

Stromerzeugungstechnologien auf dem gesellschaftlichen Prüfstand: Zur Akzeptanz der CCS-Technologien

Dirk Scheer, Sandra Wassermann, Oliver Scheel

Erscheint in: Katja Pietzner, Diana Schumann (Hrsg.) (2012): Akzeptanzforschung zu CCS in Deutschland: Aktuelle Ergebnisse, Praxisrelevanz, Perspektiven, Oekom-Verlag.

Kontakt:

Dirk Scheer
Email: dirk.scheer@sowi.uni-stuttgart.de
Tel: 06221-432391

1. Einleitung

Die zukünftige Zusammensetzung des deutschen Strommixes wird derzeit intensiv und kontrovers in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft diskutiert. Eine Vielzahl von Schlagworten bestimmt dabei die Debatte: Klimaverträglichkeit, Versorgungssicherheit, Kraftwerksparkerneuerung, unternehmerische Planungssicherheit, Energiepreisniveau, Wettbewerbsfähigkeit, Energietechnologieoptionen und – nicht zuletzt – die gesellschaftliche Akzeptanz unterschiedlicher Energietechnologien.

Die gesellschaftliche Wahrnehmung und die Akzeptanz von Stromerzeugungstechnologien stehen im Mittelpunkt des hier vorgestellten Projekts „Gesellschaftliche Akzeptanz eines klimaverträglichen Energiemixes“¹. Im Rahmen von fünfzehn deutschlandweit durchgeführten Fokusgruppen (Gruppengröße 7-11), an denen 130 Bürgerinnen und Bürger teilnahmen, wurden Präferenzen, Einstellungen sowie Bedenken und Befürchtungen zu einzelnen Technologieoptionen im Stromsektor im Kontext vergleichbarer Alternativen erhoben und ausgewertet.

Gesellschaftliche Akzeptanz hängt von der subjektiven Wahrnehmung und von der Bewertung des individuellen und kollektiven Nutzens und der Risiken ab. Die sozialwissenschaftliche Akzeptanzforschung konnte zeigen, dass menschliches Verhalten nicht in erster Linie von objektiv-wissenschaftlichen Fakten, sondern von der subjektiven Wahrnehmung der Individuen bestimmt wird (vgl. Covello 1983; Slovic 1987; Rohrman und Renn 2000). Bezogen auf eine konkrete Situation sind Freiwilligkeit, Kontrollierbarkeit, ausgewogene Verteilung von Nutzen und Risiken sowie Vertrauen in das Risikomanagement entscheidende Einflussgrößen auf die individuelle Technikwahrnehmung und -akzeptanz. Insbesondere die Risiko-Nutzen-Verteilung ist bei der Bewertung von Stromerzeugungstechnologien von großer Bedeutung. Dass neue Technologien dabei ohne ein Minimum an gesellschaftlicher Akzeptanz auf lange Sicht kaum durchsetzungsfähig sind, zeigen prominente Beispiele wie etwa das der Kernenergie oder genveränderter Lebensmittel.

Dieser Beitrag stellt ausgewählte Ergebnisse des Forschungsprojekts mit einem besonderen Blick auf die CCS-Technologien vor. Dabei wird zunächst in Kapitel 1 die methodische Vorgehensweise erläutert. Kapitel 2 präsentiert empirische Ergebnisse zur Akzeptanz verschiedener Stromerzeugungstechnologien, während Kapitel 3 den Schwerpunkt auf die CCS-Technologien legt. Abschließend werden die Befunde diskutiert.

¹ Die Autorin und die Autoren danken der Stiftung Mercator für die finanzielle Förderung des Projekts sowie den Herausgeberinnen, Wilfried Konrad und Michael Zwick für eine kritische Kommentierung einer früheren Fassung des Beitrags.

2. Methodische Vorgehensweise

Konkrete Zielsetzung des Projekts war die Bewertung von folgenden zwölf Stromerzeugungstechnologien durch Bürgerinnen und Bürger auf der Basis informierter Entscheidungen:

- Energieeffizienz
- Windkraftanlage offshore
- Windkraftanlage onshore
- Solarthermiekraftwerk (DESERTEC)
- Photovoltaikanlage
- Biomassekraftwerk
- Atomkraftwerk (2. Generation)
- Klassisches Kohlekraftwerk (staubbefeuert, superkritisch) ohne CCS
- Modernes Kohlekraftwerk (Kohlevergasung mit H₂-Gasturbine) ohne CCS
- Klassisches Kohlekraftwerk mit CCS (Nachrüstung mit CCS-Technologie)
- Modernes Kohlekraftwerk mit CCS (CCS-Technologie im Neubau integriert)
- Erdgaskraftwerk (Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk)

Auf dieser Basis wurden explorative Erkenntnisse gewonnen, welche qualitative und quantitative Ergebnisse über Einstellungen und Denkweisen, Bedenken und Wünsche der Teilnehmerinnen und Teilnehmer liefern. Diese können dazu beitragen, politischen und gesellschaftlichen Entscheidungsträgern in der Energiepolitik Wissen an die Hand zu geben, um notwendige energiepolitische Weichenstellungen unter Berücksichtigung der gesellschaftlichen Anliegen treffen zu können.

Erfahrungsgemäß sind standardisierte, fragebogenbasierte (Telefon-)Umfragen nicht geeignet, vielschichtige Prozesse der Meinungsbildung und ihre Einflussfaktoren in hinreichender Tiefe und Detailreichtum zu untersuchen. Dagegen haben sich Fokusgruppen in der Sozialforschung besonders dann bewährt, wenn es um die Analyse komplexer Einstellungen und Verhaltensweisen geht und wenn sich Handlungsorientierungen stark in der Interaktion mit anderen entwickeln (vgl. Dürrenberger und Behringer 1999; Beckmann und Keck 1999; Schulz et al. 2012). Fokusgruppen ermöglichen es, die kognitiven Strategien von Individuen bei der Meinungs- und Urteilsbildung nachzuvollziehen. Beide Voraussetzungen sind im vorliegenden Fall gegeben: die Frage, wie Individuen komplexe, unsichere und mehrdeutige Signale aufnehmen, interpretieren und verarbeiten, setzt eine explorative und offene Form der Datener-

hebung voraus. Dass der Gegenstand selbst komplex ist, versteht sich angesichts der vielen unterschiedlichen Stromerzeugungstechnologien von selbst. Bisherige Studien zur Einstellung von Individuen gegenüber Lösungen zur Klimaproblematik lassen auch für diese Thematik eine hohe Beeinflussbarkeit durch Interaktionen mit anderen erkennen (vgl. Löfstedt 2003).

