

3. Workshop Gewässerkunde in Lüneburg

am 18. September 2018

Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Stephanie Gudat / Oliver Melzer

NLWKN Hannover Hildesheim

Geschäftsbereich III

Gewässerbewirtschaftung/ Flussgebietsmanagement

Wasserwirtschafts- und Umweltdaten im NLWKN

- Digitale Erfassung



Wasserwirtschafts- und Umweltdaten im NLWKN

- Digitale Erfassung



Wasserwirtschafts- und Umweltdaten im NLWKN

- Digitale Erfassung
- Zentrale Datenhaltung in der Landesdatenbank (LDB)



```

                                0110 1010
                                1000011010100
                                001111101010000
                                10101001001111010
010  11101000010100  010  101010100101011
01   100101011101010  0101 110010100110101001
    1010000101011101  0101010100101000011010100101011  0
    001010111010101010101110011101001111101010000101011101010
    1101010011110100001 1001111010100100111101010010101111101
    00011010100101011101  01101110101010010101110101010101011
    1111101010000101011101  01011110010100110101001111010000101010
    10010011110101001010111110101010100101000011010100101011101010
    11010101001010111010101010101110011101001111101010000101  101
    111100101001101010011110100001010011110101001001111010
    1010100101000011010100101011101010010101110101010010101
1010111001110100111110101000010101110101001011110010100110101
0000101001111010100100111101010010101111010101010010100001101
01110101001010111010101001  01110101010011010111010100101011
    101110101 10101011100  0100  11101010000101011101010010111
    0101001  000101001  001001111010100101011111010101
    0  111010100  10101001010111010101010101011100
                                01110101
                                0101
                                100101001101010011110100001010
                                001010000110101001010111010
                                110100111110101001010
                                101010010011110101001
                                111010101001010111
                                1110101010101011100
                                10100111101000010100
                                101001010111 100
                                101000010100
                                101111010
                                1001

```


Wasserwirtschafts- und Umweltdaten im NLWKN

- Digitale Erfassung
- Zentrale Datenhaltung in der Landesdatenbank (LDB)



Beispiel „Nährstoffe in Fließgewässern“:

Im Zeitraum Jan. 2000 bis Dez. 2017

- mehr als **165.000** Messwerte zu TN und TP
- an mehr als **460** Messstellen

Wasserwirtschafts- und Umweltdaten im NLWKN

- Digitale Erfassung
- Zentrale Datenhaltung
in der Landesdatenbank (LDB)



Die Daten ermöglichen die Beschreibung und Bewertung

- typischer Ausprägungen
 - der zeitlichen Entwicklung (Trends),
 - sowie (natürlich) der aktuellen Situation
- hinsichtlich der Nährstoffgehalte in Fließgewässern.

Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Gliederung

**Nährstoffe:
Parameter und Bewertung**

**Die Summenparameter
„TN“ und „TP“**

Aktuelle Nährstoffsituation

Zeitliche Aspekte

- Jahresgänge
- Langjährige Trends



Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Gliederung



**Nährstoffe:
Parameter und Bewertung**

**Die Summenparameter
„TN“ und „TP“**

Aktuelle Nährstoffsituation

Zeitliche Aspekte

- Jahresgänge
- Langjährige Trends



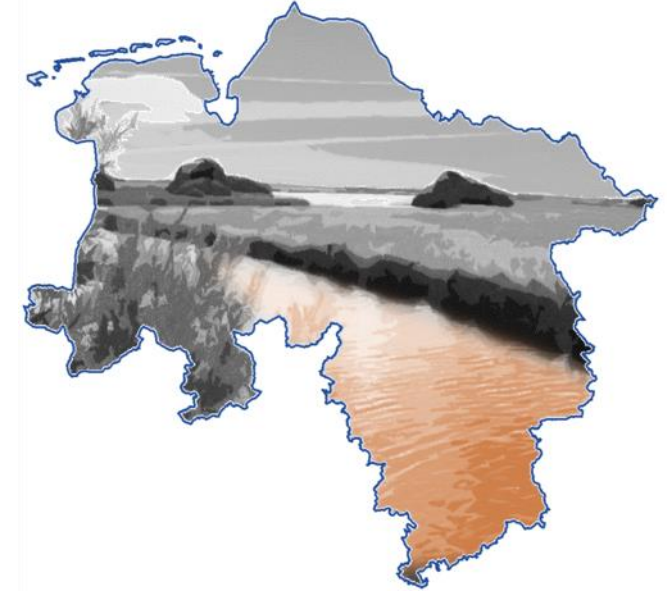
Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?



Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Grundsätzlich

sind Nährstoffe natürlich kein Problem.
Ohne sie gäbe es kein Leben / Wachstum!



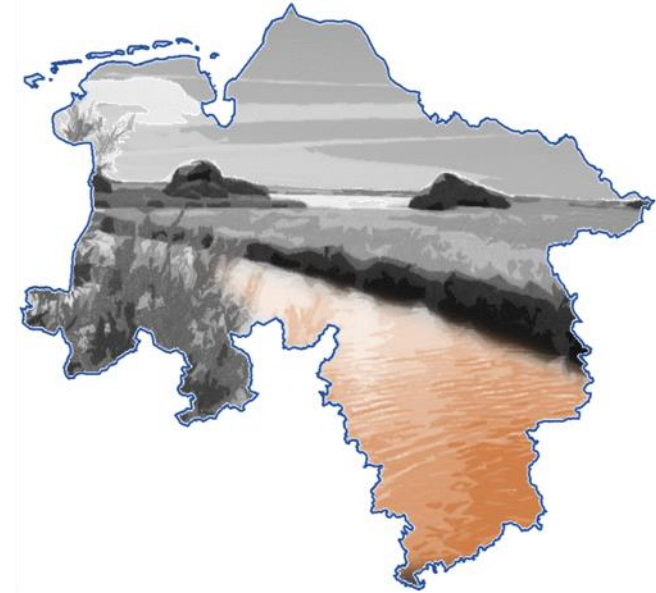
Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Grundsätzlich

sind Nährstoffe natürlich kein Problem.
Ohne sie gäbe es kein Leben / Wachstum!

Aber:

In den aktuell vorkommenden Mengen stellen sie durchaus ein großes Problem dar.
Dies gilt bereits seit mehreren Jahrzehnten!



Nährstoffe beeinflussen die Populationen der Lebewesen
und somit die Artengemeinschaften maßgeblich.

Relevante Nährstoff-Parameter

In Süßwasser-Ökosystemen:

Insbesondere **Phosphor** ($\text{oPO}_4\text{-P}$ und TP)

⇒ *Phosphor gilt als limitierender Faktor der Primärproduktion*

Stickstoff-Verbindungen sind demgegenüber als Nährstoffe untergeordnet, können jedoch u.U. toxisch für die Gewässerfauna sein (v.a. Ammoniak und Nitrit)!



In tidebeeinflussten und marinen Ökosystemen:

Insbesondere **Stickstoff** (TN) als eutrophierender Faktor



Relevante Nährstoff-Parameter



Dennoch:

**TN wird auch in den Fließgewässern
genauestens beobachtet!**



Relevante Nährstoff-Parameter



Die Stickstoff-Einträge kommen zu großen Teilen aus dem Binnenland!

Daher:

Übertragung des Ziels auf die Gewässer des Binnenlandes (Empfehlung der LAWA)

Bewertung nach Oberfläche Nährstoffbelastung (OGewV 2016)



Kennzeichnend für den guten ökologischen Zustand:

- $\text{oPO}_4\text{-P}$: je nach Gewässertyp 0,05 mg/l bis 0,1 mg/l
- TP: je nach Gewässertyp 0,1 mg/l bis 0,3 mg/l
- *N-Verbindungen:* *abgeleitet u.a. vor dem Hintergrund der Toxizität*
- TN: 2,8 mg/l niedersachsenweit, (Ziel des Küstenschutzes!)



Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Gliederung



Nährstoffe: Parameter und Bewertung

Die Summenparameter
„TN“ und „TP“

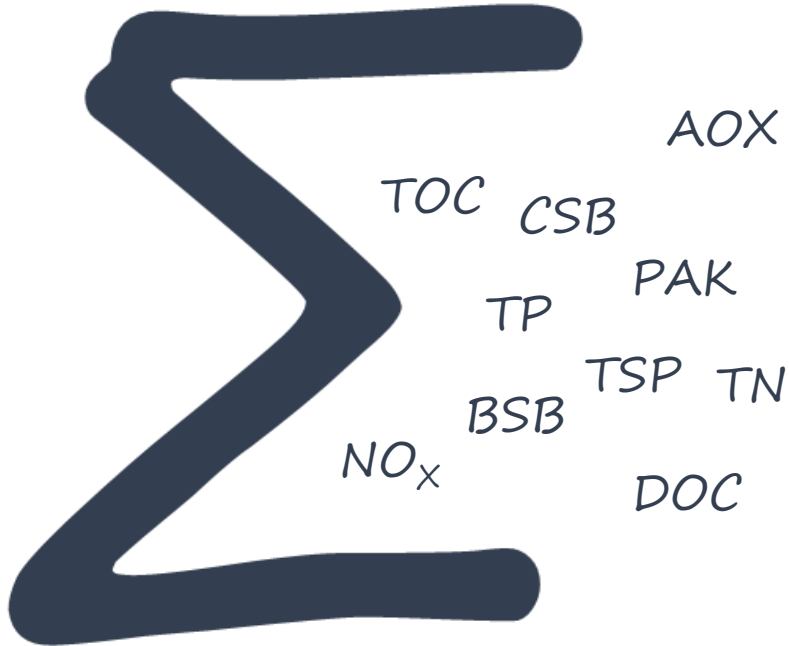
Aktuelle Nährstoffsituation

Zeitliche Aspekte

- Jahresgänge
- Langjährige Trends



Was sind Summenparameter?



Ein **Summenparameter** fasst eine (oder mehrere) Stoffgruppen zusammen.

Der Vorteil besteht in der relativ einfachen gesamthaften Erfassung und Angabe von Stoffen in Umweltproben.

(nach Wikipedia)

TN als Summenparameter

TN = „total nitrogen“ → Summe des **Stickstoffs** aller Stickstoffverbindungen

weitere

Nitrat
(NO_3^-)

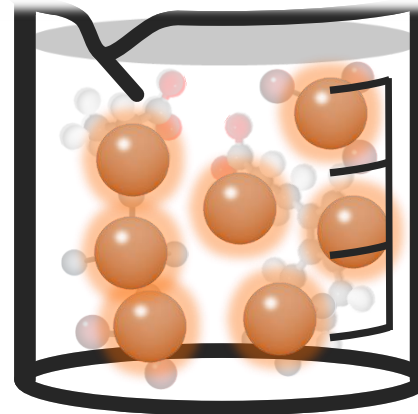
TN: Summe der Gewichtsanteile des Stickstoffs

Organisch (DON)
„dissolved
organic nitrogen“

Huminsäuren

Humin-
säuren

Amino-
säuren



Nitrit
(NO_2^-)

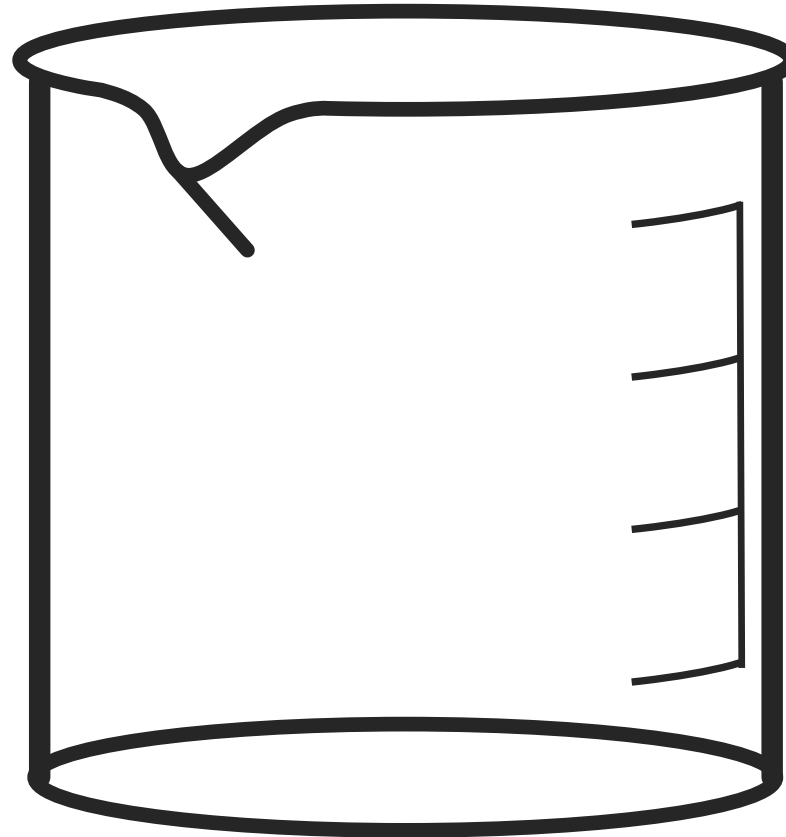
Ammonium
(NH_4^+)

