

Multikriterielle Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl von Biomassennutzungskonzepten

Teilprojektleitung:

Prof. Dr. Jutta Geldermann (Professur für Produktion und Logistik)

Mitarbeit:

Dr. Swantje Eigner-Thiel (IZNE)

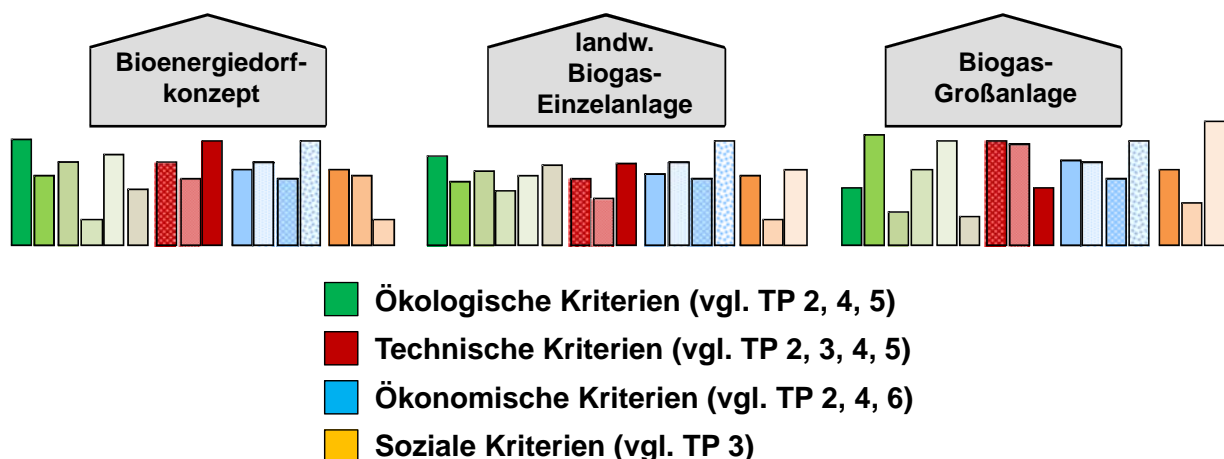
Dipl.-Geoökol. Meike Schmehl (Professur für Produktion und Logistik)

Dipl.-Geoökol. Jens Ibendorf (IZNE)

