



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIEN UND  
ANALYTIK



FORSCHUNGSBEREICH UMWELT- UND  
PROZESSANALYTIK



ARBEITSGRUPPE UMWELTANALYTIK

## NASSE DEPOSITION

IM LAND SALZBURG

JÄNNER – DEZEMBER 2024

MARKO ANDRIJANIC, ANNE KASPER-GIEBL  
INSTITUT FÜR CHEMISCHEN TECHNOLOGIEN UND  
ANALYTIK – TU WIEN

A. KRANABETTER, H. HOLZTRATTNER  
AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG

IM AUFTRAG DES AMTES DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG  
WIEN/SALZBURG 2025

**Inhalt**

Kurzfassung .....	1
1. Hintergrund und Ziel der Studie .....	2
2. Methode .....	5
2.1. Probenahme .....	5
2.2. Chemische Analyse und Berechnung .....	5
3. Ergebnisse und Interpretation .....	7
3.1. Mittlere Konzentrations- und Depositionsergebnisse für das Untersuchungsjahr .....	7
3.2. Veränderung der Konzentrations- und Depositionswerte im Jahresverlauf .....	9
3.3. Trends der Konzentrations- und Depositionswerte seit 1983 .....	17
3.3.1. Entwicklung der Niederschlagsmengen.....	17
3.3.2. Entwicklung der pH-Werte der Regenwässer an den Messstellen.....	18
3.3.3. Entwicklung der Sulfatkonzentration und Sulfatdeposition.....	19
3.3.4. Entwicklung der Ammoniumkonzentration und der Ammoniumdeposition .....	21
3.3.5. Entwicklung der Nitratkonzentration und Nitratdeposition .....	23
3.3.6. Entwicklung der Gesamtstickstoff-Konzentration und des Gesamtstickstoffsbeitrags...	25
3.4. Vergleich der Messungen in Salzburg mit Ergebnissen aus anderen Bundesländern ...	28
3.5. Zusammenhang von Niederschlagsmengen und Konzentrationswerten bzw. Stoffeinträgen.....	36
4. Zusammenfassung .....	42
5. Literatur .....	42
I. Verzeichnis der WADOS - Stationen in Österreich.....	45
II. Angaben zur chemische Analyse .....	46
III. Ergebnisse der Jahresmittel, Halbjahresmittel und Quartalsmittel.....	48
IV. Statistische Verteilung der Tagesmesswerte .....	51
VI. Verzeichnis der Tagesproben .....	56

**Bericht CTA-EAC-03/25**

*Institut für chemische Technologien und Analytik, TU Wien  
Getreidemarkt 9/164-UPA, A - 1060 Wien*

## Kurzfassung

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der im Zeitraum Jänner 2024 bis Dezember 2024 in Salzburg durchgeführten Messungen zur Nassen Deposition präsentiert. Ziel der Untersuchungen ist das Monitoring der Konzentrationswerte anorganischer Ionen und des pH-Wertes im Niederschlagswasser. So können die Stoffeinträge durch die Nasse Deposition bestimmt werden.

An den Niederschlagsmessstellen Haunsberg und Sonnblick Observatorium wurden täglich "wet-only"-Niederschlagsproben gesammelt und die Niederschlagsmengen gemessen.

Der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit und der Ionengehalt der Niederschlagsproben ( $\text{NH}_4^+$ -,  $\text{Na}^+$ -,  $\text{K}^+$ -,  $\text{Ca}^{2+}$ -,  $\text{Mg}^{2+}$ -,  $\text{Cl}^-$ -,  $\text{NO}_3^-$ - und  $\text{SO}_4^{2-}$ -Konzentrationswerte) wurden für die Station Haunsberg im Landeslabor Salzburg und für die Station Sonnblick Observatorium im Labor des Instituts für Chemische Technologien und Analytik, Forschungsgruppe Umweltanalytik, der TU Wien bestimmt. Im Untersuchungszeitraum 2024 wurden in Haunsberg 128 und auf dem Sonnblick Observatorium 190 Niederschlagsproben gesammelt und analysiert.

Im Jahr 2024 wurden in Salzburg je nach Messstelle zwischen 1,3 und 1,8 kg S/ha und zwischen 3,7 und 8,3 kg N/ha durch nasse Deposition eingetragen. Die Niederschlagsmengen pro Tag sowie die Konzentrationswerte der einzelnen Niederschlagsproben streuen sehr stark. Hohe Ionenkonzentrationen, aber auch hohe Niederschlagsmengen sind selten. Dabei haben diese einzelnen, ergiebigen Niederschlagssereignisse einen großen Anteil am gesamten Ioneneintrag. An den Messstellen in Salzburg bewirkten die Tage mit den höchsten Niederschlagsmengen (> 16 mm), dass sind 13 bis 20 % der Niederschlagssereignisse, bereits 40 bis 58 % der deponierten Niederschlagsmenge. Der Ioneneintrag durch nasse Deposition erfolgte dementsprechend im Jahresverlauf schubweise.

Betrachtet man den Datensatz seit Beginn der Messungen im Jahr 1984 so sind sowohl für die Konzentrationswerte, als auch für den Stoffeintrag von Sulfat und Nitrat statistisch signifikante rückläufige Trends zu erkennen. Dies ist auf die rückläufigen Emissionen von Schwefeldioxid und den Stickstoffoxiden in Österreich und vielen Nachbarländern zurückzuführen. Für Ammonium-Stickstoff sind am Sonnblick Observatorium ebenfalls rückläufige Trends zu beobachten. An der Station Haunsberg gilt dies nur für den Stoffeintrag.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Depositionen von Schwefel und Stickstoff von Jänner 2024 bis Dezember 2024 an den von der TU Wien betreuten Messstellen.

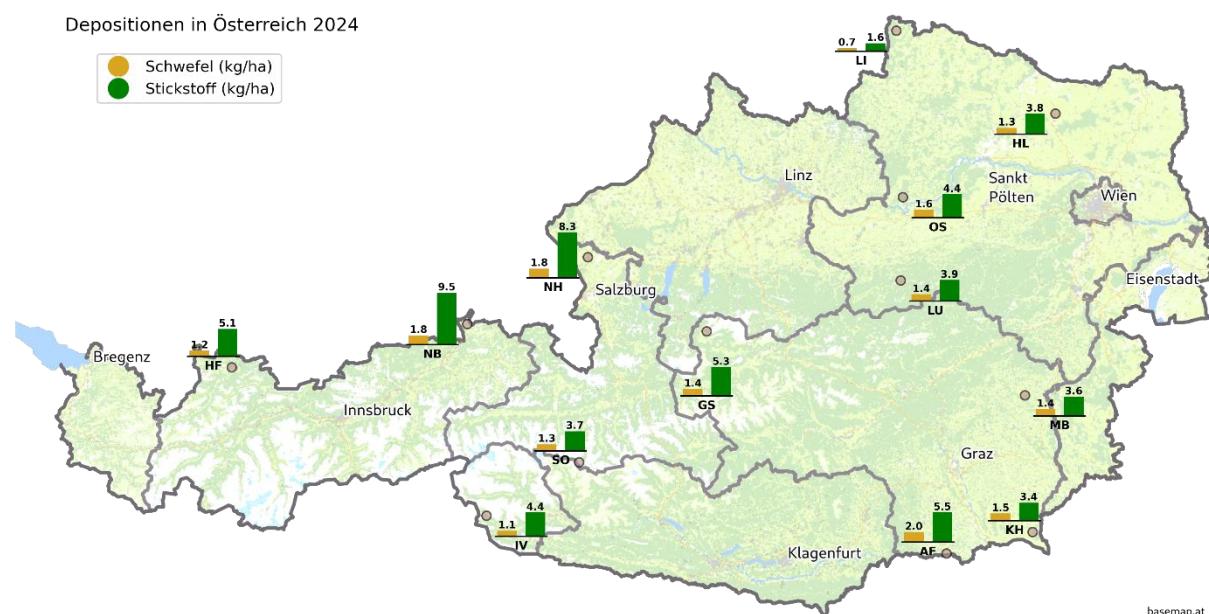


Abbildung 1: Schwefel- und Stickstoffdepositionen im Untersuchungszeitraum 2024.

## 1. Hintergrund und Ziel der Studie

Der Eintrag atmosphärischer Verunreinigungen bedingt ökologische und in der Folge ökonomische Risiken von gesellschaftlich relevanter Dimension. Bereits in den 1960er und 1970er Jahren wurde der ‚Saure Regen‘ in Europa und Nordamerika als bedeutendes Umweltproblem erkannt. Phänomene, wie die Abnahme des pH-Wertes, die Mobilisierung potentiell toxischer Kationen in Böden und aquatischen Systemen, aber auch die Eutrophierung und die strukturelle Verarmung terrestrischer Ökosysteme wurden und werden auf den grenzüberschreitenden Eintrag atmosphärischer Spurenstoffe zurückgeführt.

Die ersten systematischen chemischen Untersuchungen von "Nassen Niederschlägen" (Regen und Schnee) in Österreich begannen 1957 mit einer Probenahme an der Messstelle Retz. Die Messstelle Retz war der österreichische Messpunkt im "European Air Chemistry Network" (EACN) und gleichzeitig Teil des World Meteorological Association "Background Air Pollution Monitoring Network" (BAPMON). Die Probenahme erfolgte monatlich mit offenen Sammelgefäßeln ("bulk-collectors"). Trotz der mit den damaligen Methoden erhaltenen "geringen Datenqualität" (Granat, 1978) zeigten die Messdaten einen deutlichen Anstieg bei Sulfat, Ammonium und Nitrat von der Periode vor 1960 bei Sulfat und Nitrat bis zur Mitte, bei Ammonium bis Ende der Siebzigerjahre (Cehak und Chalupa, 1985). Der Anstieg des Sulfats wurde in ganz Mitteleuropa im Zeitraum von den späten 1950'ern bis in die frühen Siebzigerjahre mit einem Zuwachs von 40-60% beobachtet (Rohde und Granat 1984). Besonders dramatisch war jedoch die Zunahme der Stickstoffdeposition, die sich an der Messstelle Retz von den späten Fünfzigerjahren bis in die späten Siebzigerjahre scheinbar mehr als verdoppelte.

Im Jahr 1982 wurden Richtlinien zum Aufbau eines nationalen Niederschlagsmessnetzes in Österreich basierend auf täglicher Probenahme mit "Wet only" - Sammlern (BMUJF 1984) erstellt. Die ersten Messstellen in den jeweiligen Landesmessnetzen wurden 1983 in Tirol und Salzburg, 1984 in Oberösterreich, 1986 in Wien, 1989 in Kärnten und Niederösterreich und 1990 in der Steiermark eingerichtet. Auch das Umweltbundesamt betrieb im Rahmen des "EMEP" - Messnetzes (European Monitoring and Evaluation Programme) eine Reihe von Messpunkten (Illmitz, Achenkirch, Vorhegg, St. Koloman, Zöbelboden). Derzeit sind in Österreich 17 Messstellen in Betrieb, die von den jeweiligen für Umweltschutz zuständigen Landesbehörden betrieben werden. Die Lage der 17 Messstellen ist in Abbildung 2 ersichtlich. Nähere Informationen zu den betriebenen, sowie zu den nicht mehr im Betrieb befindlichen Messstellen sind in Tabelle 1 bzw. Tabelle A 1 zusammengefasst. Eine detaillierte Darstellung der Anforderungen an Niederschlagsmessungen im Rahmen des GAW-Programmes (GAW: Global Atmosphere Watch) findet sich beim entsprechenden GAW-Report (GAW, 2004).

Das jetzige Institut für Chemische Technologien und Analytik (CTA) verfügt zurzeit über die Daten von 13 Messstellen, die teilweise bis ins Jahr 1983 zurückreichen. Diese Tagesdaten wurden großteils vom CTA selbst gemessen, oder es erfolgt die Auswertung der übermittelten Analysendaten am Institut.

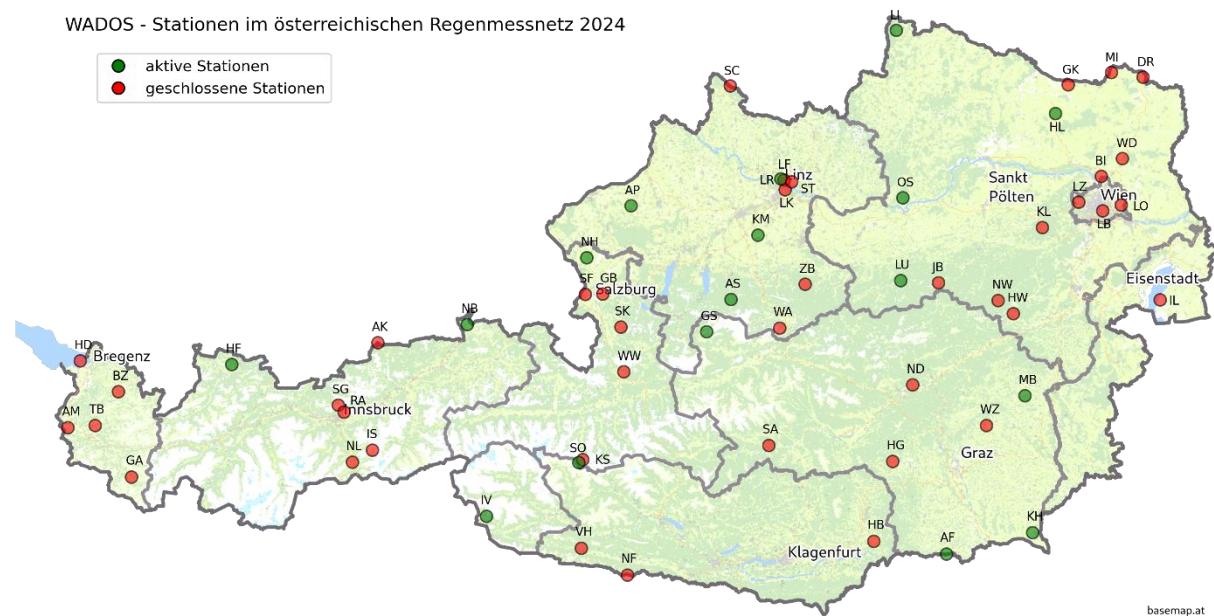


Abbildung 2: Lage der WADOS - Stationen im österreichischen Niederschlagsmessnetz im Jahr 2024

Die Niederschlagsmessungen dienen der Erfassung der zeitlichen und räumlichen Trends der Stoffeinträge von Schwefel- und Stickstoffverbindungen, freier Säure sowie von neutralisierenden Kationen in Österreich. Ergebnisse dazu sind in den Jahresberichten und in Publikationen zusammengefasst (Kalina et al., 1999, Puxbaum et al., 1998 und 2002, Simeonov et al., 1999, Tsakovski et al., 2000, Schreiner et al. 2016). Darüberhinaus ist die Bestimmung des Stoffeintrags durch Nasse Deposition auch für die Abschätzung der Entwicklung des Zustands der Böden im Rahmen des "Critical Load" Konzepts von Bedeutung (z.B.: WHO, 1995, Nagel und Gregor, 1999, Herman et al., 1998, Kalina et al., 1998). Eine detaillierte Erfassung der für Österreich bestimmten Critical Loads für Stickstoff- und auch für Schwefeleinträge erfolgt in den Berichten des Umweltbundesamtes (Obersteiner und Offenthaler 2008). In Österreich sind verschiedene Ökosystemtypen vertreten, darunter Laubwälder, Nadelwälder und Mischwälder, für die ein empirisch ermittelter Critical Load für Einträge von Stickstoff von 15 kg N/ha/a gilt. Daneben existieren auch besonders empfindliche Lebensräume wie spärlich bewachsene Flächen, zu denen alpine und subalpine Grasländer zählen. Für diese Ökosysteme liegt die kritische Belastungsgrenze bereits bei 7,5 kg N/ha/a. (Obersteiner und Offenthaler 2008). Diese Unterschiede zeigen, dass bestimmte Ökosysteme deutlich sensibler auf Stickstoffeinträge reagieren als Waldökosysteme. In einigen Regionen kann es daher zu einer Überschreitung der jeweiligen Critical Loads kommen, was langfristig negative Auswirkungen auf die Biodiversität und die Stabilität dieser Lebensräume hat.

Seit den ersten Arbeiten zur Darstellung der Umweltprobleme durch den Stoffeintrag von z.B. Schwefel- und Stickstoffverbindungen liegen nun Zeitreihen von etwa 40 Jahren vor, die für Europa beispielsweise von Torseth et al. (2012) dargestellt werden. Eine globale Bewertung des Stoffeintrags und der Niederschlagschemie im Zeitraum 2000 bis 2007, mit einem Vergleich von Messungen und Modellrechnungen, erfolgte in der Arbeit von Vet et al. (2014). Auch für Österreich werden Zeitreihen zum Stoffeintrag in der Literatur beschrieben (Tsakovski et al. 2000, Greilinger et al. 2016).

Tabelle 1: WADOS - Stationen im österreichischen Niederschlagsmessnetz im Untersuchungszeitraum (2024) - betriebene Stationen

Land	Station	Länge	Breite	Seehöhe	Periode	Labor
	Code	E	N	(m)	(MM/JJ)	
<b>Tirol</b>						
11	Höfen*	10°40'51"	47°28'15"	930	11/83-	Labor der Tiroler Landesregierung
13	Niederndorferberg**	12°13'37"	47°39'44"	680	11/83-	Labor der Tiroler Landesregierung
14	Innervillgraten	12°21'06"	46°49'05"	1730	08/84-	Labor der Tiroler Landesregierung
<b>Salzburg</b>						
21	Haunsberg	13°01'00"	47°57'23"	520	10/83-	Labor der Salzburger Landesregierung
27	Sonnblick	12°57'32"	47°03'15"	3106	10/87-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
<b>Niederösterreich</b>						
33	Litschau	15°02'20"	48°57'20"	560	10/89-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
36	Lunz am See	15°04'07"	47°51'18"	618	04/90-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
37	Hofamt Priel	15°05'02"	48°13'15"	575	04/91-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
39c	Hollabrunn	16°04'43"	48°33'45"	236	06/22-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
<b>Oberösterreich</b>						
54	Kremsmünster	14°07'51"	48°03'18"	383	01/86-	Labor der Landesregierung Oberösterreich
55	Grünau/ Almsee	13°57'18"	47°46'03"	587	01/87-	Labor der Landesregierung Oberösterreich
56	Linz/ Römerberg	14°16'56"	48°18'11"	263	05/90-	Labor der Landesregierung Oberösterreich
57	Aspach	13°19'33"	48°11'52"	430	02/94-	Labor der Landesregierung Oberösterreich
<b>Steiermark</b>						
71	Masenberg	15°52'56"	47°20'53"	1137	03/90-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
78	Klöch	15°05'02"	47°03'52"	290	03/22-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
73	Grundlsee	13°47'48"	47°37'50"	954	03/90-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
76	Arnfels	15°22'04"	46°39'07"	763	05/97-	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien

\*Bezirk Reutte

\*\* Bezirk Kufstein

Im vorliegenden Bericht werden die Messergebnisse der Untersuchung der nassen Deposition im Bundesland Salzburg von Jänner 2024 bis Dezember 2024 vorgestellt und diskutiert. Ziel der durchgeführten Messungen ist die Untersuchung jahreszeitlicher Unterschiede der Ionenkonzentration und die Abschätzung des Ioneneintrags im Untersuchungsgebiet. Dazu wurde die zeitliche Variabilität einerseits anhand der entsprechenden Jahresgänge (Saisonality), andererseits über das Langzeitverhalten (Trends) mit Schwerpunkt auf die Hauptkomponenten (S- und N- Verbindungen) beschrieben. Zusätzlich wurde auf Basis der Daten der weiteren Bundesländer die räumliche Variabilität für Österreich dargestellt.

Die aus der Untersuchung stammenden Ergebnisse sollen in der Folge eine fundierte Diskussion der aus dem Schadstoffeintrag resultierenden Risiken ermöglichen sowie Informationen zur effizienten Planung weiterer Untersuchungen der "nassen Depositionen" liefern.

## 2. Methode

Die Probenahme und Analyse der Niederschlagsproben orientiert sich an der Richtlinie 11 "Immissionsmessung des nassen Niederschlags und des sedimentierten Staubes" der Reihe "Luftverunreinigung - Immissionsmessung" des damaligen Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz (BMUJF, 1984) und der Richtlinie von GAW zur Erfassung der Nassen Deposition (GAW, 2004). Die für die Untersuchung angewendeten Methoden der Probenahme und der chemischen Analyse gewährleisten die internationale Vergleichbarkeit der Messdaten der Niederschlagsuntersuchung.

### 2.1. Probenahme

Im Bundesland Salzburg wird der Ioneneintrag durch "nasse Deposition" seit 1984 untersucht. In der gegenständlichen Untersuchungsperiode waren die Messstellen Haunsberg und Sonnblick in Betrieb.

Als Probenahmegerät dient ein WADOS (Wet And Dry Only Precipitation Sampler), hergestellt von der Fa. Kroneis, Wien. Die elektronische Steuerung des Gerätes gewährleistet die Sammlung von "wet-only" Niederschlagsproben, das heißt der „nassen Deposition“. Darunter versteht man den Eintrag durch Niederschlagsereignisse in Form von Regen oder Schnee, während unter „trockener Deposition“ der direkte Eintrag von Staub oder gasförmigen Luftinhaltsstoffen verstanden wird. In Österreich wird der WADOS nur zur Probenahme der nassen Deposition verwendet. Sensorgesteuert wird das Sammelgefäß nur während eines Niederschlagsereignisses geöffnet. Somit schließt der WADOS die trockene Deposition von Gasen und Partikeln aus. Die Entnahme der Probenflasche erfolgt nach einem Niederschlagsereignis täglich zwischen 7:00 und 8:00 MEZ. Die Proben werden in Versandflaschen abgefüllt und bis zum Transport in das Analysenlabor gekühlt oder tiefgekühlt (Sonnblick) aufbewahrt.

Durch zeitweise Ausfälle der Probennahmeeinheit können Lücken im Datensatz der Untersuchung entstehen. Um eine systematische Unterschätzung der durch nasse Deposition eingetragenen Ionenmengen zu vermeiden, ist es sinnvoll den Anteil der fehlenden Niederschlagsproben am Ioneneintrag hochzurechnen. Dabei werden fehlende Niederschlagsmessungen und Unterbrechungen in der Probenahme durch Niederschlagsdaten der automatischen Niederschlagsmessung ergänzt und durch Zuhilfenahme der monatlichen mittleren Konzentrationswerte der langjährigen Datenreihe die Depositionswerte hochgerechnet. In der Berichtsperiode kam es zu keinen Ausfällen des WADOS.

### 2.2. Chemische Analyse und Berechnung

Im Analysenlabor des Instituts für Chemische Technologie und Analytik der TU-Wien (Proben der Station Sonnblick) werden der pH-Wert (Maß für die Azidität) und die elektrische Leitfähigkeit mit elektrochemischen Methoden bestimmt. Die Analyse der anorganischen Kationen Natrium, Ammonium, Kalium, Kalzium und Magnesium, sowie der Anionen Chlorid, Nitrat und Sulfat erfolgt mittels Ionenchromatographie. Angaben zu den Analysenmethoden und Verfahrenskennwerten befinden sich im Datenanhang (Tabelle A 2).