Ammoniak
(NH_3)

Anorganisch

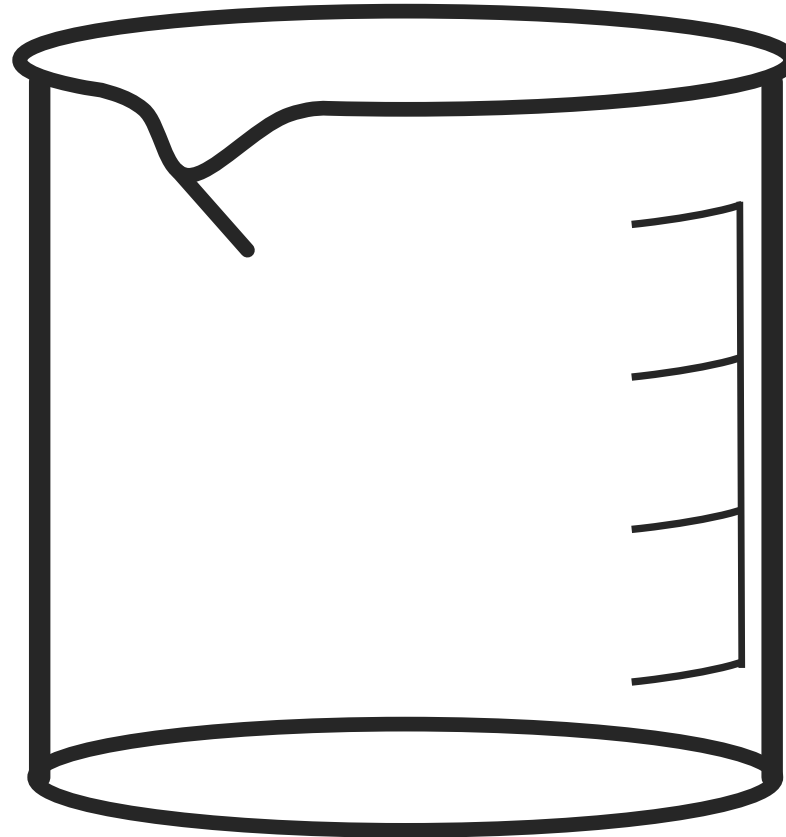
TN als Summenparameter

- Durchschnittliche Anteile der Fraktionen in einer niedersächsischen Gewässerprobe -



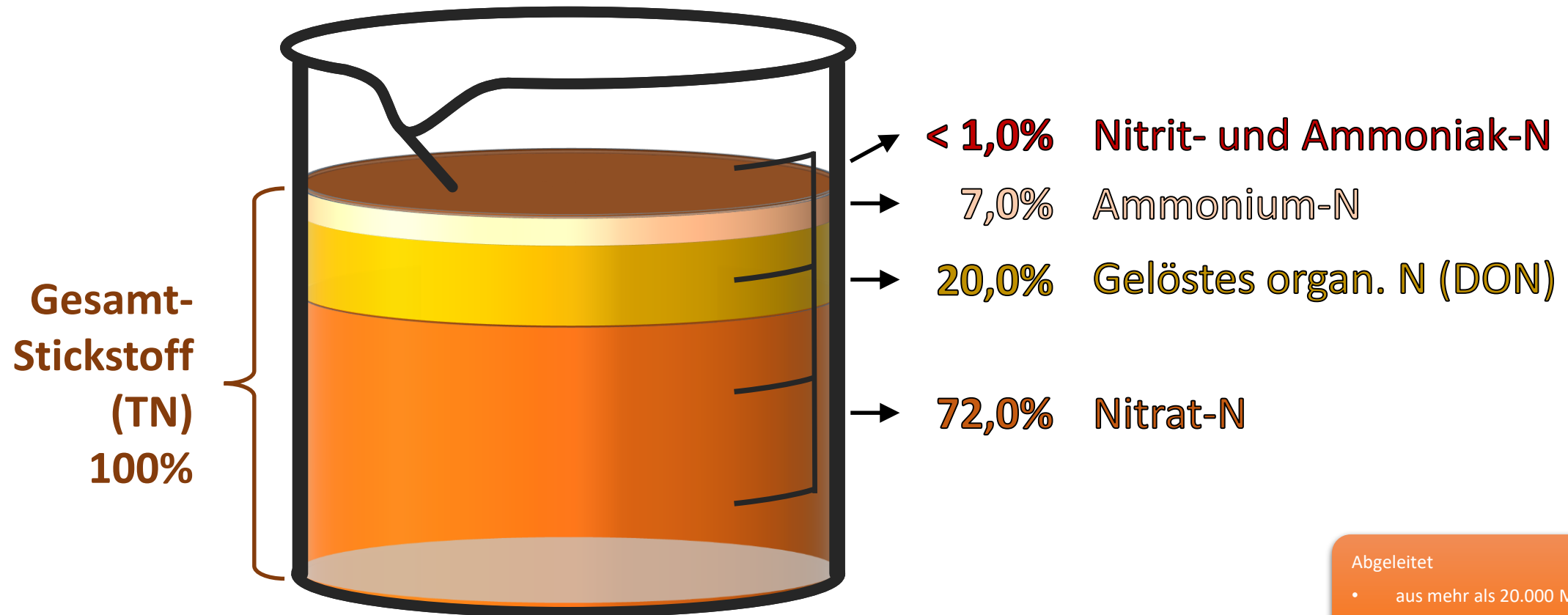
TN als Summenparameter

- Durchschnittliche Anteile der Fraktionen in einer niedersächsischen Gewässerprobe -



TN als Summenparameter

- Durchschnittliche Anteile der Fraktionen in einer niedersächsischen Gewässerprobe -



Abgeleitet

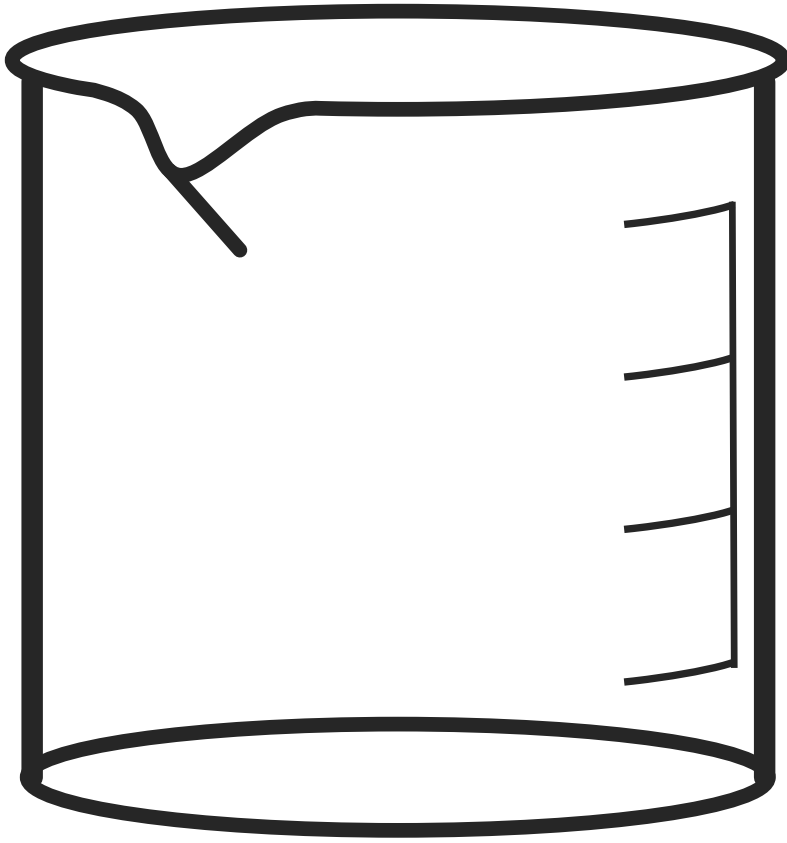
- aus mehr als 20.000 Messungen
- an 378 Messstellen
- für den Zeitraum 2012 bis 2016

TP als Summenparameter

TP = „total phosphorus“ → Summe des **Phosphors** aller Phosphorverbindungen

TP als Summenparameter

Phosphor kommt in der Natur überwiegend in Form von Phosphaten vor.

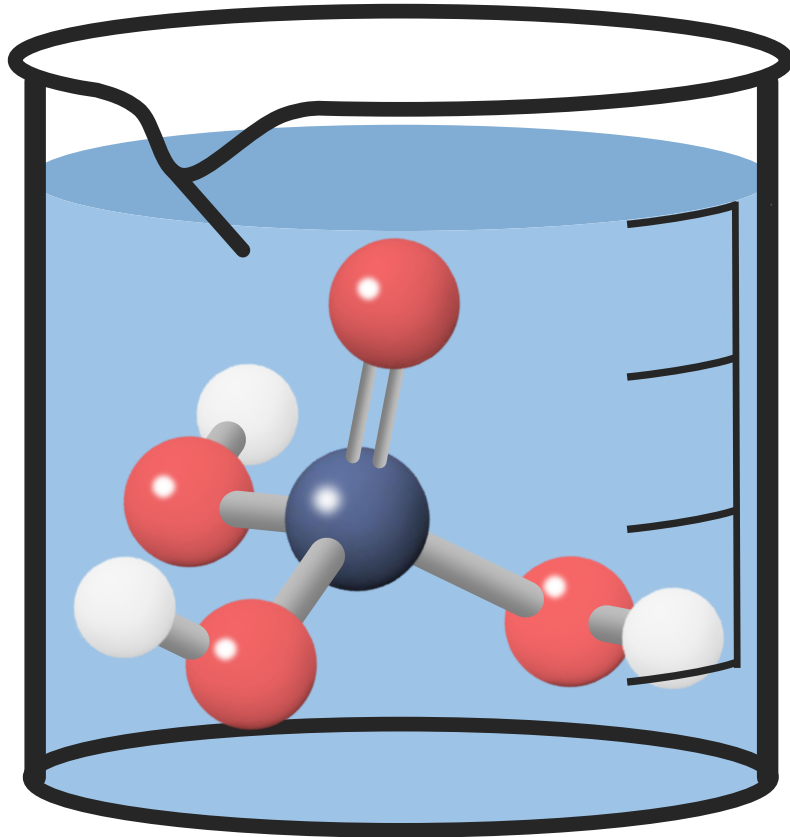


Phosphate

→ Verbindungen mit dem „Säurerest“ der Ortho-Phosphor-Säure

TP als Summenparameter

Phosphor kommt in der Natur überwiegend in Form von Phosphaten vor.



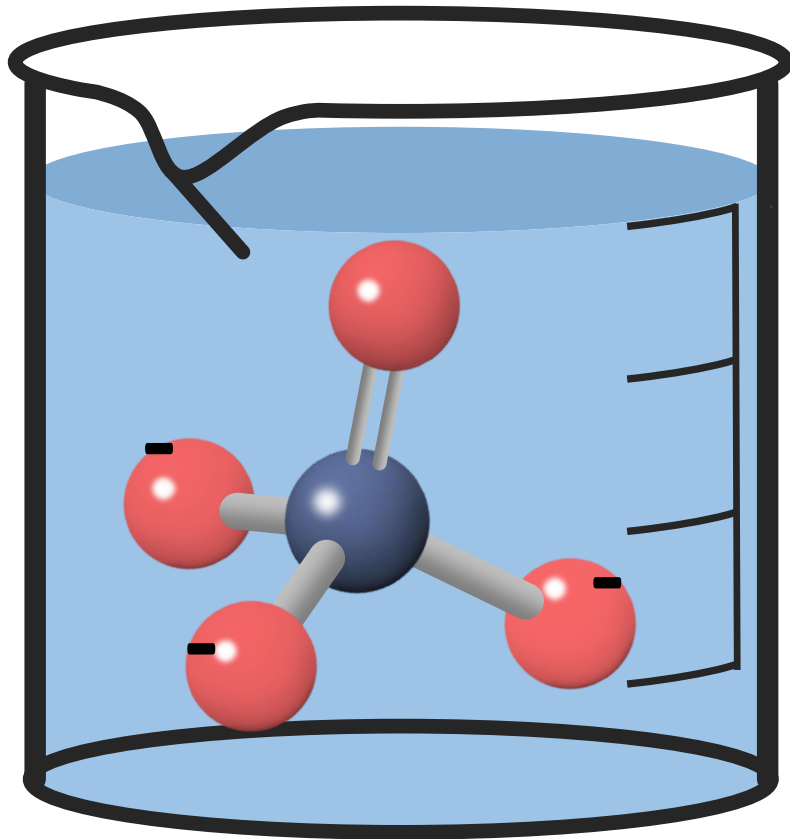
Phosphate

→ Verbindungen mit dem „Säurerest“ der Ortho-Phosphor-Säure



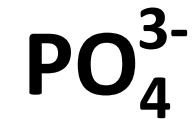
TP als Summenparameter

Phosphor kommt in der Natur überwiegend in Form von Phosphaten vor.



