
Klimawandel und Extremwetterereignisse: Folgen für Verkehrssysteme und Wirtschaft

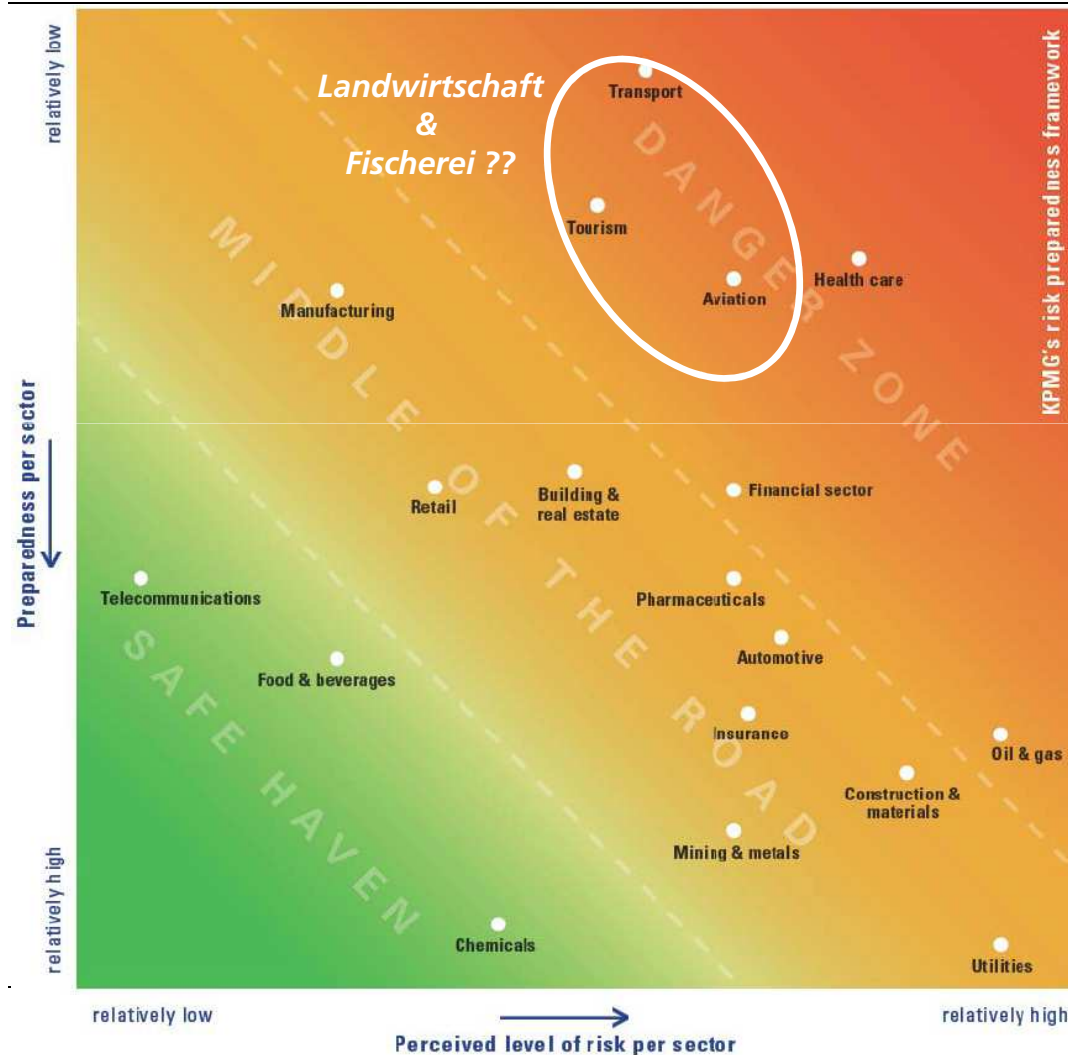
Ergebnisse der EU-Forschungsprojekte WEATHER & MOWE-IT

