

**Runder Tisch - AG**  
**07.05.2009**

**Kassel**



Dr. rer. nat. Falko Wagner

Institut für Gewässerökologie &  
Fischereibiologie (IGF)  
JENA

## **Der ökologische Zustand des Makrozoobenthos der Mittleren und Unteren Werra und seine Haupteinflussfaktoren**

Ergebnisse

einer Studie von

Dr. Falko Wagner & Dr. Jens Arle

im Auftrag des

„Büro am Fluss – Lebendige Weser“ e.V.

**GEMEINSAM FÜR EINE LEBENDIGE  
WERRA - FULDA - WESER**

### LEBENSRAUM WERRA – GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK

#### Historische Situation

- Gewässerstruktur der Werra seit dem 8. Jahrhundert anthropogen umgestaltet
- Nährstoffeintrag aus Landwirtschaft und über kommunale Abwässer (bis 1980-er sehr hohe Phosphat- & Nitratkonzentrationen)

#### Besonderheit:

- seit 1900: Einleitung von salzhaltiger Abwässer aus Kalibergbau und Kaliindustrie
- höchste Chloridkonzentration: 40.000 mg/l

#### Konsequenzen

- Fischsterben besonders bis Mitte des 20 Jh.
- starke Verarmung der Flusslebensgemeinschaft
- Etablierung und Massenentwicklung lebensraumfremder salztoleranter Arten (z.B. *Enteromorpha intestinalis*, *Gammarus tigrinus*)



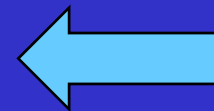
### LEBENSRAUM WERRA – GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK

#### **Situation nach Wiedervereinigung bis heute**

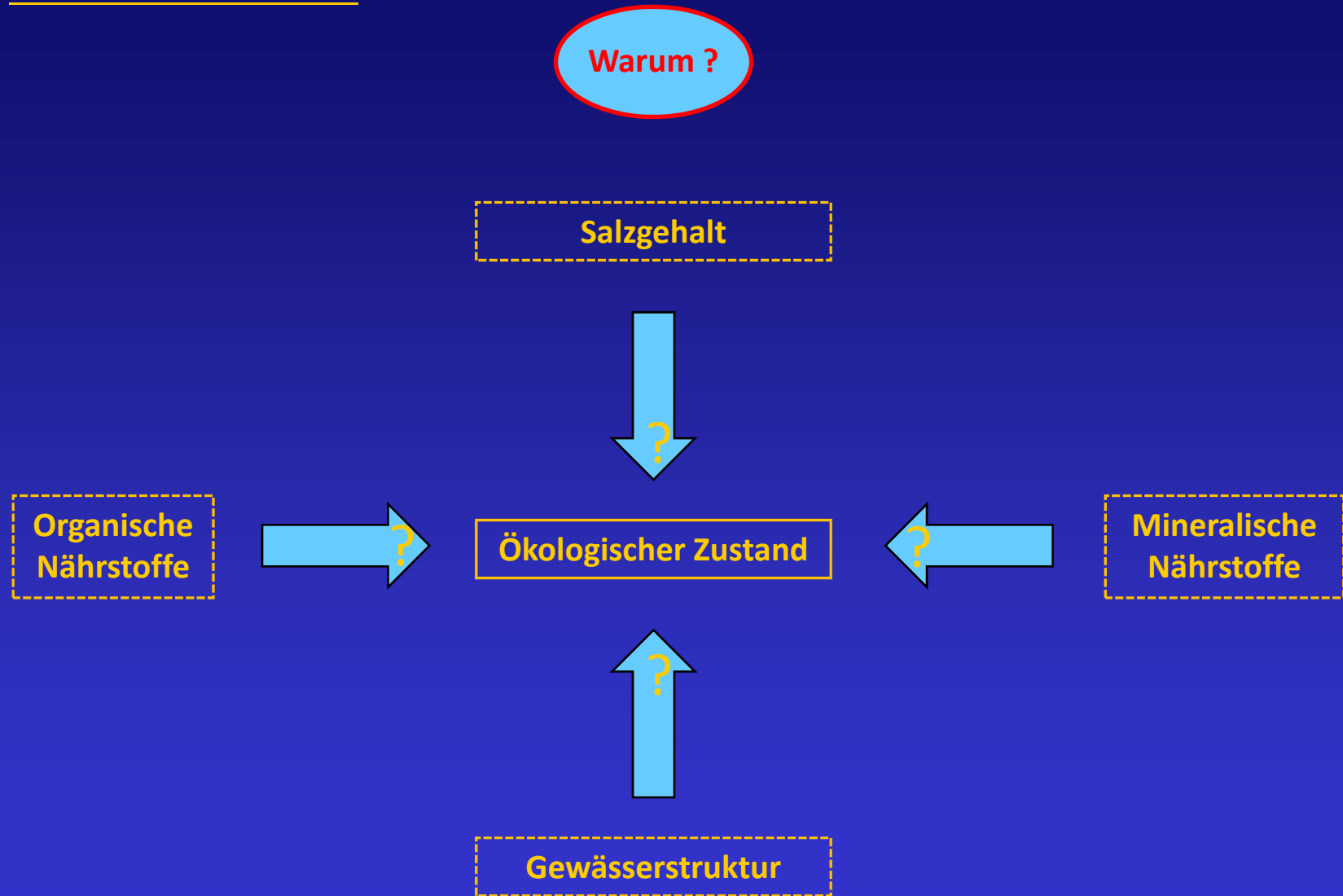
- Verringerung der Nährstoffbelastung (Problem Phosphor)
- Defizite der Gewässerstruktur nahezu unverändert
- Betriebsstilllegungen und Produktionsstop der DDR-Kaliindustrie
- Verminderung der Salzbelastung
- keine unregelmäßigen Salzschübe
- Vergleichmäßigung der Chloridkonzentration
- Einhaltung des amtlichen Grenzwertes von 2500 mg/l Chlorid

