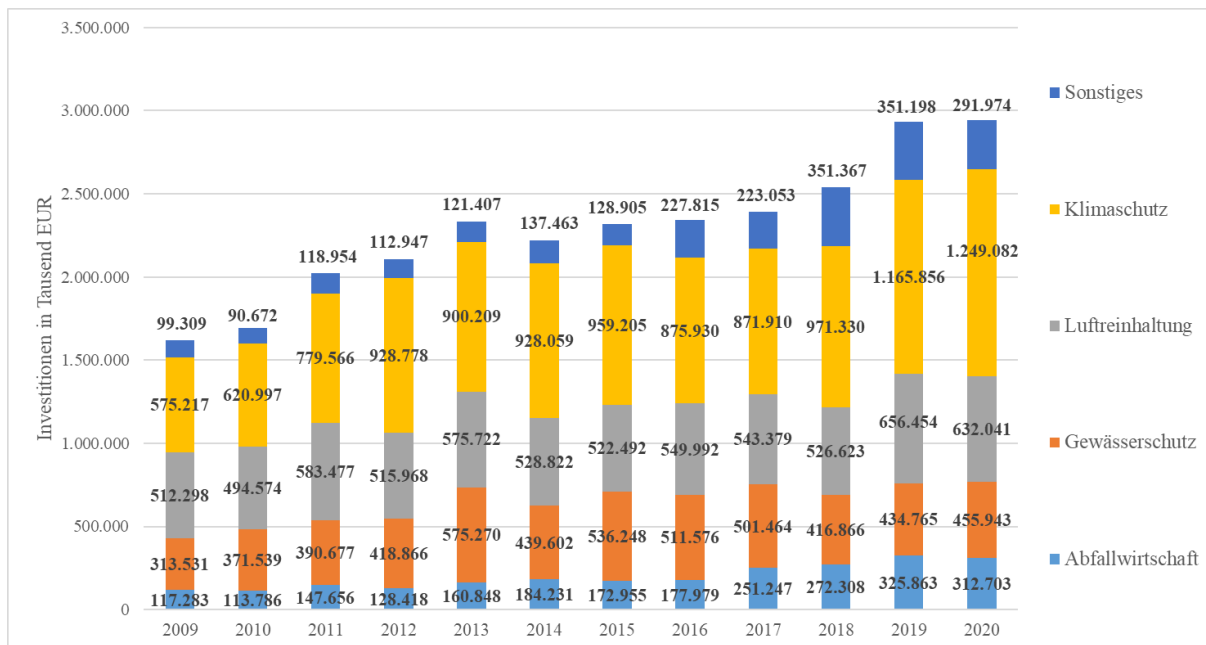


Abbildung 1: Investitionen des verarbeitenden Gewerbes in den Umweltschutz von 2009 bis 2020²⁵

Die Investitionen des Verarbeitenden Gewerbes sind von 2009 bis 2013 um über 44 % auf insgesamt über 2,33 Mrd. € gestiegen. Von 2013 bis 2017 zeichnet sich ein eher stagnierender Verlauf der Umweltschutzinvestitionen ab. Ab 2018 steigt die Summe der Umweltschutzinvestitionen noch einmal deutlich, auf bis über 2,94 Mrd. € im Jahr 2020 an. Über alle Jahre hinweg sind die Ausgaben für Investitionen in den Klimaschutz am höchsten, wodurch auf eine priorisierte Stellung zu schließen ist. Darunter fallen Investitionen zur Vermeidung und Verminderung der Emissionen von Kyoto-Treibhausgasen, zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie zur Energieeffizienzsteigerung und zur Energieeinsparung. Im betrachteten Zeitraum stieg das Investitionsvolumen bis 2015 um ca. 384 Mio. € auf über 959 Mio. € an, ging 2016 und 2017 etwas zurück und steigt seitdem wieder kontinuierlich auf zuletzt über 1.249 Mio. € im Jahr 2020. Die Investitionen im Bereich der Abfallwirtschaft stiegen seit 2009 mit wenigen Ausnahmen ebenfalls deutlich um über 166 %, wobei der größte Anstieg im

²⁵ In Anlehnung an: Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2011), S. 17-18; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2012), S. 13-14; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2014a), S. 13-14; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2014b), S. 19-20; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2015), S. 14-15; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2016), S. 14-15; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2018), S. 14-15; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2019a), S. 20-21; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2019b), S. 14-15; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2021a), S. 14-15; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2021b), S. 14-15; Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022c), S. 14-15. Der Bereich Gewässerschutz findet sich unter dieser Bezeichnung nur bis 2015. Ab 2016 wird hier der Bereich Abwasserwirtschaft betrachtet. Der Bereich Sonstiges bestand bis 2015 aus den Umweltbereichen Lärmbekämpfung, Naturschutz und Landschaftspflege sowie Bodensanierung. Seit 2016 fallen hierunter die Umweltbereiche Lärm- und Erschütterungsschutz, Arten- und Landschaftsschutz sowie Schutz und Sanierung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser.

Jahr 2017 erfolgte. Im Bereich des Gewässerschutzes (bzw. der Abwasserwirtschaft) stiegen die Investitionen bis 2013 zunächst deutlich um über 83 % an. Mit über 575 Mio. € erreichten die Ausgaben damit aber auch ihren Höhepunkt und verharren seitdem auf einem niedrigeren Niveau. Die Investitionen im Bereich der Luftreinhaltung sind über den gesamten Betrachtungszeitraum zwar um über 23 % gestiegen, im Verlauf schwanken diese jedoch immer wieder.²⁶

Luftreinhaltung

Im Bereich der Luftreinhaltung legt das Bundes-Klimaschutzgesetz [KSG] (2019) zulässige Jahresemissionswerte für Treibhausgasemissionen von 2020 bis 2030 fest, die eine Gesamtemissionsminderung von 36 % bis 2030 zum Ziel haben. Um dies zu erreichen, muss die deutsche Industrie umfangreiche Maßnahmen zur Emissionsminderung ergreifen.²⁷

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (2021) enthält eine Reihe von Auflagen für die Betreiber von Industrieanlagen, die zu zusätzlichen Kosten und Aufwand für das Unternehmen führen können. Für einen großen Teil, der neu zu errichtenden Anlagen muss der Anlagenbetreiber einen Genehmigungsantrag stellen. Für jede in Betrieb befindliche Anlage muss eine Emissionserklärung abgegeben werden, die Auskunft über Art, Menge, räumliche und zeitliche Verteilung der Luftschadstoffe über einen bestimmten Zeitraum sowie über die Emissionsbedingungen gibt. Die Kosten für alle von der zuständigen Behörde angeordneten Messungen und Sicherheitsprüfungen, die vom Betreiber von Anlagen durchgeführt werden müssen, sind ebenfalls vom Betreiber zu tragen. Die Behörden können den Vollzug der gesetzlichen Bestimmungen durch Beauftragte überwachen. In diesem Fall hat das Unternehmen die Kosten für die Entnahme und Untersuchung der Probe sowie für alle weiteren Überwachungsmaßnahmen zu tragen. Unternehmen, die genehmigungsbedürftige Anlagen betreiben, müssen einen oder mehrere Immissionsschutzbeauftragte bestellen, die den Betreiber der Anlage in Fragen des Immissionsschutzes beraten.²⁸

Mit der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung wurden 2010 verschiedene Richtlinien des Europäischen Parlaments zu Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen in deutsches Recht umgesetzt. Sie legt u. a. Grenzwerte für Ozon-, Stickstoff-, Schwefel- und Feinstaubemissionen fest, die in verschiedenen definierten Zeiträumen nicht überschritten werden

²⁶ Vgl. Abbildung 1.

²⁷ Vgl. Anlage 2 KSG (2021).

²⁸ Vgl. §§ 10, 27, 30, 52, 53 BImSchG (2024).

dürfen.²⁹ Die Investitionen in die Luftreinhaltung stiegen im Jahr nach der Einführung der 39. BImSchV um 17,7 % auf 583 Mio. €. ³⁰ Die Verabschiedung der 39. BImSchV kann als ein Faktor für diesen Anstieg der Investitionen verstanden werden.

Abfall

Die Abfallgesetzgebung wurde in den letzten vier Jahrzehnten stetig weiterentwickelt und etablierte mit der Einführung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes im Jahr 2012 eine strukturierte Abfallhierarchie in Deutschland. Nach der Vermeidung von Abfällen und der Wiederverwendung der Ressourcen sollen produzierte Abfälle nach Möglichkeit recycelt oder verwertet werden. Ist dies aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht möglich, müssen die Abfälle ordnungsgemäß entsorgt werden.³¹ Die Investitionen des verarbeitenden Gewerbes in die Abfallwirtschaft sind in den ersten beiden Jahren nach der Einführung des KrWG deutlich um über 25 % (von 2012 auf 2013) bzw. über 43 % (von 2012 auf 2014) gestiegen. Auch in den Jahren 2015 und 2016 blieben die Investitionen auf einem deutlich höheren Niveau, als vor der Einführung.³² Dies könnte ein Hinweis von ökonomischen Auswirkungen des KrWG (2012) auf das verarbeitende Gewerbe sein.

Mit der Umsetzung der neuen GewAbfV (2017) stiegen die Investitionen des verarbeitenden Gewerbes von 2016 auf 2017 um mehr als 41 % auf über 251 Mio. €. ³³ Mit dieser Verordnung soll das Trenn- und Verwertungsverfahren von gewerblichen Abfällen strenger kontrolliert werden. Da dadurch mehr Abfälle in vergleichbar teuren Beseitigungsanlagen behandelt werden mussten, stiegen die allgemeinen Kosten für Unternehmen im Bereich der Abfallbehandlung. Unternehmen haben strengere Dokumentationspflichten, die zu zusätzlichem Aufwand führen. Um die Kosten für die Nachrüstung von Abfallbehandlungsanlagen zu decken, stiegen die Kosten für die Abfallentsorgung unter anderem für das produzierende Gewerbe.³⁴

Wasser

Im Bereich des Gewässerschutzes regelt das WHG den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen für Unternehmen. Rohrleitungen und Anlagen zur Lagerung, Abfüllung, Herstellung oder Behandlung dieser Stoffe müssen so errichtet und betrieben werden, dass angrenzende

²⁹ Vgl. 39. BImSchV (2020).

³⁰ Vgl. Abbildung 1.

³¹ Vgl. §§ 6-8 KrWG (2017).

³² Vgl. Abbildung 1.

³³ Vgl. Abbildung 1.

³⁴ Vgl. Deutscher Bundestag (Hrsg.) (2017), S. 1 f.

Gewässer nicht verunreinigt werden. Material, das den Anforderungen nicht entspricht, muss saniert oder durch anforderungsgerechtes Material ersetzt werden. Zusätzlich muss jede Anlage mit einem sekundären Schutz, meistens in Form einer Auffangwanne, ausgestattet sein. Jede Anlage muss detailliert dokumentiert sein und regelmäßig kontrolliert werden. Unternehmen, die an einem Tag mehr als 750 m³ Abwasser erzeugen, haben Gewässerschutzbeauftragte zu bestellen.³⁵ Für die Benutzung von Gewässern muss ein Bewirtschaftungsplan erstellt werden, der bei der jeweiligen zuständigen Behörde einzureichen ist. Dieser muss eine allgemeine Beschreibung der Merkmale der Flussgebietseinheit und Gewässerbelastungen sowie eine Beurteilung ihrer Auswirkungen, eine Risikoanalyse der Zielerreichung, Bewirtschaftungsziele und Umweltziele beinhalten.³⁶ Die Investitionen in neues Material, der zusätzliche Aufwand der Dokumentationspflichten und die zusätzlichen Arbeitskräfte verursachen Zusatzkosten für Unternehmen. Die Einführung des WHG im Jahr 2010 hat dazu beigetragen, dass die Investitionen in den folgenden drei Jahren um fast 55 % gestiegen sind.³⁷

Die AbwV konkretisiert in ihrer Neufassung von 2004 die Anforderungen an den Schutz der Wasserqualität. Die Schadstoffbelastung der Gewässer soll durch den Einsatz wassersparender Verfahren bei Wasch- und Reinigungsprozessen, indirekte Kühlung, den Einsatz schadstoffarmer Betriebs- und Hilfsstoffe und die prozessintegrierte Verwertung von Stoffen so gering wie möglich gehalten werden.³⁸

3.2 China

Das Umweltrecht der VR China umfasst zusätzlich zu Gesetzestexten vom Staatsrat, von Ministerien und Kommissionen, von Provinzen und von der Kommunistischen Partei Chinas formulierte Vorschriften und Normen, die im Rahmen dieses Beitrags allerdings nicht thematisiert werden, da sie nicht gesetzlich verankert sind. Emissionsnormen und andere Anforderungen an Industriebetriebe werden von den Ministerien separat eingeführt, ohne dass sie im Gesetz verankert sind. Chinesische Gesetze enthalten überwiegend nur grundlegende Regelungen, ohne konkrete Maßnahmen oder Anforderungen an Unternehmen zu stellen, können aber verantwortliche Organisationen und Ministerien verpflichten, konkrete Regelungen für den Umweltschutz der Industrie festzulegen. Mit der Verordnung über die Verwaltung von

³⁵ Vgl. §§ 62-64 WHG (2021).