Für die Studie wurde ein sogenannter hybrider Fokusgruppenansatz entwickelt, der eine quantitative und eine qualitative Datenerhebung kombiniert (Scheer et al. 2012). Der hybride Ansatz folgt zunächst einem klassischen Fokusgruppendedesign. Wesentliche Elemente dieses Designs sind die Zusammenstellung von Diskussionsgruppen von acht bis zehn Personen anhand bestimmter Kriterien, die Anregung von lebhaften Gruppeninteraktionen zu einem vorgegebenen Thema durch die Verwendung von einheitlichen Informationsmaterialien unter Anleitung eines Moderators sowie die vollständige Audioaufzeichnung und schriftliche Transkription der Gruppendiskussionen (vgl. Bloor et al. 2001; Bürkli 2000; Kitzinger 1994; Scheer 2004). Das Ziel einer Fokusgruppe ist die Erhebung von Daten in Form von „words spoken by participants“ (Grudens-Schuck et al. 2004), um Assoziationen und Denkmuster ausfindig zu machen und deren Stabilität im Zuge der Diskussionen zu verfolgen.

Diese qualitativen Elemente wurden um quantitative Erhebungsmethoden erweitert. Unter quantitativen Methoden ist im vorliegenden Fall keine repräsentative Umfrage zu verstehen, sondern eine Vollerhebung unter den 130 Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Fokusgruppen mit voll-standardisierten Fragebögen. Im Einzelnen wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer beispielsweise gebeten, Fragebögen zur Rangfolge der Stromerzeugungstechnologien, zum Umweltbewusstsein, zu CCS-Technologien, zum Wissensstand und Verständnis der Informationsmaterialien sowie zur Sozialdemographie auszufüllen.

Der im Projekt verwendete methodische Ansatz basierte auf folgenden Rahmenbedingungen: zum einen wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Fokusgruppen im Vorfeld über die Vor- und Nachteile aller zwölf Stromerzeugungstechnologien schriftlich informiert. Das per Post im Vorfeld der Diskussionsrunden zugesandte Material umfasste ca. 40 Seiten und enthielt Informationen zu den Stromerzeugungstechnologien, deren Kosten- und Umweltwirkungen sowie diverse Fragebögen. Rezeption und Verständnis des Materials wurde zu Beginn einer jeden Fokusgruppe abgefragt. Im Zentrum der Diskussionsgruppe stand dann die Erhebung der Präferenzen, Einstellungen und Bewertungen der Teilnehmenden. Zum anderen wurde die Untersuchung bewusst vergleichend angelegt: die Bürgerinnen und Bürger konnten nicht einzelne Optionen abstrakt beurteilen, sondern immer nur im Vergleich mit (zukünftig) vorhandenen Technikalternativen.

Die Auswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfolgte nicht zufallsbasiert sondern selbstrekrutiert. Durch die Verteilung der Fokusgruppenstandorte in West- und Ost-Deutschland, Großstädten und ländlicher Raum sowie in Gebieten mit potenziellen CCS-Speicherstandorten wurde eine große Bandbreite von Personen einbezogen. Die Überprüfung der im Fragebogen erhobenen Sozio-Demographika ergab – neben der bei Fokusgruppen typischen Verzerrung hin zu höher gebildeten Personen und der damit verbundenen Berufe² – keine stärkeren Verzerrungen im Vergleich zu großen, repräsentativen Studien (z.B. Allbus).

Die Fragebögen wurden mit Methoden der deskriptiven Statistik analysiert. Da es sich nicht um eine Zufallsstichprobe handelt, sind die Ergebnisse nur für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Fokusgruppen aussagekräftig. Die Ergebnisse sind daher eher als Tendenzaussage im explorativen Sinne zu verstehen und lassen sich nicht verallgemeinern.

Die hier angewendete Methodik beinhaltet somit Aspekte der qualitativen Methoden der empirischen Sozialwissenschaft. Im Fokus stand dabei die Ermittlung kognitiver Verarbeitungsmuster in Bezug auf Energiefragen. Andererseits wurden auch typische, der quantitativen Sozialforschung zugerechneten Methoden wie Fragebogen und deren deskriptiv statistische Auswertung verwendet, um die vorliegenden Ergebnisse präziser und vergleichbarer darstellen zu können.

3. Gesellschaftliche Akzeptanz von Stromerzeugungstechnologien

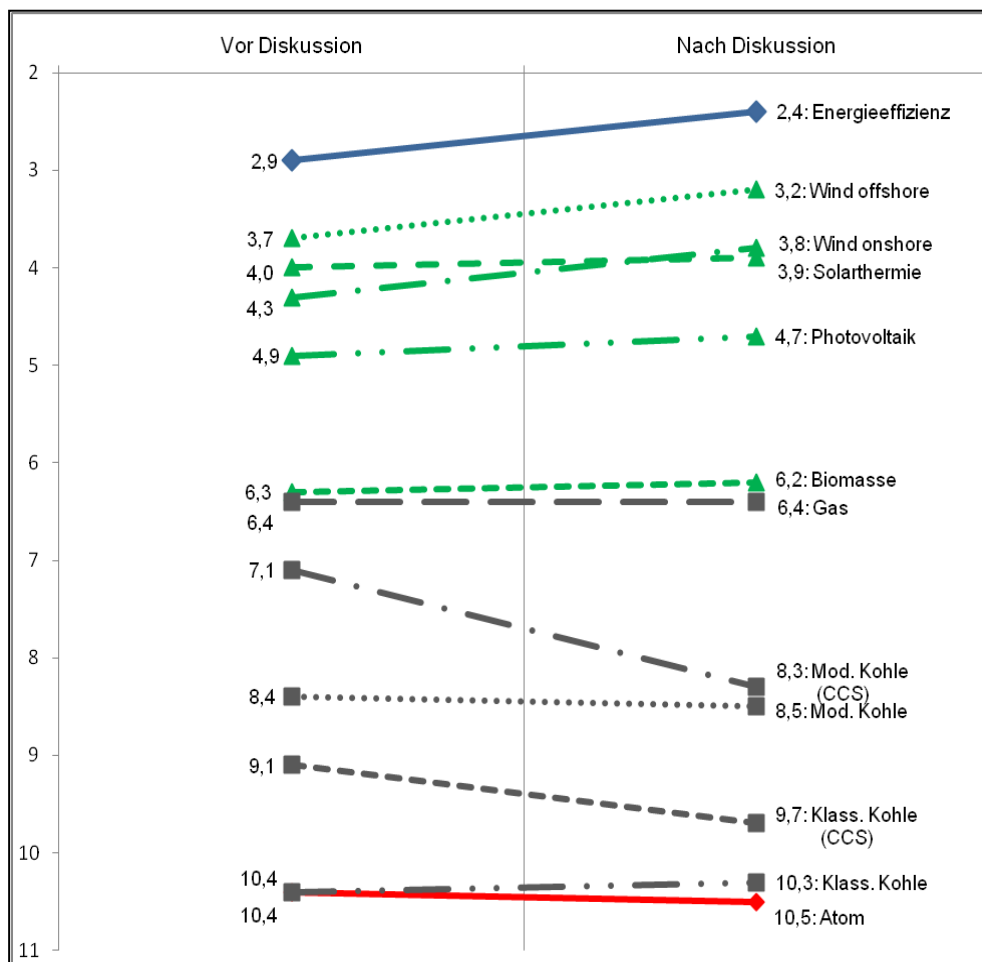
Die Bewertung der Stromerzeugungstechnologien durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfolgte entsprechend quantitativ und qualitativ. Auf quantitativer Ebene wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer gebeten, die insgesamt zwölf Stromerzeugungstechnologien vom besten hin zum schlechtesten Kraftwerkstyp zu ordnen und in eine Rangfolge zu bringen³. Diese Aufgabe wurde von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zweimal durchgeführt: einmal als Hausarbeit vor der Gruppendiskussion, einmal nach der gemeinsamen Diskussion innerhalb der Fokusgruppe. Auf qualitativer Ebene wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Fokusgruppe gebeten, ihre best- bzw. schlechtplatzierte Stromerzeugungstechnologie vorzustellen und ihr Ranking detailliert zu begründen.

