

University of Stuttgart
Germany

ZIRIUS - Center for Interdisciplinary Risk and
Innovation Studies



Evaluation of Energy Scenarios through Focus Groups and Discrete-Choice Experiment

InNOSys – Integrated Sustainability Assessment
and Optimization of Energy Systems

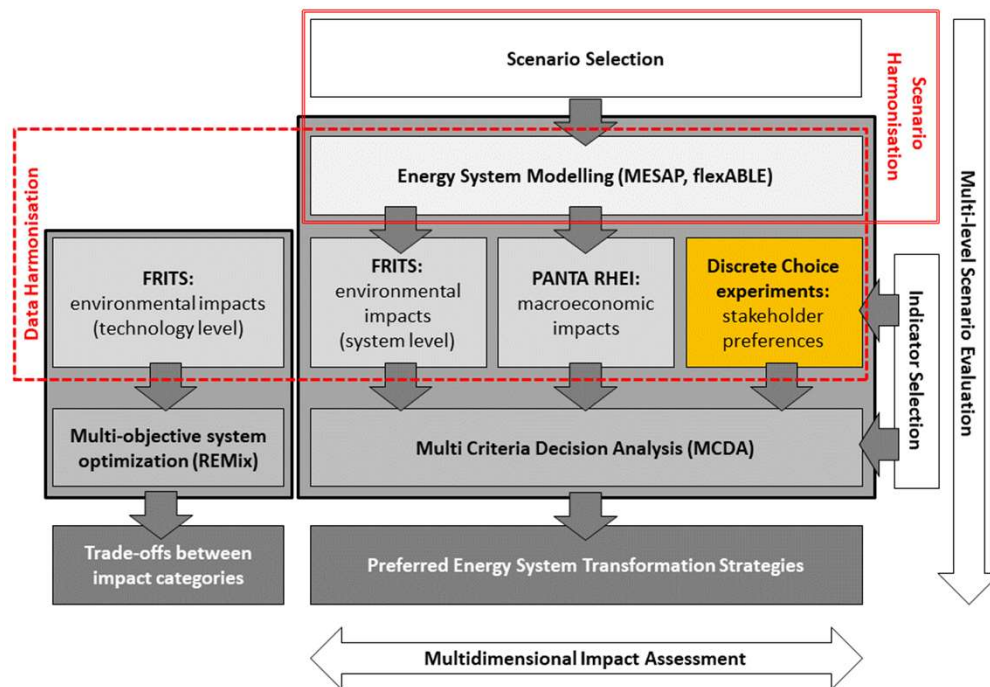
Wolfgang Hauser
Oliver Scheel
Ricarda
Schmidt-Scheele



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy



Project structure and workflow



STEP 5:

Evaluation of scenarios through focus groups and discrete choice experiments

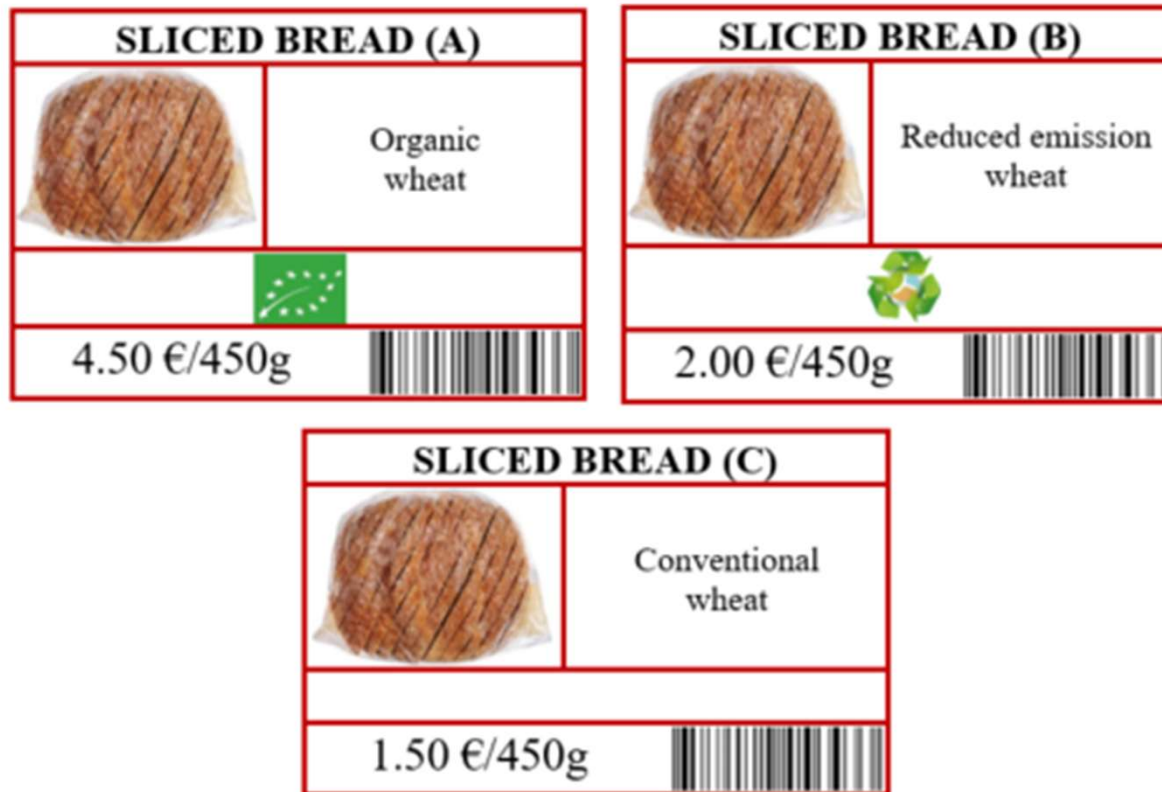
Discrete-Choice Experiment

Method:

- Discrete-Choice Experiments (DCE) are widely used in market and consumer research to evaluate the importance of specific product attributes for consumers purchase decision.
- Several products with differing attributes (brand, price, ...) are shown to the respondents, which have to choose the product they would buy.
- DCE have proven to be more reliable than direct questions regarding the importance of specific attributes for consumer choice. (Louviere et al. 2000, Hainmüller et al. 2015)
- DCE have been applied in energy related research to analyze e.g.
 - investments in energy technologies (Bergmann et al. 2006)
 - nuclear waste storage (Krütli et al. 2012)
 - wind power developers perspective on the effect of support policies (Präßler 2014)
 - ...

Discrete-Choice Experiment

A very simple example:














Quelle:

<https://www.nutri2cycle.eu/>

Discrete-Choice Experiment

A less simple example:
















Menú A	Menú B	Menú C
S/. 3.00	S/. 6.00	S/. 1.50
 Ensalada grande	Sin ensalada	 Ensalada mediana
 Sopa grande	Sin sopa	 Sopa mediana
 Segundo pequeño	 Segundo mediano	 Segundo grande
Sin carne	 Carne: 1 porción	 Carne: 2 porciones
 1 fruta	 2 frutas	Sin fruta

Quelle:

Buttorff et al. 2015

Discrete-Choice Experiment



	Policy A	Policy B	CURRENT policy
Landscape	 strong increment of bushes reduction of meadows and crops	 light decrement of bushes light increment of meadows and crops	 light increment of bushes meadows and crops are maintained
Bearded vulture	 7 pairs	 15 pairs	 11 pairs
Forest fires	 6 forest fires per year	 2 forest fires per year	 4 forest fires per year
Product quality linked to territory	 2 quality products available sheep cheese and lamb meat	 6 quality products available sheep cheese, lamb meat, pasture pork meat, olive oil, pasture beef and organic lamb	 4 quality products available sheep cheese, lamb meat, pasture pork meat and olive oil
Annual cost	 15 €	 75 €	 45 €
CHOICE	<input type="radio"/> A	<input type="radio"/> B	<input type="radio"/> C

Quelle:

Bernués et al. 2014

Discrete-Choice Experiment

Challenges:

- Complete Energy Scenarios are complex if-then statements defined by various assumptions and parameters
 - It is very time-consuming to understand and evaluate energy scenarios
- Specific energy technologies have many connotations and are in complex interaction with the energy system, society, and the environment
 - Direct ranking of preferred technologies might be biased and not reflect the respondents preference structures regarding the technologies impacts
- Life cycle assessment of technologies (per/kWh)

Paired Technologies



Auf einen Blick: Eigenschaften einer exemplarischen Windkraftanlage



Die Skalen geben an, um wieviel Prozent die Effekte der Technologie jeweils vom Mittelwert aller betrachteten Technologien abweichen. Laut Experten können sich diese Effekte stark positiv (grün), wenig (gelb) oder stark negativ (rot) auf die Nachhaltigkeit auswirken.