**trotzdem !**

**Abweichung Lebensgemeinschaft vom  
Referenzzustand  
unterhalb der verbliebenen Salzeinleitungen**



POTENTIELLE URSACHEN



UNTERSUCHUNGSOBJEKTE



Gewässerstrukturelle  
Defizite

Salzbelastung

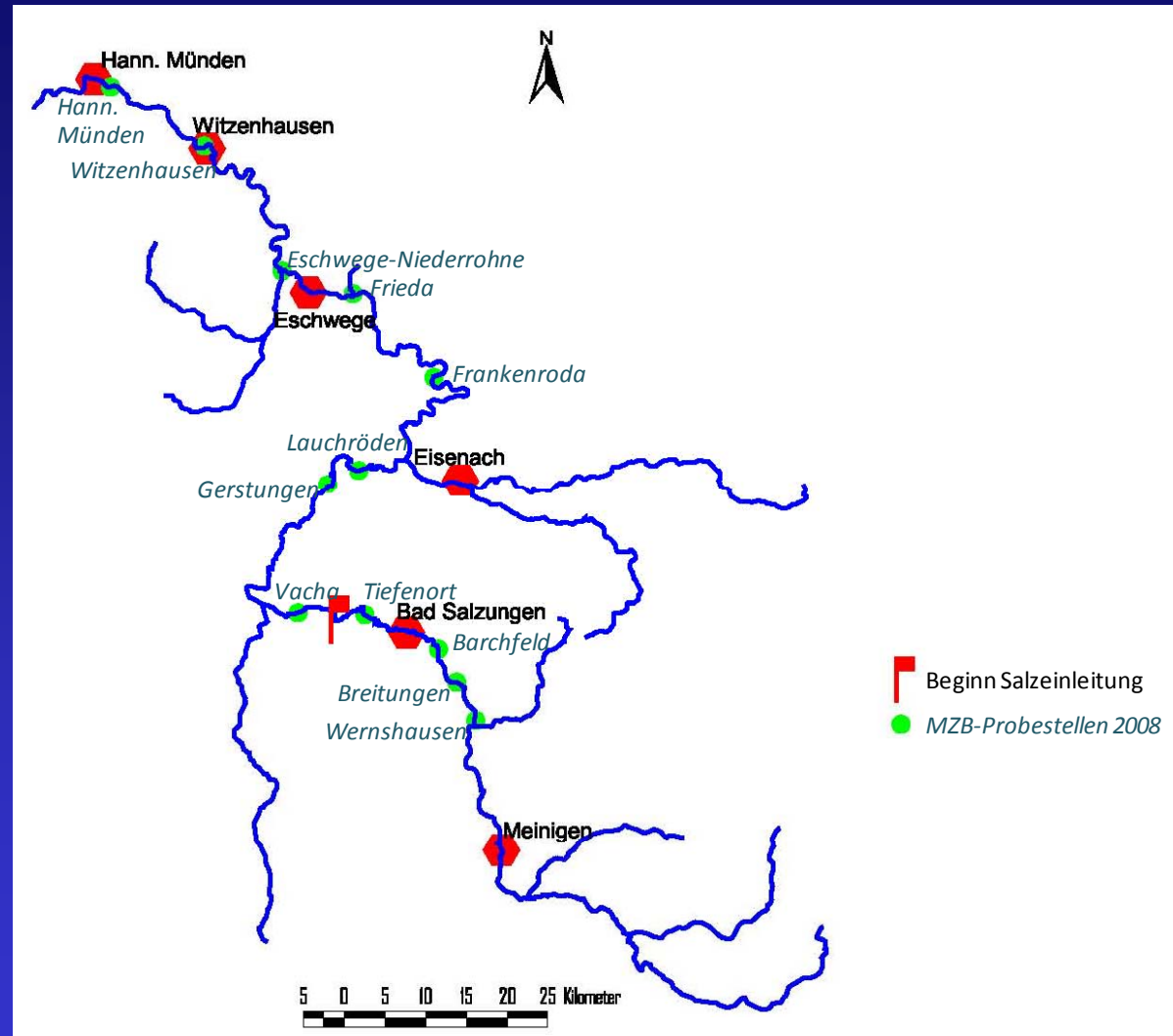
Nährstoffbelastung

## Untersuchungen & Analysen

Schritt 1 – Bewertung des ökologischen Zustands

### METHODIK

- 12 Probestellen
  - 8 salzbeeinflusst
  - 4 Referenzstellen
- } \*



\* keine signifikanten Unterschiede bei Gewässerstruktur & Nährstoffbelastung

### METHODIK

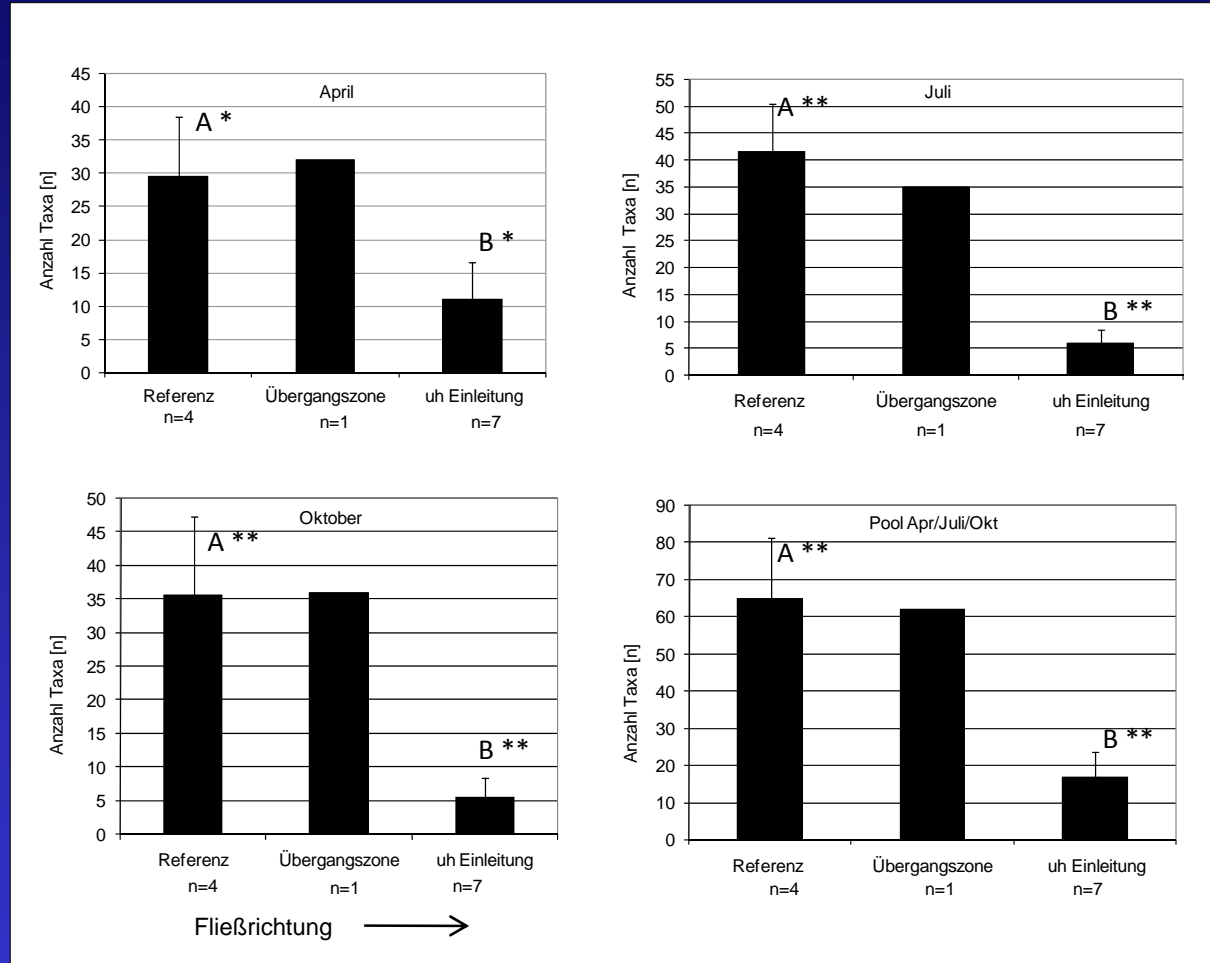
- 12 Probestellen
  - 8 salzbeeinflusst
  - 4 Referenzstellen
- } \*
- Beprobung nach AQEM-Verfahren
  - April, Juli, Oktober 2008
  - Bewertung mit ASTERICS  
(inkl. PERLODES)



\* keine signifikanten Unterschiede bei Gewässerstruktur & Nährstoffbelastung

**ERGEBNIS**

**1. Taxa-Anzahl**



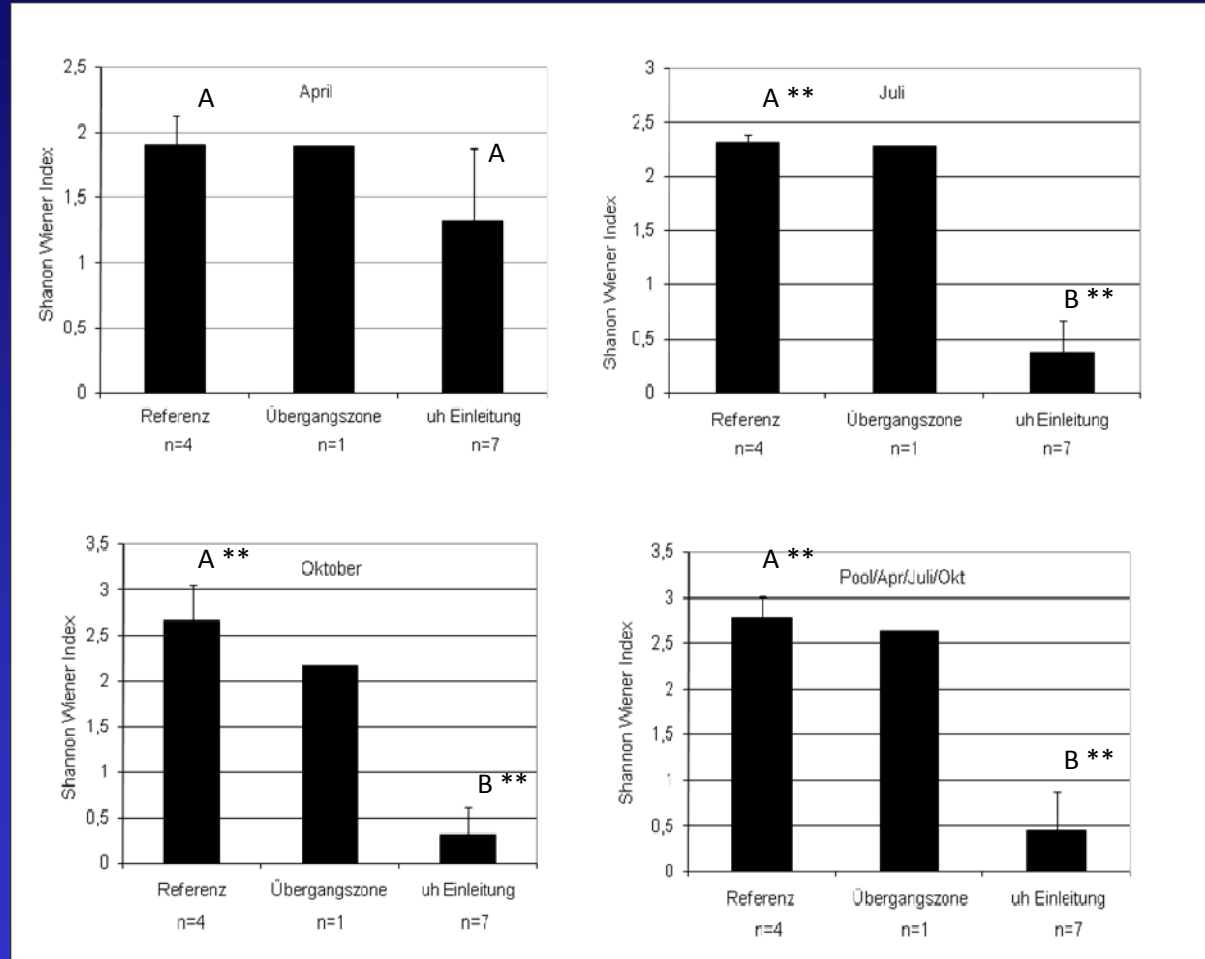
unterhalb Salz-Einleitungen: Taxa-Anzahl geringer