Im Analysenlabor des Landes Salzburg wird für die Proben der Station Nußdorf/Haunsberg ebenso der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit und die anorganischen Kationen Natrium, Ammonium, Kalium, Kalzium und Magnesium, sowie die Anionen Chlorid, Nitrat und Sulfat bestimmt. Angaben zu den Analysenmethoden und Verfahrenskennwerten befinden sich ebenfalls im Datenanhang.

Bei der Analyse werden die Konzentrationswerte der Tagesproben ermittelt. Zur Bestimmung der mittleren Konzentrationswerte über einen größeren Zeitraum (z.B. einen Monat) dürfen diese Werte nicht einfach gemittelt werden, da Tage mit großer Niederschlagsmenge stärker zur Bildung einer Mischprobe beitragen als Tage mit geringem Niederschlag. Es ist eine Gewichtung der Tagesproben über die Niederschlagsmenge vorzunehmen. Diese Mittelwertbildung ist in Formel 1 beschrieben.

### **Formel 1:** Berechnung der gewichteten mittleren Konzentration

$$C = \frac{\sum_i c_i V_i}{\sum_i V_i} = \frac{c_1 * V_1 + c_2 * V_2 + c_3 * V_3 + \dots + c_n * V_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

C..gewichtete mittlere Konzentration (mg/L)  
c ..Konzentration (mg/L)  
V..Niederschlagsmenge (mm)

Die Stoffeinträge (Depositionswerte) werden gemäß der Formel 2 aus den Konzentrationswerten und der Niederschlagsmenge berechnet. Hohe Einträge können sowohl durch hohe Konzentrationswerte als auch durch große Niederschlagsmengen verursacht werden.

### **Formel 2:** Berechnung der Deposition

$$D = \frac{c * V}{100}$$

D...Deposition (kg/ha)  
c ...Konzentration (mg/L)  
V...Volumen (mm)

Die untersuchten Kationen und Anionen werden im weiteren Bericht wie in Tabelle 2 abgekürzt.

Tabelle 2: Abkürzungen der untersuchten Kationen und Anionen

Kationen		Anionen	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium	Cl <sup>-</sup>	Chlorid
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N	Ammonium - Stickstoff <sup>1</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
Na <sup>+</sup>	Natrium	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N	Nitrat - Stickstoff <sup>2</sup>
K <sup>+</sup>	Kalium	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sulfat
Ca <sup>2+</sup>	Kalzium	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - S	Sulfat - Schwefel <sup>3</sup>
Mg <sup>2+</sup>	Magnesium		

Die Azidität des Niederschlagswassers wird als pH-Wert und als H<sup>+</sup>-Konzentration dargestellt. Der Eintrag an freier Säure wird als H<sup>+</sup>-Eintrag angegeben.

Die im Labor eingelagerten Niederschlagsproben können durch Kontaminationen unbrauchbar geworden sein. Neben sichtbaren Verunreinigungen im Niederschlagswasser werden Verunreinigungen der Proben meist bei der chemischen Analyse und den folgenden Auswertungen (Ionen- und Leitfähigkeitsbilanzen) erkannt und aus den weiteren Berechnungen ausgeschlossen. Im Jahr 2024 wurden keine Tagesproben von der Auswertung ausgenommen. An der Station Haunsberg wurden allerdings für eine Reihe der Proben nicht alle Analysen durchgeführt werden. Details sind der Auflistung der Proben im Datenanhang zu entnehmen.

<sup>1</sup> Ammonium-Stickstoff bezeichnet die Menge/Konzentration an Stickstoff (N), die in Form des Ammoniums vorliegt.

<sup>2</sup> Nitrat-Stickstoff bezeichnet die Menge/Konzentration an Stickstoff (N), die in Form des Nitrations vorliegt.

<sup>3</sup> Sulfat-Schwefel bezeichnet die Menge/Konzentration an Schwefel (S), die in Form des Sulfations vorliegt.

### 3. Ergebnisse und Interpretation

#### 3.1. Mittlere Konzentrations- und Depositionsergebnisse für das Untersuchungsjahr

Die mengengewichteten Jahresmittelwerte der Konzentrationswerte sowie die Jahresteinträge sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 angeführt. Im Datenanhang sind, ergänzend zu den Jahresmittelwerten, die Ergebnisse für die einzelnen Quartale sowie die Sommer- und Winterhalbjahre angeführt (Tabelle A 4 bis Tabelle A 7). Zusätzlich werden im Anhang alle Ergebnisse auch als Äquivalentkonzentrationen gelistet. (Tabelle A 8 und A 9). Da an der Station Haunsberg die Konzentrationswerte von Magnesium, Kalium, Chlorid und Natrium und Kalzium in einer relevanten Anzahl der Tagesproben zwar nachgewiesen wurden, eine Quantifizierung aber nicht möglich war, entsprechen die Monats- oder Jahresmittelwerte nur einer obere Bewertungsschranke. Details sind im Anhang angeführt.

Tabelle 3: Mengengewichtete Jahresmittelwerte der Konzentrationswerte an Niederschlagsinhaltsstoffen im Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024.

NS (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup> (µg/L)	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Haunsberg</b>													
937	6,3	0,50	<0,27	0,79	0,61	<0,24	<0,77	<0,20	<0,40	1,20	0,27	0,58	0,19
<b>Sonnblick</b>													
1755	5,4	4,35	0,07	0,16	0,13	0,03	0,32	0,02	0,08	0,36	0,08	0,23	0,08

Tabelle 4: Jahresteintrag der Niederschlagsinhaltsstoffe (nasse Deposition) im Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024.

NS (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup> (g/ha)	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Haunsberg</b>													
937	6,3	4,70	<2,55	7,37	5,75	<2,2	<7,18	<1,90	<3,72	11,24	2,55	5,43	1,81
<b>Sonnblick</b>													
1755	5,4	76,35	1,21	2,86	2,22	0,58	5,65	0,28	1,38	6,36	1,44	3,97	1,32

Für die Bestimmung des Gesamtsäureeintrags mit dem Niederschlag ist zunächst der pH-Wert interessant. Im Jahresmittel wurden pH-Werte zwischen 5,4 und 6,3 gemessen. Ab einem pH von kleiner 5,0 wird der Niederschlag als ‚Saurer Regen‘ bezeichnet. Eine Belastung durch ‚Sauren Regen‘ ist nach dieser Definition im Jahresmittel nicht mehr zu erkennen.

Sulfat und Nitrat stellen die Anionen der starken Säuren Schwefelsäure und Salpetersäure dar. Schwefelsäure bildet sich in der Atmosphäre aus Schwefeldioxid, während Salpetersäure aus den Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ , i.e. Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid) gebildet wird. Schwefeldioxid entsteht vor allem bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen (z.B. Kohle) und bei industriellen Prozessen. Die Umwandlung von Schwefeldioxid zu Schwefelsäure dauert mehrere Stunden bis wenige Tage. In dieser Zeit können die Luftschaadstoffe durch Windströmungen mehrere 100 km transportiert werden und so große Gebiete beeinflussen. Dies gilt sowohl für den Ausgangsstoff Schwefeldioxid, als auch für das gebildete Sulfat. In den vergangenen Jahrzehnten wurden die Emissionen von Schwefeldioxid in Österreich und in den

Nachbarländern deutlich reduziert. Stickoxide entstehen hauptsächlich bei Verbrennungsprozessen. Die Hauptquellen sind Verbrennungsmotoren und Feuerungsanlagen für Kohle, Öl, Gas, Holz und Abfälle. Die Stickoxide treiben zusammen mit den flüchtigen Kohlenwasserstoffen die sommerliche Ozonbildung voran. Durch die Umwandlung zu Salpetersäure beziehungsweise partikuläres Nitrat fördern Stickoxide außerdem die Feinstaubbildung. Auch Stickoxide und mehr noch deren Umwandlungsprodukte (z.B. Nitrat) werden mit dem Wind verfrachtet und tragen daher sowohl lokal, als auch regional zu einer Belastung der Atmosphäre und von Ökosystemen bei. In der Atmosphäre können Schwefelsäure und Salpetersäure von Ammoniak neutralisiert werden, wobei sich Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat bilden, die einen wesentlichen Teil des Feinstaubs ausmachen. Der wichtigste Emittent von Ammoniak ist die Landwirtschaft. Aus diesem Grund können gerade in ländlichen Gebieten deutliche lokale Unterschiede in den Konzentrationswerten für Ammonium auftreten. Nach dem Eintrag wird Ammonium abgebaut. Dies führt zur Säurebildung in Gewässern und Böden. Daher werden Ammoniumionen im Niederschlag auch als Säurebildner angeführt. Abgesehen vom Säureeintrag können die Einträge von Nitrat-Stickstoff und Ammonium-Stickstoff zu einer Überdüngung des Bodens und der Gewässer beitragen (Eutrophierung) und müssen deshalb überwacht werden. Die relative Bedeutung der Eutrophierung im Vergleich zum Säureeintrag hat seit Beginn der Messungen in Salzburg zugenommen.

Für die Konzentrationswerte von Kalzium, Magnesium, Natrium, Kalium und Chlorid sind unterschiedliche Emissionsquellen verantwortlich. Eine Beeinflussung durch Mineralstaub, der lokal (Bautätigkeit, Landwirtschaft, Einsatz von Streusplit und Wiederaufwirbelung von auf Straßen abgelagertem Material durch den Verkehr) oder auch über Ferntransport (z.B. Wüstenstaub, der in Österreich großteils aus der Sahara stammt) eingebracht werden kann, führt zu räumlichen und zeitlichen Unterschieden der Konzentrationswerte. Außerdem können auch Verbrennungsprozesse zu einer Erhöhung der Kalium- oder Chloridkonzentrationen führen. Die basischen Kationen (Kalzium, Magnesium Natrium und Kalium) reduzieren den Säureeintrag, da sie vorhandene Säuren neutralisieren.

In der Folge wird ein kurzer Überblick über die Jahresmittelwerte der Konzentrations- und Depositionswerte an den Stationen in Salzburg gegeben. Erwartungsgemäß sind auch in diesem Jahr die Konzentrationswerte an der hochalpinen Messstelle Sonnblick besonders gering. Im Jahresmittel liegen die Konzentrationswerte von Sulfat-Schwefel, Nitrat-Stickstoff und Ammonium-Stickstoff am Haunsberg einen Faktor 2, 3 bzw 5 über den Werten am hochalpinen Messpunkt Sonnblick.

Aufgrund der unterschiedlichen Niederschlagsmengen zeigen die Jahreseinträge nicht so große Unterschiede. Am Sonnblick gab es mit 1755 mm deutlich mehr Niederschlag als an der Messstation Haunsberg (937 mm). Die großen Konzentrationsdifferenzen zwischen Haunsberg und Sonnblick werden daher abgeschwächt. Trotzdem liegen die Jahreseinträge an Ammonium, Nitrat und Sulfat am Haunsberg höher als an der Station Sonnblick.

An beiden Stationen sind die Jahresmittel für Sulfat-Schwefel, Nitrat-Stickstoff und Ammonium-Stickstoff vergleichbar oder etwas geringer als im Vorjahr. Die Jahresmittel der Konzentration und Deposition für Kalzium sind deutlich höher, was durch einen intensiven Ferntransport von Wüstenstaub im Juni verursacht ist. Dieses Ereignis konnte auch an anderen Messpunkten in Österreich beobachtet werden.

Die jährlichen Depositionsmengen der untersuchten Ionen sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Einträge für Magnesium, Kalium, Natrium, Chlorid und Kalzium an der Station Haunsberg sind als obere Schranke zu bewerten.

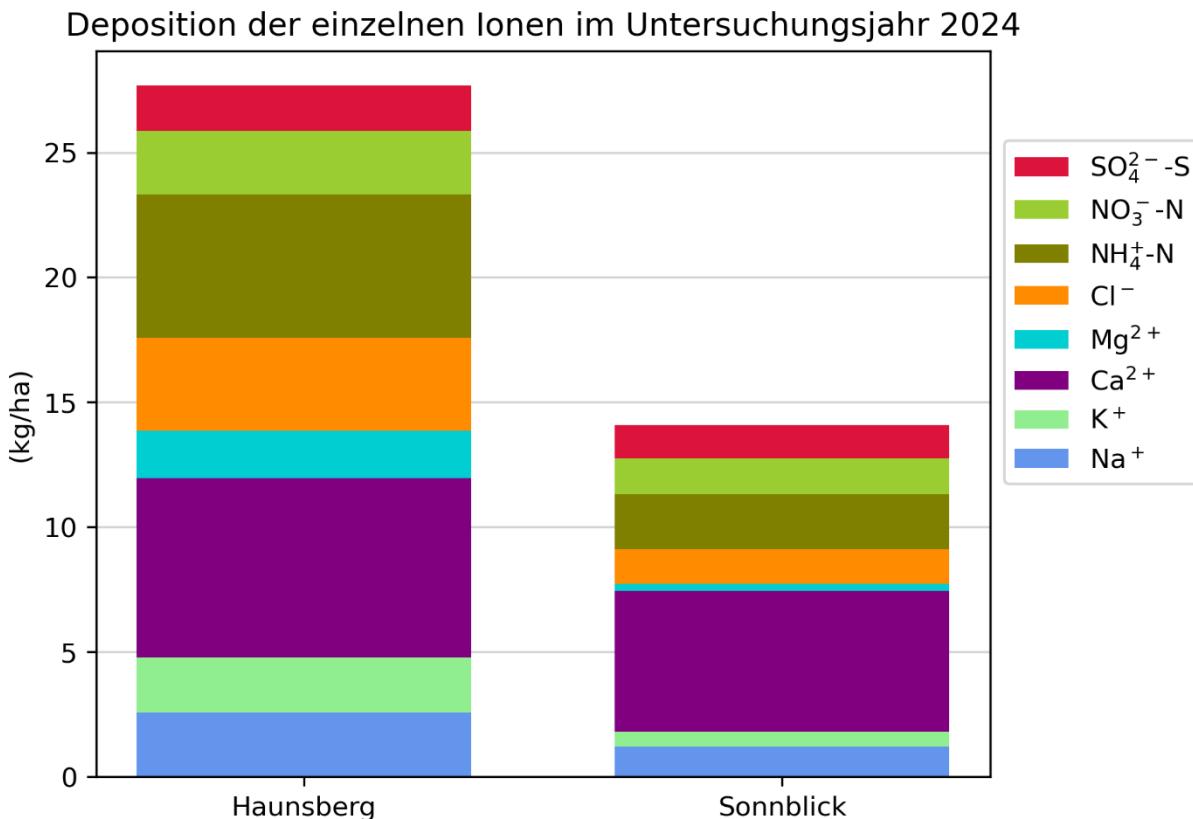


Abbildung 3: Stoffeinträge an den Messstellen in Salzburg im Jahr 2024. Die Angaben für Magnesium, Kalium, Natrium, Chrlorid und Kalizum sind als obere Schranke zu bewerten (weitere Details im Text).

### 3.2. Veränderung der Konzentrations- und Depositionswerte im Jahresverlauf

Bereits Horváth und Mészáros (1984) sowie Rodhe und Granat (1984) untersuchten die jahreszeitlichen Abhängigkeiten der Sulfat- und Nitratkonzentrationen im Niederschlagswasser an verschiedenen Standorten in Europa. Übereinstimmend stellten sie die geringsten Ionenkonzentrationen während der Wintermonate fest und beschrieben ein Konzentrationsmaximum im Frühjahr (März bis April). Auch die Messungen in Österreich zeigen diese saisonabhangigen Veränderungen, die neben Sulfat und Nitrat auch für Ammonium beobachtet werden können. Jahreszeitlich unterschiedlich starke Emissionen der Vorläufersubstanzen (Schwefeldioxid, Ammoniak), Unterschiede bei luftchemischen Prozessen (Oxidation von Schwefeldioxid und den Stickstoffoxiden) und Änderungen in den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen bewirken diese saisonabhangigen Veränderungen der Ionenkonzentrationswerte im Niederschlagswasser (Hedin et al. 1991, Kasper und Puxbaum 1994, Hand et al. 2012).

Für Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium und Chlorid sind keine so stetigen saisonalen Änderungen der Konzentrationswerte zu erkennen. Hier werden die Konzentrationsverläufe viel stärker durch Episoden (z.B. lokaler Einfluss oder Ferntransport von Mineralstaub/Wüstenstaub) geprägt.

Die saisonalen Verläufe der Depositionswerte sind durch die Konzentrationswerte und die monatlichen Niederschlagsmengen geprägt. Im Sommer treten zumeist die höchsten Niederschlagsmengen auf. Daraus ergeben sich auch höhere Ioneneinträge in dieser Zeit. So ist an der Station Haunsberg auch im Jahr 2024 die Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr mehr als doppelt so hoch wie im Winterhalbjahr. An der Station Sonnblick ist dieser Unterschied im Jahr 2024 viel schwächer ausgeprägt. Es gilt für beide Stationen, dass die Stoffeinträge im Sommer höher sind als im Winter.

In Tabelle 5 und 6 sind die Monatsmittelwerte der Konzentrationswerte und in den Tabellen 7 und 8 die dazugehörigen monatlichen Depositionswerte aufgelistet, welche an beiden Messstellen in Salzburg bestimmt wurden.

Tabelle 5: Mengengewichtete Monatsmittelwerte der Konzentrationswerte an Niederschlagsinhaltsstoffen in Haunsberg

Monat	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(µg/L)					(mg/L)			
Jän.24	39,7	6,8	0,14	<0,36	1,14	<0,20	<0,34	<0,20	<0,27	0,36	0,16
Feb.24	32,0	5,4	4,36	<0,49	1,00	<0,27	<0,51	<0,20	<0,33	0,49	0,16
Mär.24	45,0	6,5	0,35	<0,54	1,31	<0,22	0,64	<0,20	0,49	0,54	0,26
Apr.24	12,8	6,6	0,26	<0,48	0,89	<0,23	2,03	<0,26	2,62	0,48	0,43
Mai.24	109,0	7,0	0,10	<0,13	0,47	<0,39	0,48	<0,20	<0,24	0,13	0,09
Jun.24	122,1	6,4	0,42	<0,20	0,57	<0,36	1,81	<0,21	<0,53	0,20	0,23
Jul.24	99,4	6,8	0,16	<0,22	0,49	<0,17	0,77	<0,20	<0,42	0,22	0,18
Aug.24	158,7	6,6	0,23	<0,25	0,57	<0,16	0,53	<0,20	<0,32	0,25	0,21
Sep.24	189,6	6,5	0,31	<0,25	0,36	<0,22	0,78	<0,20	<0,42	0,25	0,22
Okt.24	63,9	6,2	0,58	<0,30	0,53	<0,17	<0,47	<0,20	<0,18	0,30	0,17
Nov.24	21,1	5,4	4,06	<0,71	1,34	<0,22	<0,36	<0,20	<0,23	0,71	0,30
Dez.24	43,9	6,5	0,32	<0,25	0,80	<0,17	<0,50	<0,20	<0,39	0,25	0,09

Tabelle 6: Mengengewichtete Monatsmittelwerte der Konzentrationswerte an Niederschlagsinhaltsstoffen am Sonnblick

Monat	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(µg/L)					(mg/L)			
Jän.24	72,5	5,5	3,39	0,03	0,01	0,01	0,06	<0,01	0,03	0,02	0,01
Feb.24	166,5	5,2	5,67	0,09	0,05	0,03	0,15	0,01	0,11	0,07	0,04
Mär.24	167,1	5,6	2,36	0,09	0,24	0,03	0,66	0,03	0,13	0,17	0,16
Apr.24	155,1	5,6	2,40	0,10	0,20	0,11	0,46	0,03	0,10	0,11	0,11
Mai.24	144,0	5,3	4,80	0,10	0,14	0,03	0,11	0,01	0,07	0,07	0,08
Jun.24	101,1	5,6	2,31	0,13	0,20	0,05	1,24	0,04	0,14	0,10	0,16
Jul.24	160,1	5,0	10,11	0,04	0,26	0,02	0,20	0,02	0,05	0,12	0,11
Aug.24	115,1	5,1	8,50	0,04	0,23	0,03	0,14	0,01	0,06	0,10	0,09
Sep.24	267,3	5,5	3,54	0,04	0,06	0,02	0,20	0,01	0,05	0,05	0,05
Okt.24	78,7	5,3	4,55	0,02	0,01	0,01	0,05	<0,01	0,02	0,02	0,01
Nov.24	149,9	5,7	1,99	0,06	0,09	0,03	0,60	0,02	0,07	0,08	0,05
Dez.24	177,5	5,5	3,21	0,08	0,02	0,02	0,10	0,01	0,09	0,04	0,01

Tabelle 7: Monatliche nasse Deposition der Niederschlagsinhaltsstoffe in **Haunsberg**

Monat	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(g/ha)						(kg/ha)		
Jän.24	39,7	6,8	0,06	<0,14	0,45	<0,08	<0,14	<0,08	<0,11	0,14	0,06
Feb.24	32,0	5,4	1,39	<0,16	0,32	<0,09	<0,16	<0,07	<0,10	0,16	0,05
Mär.24	45,0	6,5	0,16	<0,24	0,59	<0,10	0,29	<0,09	0,22	0,24	0,12
Apr.24	12,8	6,6	0,03	<0,06	0,11	<0,03	0,26	<0,03	0,34	0,06	0,05
Mai.24	109,0	7,0	0,11	<0,14	0,51	<0,42	0,52	<0,22	<0,27	0,14	0,10
Jun.24	122,1	6,4	0,51	<0,24	0,70	<0,44	2,21	<0,26	<0,64	0,24	0,28
Jul.24	99,4	6,8	0,16	<0,22	0,49	<0,17	0,77	<0,20	<0,42	0,22	0,18
Aug.24	158,7	6,6	0,37	<0,40	0,90	<0,25	0,85	<0,32	<0,51	0,40	0,33
Sep.24	189,6	6,5	0,59	<0,48	0,69	<0,41	1,48	<0,38	<0,80	0,48	0,42
Okt.24	63,9	6,2	0,37	<0,19	0,34	<0,11	<0,30	<0,13	<0,12	0,19	0,11
Nov.24	21,1	5,4	0,86	<0,15	0,28	<0,05	<0,08	<0,04	<0,05	0,15	0,06
Dez.24	43,9	6,5	0,14	<0,11	0,35	<0,07	<0,22	<0,09	<0,17	0,11	0,04

Tabelle 8: Monatliche nasse Deposition der Niederschlagsinhaltsstoffe am **Sonnblick**

Monat	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(g/ha)						(kg/ha)		
Jän.24	72,5	5,5	2,46	0,02	0,01	0,00	0,04	0,00	0,02	0,02	0,01
Feb.24	166,5	5,2	9,43	0,14	0,09	0,06	0,26	0,02	0,18	0,11	0,07
Mär.24	167,1	5,6	3,94	0,14	0,40	0,05	1,10	0,04	0,22	0,29	0,28
Apr.24	155,1	5,6	3,73	0,15	0,31	0,17	0,71	0,04	0,15	0,17	0,17
Mai.24	144,0	5,3	6,90	0,15	0,20	0,04	0,16	0,02	0,10	0,10	0,11
Jun.24	101,1	5,6	2,34	0,13	0,20	0,05	1,25	0,04	0,14	0,10	0,16
Jul.24	160,1	5,0	16,19	0,06	0,41	0,03	0,31	0,03	0,08	0,19	0,18
Aug.24	115,1	5,1	9,79	0,04	0,26	0,03	0,16	0,01	0,07	0,11	0,10
Sep.24	267,3	5,5	9,46	0,12	0,15	0,07	0,54	0,03	0,14	0,13	0,13
Okt.24	78,7	5,3	3,58	0,02	0,01	0,01	0,04	0,00	0,02	0,02	0,01
Nov.24	149,9	5,7	2,99	0,08	0,14	0,04	0,90	0,03	0,11	0,12	0,08
Dez.24	177,5	5,5	5,69	0,15	0,04	0,04	0,18	0,02	0,16	0,07	0,03

In den Abbildungen 4 bis 7 werden die Ergebnisse (Monatsmittelwerte) für Ammonium-N, Nitrat-N und Sulfat-S für die beiden Messstellen in Salzburg graphisch dargestellt. Diese Komponenten wurden ausgewählt, da sie für den Säureeintrag und die Eutrophierung von Ökosystemen wesentlich sind. Die Abbildungen 4 und 6 zeigen die Jahresgänge der Konzentrationswerte, die über alle bisherigen Messperioden gemittelt wurden, die aktuellen Konzentrationswerte und den Bereich der bisher bestimmten Monatswerte. Die Abbildungen 5 und 7 stellen die Ergebnisse der Depositionswerte analog dar. Im Anhang sind für die Station Sonnblick auch die Abbildungen für die basischen Kationen und Chlorid ersichtlich.

