

## 6. Schutzgutbezogene Zustandsanalyse und Auswirkungsprognose

---

### 6.9 Wechselwirkungen

#### Inhaltsverzeichnis

6.9.1	Grundlagen .....	2
6.9.2	Status .....	6
6.9.3	Verzeichnis der verwendeten Unterlagen.....	8

#### Verzeichnis der Tabellen

Tab. 6.9 -1:	Wechselwirkungsmatrix in Anlehnung an RAMMERT (zitiert in /6.9 -2/ und /6.6 -3/)	7
--------------	---	---

#### Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 6.9 -1:	Definitionsansätze von Wechselwirkungen (nach /6.9 -3/)	5
--------------	---	---

## 6.9 Wechselwirkungen

### 6.9.1 Grundlagen

Nach § 1a der 9. BImSchV umfasst die Umweltverträglichkeitsprüfung die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der für die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen sowie der für die Prüfung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bedeutsamen (nach § 2 Abs. 1 UVPG der unmittelbaren und mittelbaren) Auswirkungen eines Vorhabens sowohl auf die in den vorherigen Abschnitten im Mittelpunkt stehenden Schutzgüter Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, Kulturgüter und sonstige Sachgüter als auch auf die Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

Eine Definition des Begriffs „Wechselwirkungen“ wird im UVPG nicht gegeben /6.9 -1/. Auf der Grundlage von § 24 UVPG (§ 20 alte Fassung von 1990) hat das Bundesumweltministerium 1995 eine „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung“ (UVPVwV) erlassen. Danach gilt entsprechend Ziffer 0.6.2.1 im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge, *„dass die Umweltauswirkungen sowohl in Bezug auf einzelne Schutzgüter i.S.d. § 2 Abs. 1 Satz 2 UVPG zu bewerten sind als auch eine medienübergreifende Bewertung zur Berücksichtigung der jeweiligen Wechselwirkungen durchzuführen ist“*, wobei eine medienübergreifende Bewertung von Umweltauswirkungen auf *„qualitativen Gesichtspunkten, die zueinander in Beziehung zu setzen sind“*, beruht.

Mit Artikel 1 des „Gesetzes zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU - Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien“ vom 27. Juli 2001 wurde u.a. die Richtlinie 97/11/EG des Rates vom 03. März 1997 zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (Abl. EG Nr.L 73 S.5) in das geänderte UVPG übernommen.

In einer amtlichen Anmerkung im Anhang zu Artikel 5 Absatz 1 der Richtlinie 97/11/EG wird die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung soweit präzisiert, dass sie sich *„auf die direkten und die etwaigen indirekten, sekundären, kumulativen, kurz-, mittel-, langfristigen, ständigen und vorübergehenden, positiven und negativen Auswirkungen des Vorhabens erstrecken sollten“*.

Durch das Ministerium für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein /6.9 -2/ wurde 1994 folgende Definition für Wechselwirkungen publiziert:

*„Unter Wechselwirkungen im Sinne der EG-Richtlinie und des UVP-Gesetzes lassen sich erhebliche Auswirkungsverlagerungen und Sekundärauswirkungen zwischen verschiedenen Umweltmedien und auch innerhalb dieser verstehen, die sich gegenseitig in ihrer Wirkung addieren, verstärken, potenzieren, aber auch vermindern bzw. sogar aufheben können. Die Wirkungen lassen sich anhand bestimmter Pfade verfolgen, aufzeigen und bewerten oder sind bedingt als Auswirkungen auf das Gesamtsystem bzw. als Gesamtergebnis darstellbar. Als Eingangsgrößen zur methodischen Erfassung von Wechselwirkungen sind zum einen die vom Projekt auf die Umweltmedien gerichteten Auswirkungen, zum anderen die zwischen den Umweltmedien und ihren Teilkomponenten vorhandenen Wechselbeziehungen relevant.“*

In einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung bzw. -studie sind den o.g. Anforderungen jedoch Grenzen gesetzt, weil relativ wenige detaillierte Kenntnisse über die Verflechtungen der Schutzgüter untereinander vorliegen.