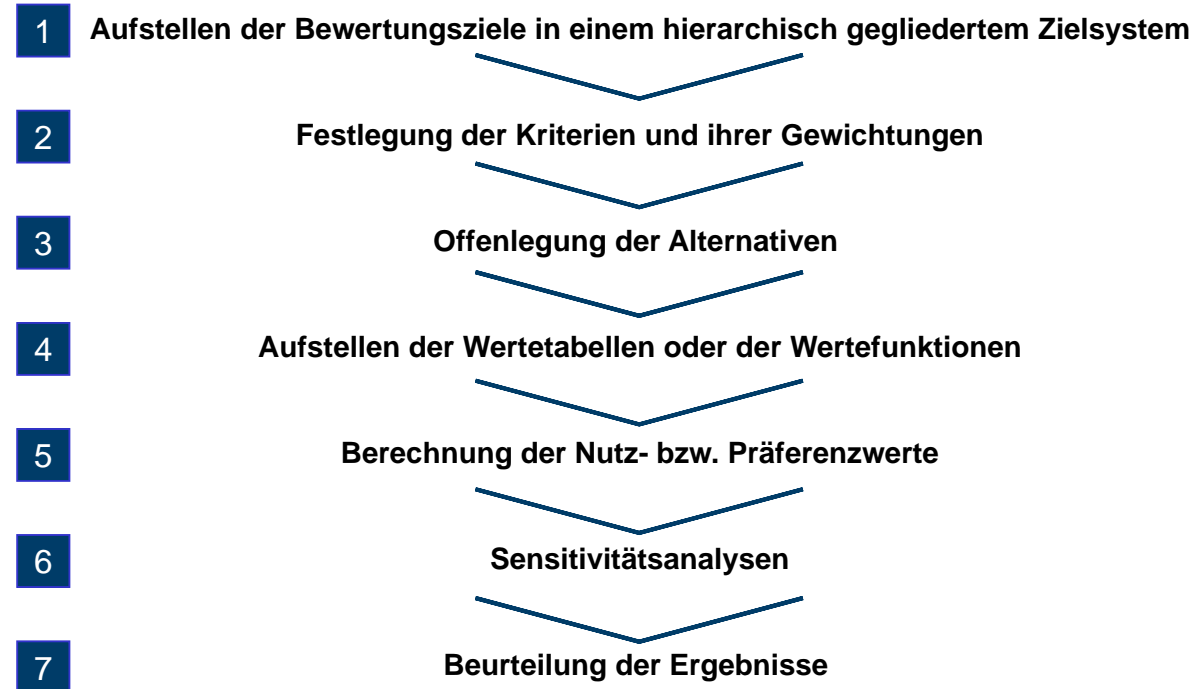


Herausforderungen bei der Bewertung von Konzepten der energetischen Biomassennutzung

- Steigende Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung
- zahlreiche, z. T. gegenläufige Zielsetzungen und Kriterien
- Multikriterielle Entscheidungsunterstützung zur gleichzeitigen Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer, sozialer und technischer Belange

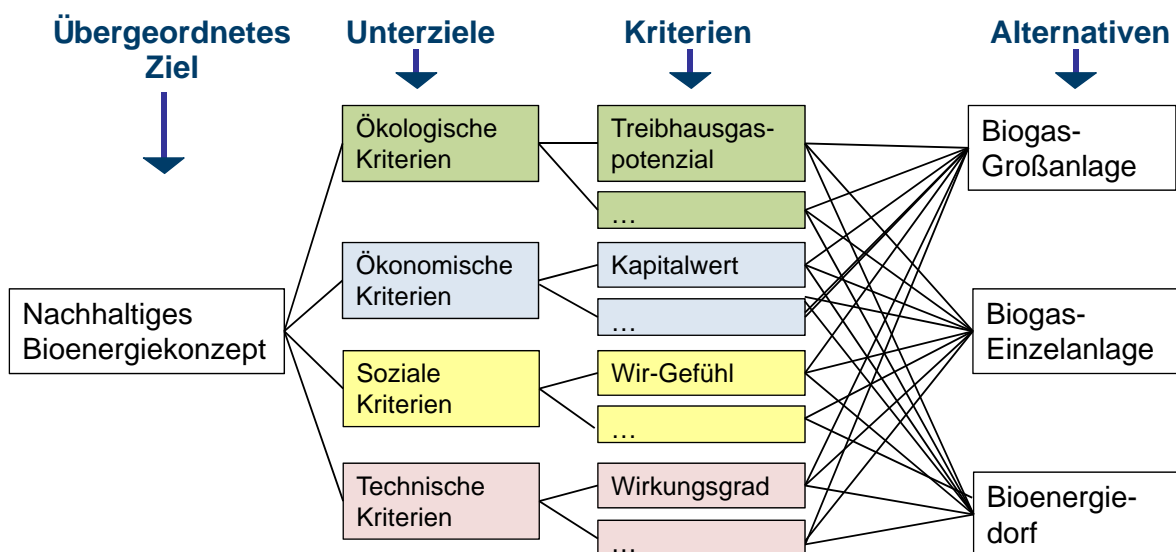


Allgemeines Vorgehen bei der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung



1

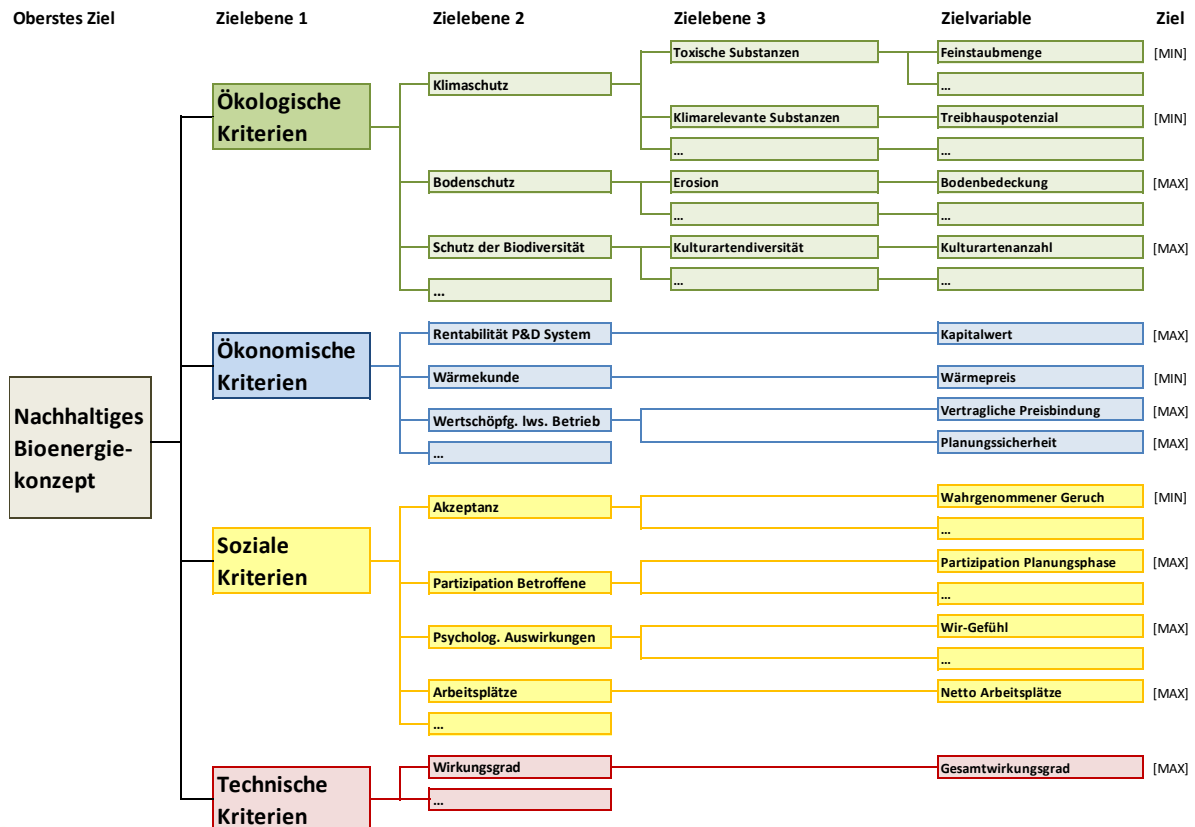
Strukturierung des Entscheidungsproblems in einer Kriterienhierarchie



- Kriterienentwicklung mit Vertretern aus allen Teilprojekten
→ rund 60 Kriterien