Der grau markierte Bereich repräsentiert die Perzentilwerte der Monatsmittel, wobei der untere Rand des grau dargestellten Bereichs dem P3 und der obere Rand dem P97 entspricht. Diese Flächen drücken somit die Schwankungsbreite der bisher erfassten Monatsmittelwerte aus.

Zur Berechnung der mittleren Jahrensgänge wurden jeweils die Konzentrationswerte oder Ioneneinträge eines jeden Monats (also alle Jännerwerte, alle Februarwerte, usw. mit Vernachlässigung von Werten außerhalb des genannten Perzentilbereiches) seit Beginn der Messungen volumengewichtet gemittelt. Der direkte Vergleich zwischen aktuellem und langjährigem Mittel und der Schwankungsbreite der Monatsmittelwerte ermöglicht ein unmittelbares Erkennen von Besonderheiten der diesjährigen Untersuchungsperiode.

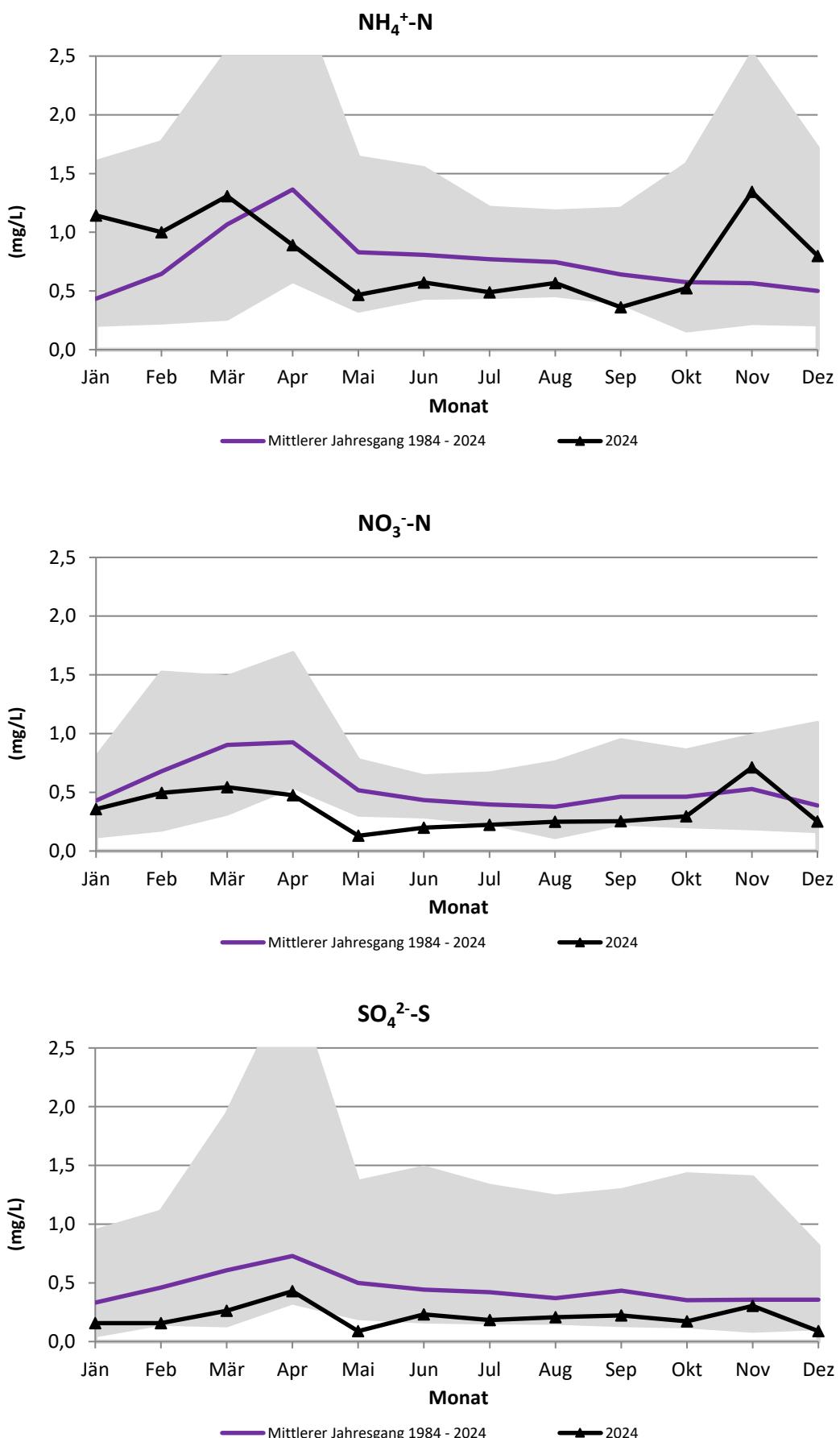


Abbildung 4: Darstellung der mittleren monatlichen Konzentrationen in der Untersuchungsperiode 2024 im Vergleich zu den mittleren Jahressängen an der Messstelle **Haunsberg**. Die grau hinterlegte Fläche stellt die Schwankungsbreite der bisher erfassten Monatsmittelwerte dar.

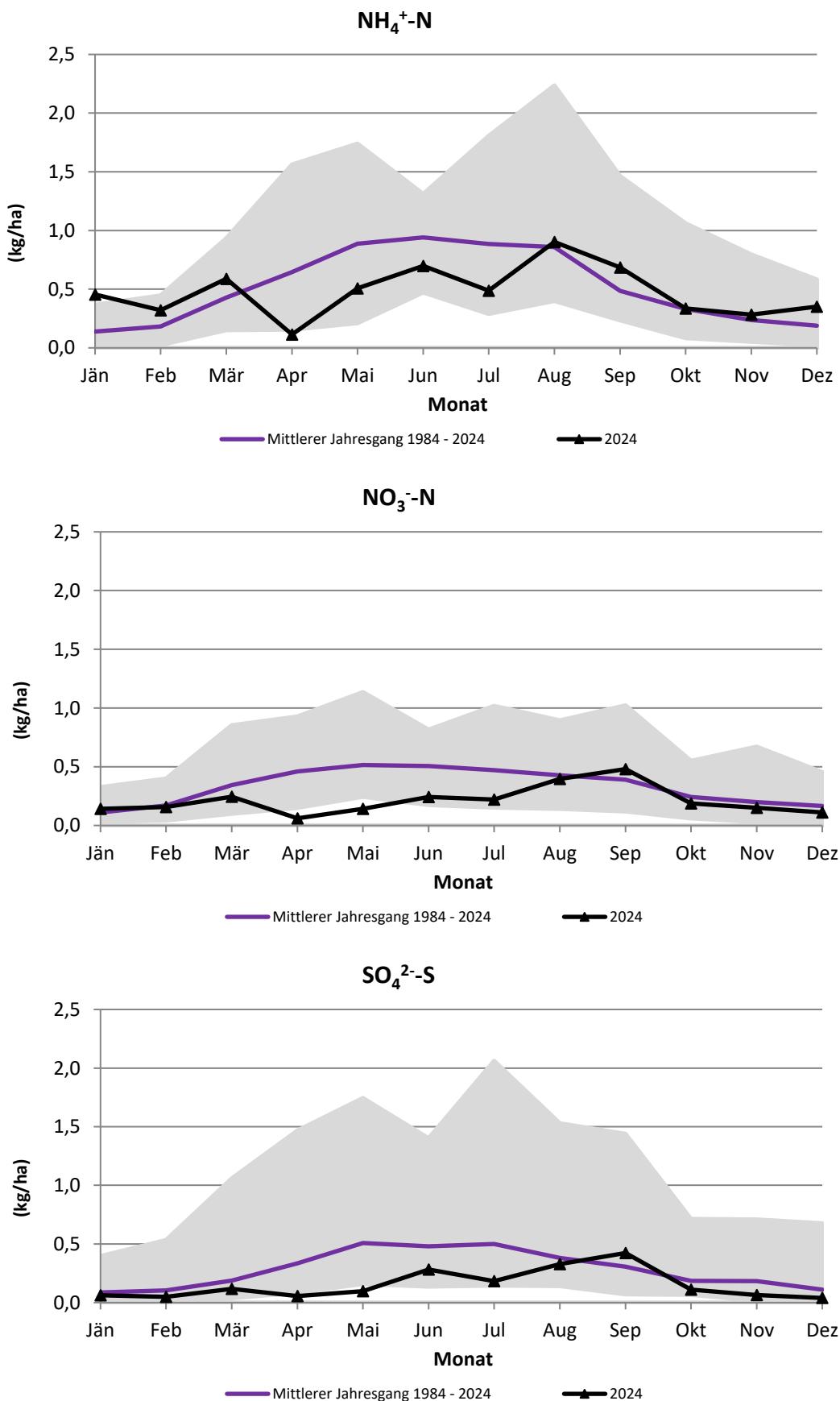


Abbildung 5: Darstellung der mittleren monatlichen Einträge in der Untersuchungsperiode 2024 im Vergleich zu den mittleren Jahressängen an der Messstelle in **Haunsberg**. Die grau hinterlegte Fläche stellt die Schwankungsbreite der bisher erfassten Monatsmittelwerte dar.

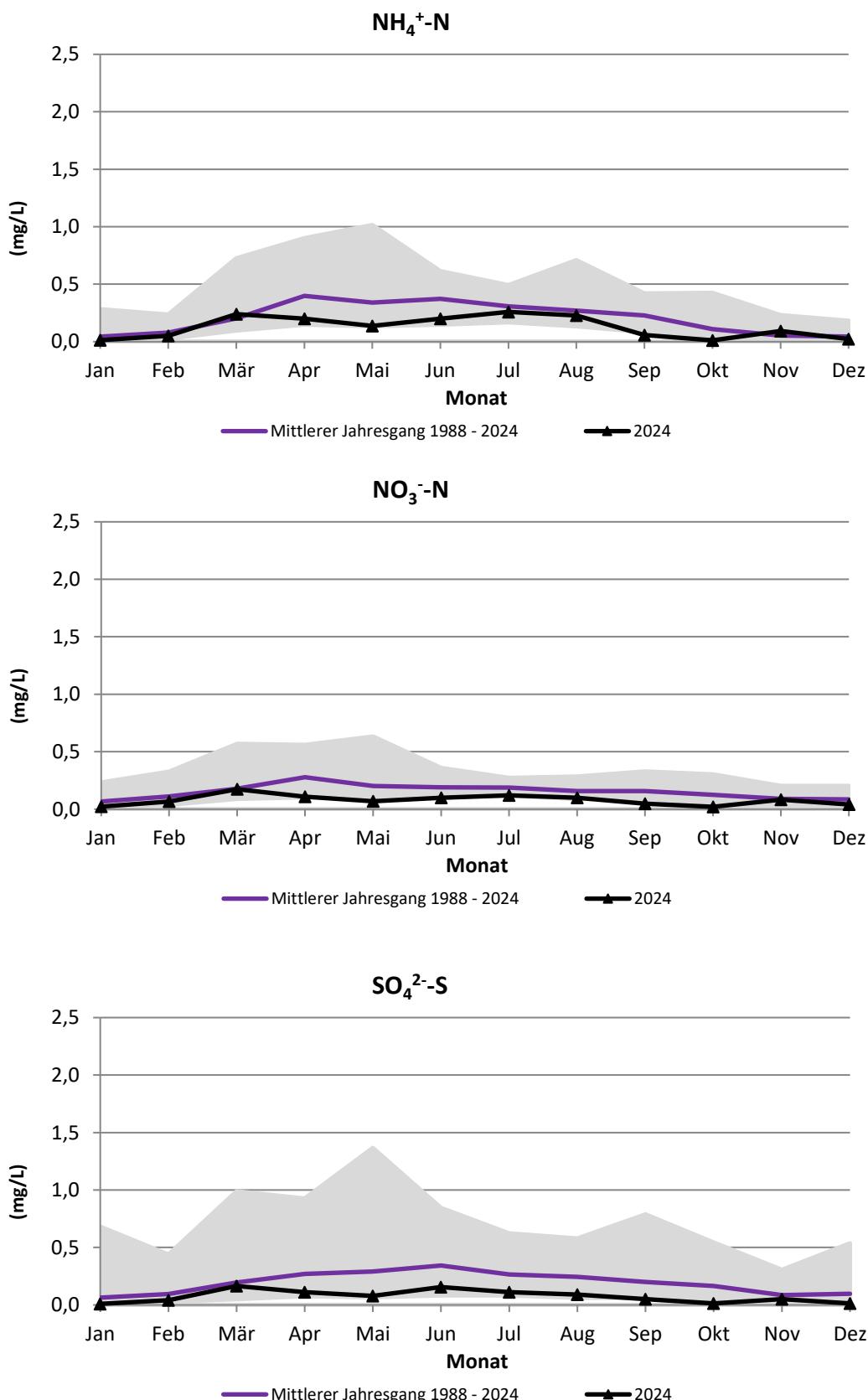


Abbildung 6: Darstellung der mittleren monatlichen Konzentrationen in der Untersuchungsperiode 2024 im Vergleich zu den mittleren Jahressängen an der Messstelle **Sonnblick**. Die grau hinterlegte Fläche stellt die Schwankungsbreite der bisher erfassten Monatsmittelwerte dar.

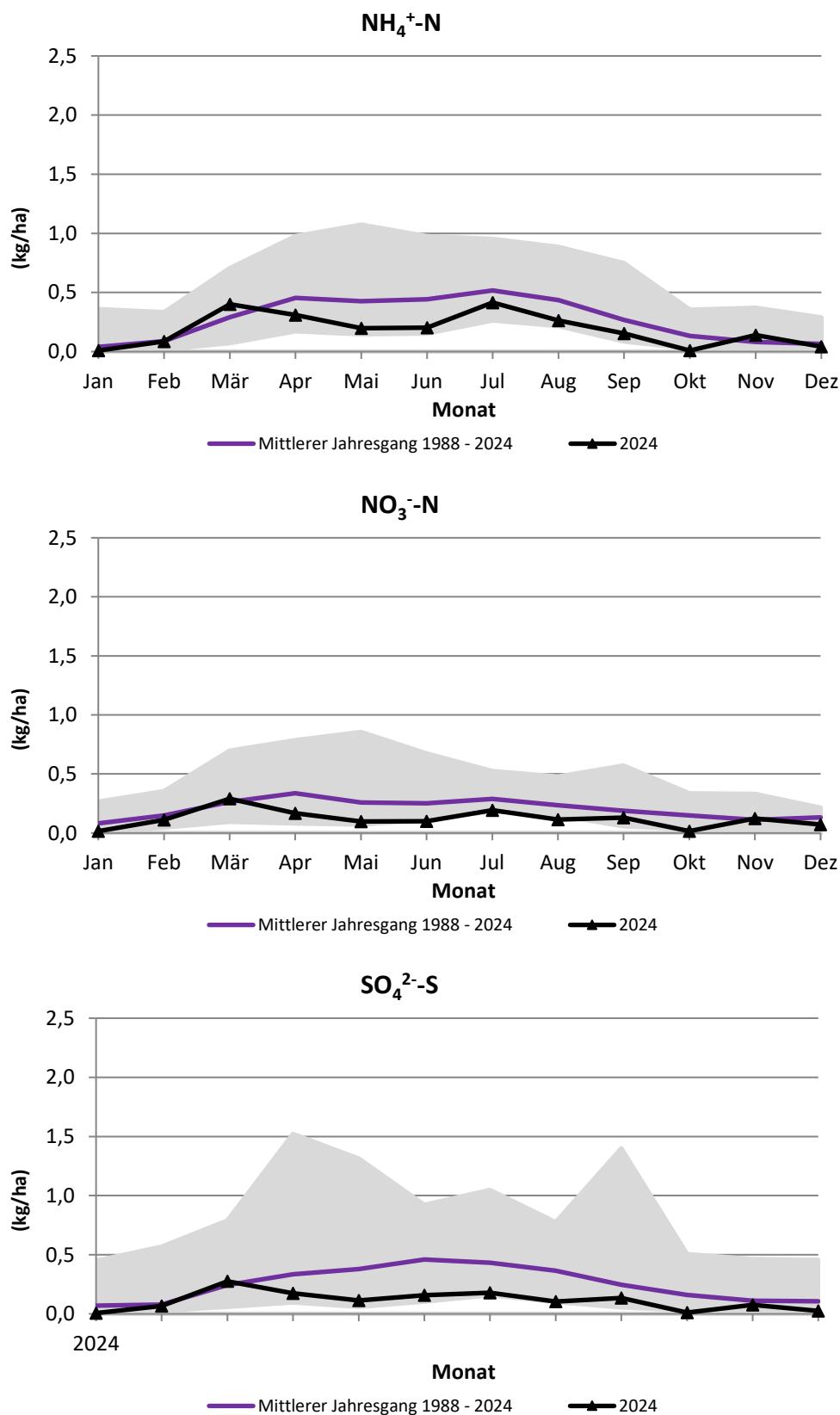


Abbildung 7: Darstellung der mittleren monatlichen Einträge in der Untersuchungsperiode 2024 im Verleich zu den mittleren Jahresgängen an der Messstelle **Sonnblick**. Die grau hinterlegte Fläche stellt die Schwankungsbreite der bisher erfassten Monatsmittelwerte dar.

An der Station Sonnblick liegen die Jahresgänge der Konzentrationswerte und der Stoffeinträge für alle drei Parameter auf oder unter dem Verlauf der über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelten Werte. Wie in den Vorjahren sind die größten Unterschiede zwischen dem aktuellen Verlauf und dem langjährigen Mittel für die Sommermonat und für Sulfat zu erkennen. Dies ist auf den Rückgang der Emissionen von Schwefeldioxid seit den 1980er Jahren zu erkennen, die in Europa erreicht wurden.

Der Rückgang für Sulfat-Schwefel ist auch an der Stationen Haunsberg zu erkennen. Nur im September wird ein Stoffeintrag über dem langjährigen Mittel bestimmt, was auf eine hohe Niederschlagsmenge zurückzuführen ist. Auch für Nitrat-Stickstoff liegen die Monatswerte zumeist unter den langjährigen Mitteln, in einzelnen Monaten deutlich. Der hohe Konzentrationswert im November ist durch eine geringe Niederschlagsmenge bedingt. Dies ist auch an den Ergebnisse für die weiteren Konzentrationswerte zu erkennen. Ammonium-Stickstoff zeigt größere Schwankungen der Konzentrationswerte, die aber während des gesamten Jahres im üblichen Bereich bleiben. Der Konzentrationsverlauf dieser Komponente ist stärker von kleinräumigen Effekten abhängig.

### 3.3. Trends der Konzentrations- und Depositionswerte seit 1983

Zur Ermittlung zeitlicher Trends werden die jährlichen Niederschlagsmengen (Abb. 8), pH-Werte (Abb. 9), sowie die Jahresmittel der Konzentrationswerte und Jahreseinträge der Schwefel- und Stickstoffkomponenten im zeitlichen Verlauf dargestellt. Über Kendalls Tau wird statistisch geprüft, ob eine signifikante Veränderung der Konzentrations- oder der Depositionswerte vorliegt (Signifikanzniveau  $p=0,05$ ). Für die Parameter, die eine signifikante Veränderung zeigen, wird die absolute Änderung der Konzentrations- oder Depositionswerte über den gesamten Beobachtungszeitraum berechnet.

#### 3.3.1. Entwicklung der Niederschlagsmengen

Die Niederschlagsmenge des Jahres 2024 an der Station Haunsberg war ähnlich wie im Vorjahr. Am Sonnblick war die Niederschlagsmenge deutlich geringer als im Vorjahr. Trotzdem sind die Unterschiede zwischen den Messpunkten Haunsberg und Sonnblick auch 2024 sehr deutlich zu erkennen.

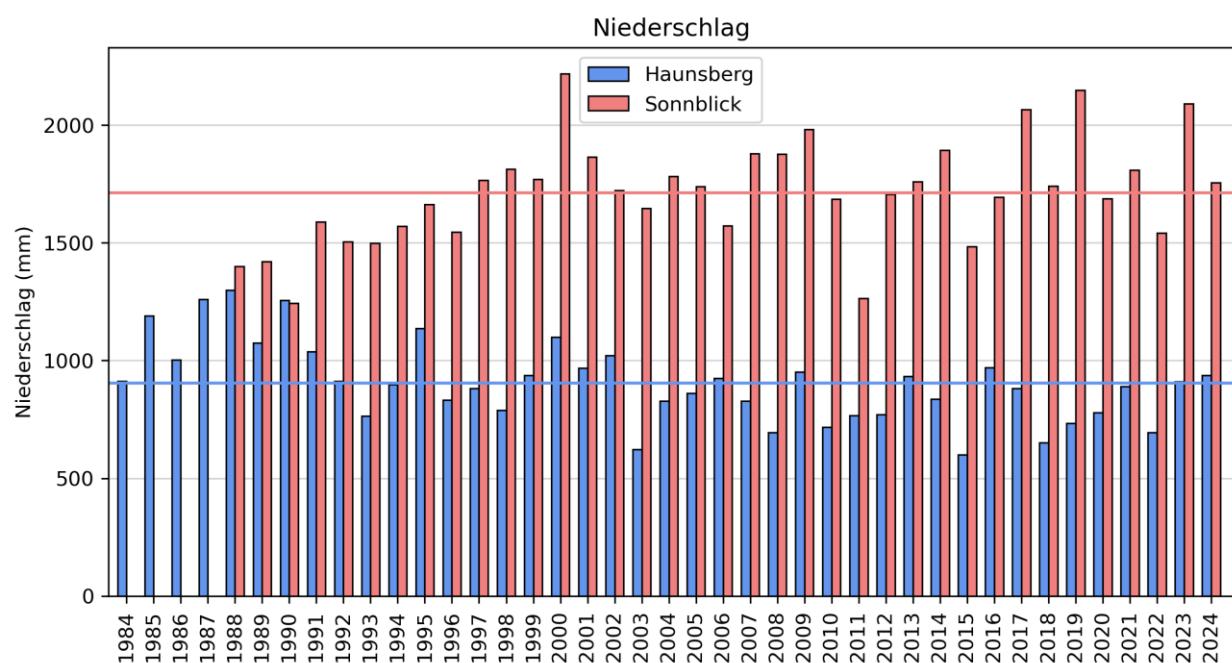


Abbildung 8: Darstellung der jährlichen Niederschlagsmengen seit Beginn der Messungen.