³⁶ Vgl. § 83 WHG (2021).

³⁷ Vgl. Abbildung 1.

³⁸ Vgl. § 3 AbwV (2022).

Schadstoffeinleitungsgenehmigungen (2021) sind schadstoff-emittierende Betriebe verpflichtet, Genehmigungen einzuholen. Ein Antrag für eine Schadstoffeinleitungsgenehmigungen muss Informationen zur Art und der Intensität der eingeleiteten Schadstoffe beinhalten.³⁹ Zur Ermittlung dieser Daten sind betriebsintern Messungen durchzuführen, die zusätzlichen Personalaufwand und Kosten verursachen. Das im Jahr 2015 in Kraft getretene Umweltschutzgesetz ist das jüngste umweltbezogene Gesetz der VR China. Verglichen mit älteren Gesetzen zum Umweltschutz finden sich in diesem Gesetz konkrete Maßnahmen für Unternehmen, ohne dabei Emissions-Grenzwerte für spezielle Schadstoffe oder Treibhausgase zu nennen. Es verlangt allerdings, dass die Umweltschutzabteilung des Staates Umweltqualitätsnormen bestimmen soll und dass Wirtschaftsakteure diese Normen einhalten müssen.⁴⁰ Da diese Umweltqualitätsnormen nicht gesetzlich verankert sind, werden diese in den folgenden Abschnitten nicht genauer behandelt.

Luftreinhaltung

China zählt zu den größten Treibhausgas-Emittenten der Welt. Zunehmender Smog in den Großstädten Chinas lässt dies unschwer erkennen. Im Jahr 1988 sollten mit der Einführung des Gesetzes zur Vermeidung und Kontrolle von Luftverschmutzung generelle Bestimmungen zur Regulierung von Treibhausgas-Emissionen und Luftschadstoffen getroffen werden. Für brennbare Gase, die nicht wiederverwendet werden können, müssen von der Industrie additive oder integrierte Maßnahmen ergriffen werden, um diese zu vermeiden oder zu vermindern. Additive Maßnahmen beinhalten hauptsächlich die kostenintensive Anschaffung von zusätzlichen Luftfilteranlagen. Bei integrierten Maßnahmen müssen effizientere Produktionsanlagen angeschafft oder die bestehenden Produktionsanlagen entsprechend saniert werden. Sanierungen und Investitionen dieser Art führen zu signifikanten Mehrkosten für die chinesische Industrie. Die verschiedenen Luftschadstoff-Emissionen müssen ermittelt und anschließend von der Umweltschutzabteilung genehmigt werden. Durch die Einstellung von Emissions-Beauftragten, die diese Messungen durchführen, entstehen zusätzliche Personalkosten. Falls brennbare Gase durch Fehlfunktionen der Rückgewinnungs- und Wiederverwendungsanlagen freigesetzt werden, müssen anderweitig Maßnahmen zur Verringerung der Luftverschmutzung getroffen

³⁹ Vgl. Die zentrale Volksregierung der Volksrepublik China (Hrsg.) (2021).

⁴⁰ Vgl. Roth-Mingram, B. (2015), S. 55-58.

werden. Zu den Kosten der Reparatur der funktionsunfähigen Anlagen entstehen überdies Kosten für die Durchführung dieser Zusatzmaßnahmen.⁴¹

Abfall

Das Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von festen Abfällen (2008) fordert chinesische Unternehmen dazu auf Rohstoffe, Energie und andere Ressourcen effizient zu nutzen und zu verwerten. Dazu sollen sie fortschrittliche Produktionstechniken und Ausrüstungen anschaffen, um die Menge der Abfälle zu reduzieren und die Belastung der Umwelt durch feste Industrieabfälle zu verringern.⁴² Um dem Gesetz Folge zu leisten, müssen Industriebetriebe umfangreiche Investitionen tätigen, die zu signifikanten Zusatzkosten für die Betriebe führen. Falls eine Verwertung des angefallenen Abfalls vorübergehend oder grundsätzlich nicht möglich ist, müssen Betriebe für eine sichere und kontrollierte Lagerung sorgen oder den Abfall durch Behandlung unschädlich für die Umwelt machen.⁴³ Industriebetriebe müssen dahingehend in kostspielige und Fläche beanspruchende Deponien investieren. Diese müssen den Umweltschutznormen entsprechen und verursachen zusätzliche Kosten.

Aus einer im Jahr 2022 veröffentlichten Studie, die die Effizienz der Investitionen und der Behandlung von festen Abfällen zwischen dem *Yangtze-Fluss-Wirtschaftsgürtel* und den Regionen außerhalb dieses Gürtels vergleicht, wird erkennbar, dass die Investitionen in den industriereichen Wirtschaftsgürtel Chinas und die Vermögensanlagen seit der Novellierung des Gesetzes zur Vermeidung und Kontrolle von festen Abfällen im Jahr 2016 sprunghaft angestiegen sind.⁴⁴

Wasser

Das Wassergesetz (2002) verpflichtet zur Einführung fortschrittlicher Technologien, Verfahren und Ausrüstungen für die industrielle Wassernutzung, um die Anzahl der Nutzungen von wiederverwendetem Wasser zu erhöhen und den Wiederverwendungsgrad von Wasser zu steigern.⁴⁵ Dies stellt implizit eine Forderung nach Investition in effiziente Produktionsmuster für die Industrier dar. Das Gesetz formuliert die Zahlung von Wassergebühren an

⁴¹ Vgl. Art. 16, 37 Law of the People's Republic of China on Prevention and Control of Environmental Pollution by Solid Waste (2007).

⁴² Vgl. Art. 31 Law of the People's Republic of China on Prevention and Control of Environmental Pollution by Solid Waste (2007).

⁴³ Vgl. Art. 33 Law of the People's Republic of China on Prevention and Control of Environmental Pollution by Solid Waste (2007).

⁴⁴ Vgl. Ren, F. et al. (2022), S. 7.

⁴⁵ Vgl. Art. 51 Water Law of China (2022).

Wasserversorgungsanlagen von Unternehmen, die Wasser aus deren Anlagen beziehen.⁴⁶ Das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft aus dem Jahr 2008 fordert, dass Industrieunternehmen fortschrittliche oder anwendbare wassersparende Technologien, Verfahren und Ausrüstungen einzusetzen, eine wassersparende Planung auszuarbeiten und umzusetzen, das wassersparende Management zu verbessern und die Kontrolle des Wasserverbrauchs in der Produktion über den gesamten Prozess durchzusetzen haben. Diese integrierten Maßnahmen haben signifikante ökonomische Auswirkungen auf die wasserintensive Industrie Chinas.⁴⁷ Auf nationaler Ebene betrugen die Kosten für die Einsparung eines Kubikmeters Wasser gemäß den Ergebnissen der Studie im Jahr 2015 37,864 Yuan [CNY]⁴⁸ und für die Verringerung von einem Kubikmeter Abwasseremission 141,759 CNY⁴⁹.⁵⁰ Mit der Einführung des Gesetzes zur Vermeidung und Kontrolle von Wasserverschmutzung im Jahr 2017 müssen Betriebe, die Schadstoffe in Gewässer einleiten, zusätzlich Überwachungsgeräte für die Überwachung der Abwassereinleitungen kaufen und installieren.⁵¹ Weiterhin haben Industriebetriebe Maßnahmen zur Versickerungsbekämpfung zu ergreifen und unterirdische Überwachungsstellen für die Wasserqualität einzurichten, um eine unterirdische Wasserverschmutzung zu verhindern.⁵² Industriebetriebe müssen zusätzlich in den Bau unterstützender zentraler Abwasserbehandlungsanlagen investieren, um eine effektivere Abwasserbehandlung gewährleisten zu können.⁵³ Zur Verringerung der Abwasseremissionen können Industriebetriebe entweder die Wassernutzungseffizienz steigern oder Emissionen im industriellen Produktionsprozess behandeln.

3.3 Schweiz

Die Schweiz hat in den letzten drei Jahrzehnten deutliche Fortschritte im Umweltschutz erzielt. Die Gesamtumweltbelastung der Schweiz ist von 2000 bis 2015 um rund 7 % gesunken. Die *Organisation for Economic Co-operation and Development*⁵⁴ würdigt zusätzlich den niedrigen Energieverbrauch der Wirtschaft und die Entkopplung des Wirtschaftswachstums von

⁴⁶ Vgl. Art. 55 Water Law of China (2022).

⁴⁷ Vgl. Art. 20 Circular Economy Promotion Law (2008).

⁴⁸ Dies entspricht gemäß dem Wechselkurs vom 31.12.2015 (1 CNY $\triangleq$ 0,14 €) 5,37 €, vgl. Bundesverband deutscher Banken (Hrsg.) (2024).

⁴⁹ Dies entspricht gemäß dem Wechselkurs vom 31.12.2015 (1 CNY $\triangleq$ 0,14 €) 20,10 €, vgl. Bundesverband deutscher Banken (Hrsg.) (2024).

⁵⁰ Vgl. Sheng, P. / Dong, Y. / Vochozka, M. (2020), S. 7-9.

⁵¹ Vgl. Art. 23 Water Pollution Prevention and Control Law of the People's Republic of China (2017).

⁵² Vgl. Art. 40 Water Pollution Prevention and Control Law of the People's Republic of China (2017).

⁵³ Vgl. Art. 45 Water Pollution Prevention and Control Law of the People's Republic of China (2017).

⁵⁴ Die *Organisation for Economic Co-operation and Development* ist auch unter der Abkürzung OECD bekannt.

Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen und dem sinkenden Wasserverbrauch der Produktion. Während die Wirtschaft in den Jahren zwischen 2000 und 2016 gemessen am Bruttoinlandprodukt real um 32 % wuchs, stieg der Energieverbrauch in der Schweiz gerade einmal um 0,9 % an und der Ausstoß inländischer Treibhausgase sank in der gleichen Zeit um 8 %. Der Industriesektor zählt zu den Wirtschaftssektoren mit besonders umweltrelevanten Auswirkungen. Obwohl in diesem Sektor nur 15 % der schweizerischen Unternehmen tätig sind, gilt die Metall- und Mineralölverarbeitung, die chemische Industrie und die Energieversorgung als ausgesprochen ressourcenintensiv.⁵⁵ Die Gesamtinvestitionssumme der Industrie in den Umweltschutz betrug 2009 358,485 Mio. Schweizer Franken [CHF]⁵⁶ und liegt seitdem stetig darunter. 2022 betrugen diese nur noch 325,662 Mio. CHF^{57, 58}. Während die Umweltschutzausgaben der Industrie in den letzten Jahren gesunken sind, stieg deren Bruttowertschöpfung von 2003 bis 2013 von 100 Mrd. CHF⁵⁹ auf 130 Mrd. CHF⁶⁰ an. In diesem Zeitraum sank dadurch die finanzielle Belastung der Industrie durch den Umweltschutz von 1,2 % auf 0,8 %.⁶¹

Abbildung 2 zeigt dabei die Investitionen der Industrie in den Umweltschutz von 2009 bis 2022. Um die Vergleichbarkeit mit den Investitionen in den Umweltschutz in Deutschland zu ermöglichen, wurden die industriellen Branchen des Baugewerbes, der Energie- und Wasserversorgung und des Bergbaus in der Analyse nicht berücksichtigt.

Die gesamten Umweltschutzausgaben der Industrie sind ebenso wie die Gesamtinvestitionen seit 2009 schwankend, aber leicht rückläufig. Während die Investitionen zur Behandlung von Umweltverschmutzungen (additive Maßnahmen) in den Bereichen Abfallwirtschaft, Abwasserwirtschaft sowie Luftreinhaltung und Klimaschutz im betrachteten Zeitraum insgesamt abgenommen haben, stiegen zumindest die Investitionen zur Vermeidung von Umweltverschmutzung in den Bereichen Abwasserwirtschaft (von 2009 bis 2022 um fast 99 %) sowie Luftreinhaltung und Klimaschutz (von 2009 bis 2022 um fast 21 %) deutlich an.⁶² Diese Entwicklung

⁵⁵ Vgl. Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.) (2018), S. 30.

⁵⁶ Dies entspricht gemäß dem Wechselkurs vom 31.12.2009 (1 CHF $\triangleq$ 0,67 €) 240,184 Mio. € vgl. Finanzen.net (Hrsg.) (2024).

⁵⁷ Dies entspricht gemäß dem Wechselkurs vom 31.12.2009 (1 CHF $\triangleq$ 1,01 €) 328,918 Mio. € vgl. Finanzen.net (Hrsg.) (2024).

⁵⁸ Vgl. STAT-TAB (Hrsg.) (2024).

⁵⁹ Dies entspricht gemäß dem Wechselkurs vom 31.12.2003 (1 CHF $\triangleq$ 0,64 €) 64 Mrd. €, vgl. Finanzen.net (Hrsg.) (2024).

