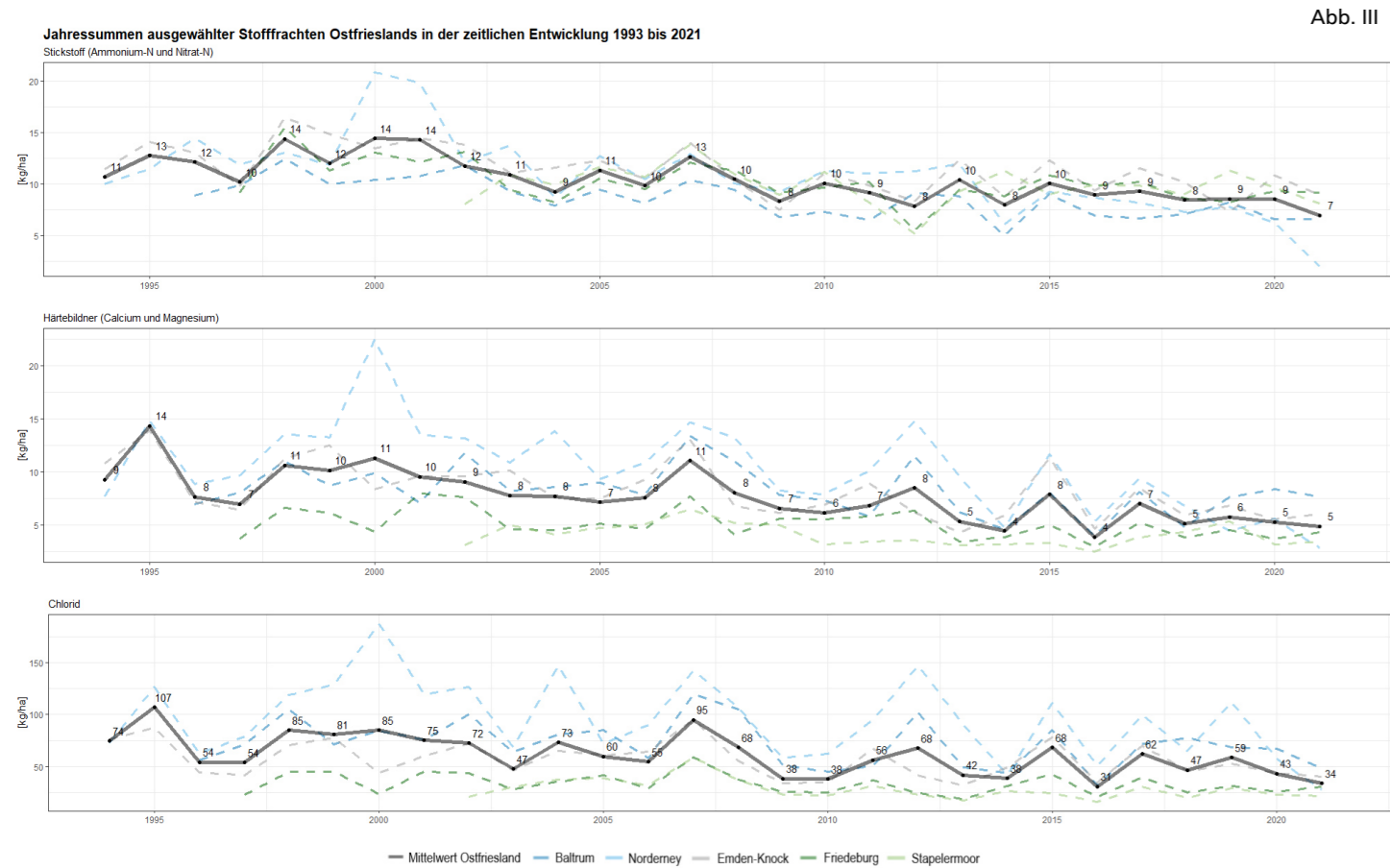


## Ergebnisse der regionalen Auswertung

In Abb. IIa erkennt man für alle fünf Standorte, dass der pH-Wert im Niederschlag seit Beginn der Untersuchungen ansteigt. Dies korreliert mit der Reduzierung der Sulfatkonzentrationen (Abb. IIb) durch verminderte Schwefeleinträge in die Atmosphäre in Form von Schwefeldioxid - daraus resultiert eine abnehmende Versauerung. Gleichermaßen zeigen die Trendentwicklungen, dass die ebenfalls versauernd wirkenden Konzentrationen von Ammonium-N und Nitrat-N im Niederschlag geringer geworden sind. Dies wird auch in den Jahressummen der Stofffrachten deutlich (Abb. III). Die gesellschaftlichen Anstrengungen der letzten Jahrzehnte zur Luftreinhaltung lassen sich an den genannten Parametern ablesen. Ein Beispiel dafür ist auch der Parameter Blei (Pb), dessen Nachweise sich in der Deposition der letzten Jahre stark vermindert haben (Abb. IIa) – seit 2000 ist der Zusatz von

Blei im Kraftstoff für Ottomotoren zur Erhöhung der Klopffestigkeit EU weit verboten [Richtlinie 98/70/EG]. Für den Flugverkehr wird noch bleihaltiger Kraftstoff angeboten, dies könnte fortlaufende Blei-Nachweise an der Station Norderney – Standort Flughafen – erklären.

Lokal ergeben sich signifikante Unterschiede in der Niederschlagsbeschaffenheit durch die Lage der Messstationen (Küste und Binnenland). Die Konzentrationen der Härtebildner Calcium und Magnesium sind an den drei Küstenstandorten Baltrum, Norderney und Emden-Knock höher als bei den Standorten Friedeburg und Stapelermoor im Binnenland. Die gleiche Beobachtung kann für die Parameter Leitfähigkeit und Chlorid getroffen werden. Die Jahressummen der Stofffrachten spiegeln diese Unterschiede zwischen Küste und Binnenland ebenfalls deutlich wider.