Geld und Wirtschaft	
Die hier dargestellten Daten beziehen sich auf eine typische 2 MW Windkraftanlage, welche im Binnenland aufgestellt ist und eine Lebensdauer von 20 Jahren hat.	
Installierte Leistung in D:	50.291 MW (2017)
Erzeugungskosten:	9,7 Cent pro kWh Strom 345% (rot), -55% (gelb), -72% (grün)
Beschäftigung durch Neuinstallation:	0,0000141 Beschäftigte pro kWh -87% (rot), 28% (gelb), 103% (grün)
Beschäftigung durch Betrieb und Wartung:	0,0000037 Beschäftigte pro kWh -39% (rot), 39% (gelb), 42% (grün)
Sicherheit	
Importe:	-Importunabhängig -Wertschöpfung kann zum Teil auch außerhalb Deutschlands liegen, z. B. wenn Anlagenteile importiert werden.
Systemanforderungen:	Keine gesicherte Leistung bei Windflauten; fluktuierende Einspeisung
Versorgungssicherheit:	7 von insgesamt 15 Punkten (Experteneinschätzung) -32% (rot), 26% (grün)
Mensch und Umwelt	
Wirkungen auf den Klimawandel:	verursacht 5 g CO ₂ -Äquivalente pro kWh Strom 134% (rot), -89% (grün)
Mineralischer und fossiler Ressourcenverbrauch:	bedarf 1,7 mg Antimon-Äquivalent (geologische Knappheit) pro kWh Strom 342% (rot), -68% (gelb), -94% (grün)
Flächennutzung und Bodenqualität:	verursacht einen Verlust von 58 g organischer Substanz im Boden pro kWh Strom 549% (rot), -81% (gelb), -99% (grün) <i>Anmerkung:</i> Flächen außerhalb des Fundaments können weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden. Üblich ist ein Abstand von mind. 500 m zu Wohngebieten.
Einfluss auf menschliche Gesundheit:	verursacht 0,00037 CTUh pro kWh Strom (Humantoxizitätspotential) 135% (rot), -93% (gelb), -98% (grün) <i>Anmerkung:</i> Nicht einbezogen sind mögliche Lärmbelastigung und Schattenwurf in der unmittelbaren Umgebung
Weitere Aspekte	

- Optischer Eingriff in die Landschaft durch hochragende Rotoren
- Windpotenzial und Standortfindung: Identifikation und optimale Ausnutzung geeigneter Standorte
- Windenergie steht oft in Konkurrenz zu Naturschutzinteressen

Welches der beiden Paare wäre aus Ihrer Sicht eine insgesamt nachhaltigere Stromversorgung in Deutschland?

Die Prozentzahlen stellen die Abweichungen vom jeweiligen Durchschnitt aller anderen betrachteten Paare dar. Werte sind entweder schlechter (rot/orange) oder besser (gelb/grün) als der Durchschnitt.)

	A: Windkraftanlage + PV-Anlage 	B: Gaskraftwerk + Geothermiekraftwerk 
Beschäftigung – Installation & Neubau	-7%	-7%
Beschäftigung – Betrieb & Wartung	-24%	+35%
Gestehungskosten	-35%	-21%
Versorgungssicherheit	-19%	+40%
Effekte auf menschliche Gesundheit	-55%	+11%
Wirkung auf den Klimawandel	-84%	+274%
Flächenverbrauch	-91%	-62%
Ressourcenverbrauch	-25%	-81%

Paar A	Paar B
--------	--------



Choice of technologies

- Key Technologies with major impact on the energy system
- Covering Electricity and Heat
- Windpower
- Photovoltaics
- Geothermal plant
- Gas power plant
- Heat pump
- Power-to-gas
- Battery storage



Presenting paired-choices

Beaking down complex information

- To convey a feeling that technologies are not single solutions, we presented paired-technologies as combined systems.
- To facilitate the decision and present more choices per respondent (n=12), the combined systems were presented as paired-choice experiment with the question to mark the more sustainable system.
- We conducted the experiment with 124 citizens, 60 only got the information and access to the online experiment, 64 got the information and access to the online experiment, and met in 6 focus groups.