Untersuchungen & Analysen

ERGEBNIS

1. Taxa-Anzahl

2. Diversität  
Shannon-Wiener-Index

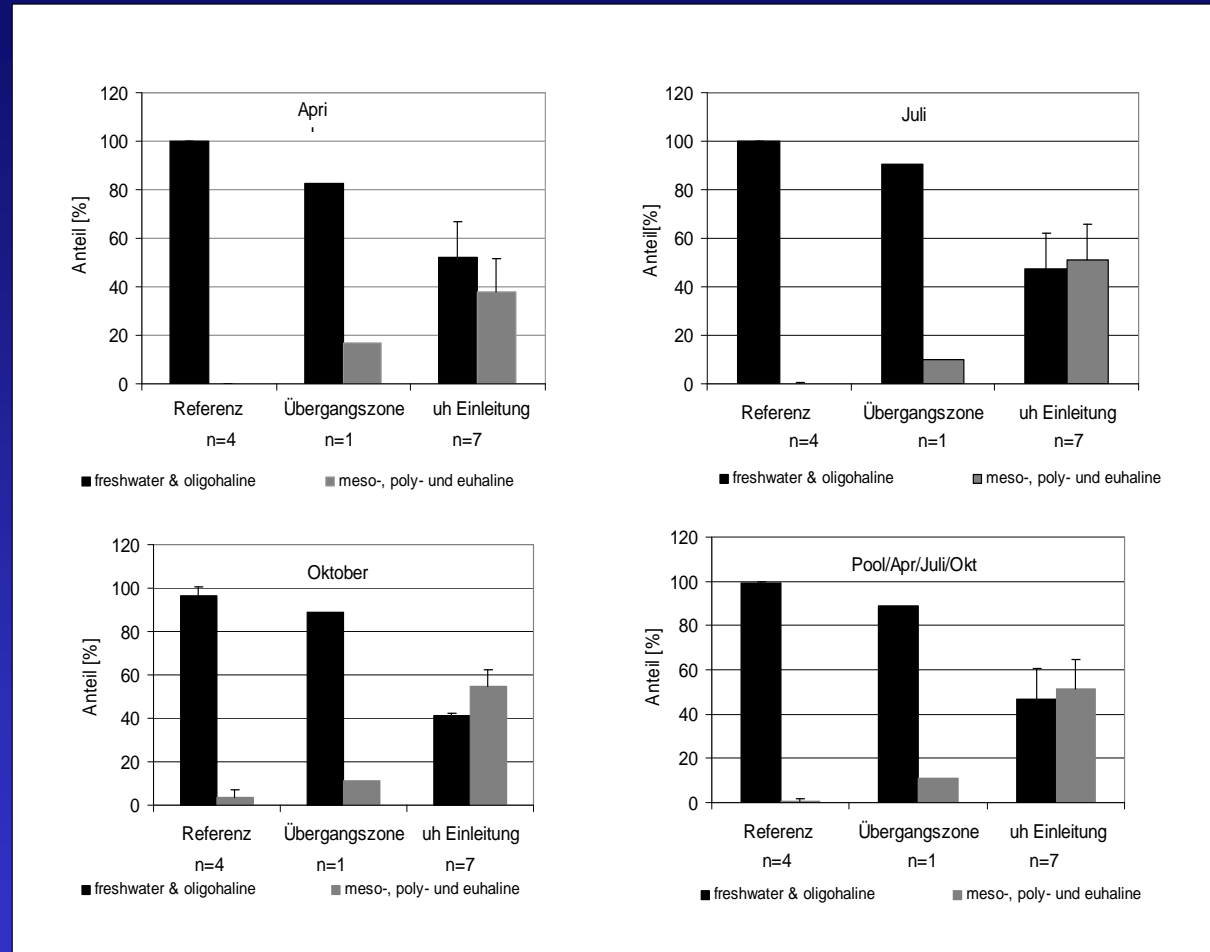


unterhalb Salz-Einleitungen: Diversität geringer

Untersuchungen & Analysen

ERGEBNIS

- 1. Taxa-Anzahl
- 2. Diversität  
Shannon-Wiener-Index
- 3. Salztolerante Taxa

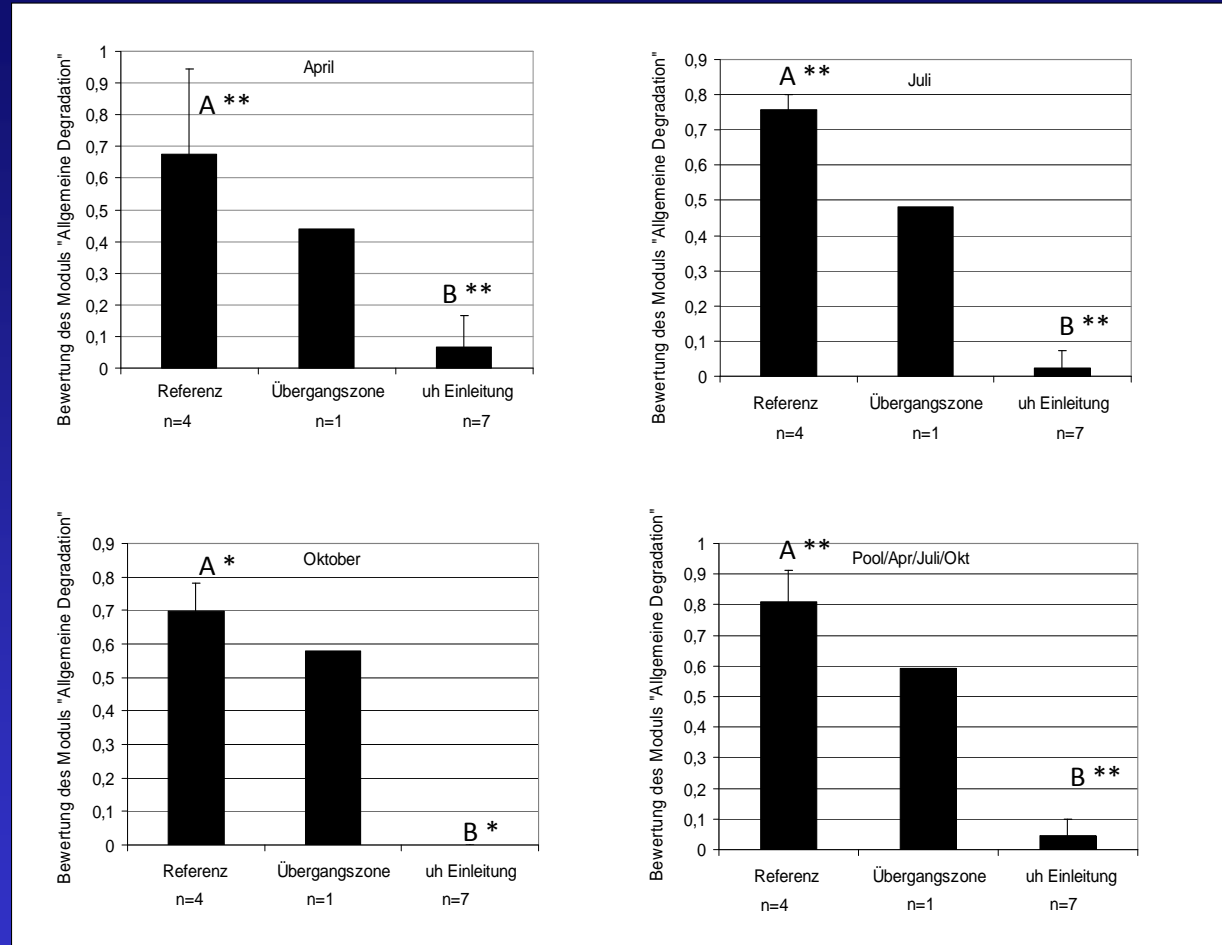


unterhalb Salz-Einleitungen: Anteil salztoleranter Taxa nimmt zu

Untersuchungen & Analysen

ERGEBNIS

1. Taxa-Anzahl
2. Diversität  
Shannon-Wiener-Index
3. Salztolerante Taxa
4. „Allgemeine Degradation“