## Emissionen

Die Niederschlagsbeschaffenheit wird durch natürliche und anthropogene Emissionen beeinflusst. Natürliche Prozesse sind mikrobielle und vulkanische Aktivitäten, Winderosion, Meerwasser-Spray, und atmosphärische Entladungen [2]. Anthropogene Emissionen stammen aus Rauchgasen fossiler Verbrennungen in Industrie, Verkehr und Haushalten sowie aus der Produktion und Verwendung synthetisch-chemischer Erzeugnisse und gasförmige Emissionen aus der Landwirtschaft und Tierhaltung [1].

Die Immissionskonzentrationen in der Atmosphäre, die physikalisch-chemischen Eigenschaften, die Depositionsmechanismen, die meteorologischen Gegebenheiten und die Standortgegebenheiten (Bewuchs, Morphologie, Exposition) bestimmen die Depositionsmenge der emittierten Stoffe [3].

Darüber hinaus unterliegen einige der genannten Faktoren auch jahreszeitlich veränderlichen Einflüssen.

## Trinkwassergewinnung und Ausblick

Die Ressource Grundwasser zur Trinkwassergewinnung wird hauptsächlich aus dem vom Niederschlag gebildeten Sickerwasser gespeist. Während der Grundwasserneubildung wirken Faktoren wie Boden und Untergrund auf Lösungs- und Sorptionsprozesse in der ungesättigten und gesättigten Zone. Die Inhaltsstoffe des Niederschlags, aber auch z.B. der durch die nasse Deposition eingetragene Sauerstoff oder die schwachen Säuren wirken dabei ebenfalls auf die spätere Grundwasserqualität ein. Mit einem Monitoring der Deposition können z.B. Frachten der Inhaltsstoffe abgeschätzt oder der anthropogene Anteil quantifiziert und dokumentiert werden.

Alle Wasserwerke Ostfrieslands erfassen die täglichen Niederschlagsmengen – hier können die landesweit erhobenen Konzentrationen der Anionen, Kationen, Schwermetalle und physikalisch-chemischen Parameter einen ergänzenden Beitrag leisten.

## Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] Alloway, B. J.; Ayres, D. C. (1996): Schadstoffe in der Umwelt: Chemische Grundlagen zur Beurteilung von Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzungen. Heidelberg-Berlin-Oxford: Spektrum.

[2] Hellmann, H. (1999): Qualitative Hydrologie: Wasserbeschaffenheit und Stoff-Flüsse. Berlin-Stuttgart: Borntraeger.

Aktuelle Erkenntnisse in der Spurenanalytik des Grundwassers erfordern eine Diskussion über eine Parametererweiterung der zukünftigen Depositionsuntersuchungen. Beispielhaft kann hier Trifluoressigsäure (TFA) genannt werden – neben anderen Quellen wird TFA auch ubiquitär über die Atmosphäre in das System Grundwasser eingetragen [4].

Waldgebiete sind von stofflichen Depositionen besonders betroffen, da über Nadeln, Laub und Äste bevorzugt z.B. Nebel und Schnee aus der Luft gekämmt werden („Auskämmeffekt“). Daher profitieren Wälder und damit häufig auch die Trinkwassergewinnung – in bewaldeten Einzugsgebieten – überproportional von verminderten Depositionsfrachten aus der Atmosphäre.

Gesellschaftliche Maßnahmen zur Luftreinhaltung wirken sich indirekt sehr positiv auch auf den Bodenschutz, die Grundwasserqualität und das gesamte Ökosystem aus.

[3] Schleyer, R.; Raffius, B. (2000): Grundwassergefährdung durch organische Luftschadstoffe. Hennef: DVWK.

[4] Umweltbundesamt (2021): Chemikalieneintrag in Gewässer vermindern: Trifluoressigsäure (TFA) als persistente und mobile Substanz mit vielen Quellen. [https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/chemikalieneintrag-in-gewaesser-vermindern]



## Grundwasser

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



NLWKN.  
Für Mensch und Umwelt.  
Für Niedersachsen.

## Gewässerkundlicher Landesdienst des NLWKN

### Impressum



### Herausgeber

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

NLWKN Direktion  
Am Sportplatz 23  
26506 Norden  
Telefon: (04931) 947 - 249  
E-Mail: pressestelle@nlwkn.niedersachsen.de  
www.nlwkn.niedersachsen.de

### Titelbilder

Depositionsmessstelle Baltrum – Bulk-Sammler

### Gestaltung

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz  
Betriebsstelle Aurich  
Oldersumer Straße 48  
26603 Aurich

BSc. Anna de Vries (Praktikum)  
Dipl. Ing. Andreas Roskam

Stand Mai 2022

## Regionales Parameterblatt

## Niederschlagsbeschaffenheit Ostfrieslands – ein Aspekt der Grundwasserbewirtschaftung

Daten 1993 bis 2021



Niedersachsen



# Daten Depositionsmessnetz Ostfriesland

In dem vorliegenden regionalen Parameterblatt sind die im Rahmen des Gewässer-Überwachungssystems Niedersachsens (GÜN) erfassten Daten zur Niederschlagsbeschaffenheit an 5 landeseigenen Messstationen in Ostfriesland ausgewertet worden. Der betrachtete Zeitraum umfasst sämtliche digital vorliegenden Daten der Jahre 1993 bis 2021.

Die Probenahme im Gelände erfolgt alle 14-Tage mit Hilfe von Bulk-Sammlern (Titelbilder). Aus Monatsmischproben werden routinemäßig insgesamt 20 anorganische Messparameter im Labor der NLWKN Betriebsstelle Aurich untersucht.

Die vorliegende Auswertung beschränkt sich auf 12 dieser Parameter mit den Hauptanionen und -kationen sowie den physikalisch-chemischen Größen pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit. Aus der Gruppe der Schwermetalle wurde nur der Parameter Blei ausgewertet, da die Konzentrationen der anderen Schwermetalle im Untersuchungszeitraum weit überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenzen lagen.