² Weiterhin getestet wurden Geschlecht, Alter, Berufstätigkeit und Haushaltseinkommen.

³ Für eine tabellarisch, rangfolgenbasierte Zusammenstellung der zwölf Technologien wurde folgende Arbeitsanweisung formuliert: „Bitte tragen Sie Ihre Kraftwerks-Rangfolge unten in die Tabelle ein. Denken Sie daran, das ‚1‘ die beste und ‚12‘ die schlechteste Platzierung ist. Schreiben Sie Ihre Rangfolge für jedes Kraftwerk in die Lücke auf der rechten Seite. Sie können jede Zahl nur einmal verwenden (1 bis 12).“

Die Analyse der quantitativen Bewertung stellt die Rangfolgen der Stromerzeugungstechnologien in den Mittelpunkt. Der Vergleich beider Rangfolgen (vor und nach der Diskussion) auf einer Skala von 1 (beste Option) bis zwölf (schlechteste Option) auf Basis des arithmetischen Mittels zeigt Abbildung 1.

Abbildung 1: Veränderungen der Mittelwerte im Diskussionsverlauf beim Technologie-Rankings



Erläuterungen: n = 130; Skala von 1 (beste Technologie) bis 12 (schlechteste Technologie)

Quelle: eigene Darstellung

Die Ergebnisse zeigen zunächst für die erste Erhebung vor der Diskussion eine eindeutige Priorisierung der Stromerzeugungstechnologien nach den primären Energieträgern. Energieeffiziente Maßnahmen – welche im eigentlichen Sinne keine Stromerzeugungstechnologie ist – werden von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern mit Abstand am besten platziert. In der Folge rangieren alle erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien auf den nachfolgenden Plätzen. Die auf fossilen Brennstoffen

basierenden Technologien finden sich auf den hinteren Plätzen der Rangfolge, wobei Atomkraftwerke knapp vor den klassischen Kohlekraftwerken rangieren.

Ein näherer Blick innerhalb der Energieträger zeigt weitere interessante Einzelheiten. Die beliebtesten erneuerbaren Technologien sind offshore Windanlagen und Solarthermiekraftwerke in der DESERTEC-Variante. Beide Technologien zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Standorte fern des deutschen Verbrauchers sind. Es kann vermutet werden, dass der NIMBY⁴-Aspekt ein Motiv bei der positiven Bewertung dieser Technologien war und Bürgerinnen und Bürger – wenn sie zwischen verschiedenen Alternativen wählen können – Technologien mit fernen Standorten bevorzugen. Mit beiden Technologien ist auch eher die Fortführung zentraler Strukturen der Energiewirtschaft verbunden, da der kostenintensive Auf- und Ausbau in der Regel nur von Großinvestoren geleistet werden kann. Dies wurde von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern aber selten thematisiert. Allerdings folgen die mit Dezentralität und direkter Nachbarschaft verbundenen Technologien Windanlagen onshore und Photovoltaik-Anlagen unmittelbar auf den nächsten Plätzen. Technologien zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, mit denen man aufgrund ihrer bereits ‚sichtbaren‘ Diffusion bereits vertraut ist, werden weithin auch in der Nachbarschaft akzeptiert. Auffallend ist allerdings die relativ schlechte Platzierung von Biomassekraftwerken innerhalb des Portfolios der Erneuerbaren Energien. Biomasseanlagen fallen deutlich ab und rangieren auf dem Niveau von Gaskraftwerken.

Gaskraftwerke führen wiederum die Liste der fossilen Kraftwerkstechnologien deutlich an. Die nachfolgenden Kohletechnologien ordnen sich nach der Modernität der Anlagen. Moderne Kohlekraftwerke mit und ohne CCS-Technologie werden gegenüber bestehenden Kohleanlagen priorisiert. Wenig überraschend dagegen ist die schlechte Platzierung der Kernkraft⁵, die mit traditionellen Kohlekraftwerken ganz hinten rangiert.

Betrachtet man die Verschiebungen im Verlauf der Diskussionen, so fallen verschiedene Punkte auf. Zunächst ist die Stabilität des Ranking insgesamt erwähnenswert. Die Rangfolge nach der Diskussion unterscheidet sich nur minimal gegenüber der ersten Erhebung. Nur zwei Rangwechsel sind zu beobachten: Windanlagen onshore rücken auf den dritten Platz vor und verdrängen die Solarthermie auf den vierten

⁴ NIMBY ist die Abkürzung für “not in my backyard“ und bezeichnet die negative Einstellung von Bürgern gegenüber Großtechnologien oder auch anderen negativ besetzten Phänomenen in unmittelbarer Nachbarschaft (vgl. Gerling, 1994). Im deutschsprachigen Raum firmiert dieses Verhalten auch unter dem Namen Sankt-Florian-Prinzip.

