

Titel der Masterarbeit

Generierung von Ensembles regional-skaliger Klimaprojektionen zur Bewertung potentieller Veränderung künftiger Extremereignisse und adaptiver Schutzmaßnahmen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts

Fabian Frank

Betreuer: Priv.-Doz. Dr. Mag. Christoph Matulla, MR DI Franz Schmid

Übersicht

- ✓ Exkursion Costa Rica
- ✓ Zukunftspfade der Menschheit – RCPs
- ✓ Risikoanalyse & ihre Methoden
 - Bernoulli Regel
 - Savage Niehans Regel
 - Hurwicz-Regel
 - etc.
- ✓ Das für den Erfolg der Publikation Entscheidende

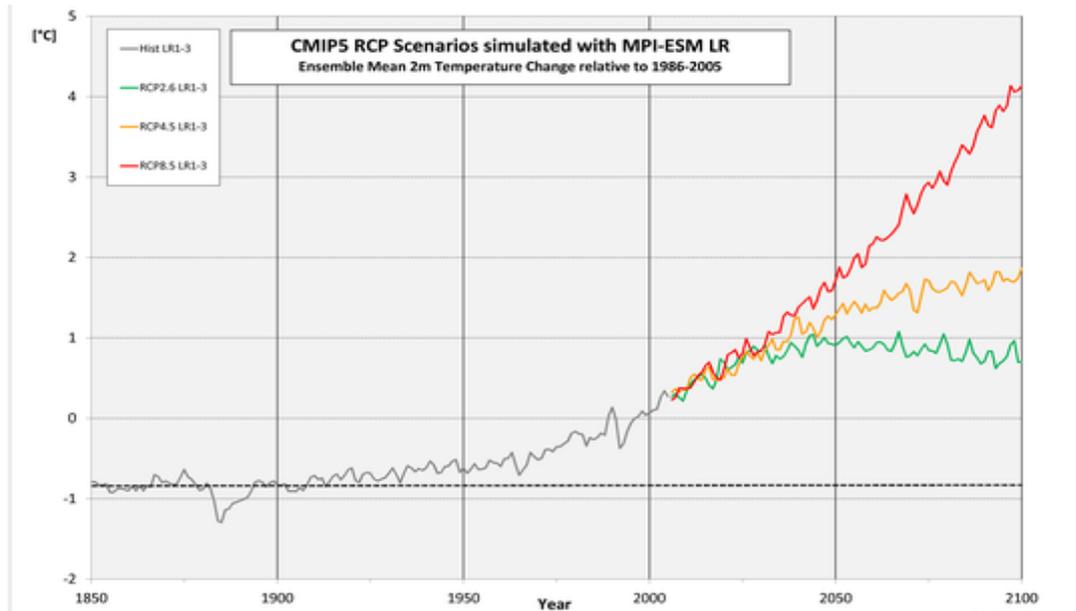
Exkursion nach Costa Rica



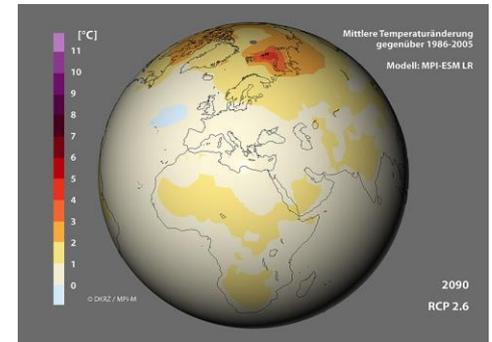
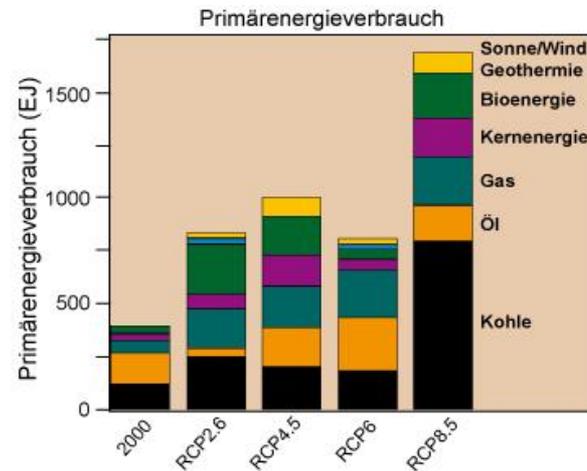
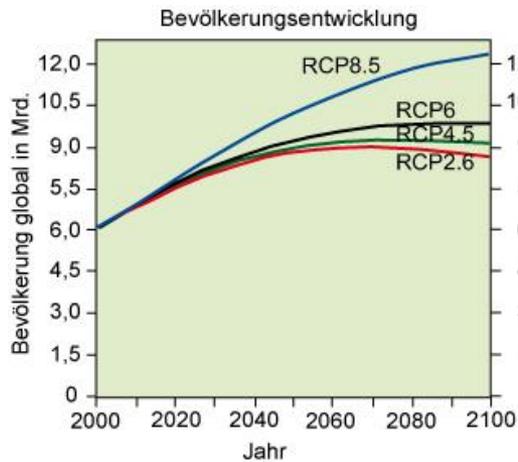
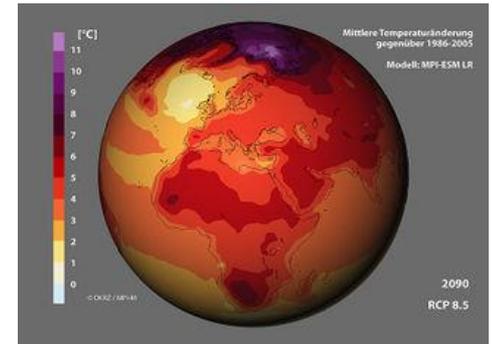
Zu finden unter:
<https://costaricaimguniwien.wordpress.com/>