unterhalb Salz-Einleitungen: Bewertungsergebnis „Allgemeine Degradation“ schlechter

## Untersuchungen & Analysen

Schritt 1 – Bewertung des ökologischen Zustands

### ERGEBNIS

1. Taxa-Anzahl
2. Diversität  
Shannon-Wiener-Index
3. Salztolerante Taxa
4. „Allgemeine Degradation“
5. ...

### Ökologischer Zustand MZB

#### Referenzstellen

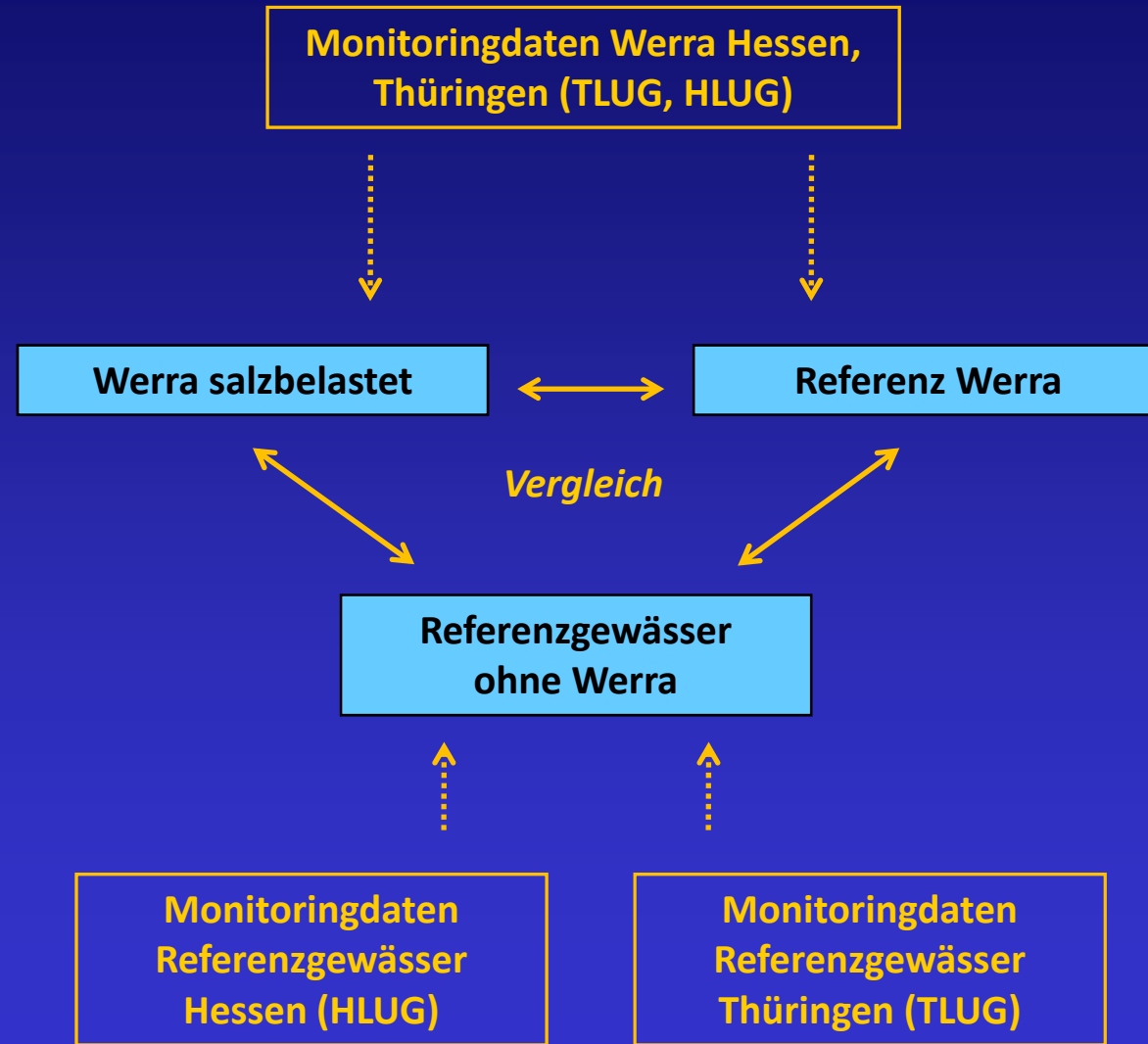
Probestelle	Wernshausen uh	Breitungen	Barchfeld	Tiefenort
lf-Nr.	1	2	3	4
April	gut	gut	unbefriedigend	gut
Juli	gut	gut	gut	gut
Oktober	gut	gut	mäßig	gut
gepoolt	gut	gut	gut	gut