Viele der Inhaltsstoffe im Niederschlag zeichnen sich durch sehr geringe Konzentrationen aus, so z.B. Phosphat-P Kalium oder Magnesium. Für alle statistischen Berechnungen wurden Parameterwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit 1/2 BG substituiert.

Kennwerttabelle: Deposition in Ostfriesland - Medianwerte						
Konzentrationen und Stofffrachten ausgewählter Parameter der Depositionsmessstellen Ostfrieslands im Zeitraum 1993 bis 2021						
	Einheit BG <sup>1</sup>	Küste			Binnenland	
		Baltrum	Norderney	Emden-Knock	Friedeburg	Stapelermoor
<b>physikalisch-chemisch</b>						
pH-Wert	—	5,70	5,70	5,90	5,90	6,10
Leitfähigkeit	µS/cm	46,00	59,00	42,00	25,00	25,00
<b>Härtebildner</b>						
Calcium [Ca]	mg/l	<0,1-0,5	0,45	0,54	0,54	0,29
Calcium [Ca]	kg/ha	—	3,64	4,20	3,96	2,44
Magnesium [Mg]	mg/l	<0,05	0,51	0,62	0,38	0,21
Magnesium [Mg]	kg/ha	—	4,48	5,80	3,58	2,19
<b>Stickstoffverbindungen</b>						
Ammonium-N [NH4-N]	mg/l	<0,03-0,05	0,63	0,78	1,00	0,78
Ammonium-N [NH4-N]	kg/ha	—	4,89	6,23	7,44	6,18
Nitrat-N [NO3-N]	mg/l	<0,05	0,49	0,58	0,53	0,48
Nitrat-N [NO3-N]	kg/ha	—	3,74	4,21	3,73	3,29
<b>Anionen</b>						
Phosphat-P [ortho-PO4-P]	mg/l	<0,02-0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Phosphat-P [ortho-PO4-P]	kg/ha	—	0,19	0,31	0,38	0,25
Chlorid [Cl]	mg/l	<0,5	7,00	9,30	5,55	2,90
Chlorid [Cl]	kg/ha	—	71,30	90,30	52,60	25,40
Sulfat [SO4]	mg/l	<0,5-1	2,70	3,50	3,00	1,70
Sulfat [SO4]	kg/ha	—	19,60	27,00	23,00	11,70
<b>Kationen</b>						
Natrium [Na]	mg/l	<0,3-0,5	3,90	5,30	3,10	1,50
Natrium [Na]	kg/ha	—	38,30	49,50	30,00	17,10
Kalium [K]	mg/l	<0,3-0,5	0,40	0,40	0,25	0,15
Kalium [K]	kg/ha	—	4,27	3,52	2,14	1,85

<sup>1</sup> Bestimmungsgrenze



## Kennwerttabelle

Die obenstehende Kennwerttabelle fasst das große Datenkontingent als Medianwerte über den gesamten Zeitraum zusammen. Dabei wurden mit Blick auf die Trinkwassergewinnung für die Härtebildner und Stickstoffverbindungen Gruppen gebildet.

Die fünf Depositionsmessstellen Ostfrieslands lassen sich räumlich der Küste oder dem Binnenland zuordnen (Abb. I). Im Vergleich zu den zwei Standorten der Geest in Friedeburg und Stapelermoor, sind die drei küstennahen Standorte auf den Inseln Baltrum und Norderney sowie in Emden-Knock stärker von Gischt aus dem Meerwasser beeinflusst. Starkwind- und Sturmereignisse zeichnen sich z.B. durch hohe Gehalte von Inhaltsstoffen in der küstennahen Luft und damit im Niederschlag aus.