⁶⁰ Dies entspricht gemäß dem Wechselkurs vom 31.12.2013 (1 CHF $\triangleq$ 0,81 €) 105,3 Mrd. €, vgl. Finanzen.net (Hrsg.) (2024).

⁶¹ Vgl. Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2016), S. 2.

⁶² Vgl. STAT-TAB (Hrsg.) (2024).

kann auf ein wachsendes Interesse der Unternehmen des Industriesektors an sauberen Technologien und Produktionsprozessen hindeuten, um höhere Kosten der Beseitigung und Behandlung von Umweltverschmutzungen zu verhindern.⁶³

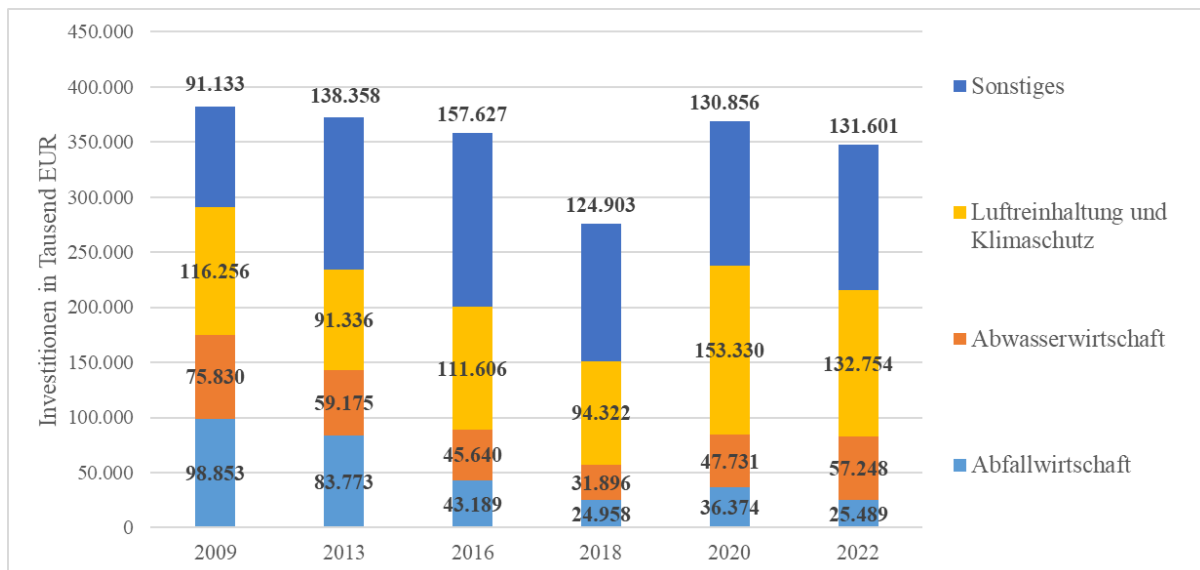


Abbildung 2: Investitionen der Industrie in den Umweltschutz von 2009, 2013, 2016, 2018, 2020 und 2022⁶⁴

Luftreinhaltung

Die Luftreinhaltung der Industrie und des Gewerbes wird zu großen Teilen durch allgemeine vorsorgliche Begrenzungen von Treibhausgas-Emissionen für alle Arten von Anlagen und Luftschadstoff-Immissionen in die Umwelt der Luftreinhalte-Verordnung [LRV] (1985) diktiert. Diese wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte immer wieder angepasst.⁶⁵ Anlagen, die den Anforderungen der LRV nicht entsprechen, müssen saniert oder stillgelegt werden. Für die Errichtung und den Betrieb von luftverunreinigenden Anlagen muss eine Emissionserklärung bei der zuständigen Behörde abgegeben werden. Für stationäre Anlagen, die erhebliche Emissionen verursachen, muss außerdem der Umfang der Immissionen in umliegenden Gebieten prognostiziert werden. Bei der Ermittlung dieser Informationen entstehen für Industriebetriebe zusätzliche Personal- und Materialkosten.⁶⁶ Die Emissionsbegrenzungen wurden nach der Einführung der LRV zwar noch etwas angepasst, allerdings fallen diese Anpassungen nicht in den Zeitraum, den die Investitionen in die Luftreinhaltung und den Klimaschutz abbilden.⁶⁷ Anhand

⁶³ Vgl. Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2016), S. 1-3.

⁶⁴ In Anlehnung an: STAT-TAB (Hrsg.) (2024).

⁶⁵ Vgl. Anhang 1 LRV (2022).

⁶⁶ Art. 8, 12, 28 LRV (2022).

⁶⁷ Vgl. Anhang 1 LRV (2022).

des Verlaufs der genannten Investitionen sind demnach keine signifikanten ökonomischen Auswirkungen für Unternehmen erkennbar.

Abfall

Abfallprodukte haben neben ökologischen Auswirkungen auch signifikante ökonomische Folgen für die Wirtschaft. Da der Materialeinsatz ein starker kostentreibender Faktor ist, ist ein möglichst effizienter Materialeinsatz essenziell. Somit können durch eine Steigerung der Materialeffizienz gleichzeitig die Umwelt geschont und die Kosten des Unternehmens reduziert werden. Eine Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt zeigte, dass eine Reduktion des Materials um 10 % zu einer Kostenreduktion von 4 % führt. Neben Energieeffizienz bildet Materialeffizienz daher einen starken Fokuspunkt für schweizerische Unternehmen im Kontext der Nachhaltigkeit.⁶⁸

Um die Auswirkungen der Abfallgesetzgebung auf die Industrie von den Auswirkungen auf die gesamte Schweiz abzugrenzen, wird im Folgenden die Entwicklung der Sonderabfallmengen analysiert, die zu großen Teilen im Industriesektor produziert werden. Für Sonderabfälle, die hauptsächlich bei der Produktion entstehen, stehen spezielle Verbrennungsanlagen und chemisch-physikalische Verfahren zur Verfügung, die teilweise auch von Industriebetrieben privatwirtschaftlich betrieben werden.⁶⁹ Die im Jahr 2005 eingeführte VeVA beinhaltet einige kostenverursachende Pflichten für Sonderabfall-Abgeberbetriebe. Sonderabfälle müssen demnach bis zur Abgabe an Entsorgungsunternehmen gesondert gelagert werden. Betriebe ohne vorhandene oder geeignete Zwischenlager müssen diese mittels Investitionen sanieren oder neu erbauen lassen. Zusätzlich muss jede Art von Sonderabfall entsprechend gekennzeichnet und mit einem Begleitschein für die Übergabe ausgestattet sein, was einen bürokratischen Zusatzaufwand verursacht.⁷⁰ Während die VeVA Maßnahmen für den Umgang mit Sonderabfällen festhält, wurde mit der im Jahr 2015 verabschiedeten VVEA die Priorität auf Abfallvermeidung, der obersten Ebene der Abfallhierarchie gelegt.⁷¹ Aus den sinkenden Investitionen der Industrie in die Abfallwirtschaft nach der Einführung der VVEA im Jahr 2015 sind keine ökonomischen Auswirkungen der Gesetzesänderung auf die Industrie erkennbar.⁷² Die Kosten für

⁶⁸ Vgl. Züst, R. (2013), S. 34 f.

⁶⁹ Vgl. Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.) (2018), S. 15-162.

⁷⁰ Vgl. VeVA (2022), Kapitel 2.

⁷¹ Vgl. VVEA (2022), Kapitel 3.

⁷² Vgl. Abbildung 2.

die Entsorgung von Industrie- und Sonderabfällen wurde im Jahr 2018 auf ungefähr 810 Mio. CHF⁷³ geschätzt.⁷⁴

Wasser

Mit der Verabschiedung des Gewässerschutzgesetzes im Jahr 1991 müssen in der Industrie tätige Unternehmen ihr verschmutztes Abwasser entweder selbst behandeln oder es durch öffentliche Abwasserreinigungsanlagen reinigen lassen. Abwassereinleitungen in Gewässer und die Erstellung und Änderung von Anlagen bedürfen einer Bewilligung der kantonalen Behörde und müssen den Anforderungen an die Wasserqualität des Gewässers genügen. Für wassergefährdende Flüssigkeiten müssen bauliche und apparative Vorrichtungen erstellt und betrieben werden, damit Flüssigkeitsverluste verhindert sowie auslaufende Flüssigkeiten leicht erkannt und zurückgehalten werden können.⁷⁵ Industriebetriebe müssen dafür sorgen, dass das Betriebspersonal über erforderliche Fachkenntnisse verfügt und dass die Mengen und Konzentrationen der eingeleiteten Stoffe eingehalten und der Behörde gemeldet werden. Für die Einleitung von industriellem Abwasser in Gewässer oder die öffentliche Kanalisation müssen die Anforderungen aus Anhang 3.2 eingehalten werden. Verschmutztes Abwasser muss bis außerhalb der Betriebsgebäude von unverschmutztem Wasser getrennt werden und für die Sanierung von Industrieanlagen muss die Maßnahmenplanung in Anhang 4 der GSchV berücksichtigt werden. Des Weiteren müssen Berichte für die Sanierung von Anlagen und Wasserentnahmen von den Betrieben erstellt werden.⁷⁶ Die Gesetze im Umgang mit Wasser wurden allesamt vor dem Beginn der digitalen Erfassung der Investitionen in die Abwasserwirtschaft verabschiedet und novelliert, weshalb ökonomische Auswirkungen anhand der Investitionen nicht erkennbar sind.

⁷³ Dies entspricht gemäß dem Wechselkurs vom 31.12.2018 (1 CHF $\triangleq$ 0,89 €) 720,9 Mio. €, vgl. Finanzen.net (Hrsg.) (2024).

⁷⁴ Vgl. Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.) (2018), S. 162.

⁷⁵ Vgl. Art. 7, 9, 19, 22 GSchG (2021).

⁷⁶ Vgl. Art. 11, 13, 14, 35, 36, 38, Anhang 3.2, 4 GSchV (2021).

4 Analyse der Effektivität der ökologischen Gesetzgebung

Bisher wurden die Entwicklungsprozesse und die ökonomischen Auswirkungen auf Unternehmen von ökologischen Gesetzen betrachtet. Im Folgenden wird nun der Frage nachgegangen, ob die erlassenen ökologischen Gesetze eine positive Wirkung auf die unternehmerische Nachhaltigkeit haben. Um die Effektivität der ökologischen Gesetzgebung innerhalb der drei Länder zu beurteilen, werden wie bereits zuvor Daten des Industriesektors herangezogen, da dieser in besonderem Maß für den Rohstoffverbrauch und die Emissionen der Wirtschaft verantwortlich ist. Dabei wird analysiert, ob die Einführung von Gesetzen mit einer positiven Auswirkung auf die ausgewählten Daten in Verbindung gebracht werden kann.

4.1 Deutschland

Luftreinhaltung

Aktive Regelungen zur Luftreinhaltung finden sich im Bundes-Immissionsschutzgesetz, in dessen Verordnungen und im Klimaschutzgesetz. Das aktuelle KSG (2021)⁷⁷ stellt hierbei das Ziel auf von 1990 bis 2030 Treibhausgas-Emissionen um 65 % zu reduzieren.⁷⁸ Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt die Emissionswerte von Treibhausgasen äquivalent zu Kohlenstoffdioxid [CO₂e] der Industrie von 1995 bis 2023.

Die kumulierten Treibhausgasemissionen des Industriesektors sind von 236,795 Mio. t CO₂e von 1995 bis 2023 um etwa 35 % auf 154,970 Mio. t CO₂e gesunken. Damit hält die Industrie die vom KSG vorgegebenen Jahresemissionsmengen von 172 Mio. t CO₂e für das Jahr 2023 ein. Um das Reduktionsziel für das Jahr 2030 auf 118 Mio. t CO₂e zu erreichen, muss die Jahresemissionsmenge an Treibhausgasen um weitere 37 Mio. t CO₂e sinken.⁷⁹ Dies entspricht einer erneuten Reduktion um fast 24 % von 2023 bis 2030. Um dieses Ziel der Treibhausgas-Reduktion zu erreichen sind weitere Maßnahmen erforderlich, die mit Zusatzkosten für die Unternehmen verbunden sind.

⁷⁷ Die Änderung durch Art. 1 G v. 15.7.2024 | Nr. 235 vom 15.07.2024 ist textlich nachgewiesen, dokumentarisch jedoch noch nicht abschließend bearbeitet.

⁷⁸ Vgl. § 3 KSG (2021).

⁷⁹ Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024a); KSG (2021), Anlage 2a.