Dialog Klimaanpassung, IÖW, Berlin, 12.3.2013

Claus Doll, Fraunhofer ISI, Karlsruhe



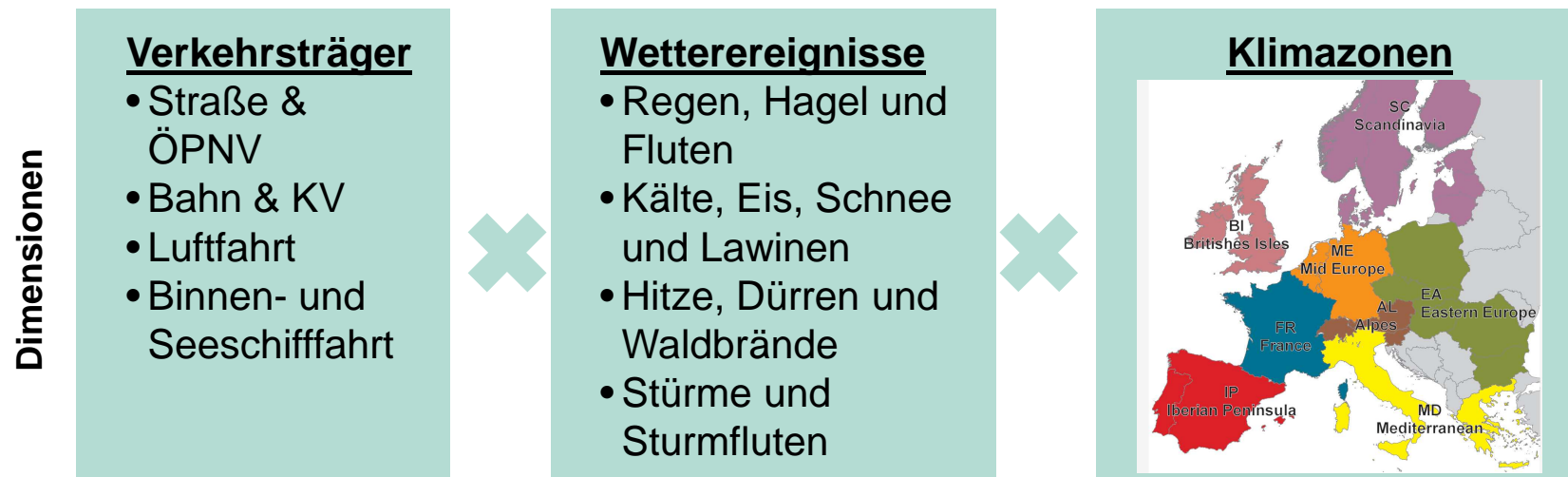
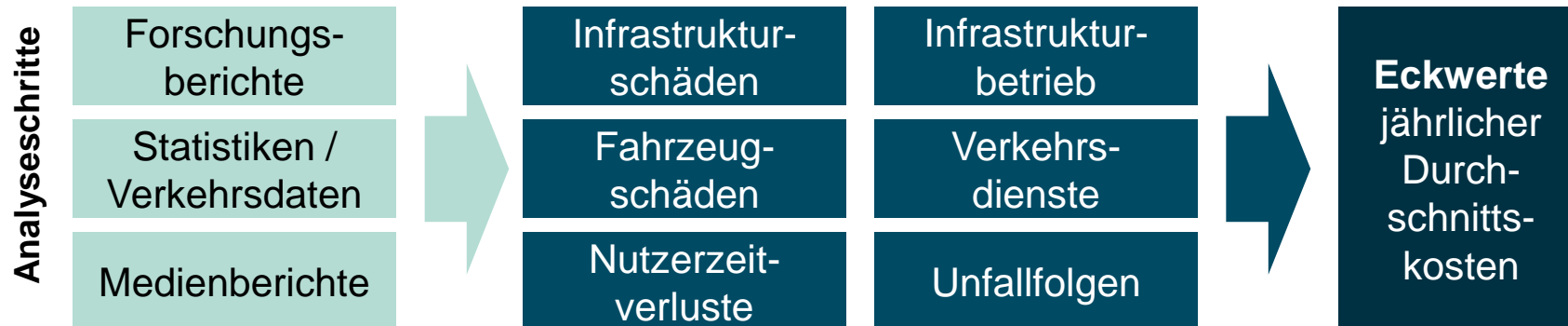
Sektor-Übergreifende Bewertung von Risiken des Klimawandels (KPMG 2009)



Ansatz: Literaturstudie zum Einfluss des Klimawandels auf Geschäftsprozesse

- Nur Gesundheitswesen höher belastet als die Verkehrsbereiche
- Schlussfolgerung im Gegensatz zu IÖW/UBA-Ergebnissen
- Lücken in der Analyse: Landwirtschaft und Fischerei