Abb. IIa: Ausgewählte Parameterkonzentrationen im Niederschlagswasser in der zeitlichen Entwicklung 1993 bis 2021

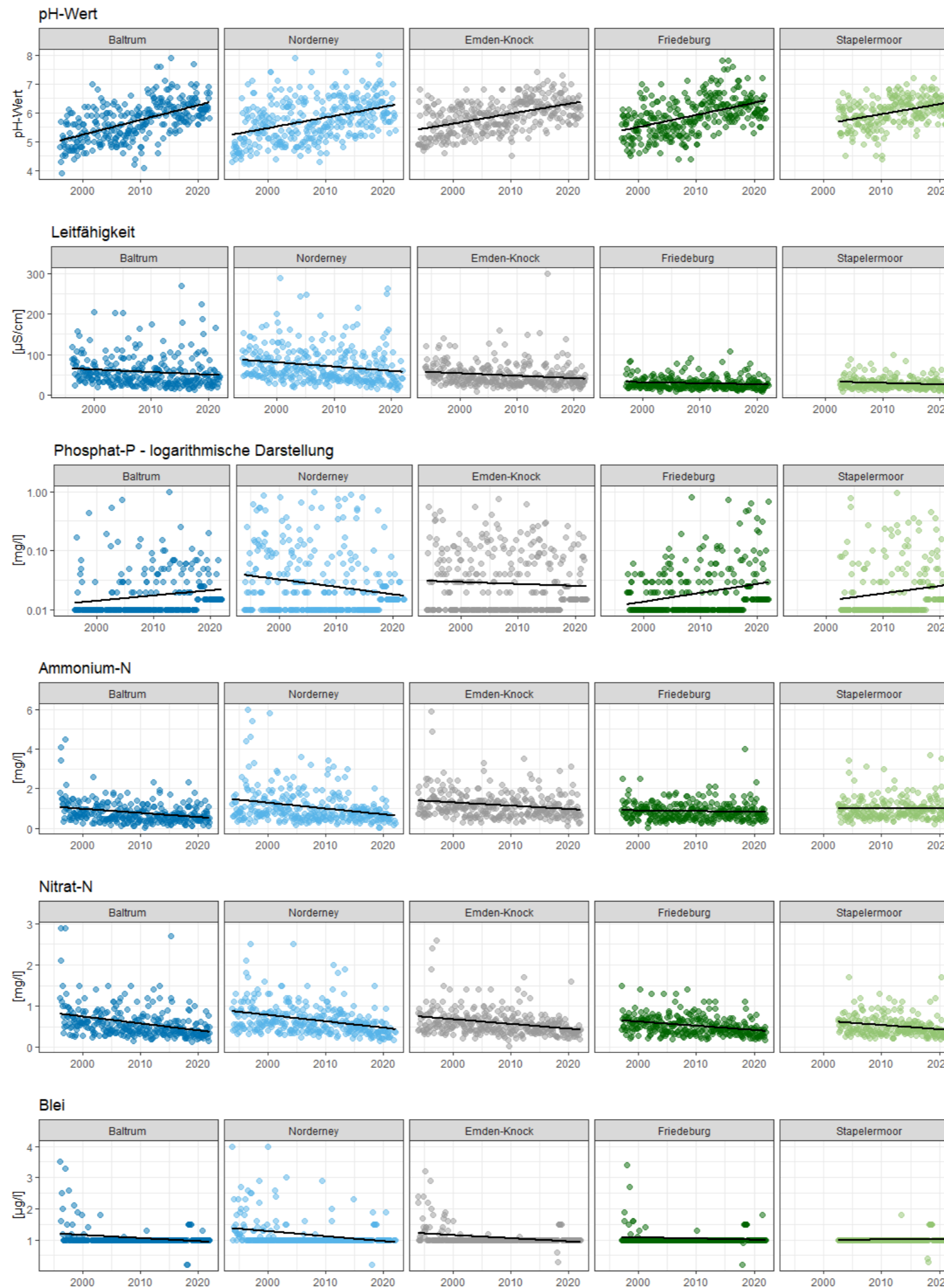


Abb. IIb: Ausgewählte Parameterkonzentrationen im Niederschlagswasser in der zeitlichen Entwicklung 1993 bis 2021