Im Hinblick auf ihre Rolle im Naturhaushalt und ihre Beziehungen zueinander können die einzelnen Schutzgüter unterschiedlichen Kategorien zugeordnet werden (nach /6.9 –3/):

### ***Boden, Wasser, Luft***

Boden, Wasser und Luft sind die abiotischen Umweltmedien, die in Modellen der Landschaftsökologie oft als räumlich abgegrenzte Kompartimente (Atmosphäre, Oberflächengewässer und Grundwasser, Pedo- bzw. Lithosphäre) aufgefasst werden. Dabei umfasst die Pedo- bzw. Lithosphäre gemäß § 2 BBodSchG auch das Bodenwasser und die Bodenluft sowie abweichend zum BBodSchG auch die Gewässerbetten, die Atmosphäre auch Wasser in Form von Wasserdampf, Wolken und Niederschlägen. Die genannten Schutzgüter bzw. Sphären umfassen vollständig die materiellen abiotischen Bestandteile der Umwelt.

### ***Raum-zeitliche Charakterisierung von Umweltmedien: Klima, Landschaft***

Klima und Landschaft sind im Gegensatz zu den übrigen Umweltmedien keine eigenständigen materiellen Bestandteile der Umwelt, sondern beschreiben bestimmte Zustände (bzw. Schwankungsbreiten von Zuständen) der sie konstituierenden Schutzgüter, die für bestimmte Raumeinheiten charakteristisch sind. Dabei umfasst das Klima die Gesamtheit der Witterungen an einem Ort mit einer für diesen Ort charakteristischen Verteilung der mittleren, aber auch der extremen Werte. Es handelt sich also um ein Wechselwirkungsgefüge u.a. zwischen Luft, Boden, Geländere relief, Lage und Größe von Gewässern und der Vegetation, die sich in der Atmosphäre als Medium abspielen.

Die Landschaft ist charakterisiert durch räumliche Muster und Gradienten (z.B. Gestalt und Größe von Vegetations- und Nutzungseinheiten, Geländere relief, Gewässern, Qualität von Luft und Klima, Kultur- und sonstigen Sachgütern sowie deren Lage zueinander, etc.) und den sich hieraus ergebenden Prozessen, z.B. zwischen Landschaftsteilen.

### ***Pflanzen und Tiere***

Das Leben von Pflanzen und Tieren wird erst durch das Vorhandensein bestimmter abiotischer Voraussetzungen möglich. Biotische und abiotische Umweltbestandteile stehen in ständiger intensiver Wechselwirkung miteinander. Während Pflanzen dabei vor allem die lokalen Standortbedingungen (Zustand der Medien Boden, Wasser, Luft; Bestandsklima, Konkurrenz etc.) reflektieren, sind für Tiere darüber hinaus raumwirksame Prozesse (z.B. Orientierung im Raum, Wanderungen zwischen Teilhabitaten, Reaktionen auf optische, akustische, olfaktorische und taktile Störungen etc.) bezeichnend. Insofern kann das Auftreten von Arten, Populationen oder Biozönosen als Indikator für jeweils bestimmte Zustände der Umwelt (und deren Geschichte) bzw. der entsprechenden Wechselwirkungsgefüge gewertet werden.

### **Mensch**

Der Mensch ist als Bestandteil der Umwelt einerseits Akzeptor von Umweltauswirkungen, andererseits greift er durch vielfältige Aktivitäten direkt und indirekt in den Naturhaushalt ein und löst dadurch eine Vielzahl von Prozessen aus, die erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der Umwelt haben können. Für die Prognose von Wirkungen ist daher auch eine Abschätzung der Reaktionen des Menschen auf Veränderungen der Umwelt erforderlich.

### **Kulturgüter und sonstige Sachgüter**

Kulturgüter und sonstige Sachgüter sind durch ihre Exposition im Raum Bestandteil der Umwelt und unterliegen insofern vielfältigen Prozessen (Verwitterungsprozesse, Pflanzenbewuchs etc.). Gleichzeitig können von ihnen Einflüsse auf den Naturhaushalt ausgehen. Hierbei sind neben physikalisch-chemischen Prozessen insbesondere Informationsprozesse und dadurch ausgelöste Reaktionen von Menschen und Tieren anzuführen.