### 3.3.2. Entwicklung der pH-Werte der Regenwässer an den Messstellen

Seit 1984 (Haunsberg) bzw. 1988 (Sonnblick) ist an beiden Messpunkten eine deutliche Zunahme des pH-Wertes zu erkennen. Während in 1984 am Haunsberg ein mittlerer pH-Wert von 4,6 bestimmt wurde, liegt dieser nun schon mehrere Jahre über 6. Am Sonnblick hingegen lag der mittlere pH-Wert in 1988 bei 4,9 und nun bei 5,4.

Die aktuellen Werte beider Stationen entsprechen der natürlichen Azidität des Niederschlags. Dies bringt die abnehmende Schadstoffbelastung der Luft, speziell mit Sulfat, zum Ausdruck. Der vorübergehende Anstieg des pH-Wertes am Sonnblick in den Jahren 2003 bis 2005 steht mit Bauarbeiten bei der Sanierung des Sonnblick-Gipfels in Zusammenhang und zeigt somit eine lokale Beeinflussung.

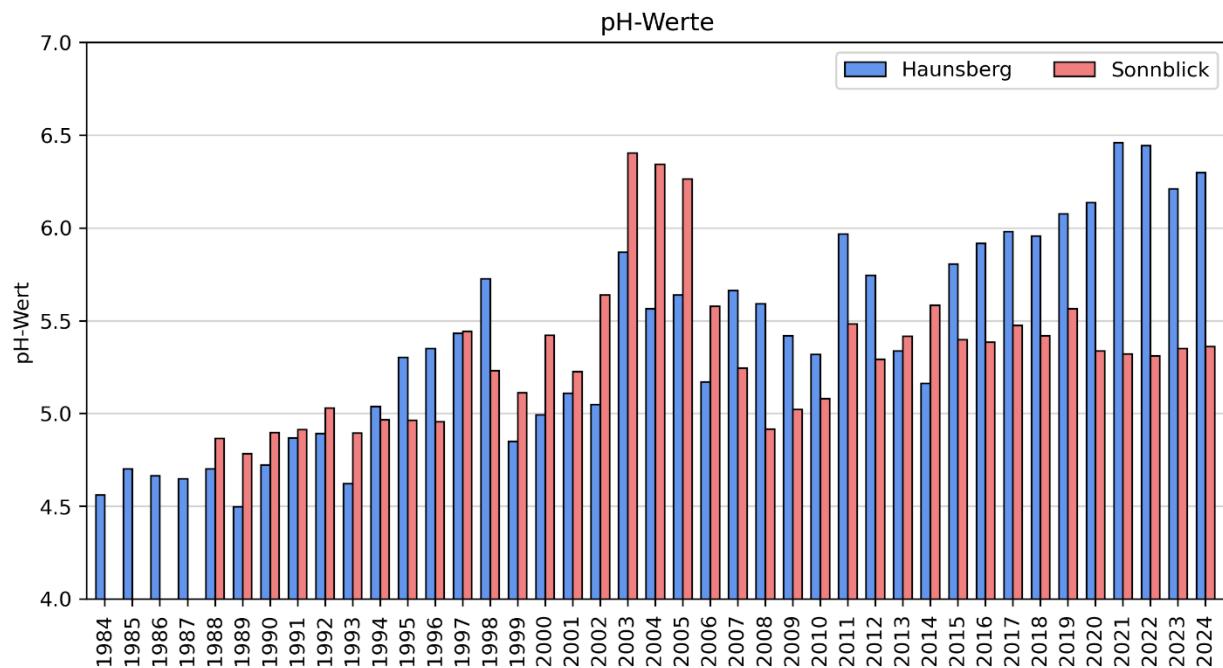


Abbildung 9: Jahresmittelwerte der pH-Werte seit Beginn der Messungen an den vier steirischen Messstellen.

### 3.3.3. Entwicklung der Sulfatkonzentration und Sulfatdeposition

Die Konzentrations- und Depositionswerte von Sulfat-Schwefel bleiben an beiden Stationen auf einem niedrigen Niveau. Es gibt kaum Unterschiede zu den Vorjahren. Erwartungsgemäß liegen die Konzentrationswerte am Haunsberg über den Messwerten des Sonnblicks.

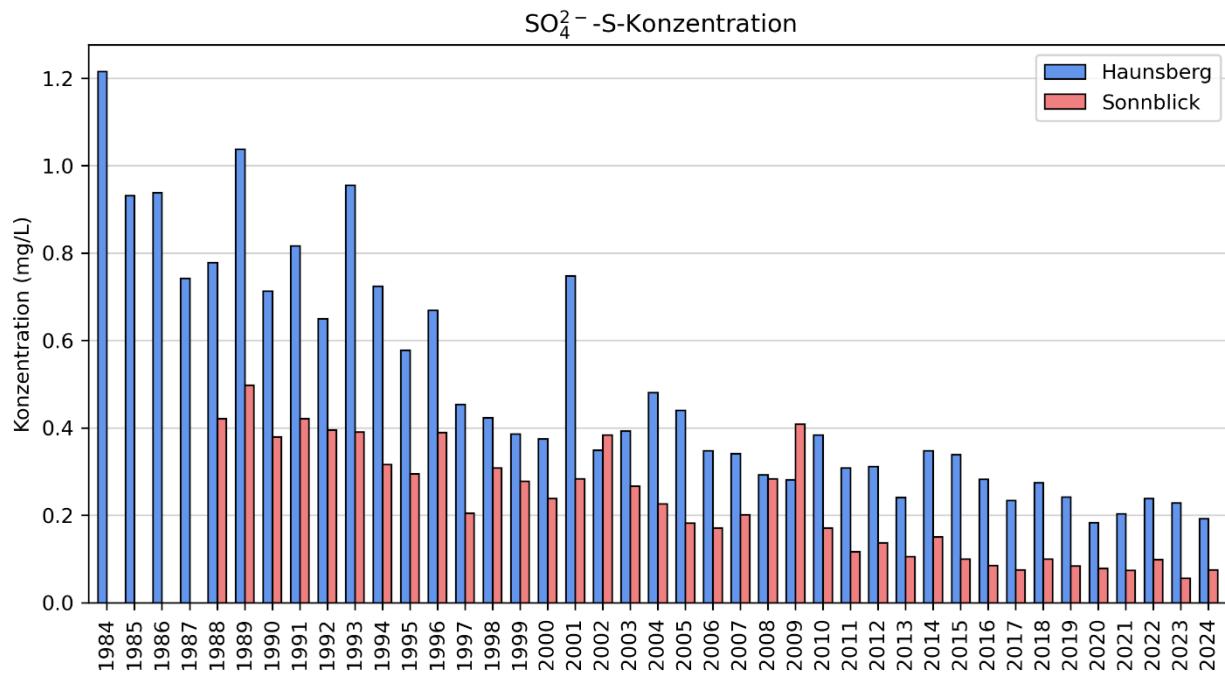


Abbildung 10: Jahresmittelwerte der Konzentrationen an Sulfat-Schwefel seit Beginn der Messungen.

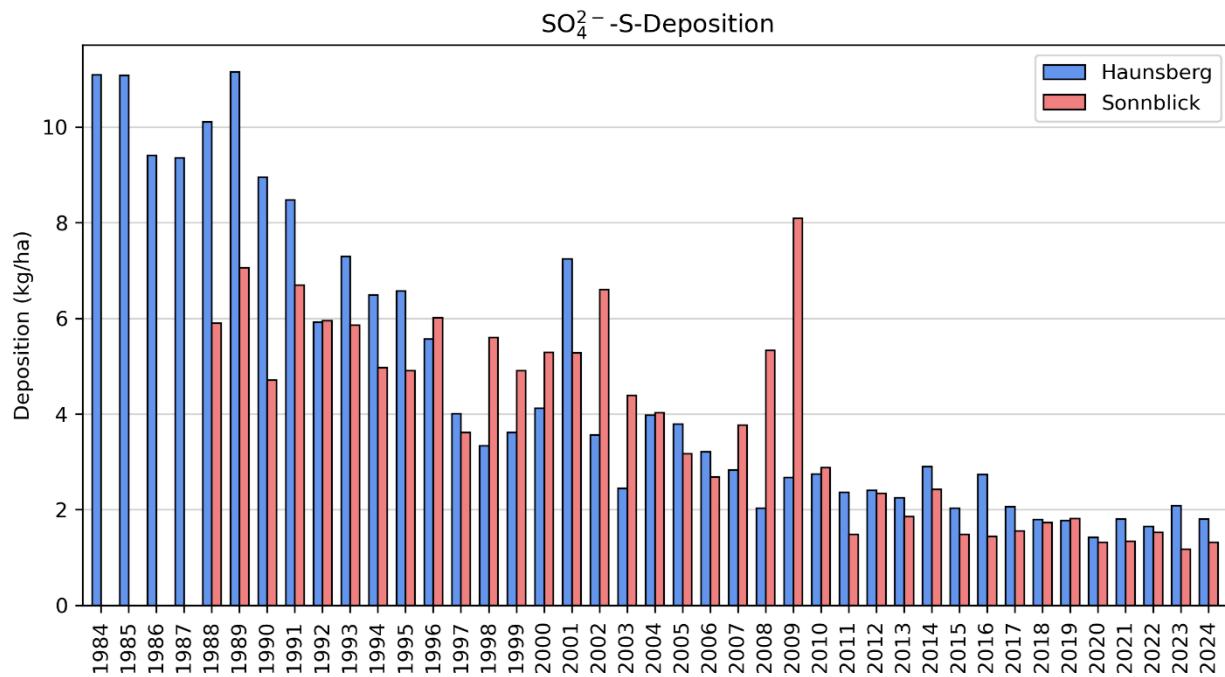


Abbildung 11: Einträge an Sulfat-Schwefel seit Beginn der Messungen.

In Abbildung 12 sind die Trendverläufe der Konzentrations- und Depositionswerte für Sulfat-Schwefel für beide Messstationen abgebildet. An beiden Stationen zeigt sich ein signifikanter, sinkender Trend der Konzentration und auch der Deposition.

Im Untersuchungszeitraum betrug die Abnahme der Konzentrationswerte 0,4 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S/L (Sonnblick) und 0,7 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S/L (Haunsberg). Der Eintrag von Sulfat-Schwefel nahm seit Beginn der Aufzeichnung um 5,8 kg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S/ha (Sonnblick) und 8,4 kg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S/ha (Haunsberg) ab.

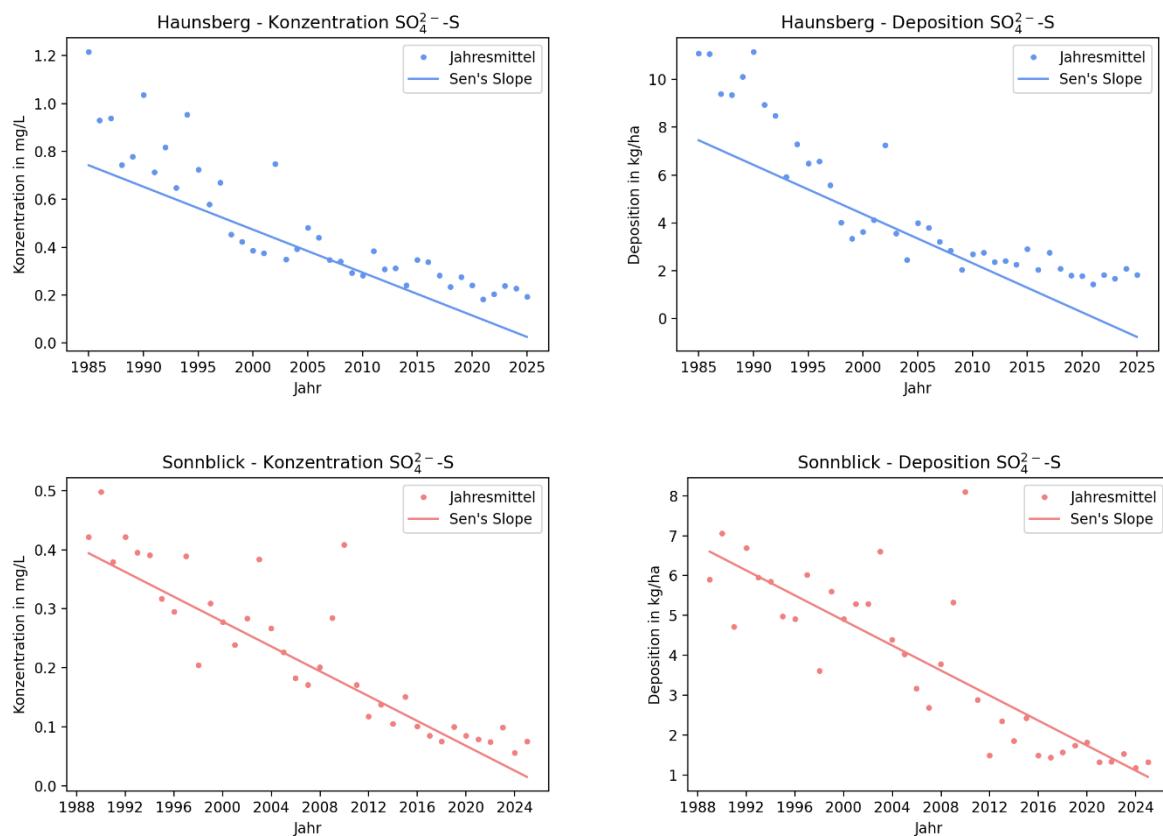


Abbildung 12: Trendverläufe für die Konzentration und Deposition von Sulfat-Schwefel seit dem Beginn der Untersuchungen.

### 3.3.4. Entwicklung der Ammoniumkonzentration und der Ammoniumdeposition

Seit Beginn der Messreihe liegen die Konzentrationswerte für Ammonium am Haunsberg deutlich höher als am Sonnblick. Das ist zu erwarten, da die Umgebung der Messstelle am Haunsberg landwirtschaftlich geprägt ist. Speziell für Ammoniak ist aufgrund der Reaktivität des Spurengases eine deutliche Abnahme der Konzentrationswerte mit steigender Höhe zu erwarten. Die Messungen am Sonnblick erfolgen in mehr als 3000m Seehöhe. Aufgrund der höheren Niederschlagsmengen am Sonnblick sind die Unterschiede der Depositionswerte deutlich geringer, als die Unterschiede der Konzentrationswerte.

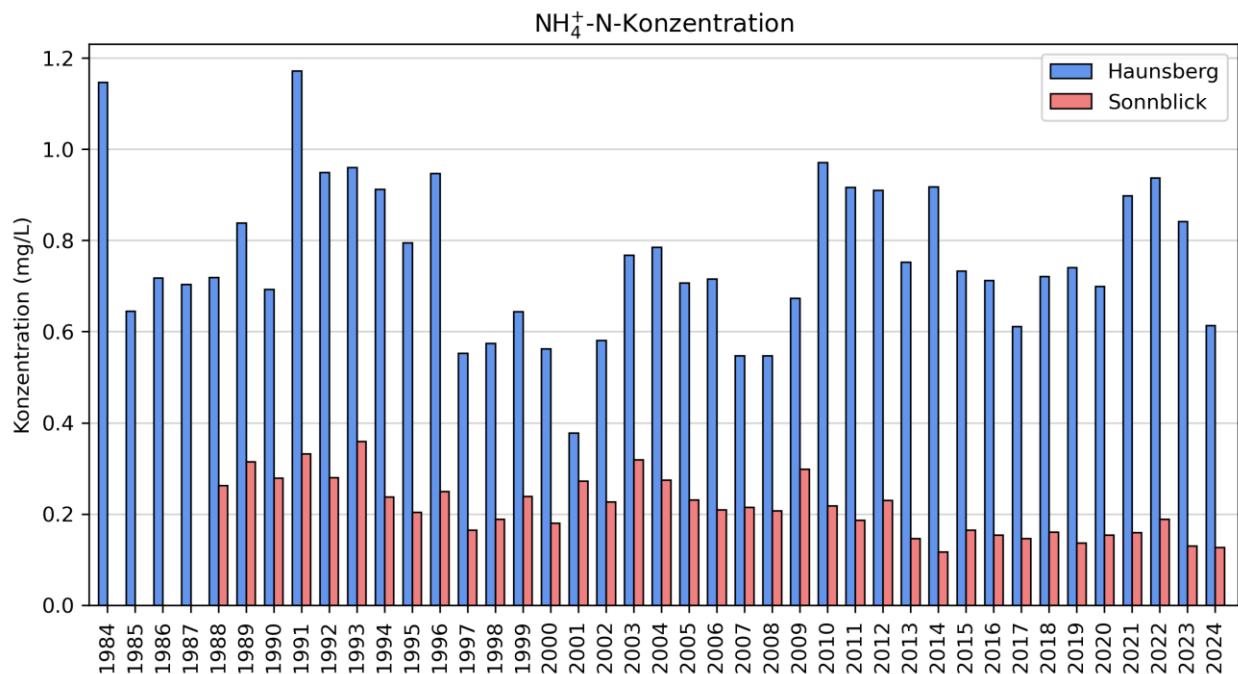


Abbildung 13: Jahresmittelwerte der Konzentrationen an Ammonium-Stickstoff seit Beginn der Messungen.

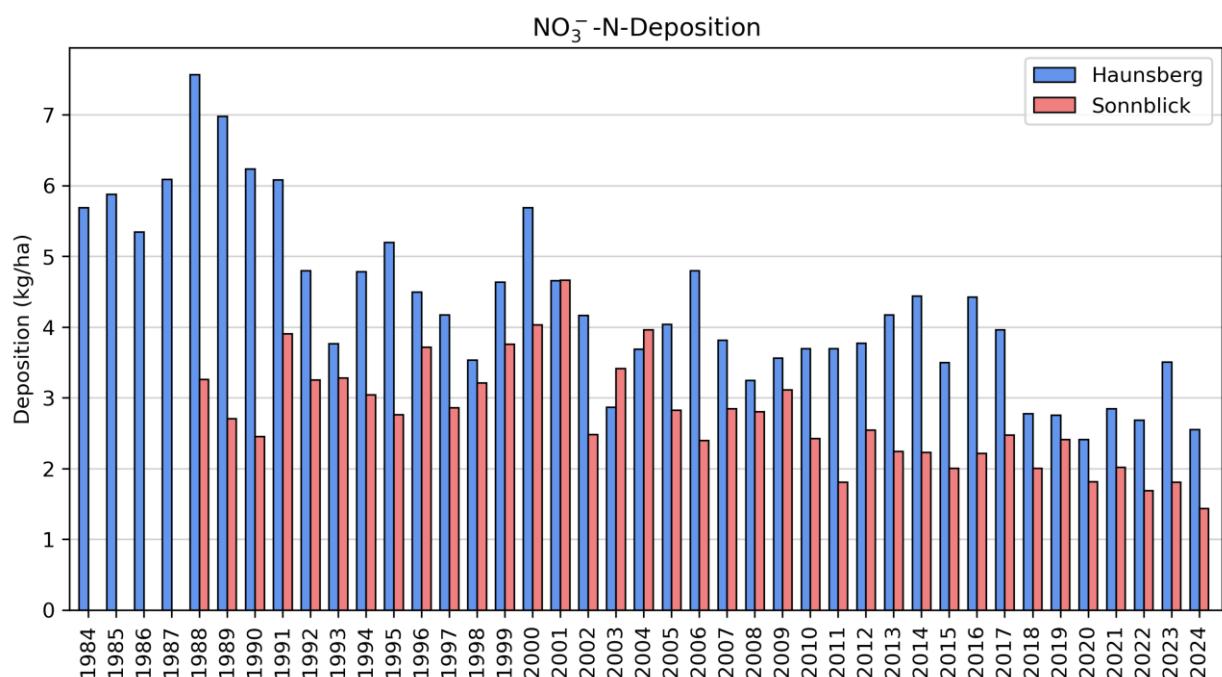


Abbildung 14: Einträge an Ammonium-Stickstoff seit Beginn der Messungen.

Die Trendanalyse (Abb. 15) zeigt für die Konzentrationswerte von Ammonium-Stickstoff nur an der Messstation Sonnblick ein signifikant fallender Trend. Über den gesamten Untersuchungszeitraum (1988-2024) lag die Abnahme der Konzentration am Sonnblick bei 0,2 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/L. Der Ammonium-Stickstoffeintrag zeigt jedoch für beide Messstellen einen signifikant fallenden Trend. So betrug die Abnahme der Ammonium-Stickstoffeinträge über den gesamten Untersuchungszeitraum 1,8 kg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/ha (Sonnblick) und 2,9 kg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/ha (Haunsberg). Die Scatterplots zeigen auch, dass es von Jahr zu Jahr zu deutliche Schwankungen der Konzentrationswerte und Stoffeinträge von Ammonium-Stickstoff kommt.

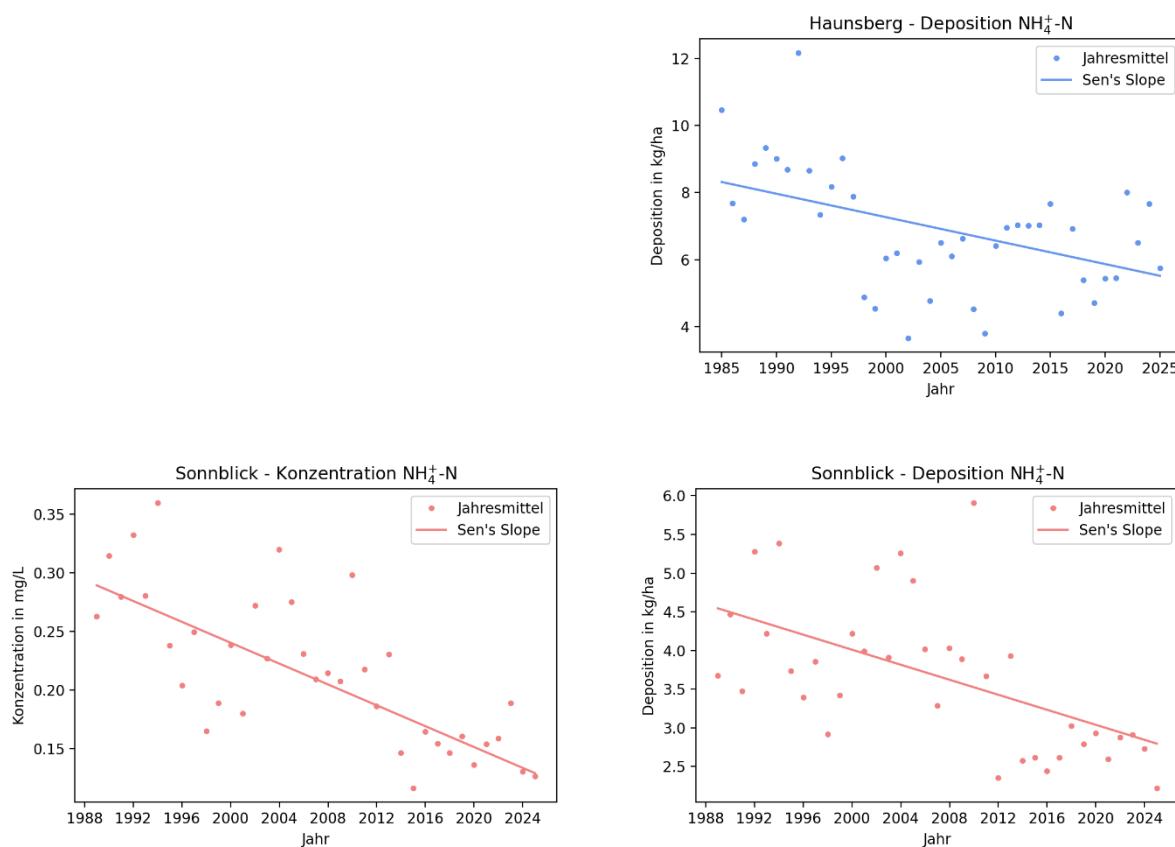


Abbildung 15: Trendverläufe für die Konzentration und Deposition von Ammonium-Stickstoff seit dem Beginn der Untersuchungen.