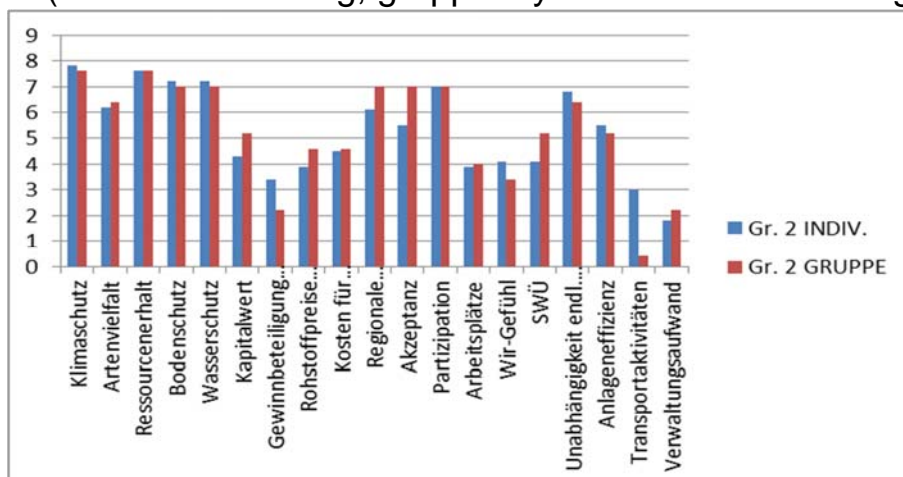


Kriterienhierarchie für ein nachhaltiges Bioenergiekonzept



Gewichtung der Kriterien

- Ermittlung in Expertengruppen mit Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaftlern
- Anwendung zweier Gewichtungsmethoden
 - SWING (individuelle schriftliche Gewichtung)
 - SIMOS (Stille Verhandlung, gruppendynamische Gewichtung)



Alternativenbestimmung: Welche Biomassenutzungskonzepte sollen miteinander verglichen werden?

lokaler Ansatz

Sicherstellung des Wärme- und Strombedarfs des Dorfes



regionaler Ansatz

Welches Ergebnis kann mit anderen Biomassenutzungskonzepten auf der gleichen Fläche erzielt werden?



Quelle: Haase Energietechnik



Alternativen

- Auf regionaler Ebene:
 - Biogaseinzelanlage eines Landwirts
 - Bioenergiedorf
 - Biogaseinspeiseanlage



- Varianten eines Bioenergiedorfs auf lokaler Ebene:

Variabel sind

- Biomasseproduktion (konventionell / integrativer Energiepflanzenbau)
- Verbrennungsrohstoff für Heizwerk (Holz / Stroh)
- Art der Betreibergesellschaft (nutzer- / investororientiert)
- Beteiligungsmodus bei der Planung (ja / nein)



Quelle: Haase Energietechnik

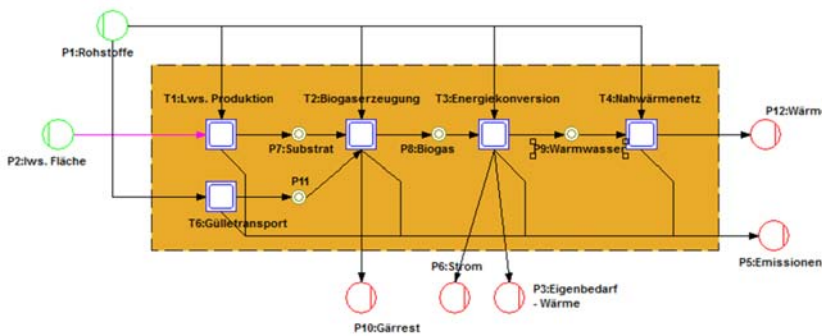
Achtung: kombinatorisches Problem!



Ermittlung der Kriterienausprägungen und Wertetabellen

- Enge Zusammenarbeit mit den anderen Teilprojekten
- Basis sind:
 - Fragebogenstudien
 - betriebswirtschaftliche Berechnungen
 - Stoffstromanalysen
 - Expertenwissen und Literaturstudien