### **Wechselwirkungen**

Der Begriff der Wechselwirkungen wird insgesamt in sehr unterschiedlichen Zusammenhängen benutzt. Grundsätzlich können darunter alle diejenigen Wirkungsbeziehungen verstanden werden, die bei einer isolierten Betrachtung nur eines Wirkfaktors auf nur ein Umweltmedium nicht erfasst werden. Auf dieser Grundlage lassen sich nach /6.9 -2/ im Wesentlichen die folgenden Kategorien von Wechselwirkungen unterscheiden:

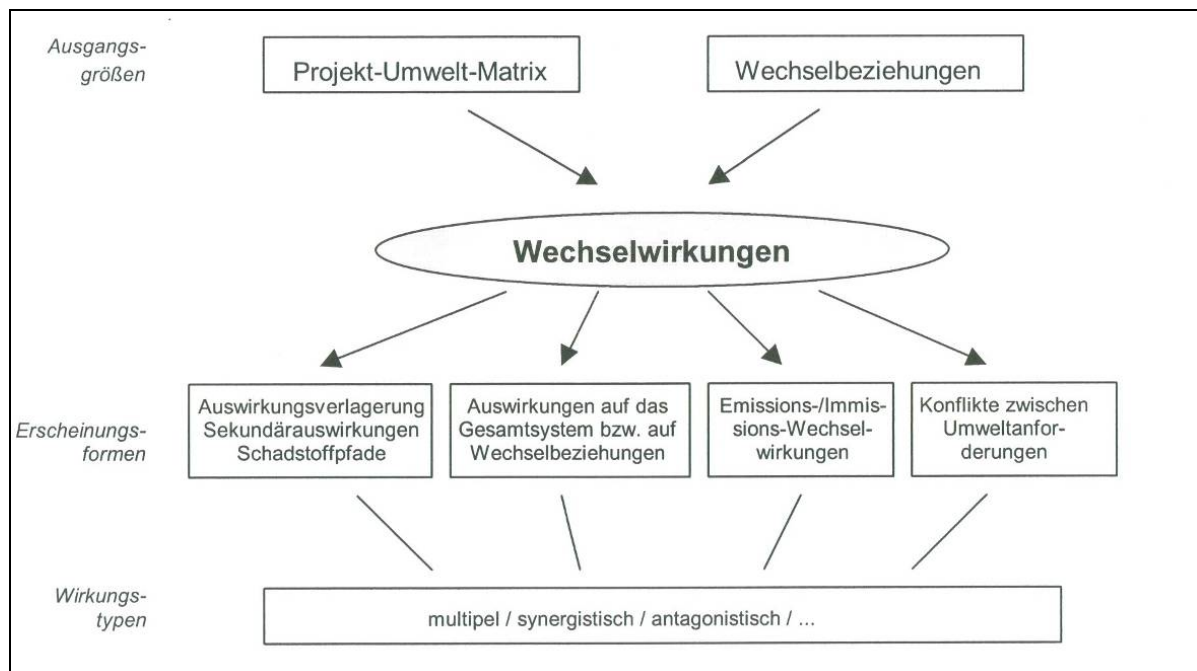
- *Kombinationswirkungen*, d.h. sich gegenseitig verstärkende oder abschwächende Wirkungen verschiedener Komponenten auf ein Schutzgut  
Das Zusammenwirken von zwei miteinander in Wechselwirkung stehenden Komponenten kann zu einer Verstärkung (Synergismus) oder Abschwächung (Antagonismus) der Einzelwirkungen führen. Als kritisch im Sinne der Umweltvorsorge sind dabei Synergismen anzusehen, wobei darauf zu verweisen ist, dass sich solche Effekte erst bei hohen Konzentrationen der beteiligten Einzelkomponenten bemerkbar machen.
- *Wirkungsketten*  
Durch den Transfer eines Stoffes von einem Schutzgut zu einem anderen ergeben sich Wechselwirkungen, z.B. durch Anreicherung von Schadstoffen über die Nahrungskette oder den Schadstofftransport über mehrere Umweltmedien in sog. gerichteten Wirkpfaden, z.B. Luft➤Boden➤Grundwasser.
- *vernetzte Wirkungsbeziehungen*  
Die Belastung eines Umweltmediums über mehrere Wirkungsketten, z.B. Stoffeinträge in ein Oberflächengewässer über eine direkte Einleitung (Kläranlagenablauf), den Luftpfad und über den Wirkpfad Boden➤Grundwasser
- *Belastungsverlagerungen*  
Die Verlagerung der Umweltbelastung von einem Umweltmedium auf andere Umweltmedien, z.B. luftbelastende Schadstoffe werden in einem Filtersystem zurückgehalten, müssen dann aber deponiert werden und belasten dadurch Boden und Grundwasser

➤ *Mehrfachbelastungen*

Die Wirkung mehrerer Belastungsquellen auf ein Umweltmedium, z.B. vorhandene Vorbelastung, generelle Zunahme der Belastung und mehrere gleichzeitig und/oder zukünftig geplante Vorhaben (Vor-, Zusatz-, Gesamtbelastung)