### 3.3.5. Entwicklung der Nitratkonzentration und Nitratdeposition

Auch für Nitrat zeigt die Gegenüberstellung der zeitlichen Verläufe, dass die Konzentrationswerte am Haunsberg immer deutlich über den Messwerten des Sonnblick liegen. Dies gilt auch für die Deposition, doch sind die Unterschiede aufgrund der Niederschlagsmengen geringer.

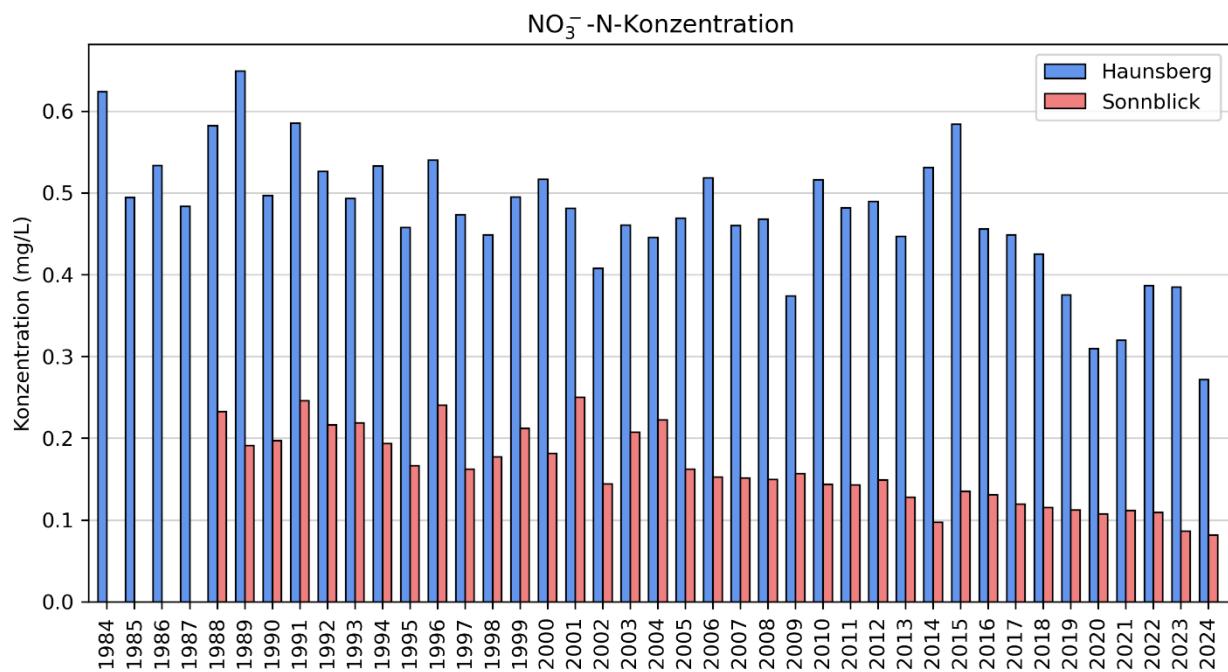


Abbildung 16: Jahresmittelwerte der Konzentrationen an Nitrat-Stickstoff seit Beginn der Messungen.

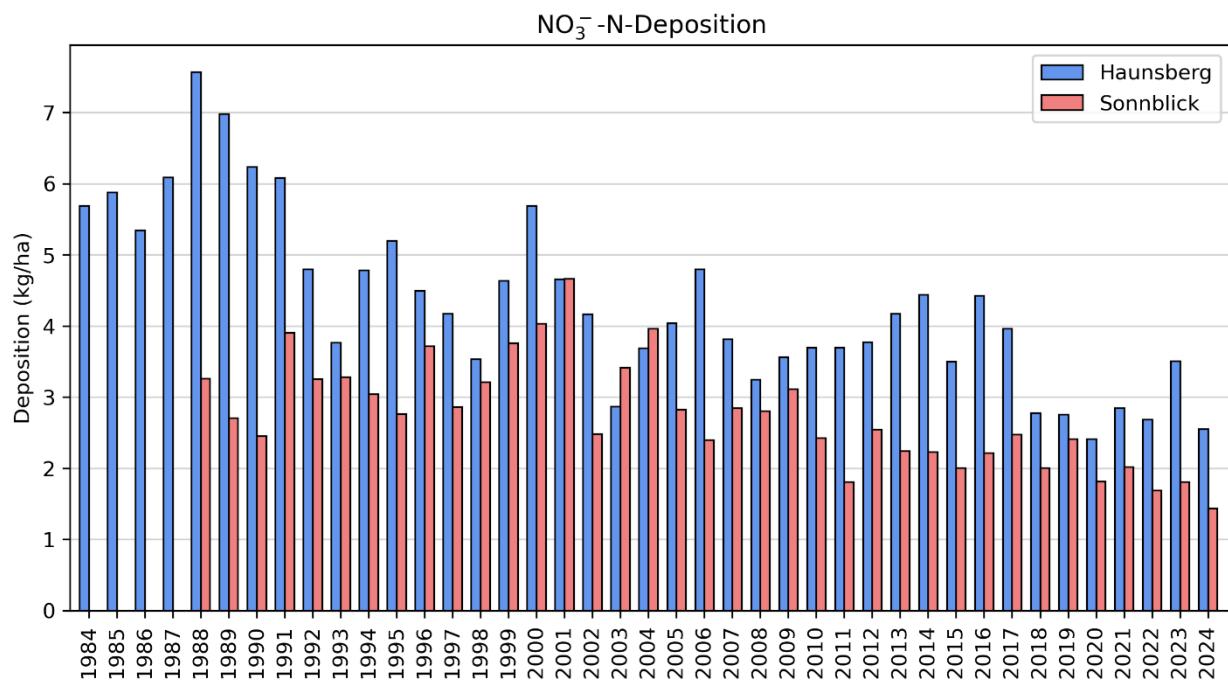


Abbildung 17: Einträge an Nitrat-Stickstoff seit Beginn der Messungen.

An beiden Messstationen konnte ein signifikant fallender Trend für die Konzentrations- und Depositionswerte beobachtet werden (Abb. 18). Über den gesamten Untersuchungszeitraum lagen die Abnahmen der Konzentrationswerte bei 0,2 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/L (Haunsberg) und 0,1 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/L (Sonnblick). Die Abnahmen der Nitrat-Stickstoffeinträge betragen über den gesamten Untersuchungszeitraum 1,8 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/ha (Sonnblick) und 3,2 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/ha (Haunsberg).

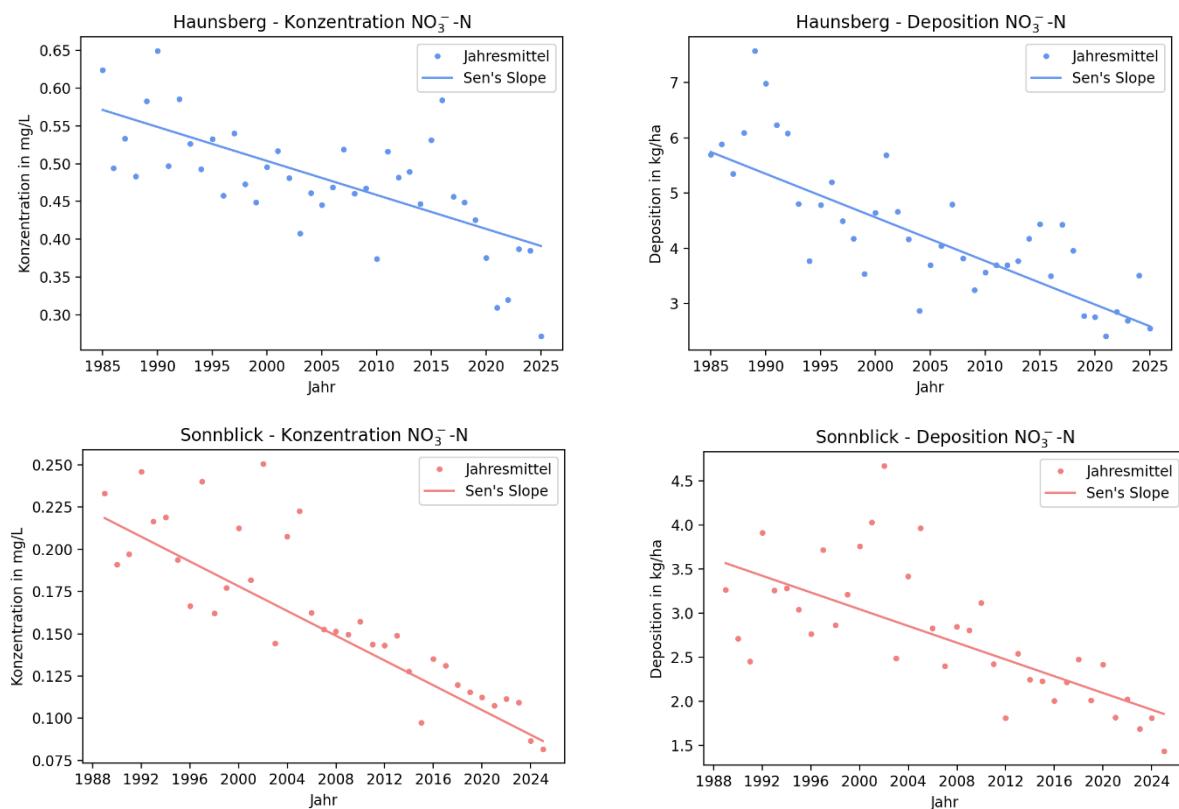


Abbildung 18: Trendverläufe für die Konzentration und Deposition von Nitrat-Stickstoff seit dem Beginn der Untersuchungen.

### 3.3.6. Entwicklung der Gesamtstickstoff-Konzentration und des Gesamtstickstoffeintrags

Die zeitlichen Verläufe der Konzentrations- und Depositionswerte für Gesamtstickstoff sind in den Abbildungen 19 und 20 dargestellt. Die Gesamtstickstoff-Konzentration und der Gesamtstickstoff-Eintrag setzen sich aus den Werten für Ammonium- und Nitrat-Stickstoff zusammen und spiegeln daher die bereits zuvor angeführten Verhältnisse wider.

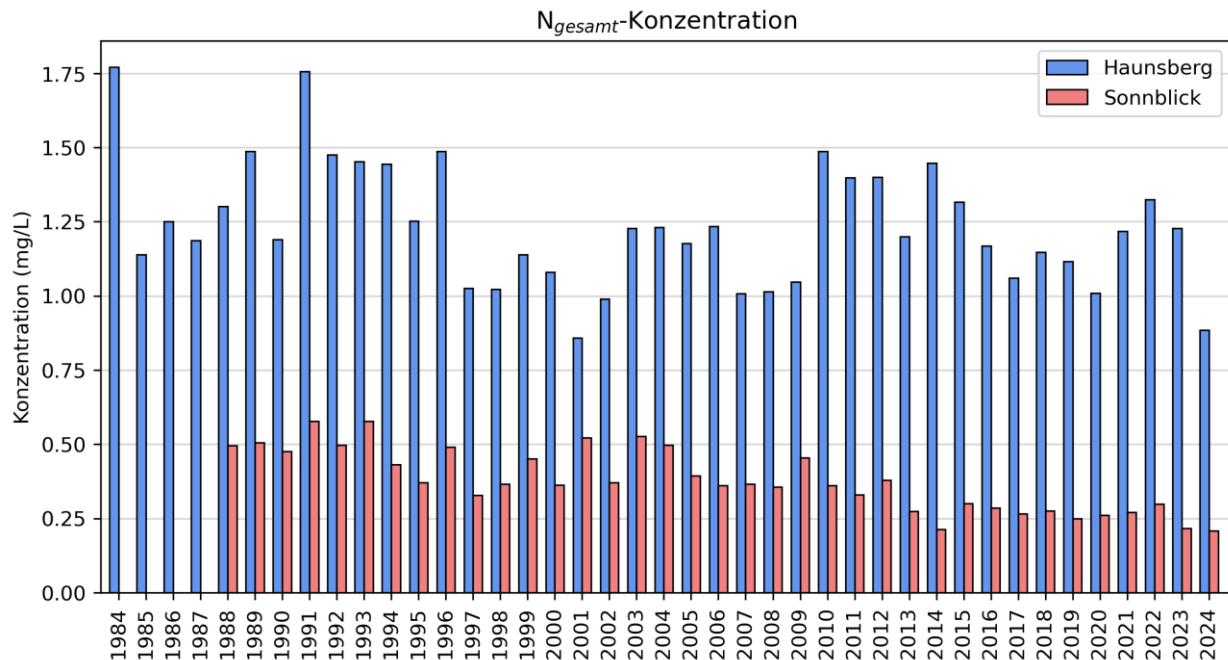


Abbildung 19: Jahresmittelwerte der Konzentrationen an Gesamt-Stickstoff seit Beginn der Messungen.

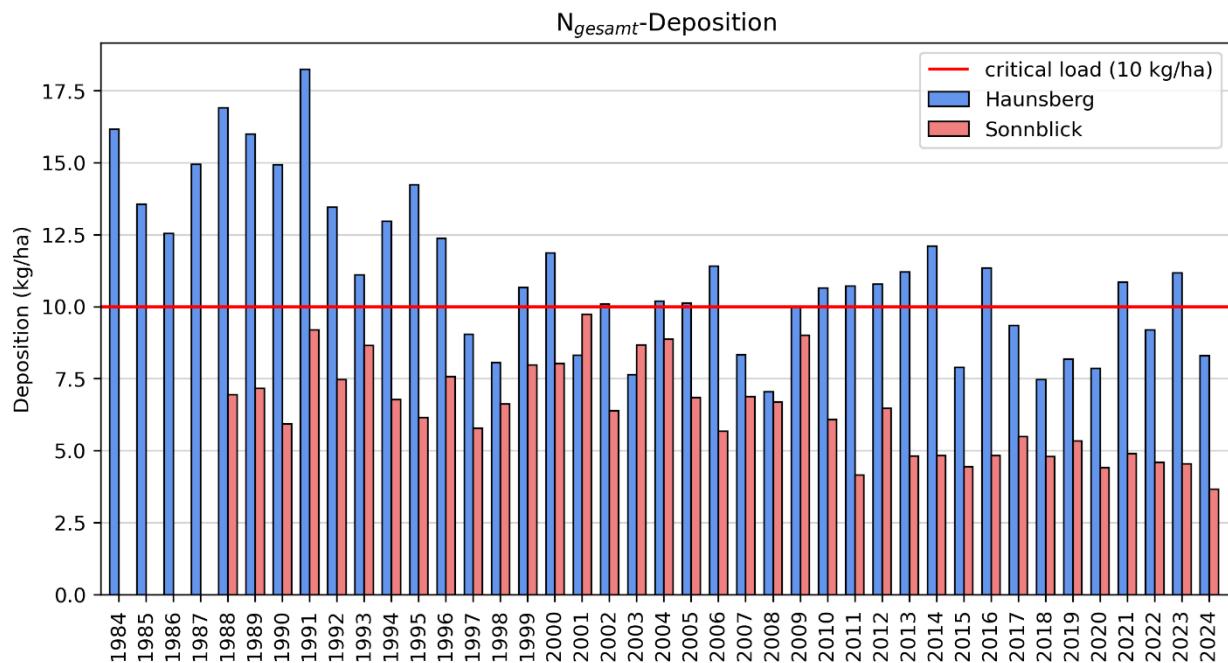


Abbildung 20: Einträge an Gesamtstickstoff seit Beginn der Messungen.

Die in Abbildung 21 dargestellten Trendverläufe für die Gesamtstickstoffkonzentrationen und -depositionen zeigen sowohl am Haunsberg als auch am Sonnblick einen signifikant fallenden Trend der Depositionswerte. Die Abnahme der Gesamtstickstoffdeposition lag zwischen 3,7 kg N/ha (Sonnblick) und 6,0 kg N/ha (Haunsberg). Die Abnahme der Gesamtstickstoffkonzentration über den gesamten Untersuchungszeitraum betrug 0,3 mg N/L (Sonnblick), während für Haunsberg kein signifikanter Trend bestimmt wurde.

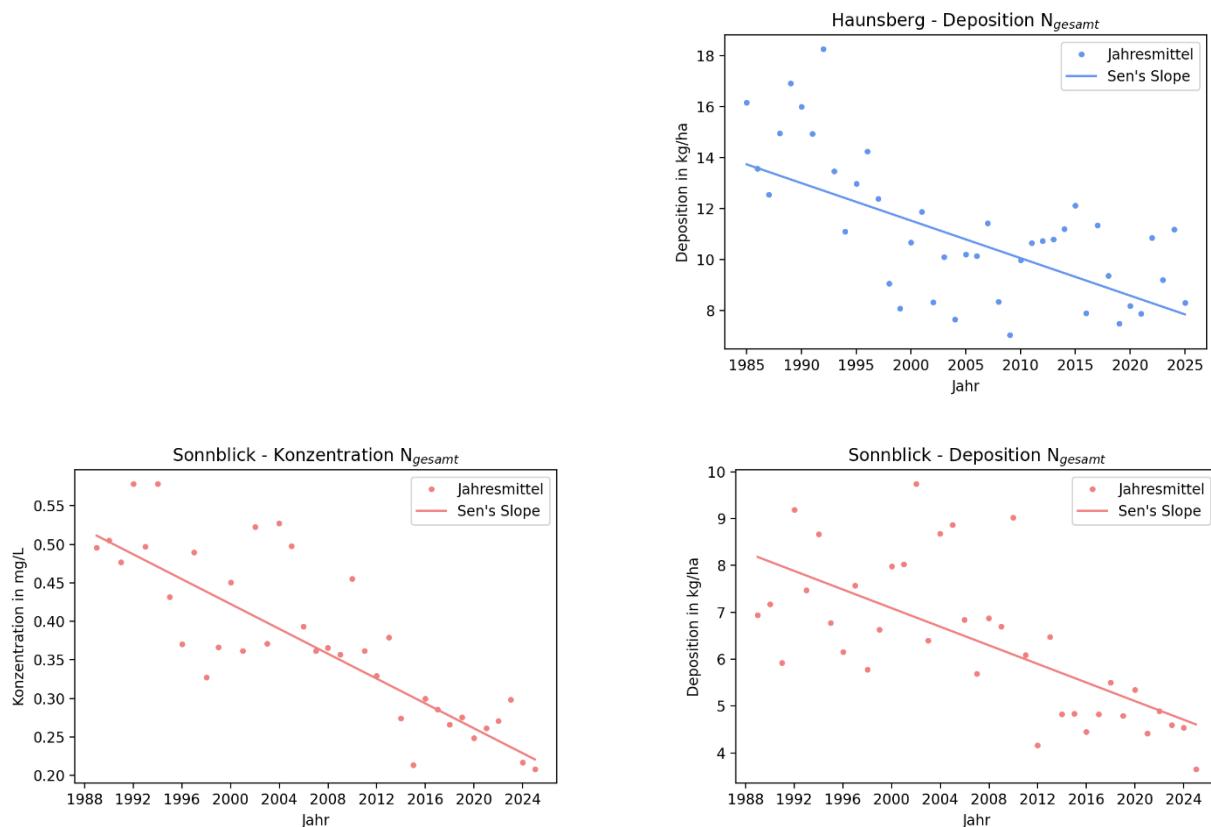


Abbildung 21: Trendverläufe für die Gesamtstickstoffkonzentration und -deposition seit dem Beginn der Untersuchungen.

In Tabelle 9 und 10 sind die Stickstoffeinträge als Summe aus  $\text{NH}_4^+$ -N und  $\text{NO}_3^-$ -N für die einzelnen Stationen in Salzburg im zeitlichen Verlauf aufgelistet. In der Literatur sind Richtwerte für kritische Gesamtstickstoffeinträge (Critical Loads) für empfindliche Ökosysteme definiert (WHO 1995, Nagel und Gregor 1999, Obersteiner und Offenthaler 2008). Die Angabe der WHO ist in Tabelle 9 zur Orientierung angeführt. Eine detailliertere Bewertung kann im Vergleich mit den ortsaufgelösten Daten für Österreich (Obersteiner und Offenthaler 2008) vorgenommen werden.

Zur Beschreibung der Gesamtdeposition einer betrachteten Komponente in ein Ökosystem sind neben der Nassen Deposition auch die Eintragswege über Trockene Deposition (direkter Eintrag reaktiver Gase bzw. Partikel) und über Okkulte Deposition (Interzeption von Nebelwasser) zu berücksichtigen. Die Gesamtdeposition liegt daher deutlich über dem Eintrag durch den Niederschlag (Nasse Deposition).

Tabelle 9: Stickstoffeinträge durch Nasse Deposition ( $\text{NH}_4^+ \text{-N} + \text{NO}_3^- \text{-N}$ ) an den Stationen im Untersuchungsgebiet zusammen mit Critical Loads für den Gesamtstickstoffeintrag ( $N_{\text{gesamt}}$ )

Untersuchungsperiode	Stickstoffeintrag (kg/ha.a) (nasse Deposition von $\text{NH}_4^+ \text{-N} + \text{NO}_3^- \text{-N}$ )	
	Haunsberg	Sonnblick
1984	16,2	-
1985	13,6	-
1986	12,5	-
1987	14,9	-
1988	16,9	6,9
1989	16,0	7,2
1990	14,9	5,9
1991	18,2	9,2
1992	13,5	7,5
1993	11,1	8,7
1994	13,0	6,8
1995	14,2	6,2
1996	12,4	7,6
1997	9,1	5,8
1998	8,1	6,6
1999	10,7	8,0
2000	11,9	8,0
2001	8,3	9,7
2002	10,1	6,4
2003	7,6	8,7*
2004	10,2	8,9*
2005	10,1	6,8
2006	11,4	5,7
2007	8,3	6,9
2008	7,0	6,7
2009	10,0	9,0
2010	10,7	6,4
2011	10,7	4,2
2012	10,8	6,5
2013	11,2	4,8
2014	12,1	4,1*
2015	7,9	4,4
2016	11,3	4,8
2017	9,4	5,5
2018	7,5	4,8
2019	8,4	5,3
2020	7,9	4,4
2021	10,9	4,9
2022	9,2	4,6
2023	11,2	4,5
2024	8,3	3,7
<b>Critical Loads für <math>N_{\text{gesamt}}</math></b>	<b>10 kg/ha.a</b> (WHO 1995)	

\* Die Werte stammen von unvollständigen Untersuchungsperioden und sind hochgerechnet.