⁵ Entsprechend der Umfragen zum Sicherheitsempfinden von Atomkraft in Deutschland (vgl. BMU 2006; Stern/Forsa 2011)

Platz. Am Ende tauschen klassische Kohlekraftwerke und AKWs die Plätze. Alle anderen Technologien sind auf jenen Plätzen zu finden, die sie auch vor der Diskussion innehatten. Die Diskussion hat die Diskrepanz zwischen den Energieträgern allerdings deutlicher akzentuiert. Während die Erneuerbaren sich alle verbessern konnten, haben sich die fossilen und nuklearen Technologien bestenfalls auf dem Vorniveau gehalten bzw. verschlechtert. Besonders auffällig ist die deutliche Verschlechterung der CCS-betriebenen Kohlekraftwerke. Insbesondere die moderne CCS-Variante ist deutlich abgefallen und wird kaum mehr besser wahrgenommen als ein modernes Kohlekraftwerk ohne CCS. Hierzu trugen vor allem die sich im Diskussionsverlauf verstärkenden Sicherheitsbedenken bei der CO₂-Lagerung bei, welche unabhängig vom Kraftwerkstyp wahrgenommen und thematisiert wurden. Im Durchschnitt verschlechterten beide CCS-Varianten ihre Rangplatzwerte deutlich.

4. Akzeptanz von CCS-Technologien

Wie zeigen sich nun Einstellungen und Bewertungen zu den CCS-Technologien im Detail? Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden hinsichtlich der verschiedenen Prozessschritte der CCS-Technologien befragt. Besonders kritisch wurde dabei die Phase der CO₂-Speicherung eingeschätzt. In weiteren Analysen wurden mögliche Zusammenhänge der Einstellung zur CCS-Technologie, zum Klimaschutz sowie klimabewusstes Handeln auf die Bewertung der fossilen Kraftwerkstechnologien untersucht.

Lässt sich etwa ein Zusammenhang zwischen dem eigenen klimabewussten Handeln und der Bewertung von Stromerzeugungstechnologien finden? Dies konnte insofern geprüft werden, da bei der Umfrage zum Klimabewusstsein auch das eigene klimabewusste Handeln der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhoben wurde. Mittels einer Regression wurde überprüft, ob die Teilnehmenden der Fokusgruppen, die klimabewusst handeln, Kraftwerke mit einem hohen CO₂-Ausstoß in der Rangfolge auf die hinteren vier Rangplätze wählen. Als CO₂-emittierende Kraftwerke wurden klassische und moderne Kohle- als auch Gaskraftwerke ohne CCS-Technologien eingestuft. Der Zusammenhang bestätigt sich wie erwartet: die statistische Maßzahl Beta⁶ ergibt einen Zusammenhang von 0,306 für klimabewusstes Handeln und das Platzieren der CO₂-emittierenden Technologien auf den hinteren vier Rangplätzen. Dies ist eine überraschend hohe Ausprägung, zieht man die geringe Fallzahl in Betracht. Da die Berechnung mit Index-Variablen durchgeführt wurde, ergibt sich noch eine weitere Kontrollmöglichkeit dieses Zusammenhangs.

⁶ Ein Wert von 0 steht für keinen Zusammenhang, ein Wert von 1 zeigt einen perfekten Zusammenhang an.

Testet man den Zusammenhang ohne Berücksichtigung der Gaskraftwerke (dies ist gerechtfertigt, da Gaskraftwerke deutlich positiver als Kohlekraftwerke wahrgenommen werden), werden die Ergebnisse noch deutlicher bestätigt: Nun beträgt der Zusammenhang zwischen klimabewusstem Handeln und dem Platzieren von Kohlekraftwerken auf die hinteren Plätze des Rankings 0,501. Es lässt sich damit ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Ablehnung fossiler Stromerzeugungstechnologien (besonders der Kohlebasierten) und klimabewusstem Handeln im Kreis der Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Fokusgruppen konstatieren. Die geringe Varianzaufklärung von $R^2 = 9,5\%$ überrascht wenig, betrachtet man die Komplexität der Zusammenhänge: der Index des klimabewussten Handelns umfasst eine Abfrage von vielfältigen Tätigkeiten der Befragten (z.B. Recyclingteilnahme, ÖPNV/Fahrgemeinschafts-Nutzung, Wechsel zu Ökostrom). Die Ablehnung von CO_2 -emittierenden Stromgewinnungstechnologien ist dabei nur ein kleiner Teil der zu erklärenden Gesamtvarianz. Dass es sich dabei aber um einen wichtigen Anteil handelt, zeigt wieder der erneute Test unter Ausschluss der Gaskraftwerke, da hier die erklärte Varianz auf 25,1% ansteigt. Eine Varianzerklärung von über 20% ist dabei nach Küchler als statistischer Erfolg zu sehen (vgl. Küchler 1979: 51).

Eine weitere Analyse untersuchte die Verbindung zwischen der Einstellung zum Klimawandel und zu den CCS-Technologien. Getestet wurde, ob Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die den Klimawandel als ein wichtiges Problem ansehen, auch CCS-Technologien befürworten. Die Berechnungen zeigen, dass hier kein Zusammenhang gefunden werden konnte. Die Werte liegen mit 0,082 fast bei null, was keinem Zusammenhang zwischen beiden Variablen entspricht.

Insgesamt ist dieses Ergebnis vor dem Hintergrund der starken Ablehnung von CCS-Technologien nicht verwunderlich. Die Auswertung der Einstellungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu den CCS-Technologien zeigte eindeutig eine skeptische, ablehnende Haltung. Die Häufigkeitsanalyse ergibt folgende Werte: das arithmetische Mittel der Befragten liegt bei 2,87 Skalenpunkten⁷, also deutlich im Bereich der CCS-Ablehnung. Der Median liegt mit 2,79 Skalenpunkten knapp darunter. Das erste Quartil der Befragten liegt bei 1,83, das dritte Quartil – also das Viertel der Befragten, welche die Technologie am stärksten ablehnt – findet sich bei 3,78 Skalenpunkten. Dreiviertel der Befragten stehen den CCS-Technologien demnach eher skeptisch gegenüber.

⁷ Die metrisch-interpretierte Index-Skala reicht von 1 (absolute Ablehnung der CCS-Technologie) bis 7 (absolute Befürwortung).