In Anlehnung an die englische Fassung der UVP-RL können darüber hinaus Wechselbeziehungen (Beziehungen der Umweltmedien untereinander) und Wechselwirkungen (Auswirkungen eines Vorhabens auf Grund der vorhandenen Wechselbeziehungen) unterschieden werden. Abbildung 6.9 -1 zeigt die Definitionsansätze von Wechselwirkungen nach /6.9 -2/. Als „Erscheinungsformen“ der Wechselwirkungen werden darin genannt:

- Auswirkungenverlagerungen und Sekundärauswirkungen (Folgewirkungen),
- Schadstoffpfade (v.a. in Bezug auf Schadstoffwirkungen beim Menschen),
- Auswirkungen auf das Gesamtsystem bzw. auf die Wechselbeziehungen (v. a. biozönologische Zusammenhänge zwischen verschiedenen Ökotypen, Indikation über Flora und Fauna),
- Emissions-Immissions-Wechselwirkungen (Transport und Umwandlung von Schadstoffen),
- Konflikte zwischen Umwelanforderungen.



**Abb. 6.9 -1:** Definitionsansätze von Wechselwirkungen (nach /6.9 -3/)

### 6.9.2 Status

Die Beschreibung und Bewertung der Umwelt (Zustandsanalyse) erfolgte anhand von Teilsystemen mit einem natürlichen Faktor im Mittelpunkt (biotische und abiotische Schutzgüter). Diese Teilsysteme können entsprechend der o.g. Definition nicht isoliert voneinander betrachtet werden, da alle Umweltbereiche in einer mehr oder weniger engen Wechselbeziehung miteinander stehen. Bei der Bewertung der Auswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter (Konfliktanalyse) wird deshalb bei Kenntnis von potenziellen Sekundär- und Folgewirkungen in anderen mit diesem Teilsystem vernetzten Umweltbereichen darauf hingewiesen. Die Tab. 6.9 -1 zeigt eine Wechselwirkungsmatrix in Anlehnung an RAMMERT (zitiert in /6.9 -2/ und /6.9 -3/.

So stellt die Rauchgasreinigung als Maßnahme zur Emissionsminderung z.B. eine Belastungsverlagerung vom Schutzgut Luft auf andere Schutzgüter (Boden, Wasser) dar, da die nicht verwertbaren Rückstände der Rauchgasreinigung als Abfall ordnungsgemäß entsorgt werden müssen. Gleichzeitig werden dadurch aber auch Wirkungsketten des Schadstofftransportes über mehrere Schutzgüter minimiert, z.B. Luft>Mensch, Luft>Boden>Grundwasser, Luft>Boden>Pflanze>Tier bzw. Luft>Oberflächengewässer>Tier u. a., deren Wirkungsschwellen quantitativ jedoch kaum zu fassen sind.

Die Auswirkungen des Vorhabens, der Alternative GuD-Anlage und der „Nullvariante“ auf die einzelnen Schutzgüter wurden in den vorangegangenen Abschnitten vergleichend dargestellt. Dabei wurden neben den direkten Auswirkungen auch Folgewirkungen, die sich aufgrund der spezifischen Unterschiede zwischen den Varianten ergeben, erfasst. So weist die „Nullvariante“ hinsichtlich der über den Luftpfad wirkenden Emissionen höhere Belastungen auf, die sich dann entsprechend auch stärker bei den über diesen Wirkungspfad betroffenen sekundären und tertiären Schutzgütern auswirken. Demgegenüber sind die Auswirkungen des Vorhabens und der Alternative GuD-Anlage auf die Landschaft höher als durch die „Nullvariante“. Das Volumen der Kühltürme führt zu einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und der damit verbundenen sekundären Schutzgüter, wie z.B. Mensch. Andererseits ist die durch das Bauwerk geleistete bessere Verteilung der austretenden Rauchgase und Kühlturmschwaden positiv zu bewerten.