#### Gesamtergebnis

#### unterhalb Salz-Einleitungen

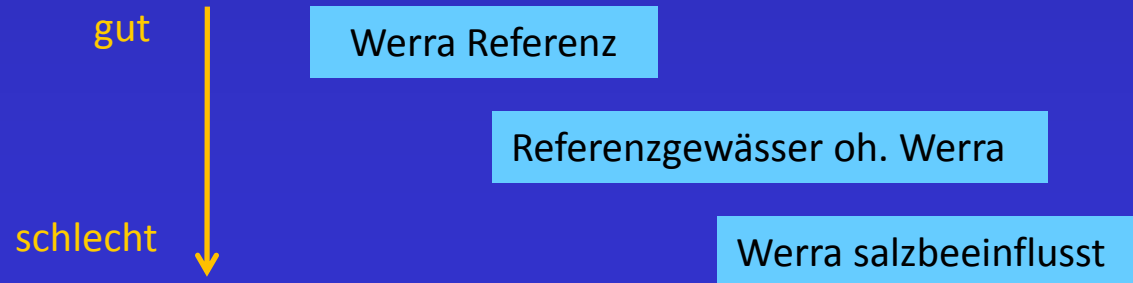
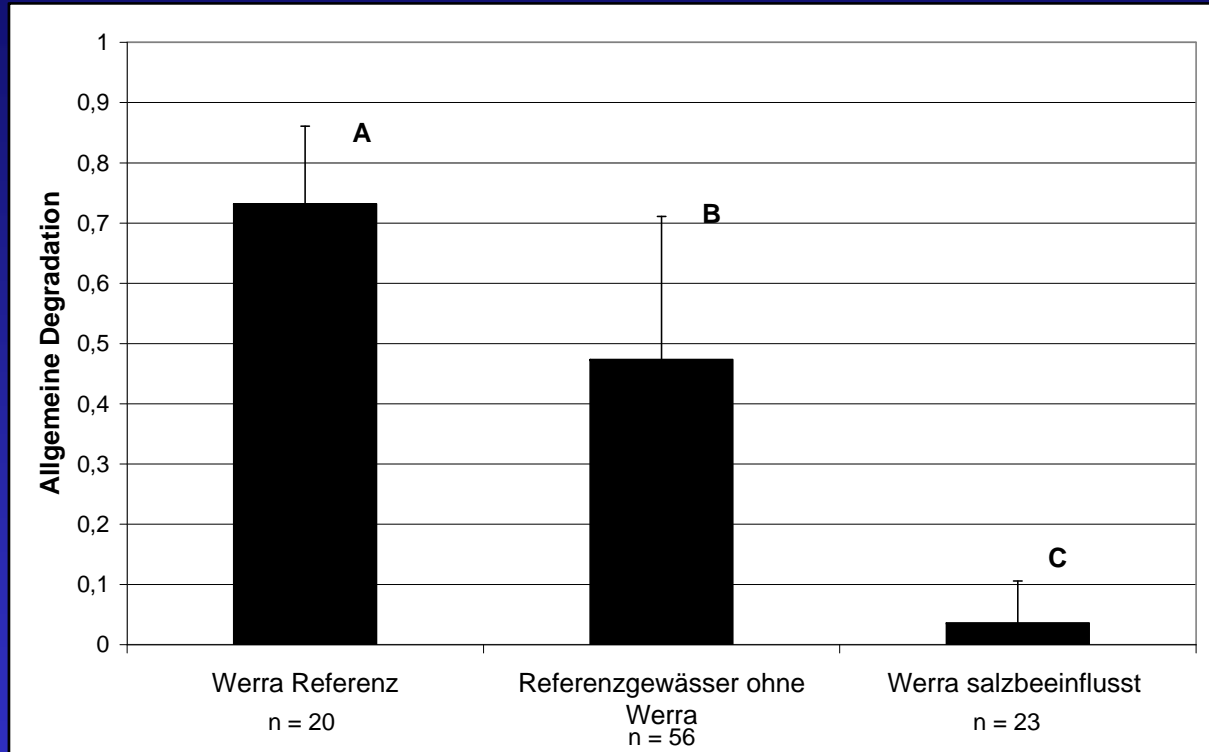
Probestelle	Vacha	Gerstungen	Lauchröden	Frankenroda	Frieda
lf-Nr.	5	6	7	8	9
April	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht
Juli	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht
Oktober	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht
gepoolt	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht	schlecht

METHODIK



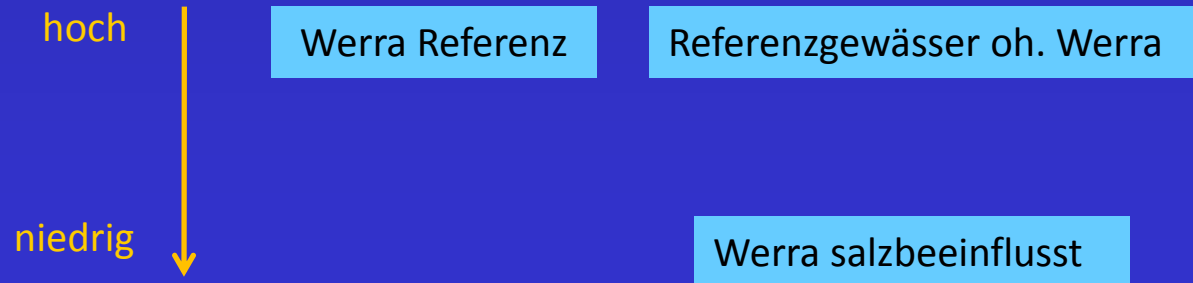
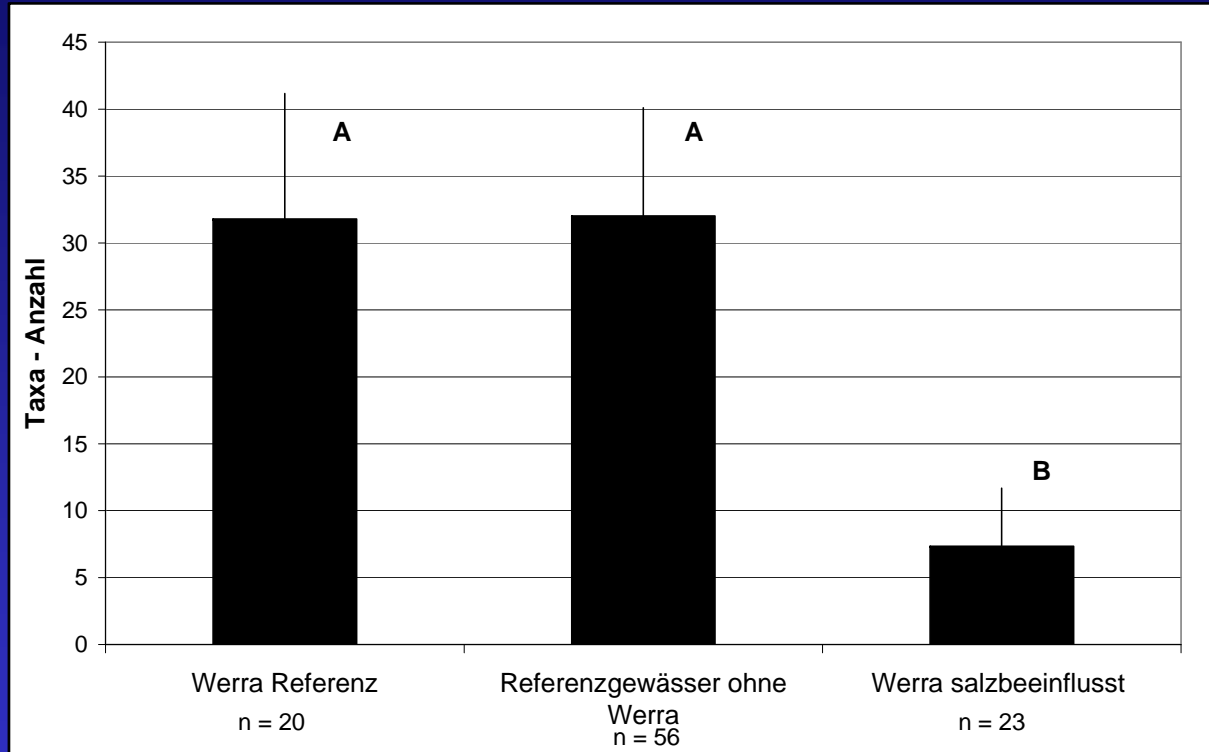
ERGEBNIS