Ranking of Technologies

paired-choice experiment (left) vs. direct choice (right)

Ranking calculated via discrete choice experiment			Direct technology ranking from questionnaire			
1. Rank	1,41129032	Heat pump	↔	1. Rank	5,92741935	Wind turb.
2. Rank	0,66532258	Wind turb.	↔	2. Rank	4,73387097	Photovoltaics
3. Rank	0,17741935	Geotherm.	↔	3. Rank	4,59677419	Heat pump
4. Rank	-0,15053763	Photovoltaics	↔	4. Rank	3,46774194	Geotherm.
5. Rank	-0,74193548	Power-to-gas	↔	5. Rank	3,33870968	Power-to-gas
6. Rank	-0,75806452	Natural gas	↔	6. Rank	3,03225806	Li - battery
7. Rank	-0,88306452	Li - battery	↔	7. Rank	2,90322581	Natural gas

→ well-known technologies tend to be favoured beyond the appreciation of their properties in the direct ranking, paired-choice with small energy systems mask single technologies and show attitudes without publicity bias.

Data Analysis

- 1.488 pairwise choices have been analyzed
- To account for unobserved heterogeneity and nested data a respective multinomial logit model has been applied (mixlogit, Hole 2007)
- Indicators have been normalized to enable direct comparison of coefficients within analyzed groups
- The utility U of a chosen alternative j for individual n on occasion t is given by:

$$U_{njt} = \beta'_n x_{njt} + \varepsilon_{njt}$$

Results



Table 1: Results Discrete-Choice Experiment

Group	All		Students		Working		Retired	
	β	$P > z $	β	$P > z $	β	$P > z $	β	$P > z $
Mean								
Costs	.0138	.037	.0209	.213	.0117	.171	.0835	.037
Security	.0229	.000	.0478	.004	.0177	.010	.0748	.016
Employment	.0137	.006	.0024	.863	.0111	.097	.0076	.736
Climate	.0581	.000	.0921	.001	.0530	.000	.0874	.016
Health	.0252	.006	.0363	.073	.0196	.093	.1021	.054
Landuse	.0189	.000	.0143	.062	.0176	.000	.0404	.021
Ressources	.0299	.000	.0298	.199	.0347	.000	-.0109	.720
SD								
Climate	.0322	.000	.0282	.136	.0275	.000	.1170	.004
Health	.0407	.000	.0146	.291	.0403	.000	.1174	.003
Landuse	.0141	.000	.0169	.120	.0144	.003	.0575	.006
Ressources	.0320	.000	.0522	.005	.0339	.002	.1107	.001
n	2,976		528		1,608		480	
$P > x^2$.0000		.0036		.0000		.0000	

Why focus groups

- Focus groups help to gain deeper insight in the reasoning for their perception on sustainability than questionnaires. Benefit: Mutual understanding about terms can be checked – optimal for complex topics
- Participants get the information to read at home, in the group they get time to ask questions to really get on a sufficient level of knowledge to voice a robust opinion.
- Focus groups follow group dynamics – that has to be monitored by the moderation, but can be used.
- Listening to the reasoning behind given answers to questions give insight into underlying attitudes and crucial aspects about the energy transition.



Qualitative analysis of focus groups with Max QDA

Transferring audio records into transcripts 922 statements in total, about 153 per focus group

A code tree for all different arguments with regards to content / topics discussed / opinions found is created.

3 different social scientists (intercoder reliability) mark the transcripts independently, then discuss changes and adjustments to code base and unify code mapping.

