

Einleitung

Das **Dürrierisiko** ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens **negativer ökologischer und sozio-ökonomischer Auswirkungen** aufgrund des Zusammenspiels von **Dürre als Naturgefahr** und der zu Grunde liegenden **Vulnerabilität** eines Sektors in einer Region. Vor dem Hintergrund fehlender gesetzlicher Regelungen zum Umgang mit Dürre, sind Untersuchungen eines sektorspezifischen Risikos wichtig.

Informationen zur Charakterisierung der Gefahr sind flächendeckend vorhanden (z.B. Meteorologie: DWD; Bodenfeuchtemodell: Deutscher Dürremonitor des UFZ). Ebenso gibt es eine Vielzahl an Informationen, welche zur Charakterisierung der Vulnerabilität genutzt werden können. Bewertungen der Aussagekraft angewandter Dürreindizes sowie Vulnerabilitätsfaktoren beruhen bisher überwiegend auf Expertenwissen. Das fehlende Puzzlestück zur quantitativen Risikomodellierung sind jedoch statistisch verwertbare systematisierte Informationen über die Auswirkungen von Dürre (Schäden). Einerseits existiert dezentrales, nicht standardisiertes und nicht flächendeckendes Wissen aus Einzelstudien oder bei Experten, andererseits gibt es verschiedene flächendeckende Zeitreihen wie z.B. landwirtschaftliche oder wasserwirtschaftliche Erträge (statistische Zeitreihen der Länder), deren Schwankungen sich jedoch oft nicht eindeutig auf Dürre zurückzuführen lassen. Dieser Beitrag zeigt auf, wie auf der Grundlage von Daten des **European Drought Impact report Inventory (EDII)**, welches codierte Wirkungsberichte archiviert, das Auftreten negativer Auswirkungen von Dürre statistisch modelliert werden kann. Am Beispiel einer sektorspezifischen Modellierung des Dürrierisikos für Deutschland auf Länderebene wurden Risikokarten erstellt, die einen wichtigen Baustein im Dürremanagement bieten können.