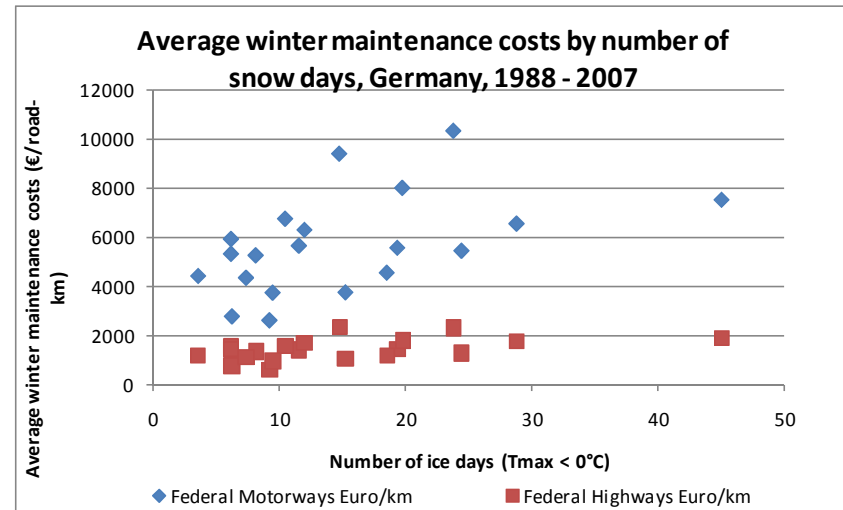
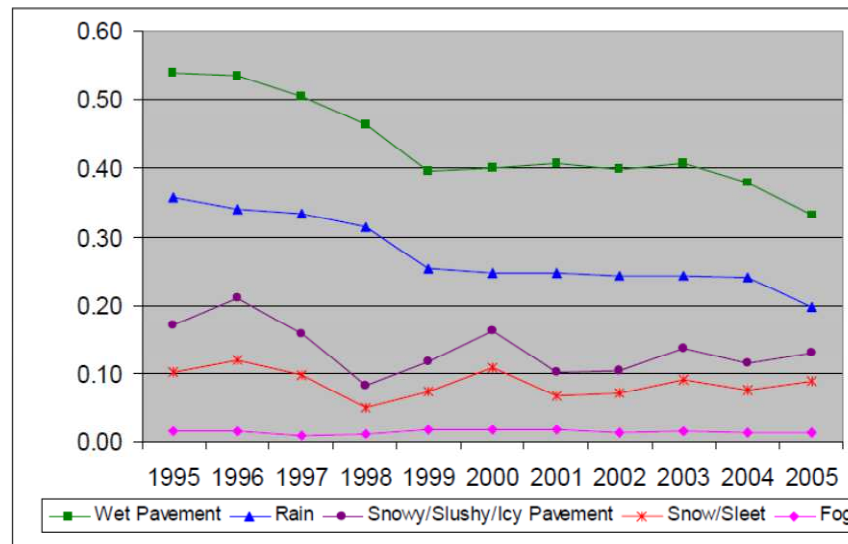
Das WEATHER-Projekt: Dimensionen und Analysemethoden



Straßenverkehr – ausgewählte Literaturergebnisse

US-Unfallraten nach Wetterlagen

- Regen wichtiger als Schnee & Eis
- Schnee & Eis wegen angepasstem Fahren geringere Unfallschwere
- Anstieg Unfallraten über 35°C



Straßenbetrieb

- Winterdienst je BAB-km: 2000€ fix + 20€/km; geringer auf Bundesstraßen
- Instandsetzungskosten von Winterschäden z.T. durch Alter, Zustand und SV-Belastung verursacht anzurechnen

Hybrider Ansatz zur Ermittlung der Schäden 2000 - 2010

Hintergrund

- Literatur deckt nur Teile der Dimensionen ab
- Mediendatenbank (980 Einträge) ist lückenhaft, fokussiert auf einzelne Länder und liefert keine kausalen Zusammenhänge

Ansatz

- Kombination der Ansätze IDB (Incident Database) und EEM (Extremes Elasticity Model = Literatur)
- Dennoch offene Dimensionen

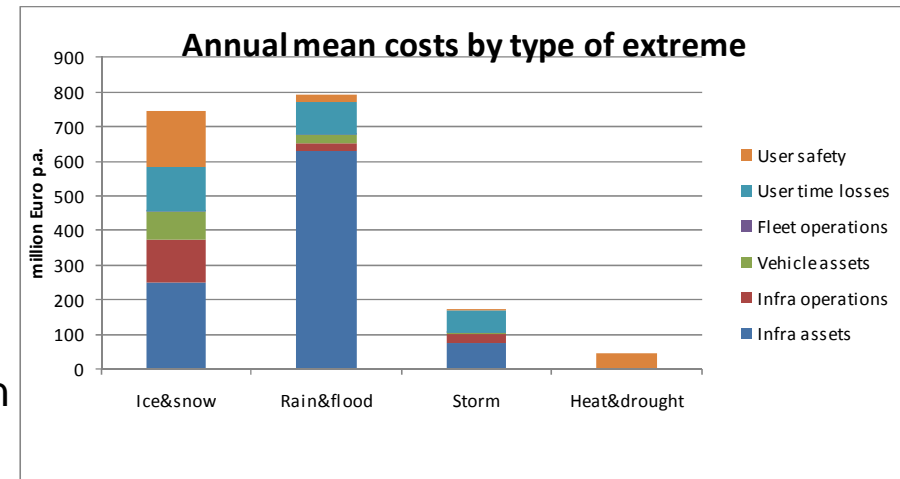
Overview of the availability of cost estimates in road transport due to extreme weather conditions:
EEM: Extremes elasticity model
IDG: Incident Database Generalisation