Bioenergieort



			Biogasenspel	Bioenergieort	Biogasanlage
	Unit	abbr.	BGE	BED	BGA
Treibhausgaspotenzial	CO2-Eq.	GWP	-4937	-12724	-13734
Versauerungspotenzial	SO2-Eq.	AP	67	37,35	45
Eutrophierung-N-aquat.	kg N/ha	N-aq.	148	150	147
Eutrophierung-P-aquat.	kg P/ha	P-aq.	38,3	30,7	42,4
Pflanzenschutzmittel-a	# PSM/ha	FSM...	1,4	1,6	1,2
Eutrophierung-N-terr.	kg N/ha	N-terr.	148	150	147
Eutrophierung-P-terr.	kg P/ha	P-terr.	38,3	30,7	42,4
Bodenbedeckung	%/ha/a	BS	35,3	45,8	32
kumulierter Energieauf.	MJ/ha	KEA	-114703,83	-168999,58	-184682,69
Rohöl-Ressourcen-Aq.	kg ROE/ha	ROE	-2050	-2525	-2168
Phosphatmenge	kg P/ha	RohP.	96	65	139
Flächenbedarf	ha/a	Fläche	1159	321	95
Kulturartenanzahl	# Kultur.		2	3	2
Pflanzenschutzmittel...	# PSM/ha	FSM...	1,4	1,6	1,2
Eutrophierung-N-Biodiv.	kg N/ha	N-Bio.	148	150	147
Eutrophierung-P-Biodiv.	kg P/ha	P-Bio.	38,3	30,7	42,4
Kapitalwert	€/ha	Kapital	9385	4976	13877
Gewinnbeteiligung	Punkte	Gewin.	0	1	1
Mitspracherecht	Punkte	Vertrag	1	2	3
Planungssicherheit	Punkte	Plana.	3	2	3
Wärmepreis	€/Whth	Wär.	0,14	0,08	0,14
Regionale Wertschöpf.	Punkte	Reg.	1	3	2
Landschaftsästhetik	Punkte	Anbe.	2,85	3,85	3,1
Anlagenästhetik	Punkte	Anlag.	2,7	3,32	2,6
Wahrgenommener Ger.	Punkte	Geruch	3,79	3,58	3
Wahrgenommener Bet.	Punkte	Betrie.	3,34	3,7	2,87
Wahrgenommener Ver.	Punkte	Verke.	2,43	3,95	2,93
Partizipation Planung	Punkte	Plana.	2	5	1
Informiertheit	Punkte	Infor.	3	6	1
Partizipation Finanzer	Punkte	Finan.	0	7	0
Unabhängigkeit EVU	Punkte	EVUu.	3,28	1,95	1,93
Unabhängigkeit Rohst.	Punkte	ROH.	3	2,09	2,03
Wk-Gefühl	Punkte	Win...	3,83	1,97	2,83
Selbstwirksamkeit	Punkte	SWU	3,86	1,95	2,4
Stolz, Spaß, Sinnerleb.	Punkte	Stolz.	0	2	1
Arbeitsplätze Netto	#	Arbei.	2	1,92	0,5
Arbeitsplätze Teilzeit	Punkte	Arbei.	0,12	1,28	0
Anlageneffizienz	%	Anlag.	38	57	51
Transportaktivitäten	Fahrten/ha	Trans.	1978	839	153



Auswahl einer Alternative anhand einer Entscheidungstabelle mittels einer MADM-Methode (engl. *Multi-Attribute Decision Making*)

Amerikanische Schule	Europäische / französische Schule
Genaue Vorstellung des Entscheidungsträgers über Nutzen der Kriterienausprägungen und Kriteriengewichtungen	Unterstellt, dass dem Entscheidungsträger seine Präferenzen nicht bewusst sind
Offenlegung und Interpretation im Rahmen der Entscheidungsunterstützung	Entscheidungsunterstützung zur Strukturierung der Entscheidungssituation Aufzeigen der Konsequenzen unterschiedlicher Kriteriengewichtungen
Klassische MADM-Verfahren <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzwertanalyse ▪ Analytisch Hierarchischer Prozess (AHP) ▪ Analytischer Netzwerk Prozess (ANP) 	Outranking-Verfahren (Entscheidungstechnologien) <ul style="list-style-type: none"> ▪ ELECTRE (Elimination Et Choice Translation Reality) ▪ PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations)