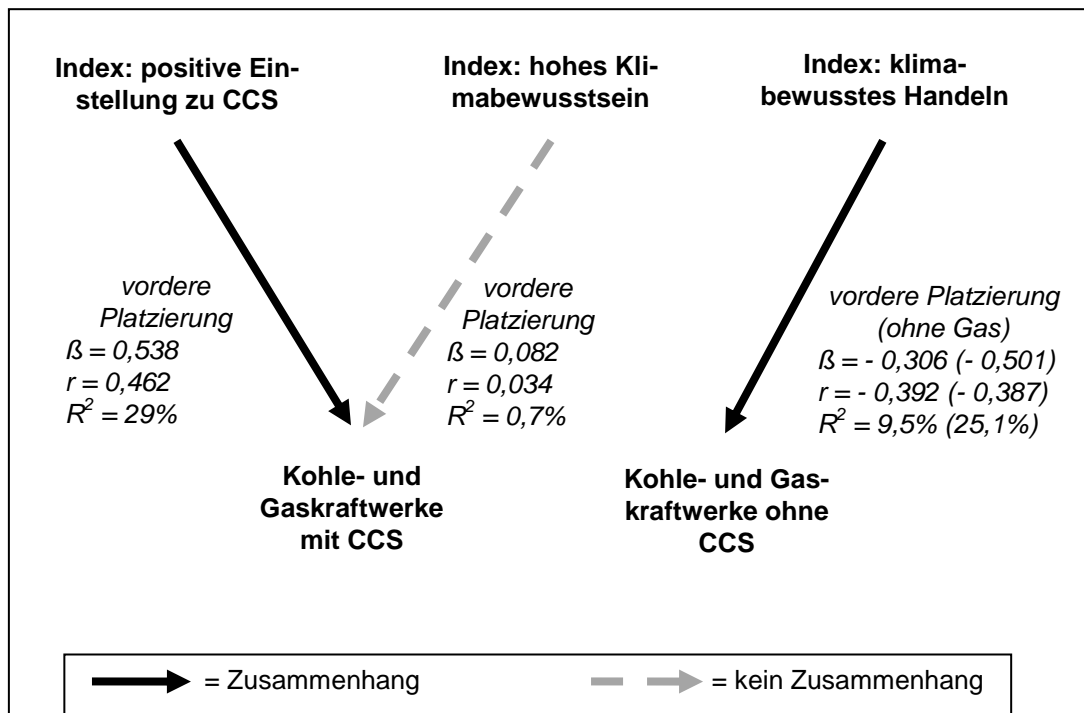
Dies führt zu der Frage nach den verbliebenen CCS-Befürwortern: welchen Einfluss hat eine positive Einstellung zur CCS-Technologie bei der Bewertung von Stromerzeugungstechnologien? Es wurde folgender Zusammenhang getestet: wenn Teilnehmende eine positive Einstellung zur CCS-Technologie haben, so neigen sie dazu, Kraftwerke mit CCS-Technologie (in dieser Studie sind dies das moderne und das klassische Kohlekraftwerk) in der Rangfolge auf die ersten vier von zwölf Plätzen zu setzen. Dieser Zusammenhang bestätigt sich mit einem Beta von 0,538 klar und zeigt somit einen – besonders für die Größe der Stichprobe – starken Zusammenhang. Aufgrund der wenigen Befürworter der CCS-Technologie innerhalb der Stichprobe beträgt die (korrigierte) Gesamtvarianzaufklärung 0,29, ein Ergebnis dass dennoch ein klarer Nachweis des Zusammenhangs ist (vgl. Küchler 1979: 51).

Insgesamt lassen sich aus den quantitativen Analysen mit Schwerpunkt auf den CCS-Technologien folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Die Prozesskette der CO₂-Einlagerung wird besonders kritisch gesehen; eine deutliche Mehrheit steht dabei den CCS-Technologien skeptisch gegenüber.
- Ein hohes Klimabewusstsein impliziert nicht automatisch eine positive Bewertung und hohe Rangordnung der CCS-Technologien.
- Dagegen führt eine positive Einstellung zu den CCS-Technologien auch zu einer hohen Rangordnung und damit Präferenz dieser Technologien im Vergleich zu den vorhandenen Alternativen.
- Klimabewusstes Handeln platziert CO₂-emittierende Kraftwerke (fossile ohne CCS-Technologien) auf die hinteren Plätze. Dieser Effekt verstärkt sich, wenn nur Kohlekraftwerke betrachtet werden.

Die vorgestellten Ergebnisse werden zusammenfassend in der Abbildung 2 dargestellt. Neben den Zusammenhangsmaßen Beta (β) werden die Varianzaufklärung (R^2) und die Bivariate Korrelation nach Spearman (r) berichtet.

Abbildung 2: Statistische Zusammenhänge zwischen Einstellungen und Bewertung der CCS-Technologien



Quelle: eigene Darstellung

5. Qualitative Akzeptanzprofile am Beispiel der CCS-Technologien

Auf qualitativer Ebene wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in den Fokusgruppen gebeten, ihre best- und schlechtplatzierte Stromerzeugungstechnologie vorzustellen und die Gründe für die jeweilige Einstufung darzulegen. Die qualitative Auswertung der Fokusgruppen im Hinblick auf die Technologiebewertung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfolgte systematisch, indem zunächst aus den einzelnen Argumenten induktiv ein Kategoriensystem mit den nachfolgend aufgeführten neun Bewertungskategorien abgeleitet wurde:

- Vertrauen in Institutionen und Organisationen;
- Volks- und energiewirtschaftliche Aspekte;
- Individuelle, ökonomische Betroffenheit;
- Umweltschutzaspekte (bspw. Klimawandel, Artenvielfalt, Naturzerstörung);
- Soziale und ethische Aspekte;
- Technische Machbarkeit;

- Gesundheitliche Risiken;
- NIMBY
- Katastrophenpotenzial.

Das Ziel der Auswertung nach dem induktiv entwickelten Kategoriensystem war eine systematisch-vergleichende Darstellung möglichst aller vorgelegten Argumente und Begründungen zu den einzelnen Technologien. Die systematische Erfassung der inhaltlichen Argumente zu den einzelnen Stromerzeugungstechnologien ermöglichte dann die Erstellung eines technologiebasierten Akzeptanzprofils. Dieses Akzeptanzprofil charakterisiert jede einzelne Technologie nach den genannten inhaltlichen Begründungen und Bewertungen und ergibt so in der Zusammenschau eine „Landschaft der Argumente“. Die inhaltlichen Bewertungen wurden zusammengefasst zu Aussagen darüber, ob die Argumente *pro* Technologie (Technologiebefürwortung) oder *contra* Technologie (Technologieablehnung) eingesetzt wurden. Gab es unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine unterschiedliche Einschätzung zu einem Sachverhalt (etwa wenn manche Personen die global noch vorhandenen Kohlevorkommen als gering, manche sie aber als hinreichend einschätzten), oder eine Person ihre Unsicherheit durch eine „sowohl als auch“-Aussage artikulierte, dann wurde dies als *ambivalent* ausgewiesen, da zu diesem Argument differierende bzw. gegensätzliche Einschätzungen vorliegen.

Wie stellt sich nun das Akzeptanzprofil für die CCS-Technologien im Detail dar? Entlang der oben aufgeführten Bewertungskategorien werden die von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern genannten Begründungen und Argumente im Folgenden aufgeführt und erläutert (vgl. Tabelle 1). Die Tabelle zeigt somit eine Zusammenfassung des Akzeptanzprofils der CCS-Technologien.