	Rainfalls	Floods / flash floods	Mass movements	Extratrop. Cyclones	Storm surges	Hail and hail storms	Frost periods	Snow	Winter Storms	Heat periods	Droughts	Wild fires
Infrastructure assets	✗									✗	✗	
Infrastructure operations										✗	✗	
Vehicle assets	✗									✗	✗	
Transport service operations												
Safety issues												
Congestion and delays												
Data sources:	EEM	IDB	Both	No data	Irrelevant							

Ergebnisse für den Straßenverkehr: Regen, Flut und Winter dominante Kostentreiber

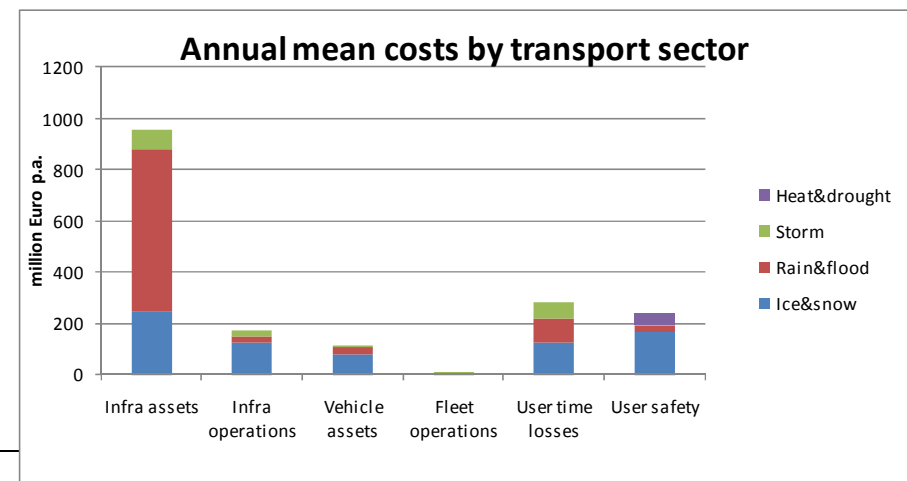
Ergebnisse

- Gesamtkosten: € 1,8 Mrd. p.a.
- Höchste Kosten für Winterereignisse, gefolgt von Flut, Regen und Erdrutschen
- Am stärksten betroffen: Infrastruktur; andere Kostenfaktoren weit abgeschlagen



Einschränkungen

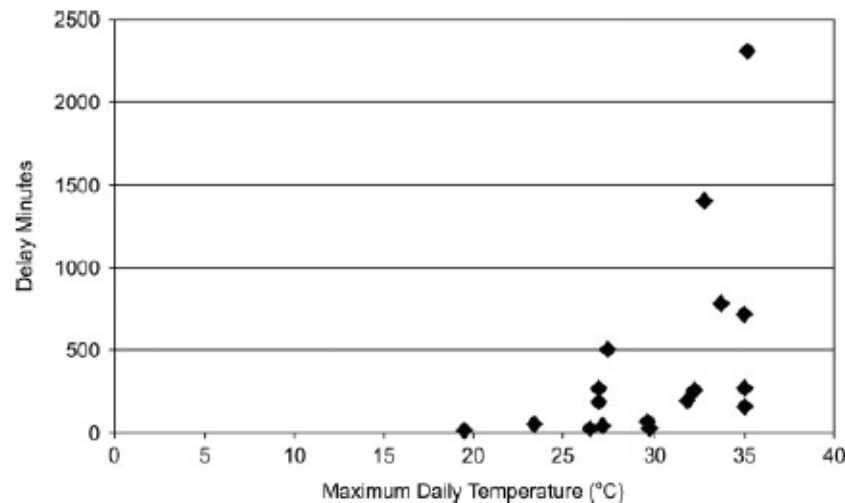
- Fokus auf Mitteleuropa; Südeuropa und Skandinavien schwächer abgedeckt
- Vernachlässigung von Hitze, Dürre und Waldbränden



Eisenbahn: Ausgewählte Literaturergebnisse

Schäden an Schienen durch Hitze in Großbritannien

- Mehrere 1000 Verspätungsstunden
- Spezifisches Problem historischer Bahnstrecken und von schlechtem Erhaltungszustand



Dominante Ereignisse im Gebirge

- Erdbeben und Springfluten
- Vereinzelte Schadensberichte von Netzbetreibern und Medien
- Keine einheitlichen Statistiken europäischer Bahnen