### 3.4. Vergleich der Messungen in Salzburg mit Ergebnissen aus anderen Bundesländern

Hier werden die Ergebnisse der Untersuchungen zur Nassen Deposition in der Steiermark, Salzburg, Niederösterreich und Tirol gemeinsam dargestellt. In Tabelle 15 sind die mit den Niederschlagsmengen gewichteten mittleren Konzentrationsmittelwerte und in Tabelle 16 die Depositionsmengen (Einträge) im Jahr 2024 angegeben.

Abbildung 1 gab bereits einen Überblick über die Schwefel- und Stickstoffeinträge im Jahr 2024. Die detailliertere Darstellung der Eintrags- und Konzentrationswerte für Sulfat-Schwefel, Ammonium-Stickstoff und Nitrat-Stickstoff erfolgt in Abbildung 26 bis Abbildung 31. Diese Abbildungen zeigen sowohl die Mittelwerte der letzten 5 Jahre und die entsprechenden Werte der Saison 2024 zum Vergleich. Diese Unterschiede sollten immer im Zusammenhang mit den langfristigen Trends betrachtet werden, die im Abschnitt 3.3 dargestellt wurden. Dies verhindert, dass die von Jahr zu Jahr möglichen Schwankungen zu stark bewertet werden.

Im Überblick über alle gezeigten Stationen betragen die mittleren Konzentrationswerte 0,08 bis 0,23 mg/L für Sulfat-Schwefel, 0,08 bis 0,27 mg/L für Nitrat-Stickstoff und 0,10 bis 0,61 mg/L für Ammonium-Stickstoff. Besonders geringe Konzentrationswerte wurden wieder an der hochalpinen Messstelle Sonnblick gemessen. Nur für Ammonium-Stickstoff waren 2024 die Konzentrationswerte in Lunz am See noch geringfügig niedriger.

Der Eintrag durch Nasse Deposition ist sowohl von den Konzentrationswerten als auch von der gefallenen Wassermenge abhängig. Als Beispiel für die unterschiedlichen Niederschlagsmengen können die Jahressummen der Messstellen Litschau (Niederösterreich, 597 mm Niederschlag) und Sonnblick (Salzburg, 1755 mm Niederschlag) verglichen werden. Diese Gegenüberstellung zeigt, dass nicht nur die Konzentrationswerte, sondern auch die Niederschlagsmengen für die Stoffeinträge wichtig sind. Der Überblick über alle Stationen zeigt Stoffeinträge von 0,7 bis 2,0 kg/ha für Sulfat-Schwefel, 0,5 bis 3,2 kg/ha für Nitrat-Stickstoff und 1,1 bis 6,3 kg/ha für Ammonium-Stickstoff. Aufgrund der hohen Niederschlagsmenge stellen die Stoffeinträge an der hochalpinen Messstelle Sonnblick nun nicht mehr die geringsten Werte dar.

In Salzburg liegen die im Untersuchungsjahr 2024 bestimmten Einträge bei 1,3 bis 1,8 kg/ha Sulfat-Schwefel und 3,7 bis 8,3 kg/ha für Gesamt-Stickstoff (als Summe aus Nitrat-Stickstoff (1,4 bis 2,6 kg/ha) und Ammonium-Stickstoff (2,2 bis 5,7 kg/ha)). Sowohl der Schwefeleintrag als auch der Eintrag der Stickstoffverbindungen entspricht somit dem Bereich, der auch an den weiteren Messpunkten in Österreich (Tirol, Salzburg, Steiermark und Niederösterreich) erfasst wird. Die Station Haunsberg stellt für alle Komponenten eine der Stationen mit den höchsten Stoffeinträgen dar, während an der Station Sonnblick geringere, aber nicht die geringsten Stoffeinträge verzeichnet wurden.

Tabelle 10: Bundesländervergleich der am Institut für CTA der TU Wien ausgewerteten mengengewichteten Jahresmittelwerte der Konzentration an Niederschlagsinhaltstoffen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024; \*Die Stationen Grundlsee (Steiermark) war nur bis August 2024 in Betrieb

Station	NS (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup> (µg/L)	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Tirol:</b>											
Höfen	1373	5,9	1,32	0,06	0,24	0,06	0,43	0,06	0,08	0,14	0,09
Niederndorferberg	1452	5,9	1,32	0,30	0,43	0,08	0,52	0,04	0,42	0,22	0,13
Innervillgraten	1061	6,0	0,92	0,06	0,32	0,11	0,47	0,03	0,08	0,10	0,11
<b>Salzburg:</b>											
Haunsberg	937	6,3	0,50	<0,27	0,61	<0,24	<0,77	<0,20	<0,40	0,27	0,19
Sonnblick	1755	5,4	4,35	0,07	0,13	0,03	0,32	0,02	0,08	0,08	0,08
<b>Niederösterr.:</b>											
Hollabrunn	683	5,7	2,20	0,07	0,36	0,07	0,52	0,06	0,10	0,20	0,19
Litschau	597	5,5	3,04	0,10	0,19	0,06	0,30	0,02	0,11	0,08	0,12
Lunz am See	1795	5,4	4,24	0,07	0,10	0,02	0,13	0,02	0,11	0,12	0,08
Ostrong	848	5,3	4,62	0,12	0,32	0,06	0,34	0,03	0,11	0,20	0,19
<b>Steiermark:</b>											
Arnfels	982	4,9	12,33	0,10	0,35	0,09	0,66	0,06	0,14	0,21	0,20
Grundlsee	1317	5,8	1,65	0,09	0,26	0,09	0,33	0,04	0,12	0,14	0,11
Klöch	634	5,7	1,87	0,09	0,33	0,06	0,53	0,05	0,15	0,21	0,23
Masenberg	759	5,9	1,51	0,14	0,35	0,11	0,60	0,06	0,17	0,12	0,18

Tabelle 11: Bundesländervergleich der am Institut für CTA der TU Wien ausgewerteten Jahreseinträge der Niederschlagsinhaltstoffe (nasse Deposition) für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024; \*Die Stationen Grundlsee (Steiermark) war nur bis August 2024 in Betrieb

Station	NS (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup> (g/ha)	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Tirol:</b>											
Höfen	1373	5,9	18,07	0,86	3,23	0,78	5,95	0,79	1,15	1,86	1,19
Niederndorferberg	1452	5,9	19,12	4,37	6,28	1,23	7,52	0,55	6,10	3,21	1,82
Innervillgraten	1061	6,0	9,74	0,60	3,34	1,13	5,02	0,35	0,81	1,10	1,14
<b>Salzburg:</b>											
Haunsberg	937	6,3	4,70	<2,55	5,75	<2,21	<7,18	<1,90	<3,72	2,55	1,80
Sonnblick	1755	5,4	76,34	1,21	2,22	0,58	5,65	0,28	1,38	1,44	1,32
<b>Niederösterr.:</b>											
Hollabrunn	683	5,7	15,01	0,48	2,43	0,47	3,56	0,41	0,69	1,38	1,28
Litschau	597	5,5	18,15	0,62	1,12	0,39	1,77	0,13	0,64	0,45	0,72
Lunz am See	1795	5,2	76,10	1,23	1,76	0,40	2,35	0,31	1,94	2,18	1,37
Ostrong	848	5,3	39,18	1,05	2,73	0,55	2,90	0,29	0,92	1,66	1,59
<b>Steiermark:</b>											
Arnfels	982	4,9	121,03	0,98	3,42	0,90	6,43	0,61	1,37	2,08	1,96
Grundlsee	1317	5,8	21,06	1,13	3,45	1,16	4,36	0,49	1,61	1,87	1,40
Klöch	634	5,7	11,85	0,57	2,07	0,40	3,37	0,33	0,95	1,30	1,45
Masenberg	759	5,9	8,73	1,04	2,66	0,83	4,57	0,46	1,28	0,95	1,39

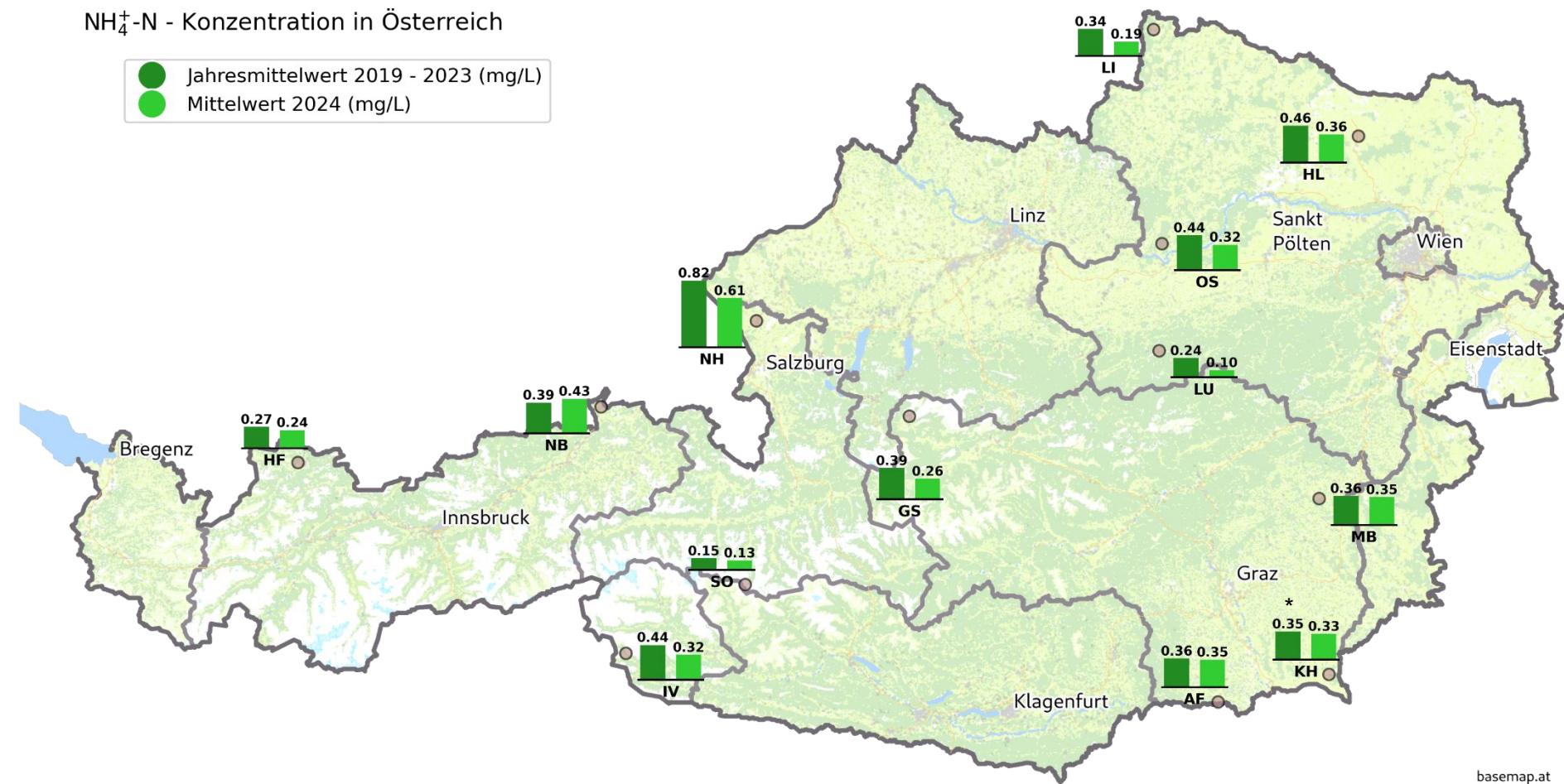


Abbildung 22: Räumliche Verteilung der mengengewichteten NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N-Jahreskonzentrationen für den Zeitraum Jänner 2024 bis Dezember 2024 im Vergleich mit dem Mittelwert der letzten 5 Jahre. \* In Klöch wird statt des Jahresmittelwerts 2019- 2023 der Jahresmittelwert von 2022-2023 verwendet, da die Messstation erst 2022 installiert wurde

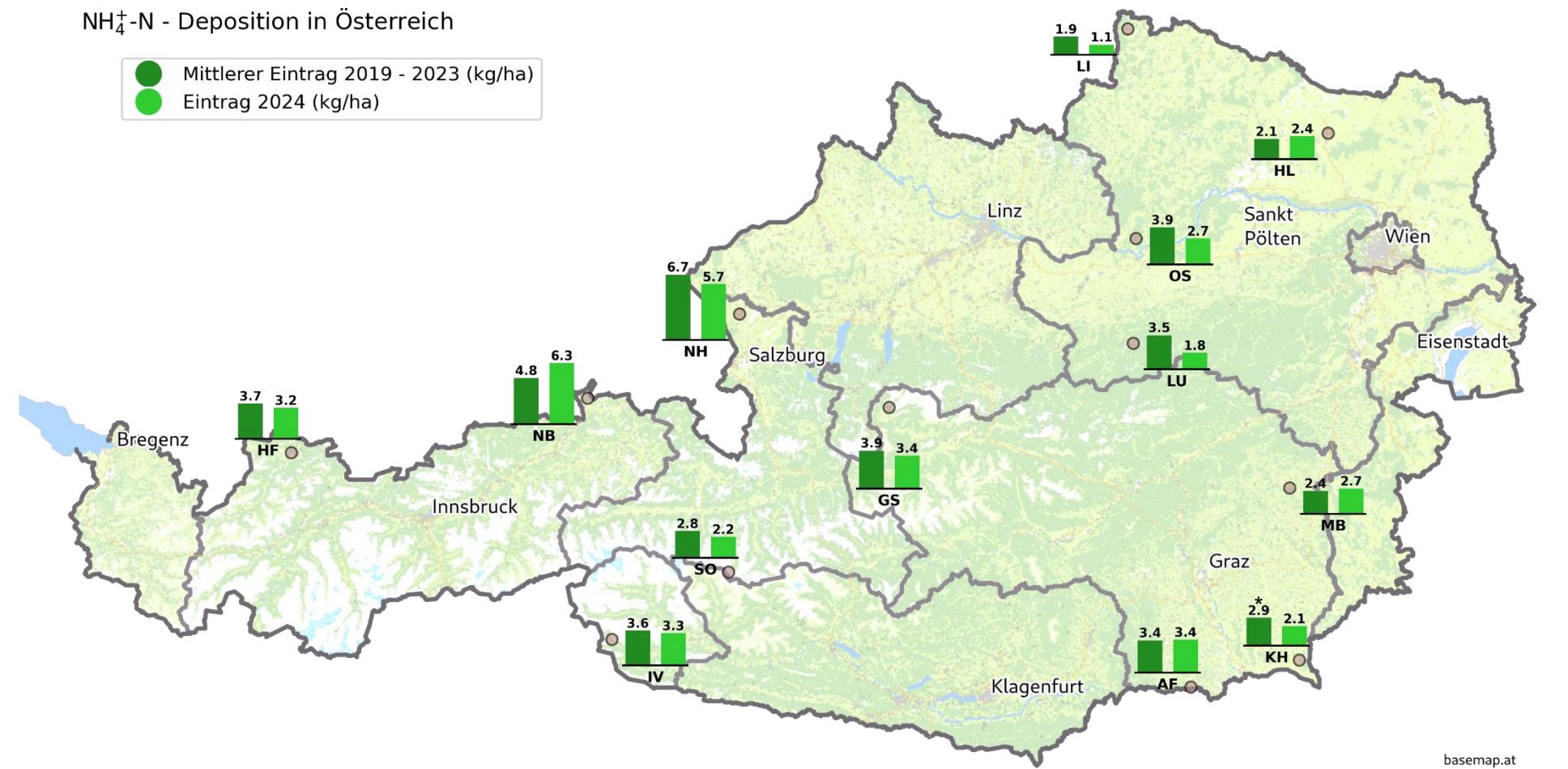


Abbildung 23: Räumliche Verteilung der NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N-Jahreseinträge für den Zeitraum Jänner 2024 bis Dezember 2024 im Vergleich mit dem Mittelwert der letzten 5 Jahre. \* In Klöch wird statt des Jahresmittelwerts 2019- 2023 der Jahresmittelwert von 2022-2023 verwendet, da die Messstation erst 2022 installiert wurde

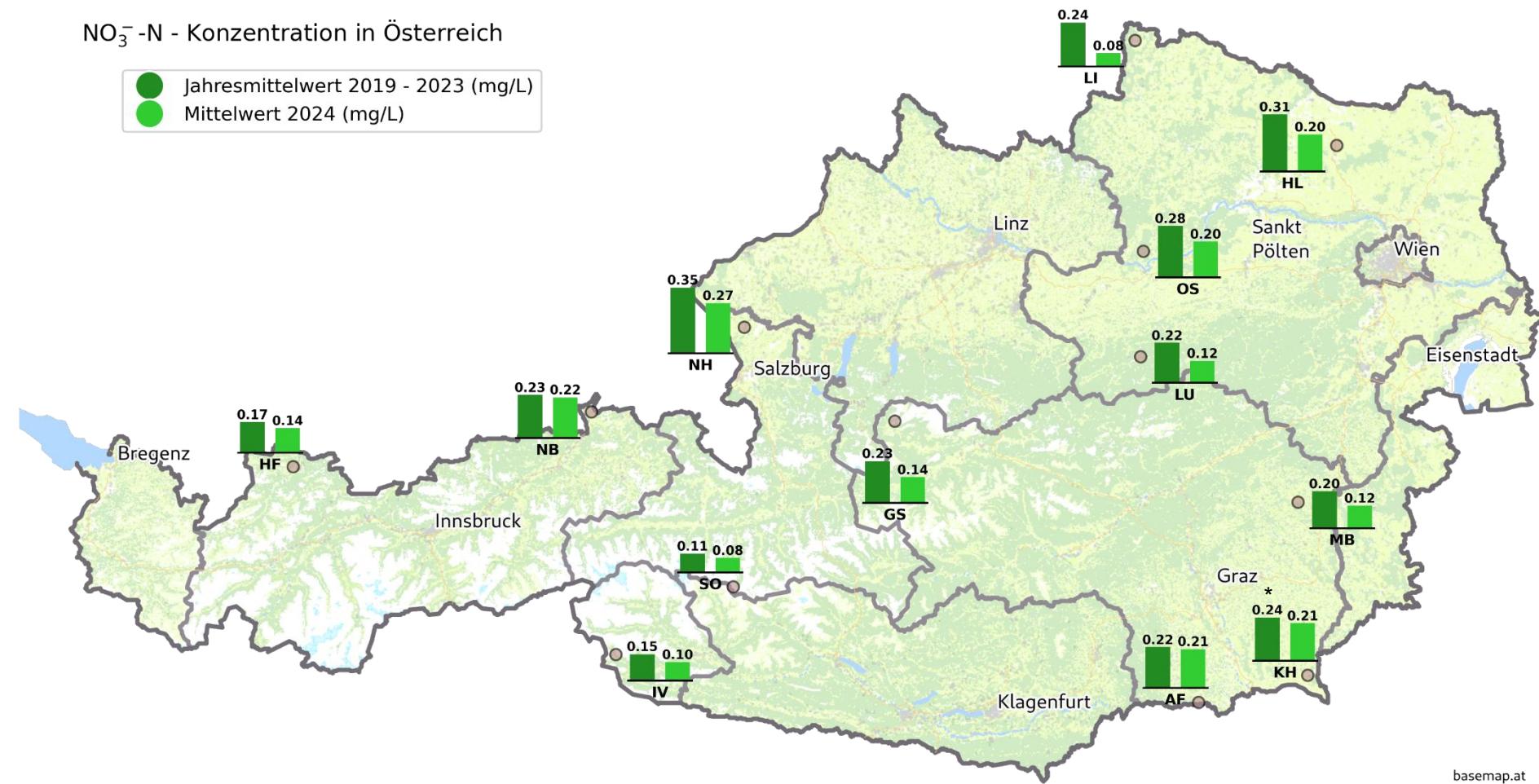


Abbildung 24: Räumliche Verteilung der mengengewichteten NO<sub>3</sub>-N-Jahreskonzentrationen für den Zeitraum Jänner 2024 bis Dezember 2024 im Vergleich mit dem Mittelwert der letzten 5 Jahre. \* In Klöch wird statt des Jahresmittelwerts 2019- 2023 der Jahresmittelwert von 2022-2023 verwendet, da die Messstation erst 2022 installiert wurde

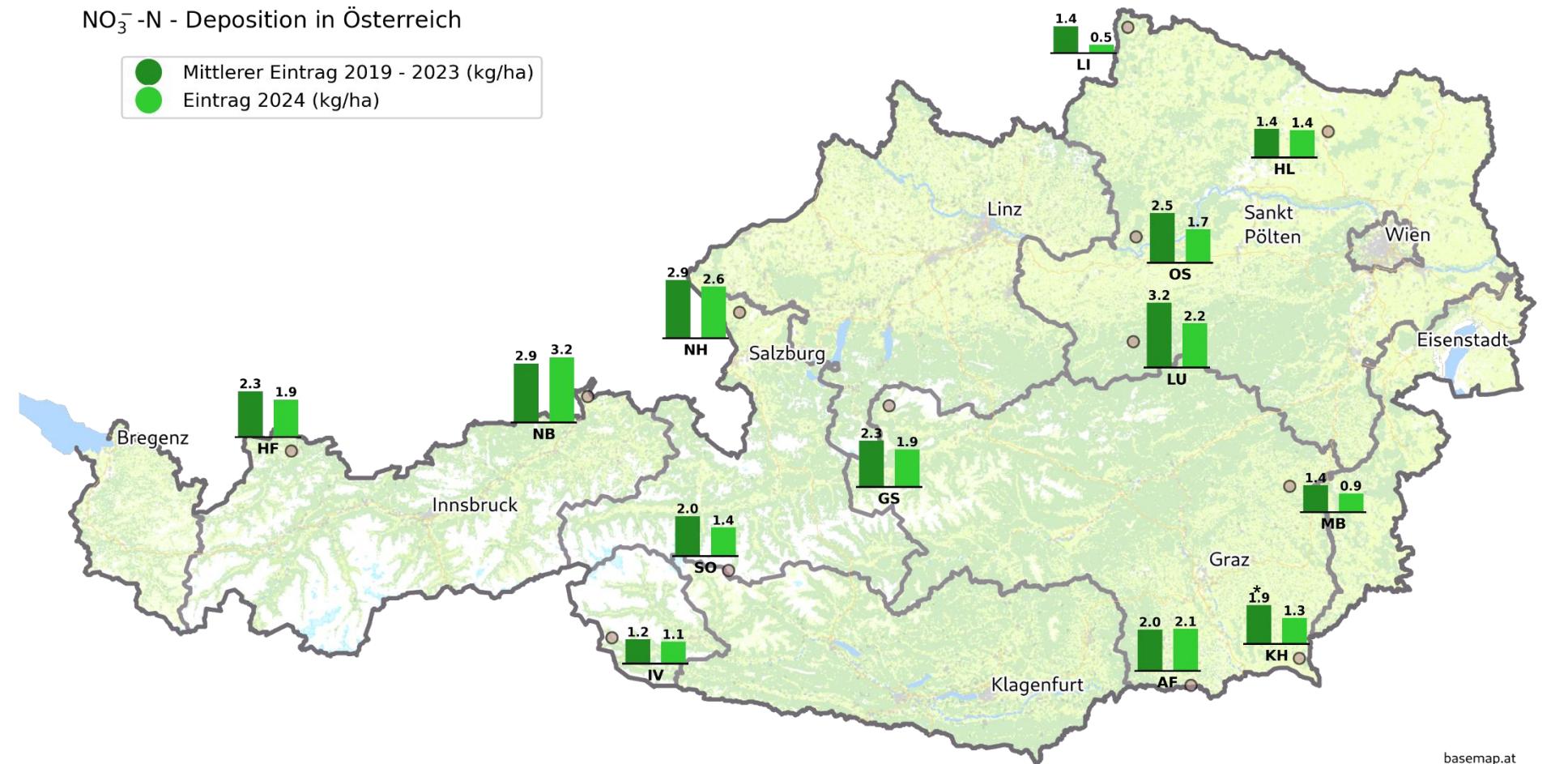


Abbildung 25: Räumliche Verteilung der NO<sub>3</sub>-N-Jahreseinträge für den Zeitraum Jänner 2024 bis Dezember 2024 im Vergleich mit dem Mittelwert der letzten 5 Jahre. \* In Klöch wird statt des Jahresmittelwerts 2019- 2023 der Jahresmittelwert von 2022-2023 verwendet, da die Messstation erst 2022 installiert wurde