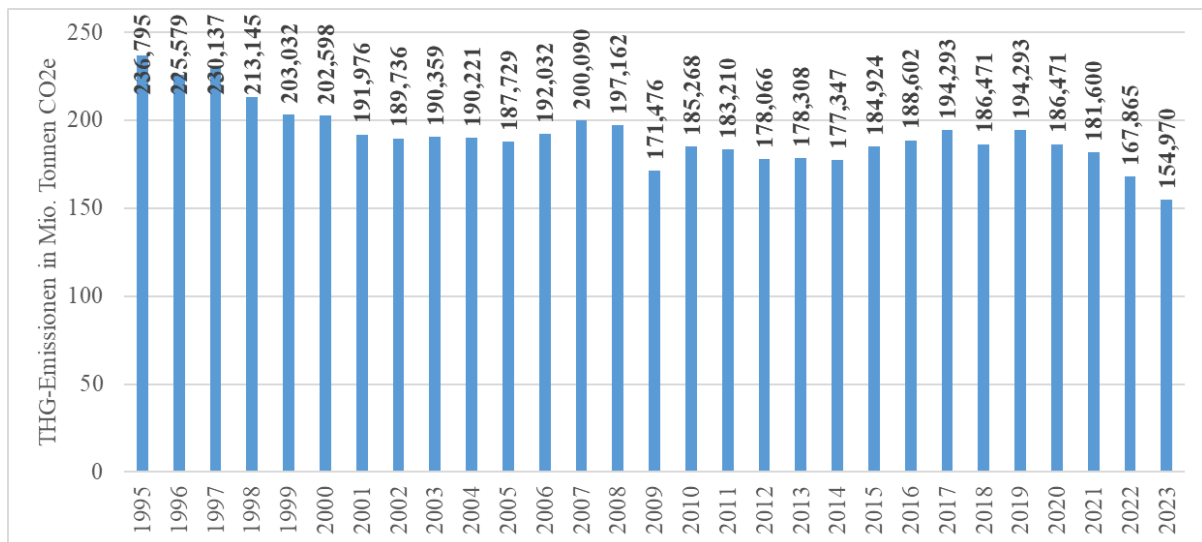


Abbildung 3: Treibhausgas-Emissionen der deutschen Industrie von 1995 bis 2023⁸⁰

Die 39. BImSchV (2020) formuliert u. a. Grenzwerte für Ozon-, Stickstoff-, Schwefel-, und Feinstaubemissionen, die über verschieden definierte Zeiträume nicht überschritten werden dürfen. Der Jahresmittelwert von Stickstoffdioxid darf beispielsweise $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten und Stundenmittelwerte dürfen dabei nicht öfter als 18-mal im Jahr $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten.⁸¹ In Bezug auf Stickstoffdioxid zeigen industrienähe Messstationen, dass diese Werte von der Industrie eingehalten werden. Auch bei anderen Luftschadstoffen werden die vorgeschriebenen Grenzwerte inzwischen nicht mehr überschritten. 2010 hingegen wurden durch die Industrie Grenzwerte für Arsen im Feinstaub, Benzo(a)pyren im Feinstaub, Benzol, Feinstaub (PM₁₀) und Nickel im Feinstaub überschritten.⁸² Die Einführung der 39. BImSchV scheint demnach zu dem Ziel der Verminderung der Treibhausgas-Emissionen der Industrie beizutragen.

Abfall

In der deutschen Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (2012) hat die Abfallvermeidung die höchste Priorität und soll gemäß der Hierarchie als erster Schritt zu einer effizienteren Kreislaufwirtschaft fungieren.⁸³ Um der Frage nachzugehen, ob das KrWG Auswirkungen auf die Industrie hat, wird in Abbildung 4 die Veränderung der Abfallmengen aus der Produktion und dem Gewerbe von 2005 bis 2022 dargestellt.

⁸⁰ In Anlehnung an: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024a).

⁸¹ Vgl. § 3 39. BImSchV (2020).

⁸² Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024b).

⁸³ Vgl. § 6 KrWG (2017).

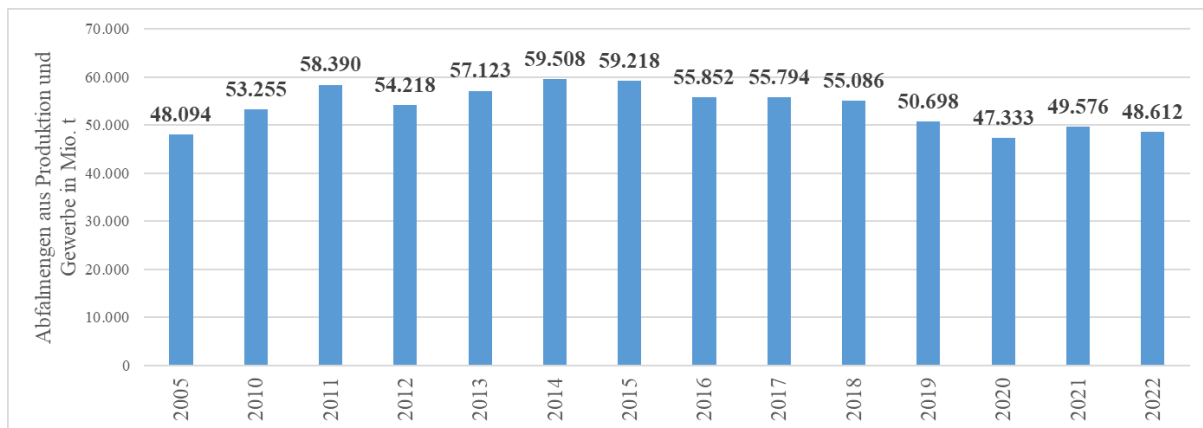


Abbildung 4: Abfallaufkommen aus Produktion und Gewerbe von 2005 bis 2022⁸⁴

Die Grafik zeigt einen schwankenden Verlauf des jährlichen Abfallaufkommens. Vom Jahr 2005 bis 2014 ist eine steigende Tendenz erkennbar. Seit dem Jahr 2014 zeigt sich hingegen ein abnehmender Trend. Dies könnte ein schwaches Indiz für die Wirkung des im Jahr 2012 eingeführten KrWG sein, das die schon einige Jahre früher anerkannte Abfallhierarchie in das deutsche Gesetz integrierte. Im Vergleich zum Jahr 2005 ist die Abfallmenge jedoch gestiegen, wodurch nicht anzunehmen ist, dass die Industrie der Abfallvermeidung große Bedeutung zumisst.⁸⁵ Positiv zu bewerten ist hingegen, dass die Verwertungsquote der Abfälle aus Produktion und Gewerbe von 49,4 % im Jahr 2000 auf 72,1 % im Jahr 2022 gestiegen ist.⁸⁶ Allerdings ist das verarbeitende Gewerbe nicht alleine für die Verwertung der Abfälle verantwortlich. Eindeutige Auswirkungen des KrWG auf das verarbeitende Gewerbe sind demnach trotz einer Steigerung der Investitionsleistung in diesem Bereich nicht zu erkennen.

Wasser

Das Wasser- und Gewässerschutzrecht wird durch die Abwasserverordnung (1997) und das neue Wasserhaushaltsgesetz (2010) geregelt. Zur Steigerung der Wassernutzungseffizienz durch Wiederverwendung von Ressourcen fordert auch das Kreislaufwirtschaftsgesetz aus dem Jahr 2012 auf. Zur Überprüfung der Effektivität der verabschiedeten Gesetze wird in Abbildung 5 die Wasserabgabe an gewerbliche und sonstige Abnehmer der öffentlichen Wasserversorgung analysiert. Hierbei ist anzumerken, dass Betriebe nur einen sehr geringen Anteil von 2,9 % (im Jahr 2019) aus dem öffentlichen Leitungsnetz beziehen.⁸⁷ Der tatsächliche Wasserverbrauch des verarbeitenden Gewerbes liegt entsprechend bedeutend höher. Unter der Annahme, dass

⁸⁴ In Anlehnung an: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024c).

⁸⁵ Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024c).

⁸⁶ Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024d).

⁸⁷ Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022d).

dieses Verhältnis relativ konstant bleibt, kann dennoch auf Entwicklungstendenzen geschlossen werden.

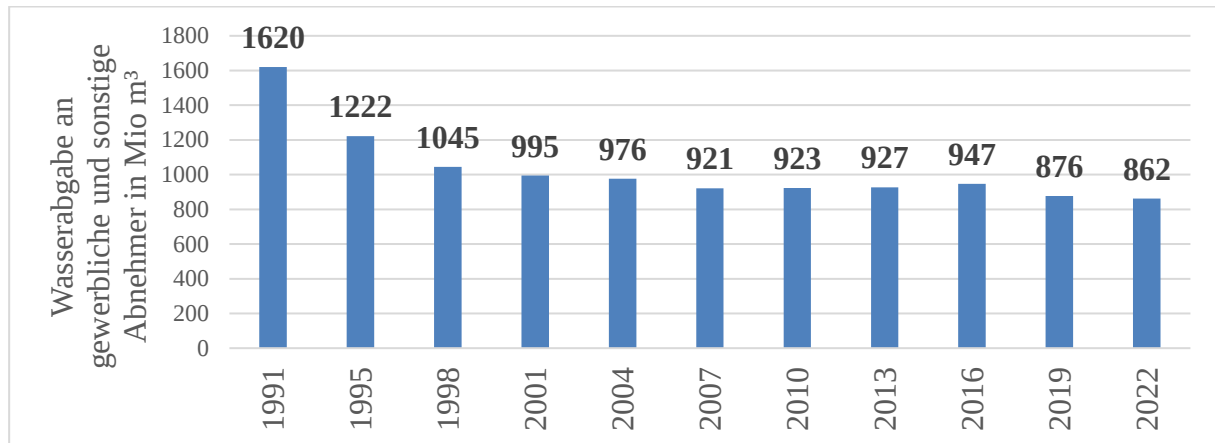


Abbildung 5: Wassereinsatz des verarbeitenden Gewerbes von 1991 bis 2022⁸⁸

Der Wassereinsatz des verarbeitenden Gewerbes nimmt seit 1991 fast kontinuierlich ab. Entsprechend zeigt sich auch in dem Zeitraum um die Einführung der AbwV im Jahr 1997 ein sinkender Trend. Das vorherige Niveau wurde seitdem nicht mehr erreicht. Da der bisher stärkste Rückgang zwischen 1991 und 1995 und somit vor der Gesetzeseseinführung stattfand, ist eine Effektivität an dieser Stelle fraglich. Im Zeitraum der Einführung des WHG (2010) und KrWG (2012) wurde der Abwärtstrend unterbrochen. Von einer positiven ökologischen Auswirkung dieser Gesetze kann demnach nicht ausgegangen werden.⁸⁹

4.2 China

Luftreinhaltung

Um die Effektivität von getroffenen Maßnahmen der chinesischen Luftreinhalte-Gesetzgebung zu analysieren, zeigt Abbildung 6 die Treibhausgas-Emissionen industrieller Prozesse von 1990 bis 2021 auf.

⁸⁸ In Anlehnung an: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2022).

⁸⁹ In Anlehnung an: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2022).

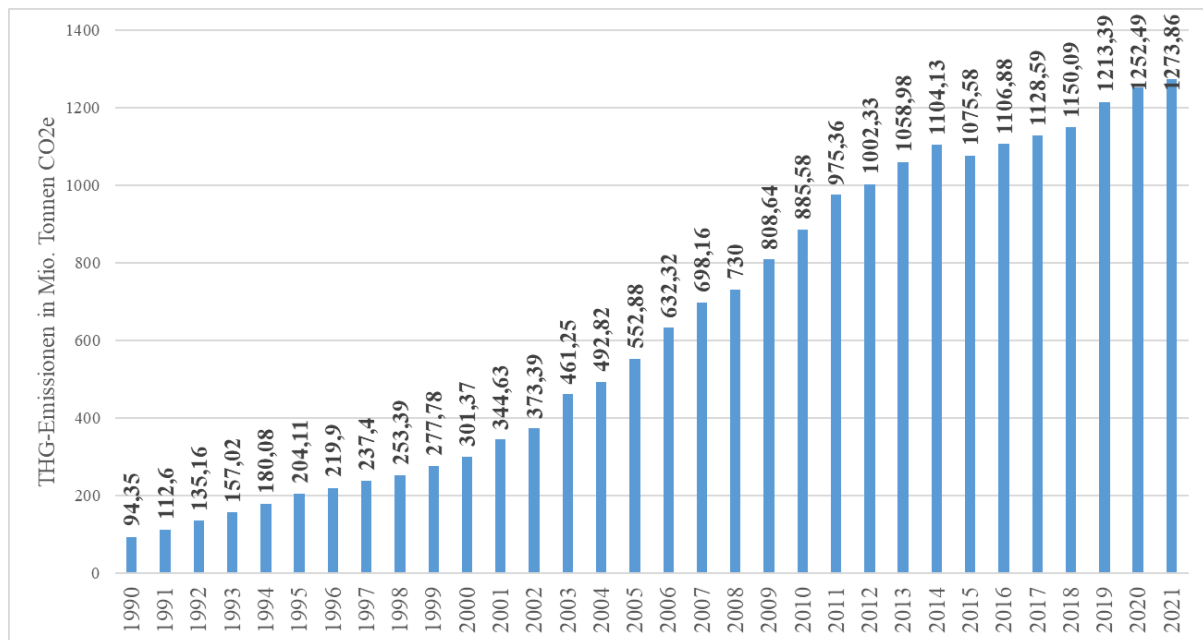


Abbildung 6: Treibhausgas-Emissionen aus industriellen Prozessen in China von 1990 bis 2021⁹⁰

Trotz der ergriffenen Maßnahmen zur Verringerung von Treibhausgas-Emissionen der Industrie, stiegen diese in dem betrachteten Zeitraum zwischen 1990 und 2021 um das mehr als 13-fache. Das im Jahr 1988 eingeführte Gesetz zur Vermeidung und Kontrolle von Luftverschmutzung zeigte folglich keine Wirkung auf die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in den folgenden Jahren. Auswirkungen des Umweltschutzgesetzes aus dem Jahr 2015 sind auch nicht zu erkennen, da nach dessen Einführung die Treibhausgas-Emissionen weiter konstant stiegen. Ab dem Jahr 2011 wurde der rapide Anstieg der Treibhausgas-Emissionen leicht abgebremst.⁹¹ Diese Entwicklung in Kombination mit der steigenden Bruttowertschöpfung in diesem Zeitraum lässt darauf schließen, dass investitionsintensive Maßnahmen zur Emissionsverminderung oder -vermeidung getätigt wurden. Die Studie *The effects of recent control policies on trends in emissions of anthropogenic atmospheric pollutants and CO₂ in China* von Y. Zhao, J. Zhang, und C. Nielson aus dem Jahr 2013 zeigt jedoch, dass bereits von 2005 bis 2010 die Emissionen pro erzeugtes Produkt der verschiedenen Industrie-Sektoren gesunken sind. Als Beispiel sind in der Nichteisenmetall-Industrie Feinstaubemissionen in dem betrachteten Zeitraum aufgrund des Einsatzes von Gewebefiltern über 40 % gesunken. Die Studie begründet dies mit der Anschaffung von effizienteren Staubpartikelfiltern.⁹²

⁹⁰ Vgl. Climate Watch (Hrsg.) (2024).