Eisenbahn – Durchschnittskosten und Abweichungen nach Wetterereignissen

Quelle

- Schadensberichte von Netzbetreibern in ausgewählten Ländern
- Darstellung von Durchschnitt, Maximum, Minimum und Median der Schadenshöhe je Ereigniskategorie

Ergebnisse

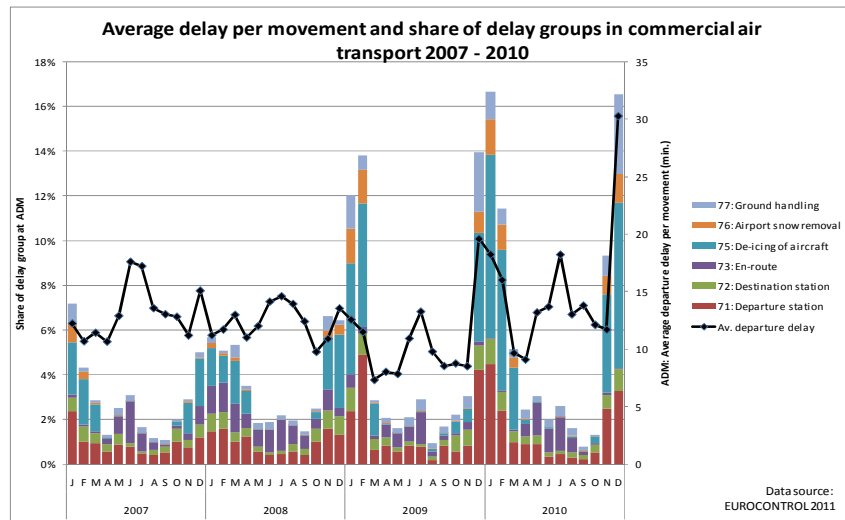
- Teuerste Ereignisse: Dauerhafte Regenfälle mit nachfolgenden Fluten
- Außerhalb UK: keine Anzeichen nennenswerter Hitzeschäden

		Bandwith of costs per costs type and weather event type in mio EUR				
		Heavy rainfalls with consequent events	Permanent rainfalls with consequent events	Thunder- storms	Winter- storms	Avalanches
capital costs	min	0,00	1,97	0,00	0,00	0,00
	max	2,81	50,37	0,04	0,04	0,09
	average	0,73	18,13	0,02	0,01	0,04
	median	0,26	2,06	0,02	0,00	0,04
oprational costs	min	0,15	3,40	0,49	0,20	0,16
	max	18,82	40,29	0,63	5,94	7,36
	average	3,84	16,62	0,56	1,65	3,76
	median	1,56	6,17	0,56	0,58	3,76
user costs	min	0,10	2,01	0,29	0,12	0,08
	max	11,96	23,79	0,29	2,48	3,47
	average	2,44	9,84	0,29	0,86	1,78
	median	1,01	3,73	0,29	0,40	1,78
Total costs	min	0,26	7,37	0,82	0,35	0,23
	max	31,97	114,46	0,93	8,42	10,92
	average	7,00	44,60	0,87	2,52	5,58
	median	2,69	11,96	0,87	1,40	5,58

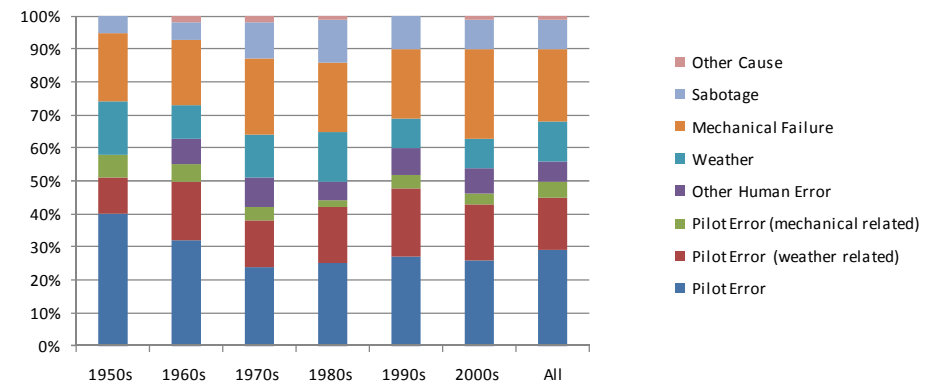
Luftfahrt – Ausgewählte Ergebnisse aus Datenbanken und Literatur

Verspätungen

- Analyse aus EUROCONTROL Datenbank
- Strenge Winter 2009 – 2011 deutlich sichtbar