Tabelle 1: Argumentations-Cluster für die CCS-Technologien

Kategorie	Argumente	Bewertung ²
1. Vertrauen	- Misstrauen in Politik	contra
	- Misstrauen in Unternehmen	contra
	- Ablehnung Zentralität Energiesystem	contra
2. Volkswirtschaft	- Kostenanstieg (Wirkungsgrad, Transport, Investition)	contra
	- Ineffektiv (geringe Speicherkapazität)	contra
	- Unsicherheit industrieller Maßstab	contra
	- Investitionskonkurrenz zu Erneuerbaren Energien	contra
3. Betroffenheit	- Grundstückswertverlust	contra
4. Umwelt	- CO ₂ -Vermeidung vs. Leckageaustritt	ambivalent

	- Weltweiter Einsatz (China)	pro
	- Anstieg vs. Reduktion sonst. Emissionen	ambivalent
5. Soziales & Ethisches	- Keine intergenerationelle Gerechtigkeit	contra
	- Konkurrenz CCS- vs. Atomendlager	contra
6. Techn. Machbarkeit	- Machbar (mit Forschung) vs. nicht machbar (wg. Atom, Zeithorizont, Leckagen, komplexer Technik)	ambivalent
7. Gesundheit	- Angst und Leib und Leben	contra
8. NIMBY	- Kein CCS-Speicher in Umgebung	contra
	- Ungleiche Kosten-Nutzen-Verteilung	contra
9. Katastrophenpotential	- Geringes vs. hohes Katastrophenpotential	ambivalent

Erläuterung: Schlussfolgerung für Technologiebewertung: (contra) bei Technologieablehnung; (pro) bei Technologiebefürwortung; (ambivalent) bei unterschiedlicher Bewertung eines Arguments.

Quelle: eigene Darstellung

Bei der Bewertung der CCS-Technologien formulierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein mangelndes *Vertrauen* in die Politik. So wurde die Befürchtung geäußert, Lagerstätten könnten eher aus politischen Gründen und weniger aus Gründen der optimalen geologischen Gegebenheiten ausgewählt werden. Das Misstrauen in die Politik wurde explizit mit dem Versagen von Institutionen und politischen Eliten beim Umgang mit der Kernenergie und der bislang ungeklärten Frage der atomaren Endlager argumentativ verknüpft. Darüber hinaus wurde die Sorge geäußert, dass Lagerstätten gewählt werden könnten, für die die institutionellen und politischen Zuständigkeiten unklar sind. Auch hier zeigte sich ein mangelndes Vertrauen in die Politik. Auch den Unternehmen wird im Zusammenhang mit den CCS-Technologien wenig Vertrauen geschenkt. Bei diesen Technologien, so die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, gehe es v.a. um Profite für die großen Energieversorger. Ein Teilnehmer beklagte insbesondere, dass die Energiekonzerne die Kosten für die Speicherung bereits nach 30 Jahren der Allgemeinheit übertragen wollen. Dass mittels der CCS-Technologien bestehende Strukturen der Energieversorgung aufrechterhalten würden, wurde ebenfalls als negatives Argument bei der Bewertung angeführt.

Volkswirtschaftliche und energiewirtschaftliche Argumente wurden ebenfalls im Zusammenhang mit den CCS-Technologien genannt. Das Problem sinkender Wirkungsgrade wurde von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern aufgegriffen und begründete eine negative Bewertung dieser Technologie. Dann sei „das Preis-Leistungsverhältnis [...] nicht mehr gegeben“. Ein Teilnehmer äußerte darüber hinaus die Befürchtung, dass durch die mit den CCS-Technologien einhergehenden sinkenden Wirkungsgrade die Strompreise steigen könnten. Andere volkswirtschaftliche Argumente bezogen sich auf die erheblichen Investitionskosten. Insbesondere im Forschungs- und Entwicklungsstadium der Technologien wird die Bereitstellung

von Forschungsmitteln auch über die öffentliche Hand getragen, was abzulehnen sei. Die hohen Investitionen in die Erforschung und Entwicklung der CCS-Technologien wurden des Weiteren auch mit dem Hinweis abgelehnt, dass die Technologien dann in Deutschland aufgrund begrenzter Lagerkapazitäten gar nicht längerfristig eingesetzt werden könnten. Vor diesem Hintergrund seien die hohen Investitionen nicht nachvollziehbar. Ein weiteres Argument verwies zudem auf die zu hohen Unsicherheiten, unter denen die Investitionen getätigt würden. Schließlich sei nicht erwiesen, wann und ob CCS überhaupt im industriellen Maßstab einsatzfähig sei. Eine weitere ablehnende Haltung gegenüber den hohen Investitionen im Zusammenhang mit CCS wurde mit der Befürchtung begründet, dass diese Investitionen in direkter Konkurrenz zu Investitionen im Zusammenhang mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien stünden. Zudem würde sich der Transport volkswirtschaftlich nicht rechnen.

Eine Bandbreite von Argumenten im Zusammenhang mit den CCS-Technologien lassen sich der Kategorie *Umwelt*, insbesondere der Unterkategorie Klimawandel, zuordnen. Eine eher neutrale bis positive Einschätzung der Technologien formulierten jene Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die bei Kohlekraftwerken ohne CCS und Kohlekraftwerken mit CCS letztere bevorzugen, da sie zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes beitragen. Allerdings vorausgesetzt, dass die Technologien ab 2020 im industriellen Maßstab einsatzfähig seien. Andere Teilnehmerinnen und Teilnehmer sahen dagegen aufgrund der großen Unsicherheit, die sie mit der Speicherung und dem dauerhaften Verbleib des CO₂ im Untergrund verknüpften, eher keine positiven Wirkungen für den Klimaschutz. Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die über diese eher ambivalente Bewertung sogar hinausgingen, befürchteten eindeutig negative Auswirkungen. Dies wurde damit begründet, dass durch den geringeren Wirkungsgrad der Kohlekraftwerke mit CO₂-Abscheider zunächst für die gleiche Menge an erzeugtem Strom mehr Kohle verbrannt und damit mehr CO₂ produziert würde. Wenn die Lager dann nicht sicher seien und das CO₂ doch in die Atmosphäre gelänge, sei dies in der Summe mehr CO₂ als ohne CCS-Technologien. Nur ein Teilnehmer bewertete die möglichen Umweltentlastungseffekte der CCS-Technologien bei einem Einsatz in Schwellenländern wie China positiv. Neben CO₂-Emissionen wurden auch weitere mögliche Emissionen thematisiert: Ein Teilnehmer sprach davon, dass durch CCS-Kohlekraftwerke weniger „giftige Gase“ emittiert würden. Ein anderer Teilnehmer zeigte sich wiederum besorgt, dass durch den Einsatz der CCS-Technologien Quecksilber entweichen könnte.