Phosphate

→ Verbindungen mit dem „Säurerest“ der Ortho-Phosphor-Säure



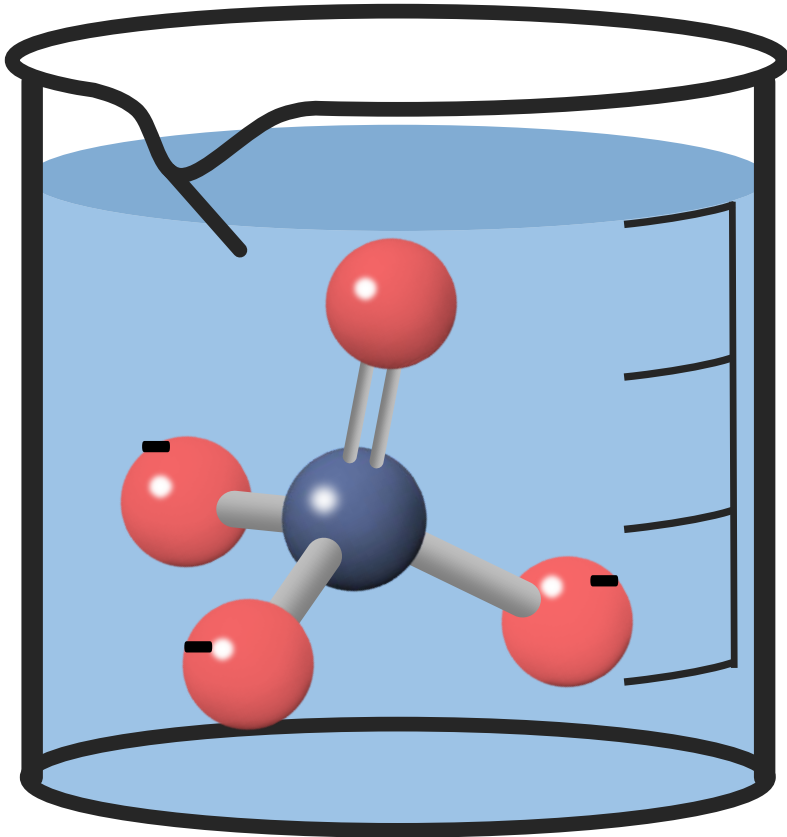
Hinsichtlich der Funktion von Phosphor als *Nährstoff* werden die P-Fractionen in Gewässern unterschieden durch die

- tatsächliche bzw.
- potenzielle Bioverfügbarkeit

TP als Summenparameter

Überwiegende „Arten“ von Phosphaten in Gewässern:

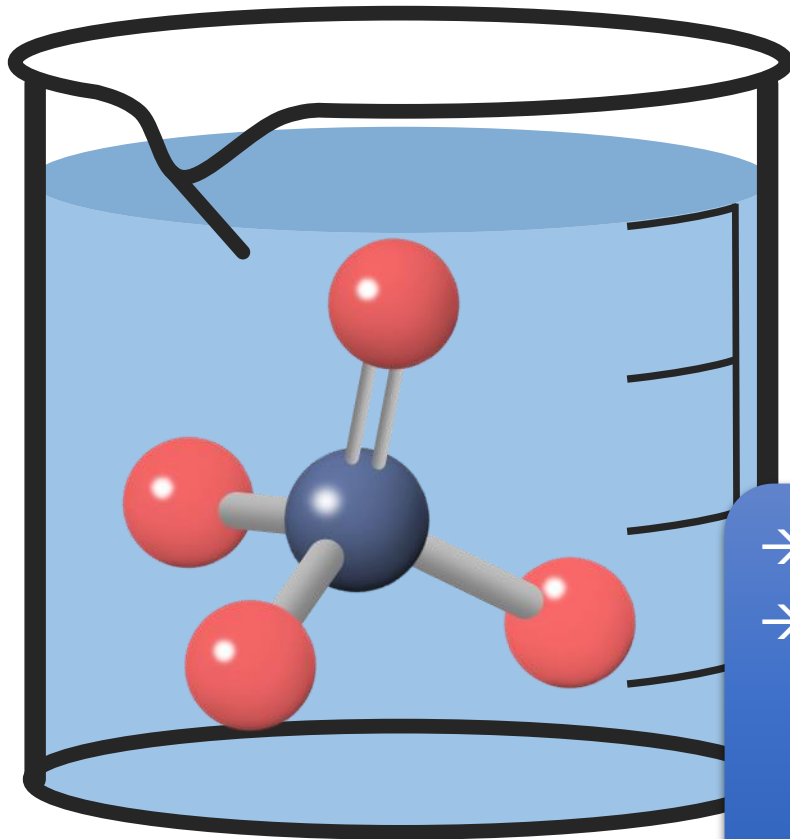
- „freie“ Phosphat-Ionen (kurz **Orthophosphat** bzw. oPO_4^{3-})



- Im Wasser gelöst
- Sehr hohe, sofortige Bioverfügbarkeit
- Wird von den Primärproduzenten (Algen) sehr schnell aufgenommen

TP als Summenparameter

Überwiegende „Arten“ von Phosphaten in Gewässern:

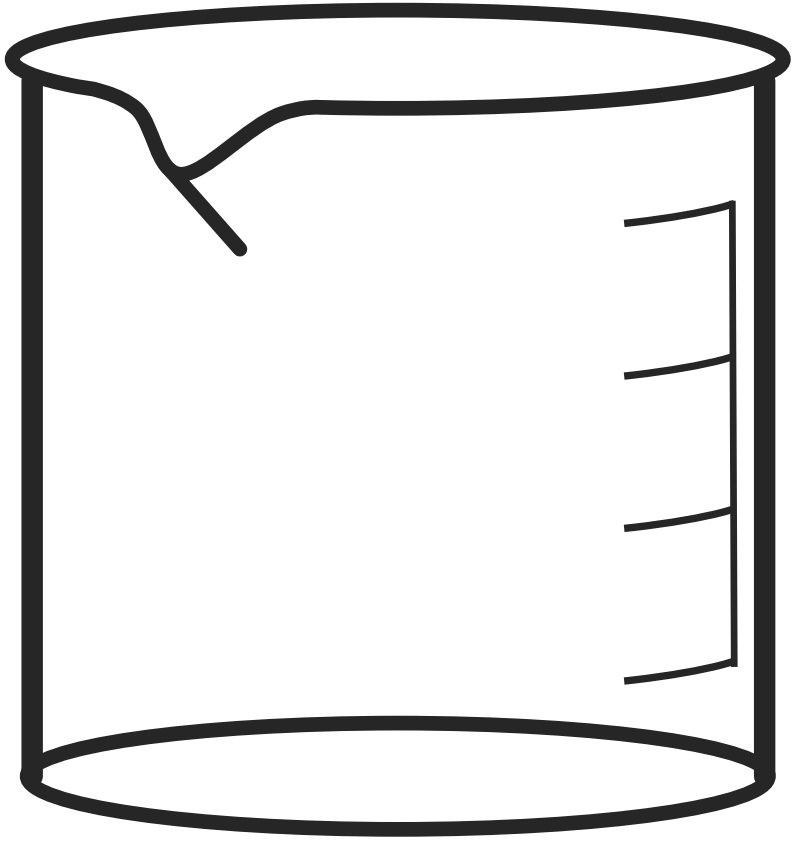


- „freie“ Phosphat-Ionen (kurz **Orthophosphat** bzw. oPO_4^{3-})
- ungelöste Salze (z.B. Calcium-, Eisen-, Aluminiumphosphate)
- Partikulär oder mineralisch gebundene Phosphate
- Ungelöste Ester (Organophosphate), Poly- und Cyclo-Phosphate, z.T. biologisch fixierte (in Organismen enthaltenen) Phosphate

- Schwer löslich oder fest gebunden, somit nicht direkt bioverfügbar
- Allerdings können unter bestimmten Bedingungen die Phosphat-Ionen „freigesetzt“ und damit bioverfügbar werden, z.B. bei:
- Änderungen insbesondere des pH-Werts und der Sauerstoffverhältnisse
 - der Zersetzung von Organismen

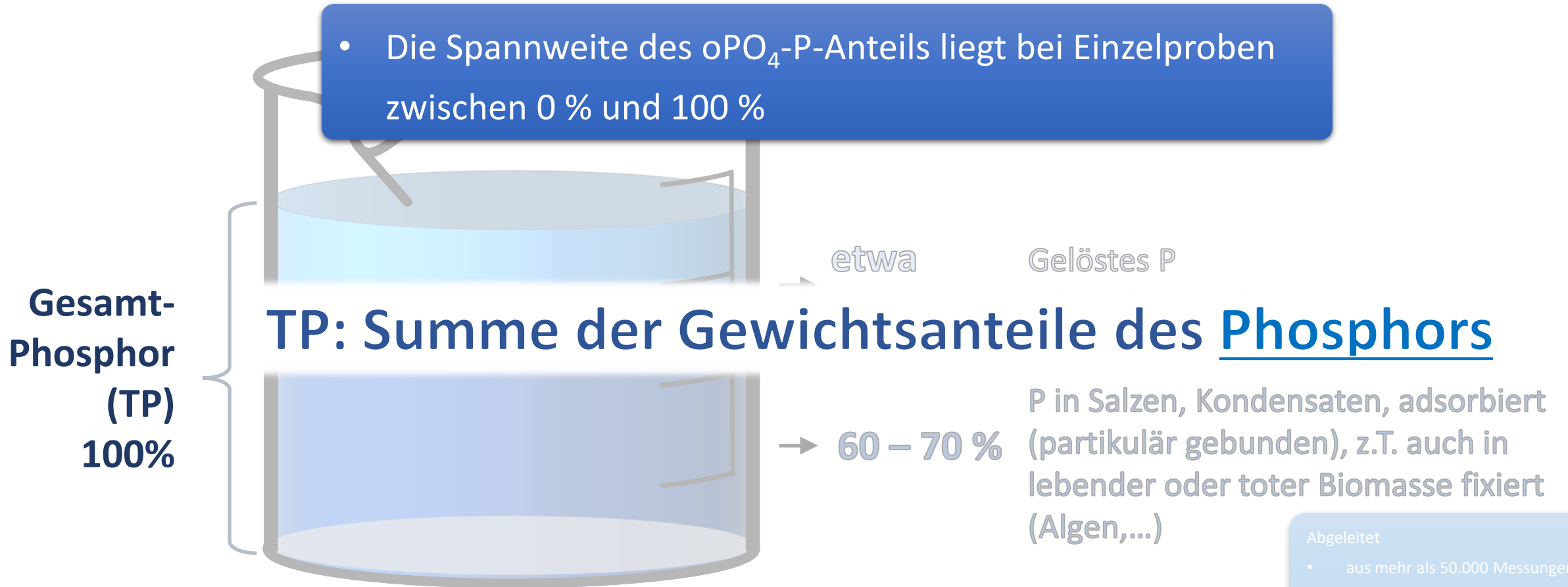
TP als Summenparameter

- Durchschnittliche Anteile der Fraktionen in einer niedersächsischen Gewässerprobe -



TP als Summenparameter

- Durchschnittliche Anteile der Fraktionen in einer niedersächsischen Gewässerprobe -



Abgeleitet

- aus mehr als 50.000 Messungen
- an mehr als 400 Messstellen
- für den Zeitraum 2005 bis 2016

Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Gliederung

Nährstoffe:
Parameter und Bewertung



**Die Summenparameter
„TN“ und „TP“**

Aktuelle Nährstoffsituation

Zeitliche Aspekte

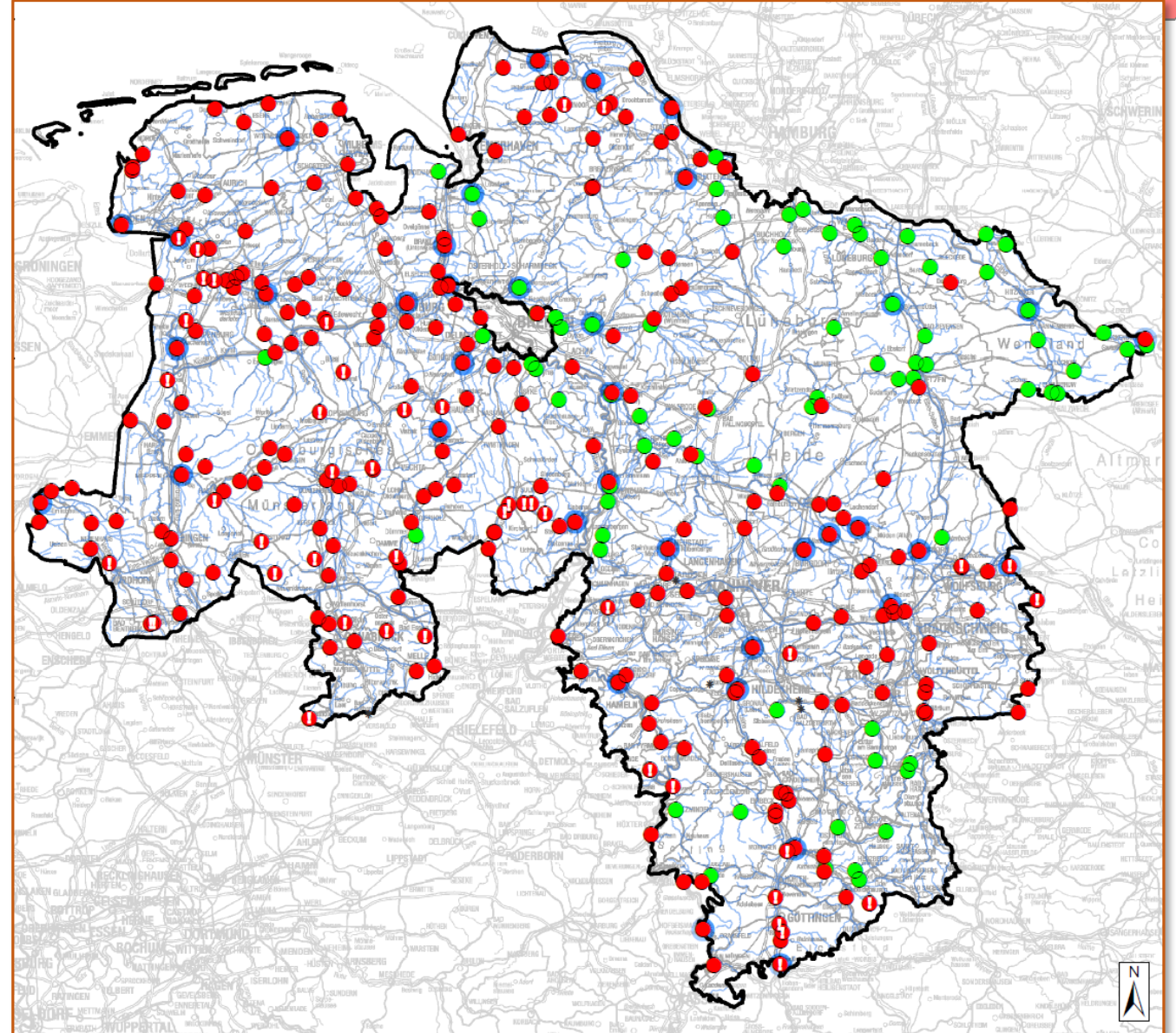
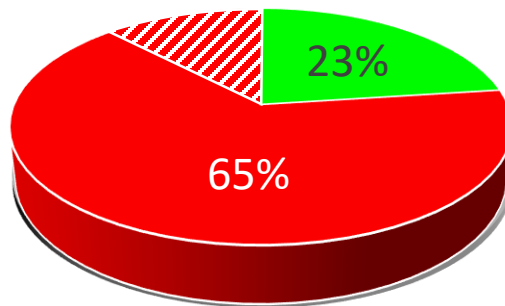
- Jahresgänge
- Langjährige Trends



Gesamtstickstoff (TN) in 2016: Abgleich mit dem Bewirtschaftungs- ziel (§14 OGewV) von 2,8 mg/l

- Wert eingehalten ($\leq 2,8$ mg/l)
- Wert überschritten ($> 2,8$ mg TN/l)
- ! Wert mindestens 2-fach überschritten ($> 5,6$ mg TN/l)

Mindestens 2-fach:
12%



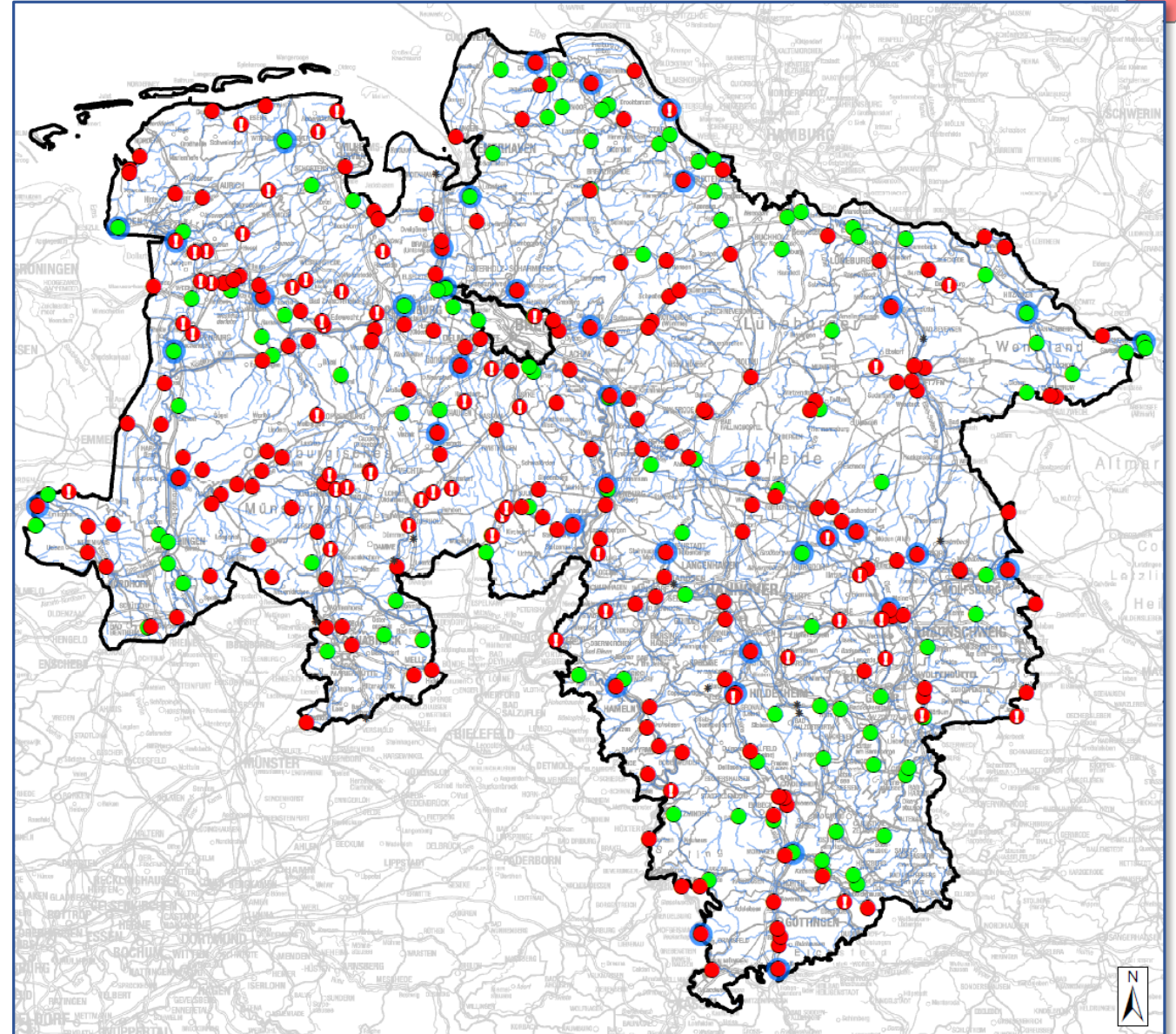
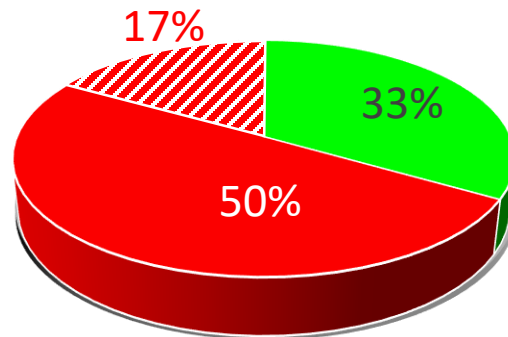
Gesamtphosphor (TP) in 2016: Abgleich mit den Orientierungswerten lt. Anlage 7 OGewV (2016)

- Orientierungswert eingehalten
- Orientierungswert überschritten
- ! Orientierungswert mindestens 2-fach überschritten

Der Orientierungswert für TP richtet sich nach dem Gewässertyp. Er liegt bei

- 0,3 mg/l für Marschgewässer
- 0,15 mg/l für organisch geprägte Gewässer
- 0,1 mg/l für alle übrigen Gewässer

Mindestens 2-fach:



Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Gliederung

Nährstoffe:
Parameter und Bewertung

Die Summenparameter
„TN“ und „TP“

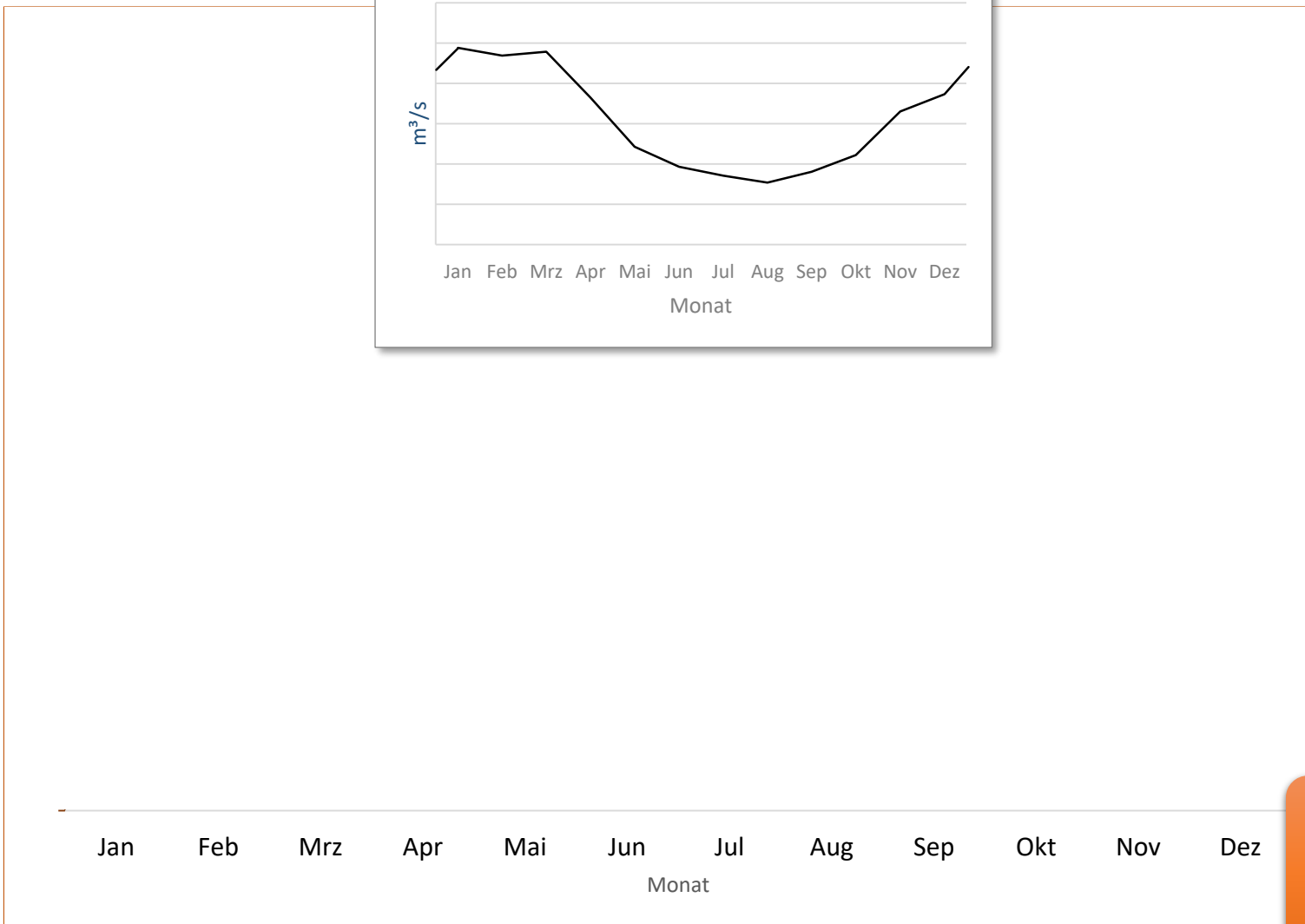
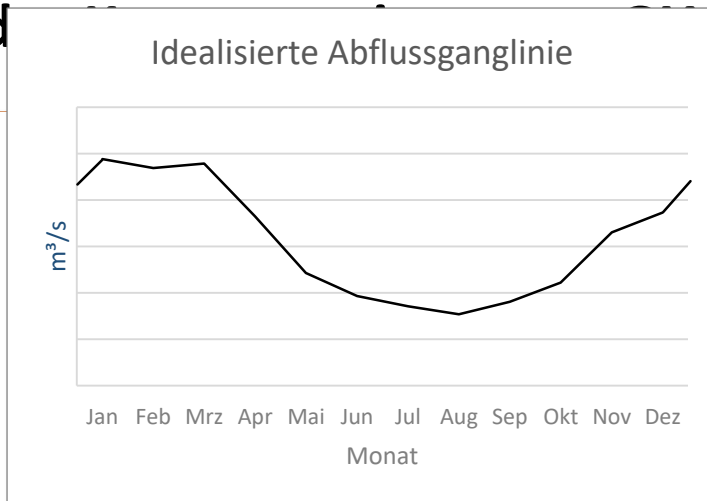
► Aktuelle Nährstoffsituation