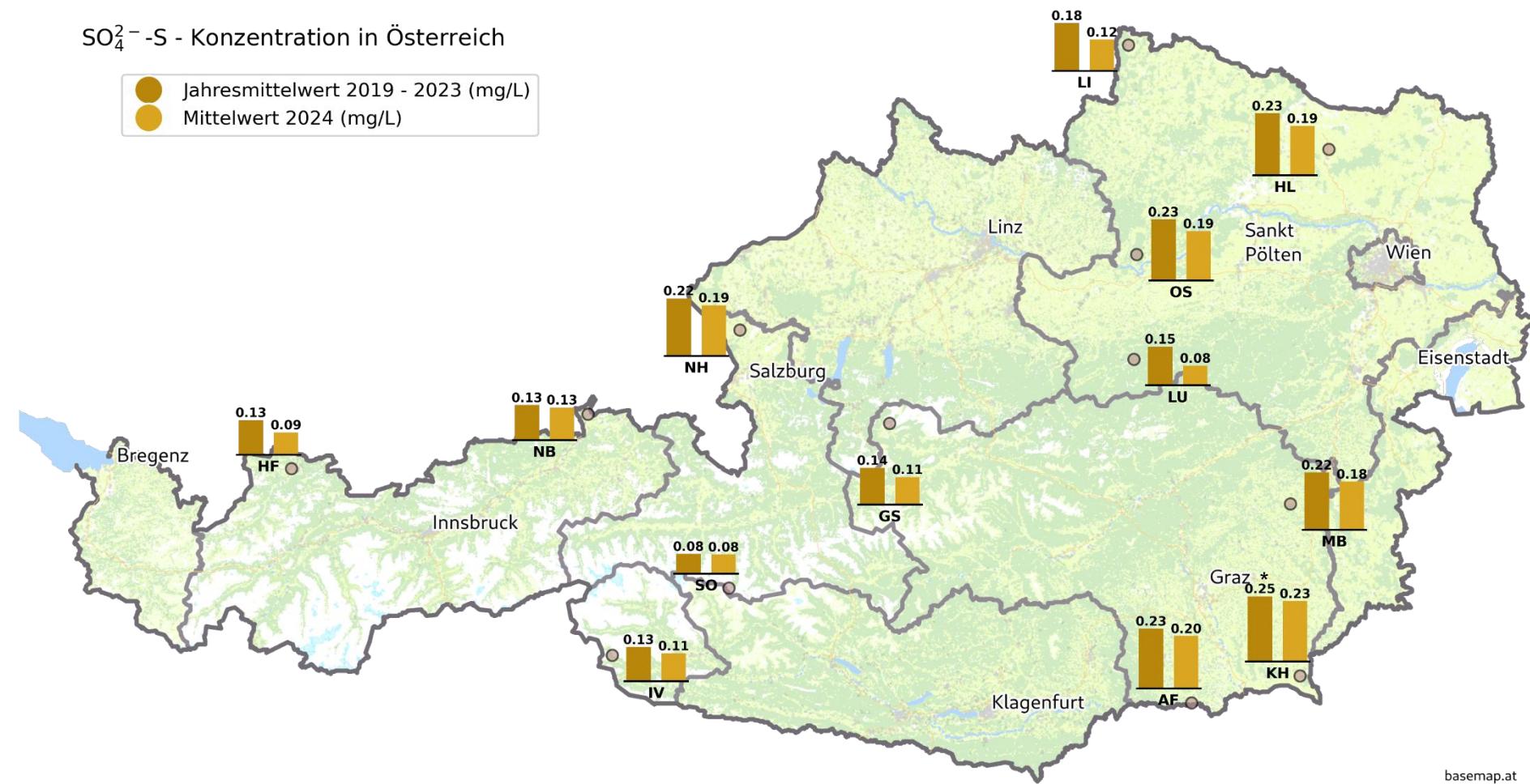


Abbildung 26: Räumliche Verteilung der mengengewichteten SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S-Jahreskonzentrationen für den Zeitraum Jänner 2024 bis Dezember 2024 im Vergleich mit dem Mittelwert der letzten 5 Jahre. \* In Klöch wird statt des Jahresmittelwerts 2019- 2023 der Jahresmittelwert von 2022-2023 verwendet, da die Messstation erst 2022 installiert wurde

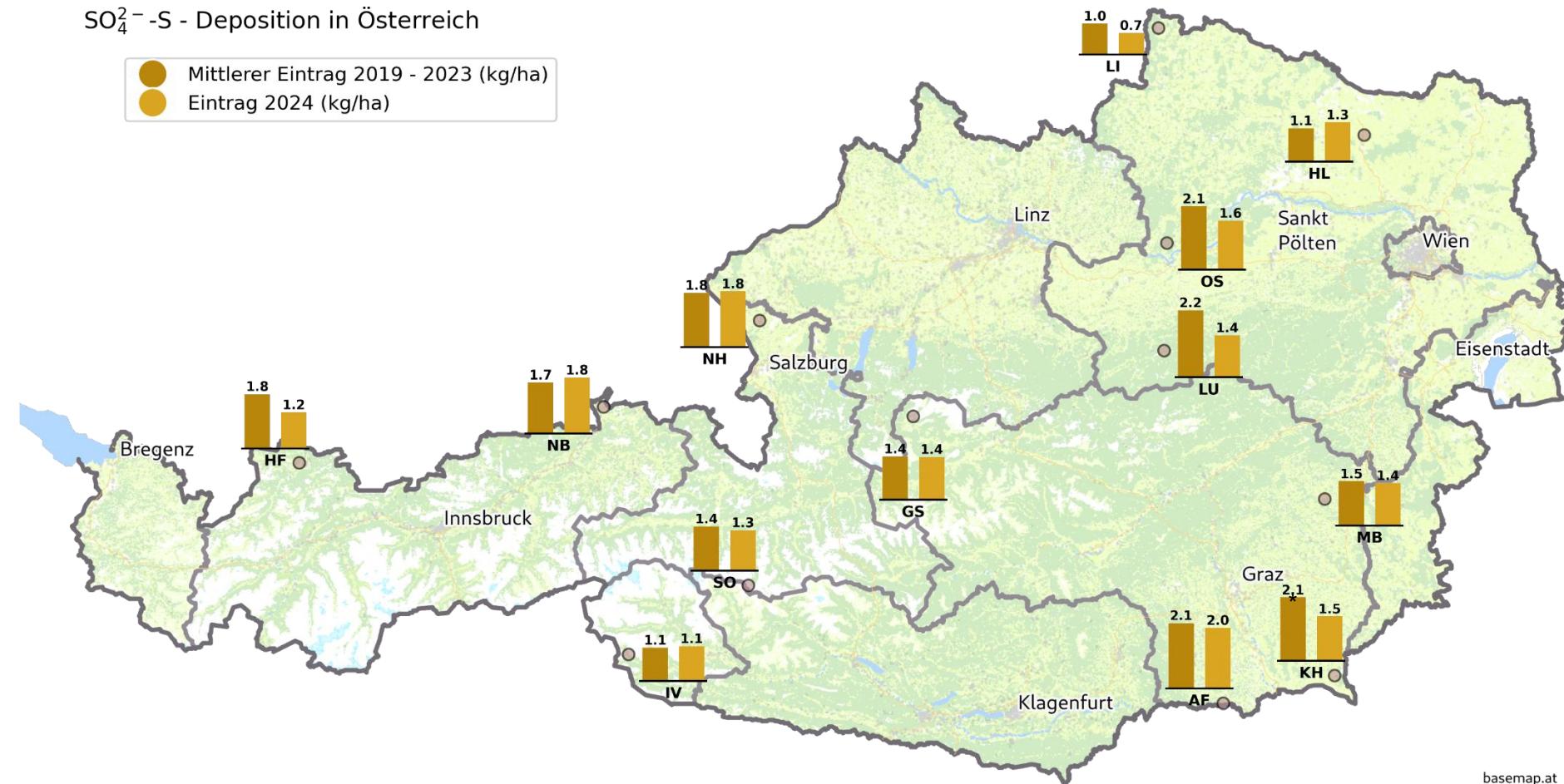


Abbildung 27: Räumliche Verteilung der  $\text{SO}_4^{2-}$ -S-Jahreseinträge für den Zeitraum Jänner 2024 bis Dezember 2024 im Vergleich mit dem Mittelwert der letzten 5 Jahre.

\* In Klöch wird statt des Jahresmittelwerts 2019- 2023 der Jahresmittelwert von 2022-2023 verwendet, da die Messstation erst 2022 installiert wurde

### 3.5. Zusammenhang von Niederschlagsmengen und Konzentrationswerten bzw. Stoffeinträgen

Die Auswertung der Tagesproben zeigt eine hohe Variabilität der täglichen Niederschlagsmengen, der Konzentrationswerte und entsprechend auch der täglichen Depositionsmengen. Daher wurden Häufigkeitsverteilungen und zusätzliche Parameter zur Beschreibung der Messwertverteilungen erstellt. Aufgrund der Häufigkeitsverteilung der täglichen Niederschlagsmengen wurden logarithmisch skalierte Niederschlagsklassen verwendet. Zur Beschreibung der asymmetrischen Verteilungen der Messwerte eignen sich Perzentilwerte und davon abgeleitete Parameter als Lokalisations- und Dispersionsmaßzahlen. Eine kurze Erläuterung zu diesen Maßzahlen und die dazugehörigen Auswertungen befinden sich im Anhang (Tabelle A 10 bis Tabelle A 12).

Die Häufigkeiten der täglichen Niederschlagsmengen sind in den Abbildungen 28 und 29 dargestellt. Erkennbar ist, dass Tage mit sehr niedrigen bzw. sehr hohen Niederschlagsmengen selten auftreten. Die Tabelle 13 listet die in den Abbildungen gezeigten absoluten Häufigkeiten sowie die relativen Häufigkeiten der Niederschlagsklassen und Niederschlagsmengen auf. In Haunsberg fielen an 16 Tagen (13 % aller Regentage) 40 % des Niederschlags. Am Sonnblick fiel an 48 Regentagen (20 % aller Regentage) 58 % der gesamten Niederschlagsmenge.

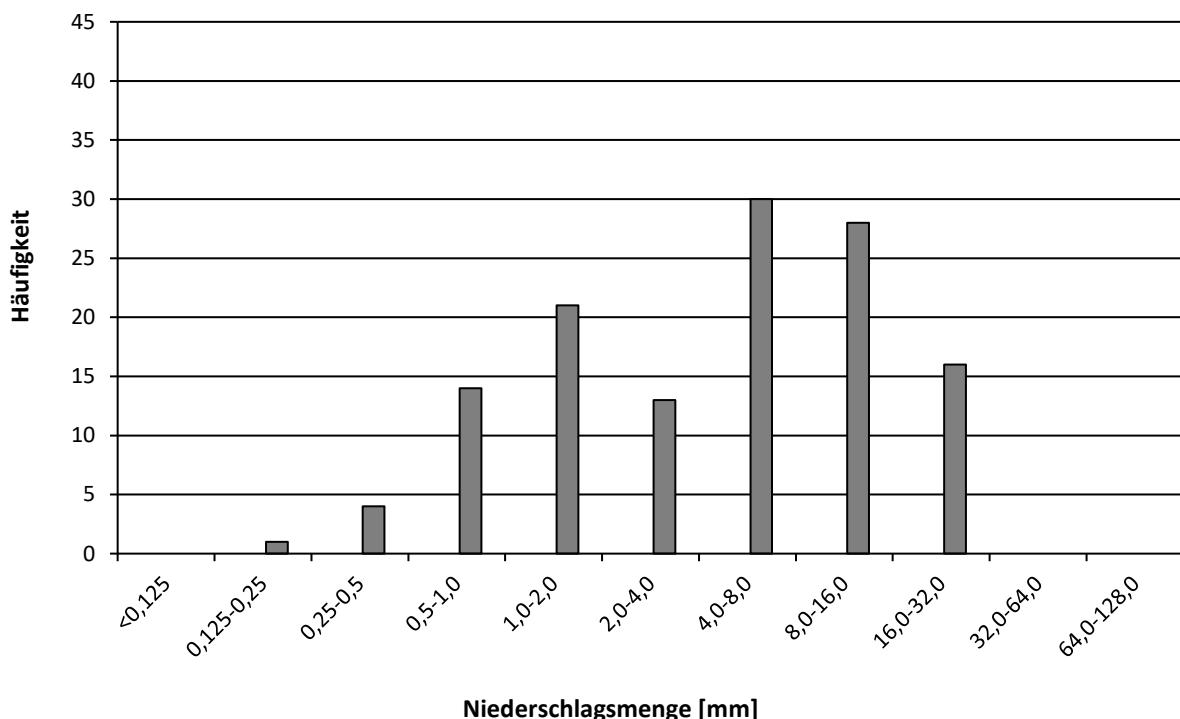


Abbildung 28: Anzahl der Regentage in den jeweiligen Niederschlagsklassen an der Messstelle **Haunsberg**

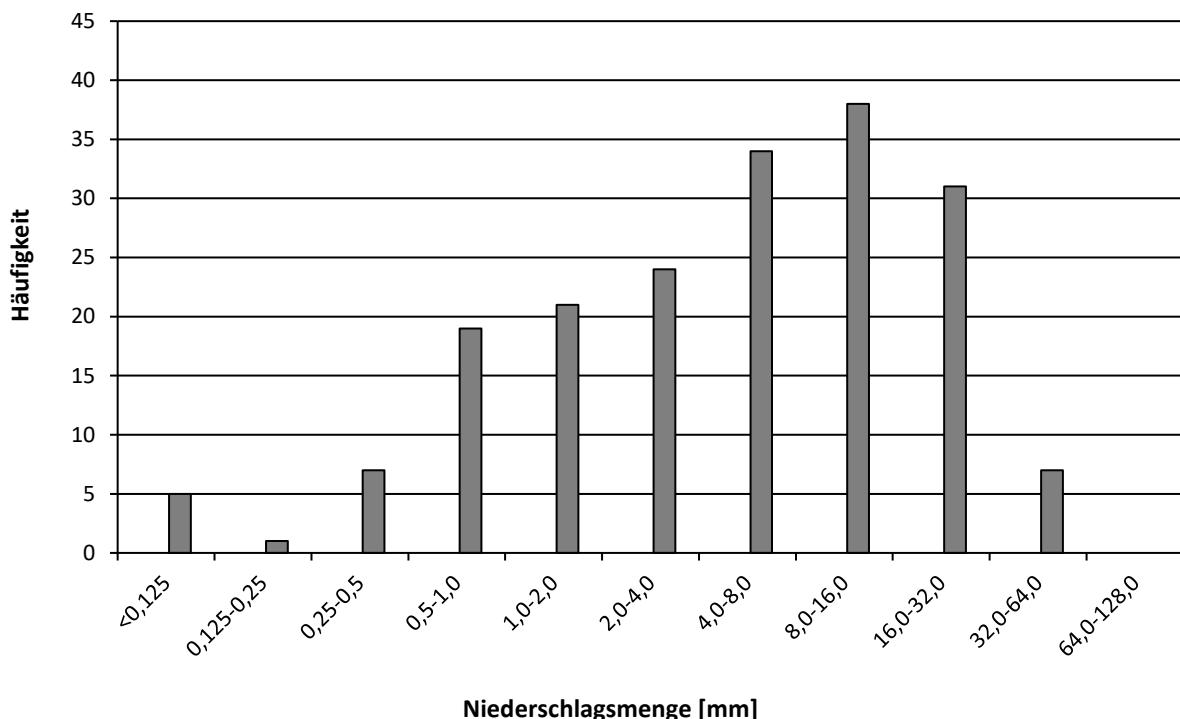


Abbildung 29: Anzahl der Regentage in den jeweiligen Niederschlagsklassen an der Messstelle **Sonnblick**

Mit zunehmender Niederschlagsmenge nehmen die Ionenkonzentrationen im Mittel ab. Während die Konzentrationswerte der Niederschlagsproben mit geringen Niederschlagsmengen stark streuen, weisen die Tagesproben mit hohen Niederschlagsmengen generell geringe Ionenkonzentrationen auf. Diese Beobachtung kann auf das „Auswaschen“ der Stoffe aus der Atmosphäre zurückgeführt werden. Tabelle 14 fasst die volumengewichteten Mittelwerte der Ionenkonzentrationen und pH-Werte je Niederschlagsklasse zusammen.

Die Tabellen 15 und 16 zeigen die Stoffeinträge je Niederschlagsklasse.

Tage mit geringen Niederschlägen liefern relativ wenig Stoffeintrag. Die ergiebigen Niederschläge (16 bis 128 mm pro Tag) verursachten dagegen größere Stoffeinträge, wobei zusätzlich zu berücksichtigen ist, dass diese Einträge an verhältnismäßig wenigen Tagen erfolgen. Ergänzend zu den absoluten Stoffeinträgen, die in Tabelle 15 dargestellt sind, werden in Tabelle 16 auch die relativen Beträge, aufgeteilt auf die einzelnen Niederschlagsklassen, angegeben.

Tabelle 12: Absolute und relative Häufigkeit sowie Niederschlagsmenge in den Niederschlagsklassen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024 an den Messstellen.

Niederschlagsklasse			Häufigkeit		Niederschlagsmenge	
	(mm)		N	(%)	(mm)	(%)
<b>Haunsberg</b>						
	bis	0,125	-	-	-	-
0,125	-	0,25	1	0,8	0,2	<0,1
0,25	-	0,5	4	3,1	1,6	0,2
0,5	-	1	14	11,0	10,4	1,1
1	-	2	21	16,5	30,3	3,2
2	-	4	13	10,2	41,4	4,4
4	-	8	30	23,6	158,0	16,9
8	-	16	28	22,0	317,2	33,8
16	-	32	16	12,6	378,1	40,3
32	-	64	-	-	-	-
64	-	128	-	-	-	-
<b>Sonnblick</b>						
	bis	0,125	5	2,7	0,4	<0,1
0,125	-	0,25	1	0,5	0,1	<0,1
0,25	-	0,5	7	3,7	2,3	0,1
0,5	-	1	19	10,2	12,3	0,7
1	-	2	21	11,2	31,9	1,8
2	-	4	24	12,8	72,9	4,2
4	-	8	34	18,2	204,7	11,7
8	-	16	38	20,3	418,2	23,8
16	-	32	31	16,6	722,5	41,2
32	-	64	7	3,7	289,5	16,5
64	-	128	-	-	-	-

Tabelle 13: Mittlerer pH-Wert und mengengewichtete Konzentrationen in den Niederschlagsklassen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024 an den Messstellen. Konzentrationen basischer Kationen und Cl<sup>-</sup> in Haunsberg bei einigen Proben unterhalb der Quantifizierungsgrenze.

Niederschlagsklasse (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup> (µg/L)	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Haunsberg</b>										
<0,125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,125-0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25-0,5	-	-	0,95	1,50	0,20	0,57	0,20	0,50	0,95	0,23
0,5-1,0	6,7	0,19	1,35	2,64	0,33	0,62	0,22	0,67	1,35	0,69
1,0-2,0	5,7	1,91	0,61	1,41	0,23	0,88	0,23	0,38	0,61	0,28
2,0-4,0	6,4	0,41	0,36	1,17	0,30	0,52	0,20	0,43	0,36	0,15
4,0-8,0	6,0	0,93	0,36	0,85	0,25	0,69	0,20	0,51	0,36	0,24
8,0-16,0	6,3	0,55	0,27	0,63	0,21	0,99	0,21	0,42	0,27	0,20
16,0-32,0	6,6	0,22	0,19	0,38	0,24	0,63	0,20	0,33	0,19	0,16
32,0-64,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64,0-128,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sonnblick</b>										
<0,125	6,77	0,17	0,42	0,45	0,16	3,35	0,13	0,73	0,41	0,65
0,125-0,25	-	-	0,15	0,41	0,11	0,46	0,04	0,16	0,15	0,24
0,25-0,5	5,0	9,86	0,19	-	0,05	0,45	0,03	0,16	0,18	0,10
0,5-1,0	5,5	3,17	0,34	0,24	0,13	1,68	0,08	0,44	0,25	0,41
1,0-2,0	5,3	5,22	0,24	0,23	0,04	0,34	0,02	0,10	0,17	0,13
2,0-4,0	5,3	5,59	0,10	0,19	0,04	0,59	0,02	0,14	0,12	0,15
4,0-8,0	5,3	5,38	0,07	0,21	0,02	0,37	0,02	0,08	0,10	0,12
8,0-16,0	5,3	4,89	0,09	0,11	0,03	0,44	0,02	-	0,07	-
16,0-32,0	5,3	4,48	0,03	0,11	0,03	0,12	0,01	-	0,07	-
32,0-64,0	5,7	1,85	0,10	0,10	0,04	0,50	0,02	0,11	0,09	0,07
64,0-128,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 14: Nasse Deposition je Niederschlagsklasse für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024 an den Messstellen. Konzentrationen basischer Kationen und Cl<sup>-</sup> in Haunsberg bei einigen Proben unterhalb der Quantifizierungsgrenze.