Crosschecking of mapping three times.
1.755 codings in total, 86 different codes

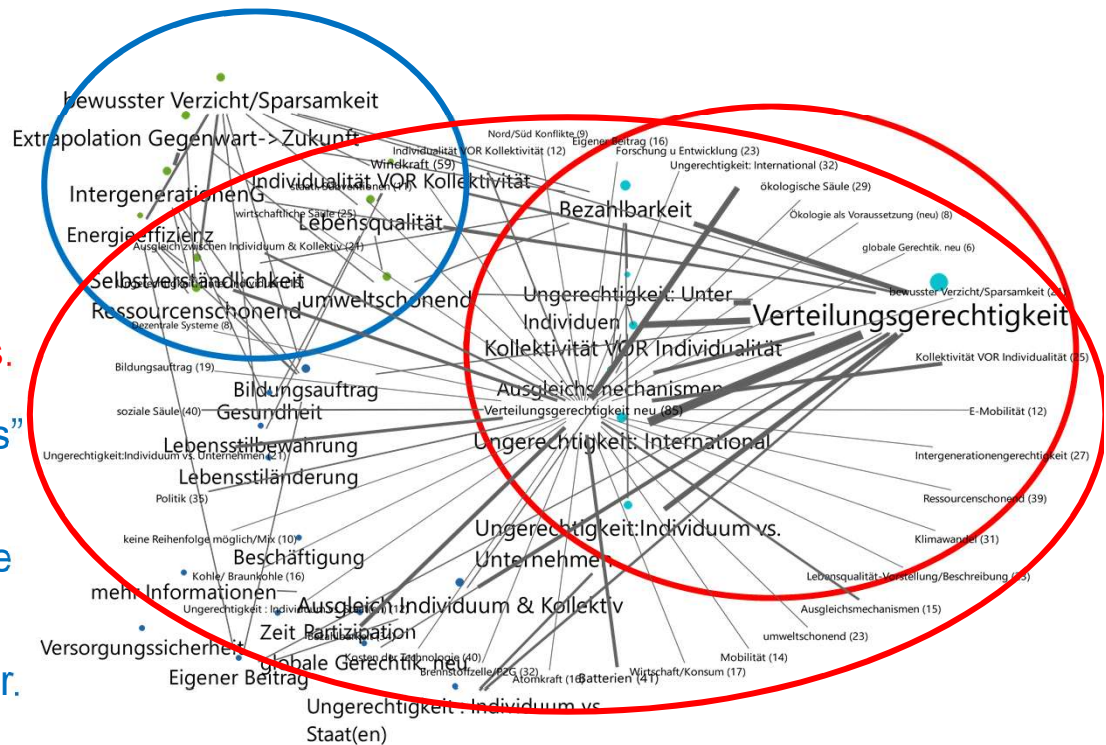
The screenshot displays the MaxQDA software interface. On the left, a 'Liste der Codes' (Code List) shows a hierarchical tree of 86 codes, including categories like 'Lärm', 'optische Beeinträchtigung', 'Spiegelung', 'Fischenverbrauch', 'Böden Schädigung', 'Umweltschutz (Flora & Fauna)', 'Entsorgung/ Recycling', 'Klimawandel', 'Ressourcenschonend', 'weitere negative Aspekte', 'Bewertung der Technologien nach Farbskala', 'Verhältnismäßigkeit', 'Verhältnismäßigkeit von Technologien', 'Vergleich Deutschland/Global', 'weitere Aspekte', 'Digitalisierung', 'Forschung u Entwicklung', 'Standort/Region', 'Standortabhängige Technologien', 'Nord/Süd Konflikte', 'Dezentrale Systeme', 'contra dez. Systeme', 'pro dez. Systeme', 'Politik', 'Staat', 'Investitionen', 'staatliche Kontrolle', 'staatl. Subventionen', 'Wirtschaft/Konsum', 'Lobbyismus/ Macht von Unternehmen', 'Mobilität', 'Aspekte sozialer Nachhaltigkeit', 'Energieeffizienz und -suffizienz', 'Eigener Beitrag zur Nachhaltigkeit', 'Selbstverständliche Versorgung / Nutzung', 'Bildungsauftrag', 'Bzgh Individuum Kollektivität', 'Bezahlbarkeit', 'Partizipation', 'Versorgungssicherheit im Bzugh auf Nachhaltigkeit (neu)', and 'Gesundheit (neu)'. The middle pane shows 'Liste der Dokumente' (List of Documents) with 1,755 total documents, including 'RentnerInnen_Osnabrueck', 'Berufstätige Osnabrück', 'StudentInnen Osnabrueck', 'RentnerInnen Stuttgart', 'Berufstätige Stuttgart', and 'StudentInnen Stuttgart'. The right pane shows a 'Dokument-Browser: St' (Document Browser: St) with a '3-Säulen-Modell/wirtschaftliche S' (3-pillar model/economic S) and 'StudentInnen Stuttgart'. It displays a list of statements with codes applied to them, such as '129 H-SM: Mir fällt es auch nicht schwer gravierend finde. Ich bin kein Physiker, das in dem Bereich Forschung u...' with codes like 'soziale Säule', 'menschliche Ges', 'Brennstoffzelle/P2', 'Klimawandel', 'Ressourcenschonend', 'Forschung u Entw', 'Brennstoffzelle/P2', 'Kosten der Techno', 'Kosten der Techno', and 'Brennstoffzelle/P2G'. Other statements include '130 NW: Ich denke jetzt wurde wirklich Technologien. Da wird sich auch n sagen wie das zustande kommt?', '131 OS: Naja Power to Gas umfasst es kommt das Wasserstoffgas vom E und dann wieder weiternutzen. We sagen die Kosten würden sich da i die von den Leuten ja getragen we 01:36:48-8#', '132 TN: Ich wollte sagen eher umgekehrt geben und damit die irgendwann E Gas bestimmt mal billiger wird. #0', '133 FM: Ich würde noch die Frage aufr', '134 RP: Zum Thema Erzeugungskosten und Batteriespeicher als etablierte Lithiumpolimer Speichertechnik. W Abbau seltener Erden in den ander Power to Gas besser wird. In der Brennstoffzelle kann ja elektrische können. #01:39:03-9#', '135 TN: Ebenbürtig man kann nicht da bleibt. Wenn man mal 15 Jahre zu bei der Batterietechnik, da wird ja z Recycling, wenn man da Stoffe nir man da nicht abschreiben ... auf K', '136 NW: Ich finde generell bei der ges gerade Batteriespeicher auf dem V Zeitdimension ist ja der Jetzt-Stan', '137 TN: Als ich mir das angeschaut ha und menschliche Gesundheit und i Endeffekt ist es dann wieder ein M Länder das vlt. nicht leisten können', '138 TN: Ich finde es schwierig bei den für das erste Jahr bis dann möglich und nicht das man da jährlich aktu', and '139 FM: Ist das dann ein wichtiges Kri'. Statement 140 is partially visible: '140 TN: Schwer einzuschätzen ... zum Erzeugungskosten so hoch sind, d'. The bottom right corner shows the date '08/20/2020' and the page number '15'. The InNOSys logo is visible in the top right corner.