Zeitliche Aspekte

- Jahresgänge der Nährstoffkonzentrationen
- Langjährige Trends



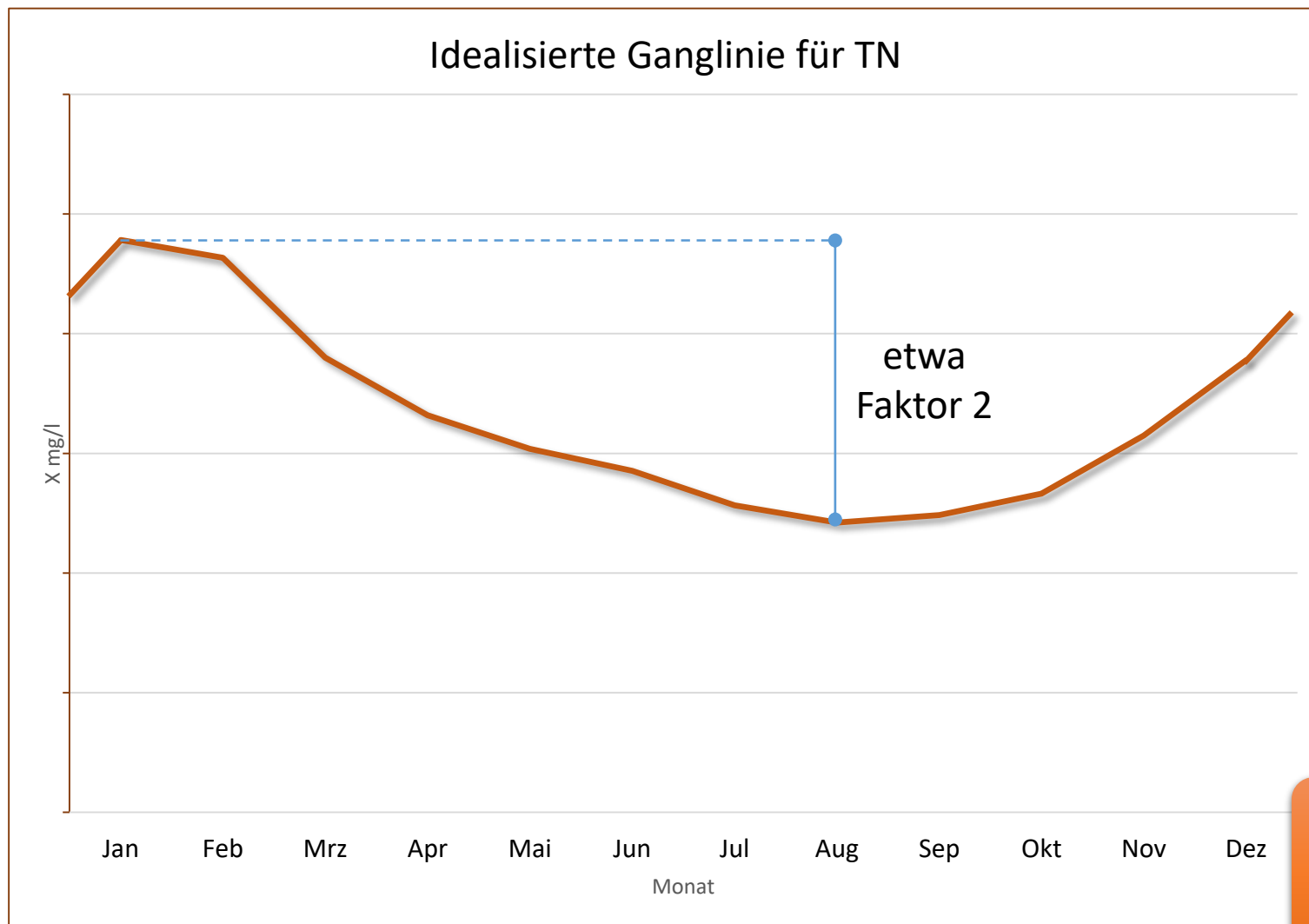
Zeitlicher Verlauf d... -Messstellen: **TN**



Abgeleitet

- aus mehr als 20.000 Messwerten
- an 378 Messstellen
- für den Zeitraum 2012 bis 2016

Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen an OW-Messstellen: **TN**

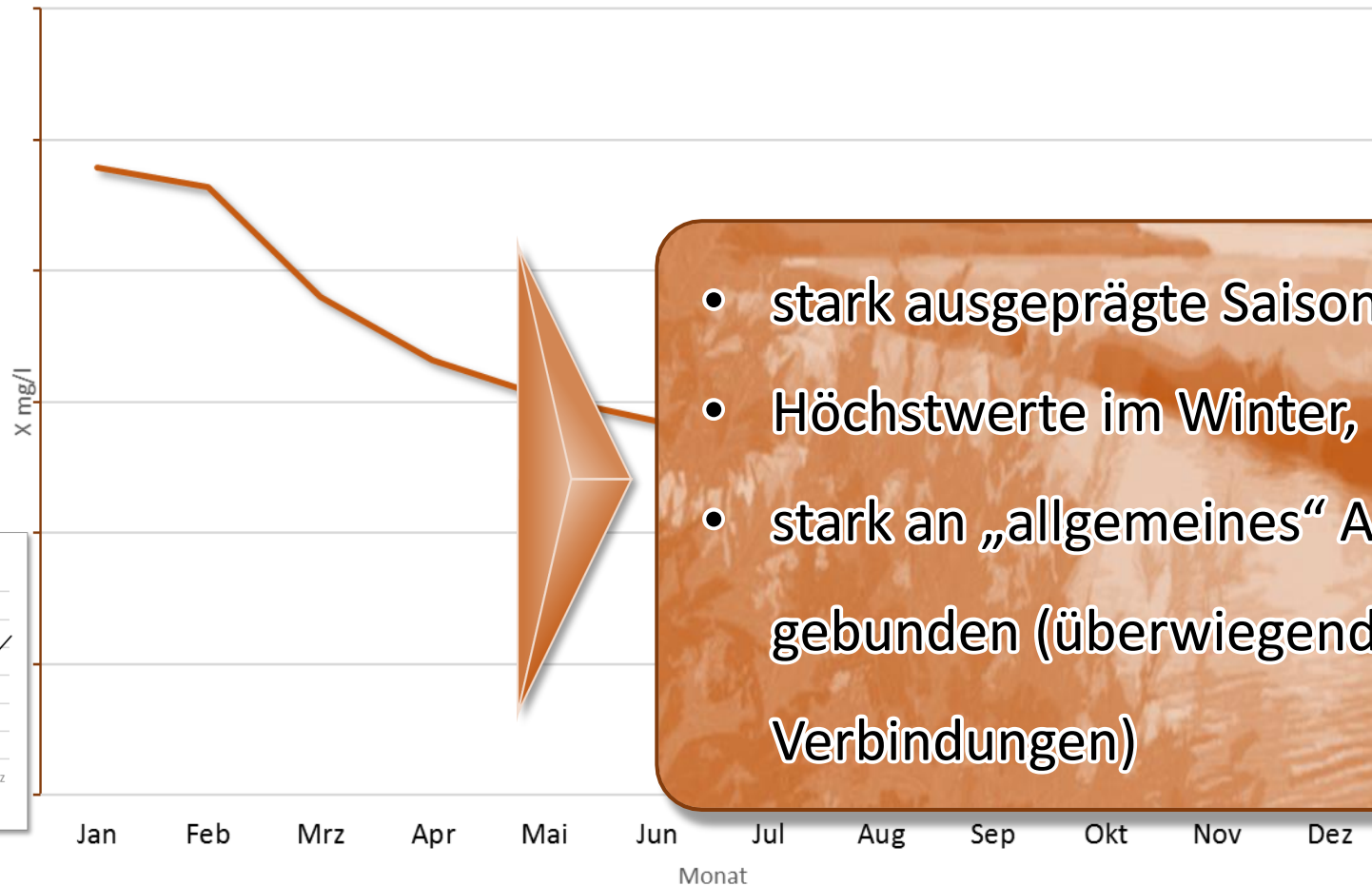


Abgeleitet

- aus mehr als 20.000 Messwerten
- an 378 Messstellen
- für den Zeitraum 2012 bis 2016

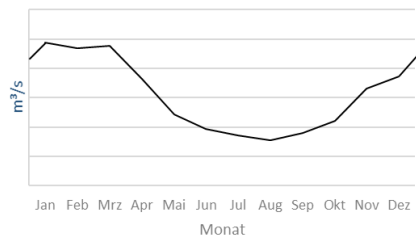
Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen an OW-Messstellen: **TN**