Zukunftsszenarien der Menschheit - RCPs

Temperaturentwicklung bis 2100:



RCP 8.5 (2100)



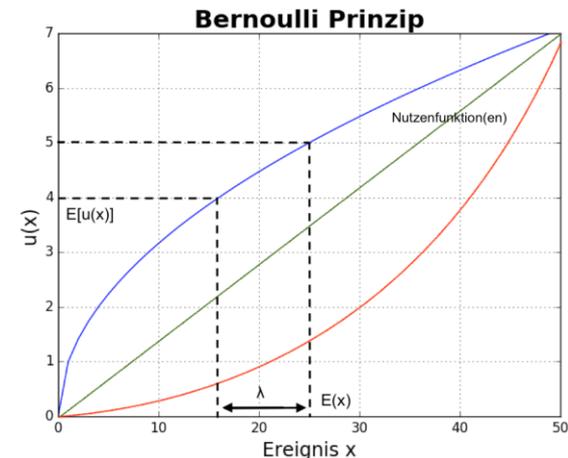
RCP 2.6 (2100)

Risikoanalyse & ihre Methoden

Entscheidung unter Risiko (Ungewissheit der Zukunft) → rationales Entscheidungskriterium

Bernoulli Regel: Umwandlung des Kostenvoranschlages in einen Nutzen mittels der Nutzenfunktion

- **Konkave Nutzenfunktion risikoavers**
- Konvexe Nutzenfunktion risikofreudig
- Lineare Nutzenfunktion risikoneutral



Savage-Niehans-Regel, Hurwicz-Regel, Laplace-Regel: Kostenvoranschlag gleicht dem Nutzen

Bernoulli Regel

Schritt 1/2

	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	Nutzen
Eintrittswahrscheinlichkeit	0,30	0,55	0,15	
Adaption A	$u(10.000)$	$u(7.500)$	$u(8.000)$...
Adaption B	$u(9.000)$	$u(7.800)$	$u(8.500)$...
Adaption C	$u(8.000)$	$u(8.000)$	$u(9.000)$...

Die Werte e_{ij} beziehen sich z.B. auf Kostenvoranschläge für Infrastrukturmaßnahmen für verschiedene Klimazustände.

Statt den Kostenvoranschlägen wird beim Bernoulli Verfahren durch eine gewählte Nutzenfunktion u (risikoavers, -neutral oder -freudig) der Nutzen der $e_{ij} [0,1]$ eingesetzt.

Bernoulli Regel

Schritt 2/2

	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	Gesamtnutzen
Eintrittswahrscheinlichkeit	0,30	0,55	0,15	
Adaption A	3,16	2,73	2,82	2,99
Adaption B	3	2,79	2,91	2,93
Adaption C	2,82	2,82	3	2,86

Berechnung des Gesamtnutzes:

$$E(e_i) = \sum_j p(s_i) \cdot e_{ij}$$

Von-Neumann-Morgenstern Erwartungsnutzenfunktion

- $U(A) = 0,30 \cdot u_{11} + 0,55 \cdot u_{12} + 0,15 \cdot u_{13} = 2,99$
- $U(B) = \dots$