Weitere Argumente – ambivalent bis ablehnend – lassen sich der Kategorie *Soziales und Ethisches* zuordnen. Die langfristige Lagerung und die damit verknüpften Kosten und Risiken erschienen demnach als nicht nachhaltig, da sie eine Belastung zukünftiger Generationen darstellen würden. In diesem Zusammenhang wurde auch das

Argument genannt, dass die Lagerkapazitäten in Deutschland sehr begrenzt seien. In Abwägung zwischen CO₂-Endlagern und atomaren Endlagern erhielten die CCS-Technologien zwar eine bessere Bewertung, da radioaktiver Abfall als gefährlicher im Vergleich zu CO₂ eingestuft wurde. Allerdings wird auch bei einer möglichen Leckage von CO₂ Schaden für Mensch und Umwelt befürchtet.

Fragen der *technischen Machbarkeit* und Herausforderungen wurden im Zusammenhang mit den CCS-Technologien ebenfalls diskutiert. Hier zeigen sich sowohl optimistisch-positive Argumente als auch skeptisch-ablehnende Einschätzungen. Ein Teilnehmer, der sich positiv äußerte, unterstützte seine Einstellung auch mit einer starken Befürwortung weiterer Forschungsaktivitäten im Bereich CCS. Doch im Rahmen der Gruppendiskussionen überwogen im Hinblick auf die technische Machbarkeit skeptische Argumente. Ein Teilnehmer verglich CCS mit der Kernenergie, die damals beim Aufkommen der Technologie ebenfalls als „Wunderwerk“ gepriesen wurde, was sich im Nachhinein als Trugschluss erwiesen habe. Ein anderer Teilnehmer stellte v.a. den Zeithorizont, in dem die Technologie zum Einsatz kommen soll, in Frage. Ein weiteres ablehnendes Argument verweist auf die Gefahr von Leckagen und der damit verbundenen Unsicherheit, dieses Risiko zum jetzigen Zeitpunkt abschätzen zu können. Eine Reihe von Aussagen lassen sich als ein weiteres negatives Argument zusammenfassen: die technischen Herausforderungen seien generell zu groß und die Risiken daher nicht abschätzbar und tragbar.

Der *NIMBY-Kategorie* lassen sich zahlreiche der in den Fokusgruppen geäußerten Argumente zuordnen. Einige davon sind abstrakt, d.h. die Teilnehmerinnen und Teilnehmer äußerten den NIMBY-Effekt eher generell und nicht auf sich selbst bezogen. Ein Teilnehmer äußerte jedoch konkret, dass er dann gegen CCS wäre, wenn die CO₂-Speicherung in seiner Nähe wäre. Andere Teilnehmerinnen und Teilnehmer, nämlich jene, die tatsächlich direkt potenziell von einem derzeit diskutierten Standort betroffen wären, zeigten eine deutliche NIMBY-Haltung. Diese „Betroffenen“ beklagten die Ungleichverteilung von Kosten und Nutzen innerhalb Deutschlands und die fehlende Solidarität mit jenen Regionen, die v.a. die Kosten zu tragen hätten.

Eine größere Bandbreite an Argumenten lässt sich der Kategorie *Katastrophenpotenzial* zuordnen. Dabei lassen sich die Befürchtungen und Sorgen über die zu erwartenden Katastrophen, die mit den CCS-Technologien verknüpft werden, mit unterschiedlicher Reichweite differenzieren. Ebenso gibt es Äußerungen von Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die den Technologien ein solches Potenzial explizit absprechen und die Technologien daher eher befürworten. Diese Teilnehmerinnen und Teilnehmer lehnen selbst im Fall von Leckagen die Technologien nicht grundsätzlich ab. Äußerungen, die den CCS-Technologien ein Katastrophenpotenzial zuschreiben, reichen von eher diffusen bis hin zu konkreten Aussagen. Diffuse Ängste zeigen jene

Argumente, denen zufolge sich CO₂ ungebremst verbreiten würde und die Langzeitwirkungen schleichend und nicht auf den ersten Blick erkennbar seien. Argumente, die konkrete Katastrophenpotenziale im Zusammenhang mit den CCS-Technologien benennen, reichen von der Verunreinigung des Trinkwassers und damit verknüpften Risiken für die Landwirtschaft bis hin zur unmittelbaren Gefahr für Leib und Leben – einerseits durch Leckagen, andererseits auch durch Terrorismus. Vor der Gefahr der Trinkwasserverunreinigung warnten v.a. Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Fokusgruppen in Regionen potenzieller Speicherstandorte. Diese hatten sich mit dem Thema intensiv beschäftigt und benannten die möglichen Gefährdungspotenziale sehr konkret. Jene Teilnehmerinnen und Teilnehmer formulierten in diesem Zusammenhang auch ihre Befürchtungen, dass dadurch die Landwirtschaft in Gefahr gerate. Nicht nur Leckagen oder verdrängtes Salzwasser bergen unkalkulierbare Risiken, sondern auch die mit dem CO₂ verpressten, anderen giftigen Stoffe. Dass CCS-Technologien tödliche Gefahren bergen, wurde von mehreren Teilnehmerinnen und Teilnehmern geäußert. Die Ängste gingen soweit, dass im Katastrophenfall ganz Deutschland daran „ersticken“ könne. Die Technologien stellen daher eine „Morddrohung an die eigene Bevölkerung“ dar. Als weitere Gefahr wurde auch der Terrorismus genannt, indem Pipelines als Angriffsziel für potentielle Terroranschläge dargestellt wurden.

6. Fazit

Die Technikakzeptanz von Stromerzeugungstechnologien orientiert sich an den primären Energieträgern, indem erneuerbare Energien favorisiert werden, gefolgt von fossilen Energieträgern. Die Atomkraft rangiert hingegen am unteren Ende der Beliebtheitsskala. Dieses Akzeptanzmuster zeichnet sich durch eine gewisse Stabilität aus, da es auch nach der Gruppeninteraktion Bestand hat – allerdings mit Ausnahme der CCS-Technologien. Der Blick auf die Präferenzen vor dem Austausch mit anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmern zeigt zunächst, dass Gaskraftwerke und Biomasse nur geringfügig besser als CCS platziert sind. CCS in der modernen Variante ist mit diesen beiden Kraftwerkstypen auf den ersten Blick auf Augenhöhe. Nach den Diskussionen mit anderen Personen fallen beide hier untersuchten CCS-Varianten (modern, klassisch) eindeutig ab und verlieren deutlich in der Zustimmung bei den Befragten. Die Befragten sind sich bezüglich des Nutzens und der Risiken noch sehr unsicher, so dass noch keine stabile Meinungsbildung stattgefunden hat und von anderen Personen geäußerte Meinungen die Einstellungen stark beeinflussen können. Offenbar verbinden die Befragten mit den CCS-Technologien andere Attribute als ihre CO₂-Effizienz, denn klimabewusst Handelnde priorisieren nicht automatisch diese Technologien. Lässt sich allerdings eine hohe Akzeptanz für CCS feststellen, so werden CCS-Kraftwerke auch gegenüber anderen Kraftwerkstypen vorgezogen.