"Idealtypische" Ganglinie für TN



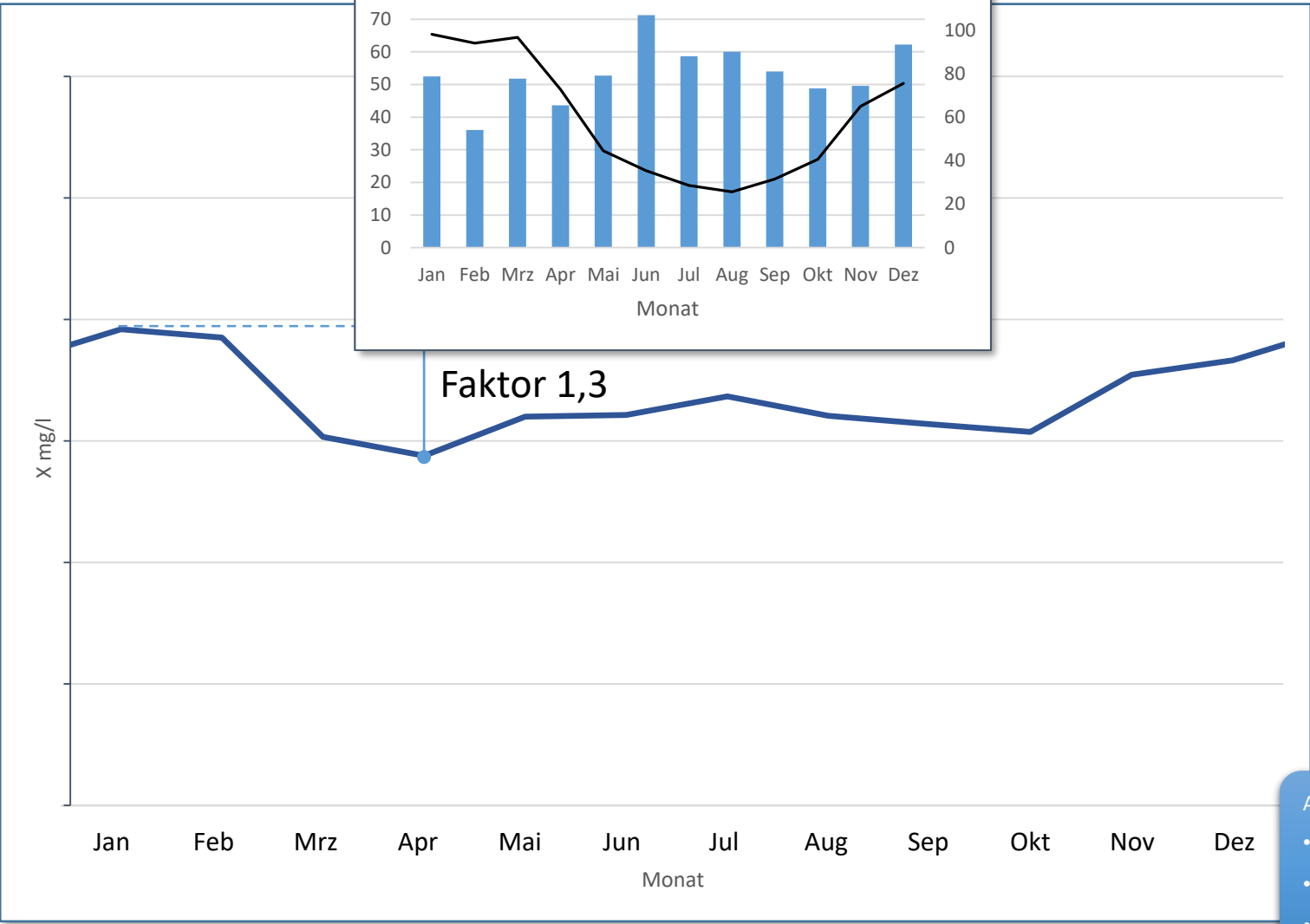
- stark ausgeprägte Saisonalität
- Höchstwerte im Winter, insbes. im Januar
- stark an „allgemeines“ Abflussgeschehen gebunden (überwiegend gelöste Verbindungen)

Idealisierte Abflussganglinie



Zeitlicher Verlauf

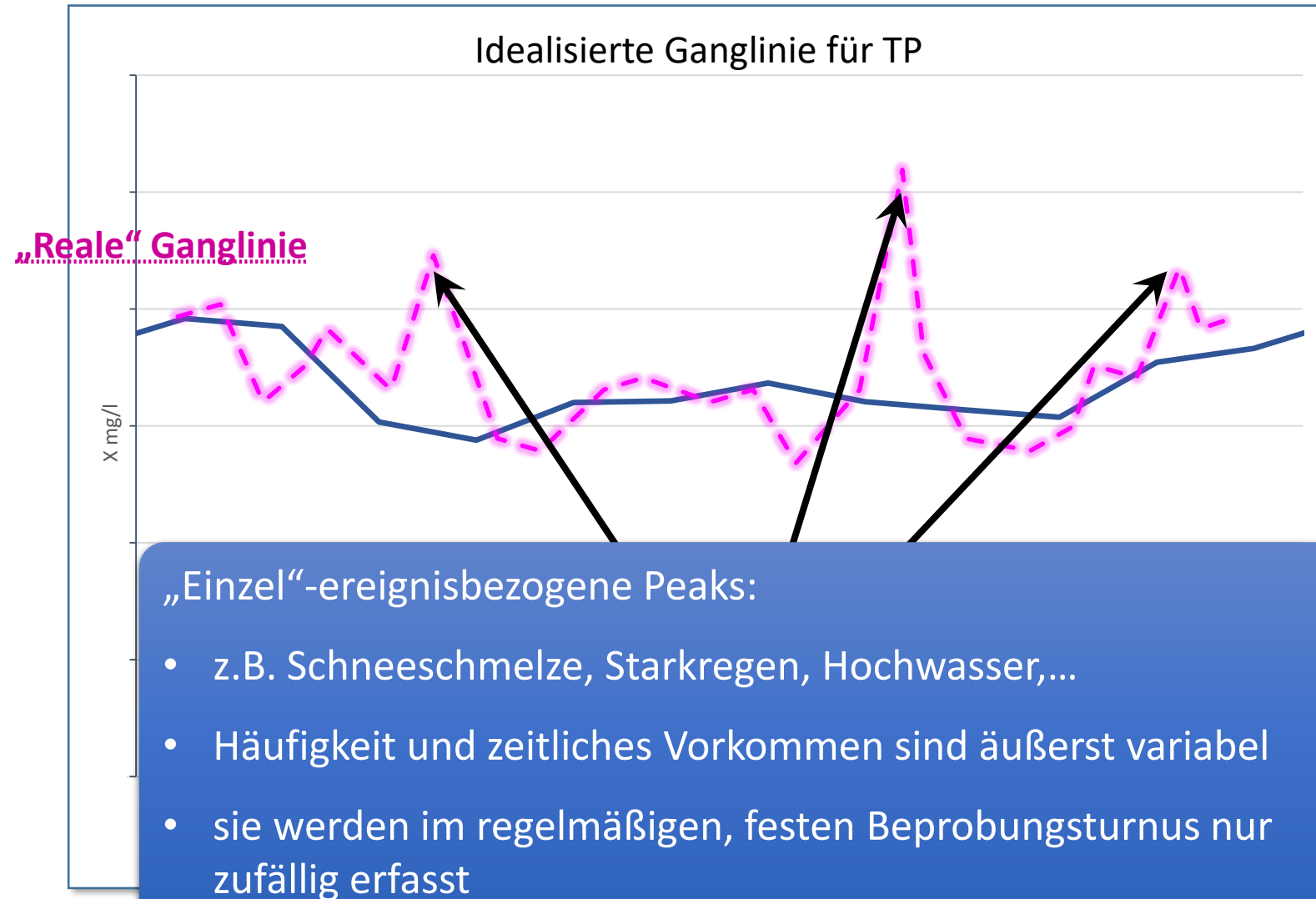
-Messstellen: TP



Abgeleitet

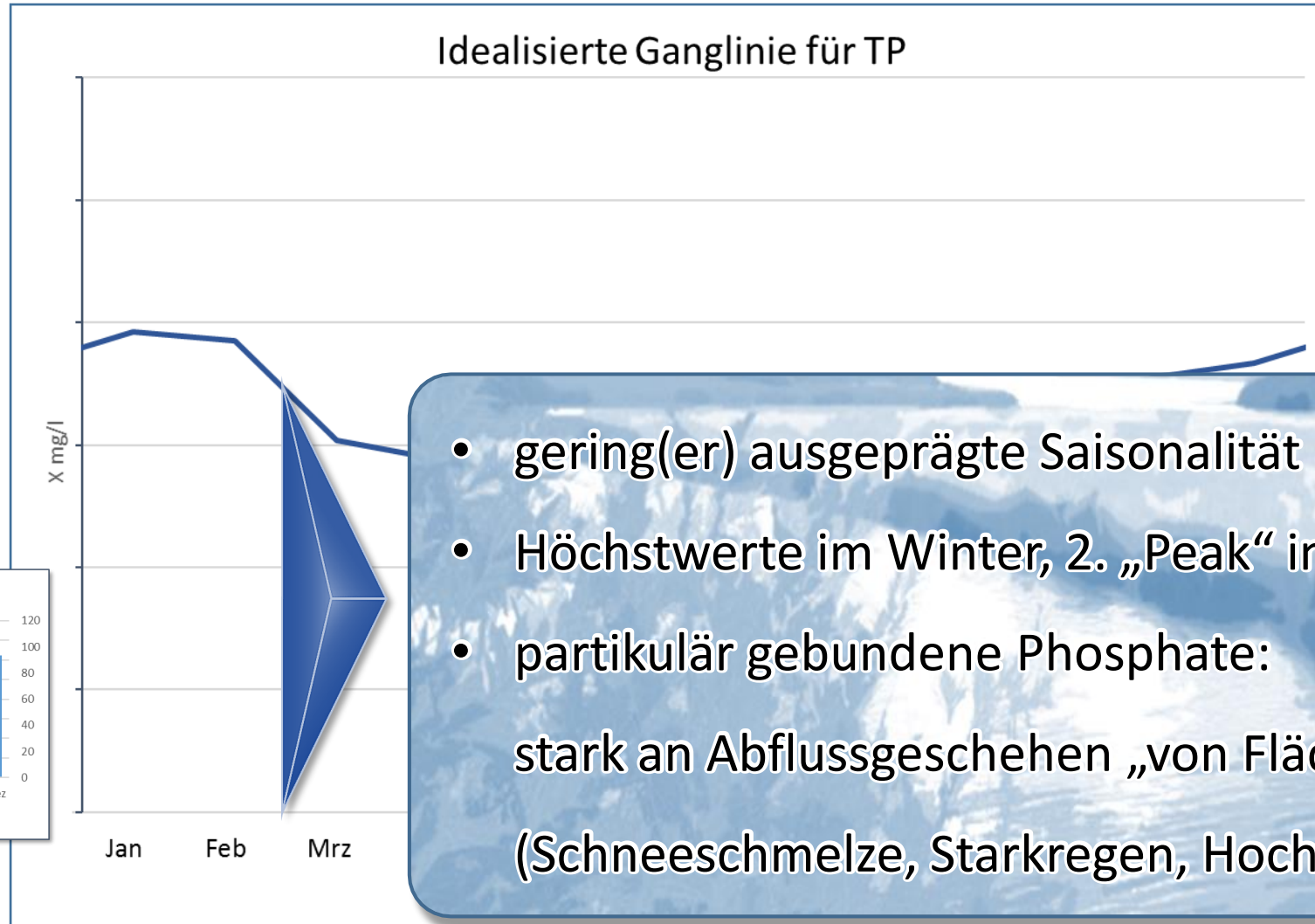
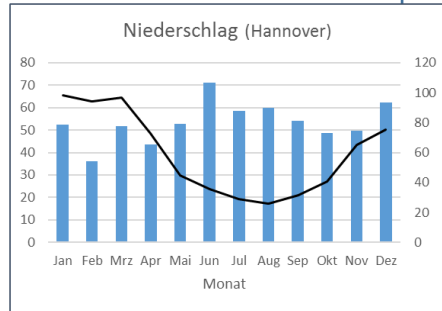
- aus fast 20.000 Messwerten
- an 323 Messstellen
- für den Zeitraum 2012 bis 2016

Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen an OW-Messstellen: TP



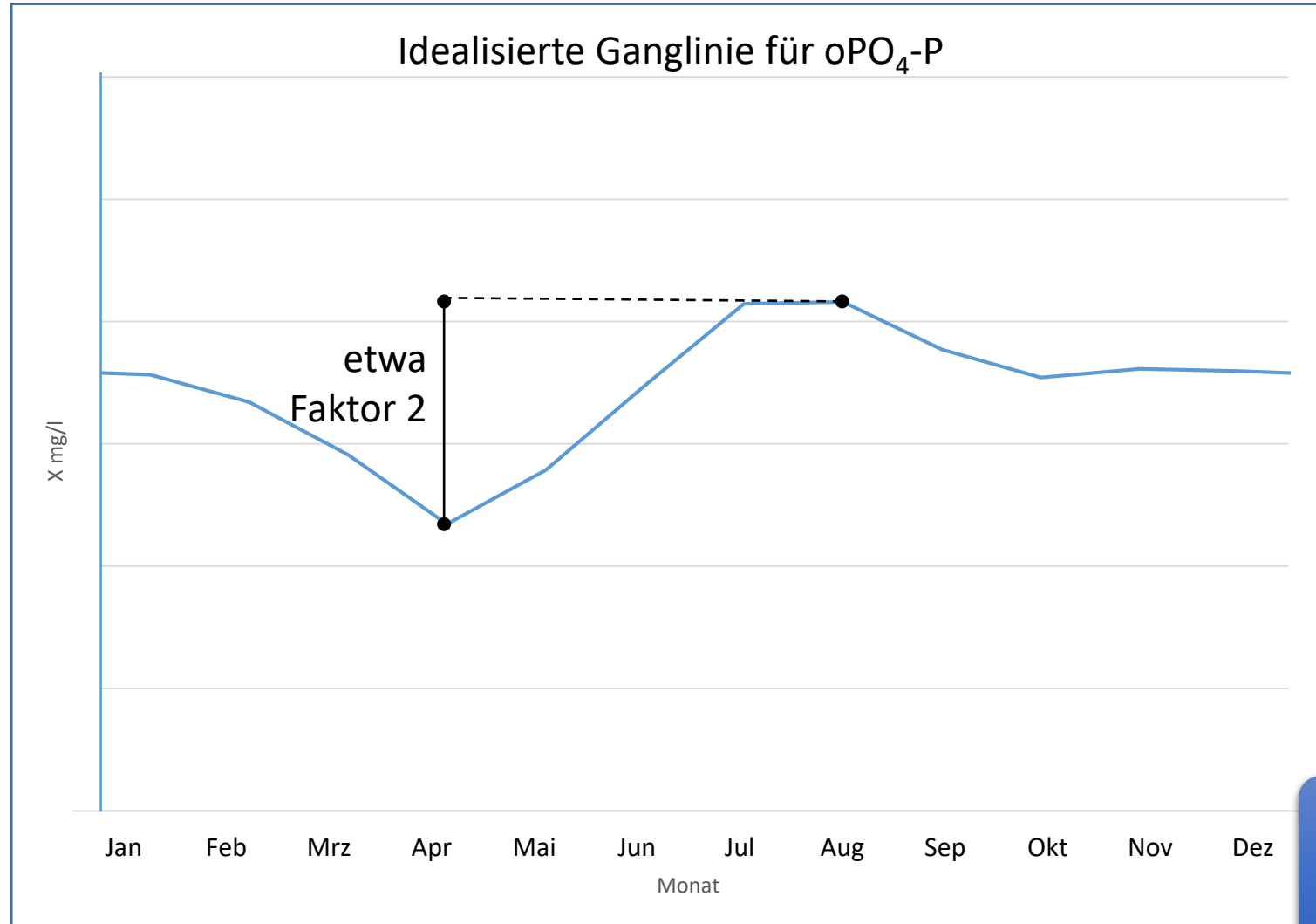
eleitet
aus fast 20.000 Messwerten
an 323 Messstellen
für den Zeitraum 2012 bis 2016

Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen an OW-Messstellen: TP



- gering(er) ausgeprägte Saisonalität
- Höchstwerte im Winter, 2. „Peak“ im Sommer
- partikulär gebundene Phosphate:
stark an Abflussgeschehen „von Flächen“ gebunden
(Schneesmelze, Starkregen, Hochwasser,...)

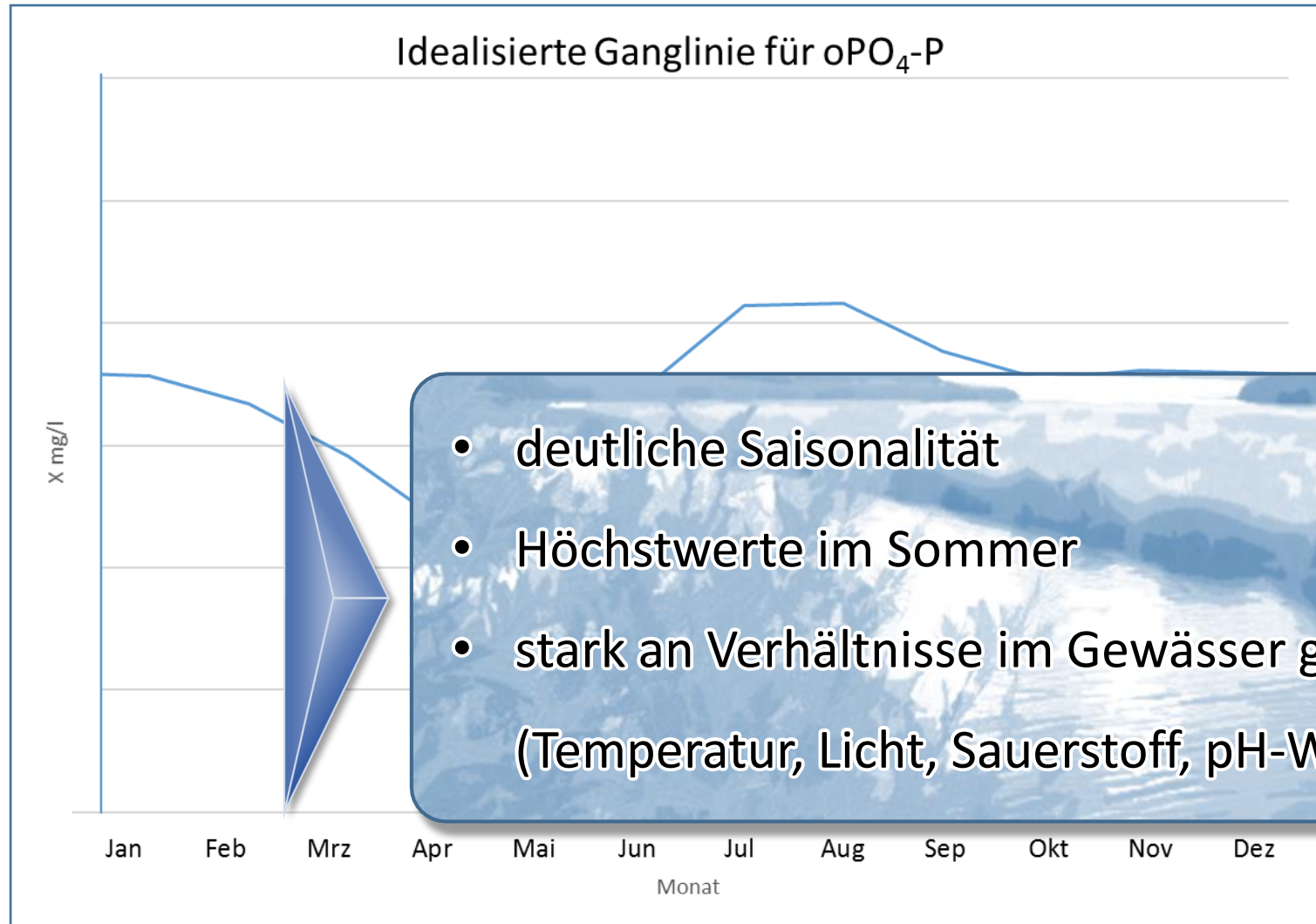
Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen an OW-Messstellen: $\text{oPO}_4\text{-P}$



Abgeleitet

- aus mehr als 23.000 Messwerten
- an 189 Messstellen
- für den Zeitraum 2006 bis 2017

Zeitlicher Verlauf der Konzentrationen an OW-Messstellen: $\text{oPO}_4\text{-P}$



- deutliche Saisonalität
- Höchstwerte im Sommer
- stark an Verhältnisse im Gewässer gekoppelt
(Temperatur, Licht, Sauerstoff, pH-Wert,...)

Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Gliederung

Nährstoffe:
Parameter und Bewertung

Die Summenparameter
„TN“ und „TP“

Aktuelle Nährstoffsituation

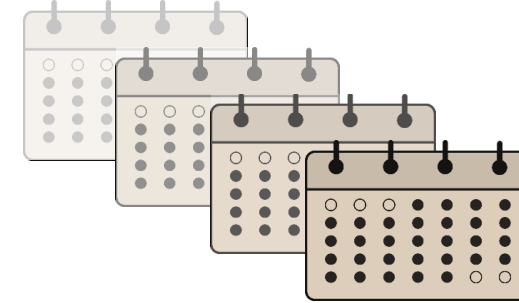
Zeitliche Aspekte

- Jahresgänge der Nährstoffkonzentrationen
- Langjährige Trends



Abschätzung langjähriger Trends für TN und TP

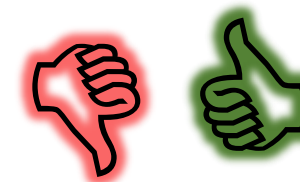
Zeitraum: 2003 bis 2016 (14 Jahre)



Kombination der statistischen Verfahren nach

- MANN-KENDALL
- COX-STUART

Die Verfahren erlauben nur Aussagen dazu, ob ein Trend vorliegt und über die Richtung (steigend oder fallend).

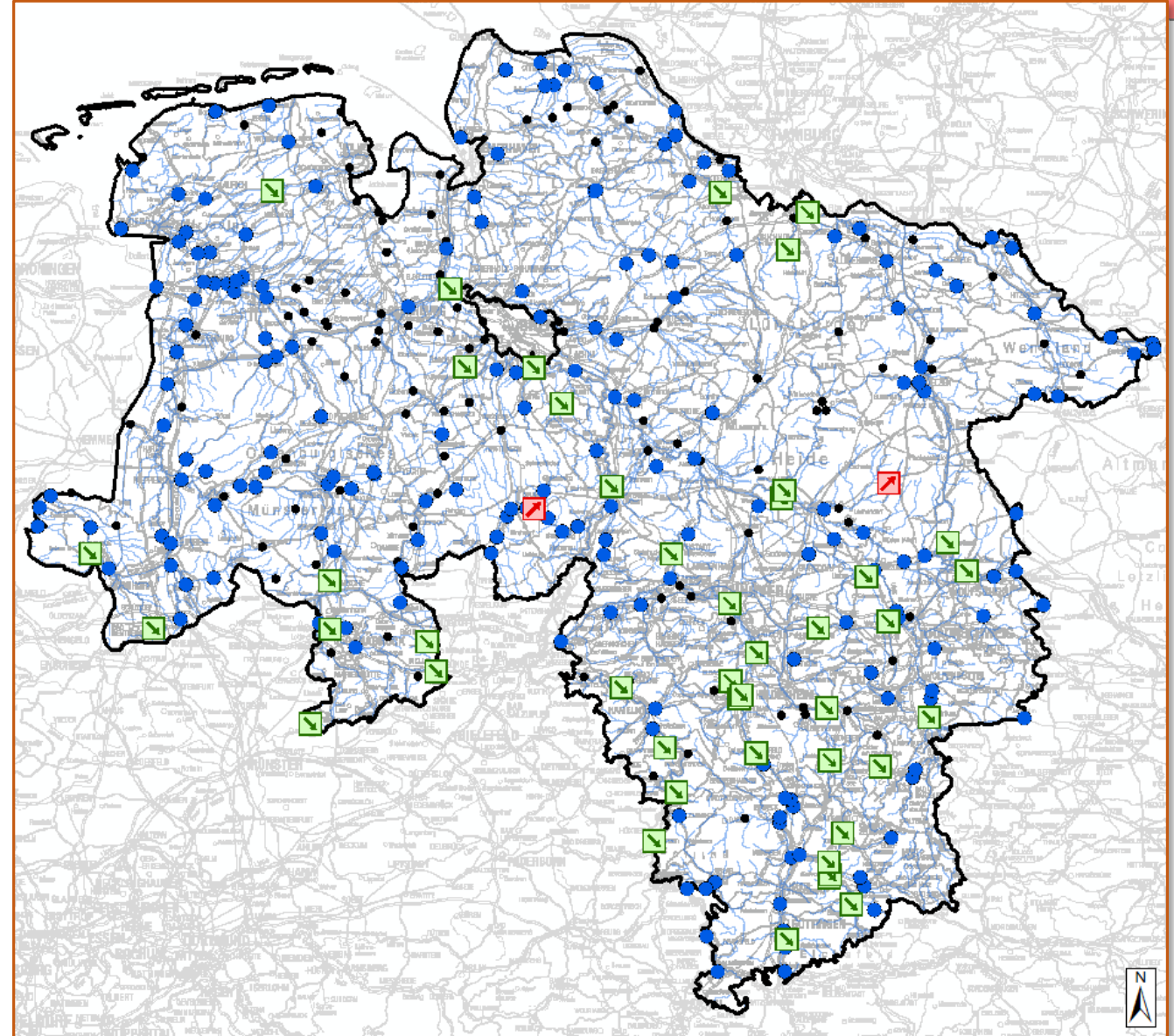


Sie erlauben keine Aussagen zur **Stärke** eines Trends (z.B. „stark steigend“ oder „schwach fallend“)