Qualitative analysis of focus groups

Main code clusters

“Distributional justice” is the most talked about topic in the focus groups. It is strongly connected to arguments circling around ecology, injustice among individuals, injustice between individuals and corporations and costs.

The topic “justice between generations” is another argument cluster, mostly among retired participants. The debate between collectivist and individualist perspective is connected to this cluster.



(Lines show at least three connected statements, the more, the thicker)

Qualitative analysis of focus groups

Comparison subsamples

Rank	retired	n	working	n	studying	n
1	Distributional justice	23	Distributional justice	32	Distributional justice	30
2	Individuum vs. collective	23	Future perspective	19	Individuum vs. collective	22
3	Saving environment	20	Saving environment	16	Quality of life	16
4	Own contribution	14	(Energy) costs	14	(Energy) costs	14
5	Education	14	Individuum vs. collective	13	Own contribution	12
6	Quality of life	13	Own contribution	11	Saving environment	11
7	Future perspective	11	Justice between generations	11	Employment	10
8	Mindfulness about energy	10	Quality of life	10	Education	10
9	Justice between generations	8	Mindfulness about energy	7	Equilibrating mechanisms	8

Students focus more on costs and employment due to lack of security / economic resources.

Middle aged participants often focus on options for future development among the scenarios.

Seniors tend to favour educational programs on energy saving & climate awareness.