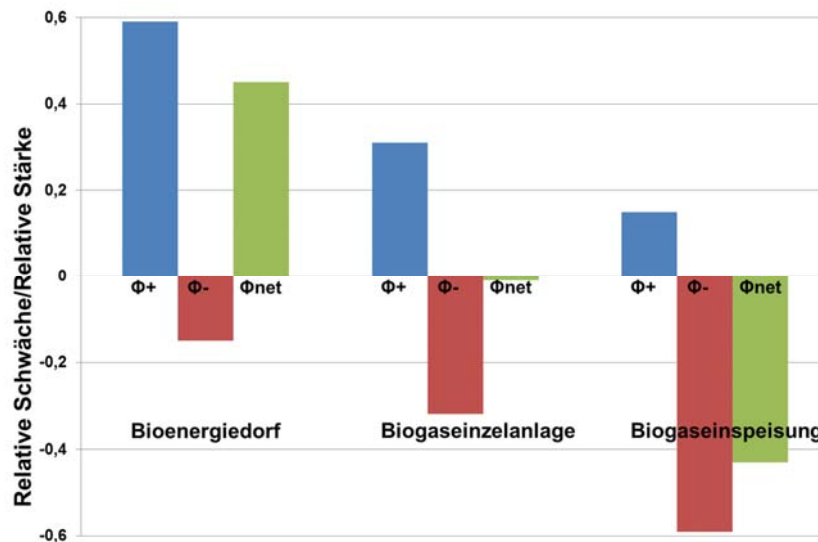


Berechnung der Präferenzwerte

PROMETHEE:

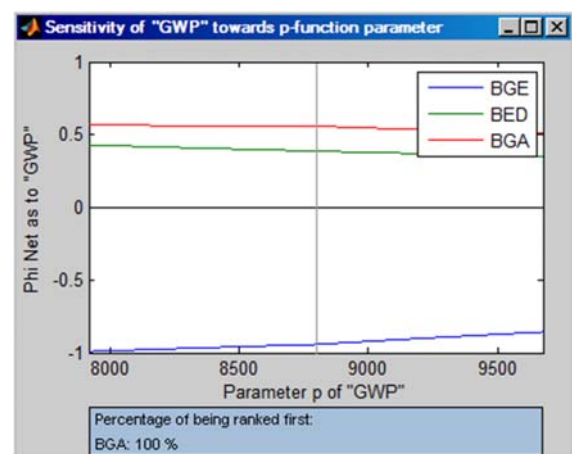
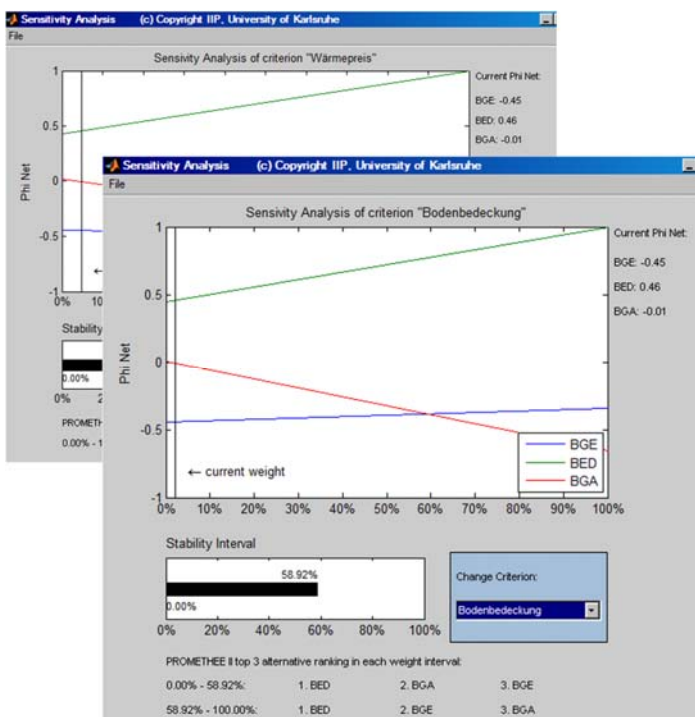
- beschränkte Kompensation der Kriterienausprägungen
- transparente Abbildung der Präferenzsituationen