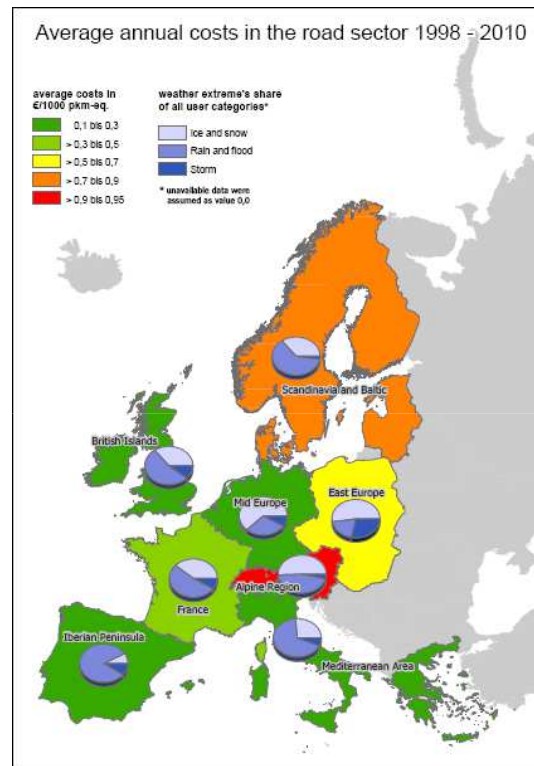
Causes of Fatal Aviation Accidents by Decade (percentage)



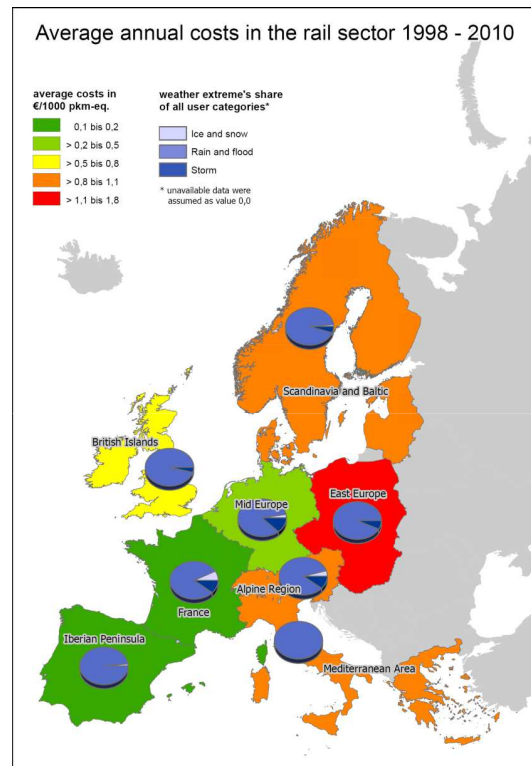
Sicherheit

- Schwere Unfälle mit Wettereinfluss i.d.R. nur in allgemeiner Luftfahrt
- Daten von Europäischer Luftsicherheitsbehörde EASA lassen nur Indizien-Schlüsse zu

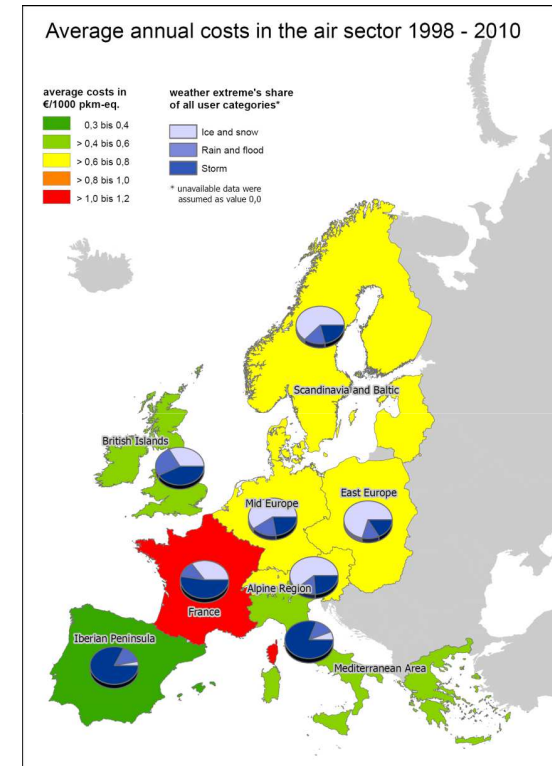
Hot spots aktueller Schäden 1998 – 2010 für Straße, Schiene und Luftfahrt



Straße (inkl. ÖPNV):
1,8 Mrd. €/a = 0,30 €/1000 Pkm-Äq.
Gebirge, Fluten, strenge Winter
und alte Verkehrswege