Qualitative analysis of focus groups

Important dimensions of social sustainability

Many arguments presented in the focus groups circle around distributional and intergenerational-justice as well as definitions of quality of life. It is necessary to fill these gaps in the database via more in-depth social science. We still need more information on the cleavages between:

- individualism & collectivism
- Attitudes towards lifestyle preservation & adaptation to new lifestyles in the climate change

„Letztlich ist davon auch die gesamte Menschheit betroffen und nicht einzelne Leute, die ihren Job verlieren oder Probleme mit der Gesundheit haben sondern es geht ja darum uns alle zu retten“

#01:38:32-0

„Also da hört es für mich bei der Nachhaltigkeit dann irgendwann auf, wenn ich wieder alles andere mitfinanzieren muss.“

#01:42:17-0

Qualitative analysis of focus groups

Quotes from our participants

„Reicht vielleicht die ausreichende Lebensqualität, wo jeder sagt: »Okay, damit kann ich gut leben« vielleicht auch aus, um zu sagen, dass die nächsten 20 Generationen auf dieser Erde noch ein schönes Leben haben und nicht Dürresommer durchstehen müssen, wo es gefühlt monatelang 35°C sind und Ernten nicht mehr existieren.“

#01:10:55-6

„Die Frage nach der Bedürftigkeit finde ich ganz gut. Man kann diese auch anders interpretieren. Unsere Bedürftigkeit müsste sein unsere Erde zu erhalten und kein Bedürfnis nach schneller, weiter, größer. Das muss in den Fokus gerückt werden.“

#01:15:04-0

„Ich kann auch nicht gutheißen, wenn mir jemand von außen suggeriert wie ich zu leben habe, wenn mir jemand etwas aufdrücken möchte, was überhaupt nicht zu meinem Lebensstil passt.“

#01:18:12-0

„Das ist doch dann ein großer Rückschritt, wenn ich das Teil, das ich habe teilen soll. Man kann sparen aber ich muss mir nicht unbedingt das Auto mit 6 Leuten teilen z.B.“

#01:16:53-8

Summary:



- DCE are suited to rank the importance of different attributes for consumer choice
 - Respondents ranked climate change as most important for the sustainability of future energy systems
 - In contrast to the overall sample system costs and employment effects did not show significant effects on the choice of preferred technology pairs among students
 - Retired persons seem to attribute far more importance to health effects, security of supply and system costs than other groups.
- Distributive justice was the most discussed topic in all of the focus groups.
 - This topic was only captured with the indicator regional disparity by the numeric models. Thus, a crucial factor influencing the public acceptance of transformation pathways is a blind spot for current ESMs and economic models.

Literature:

- Bergmann, A., Hanley, N., Wright, R.: *Valuing the attributes of renewable energy investments*, Energy Policy, 34/9:1004-1014
- Bernués A, Rodríguez-Ortega T, Ripoll-Bosch R, Alfnes F (2014) *Socio-Cultural and Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by Mediterranean Mountain Agroecosystems*. PLoS ONE 9(7): e102479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102479>
- Hainmueller, J., Hangartner, D., Yamamoto, T. (2015): *Validating vignette and conjoint survey experiments against real-world behavior*, PNAS, 112/8:2395-2400
- Hole, A. R. (2007): *Fitting mixed logit models by using maximum simulated likelihood*, The Stata Journal (2007) 7, Number 3, pp. 388–401
- Krütli, P., Stauffacher, M., Pedolin, D., Moder, C., Scholz, R. (2012): *The Process Matters: Fairness in Repository Siting For Nuclear Waste*, Soc Just Res (2012) 25:79–101
- Louvriere, J. J., Flynn, T. N., Carson, R. T. (2010): *Discrete Choice Experiments Are Not Conjoint Analysis*, Journal of Choice Modelling, 3/3:57-72
- Präßler, Th. (2014): *Overcoming Barriers to Onshore and Offshore Wind Power Development – A Developers' Perspective on the Effect of Support Policies*, Dissertation, TU-Berlin.



University of Stuttgart
ZIRIUS - Center for Interdisciplinary Risk and
Innovation Studies

Thank you!



Dr. Wolfgang Hauser

Oliver Scheel, M. A.

Dr. Ricarda Schmidt-Scheele

e-mail wolfgang.hauser@zirius.uni-stuttgart.de

phone +49 (0) 711 685- 84814

www.zirius.uni-stuttgart.de/

University of Stuttgart

ZIRIUS - Center for Interdisciplinary Risk and Innovation Studies

Seidenstraße 26, 70174 Stuttgart, Germany



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**
German Aerospace Center



SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH



INATECH
DEPARTMENT OF SUSTAINABLE
SYSTEMS ENGINEERING

INEC



INSTITUTE FOR
INDUSTRIAL ECOLOGY
PFORZHEIM

ITAS

Institute for
Technology Assessment
and Systems Analysis



zirius