Modellierung der Outranking-Flüsse



Sensitivitätsanalysen

- Gewichtungen
- Parameter der Präferenzfunktionen



Multikriterielle Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl von Biomassenutzungskonzepten

Herausforderungen

- interdisziplinäre Diskussionen (Fachtermini, Denkschulen)
- Erstellung einer redundanzfreien Kriterienhierarchie
- Datenbeschaffung:
 - komplexe Modelle (z.B. Ökobilanzierung) versus qualitative Einschätzungen
 - Gewährleistung einer konsistenten Datengrundlage schwierig (standortspezifische Daten vs. generalisierte Datenbanken, Anbauversuche)

Ausblick

- Stärkere Berücksichtigung regionaler Eingangsparameter und der Skalenproblematik
- Einbeziehung zusätzlicher Alternativen
- Webbasierte Entscheidungsunterstützung



Relevante Quellen und weiterführende Literatur

- Brans, J.P., Vincke, P., Mareschal, B. (1986): How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. In: European Journal of Operational Research, 24 (2), pp.228-238.
- Eigner-Thiel, S., Geldermann, J. (2009): Entscheidungsunterstützung bei der Planung eines Bioenergiedorfes. In: Geldermann, Lauen (Hrsg.): Einsatz von OR-Methoden zur Entscheidungsunterstützung, Shaker Verlag, Göttingen, pp. 22-40.
- Eigner-Thiel, S., Geldermann, J., Schmehl, M. (2012): Soziale Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit unterschiedlicher Biomassepfade. In: Böttcher (Hrsg.): Biogas, Springer, Berlin, (im Druck).
- FNR (Hrsg.) (2009): Biogas-Messprogramm II – 61 Biogasanlagen im Vergleich. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow.
- Friehe, J. (2008): Wissenschaftliche Begleitung der Strom- und Wärmeversorgung des Bioenergiedorfes Jühnde. Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig.
- Geldermann, J. (2006): Mehrzielentscheidungen in der industriellen Produktion. Universitätsverlag, Karlsruhe.
- Geldermann, J., Jahn, C., Spengler, T., Rentz, O. (1999): Proposal for an Integrated Approach for the Assessment of Cross-Media Aspects Relevant for the Determination of "Best Available Techniques" BAT in the European Union. International Journal of Life Cycle Assessment Vol. 4 (2), pp. 94-106.
- Oberschmidt, J., Geldermann, J., Ludwig, J., Schmehl, M. (2010): Modified PROMETHEE approach to assessing energy technologies. International Journal of Energy Sector Management Vol. 4 (2), pp. 183 – 212.
- Ruwisch, V., Karpenstein-Machan, M. (2004): Wissenschaftliche Begleitung und Unterstützung der Planungsarbeiten im Rahmen des Projektes "Bioenergiedorf Jühnde", Endbericht der Phase 2 des Forschungsprojektes "Das Bioenergiedorf - Voraussetzungen und Folgen einer eigenständigen Wärme- und Stromversorgung durch Biomasse für Landwirtschaft, Ökologie und Lebenskultur im ländlichen Raum", Göttingen.
- Schmehl, M., Eigner-Thiel, S., Ibendorf, J., Hesse, M., Geldermann, J. (2010): Development of an Information System for the Assessment of different Bioenergy Concepts regarding Sustainable Development. In: Teuteberg, Marx Gómez (Eds.): Corporate Environmental Management Information Systems: Advancements and Trends. IGI Global, Hershey, pp. 318-336.
- Uhlemair, H., Körner, M., Geldermann, J. (2010): Optimization of local heat networks for bioenergy villages, Proceedings of the Third IASTED African Conference, Power and Energy Systems, Botswana, September 6-8, 2010.
- Urban, W. (Hrsg.) (2010): Gasnetze der Zukunft – Studie zu den Auswirkungen der Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz auf den Netzbetrieb und Endverbraucher. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen.