Die qualitative Analyse hat gezeigt, dass die Einstellungsmuster zu Stromerzeugungstechnologien äußerst komplex und vielfältig sind. Bei den Befragten spielen eine Reihe unterschiedlicher Bewertungskategorien eine Rolle. Die Bewertungsdimensionen umfassen eine ganze Bandbreite von Argumenten, angefangen bei Vertrauen in Institutionen über volkswirtschaftliche und individuell ökonomische Aspekte sowie Fragen zur Umwelt, Gesundheit und Soziales bis hin zur technischen Machbarkeit, Akzeptanz im unmittelbaren Umfeld und der Einschätzung eines möglichen Schadens. Insgesamt zeigt das qualitative Akzeptanzprofil eine recht eindeutige Verteilung: es überwiegt eine klare technikablehnende Haltung in vielen Bereichen. So wird den Entscheidungsträgern kein verantwortungsvoller Umgang mit den CCS-Technologien zugetraut, zudem gelten die CCS-Technologien als volkswirtschaftlich, sozial und ethisch bedenklich und sind nicht im persönlichen Umfeld erwünscht. Ambivalente, d.h. gegensätzliche Argumente existieren bei der Bewertung von Umweltaspekten, der technischen Machbarkeit und der Einschätzung des Katastrophenpotentials. Lediglich für den weltweiten Einsatz in Ländern mit stark kohlebasierter Energieinfrastruktur werden die CCS-Technologien positiv bewertet. Dieses Argument wird aber nur ein einziges Mal genannt. Dies zeigt, dass die aus der Wissenschaft und Politik bekannten Diskussionen zur möglichen Rolle von CCS im Kampf gegen den Klimawandel von der breiten Bevölkerung kaum wahrgenommen werden.

Fasst man die quantitativen wie qualitativen Ergebnisse zusammen, so zeigt sich bei den CCS-Technologien ein sehr instabiles Einstellungs- und Meinungsmuster, bei dem der persönliche und gesellschaftliche Nutzen eher gering eingeschätzt wird und gesellschaftliche Risiken, gerade auch aufgrund einer vermuteten mangelnden staatlichen Kontrolle, befürchtet werden. Die Einstellungsmuster erstrecken sich dabei auf eine heterogene Mischung von leistungsbezogenen, konsumbezogenen, naturbezogenen und lebensqualitätsbezogenen Werten, welches als Charakteristikum gegenwärtiger Werthaltungen zur Technikakzeptanz identifiziert wurde (Renn 2005).

7. Literatur

- Beckmann, J. und G. Keck. 1999. Beteiligungsverfahren in Theorie und Anwendung. Hrsg. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Selbstverl.
- Bloor, M., J. Frankland, M. Thomas und K. Robson, K. 2001. Focus Groups in Social Research. London: SAGE.
- BMU. 2006. Meinungen zum Ausstieg aus der Atomkraft, (Hrsg.) Ergebnisbericht einer Umfrage im Auftrag des BMU, kein Verlag, abrufbar unter:
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/forsa_atomenergie_060800.pdf
- Bürkli, R. 2000. Klimaänderung und Anpassungsprozesse im Wintertourismus. Publikation der Ostschweizerischen Geografischen Gesellschaft, Neue Folge, No. 6.

- Covello, V. T. 1983. The Perception of Technological Risks: A Literature Review. *Technological Forecasting and Social Change* 23: 285–297.
- Dürrenberger, G. und J. Behringer 1999. Die Fokusgruppe in Theorie und Anwendung, Hrsg. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Selbstverl.
- Gerling, R. 1994. Risiko-Störfall-Kommunikation. Hrsg. Gerling Akademie Verlag, München.
- Grudens-Schuck, N., B. L. Allen und K. Larson. 2004. Focus Group Fundamentals. Ames, Iowa: Iowa State University Extension.
- Kitzinger, J. 1994. The methodology of Focus Groups: the importance of interaction between research participants. *Sociology of Health & Illness* 16(1): 103-121.
- Küchler, M. 1979. Multivariate Analyseverfahren. Stuttgart: Teubner.
- Löfstedt, R. 2003. Risk Communication Pitfalls and Promises. *European Review* 11(3): 417-435.
- Renn, O. 2005: Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung für die Bewältigung des technischen Wandels, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 3, 14. Jg., Dezember 2005; S. 29-38.
- Rohrmann, B. und O. Renn 2000. Risk perception research - An introduction. In *Cross-cultural risk perception: A survey of empirical studies*, Hrsg. O. Renn und B. Rohrmann, 11-54. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Scheer, D. 2004. Mit Mietern für Mieter: Kundenintegration mit Fokusgruppen bei der Entwicklung wohnbegleitender Dienstleistungen, in: Scharp, M., H. Jonuschat, Hrsg. *Service Engineering: Entwicklungsverfahren, Praxisbeispiele und Dienstleistungen der Wohnungswirtschaft (IZT-Werkstattbericht Nr. 65)*, 2004, S. 87-104.
- Scheer, D., W. Konrad, O. Scheel, F. Ulmer und A. Hohlt 2012. Fokusgruppen im Mixed-Method-Design: Kombination einer standardisierten und qualitativen Erhebung, Hrsg. Schulz, M., B. Mack und O. Renn Hrsg. 2012: *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft. Von der Konzeption bis zur Auswertung*. Heidelberg: Springer VS; S. 148-168.
- Schulz, M., B. Mack und O. Renn Hrsg. 2012. *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft. Von der Konzeption bis zur Auswertung*. Heidelberg: Springer VS.
- Slovic, P. 1987. Perception of Risk. *Science* 236: 280–285.
- Stern / Forsa 2011. Mehrheit für flotten Atom-Ausstieg Hrsg. Artikel über Studie, durchgeführt von Forsa i.A. des Stern-Magazins, kein Verlag, Abrufbar unter: <http://www.stern.de/politik/deutschland/stern-umfrage-mehrheit-fuer-flotten-atom-ausstieg-1690576.html> (Zugriff am 24. Mai. 2012).