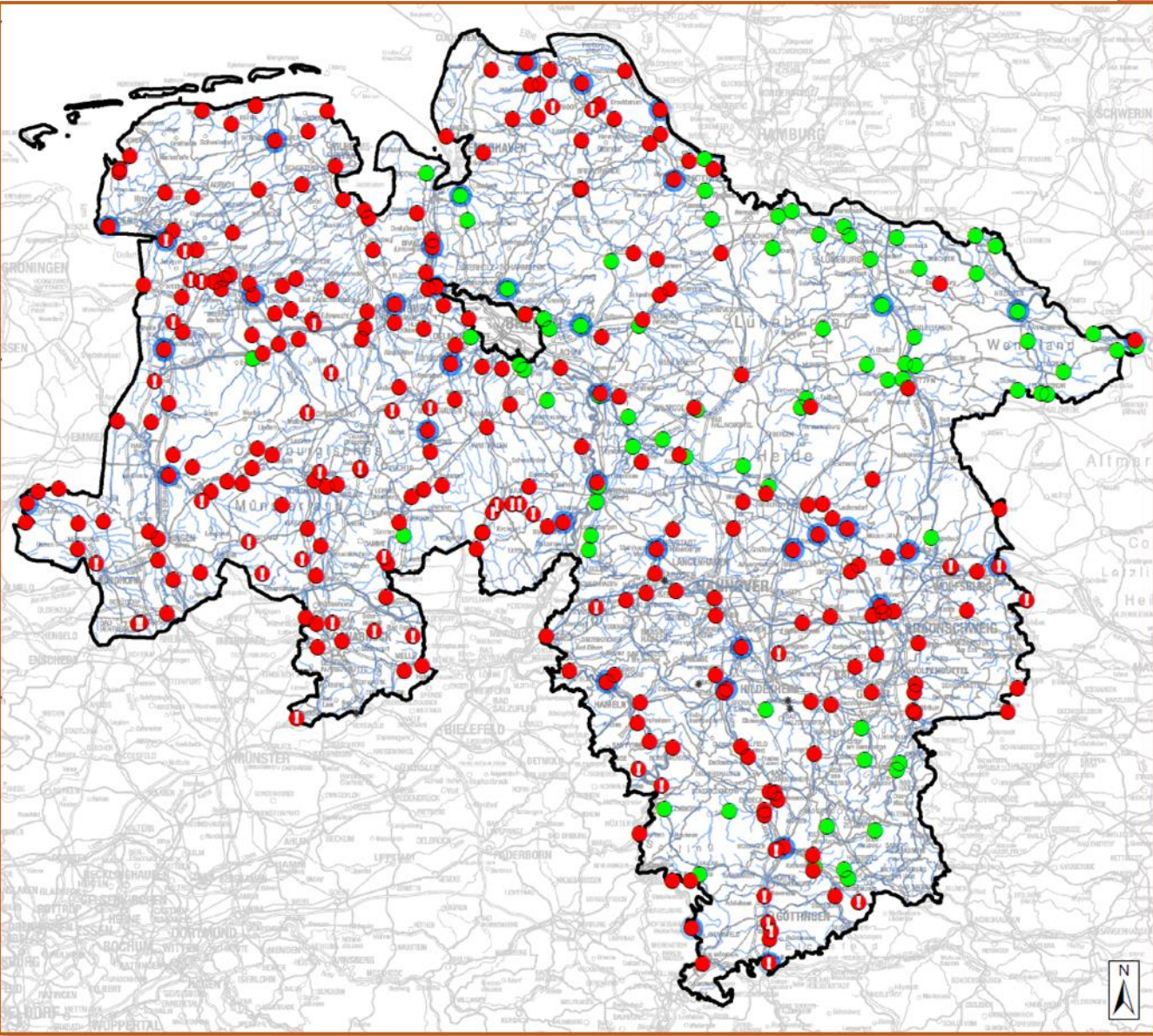
Ergebnisse der Trendtests für TN im Zeitraum 2003 bis 2016

	Anzahl
 Fallender Trend	44
 kein Trend	197
 steigender Trend	2
<u>berechnet:</u>	<u>243</u>
 Nicht berechnet	118



Ergebnisse der Trendtests für **TN** im Zeitraum 2003 bis 2016

	Anzahl
 Fallender Trend	44
 kein Trend	197
 steigender Trend	2
<u>berechnet:</u>	<u>243</u>
 Nicht berechnet	118



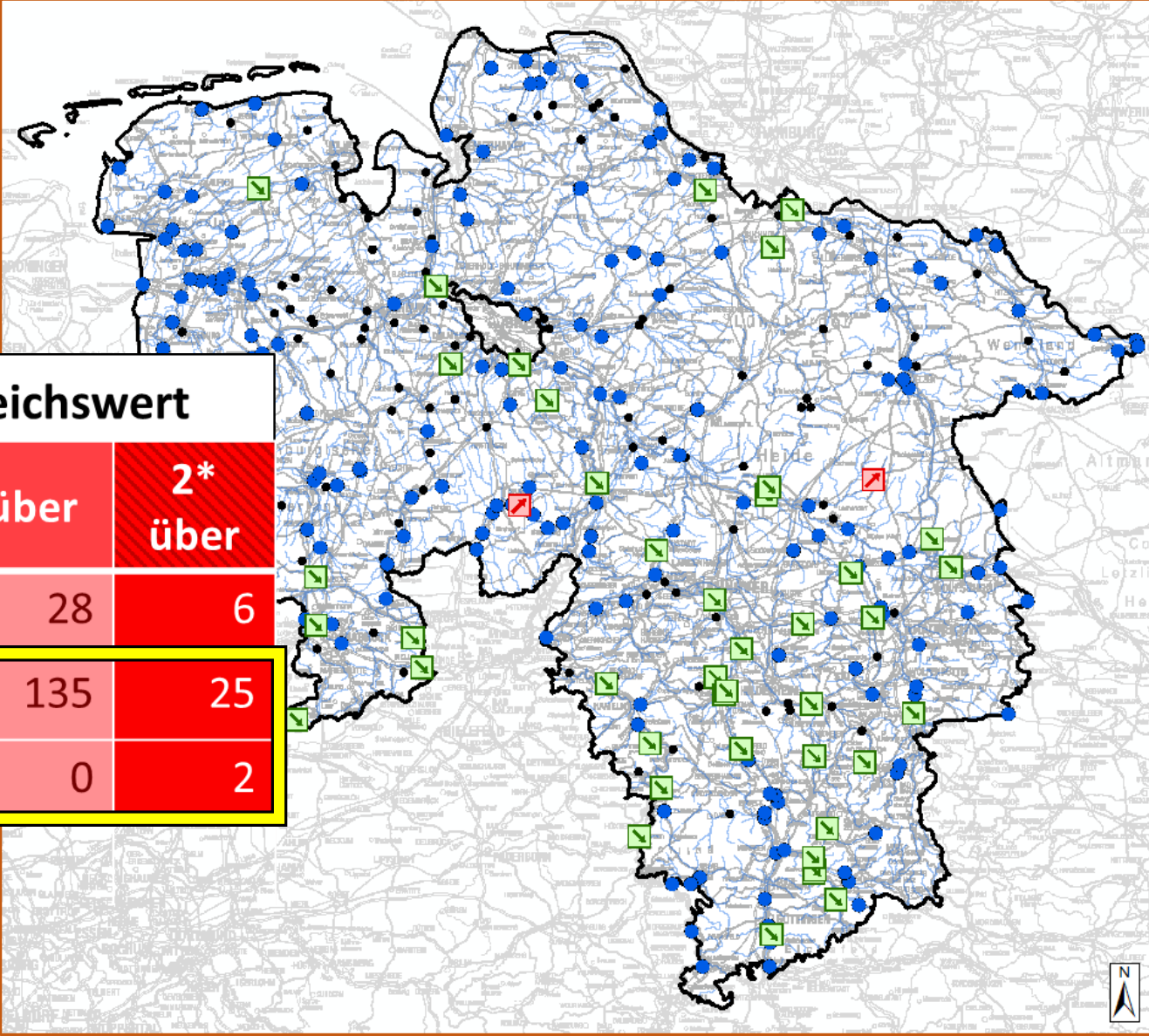
Ergebnisse der Trendtests für **TN** im Zeitraum 2003 bis 2016

-  Fallender Trend
-  kein Trend
-  steigender Trend
- berechnet:
-  Nicht berechnet

Vergleichswert			
Anzahl	ok	über	2* über
44	10	28	6
197	37	135	25
2	0	0	2

243

118



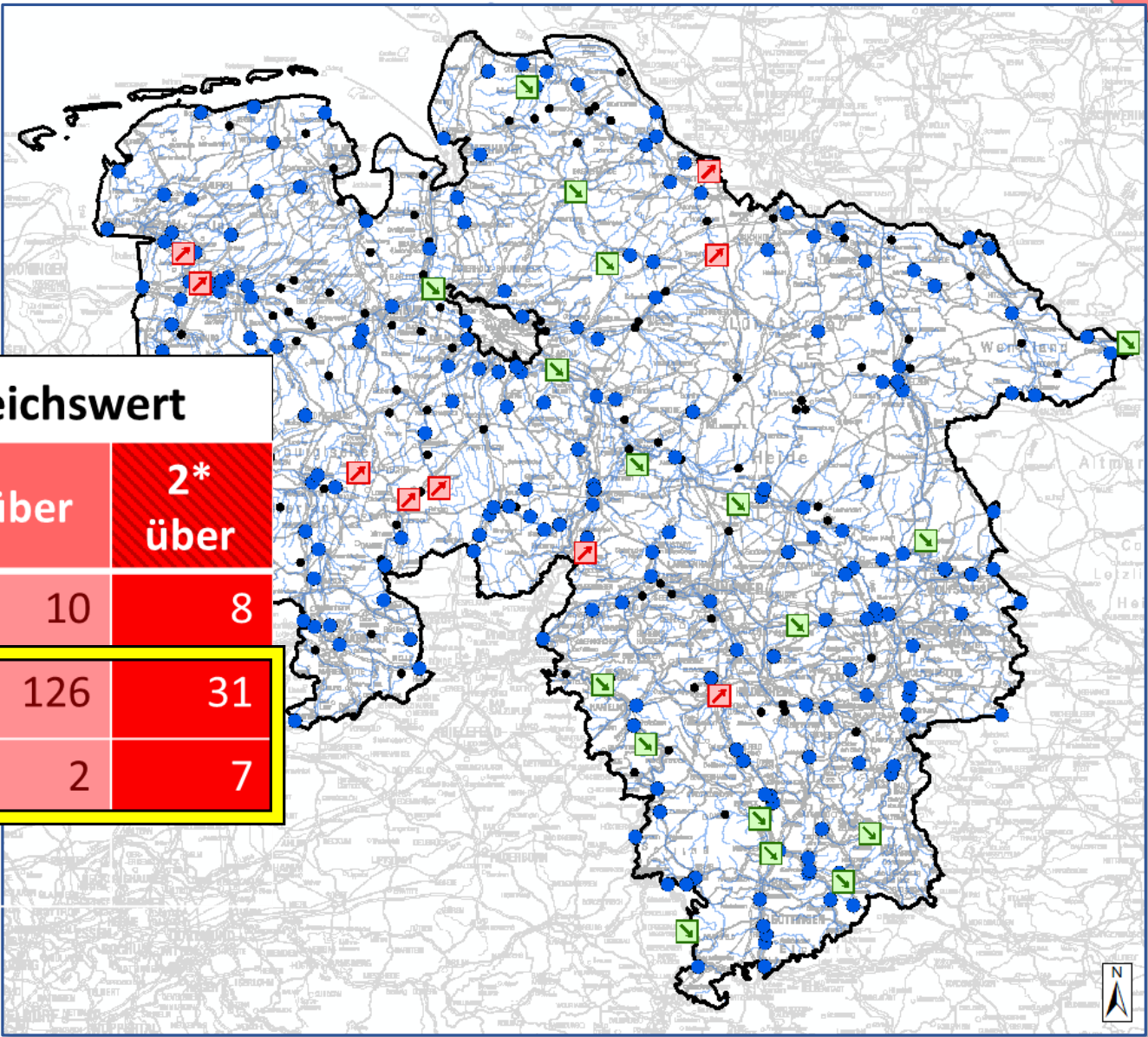
Ergebnisse der Trendtests für TP im Zeitraum 2003 bis 2016

-  Fallender Trend
-  kein Trend
-  steigender Trend
- berechnet:
-  Nicht berechnet

Vergleichswert			
Anzahl	ok	über	2* über
18	8	10	8
223	66	126	31
9	0	2	7

251

110



Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem?

Gliederung

Nährstoffe:
Parameter und Bewertung

Die Summenparameter
„TN“ und „TP“

Aktuelle Nährstoffsituation

Zeitliche Aspekte

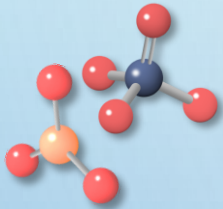
- Jahresgänge der Nährstoffgehalte
- Langjährige Trends



Zusammenfassung und Fazit

Nährstoffe in Fließgewässern – ein Problem ?

Stagnation auf hohem Niveau!



Sowohl in Bezug auf **Phosphor**- als auch auf **Stickstoff**verbindungen



Trifft zu bezüglich der

- aktuellen Nährstoffkonzentrationen
- langfristigen Entwicklung der Belastungen (Trends)



Die Auswertungen fußen auf einer belastbaren Datenbasis aus langjährigen, umfangreichen Messungen und Untersuchungen