Tab. 6.9 -1: Wechselwirkungsmatrix in Anlehnung an RAMMERT (zitiert in /6.9 -2/ und /6.6 -3/)

Wirkung auf von	Menschen	Tiere	Pflanzen	Boden	Wasser	Luft	Klima	Landschaft
Tieren	Ernährung, Erholung, Naturerlebnis	Konkurrenz, Minimalareal, Populationsdynamik, Nahrungskette	Fraß, Tritt, Düngung, Bestäubung, Verbreitung	Düngung, Bodenbildung (Bodenfauna)	Nutzung, Stoffein- u. -austrag (N, CO <sub>2</sub> ,...)	Nutzung, Stoffein- u. -austrag (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> )	Beeinflussung durch CO <sub>2</sub> -Produktion etc., Atmosphärenbildung (zus. mit Pflanzen)	gestaltende Elemente
Pflanzen	Schutz, Ernährung, Erholung, Naturerlebnis	Nahrungsgrundlage, O <sub>2</sub> -Produktion, Lebensraum, Schutz	Konkurrenz, Pflanzengesellschaft, Schutz	Durchwurzelung (Erosionsschutz), Nährstoffentzug, Schadstoffentzug, Bodenbildung	Nutzung, Stoffein- u. -austrag (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> ), Reinigung, Regulation Wasserhaushalt	Nutzung, Stoffein- u. -austrag (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> ), Reinigung	Klimabildung, Beeinflussung durch O <sub>2</sub> -Produktion, CO <sub>2</sub> -Aufnahme, Atmosphärenbildung (zus. mit Tieren)	Strukturelemente, Topographie, Höhen
Boden	Lebensgrundlage, Lebensraum, Ertragspotenzial, Landwirtschaft, Rohstoffgewinnung	Lebensraum	Lebensraum, Nährstoffversorgung, Schadstoffquelle	trockene Deposition, Bodeneintrag	Stoffeintrag, Trübung, Sedimentbildung, Filtration von Schadstoffen	Staubbildung	Klimabeeinflussung, durch Staubbildung	Strukturelemente
Wasser	Lebensgrundlage, Trinkwasser, Brauchwasser, Erholung	Lebensgrundlage, Trinkwasser, Lebensraum	Lebensgrundlage, Lebensraum	Stoffverlagerung, nasse Deposition, Beeinflussung der Bodenart und der Bodenstruktur	Regen, Stoffeintrag	Aerosole, Luftfeuchtigkeit	Lokalklima Wolken, Nebel etc.	Strukturelemente
Luft	Lebensgrundlage, Atemluft	Lebensgrundlage, Atemluft, Lebensraum	Lebensgrundlage, z.T. Bestäubung	Bodenluft, Bodenklima, Erosion, Stoffeintrag	Belüftung, trockene Deposition, (Trägermedium)	chem. Reaktionen von Schadstoffen, Durchmischung, O <sub>2</sub> -Ausgleich	Lokal- und Kleinklima	Luftqualität, Erholungseignung
Klima	Wohlbefinden, Umfeldbedingungen	Wohlbefinden, Umfeldbedingungen	Wuchsbedingungen, Umfeldbedingungen	Bodenklima, Bodenentwicklung	Gewässertemperatur	Strömung, Wind, Luftqualität	Beeinflussung verschiedener Klimazonen (Stadt, Land...)	Element der gesamtästhetischen Wirkung
Landschaft	ästhetisches Empfinden, Erholungseignung, Wohlbefinden	Lebensraumstruktur	Lebensraumstruktur	ggf. Erosionsschutz	Gewässerverlauf, Wasserscheiden	Strömungsverlauf	Klimabildung, Reifluftbildung, Kaltluftströmung	Naturlandschaft vs. Stadt-/ Kulturlandschaft
Menschen (Vorbelastung)	konkurrierende Raumansprüche	Störungen (Lärm etc.), Verdrängung	Nutzung, Pflege, Verdrängung	Bearbeitung, Düngung, Verdichtung, Versiegelung, Umlagerung	Nutzung, (Trinkwasser, Erholung), Stoffeintrag	Nutzung (Schadstoffeintrag)	z.B. Aufheizung durch Stoffeintrag, „Ozonloch“ etc.	Nutzung z.B. Erholungssuchende, Überformung, Gestaltung

### **6.9.3 Verzeichnis der verwendeten Unterlagen**

- /6.9 -1/ Waffenschmiedt, C. & M. Potschin (1998):  
Wechselwirkungen bei Umweltverträglichkeitsprüfungen,  
Ein Konzept zur Ermittlung und Bewertung der Wechselwirkungen gemäß § 2  
UVPG. UVP-Report 2/1998, S. 113-117.
- /6.9 -2/ Ministerium für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (1994):  
Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung. Kiel, November 1994.
- /6.9 -3/ Rasmus, J., H. Brüning, et al. (2001):  
Entwicklung einer Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen in  
der Umweltverträglichkeitsprüfung.  
Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, März 2001  
im Auftrag des Umweltbundesamtes, FE-Vorhaben 297 13 180.