1. Allgemeine Degradation



ERGEBNIS

2. Taxa-Anzahl



FAZIT

**Ökologischer Zustand der MZB-  
Lebensgemeinschaft der salzbelasteten Werra**

**ist schlechter als**

**A) Werra, nicht salzbelastet**

**B) Referenzgewässer, nicht salzbelastet**

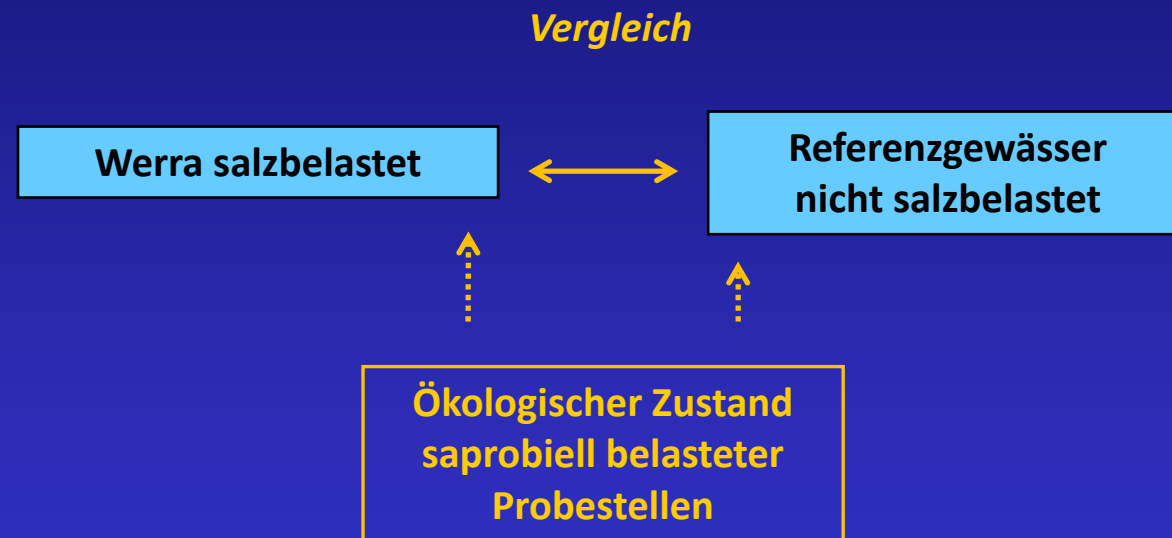
**Was sind die Ursachen ?**



POTENTIELLE URSACHEN



METHODIK



ERGEBNIS

Modul / Metric	Referenzgewässer (ohne Salzeinfluss) n = 13	Werra salzbeeinflusst n = 13	Unterschied ja / nein (t-Test)
Saprobie (German Saprobic Index, new version)	2,20 ± 0,05	2,21 ± 0,08	Nein (P>0,05)
Allgemeine Degradation	0,19 ± 0,11	0,04 ± 0,06	<b>Ja (p&lt; 0,001)</b>
German Fauna Index Typ 9.2 (score)	0,077 ± 0,097	0,014 ± 0,049	Nein (p=0,056)
% metarhithral (score)	0,288 ± 0,189	0,025 ± 0,052	<b>Ja (p&lt; 0,001)</b>
EPT [%] (abundance classes) (score)	0,16 ± 0,21	0,17 ± 0,32	Nein (p>0,05)
EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.) (score)	0,47 ± 0,28	0,01 ± 0,03	<b>Ja (p&lt; 0,001)</b>
Taxa - Anzahl	29,92 ± 9,04	7,46 ± 2,90	<b>Ja (p&lt; 0,001)</b>

- kein Unterschied des „Saprobien-Index“

- schlechtere Bewertung bei: „Allgemeiner Degradation“

Taxa-Anzahl

„%metarhithral“

„EPTCBO“

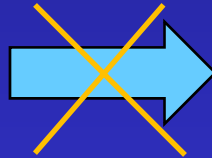
- kein Unterschied bei „German Fauna Index“, „EPT [%]“

## Untersuchungen & Analysen

Schritt 3 – Betrachtung Effekt Saprobie

### ERGEBNIS

Organische  
Nährstoffe



Ökologischer Zustand

Salzgehalt

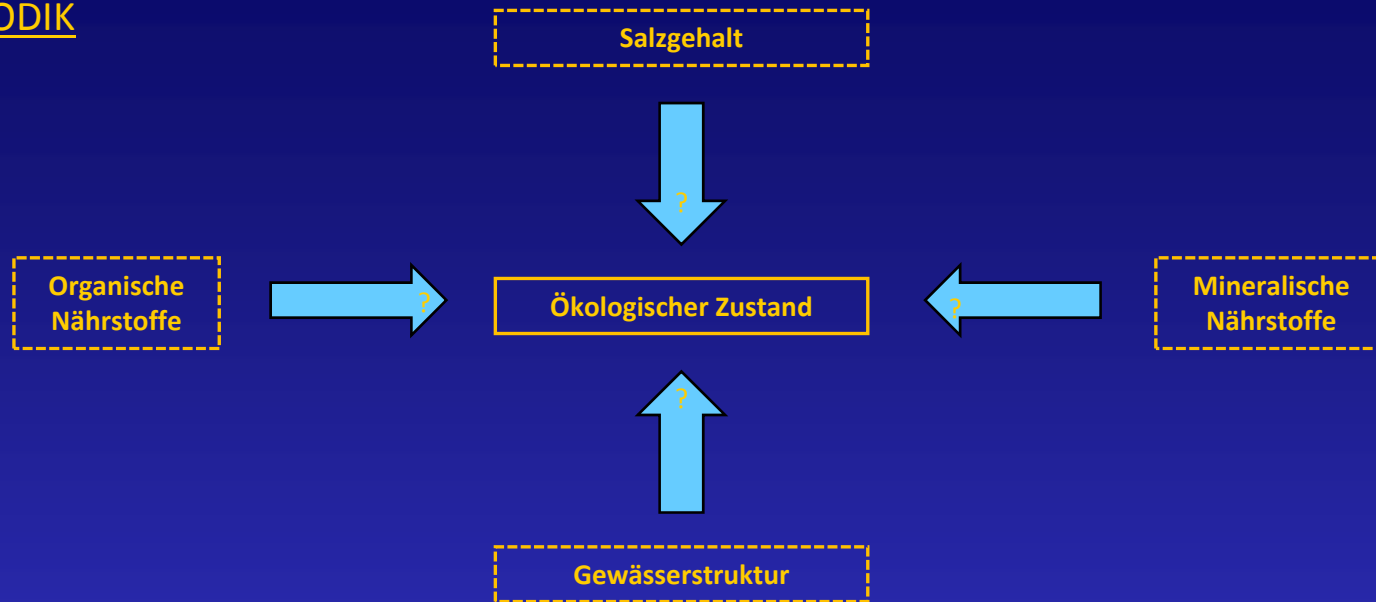
Mineralische  
Nährstoffe

Gewässerstruktur

## Untersuchungen & Analysen

### Schritt 4 – Betrachtung Effekte wichtiger Umweltfaktoren

#### METHODIK



Statistische Analyse-Verfahren: Korrelationsanalysen  
Ordinationsverfahren

Biotische Daten: Monitoringdaten (EG-WRRL) Thüringen 2005-2008  
Hessen 2007-2008  
eigene Daten 2008

Daten Umweltfaktoren: Monitoringdaten (EG-WRRL) Thüringen 2005-2008  
Hessen 2007-2008