⁹¹ Vgl. Climate Watch (Hrsg.) (2024).

⁹² Vgl. Zhao, Y. / Zhang, J. / Nielson, C. (2013), S. 490-492.

Abfall

Für die detaillierte Analyse potenzieller ökologischer Auswirkungen auf Industriebetriebe aufgrund der chinesischen Abfall-Gesetzgebung, werden mit der folgenden Abbildung 7 die Abfallmengen und deren Verwendungsarten aus den *Statistical Yearbooks Chinas* von 1999 bis 2023 erörtert.

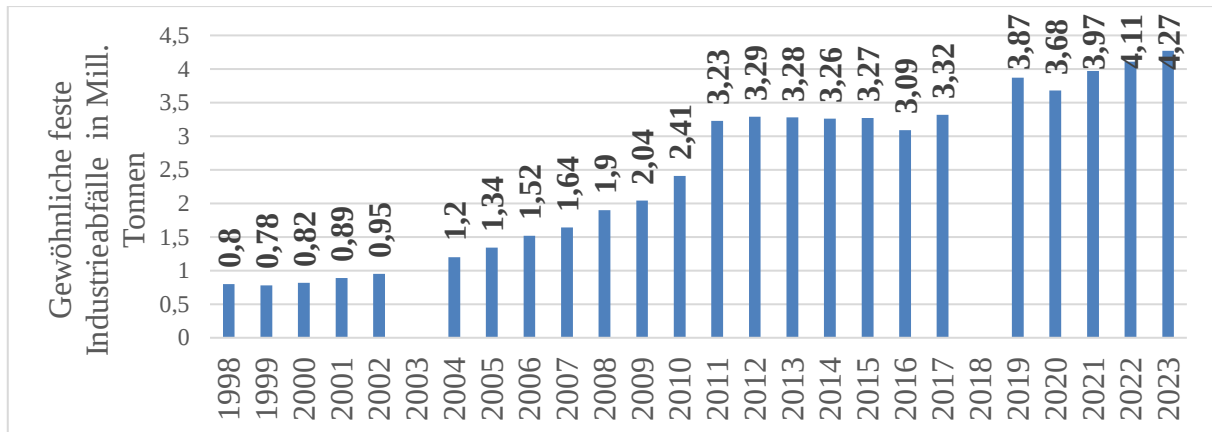


Abbildung 7: Feste Abfälle der chinesischen Industrie von 1998 bis 2023⁹³

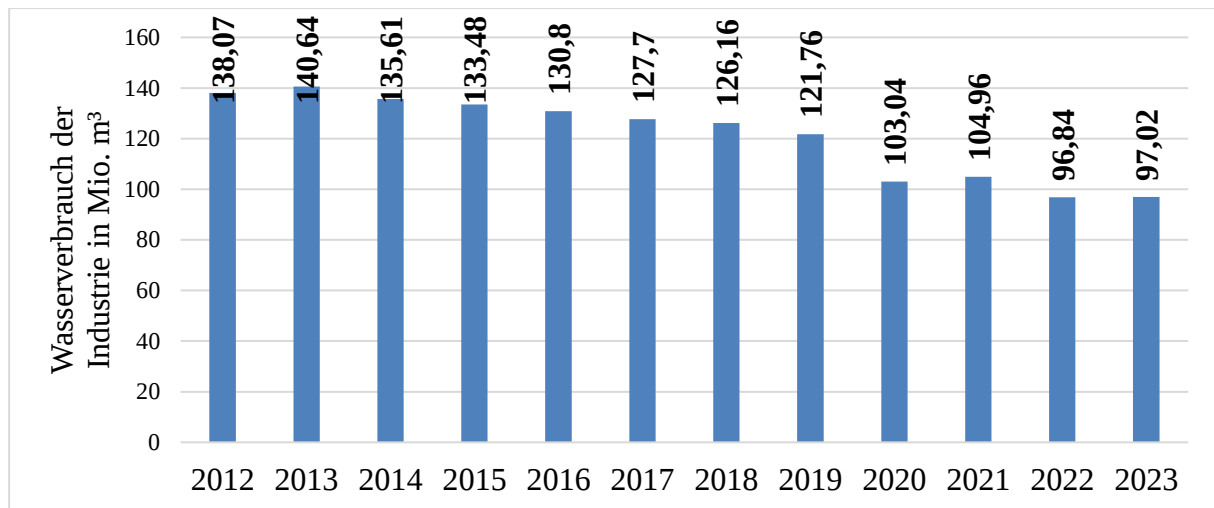
Die Industrieabfälle sind zwischen 1998 und 2023 um das mehr als 5-fache gestiegen. Trotz steigendem Bruttoinlandsprodukt⁹⁴ stagnierte die Abfallmenge zwischen 2011 und 2017. Daraus lässt sich schließen, dass eine Vielzahl von Maßnahmen zur Abfallvermeidung umgesetzt wurde. Abfallvermeidende Maßnahmen sind oft durch die Anschaffung neuer, effizienterer Anlagen in die Produktionsmuster integriert. Die Gesetze zur Förderung der Kreislaufwirtschaft (2008) und der Vermeidung und Kontrolle von festen Abfällen (2015 novelliert) scheinen allerdings keinen Beitrag zu dieser positiven Veränderung zu leisten. In den letzten Jahren zeigt sich zudem wieder eine steigende Tendenz.

Wasser

Um die Effektivität der getroffenen Maßnahmen zur Wassernutzungseffizienz zu analysieren, wird mit Hilfe der nachfolgenden Abbildung 8 der Wasserverbrauch der Industrie in China von 2011 bis 2022 analysiert.

⁹³ In Anlehnung an: National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2003), S. 853; National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2022), Jahrbuch 2005 Kapitel 12-10, Jahrbuch 2006 Kapitel 12-12, Jahrbuch 2007 Kapitel 12-12, Jahrbuch 2008 Kapitel 11-27, Jahrbuch 2009 Kapitel 11-28, Jahrbuch 2010 Kapitel 12-28, Jahrbuch 2011 Kapitel 12-28, Jahrbuch 2012 Kapitel 12-17, Jahrbuch 2013 Kapitel 7-17, Jahrbuch 2014 Kapitel 8-17, Jahrbuch 2015 Kapitel 8-17, Jahrbuch 2016 Kapitel 8-17, Jahrbuch 2017 Kapitel 8-17, Jahrbuch 2018 Kapitel 8-14, Jahrbuch 2020 Kapitel 8-15, Jahrbuch 2021 Kapitel 8-15; National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2023), Kapitel 8-15; National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2024), Kapitel 8-15.

⁹⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2024e), S. 3.

Abbildung 8: Wasserverbrauch der chinesischen Industrie von 2012 bis 2023⁹⁵

Der jährliche Wasserverbrauch der chinesischen Industrie weist seit 2013 einen abnehmenden Trend auf. Ergänzend zu den Ergebnissen der Studie *Analysis of Cost-Effective Methods to Reduce Industrial Wastewater Emissions in China* von P. Sheng, Y. Dong und M. Vochozka aus dem Jahr 2020 zeigt die Grafik, dass die Effizienz der Wassernutzung im Laufe der Jahre leicht gestiegen ist. Die Ergebnisse der genannten Studie zeigen zudem eine Effizienzsteigerung der Wassernutzung im Jahr 2015 von 5 % im Vergleich zu dem Jahr 2004. Um eine Steigerung der Wassernutzungseffizienz zu erzielen, mussten Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz der Produktionsmuster ergriffen werden. Die Studie zeigt zudem eine Steigerung der Ökoeffizienz der Abwasseremissionen im Jahr 2015 von knapp 20 % im Vergleich zum Jahr 2004.⁹⁶ Das Wassergesetz aus dem Jahr 2002 und die Novelle des Gesetzes zur Vermeidung und Kontrolle von Wasserverschmutzung aus dem Jahr 2017 zeigen keine Effektivität in Bezug auf die Wassernutzung der Industrie Chinas. Auch von einem Zusammenhang zwischen der Einführung des Gesetzes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft im Jahr 2008 und der sinkenden Tendenz des Wassereinsatzes ab dem Jahr 2011 ist aufgrund des Anstiegs des Wassereinsatzes innerhalb dieser drei Jahre nicht auszugehen.⁹⁷

⁹⁵ Vgl. CEIC Data (Hrsg.) (2024).

⁹⁶ Vgl. Sheng, P. / Dong, Y. / Vochozka, M. (2020), S. 9 f.

⁹⁷ Vgl. CEIC Data (Hrsg.) (2024).

4.3 Schweiz

Luftreinhaltung

Das Umweltschutzgesetz (1985) der Schweiz formuliert generelle Anforderungen zur Luftreinhaltung, während Grenzwerte für Emissionen und Immissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen in den Anhängen der Luftreinhalte-Verordnung (1985) aufgeführt sind. Zur Analyse der ökologischen Effektivität der Anforderungen und der eingeführten Grenzwerte werden in Abbildung 9 zunächst die Treibhausgas-Emissionen äquivalent zu Kohlenstoffdioxid der Industrie von 1990 bis 2022 beleuchtet.

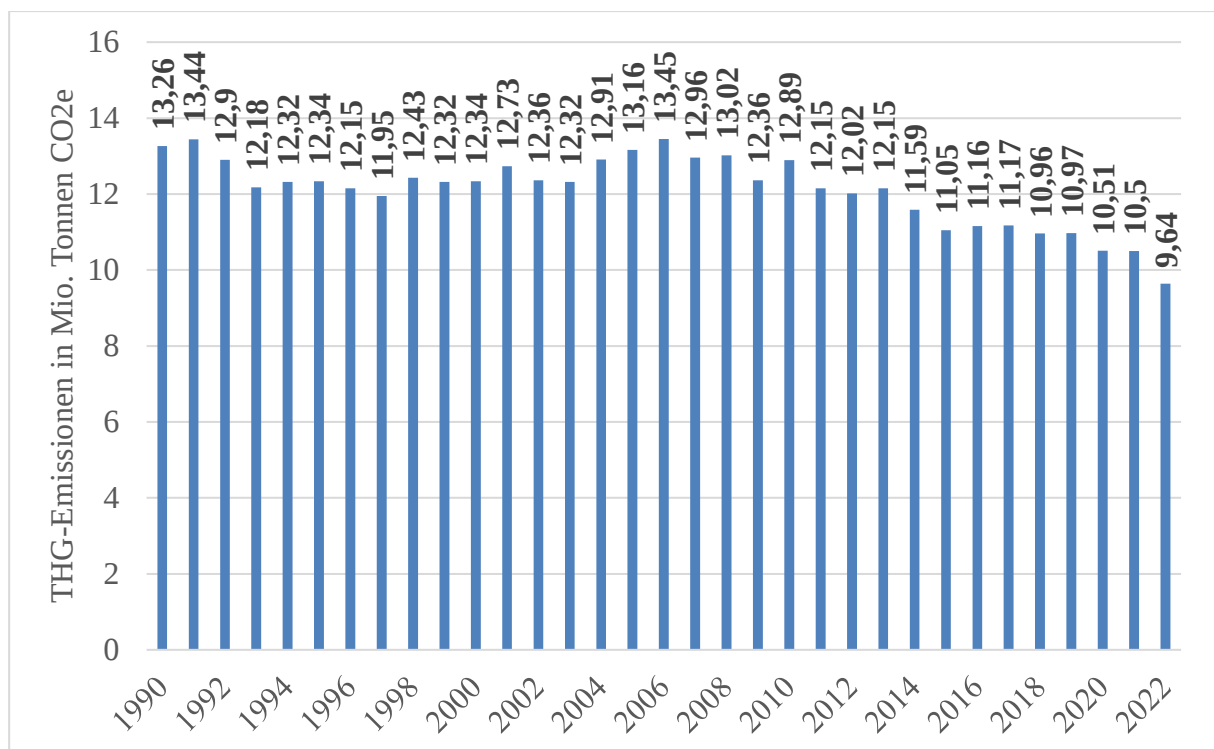


Abbildung 9: Treibhausgas-Emissionen der schweizerischen Industrie von 1990 bis 2022⁹⁸

Die Treibhausgas-Emissionen sanken von 1990 bis 1997 von 13,26 Mio. t CO₂e auf den ersten Tiefstwert von 11,95 Mio. t CO₂e. In den folgenden Jahren lagen die Emissionen wieder darüber und schwankten um das vorherige Niveau, mit leicht steigender Tendenz. Im Jahr 2006 wurde dann der Höchstwert mit 13,45 Mio. t CO₂e erreicht. Im Anschluss sanken die Emissionswerte wieder, bis im Jahr 2014 der ursprüngliche Tiefstwert mit 11,59 Mio. t CO₂e erstmals unterboten wurde. Diese abnehmende Tendenz setzt sich bis heute fort, 2022 wurde ein neuer

⁹⁸ In Anlehnung an: Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2024a), S. 12.