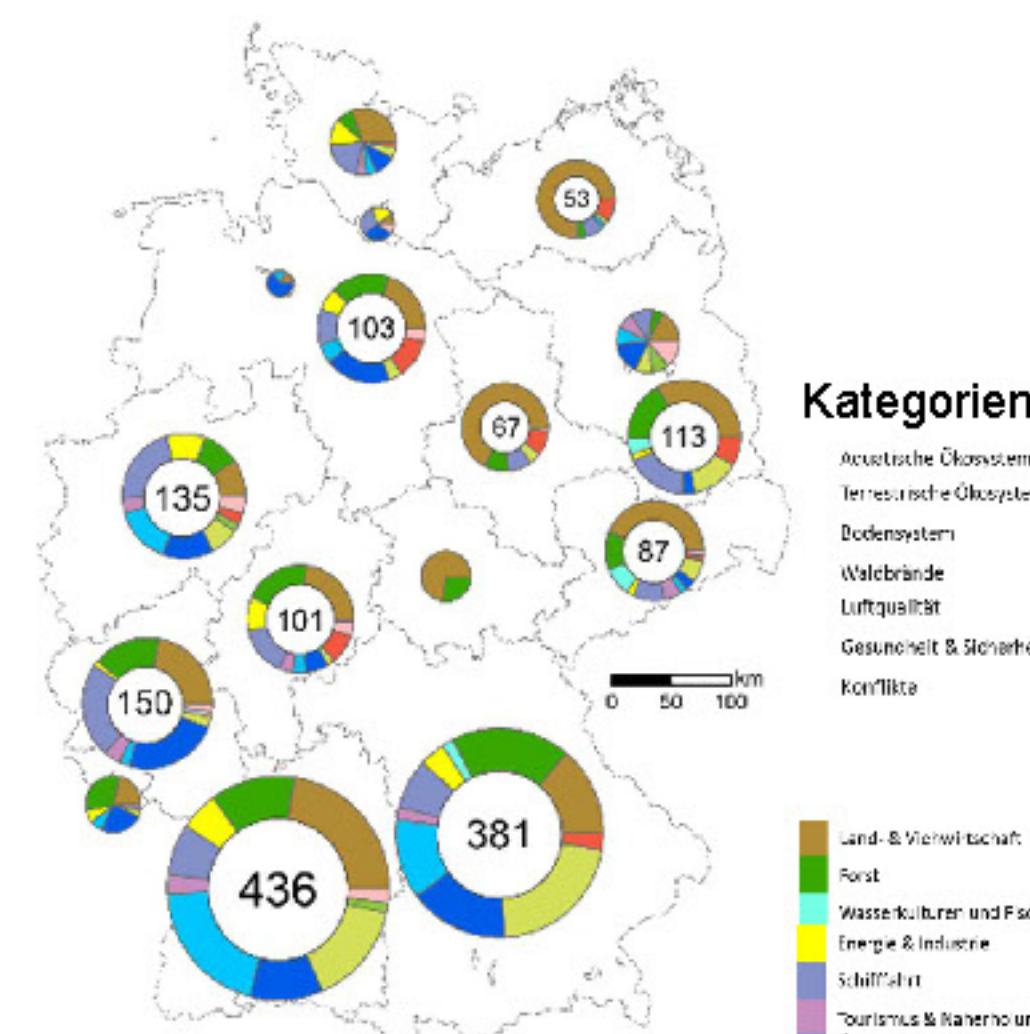
Dürrierisiko

Daten

Risiko als Funktion von

Auswirkung x **Gefahr** x **Vulnerabilität**

Auftreten IO (impact occurrence)
Daten: codierte Wirkungsberichte:
15 Kategorien, ~1800
Auswirkungen auf Länderebene,
Jährliches Auftreten 1970-2016 als
binäre Variable



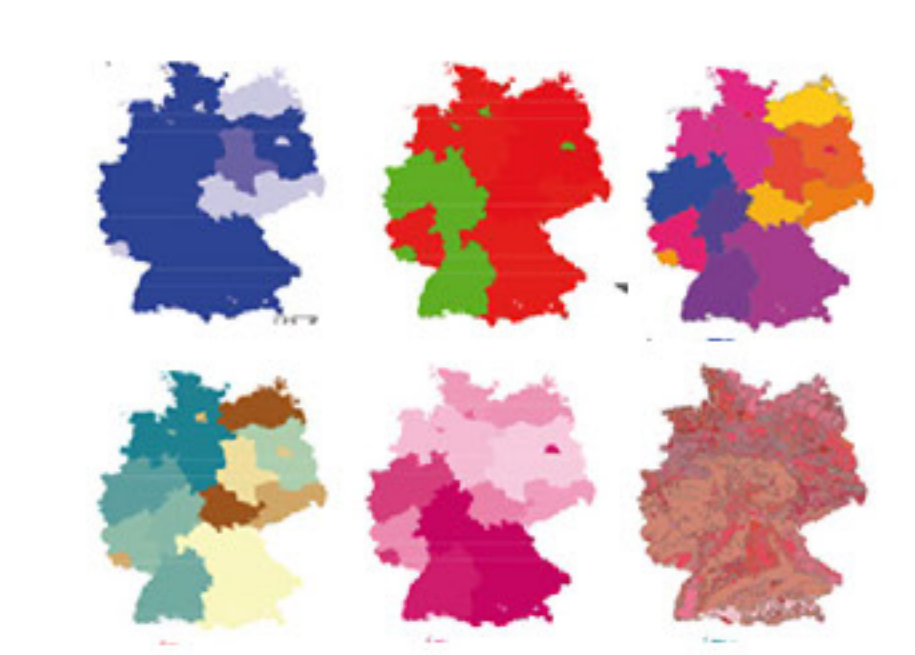
Quelle: EDII, Stand 1.3.2018

Dürreindex DI
SPEI-n: Standardisierter
Niederschlagsindex
SPEI-n: Standardisierter
Niederschlags &
Evapotranspirationsindex
mit n=1-24 Monate
Akkumulationszeitraum



Quelle: Beide Indizes beruhen auf dem E-OBS Datensatz von gerasterten Niederschlägen und Temperaturen (v12.0) und wurden mit dem „SCI“-R-Paket von Gudmundsson und Stagge (2015) generiert.