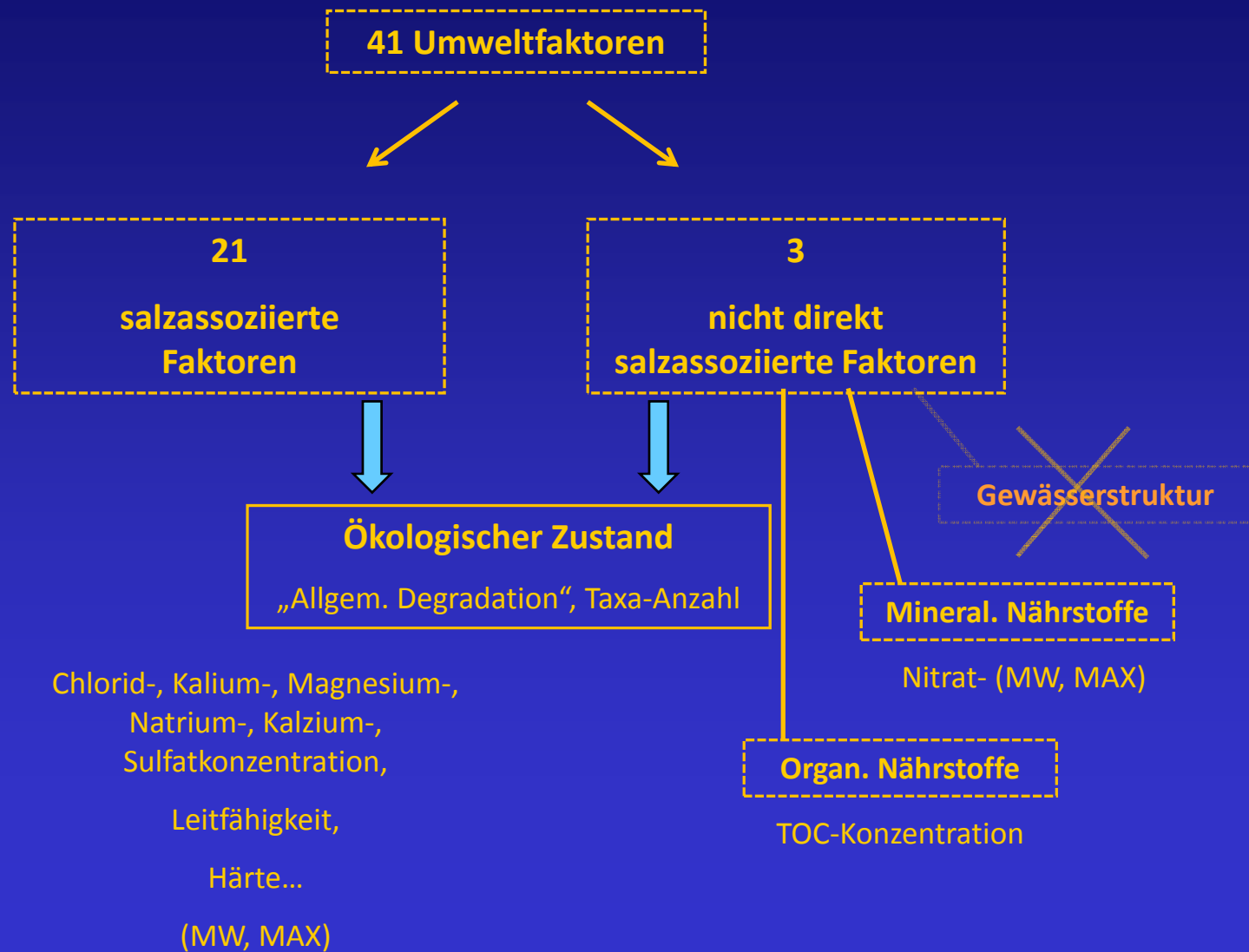
## Untersuchungen & Analysen

Schritt 4 – Betrachtung Effekte wichtiger Umweltfaktoren

### ERGEBNIS

Korrelations-  
analysen

### 1. Werra



## Untersuchungen & Analysen

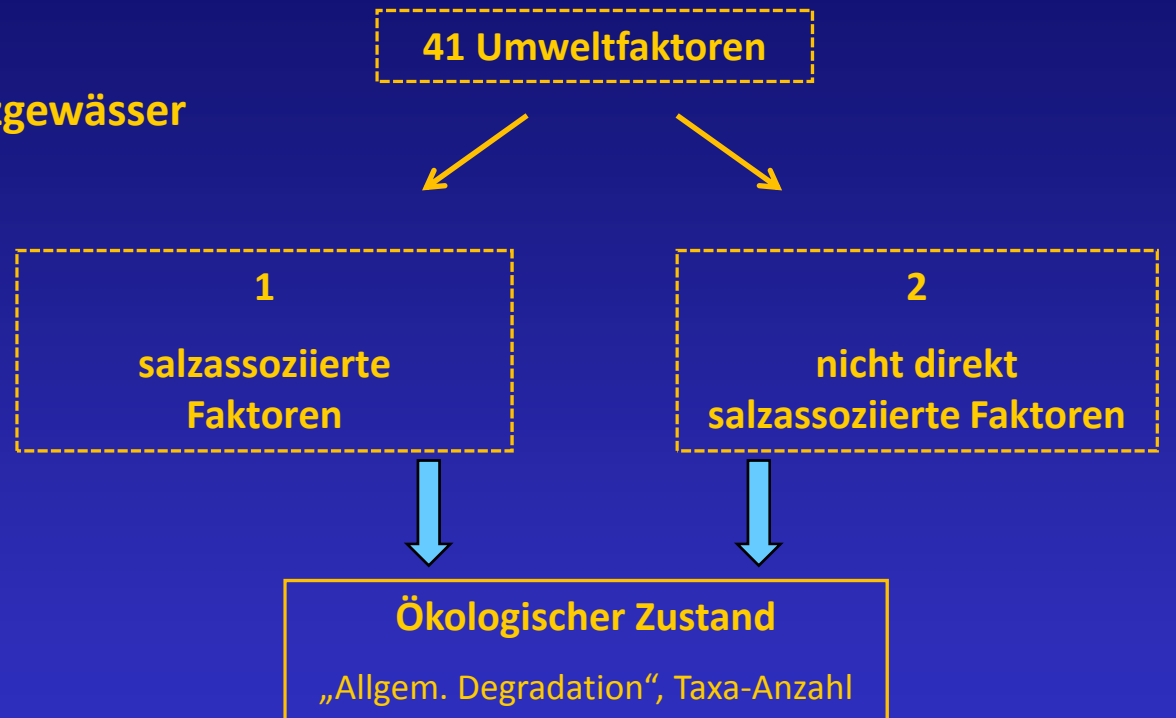
Schritt 4 – Betrachtung Effekte wichtiger Umweltfaktoren

### ERGEBNIS

Korrelations-  
analysen

### 2. Referenzgewässer

Typ 9.2



K/Na-Verhältnis (MIN)

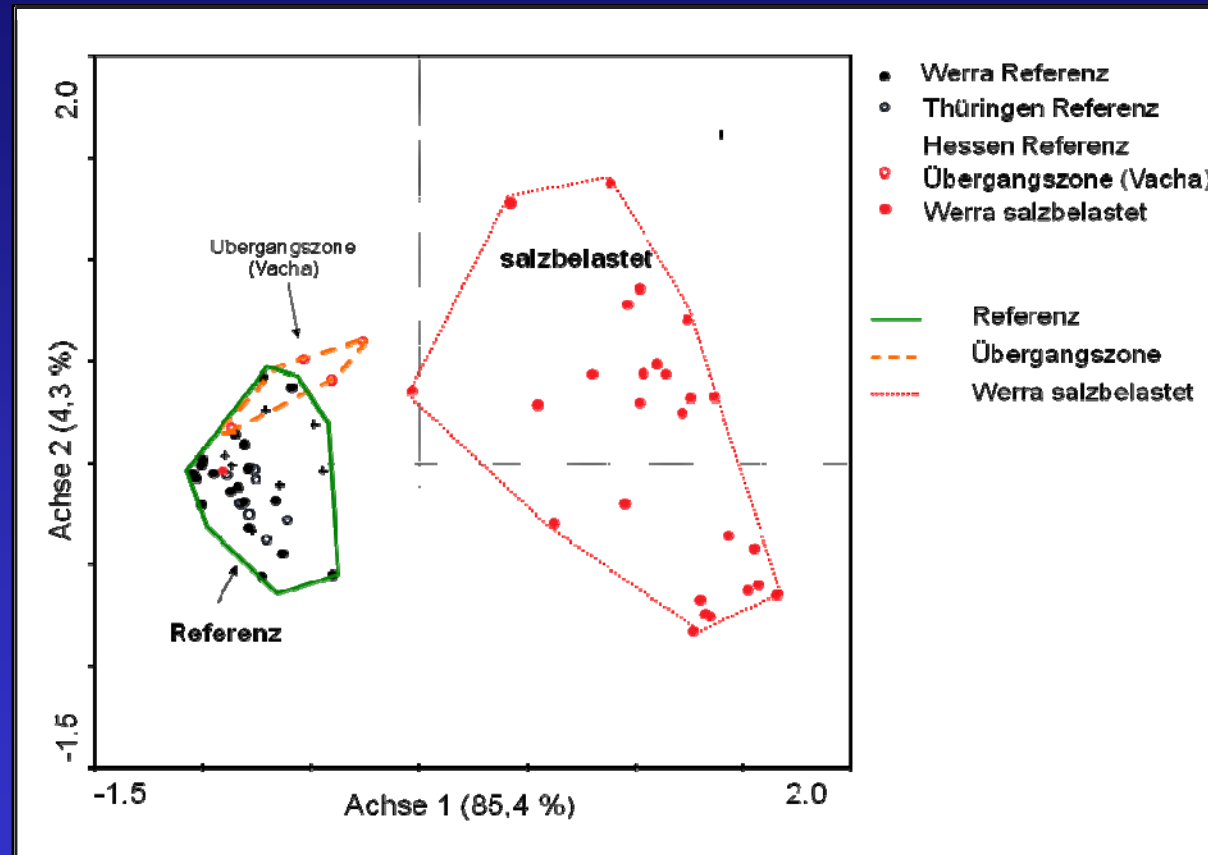
Phosphat-Konzentration (MW)

pH-Wert (MAX)