Tiefstwert mit 9,64 Mio. t CO₂e erreicht.⁹⁹ Die Beschränkungen der LRV könnten ein Faktor für die generell positive Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen seit 2006 sein. Da zwischen der Einführung der Luftreinhalte-Gesetze und dem Beginn dieser Entwicklung mehr als 20 Jahre liegen, ist ein direkter Zusammenhang der beiden Aspekte allerdings nicht sehr wahrscheinlich.

Ein weiterer guter Indikator für die Überprüfung der Effektivität der LRV auf die Industrie ist die Entwicklung der flüchtigen organischen Verbindungen [VOC]. Mit einem Emissionsanteil von über 50 % galt die Industrie und das Gewerbe 2011 als Hauptverursacher dieser Luftschadstoffe.¹⁰⁰ Die VOC werden in der LRV in verschiedene Klassen eingeteilt, für die jeweils spezifische Grenzwerte festgelegt werden. Diese Grenzwerte hatten unter anderem zur Folge, dass die Nichtmethan-VOC-Emissionen vom Jahr 1988 bis zum Jahr 2023 um ca. 75 % gesunken sind. Die Messresultate des nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe geben einen Überblick über die Entwicklung der schweizerischen Luftschadstoff-Immissionen und den zugehörigen Grenzwerten der LRV. Der Bericht zeigt eine deutliche Reduktion von 1988 bis 2023 von Schwefeldioxyden, flüchtigen organischen Verbindungen und Feinstaub an verschiedenen Messstandorten.¹⁰¹ Im Jahr 2023 wurden an den Messstationen nur die Grenzwerte für Ozon überschritten.¹⁰² Diese Auswertung zeigt, dass zwar eine deutliche Reduktion der Luftschadstoffe stattgefunden hat und die meisten Grenzwerte eingehalten werden, jedoch das im Jahr 1985 eingeführte LRV dennoch bis im Jahr 2023 nicht ganzheitlich eingehalten werden kann.

Abfall

Zur Analyse der schweizerischen Gesetzgebung im Bereich Abfall gilt die Entwicklung der Sonderabfälle als guter Indikator, da diese hauptsächlich von der Industrie produziert werden. Gemäß der schweizerischen Abfallhierarchie hat die Abfallvermeidung die höchste Priorität für Industriebetriebe. Abbildung 10 zeigt hierzu den zeitlichen Verlauf der Sonderabfallmengen der Schweiz von 2007 bis 2022.

Erkennbar ist zunächst der steigende Trend der Sonderabfallmengen bis zum Jahr 2014. Danach sinkt die Abfallmenge bis zum 2018. Nach dem sinkenden Trend ist die Abfallmenge zuletzt seit dem Jahr 2020 wieder kontinuierlich gestiegen.¹⁰³ Im Jahr 2005 lag die Sonderabfallmenge

⁹⁹ Vgl. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2024a), S. 12.

¹⁰⁰ Vgl. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2012), S. 16.

¹⁰¹ Vgl. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2024b), S. 14.

¹⁰² Vgl. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2024b), S. 11.

¹⁰³ Vgl. Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2024a).

der Schweiz insgesamt bei 1.166,9 Tsd. Tonnen.¹⁰⁴ Der Anstieg zum Jahr 2007 zeigt, dass die Ersetzung der Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen [VVS] durch die VeVA im Jahr 2005 keine Auswirkungen auf die Menge von angefallenem Sonderabfall hatte. Der zunächst sinkende Trend der Sonderabfallmengen um mehr als 24 % nach der Verabschiedung der VVEA im Jahr 2015 könnte auf eine positive Auswirkung dieser Verordnung zurückzuführen sein. Trotz des aktuellsten Anstiegs bleiben die Abfallmengen bisher unter dem Niveau von 2015, was ebenfalls für eine positive Auswirkung sprechen könnte.

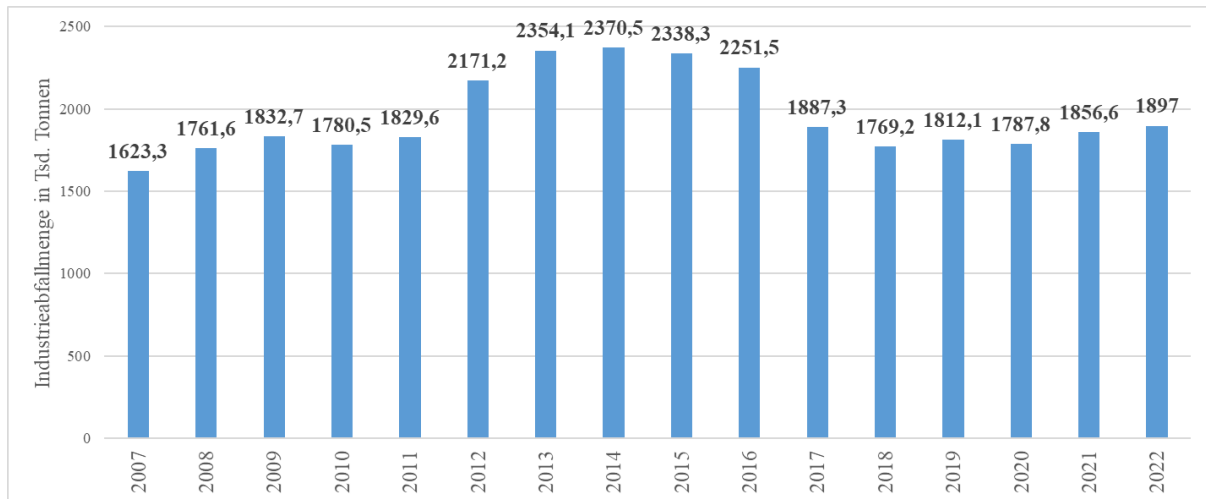


Abbildung 10: Produzierte Sonderabfälle der Schweiz von 2007 bis 2022¹⁰⁵

Wasser

Die GSchV von 1998 listet in ihrem Anhang 2 und 3.2 für verschiedene Arten der Mikroverunreinigung im Abwasser Grenzwerte auf, die von der Industrie eingehalten werden müssen und dem Gewässerschutz dienen. Zur Überprüfung dieser Grenzwerte läuft seit dem Jahr 2018 eine Untersuchung zur nationalen Dauerbeobachtung der Oberflächengewässerqualität [NAWA] von Mikroverunreinigungen [MV]. Mit NAWA soll der Zustand und die Entwicklung der Oberflächengewässerqualität in der Schweiz langfristig und einheitlich beobachtet werden und die Wirkung von Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität überprüft werden. Die NAWA von Mikroverunreinigungen hatte das Ergebnis, dass an allen 18 Messstandorten Grenzwerte überschritten wurden. Von den 52 untersuchten NAWA-MV-Stoffen, die per GSchV mit Grenzwerten geregelt sind, wurde bei 38 NAWA-MV-Stoffen eine Überschreitung der Grenzwerte beobachtet. Eine weitere Beobachtung der MV-Grenzwerte, bei deren die

¹⁰⁴ Vgl. Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2007).

¹⁰⁵ In Anlehnung an: Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2024a).

Überschreitung ökotoxikologische Auswirkungen auf Gewässerorganismen entstehen könnten, zeigten, dass 20 von 21 Mikroverunreinigungen ihre Grenzwerte überschritten.¹⁰⁶ Die Publikation der NAWA lässt deutlich erkennen, dass die gesetzlich festgelegten Grenzwerte der GSchV auch 20 Jahre nach deren Einführung immer noch nicht eingehalten werden oder eingehalten werden können. Da die Untersuchung die Mikroverunreinigungen der Industrie nur punktuell abdeckt, können hier keine eindeutigen Schlüsse auf ein Vergehen der Industrie gezogen werden.

Die Entwicklung des Wasserverbrauchs des Gewerbes und der Industrie von 2000 bis 2022 ist der Abbildung 11 zu entnehmen.

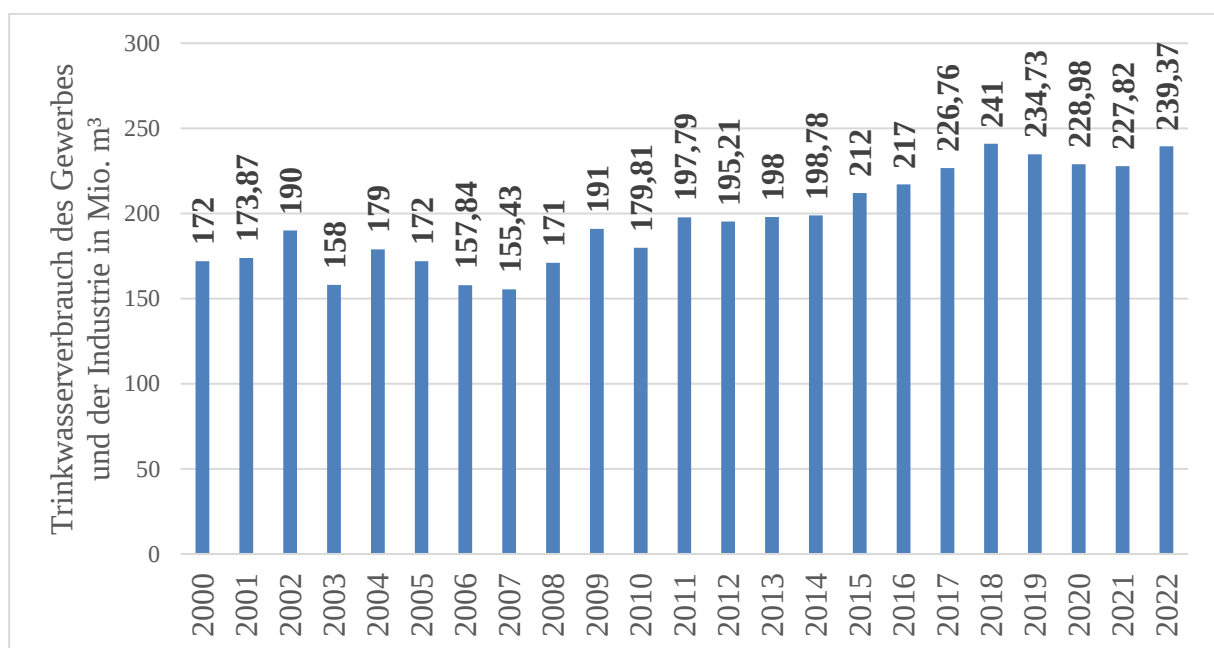


Abbildung 11: Schweizer Trinkwasserverbrauch des Gewerbes und der Industrie von 2000 bis 2022¹⁰⁷

Der jährliche Trinkwasserverbrauch des Gewerbes und der Industrie zeigt seit 2000 einen schwankenden, aber insgesamt steigenden Verlauf. Auch hieran lassen sich keine Auswirkungen der verabschiedeten Gesetze feststellen.

¹⁰⁶ Vgl. Doppler, T. et al. (2020), S. 49-52.

¹⁰⁷ In Anlehnung an: Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2024b).