Vulnerabilitätsfaktor VI
> 80 Vulnerabilitätsfaktoren, z.B.:
Morphologie, Wasserressourcen
Landnutzung, Ökonomie, Politik
Infrastruktur & Technik, Ökologie.
Unterschiedliche räumliche und
zeitliche Auflösung



Quellen: beispielhafte Illustrationen von Vulnerabilitätsfaktoren zur Verdeutlichung der unterschiedlichen räumlichen Auflösung an Informationen. Vulnerabilitätsfaktoren stammen aus internationalen Datenbanken wie AquaStat, der Europäischen Umweltagentur, dem Eurobarometer, der Europäischen Kommission, der Weltbank, FAO sowie aus der Literatur. Sämtliche Indikatoren wurden auf Werte zwischen 0 und 1 normalisiert.

Methodik

Der Methodik von Blauhut et al. (2016) folgend, wurden die aus Wirkungsberichten gewonnenen Daten mit Dürreindizes und jährlichen Vulnerabilitätsfaktoren auf NUTS1-Ebene (ohne Stadtstaaten) verknüpft. Für jede Kategorie (Sektor) der Auswirkungen wird dabei durch Auswahl von maximal zwei **Dürreindizes D** und drei **Vulnerabilitätsfaktoren V** anhand statistischer Kriterien das beste multivariable Logistische Modell bestimmt.

$$LIO = \log\left(\frac{LIO_N}{1 - LIO_N}\right) = \alpha_M + \sum_i (\beta_{i,M} \cdot H_N) + \sum_j (\beta_{j,M} \cdot V_N)$$

α & β = Modellparameter je Bundesland

≤ 2 Dürreindizes

≤ 3 Vulnerabilitätsfaktoren

Die statistisch schrittweise bestimmten **Prädiktoren** zeigen die Relevanz für die Sektoren. Die Modelle werden schließlich dazu verwendet für bestimmte Annahmen für die Werte der Prädiktoren (Szenarien), das **Dürrierisiko (LIO)**, zu berechnen. Analog zu Blauhut et al. (2016) sind drei Szenarien als **Risikokarten** dargestellt, um regionale und sektorale Ausprägungen zu vergleichen und so zu einer regionalen sektorspezifischen Bewertung des Dürrierisikos zu kommen.

Risikomodelle

Ergebnis: Prädiktoren

Als signifikante Prädiktoren wurden identifiziert:

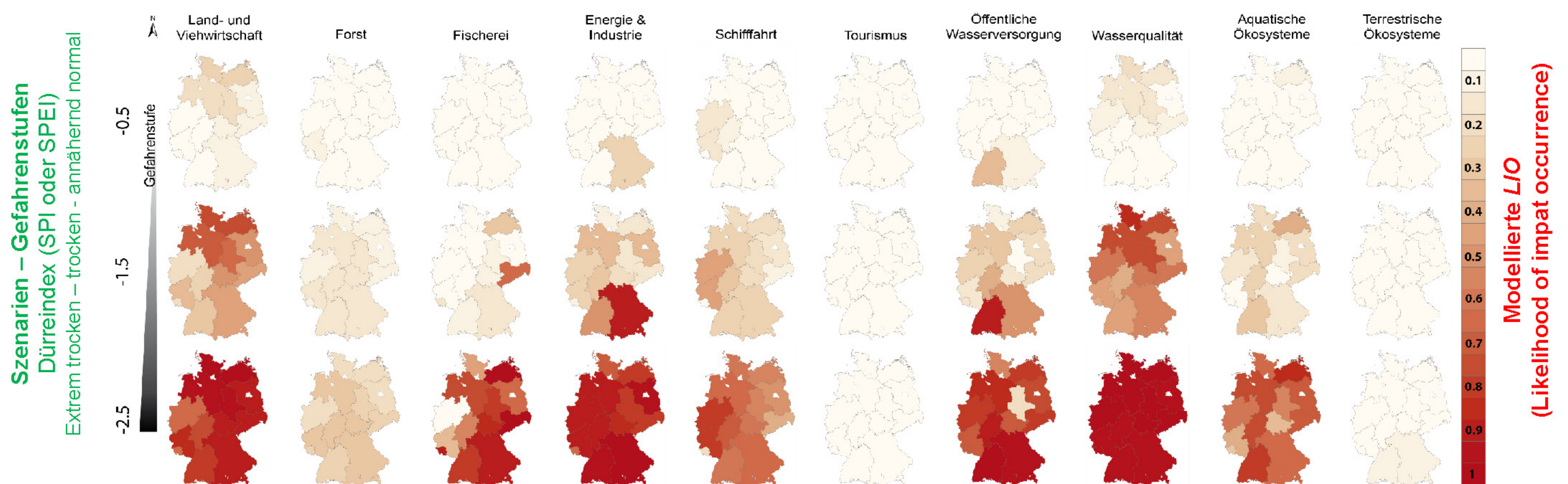
- zwei **Dürreindizes (DI-1/2)** und ein **Vulnerabilitätsfaktor (VI-1/2/3)** für alle Kategorien
- ein weiterer Vulnerabilitätsfaktor für ca. die Hälfte
- ein dritter Vulnerabilitätsfaktor, für ‚Land- & Viehwirtschaft‘ sowie ‚Schifffahrt‘.