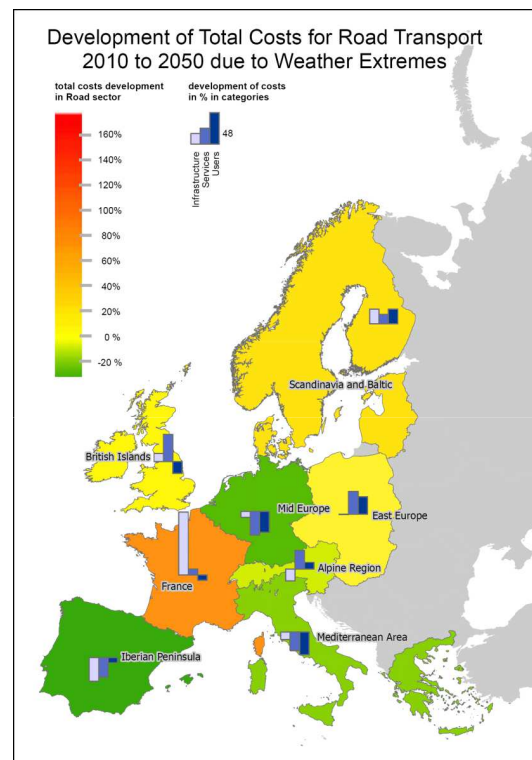


Bahn (inkl. KV):
0,4 Mrd. €/a = 0,57 €/1000 Pkm-Äq.
Gebirge, Fluten, Erdbeben und
schlecht gewartete Strecken

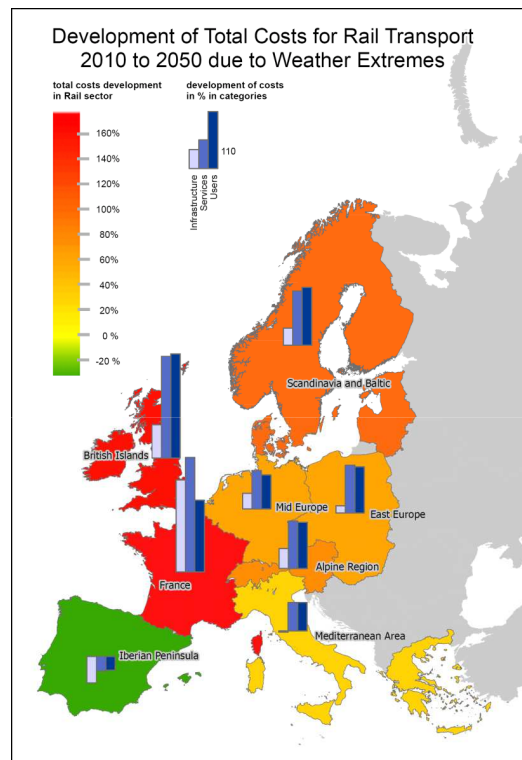


Luftfahrt:
0.3 Mrd. €/a = 0,66 €/1000 Pkm-Äq.
Gemischte Klimazonen mit rasch
wechselnden Wetterbedingungen

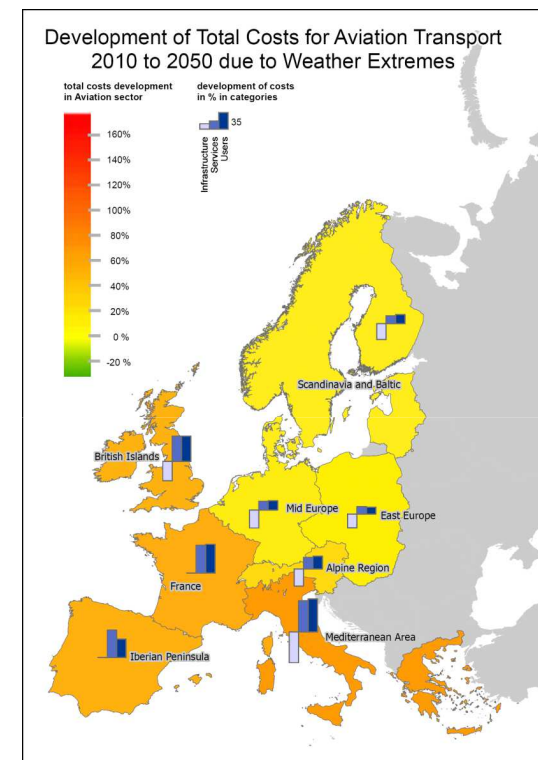
Prognose der Änderung durchschnittlicher Schadenskosten 2000-2010 bis 2040-2050



Straße (inkl. ÖPNV)
 +7% Durchschnittskosten
 Moderate Infrastruktureinflüsse;
 Ersparnisse durch mildere Winter;
 hohe Flexibilität der Straße