ERGEBNIS

Multivariate  
Statistik

Ordinationsplot Hauptkomponentenanalyse

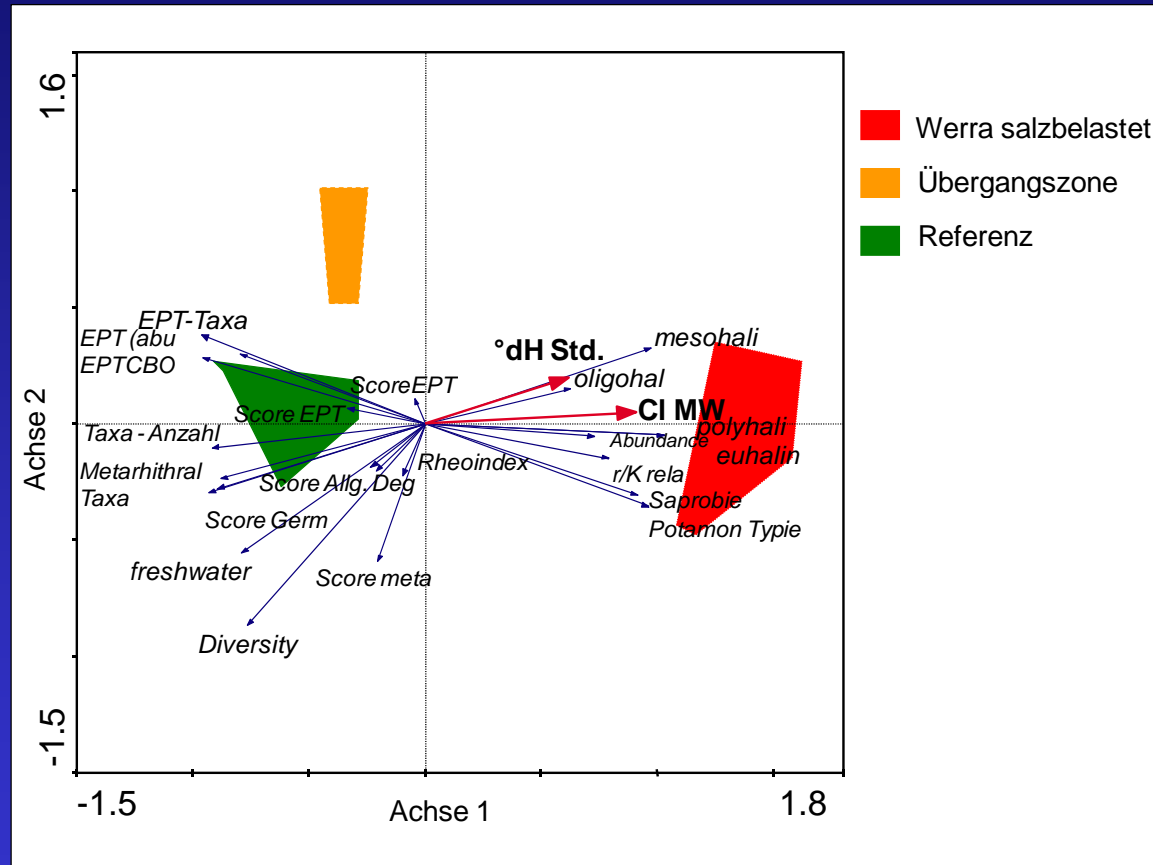


Salzbelastete Stellen separieren sich hinsichtlich  
Astericsergebnissen von Referenzstellen

ERGEBNIS

Multivariate  
Statistik

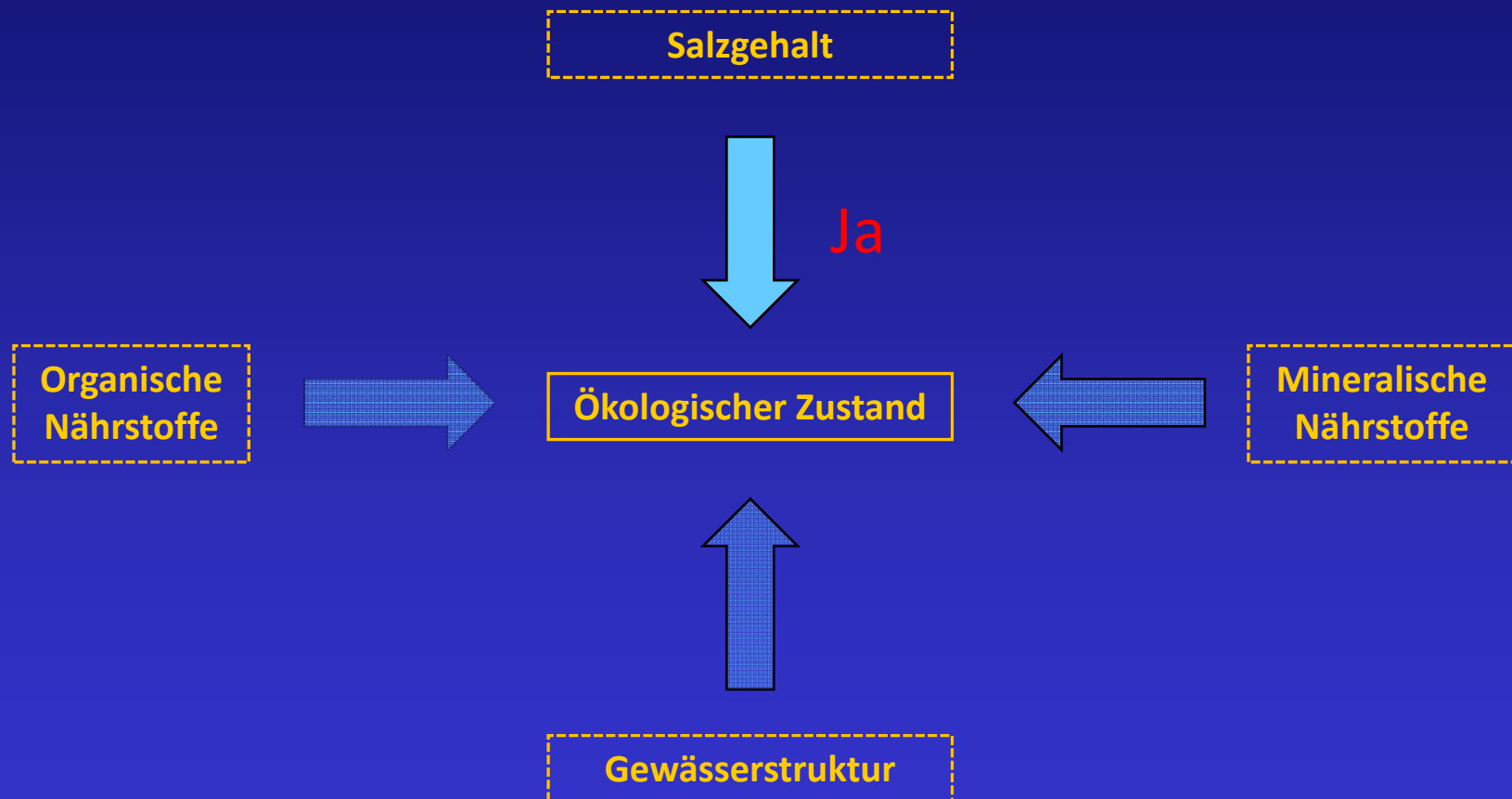
Ordinationsplot Redundanzanalyse



Unterschiede zwischen den Probestellen in salzbelasteter Werra und Referenzstellen wird durch Salzgradient erklärt

1. Starke Degradation der MZB-Lebensgemeinschaft der salzbelasteten Werra trotz Reduktion der Salzeinleitung (Vergleich Referenzstellen inner- und außerhalb Werra)
2. „Schlechter ökologischer Zustand“ des MZB nicht auf Vorschädigung (Wasserkörper) der Werra zurückzuführen
3. Saprobielle Belastung nicht maßgeblich für Unterschiede des ökologischen Zustands des MZB verantwortlich
4. Ergebniss Korrelationsanalysen und Ordinationen zeigen:
  - direkt salzassoziierte Faktoren haben die stärksten Effekte
  - von deutlich untergeordneter Bedeutung sind:
    - Mineralische Nährstoffbelastung
    - Organische Nährstoffbelastung
    - Gewässerstruktur

HAUPTINFLUSSFAKTOREN FÜR „SCHLECHTEN ÖKOLOGISCHEN ZUSTAND“ DES  
MAKROZOOBENTHOS IN DER SALZBELASTETEN WERRA



## Danksagung

---

Vielen Dank für die Bereitstellung und Aufbereitung der  
Daten des EG-WRRL-Monitorings an:

Frau Wyrwa, Herrn Menkens (TLUG)

Frau Dr. Banning, Herrn Dr. Cykrit (HLUG)

Frau Schmidt (TMLNU)

für die Erlaubnis der Datennutzung:

Thüringer Landesanstalt für Umwelt & Geologie

Hessisches Landesamt für Umwelt & Geologie

Dank an die zahlreichen Unterstützer des Gutachtens!