4.4 Bewertung der gesetzlichen Effektivität im Ländervergleich

Luftreinhaltung

Zur Beurteilung der gesetzlichen Effektivität der Luftreinhaltung wurde der zeitliche Verlauf der Treibhausgas-Emissionen der Industrie aller drei Länder untersucht und zusätzlich in Gesetzen implementierte Grenzwerte für Luftschadstoffe auf ihre Einhaltung untersucht. Die Treibhausgas-Emissionen der Schweiz und von Deutschland weisen einen sinkenden Trend auf. In Deutschland werden die Reduktionsziele durch die Industrie bislang eingehalten, was für eine positive Wirkung dieser spricht. In der Schweiz kann der sinkende Trend nicht in Zusammenhang mit Gesetzeseinführungen gebracht werden.

Chinas Treibhausgas-Emissionen sind vermutlich im Zusammenhang mit dem Wirtschaftswachstum von 1990 bis 2021 sehr stark angestiegen. Das einzige Gesetz Chinas in Bezug auf Luftreinhaltung aus dem Jahr 1988 scheint keinen Einfluss auf diesen Verlauf gehabt zu haben. Seit dem Jahr 2005 macht Chinas Industrie leichte Fortschritte in der Emissionsverminderung und -vermeidung, die jedoch nicht durch das Umweltrecht begründet werden können.

Sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz wurden Grenzwerte für Luftschadstoffe in das Umweltrecht implementiert. Während die deutsche Industrie die Grenzwerte der 39. BImSchV (2020) inzwischen einhalten kann, werden die Grenzwerte für Ozon der LRV in der Schweiz auch viele Jahre nach deren Einführung noch immer überschritten. Da davon abgesehen aber auch hier alle Grenzwerte eingehalten werden, lässt sich grundsätzlich auf die Effektivität der deutschen und schweizerischen Gesetzgebung schließen. In der chinesischen Gesetzgebung wurden keine Grenzwerte festgelegt.

Abfall

Die Beurteilung der gesetzlichen Effektivität der Abfallgesetzgebung beinhaltet die Untersuchung der Abfallmengen der Industrie. In Deutschland ist eine Abhängigkeit zwischen der Senkung der Abfallmengen aus der Produktion und dem Gewerbe seit dem Jahr 2014 und der Einführung des KrWG im Jahr 2012 nicht eindeutig belegbar. Auch in China kann man keinen kausalen Zusammenhang zwischen den Fortschritten in der Abfallvermeidung und -behandlung und der Abfall-Gesetzgebung des Landes feststellen. Einzig in der Schweiz korreliert die Einführung der VVEA mit der anschließenden Senkung der produzierten Sonderabfallmengen, allerdings zeigt sich hier in den letzten Jahren wieder ein steigender Trend. Gesetzesbeschlüsse in Deutschland und China lassen, trotz Fortschritte in der Abfallvermeidung und -behandlung, keine eindeutige Effektivität erkennen, während die

VVEA in der Schweiz Indizien direkter Auswirkungen auf die produzierten Abfallmengen der Industrie aufweist.

Wasser

Im Bereich der Wasserverwendung und -qualität wurde der Wassereinsatz der Industrie in Deutschland, China und der Schweiz sowie Grenzwerte der GSchV in der Schweiz betrachtet. In Deutschland ist der sinkende Wassereinsatz nicht durch die Einführung des WHG im Jahr 2010 und des KrWG im Jahr 2012 erklärbar, da dieser bereits vor deren Einführung sank und danach bis 2016 wieder anstieg. Auch in China lässt sich kein Zusammenhang zwischen Gesetzeseinführungen und Novellen und dem ab 2011 sinkenden Trend des Wassereinsatzes oder der Effizienzsteigerung der Wassernutzung der chinesischen Industrie erkennen. In der Schweiz steigt der Wasserverbrauch der Industrie und des Gewerbes tendenziell, allerdings besteht hier auch nur eine gesetzliche Berichtspflicht und kein Reduktionsziel.

Die Schweiz verfügt als einziges der betrachteten Länder über gesetzliche Grenzwerte für die Abwasserqualität der industriellen Produktion. Diese wurden 1998 mit der Verabschiedung der GSchV in das Gesetz integriert und werden selbst 20 Jahre danach nicht eingehalten.

Da in allen drei Ländern keine Abhängigkeit zwischen Gesetzesbeschlüssen und Verbesserungen im Umgang mit Wasser erkennbar ist, kann man daraus schließen, dass in diesem Bereich keine gesetzliche Effektivität vorliegt.

Abschließende Bewertung und Limitationen

Von den untersuchten Umweltaspekten innerhalb der drei Länder können lediglich die Verbesserung der Luftqualität der deutschen Industrie und die produzierten Sonderabfallmengen der schweizerischen Industrie durch ökologische Gesetzesbeschlüsse begründet werden. Davon abgesehen zeigt sich kein direkter Zusammenhang zwischen den erlassenen Gesetzen und Fortschritten hinsichtlich unternehmerischer Nachhaltigkeit. Generell kann festgestellt werden, dass durch konkrete Vorgaben, wie beispielsweise Grenzwerte, ein größerer Effekt auf unternehmerische Nachhaltigkeit erzielt wird, als durch allgemeine Rahmenbestimmungen von Gesetzen und Verordnungen. Da sich etliche Unternehmen ohne nachhaltige Gesetze vermutlich ausschließlich auf wirtschaftliche Prozesse und Leistungssteigerung konzentrieren würden, ist es wichtig durch Gesetze in Unternehmen umweltfreundliches Wirtschaften zu integrieren und somit Unternehmen zur Verantwortungsübernahme für ökologische Aspekte zu bringen.

Wesentliche Limitationen dieser Arbeit ergeben sich aus dem Mangel an Literatur und Daten zu gesetzlichen Auswirkungen und dessen Effektivität, speziell bezogen auf Unternehmen. Die unterschiedlichen Gesetzeslagen und heterogenen Politiksysteme erschweren die Untersuchung der Effektivität der Gesetze im Ländervergleich. Des Weiteren wird aufgrund der inkonsistenten Datenlage der Datenvergleich limitiert. Dies erschwerte vor allem die Recherche zu China, dessen verabschiedete Gesetze nur spärlich novelliert und dementsprechend oftmals veraltet sind. Selbst neuere Gesetze beinhalten lediglich grundlegende Regelungen ohne konkrete Maßnahmen oder Anforderungen an Unternehmen zu stellen. Stattdessen beinhalten chinesische Gesetze die Ökologie betreffend hauptsächlich Bestimmungen für zuständige Ministerien, die darin aufgefordert werden, konkrete Maßnahmen zu erarbeiten. Wichtig zu beachten ist jedoch, dass die Umweltpolitik Chinas grundlegend nicht durch Gesetze, sondern durch 5-Jahrespläne gelenkt wird. Diese enthalten konkrete Bestimmungen und haben dadurch wesentlichere Auswirkungen auf Unternehmen. Andere signifikante Einflüsse auf unternehmerische Nachhaltigkeit, wie beispielsweise Nachhaltigkeitsmanagement, sind nicht Thema dieser Arbeit.

5 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse und Ausblick

In diesem Beitrag wurde untersucht, ob durch ökologische Gesetze unternehmerische Nachhaltigkeit erreicht werden kann. Zu diesem Zweck wurden die Gesetze der Länder Deutschland, China und der Schweiz zunächst vorgestellt und deren Auswirkungen auf Unternehmen analysiert und impliziert. Anhand dessen wurde diskutiert, ob in den Ländern aufgrund der erlassenen Gesetze unternehmerische Nachhaltigkeit erzielt wurde.

Der zeitliche Verlauf der Einführung der Gesetze zeigt, dass Deutschland in den betrachteten Bereichen Vorreiter ist, was die Einführung nachhaltiger Gesetze betrifft. Gesetze beinhalten Bestimmungen bei deren Einhaltung für Unternehmen zusätzlicher Aufwand entsteht. Dieser Aufwand spiegelt sich grundsätzlich in Form von Kosten wider, beispielsweise durch notwendige Investitionen, um Grenzwerte einhalten zu können. Die Fortschritte in Bezug auf unternehmerische Nachhaltigkeit im ökologischen Bereich konnten meistens nicht eindeutig durch Gesetzesbeschlüsse begründet werden.

Die Analyse zeigte somit, dass anhand der untersuchten Aspekte Gesetze allein wohl nicht direkt zu unternehmerischer Nachhaltigkeit führen. Um diesbezüglich akkurate Aussagen treffen zu können, müsste jedoch eine weitreichendere Betrachtung über die hier aufgeführten Gesetze hinaus betrieben werden, indem sämtliche nationale und internationale Rechtsbestimmungen sowie Chinas 5-Jahrespläne berücksichtigt werden. Weiterer Forschungsbedarf besteht darin, Einflüsse unternehmerischen Nachhaltigkeitsmanagements, wie beispielsweise Corporate Social Responsibility, oder Pflichten hinsichtlich der Berichtspraxis in die Betrachtung der Auswirkungen und der Effektivität der Gesetze mit einzubeziehen. Darüber hinaus besteht empirischer Forschungsbedarf, um Aussagen über eine Korrelation zwischen Gesetzesverabschiedungen und Auswirkungen auf Unternehmen treffen zu können. Die Zugänglichkeit und Offenlegung diesbezüglicher Daten ist hierfür zwingend erforderlich.

Darüber hinaus beschränkte sich dieser Beitrag auf eine Betrachtung der ökologischen Gesetzgebungen und ihrer Auswirkungen. Da zur vollumfänglichen Erreichung unternehmerischer Nachhaltigkeit jedoch auch soziale Aspekte berücksichtigt werden müssen, stellt die Analyse hinsichtlich der sozialen Gesetzgebung eine weitere spannende Forschungsfrage dar.

Literatur

39. *BImSchV (2020)*: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen). Online im Internet, URL: https://www.gesetze-im-internet.de/bim-schv_39/39._BImSchV.pdf, Stand: 2020-06-19, Abruf: 2024-10-15.

AbfVerbrG (2020): Gesetz zur Ausführung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2006 über die Verbringung von Abfällen 1) und des Basler Übereinkommens vom 22. März 1989 über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung 2) (Abfallverbringungsgesetz). Online im Internet, URL: https://www.gesetze-im-internet.de/abfverbrg_2007/AbfVerbrG.pdf, Stand: 2023-03-02, Abruf: 2024-10-15.

AbwV (2022): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer. Online im Internet, URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/abwv/AbwV.pdf>, Stand: 2024-04-17, Abruf: 2024-10-17.

Beyer, S. (2006): Environmental Law and Policy in the People's Republic of China. In: Chinese Journal of International Law, 5 (2006), H. 1, S. 185-211.

BImSchG (2024): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz). Online im Internet, URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/bim-schg/BImSchG.pdf>, Stand: 2024-07-03, Abruf: 2024-10-15.

Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2007): Sonderabfälle nach Abfallgruppen. Online im Internet, URL: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/umweltindikatoren/alle-indikatoren/emissionen-und-abfaelle/sonderabfaelle.assetdetail.104965.html>, Stand: 2007-01-30, Abruf: 2024-11-12.

Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2016): Umweltschutzausgaben der Unternehmen: Sauberere Technologien bekommen Aufwind, Neuchâtel 2016.

- Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2024a)*: Sonderabfälle nach Abfallgruppen. Online im Internet, URL: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/umweltindikatoren/alle-indikatoren/emissionen-und-abfaelle/sonderabfaelle.assetdetail.30645400.html>, Stand: 2024-02-22, Abruf: 2024-11-12.
- Bundesamt für Statistik (Hrsg.) (2024b)*: Trinkwasser. Online im Internet, URL: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/umweltindikatoren/alle-indikatoren/nutzung-natuerliche-ressourcen/trinkwasserverbrauch.assetdetail.30645386.html>, Stand: 2024-02-22, Abruf: 2024-11-12.
- Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2012)*: Luftbelastung 2011 – Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL), Bern 2012.
- Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2024a)*: Kenngrößen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990-2022, Bern 2024.
- Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2024b)*: Luftqualität 2023 – Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL), Bern 2024.
- CEIC Data (Hrsg.) (2024)*: China Water Consumption: Industry. Online im Internet, URL: <https://www.ceicdata.com/en/china/water-resource/cn-water-consumption-industry>, Abruf: 2024-11-14.
- Circular Economy Promotion Law (2008)*: Circular Economy Promotion Law. Online im Internet, URL: [https://www.greenpolicyplatform.org/sites/default/files/downloads/policy-database/CHINA\)%20Circular%20Economy%20Promotion%20Law%20\(2008\).pdf](https://www.greenpolicyplatform.org/sites/default/files/downloads/policy-database/CHINA)%20Circular%20Economy%20Promotion%20Law%20(2008).pdf), Stand: 2008-08-29, Abruf: 2024-10-17.
- Climate Watch (Hrsg.) (2024)*: Historical GHG Emissions. Online im Internet, URL: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2021®ions=CHN§ors=industrial-processes&start_year=1990, Abruf: 2024-11-12.
- Deutscher Bundestag (Hrsg.) (2017)*: Verordnung der Bundesregierung: Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung). Online im Internet, URL: <https://dserver.bundestag.de/btd/18/112/1811294.pdf>, Abruf: 2024-10-24.