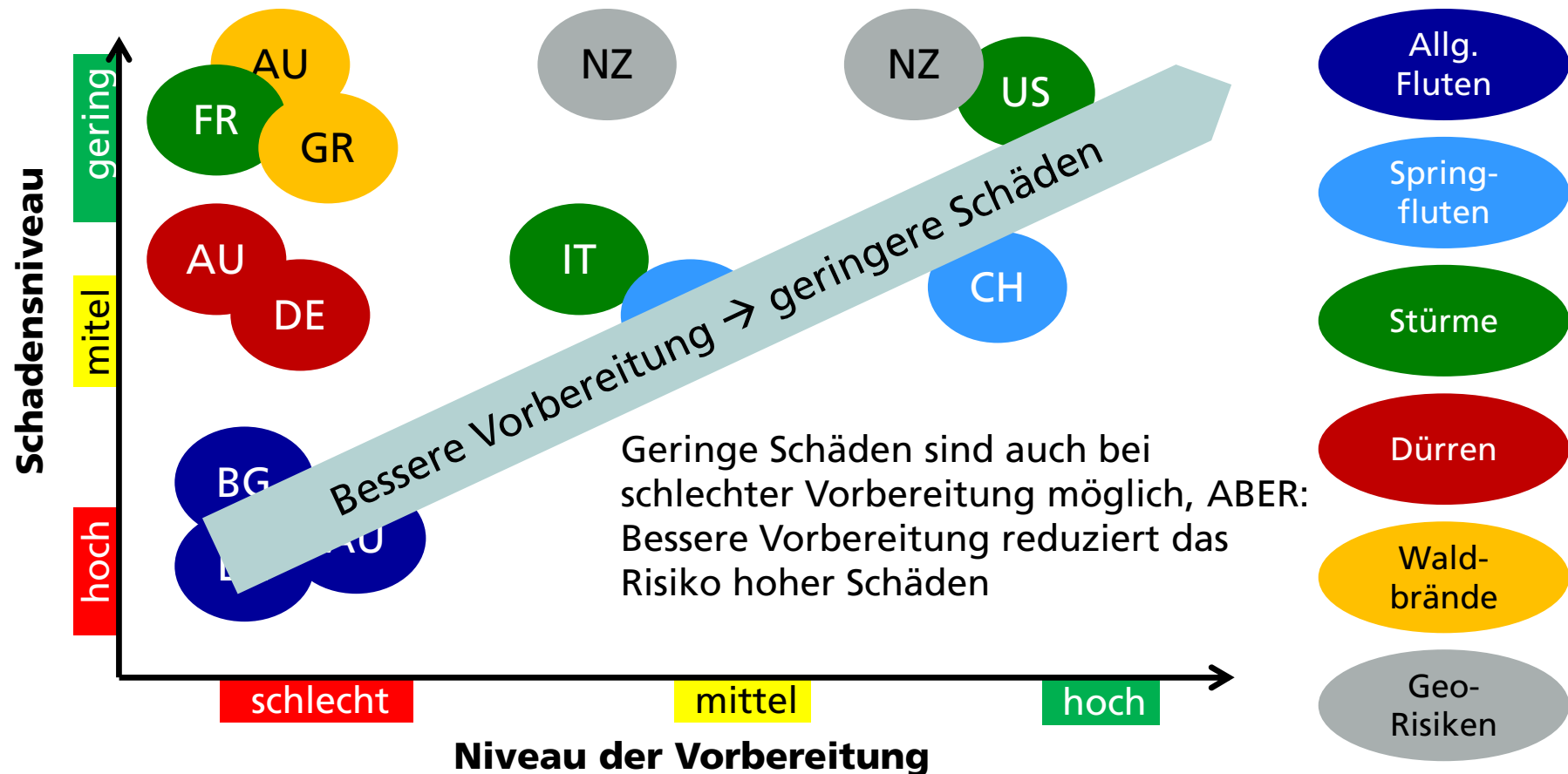


Bahn (inkl. KV):
 +72% Durchschnittskosten
 Kostspielige Infrastruktureinflüsse;
 geringe Flexibilität bei Störungen



Luftfahrt:
 +38% Durchschnittskosten
 Weniger abhängig von teuren
 Infrastrukturen; beschränkte
 betriebliche Flexibilität

Auswertung der Fallstudien: Niveau der Vorbereitung vs. Schadensrisiko



Vielen Dank!

Weitere Analysen zu Schäden und Vermeidungsstrategien durch Klima- und Wetterereignisse werden derzeit durch das MOWE-IT-Projekt erarbeitet: EC 7 Rahmenprogramm, 10/2012 – 09/2014



Claus Doll
Fraunhofer-Institute for Systems and Innovation Research ISI
Karlsruhe, Germany
T: +49 721 6809-354; M: +49 151 550022131
E: claus.doll@isi.fraunhofer.de