Savage-Niehans-Regel

Schritt 1/2

	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	Nutzen
Eintrittswahrscheinlichkeit				
Adaption A	10.000	7.500	8.000	
Adaption B	9.000	7.800	8.500	
Adaption C	8.000	8.000	9.000	

1. Auffinden des Maximums jeder Spalte (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5)
2. Maximum der Spalte minus jeden Eintrag der Spalte
3. Auffinden des Maximums jeder Zeile (= jeder Adaptionsmaßnahme)
4. Gesamtnutzen: Auffinden des Minimums

Savage-Niehans-Regel

Schritt 2/2

	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	Nutzen
Eintrittswahrscheinlichkeit				
Adaption A	10.000 - 10.000	8.000 - 7.500	9.000 - 8.000	1.000
Adaption B	10.000 - 9.000	8.000 - 7.800	9.000 - 8.500	1.000
Adaption C	10.000 - 8.000	8.000 - 8.000	9.000 - 9.000	2.000

1. Auffinden des Maximums jeder Spalte
2. Maximum der Spalte minus jeden Eintrag der Spalte
3. Auffinden des Maximums jeder Zeile (= jeder Adaptionsmaßnahme)
4. Gesamtnutzen: Auffinden des Minimums

Laplace Regel

Schritt 1/1

	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	Nutzen
Eintrittswahrscheinlichkeit				
Adaption A	3.333	2.499	2.666	8.498
Adaption B	3.000	2.599	2.833	8.432
Adaption C	2.666	2.666	3.000	8.332

1. Multiplikation der Einträge mit $1/n$. Mit n gleich den Klimazuständen
2. Addieren der zuvor multiplizierten Einträge der Zeile nach
3. Minimum (Kosten) bzw. Maximum (Nutzen) suchen

Hurwicz-Regel

Kombination zwischen **Maximax & Maximin Regel**

	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	Nutzen
Eintrittswahrscheinlichkeit				
Adaption A	10.000	7.500	8.000	9.250
Adaption B	9.000	7.800	8.500	8.640
Adaption C	8.000	8.500	9.000	8.700

1. λ Gewichtungsfaktor (was wird stärker gewichtet – Max oder Min)
2. Auffinden des **Maximums** und des **Minimums** jeder Zeile

1. Berechnung: $\lambda * \text{Max} + (1 - \lambda) * \text{Min}$
2. Auffinden des Minimums um den Gesamtnutzen zu ermitteln

Das für den Erfolg der Publikation Entscheidende

Hinsichtlich der **nur von Entscheidungsträgern** lieferbaren **Information** und anzugebender **Bewertung**:

1. Die **Verfügbarmachung/Bereitstellung** von zwei bis **drei tatsächlich realisierten Schutzbauwerken**, die sich in einer klassischen Entscheidungs-Matrix darstellen lassen.

- Zeilen: Handlungsalternativen z.B. Bauwerksausführung
- Spalten: Umweltzustände z.B. Schutzbedarf

	s_1	...	s_j	...	s_n
a_1	e_{11}		e_{1j}		e_{1n}
\vdots					
a_i	e_{i1}		e_{ij}		e_{in}
\vdots					
a_m	e_{m1}		e_{mj}		e_{mn}

Ergebnismatrix

1. **Diskussion** der mit den einzelnen **Kosten** (e_{ij}) verbundenen **Nutzen**_{Steigerung} ($U(e_{ij})$)
1. **Diskussion** der Ergebnisse der **Anwendung** der **Entscheidungstheorie** – können die so gewonnenen Informationen eine **sinnvolle Ergänzung** der routinemäßig verfügbar gemachten Informationen darstellen **oder** handelt es sich dabei um **wertlosen overkill**? Wenn dich irgendwie nützlich: **inwiefern**?

Das für den Erfolg der Publikation Entscheidende

- Eintrittswahrscheinlichkeiten der RCPs. Was sagen die Experten des Ministeriums dazu? Wen könnten wir ansprechen?
- Standardpreise für Adaptionenmaßnahmen
 - Was kostet 1m Staumauer?
- Kostenvoranschläge für die einzelnen Schutzmaßnahmen (Projekte)
 - Hochwasser: Staudämme, mob. Hochwasserschutz, Flussbettverbreiterung, etc.
 - gravitative Massenbewegungen: Dämme, Gallerien, Befestigungen, etc.
 - Untersuchen von gefährdeten Orten für Hochwasser (Ybbs) bzw. gravitativen Massenbewegungen (Gasen Haslau) mit Anwendungsbeispielen