Eine Kombination aus kurz- und längerfristigen hydrometeorologischen Indizes zeigt sich als optimal.

Vulnerabilitätsfaktoren quantifizieren überwiegend die Landnutzung, insbesondere die Anteile landwirtschaftlicher und Siedlungsfläche, aber auch die Wasservorräte.

Auswirkungskategorie	DI-1,2	VI-1,2,3
Land- & Viehwirtschaft	SPEI-09_Dez, SPI-24_Okt	Landwirtschaftliche Fläche, Seefläche, Feuchtgebiete
Forst	SPEI-05_Jun, SPEI-01_Jan	Siedlungsfläche, Seefläche
Fischerei	SPEI-06_Jul, SPI-09_Jan	Strafvollzug und Korruption, Siedlungsfläche
Energie & Industrie	SPEI-06_Jul, SPEI-01_Jun	Waldfläche
Schifffahrt	SPEI-06_Jul, SPI-02_Jan	Siedlungsfläche, Ökon. Wohlstand, Bevölkerungsdichte
Tourismus & Naherholung	SPEI-05_Jun, SPEI-01_Jan	Siedlungsfläche
Öffentliche Wasserversorgung	SPEI-09_Okt, SPEI-01_Jun	Innovationskapazität, Sozio-ökon. Relevanz der Industrie
Wasserqualität	SPEI-05_Okt, SPEI-01_Feb	Landwirtschaftliche Fläche
Aquatische Ökosysteme	SPEI-09_Okt, SPI-01_Mär	Landwirtschaftliche Fläche, Anpassungsfähigkeit
Terrestrische Ökosysteme	SPEI-06_Jul, SPI-04_3_Mär	Sozio-ökon. Relevanz der Industrie, Siedlungsfläche

Risikokarten



- Je extremer die Dürre, desto größer sind regionale und sektorale Unterschiede des Dürrierisikos
- Höheres Risiko bei moderater Dürre für die ‚Land- & Viehwirtschaft‘ in Norddeutschland (hoher Prozentsatz landwirtschaftlicher Fläche und geringerer Wasserrückhalt durch sandige Böden)
- Höheres Risiko für sächsische Aquakulturbetriebe (ähnliche Anzahl an Betrieben, geringere Gewässertiefe)
- Höheres Risiko des Sektors ‚Energie & Industrie‘ Bayerns, aber allgemein hohes Dürrierisiko (hoher Stellenwert der Wassernutzung in diesem Sektor)
- Ein erhöhtes Dürrierisiko für ‚Schifffahrt‘ gibt es vor allem für die Anliegerländer des Rheins (geringer für Elbe, Einzugsgebiet nicht erfasst)

Fazit

Das Dürrierisiko verschiedener Sektoren und Regionen unterscheidet sich bei gleicher Stärke der Naturgefahr. Eine Visualisierung erlaubt Entscheidungsträgern u.a. eine Priorisierung des Managements und genauere sektorspezifische Analysen. Fragen des Managements erfordern mehr Detaillierung und somit einen Bedarf an räumlich und zeitlich höher aufgelösten Daten.

Die Methodik führt neu die Risikoanalyse und Vulnerabilitätsbewertung zusammen und testet Einflussfaktoren quantitativ als Prädiktoren auf ihre Nützlichkeit. Ein Vorteil der Modellierung ist das Potential zur Simulation verschiedener Managementstrategien im Rahmen zukünftiger klimatischer Verhältnisse.