Die Bundesversammlung – Das Schweizer Parlament (Hrsg.) (2021a): Gesetzgebung. Online im Internet, URL: <https://www.parlament.ch/de/%C3%BCber-das-parlament/parlamentsportraet/aufgaben-der-bundesversammlung/rechtsetzung/gesetzgebung>, Abruf: 2024-10-15.

Die zentrale Volksregierung der Volksrepublik China (Hrsg.) (2021): Verordnung über die Verwaltung von Schadstoffeinleitungsgenehmigungen. Online im Internet, URL: http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-01/29/content_5583525.htm, Stand: 2021-01-29, Abruf: 2024-10-17.

Domschke, H. (2021): China: ein Erlebnis. In: Loitsch, T. (Hrsg.): China im Blickpunkt des 21. Jahrhunderts, 2. Aufl., Dresden 2021.

Doppler, T. et al. (2020): Mikroverunreinigungen im Gewässermonitoring: Ausbau von NAWA Trends und erste Resultate 2018. In: Aqua & Gas, (2020), H. 7/8, S. 44-53.

Europäische Kommission (Hrsg.) (2024): Arten von EU-Rechtsvorschriften. Online im Internet, URL: https://commission.europa.eu/law/law-making-process/types-eu-law_de, Abruf: 2024-10-21.

Europäische Union (Hrsg.) (2021): Länder. Online im Internet, URL: https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_de#tab-0-1, Abruf: 2024-10-15.

Finanzen.net (Hrsg.) (2024): Währungsrechner: Schweizer Franken – Euro. Online im Internet, URL: https://www.finanzen.ch/waehrungsrechner/schweizer-franken_euro, Abruf: 2024-10-17.

GewAbfV (2022): Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung). Online im Internet, URL: https://www.gesetze-im-internet.de/gewabfv_2017/GewAbfV.pdf, Stand: 2022-04-28, Abruf: 2024-10-15.

GSchG (2021): Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz). Online im Internet, URL: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/1860_1860_1860/de, Stand: 2023-02-01, Abruf: 2024-10-15.

- GSchV (2021)*: Gewässerschutzverordnung. Online im Internet, URL https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1998/2863_2863_2863/20180601/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-1998-2863_2863_2863-20180601-de-pdf-a.pdf, Stand: 2018-06-01, Abruf: 2024-10-17.
- Knöpfel, C. / Pardini, R. / Heinzmann, C. (2018)*: Gute Betreuung im Alltag, Zürich 2018.
- Köller, H. (1997)*: Einführung in die grundsätzlichen Veränderungen durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz. In: Schimmelpfeng, L. et al. (Hrsg): Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz: neue Regelungen und Anforderungen, Heidelberg 1997, S. 1-36.
- KrW-/AbfG (1994)*: Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen). Online im Internet, URL: <https://dejure.org/gesetze/KrW-AbfG>, Stand: 1994-09-27, Abruf: 2024-10-15.
- KrWG (2017)*: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz). Online im Internet, URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/KrWG.pdf>, Stand: 2023-03-02, Abruf: 2024-10-15.
- KSG (2021)*: Bundes-Klimaschutzgesetz. Online im Internet, URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/BJNR251310019.html>, Stand: 2021-08-18, Abruf: 2024-10-15.
- Lamade, J. (2020)*: Wirtschaftspolitische Ziele und Diskurse. In: Darimont, B. (Hrsg.): Wirtschaftspolitik der Volksrepublik China, Wiesbaden 2020, S. 51-68.
- Law of the People's Republic of China on Prevention and Control of Environmental Pollution by Solid Waste (2007)*: Law of the People's Republic of China on Prevention and Control of Environmental Pollution by Solid Waste. Online im Internet, URL: <http://english.mofcom.gov.cn/article/policyrelease/internationalpolicy/200703/20070304471567.html>, Stand: 2007-03-19, Abruf: 2024-10-17.
- Liu, B. / Speed, R. (2009)*: Water Resources Management in the People's Republic of China. In: Water Resources Development, 25 (2009), H. 2, S. 193-208.

LRV (2022): Luftreinhalte-Verordnung. Online im Internet, URL: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208_208_208/de, Stand: 2022-01-01, Abruf: 2024-10-15.

National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2003): China Statistical Yearbook 2003. Online im Internet, URL: https://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/yearlydata/yearbook2003_e.pdf, Abruf: 2024-11-14.

National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2022): China Statistical Yearbook 2005-2022. Online im Internet, URL: <https://data.stats.gov.cn/english/publish.htm?sort=1>, Abruf: 2024-11-14.

National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2023): China Statistical Yearbook 2023. Online im Internet, URL: <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2023/indexeh.htm>, Abruf: 2024-11-14.

National Bureau of Statistics of China (Hrsg.) (2024): China Statistical Yearbook 2023. Online im Internet, URL: <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2024/indexeh.htm>, Abruf: 2024-11-14.

Ren, F. et al. (2022): The investment and treatment efficiencies of industrial solid waste in China's Yangtze and non-Yangtze River Economic Belts. In: Journal of Material cycles and Waste Management, 24 (2022), S. 900-916.

Roth-Mingram, B. (2015): Das neue Umweltschutzgesetz der VR China. In: Zeitschrift für Chinesisches Recht, 22 (2015), H. 1, S. 1-116.

Schulze, S. (2004): Zur Ökonomie politischer Systeme, Frankfurt am Main 2004.

Schweizerisches Bundesarchiv (Hrsg.) (1997): Amtliche Sammlung des Bundesrechts: Nr. 22. Online im Internet, URL: <https://www.amtsdruckschriften.bar.admin.ch/viewOrigDoc/30002670.pdf?id=30002670>, Stand: 1997-06-10, Abruf: 2024-10-15.

Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.) (2018): Umwelt Schweiz 2018: Bericht des Bundesrates, Bern 2018.

Sheng, P. / Dong, Y. / Vochozka, M. (2020): Analysis of Cost-Effective Methods to Reduce Industrial Wastewater Emissions in China. In: Water, 12 (2020), H. 6, S. 1-13.

- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2011):* Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2009. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00012293/2190310097004.pdf, Stand: 2011-11-28, Abruf: 2024-11-11.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2012):* Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2010. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00012294/2190310107004.pdf, Stand: 2012-11-28, Abruf: 2024-11-11.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2014a):* Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2011. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00012250/2190310117004.pdf, Stand: 2014-01-30, Abruf: 2024-11-11.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2014b):* Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2012. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00016923/2190310127004_korr.pdf, Stand: 2014-12-16, Abruf: 2024-11-11.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2015):* Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2013. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00018475/2190310137004.pdf, Stand: 2015-12-18, Abruf: 2024-11-11.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2016):* Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2014. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00030882/2190310147004.pdf, Stand: 2016-09-23, Abruf: 2024-11-11.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2018):* Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2015. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00034993/2190310157004.pdf, Stand: 2018-02-13, Abruf: 2024-11-11.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2019a): Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2016. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00042741/2190310167004_korr28032019.pdf, Stand: 2019-03-28, Abruf: 2024-11-11.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2019b): Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2017. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00055404/2190310177004.pdf, Stand: 2019-08-22, Abruf: 2024-11-11.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2021a): Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2018. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00064175/2190310187004.pdf, Stand: 2021-06-10, Abruf: 2024-11-11.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2021b): Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2019. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00071340/2190310197004_Austausch.pdf, Stand: 2021-12-22, Abruf: 2024-11-11.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022a): Umweltökonomische Gesamtrechnung Umweltschutzausgaben Berichtszeitraum 2010-2019. Online im Internet, URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/umweltschutzausgaben/Publikationen/Downloads/umweltschutzausgaben-pdf-5854102.pdf?__blob=publicationFile, Abruf: 2024-10-17.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022b): Industriesektor in Deutschland weiterhin stark, Bruttowertschöpfung Verarbeitendes Gewerbe. Online im Internet, URL: <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Industrie-Handel-Dienstleistungen/Industrie.html#:~:text=2021%20erwirtschaftete%20das%20Verarbeitende%20Gewerbe,%2C2%20%25%20der%20gesamten%20Bruttowertsch%C3%B6pfung>, Stand: 2024-08-21, Abruf: 2024-10-17.

- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022c)*: Umwelt – Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2020. Online im Internet, URL: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00071987/2190310207004.pdf, Stand: 2022-09-22, Abruf: 2024-11-11.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2022d)*: Zahl der Woche Nr. 34 vom 23. August 2022. Online im Internet, URL: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_34_p002.html, Stand: 2022-08-23, Abruf: 2024-11-12.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2024e)*: China – Statistisches Länderprofil. Online im Internet, URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofile/china.pdf?__blob=publicationFile, Stand: 2024-08-05, Abruf: 2024-11-14.
- STAT-TAB (Hrsg.) (2024)*: Umweltschutzausgaben der Unternehmen nach Wirtschaftsbranche. Online im Internet, URL: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/aktuell/neue-veroeffentlichungen.assetdetail.32030308.html>, Stand: 2024-07-02, Abruf: 2024-10-22.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2022)*: Wasserressourcen und ihre Nutzung. Online im Internet, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#wassernachfrage>, Stand: 2022-11-14, Abruf: 2024-11-12.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024a)*: Indikator: Treibhausgas-Emissionen der Industrie. Online im Internet, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-treibhausgas-emissionen-der-industrie#die-wichtigsten-fakten>, Stand: 2024-09-13, Abruf: 2024-11-12.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024b)*: Luftdaten: Jahresbilanzen. Online im Internet, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten/jahresbilanzen/eJxrWpScv9BwUWXqEiMDI2MAMLAftA==>, Abruf: 2024-11-12.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024c)*: Abfallaufkommen. Online im Internet, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen#deutschlands-abfall>, Stand: 2024-10-02, Abruf: 2024-11-12.

- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024d)*: Verwertungsquoten der wichtigsten Abfallarten. Online im Internet, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertungsquoten-der-wichtigsten-abfallarten>, Stand: 2024-10-14, Abruf: 2024-11-12.
- VeVA (2022)*: Verordnung über den Verkehr mit Abfällen. Online im Internet, URL: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2005/551/de>, Stand: 2020-01-01, Abruf: 2024-10-15.
- VVA (2006)*: Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom (14. Juni 2006) über die Verbringung von Abfällen. Online im Internet, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1013&from=DE>, Stand: 2006-06-14, Abruf: 2024-10-15.
- VVEA (2022)*: Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen. Online im Internet, URL: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2015/891/de>, Stand: 2024-01-01, Abruf: 2024-10-15.
- VVS (2022)*: Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen. Online im Internet, URL: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1987/55_55_55/de, Stand: 2005-06-12, Abruf: 2024-10-15.
- Walter, A.-B. (2020)*: § 4 Wasserrecht. In: Kluth, W. et al. (Hrsg.): Umweltrecht: Ein Lehrbuch, 2. Aufl., Berlin 2020, S. 197-268.
- Water Law of China (2022)*: Water Law of the People's Republic of China (Chinese and English Text). Online im Internet, URL: <https://www.cecc.gov/resources/legal-provisions/water-law-peoples-republic-china-chinese-and-english-text>, Stand: 2002-08-29, Abruf: 2024-10-17.
- Water Pollution Prevention and Control Law of the People's Republic of China (2017)*: Water Pollution Prevention and Control Law of the People's Republic of China (Amended in 2017). Online im Internet, URL: https://english.mee.gov.cn/Resources/laws/environmental_laws/202012/t20201211_812662.shtml, Stand: 2017-06-27, Abruf: 2024-10-17.

WHG (2021): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz). Online im Internet, URL: https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf, Stand: 2023-12-22, Abruf: 2024-10-17.

Zhao, Y. / Zhang, J. / Nielson, C. (2013): The effects of recent control policies on trends in emissions of anthropogenic atmospheric pollutants and CO₂ in China. In: Atmospheric Chemistry and Physics, 13 (2013), S. 487-508.

Züst, R. (2013): Ressourceneffizienz in KMU: Einsatz und Recycling von Werkstoffen, See-
gräben 2013.

Controlling-Studien

des Lehrstuhls für Unternehmensrechnung und Controlling der RPTU in Kaiserslautern

- Nr. 1 Großgloß, Peter / Jonen, Andreas / Lingnau, Volker (2005): Empirische Untersuchung zur Bedeutung der Informationstechnologie in der Unternehmensrealität unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Risikoberücksichtigung.
- Nr. 2 Kluge, Paul Dieter / Lingnau, Volker (2010): Controlling und ERP-Systeme für den Mittelstand.
- Nr. 3 Lingnau, Volker / Mayer, Bernadette / Hergenröder, Andreas (2022): Controlling und Digitalisierung in rheinland-pfälzischen KMU – Eine empirische Untersuchung.
- Nr. 4 Lingnau, Volker / Betzhold, Christina / Kraft, Laura / Wagner, Felix (2025): Unternehmerische Nachhaltigkeit per Gesetz? Analyse der Entwicklungsprozesse ökologischer Gesetzgebung und ihrer Auswirkungen auf Unternehmen am Beispiel von Deutschland, China und der Schweiz.