Niederschlagsklasse (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup> (g/ha)	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Haunsberg</b>										
<0,125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,125-0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25-0,5			0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
0,5-1,0	6,7	0,02	0,14	0,27	0,03	0,06	0,02	0,07	0,14	0,07
1,0-2,0	5,7	0,58	0,19	0,43	0,07	0,27	0,07	0,12	0,19	0,09
2,0-4,0	6,4	0,17	0,15	0,49	0,12	0,21	0,08	0,18	0,15	0,06
4,0-8,0	6,0	1,48	0,57	1,34	0,40	1,09	0,31	0,81	0,57	0,37
8,0-16,0	6,3	1,74	0,87	2,00	0,68	3,14	0,65	1,32	0,87	0,63
16,0-32,0	6,6	0,85	0,70	1,42	0,91	2,37	0,76	1,24	0,70	0,60
32,0-64,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64,0-128,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sonnblick</b>										
<0,125	6,8	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
0,125-0,25	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
0,25-0,5	5,0	0,00	0,23	-	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
0,5-1,0	5,5	0,00	0,39	0,03	0,02	0,21	0,01	0,05	0,03	0,05
1,0-2,0	5,3	0,00	1,66	0,07	0,01	0,11	0,01	0,03	0,05	0,04
2,0-4,0	5,3	0,00	4,07	0,14	0,03	0,43	0,02	0,10	0,09	0,11
4,0-8,0	5,3	0,01	11,01	0,43	0,05	0,76	0,04	0,16	0,21	0,25
8,0-16,0	5,3	0,02	20,47	0,45	0,14	1,85	0,07	-	0,30	-
16,0-32,0	5,3	0,03	32,34	0,82	0,20	0,83	0,07	-	0,50	-
32,0-64,0	5,7	0,01	5,35	0,28	0,12	1,44	0,07	0,31	0,25	0,21
64,0-128,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 15: Verteilung der Regeninhaltsstoffe je Niederschlagsklasse für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024 an den Messstellen.

Niederschlagsklasse (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> (%)	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Haunsberg</b>										
<0,125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,125-0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25-0,5	-	0,6	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	0,2	-
0,5-1,0	0,4	5,3	4,6	1,5	0,9	1,2	1,9	5,3	3,9	0,4
1,0-2,0	12,0	7,0	7,2	3,1	3,7	3,7	3,1	7,0	4,7	12,0
2,0-4,0	3,5	5,6	8,2	5,5	3,0	4,4	4,7	5,6	3,3	3,5
4,0-8,0	30,5	21,7	22,4	18,0	15,2	16,5	21,7	21,7	20,5	30,5
8,0-16,0	36,1	33,1	33,5	30,6	43,9	34,3	35,2	33,1	34,6	36,1
16,0-32,0	17,6	26,7	23,8	41,1	33,1	39,7	33,1	26,7	32,8	17,6
32,0-64,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64,0-128,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sonnblick</b>										
<0,125	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,5	0,1	0,4	<0,1
0,125-0,25	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
0,25-0,5	0,3	0,4	-	0,2	0,2	0,2	0,6	0,3	0,4	0,3
0,5-1,0	0,5	3,5	1,3	2,8	3,7	3,3	8,3	2,2	7,5	0,5
1,0-2,0	2,2	6,4	3,3	2,2	1,9	2,6	4,6	3,7	6,3	2,2
2,0-4,0	5,4	6,2	6,2	5,6	7,6	6,3	15,1	6,1	16,1	5,4
4,0-8,0	14,6	12,4	19,4	8,4	13,5	14,8	24,0	14,8	37,3	14,6
8,0-16,0	27,1	30,6	20,3	24,2	32,7	26,0	-	20,9	-	27,1
16,0-32,0	42,8	16,9	37,0	34,9	14,7	23,5	-	34,6	-	42,8
32,0-64,0	7,1	23,6	12,5	21,5	25,5	23,0	46,9	17,2	32,0	7,1
64,0-128,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 4. Zusammenfassung

- Das Monitoring des Stoffeintrags zur Nassen Deposition in Salzburg fand im Jahr 2024 an den Messpunkten Sonnblick und Haunsberg eine erfolgreiche Fortsetzung. Die mittleren pH-Werte lagen bei 5,4 (Sonnblick) und 6,3 (Haunsberg). Die jährlichen Stoffeinträge über die Nasse Deposition lagen am Haunsberg bei 1,8 kg S/ha und 8,3 kg N/ha und am hochalpinen Messpunkt Sonnblick Observatorium bei 1,3 kg S/ha sowie 3,7 kg N/ha.
- Das Monitoringprogramm, das seit den 1980er Jahren durchgeführt wird, erlaubt die Darstellung langjähriger Trends. Die Trendanalyse zeigt rückläufige Trends für die Konzentrations- und Depositionswerte von Sulfat-Schwefel und Nitrat-Stickstoff an beiden Stationen. Am Sonnblick wurden zusätzlich signifikant sinkende Trends für die Konzentrations- und Depositionswerte von Ammonium-Stickstoff ermittelt. Auch die Trendanalyse für Gesamtstickstoff zeigt an beiden Messstationen einen signifikanten rückläufigen Trend.
- Im Jahresverlauf werden in den wärmeren Monaten höhere Ioneneinträge gemessen als in den Wintermonaten.
- Die Konzentrationswerte der Ionen im Niederschlag nehmen mit zunehmender Regenmenge zwar ab, trotzdem tragen Tage mit großen Regenmengen (>16 mm) besonders stark zu den Stoffeinträgen bei.

#### 5. Literatur

Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz (1984) Richtlinie 11, *Immissionsmessung des nassen Niederschlags und des sedimentierten Staubes, Luftverunreinigung - Immissionsmessung*, Wien.

Cehak K., Chalupa K. (1985) *Observations of various chemical contaminants of the precipitation at a BAPMoN station in the Eastern Pre-Alpine Region*, Arch. Met. Geophys. Bioclimat. B35, 307-322.

GAW (2004) *Manual for the GAW Precipitation Chemistry Programme*. GAW-Report 160, edited by M. A. Allen, WMO TD No. 1251

Granat L. (1978) *Sulfate in precipitation as observed by the European Atmospheric Chemistry Network*, Atmos. Environ. 12, 413-424.

Hand J. L., Schichtel B. A., Malm W. C., and Pitchford M. L. (2012) *Particulate sulfate ion concentration and SO<sub>2</sub> emission trends in the United States from the early 1990s through 2010*

Hedin L.O., Granat L., Likens G.E., Rodhe H. (1991) *Strong similarities in seasonal concentration ratios of SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and NH<sub>4</sub><sup>+</sup> in precipitation between Sweden and northeast US*, Tellus 43B, 454-462.

Herman F., Knoflacher M., Loibl W., Kalina M. and Smidt S. (1998) *Risk assessment by nitrogen input in the European Alps, in Responses of plant metabolism to air pollution and global change*, ed. by L.J. De Kok and I. Stulen, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 329-332.

Horvath L., Meszaros E. (1984) *The composition and acidity of precipitation in Hungary*, Atmospheric Environ. 18, 1843-1847.

Kalina M., Puxbaum H., Tsakovski S. and Simeonov V. (1999) *Time trends in the concentrations of lead in wet precipitation from rural and urban sites in Austria*, Chemosphere 38, 11, 2509-2515.

Kalina M. F., Zambo E. and Puxbaum H. (1998) *Assessment of wet, dry and occult deposition of sulfur and nitrogen at an alpine site*, ESPR-Environ. Sci. & Pollut. Res. 1, 53-58.

Kasper A., Puxbaum H. (1994) *Determination of SO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> and aerosol components at an high alpine background site with a filter pack method*, Anal. Chim. Acta 291, 297-304.

Nagel H. D. und Gregor H. D. (1999) *Ökologische Belastungsgrenzen – Critical Loads & Levels*, Verlag Springer, ISBN 3-540-62418-X

Obersteiner, E. und Offenthaler I. (2008) Critical Loads für Schwefel- und Stickstoffeinträge in Ökosysteme. Report REP-0178, Umweltbundesamt GmbH, Wien

Puxbaum H., Kovar A., Kalina M. (1991) Chemical Composition and Fluxes of Wet Deposition at Elevated Sites (700-3105 m a.s.l.) in the Eastern Alps (Austria), NATO ASI Series, Vol.G28, Seasonal Snowpacks, ed. by T.D.Davies et al., Verlag Springer Berlin Heidelberg, 273-297.

Puxbaum H., Simeonov V., Kalina M. (1998) Ten years trends (1984-1993) in the precipitation chemistry in Central Austria, Atmospheric Environment 32, 193-202.

Puxbaum H., Simeonov V., Kalina M., Tsakovski S., Löffler H., Heimburger G., Biebl P., Weber A., Damm A. (2002) Long-Term assessment of the wet precipitation chemistry in Austria (1984-1999), Chemosphere 48, 733-747.

Rhode H., Granat L. (1984) An evaluation of sulfate in European precipitation 1955-1982, Atmos. Environ. 18, 2627-2639.

Schreiner E., Kasper-Giebl A. and Lohninger H. (2016) Temporal and spatial trends of chemical composition of wet deposition samples collected in Austria. EGU General Assembly 2016, Vol. 18, EGU2016-15374

Simeonov V., Puxbaum H., Tsakovski S., Sarbu C. and Kalina M. (1999) Classification and receptor modeling of wet precipitation data from Central Austria, Environmetrics 10, 137-152.

Torseth K., Aas W., Breivik K., Fjerss A.M., Fiebig M., Hjellbrekke A.G., Lund Myhre C., Solberg S., Yttri K.E., (2012) Introduction to the European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) and observed atmospheric composition change during 1972-2009.

Tsakovski S., Puxbaum H., Simeonov V., Kalina M., Löffler H., Heimburger G., Biebl P., Weber A., Damm A. (2000) Trend, seasonal and multivariate modelling study of wet precipitation data from the Austrian Monitoring Network (1990-1997), J. Environ. Monit. 2, 424-431.

Vet R. et al. 21 authors (2014) A global assessment of precipitation chemistry and deposition of sulphur, nitrogen, sea salt, base cations, organic acids, acidity und pH, and phosphorus

WHO (1995) Updating and revision of the air quality guidelines for Europe. Rept. on the WHO Working Group on Ecotoxic Effects, Les Diablerets, Sept 21-23, 1994.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIEN UND  
ANALYTIK



FORSCHUNGSBEREICH UMWELT- UND  
PROZESSANALYTIK



ARBEITSGRUPPE UMWELTANALYTIK

## NASSE DEPOSITION

IM LAND SALZBURG

JÄNNER – DEZEMBER 2024

## Datenanhang

MARKO ANDRIJANIC, ANNE KASPER-GIEBL  
INSTITUT FÜR CHEMISCHEN TECHNOLOGIEN UND  
ANALYTIK – TU WIEN

A. KRANABETTER, H. HOLZTRATTNER  
AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG

IM AUFTRAG DES AMTES DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG  
WIEN/SALZBURG 2024

## I. Verzeichnis der WADOS - Stationen in Österreich

Tabelle A 1: WADOS - Stationen im österreichischen Niederschlagsmessnetz; im Untersuchungszeitraum 2024 nicht mehr im Betrieb befindlich (Daten aus früheren Jahren verfügbar)

Land	Station	Länge	Breite	Seehöhe	Periode	Labor
Code		E	N	(m)	(MM/JJ)	
<b>Tirol</b>						
12	Achenkirch	11°38'25"	47°34'55"	840	11/83-10/96	Umweltbundesamt
15	IBK-Seegrube	11°22'48"	47°18'24"	1960	10/86-03/88	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
16	IBK-Reichenau	11°25'05"	47°16'36"	570	10/86-03/88	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
17	Nößlach	11°28'20"	47°03'22"	1420	10/84-09/85	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
18	Innerschmirn	11°36'18"	47°06'34"	1570	10/85-03/88	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
<b>Salzburg</b>						
22	Salzburg Flughafen	12°55'53"	47°47'36"	433	10/83-09/86	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
23	Gaisberg	13°06'53"	47°47'45"	1010	10/89-11/90	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
24	St.Koloman	13°14'00"	47°39'03"	1020	10/83-12/03	Umweltbundesamt
25	Werfenweng	13°15'12"	47°25'18"	940	10/83-09/19	Labor der Salzburger Landesregierung
26	Kolm Saigurn	12°59'04"	47°04'05"	1600	10/89-04/95	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
<b>Niederösterreich</b>						
31	Hirschwang	15°48'28"	47°42'33"	500	04/86-03/88	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
32	Naßwald	15°42'26"	47°46'04"	600	05/88-09/07	Wiener Umweltschutzabteilung – Umweltanalytik
34	Wolkersdorf	16°31'22"	48°23'02"	180	10/89-09/97	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
35	Josefsberg	15°18'56"	47°50'42"	1010	11/89-08/96	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
38	Kl.-Leopoldsdf	15°59'56"	48°05'20"	400	07/91-09/97	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
39	Mitterhof	16°26'59"	48°46'14"	179	04/98-04/03	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
39a	Drasenhofen	16°39'28"	48°44'56"	216	10/03-11/17	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
39b	Großkadolz	16°11'03"	48°42'44"	190	03/20-12/22	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
<b>Wien</b>						
41	Lainz	16°14'07"	48°12'02"	230	04/86-09/07	Wiener Umweltschutzabteilung – Umweltanalytik
42	Laaer Berg	16°23'39"	48°09'41"	250	04/86-03/90	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
43	Lobau	16°30'51"	48°11'15"	155	04/86-09/07	Wiener Umweltschutzabteilung – Umweltanalytik
44	Bisamberg	16°22'59"	48°18'49"	310	04/90-09/07	Wiener Umweltschutzabteilung – Umweltanalytik
<b>Oberösterreich</b>						
51	Wurzeralm	14°16'30"	47°38'48"	1400	01/84-07/89	Labor der Landesregierung Oberösterreich
52	Schöneben	13°57'02"	48°42'43"	920	01/84-11	Labor der Landesregierung Oberösterreich
53	Steyregg	14°21'16"	48°17'23"	335	01/84-12	Labor der Landesregierung Oberösterreich
58	Zöbelboden	14°26'29"	47°50'19"	899	01/04-12/09	Umweltbundesamt
<b>Kärnten</b>						
61	Naßfeld	13°16'33"	46°33'37"	1530	11/89-09/98	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
62	Vorhegg	12°56'59"	46°42'00"	1020	06/95-09/10	Umweltbundesamt
63	Herzogberg	14°53'30"	46°42'30"	540	06/99-09/10	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
<b>Steiermark</b>						
74	Weiz	15°37'49"	47°13'03"	456	04/90-09/92	LR STMK, Fachabteilung 17c
75	Stolzalpe	14°12'10"	47°07'50"	1302	12/91-	LR STMK, Fachabteilung 17c
77	Niklasdorf	15°08'49"	47°23'46"	510	10/02-	LR STMK, Fachabteilung 17c
72	Hochgößnitz	15°01'00"	47°03'33"	900	03/90-12/22	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
<b>Vorarlberg</b>						
81	Thüringerberg	09°47'05"	47°13'05"	960	04/90-03/92	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
82	Gaschurn	10°01'30"	46°59'30"	990	04/92-03/94	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
83	Hard	09°41'17"	47°30'08"	400	05/94-03/98	Institut für Analytische Chemie, TU-Wien
84	Bizau	09°56'22"	47°21'58"	700	04/98-03/01	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
85	Amerlügen	09°36'29"	47°12'29"	770	04/01-08/03	Institut für chemische Technologien und Analytik, TU-Wien
<b>Burgenland</b>						
91	Illmitz	16°46'08"	47°46'12"	117	08/83-12/09	Umweltbundesamt

## II. Angaben zur chemische Analyse

Im Analysenlabor des Instituts für Chemische Technologie und Analytik, Forschungsgruppe Umweltanalytik, der TU-Wien (Station Sonnblick) wird der pH-Wert (Maß für die Azidität) der Regenproben mit der pH - Einstabmesskette Typ InLab® Pure Pro - ISM der Fa. Mettler-Toledo und die elektrische Leitfähigkeit mit der Leitfähigkeitszelle InLab® 720 (Bereich 0 bis 500 µS/cm, Temperaturbereich 0 - 100° C) der selben Firma bestimmt. Die Ausgabe für beide Messungen erfolgte mit dem Kombinationsmultimeter SevenCompact Duo S 213 bei der Bezugstemperatur 25°C. Die Analyse der Kationen Natrium, Ammonium, Kalium, Kalzium und Magnesium, sowie der Anionen Chlorid, Nitrat und Sulfat erfolgt mittels Ionenchromatographie auf zwei parallel geführten Analysenstraßen. Zur Kalibration werden externe Standards verwendet. Die Analysenparameter der Ionenchromatographie sind in Tabelle A 2 zusammengefasst.

Die Nachweisgrenzen liegen für die Ionen Natrium, Ammonium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Nitrat und Sulfat bei 0,01 mg/L und für Chlorid bei 0,005 mg/L.

Tabelle A 2: Analysenparameter der Ionenchromatographie (TU Wien)

	Kationen	Anionen
Gerät:	Dionex-Aquion	Dionex ICS 1100
Säule:	Dionex Ion Pac CS16	Dionex Ion Pac AS22A
Vorsäule:	Dionex Ion Pac CG16	Dionex Ion Pac AG22A
Eluent:	30 mM MSA	4,5 mM Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> / 1,4 mM NaHCO <sub>3</sub>
Fluss:	1 mL/min	1 mL/min
Suppressor:	Dionex CERS 500 - 4mm (elektrochemisch)	Dionex AERS 500 - 4mm (elektrochemisch)
Regenerant:	Eluent im Kreislauf	Eluent im Kreislauf
Probenschleife:	150 µL	100 µL
Detektion:	Leitfähigkeitsdetektor	Leitfähigkeitsdetektor
Integrationssystem:	Chromeleon 7.2.10	Chromeleon 7.2.10

Die Qualität der Analysen ist durch interne Qualitätskontrollen und durch die Teilnahme des Labors an internationalen Ringversuchen gegeben. So nimmt das Institut für Chemische Technologien und Analytik jährlich zwei Mal am Ringversuch der WMO-GAW teil. Diese Teilnahme besteht seit dem Jahr 1992.

Im Analysenlabor des Landes Salzburg (Proben der Station Nußdorf/Haunsberg) wird der pH-Wert mit dem Handgerät pH 197 der Firma WTW gemessen, die Leitfähigkeit mit dem Handgerät LF 196 der Firma WTW analysiert. Anionen werden in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 10304-1 Bestimmung von gelösten Anionen mittels Ionenchromatographie (Gerät Firma Dionex System DX500), Kationen in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 14911 Bestimmung von gelösten Kationen mittels Ionenchromatographie (Gerät Firma Dionex System DX320) bestimmt. Tabelle A 3 zeigt die Analysenparameter der ionenchromatographischen Systeme.

Für die Messungen von Magnesium, Kalium und Chlorid gilt, dass in der Mehrzahl der Analysenserien Konzentrationswerte < 0,2mg/L zwar als nachgewiesen angeführt werden, allerdings keine Quantifizierung möglich war. Wie in Tabelle A 11 ersichtlich ist, liegt das untere Quartil (Chlorid), der Median (Kalium) oder sogar der 90. Perzentil (Magnesium) bei 0,2 mg/L. Eine Berechnung von Quartals-, Halbjahres- und Jahresmittel ist daher mit einer sehr großen

Unsicherheit behaftet und die Mittelwerte stellen nur obere Schranken des tatsächlichen Wertes dar. Daher werden für diese Komponenten auch keine Abbildungen zu den jahreszeitlichen Verläufen gegeben. Für Natrium und Kalzium ist eine Beeinträchtigung der Mittelwerte ebenso gegeben. Die Ergebnisse aller Einzelmessung sind im Datenanhang angeführt.

Tabelle A 3: Analysenparameter der Ionenchromatographie (Salzburger Landeslabor)

	Kationen	Anionen
Gerät:	Dionex (Thermo Scientific)-3000	Dionex (Thermo Scientific)-3000
Säule:	Dionex CS16	Dionex AS15
Vorsäule:	Dionex CG16	Dionex AG15
Eluent:	30 mM MSA isokratisch	8 – 55 mM KOH mittels EG40 Gradient
Fluss:	1 mL/min	1,6 mL/min
Suppressor:	Dionex CERS 500 - 2mm elektrochemisch	Dionex ASRS 300 - 4mm elektrochemisch
Regenerant:	30mM MSA im Kreislauf	Eluent im Kreislauf
Probenschleife:	25 µL	250 µL
Detektion:	Leitfähigkeitsdetektor	Leitfähigkeitsdetektor
Detektorempfindlichkeit:	10 µS	10 µS
Integrationssystem:	Chromleon 6.80	Chromleon 6.80

### III. Ergebnisse der Jahresmittel, Halbjahresmittel und Quartalsmittel

Bei den Halbjahresmittelwerten umfasst Winter den Zeitraum von Oktober bis März, während Sommer von April bis September definiert ist. Bei den Vierteljahresmittelwerten erfolgt die saisonale Einteilung wie folgt: Winter umfasst Jänner bis März, Frühjahr April bis Juni, Sommer Juli bis September und Herbst Oktober bis Dezember.

Tabelle A 4: Mengengewichtete Halbjahresmittelwerte der Konzentration an Niederschlagsinhaltstoffen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024 an den Messstellen.na

Halbjahr	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(µg/L)					(mg/L)			
<b>Haunsberg</b>											
Winter	246	5,9	1,21	<0,40	0,95	<0,20	<0,48	<0,20	<0,31	0,40	0,18
Sommer	692	6,6	0,26	<0,22	0,49	<0,25	0,88	<0,20	<0,43	0,22	0,20
<b>Sonnblick</b>											
Winter	812	5,5	3,46	0,07	0,08	0,02	0,31	0,01	0,09	0,08	0,06
Sommer	943	5,3	5,13	0,07	0,16	0,04	0,33	0,02	0,07	0,09	0,09

Tabelle A 5: Halbjährliche nasse Deposition der Niederschlagsinhaltstoffe für den Zeitraum 01.01.2022 bis 31.12.2022 an den Messstellen.

Halbjahr	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(g/ha)					(kg/ha)			
<b>Haunsberg</b>											
Winter	246	5,9	2,97	<0,99	2,33	<0,49	<1,18	<0,49	<0,77	0,99	0,44
Sommer	692	6,6	1,77	<1,54	3,40	<1,72	6,09	<1,41	<2,97	1,54	1,37
<b>Sonnblick</b>											
Winter	812	5,5	28,09	0,55	0,68	0,20	2,51	0,11	0,71	0,63	0,46
Sommer	943	5,3	48,40	0,65	1,54	0,38	3,14	0,17	0,67	0,81	0,86

Tabelle A 6: Mengengewichtete Vierteljahresmittelwerte der Konzentration an Niederschlagsinhaltstoffen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024 an den Messstellen.

Saison	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(µg/L)					(mg/L)			
<b>Haunsberg</b>											
Winter	117	5,9	1,38	<0,47	1,17	<0,23	<0,50	<0,20	<0,37	0,47	0,20
Frühjahr	244	6,6	0,27	<0,18	0,54	<0,36	1,23	<0,21	<0,51	0,18	0,18
Sommer	448	6,6	0,25	<0,25	0,46	<0,19	0,69	<0,20	<0,39	0,25	0,21
Herbst	129	6,0	1,06	<0,35	0,75	<0,18	<0,46	<0,20	<0,26	0,35	0,17
<b>Sonnblick</b>											
Winter	406	5,4	3,90	0,08	0,12	0,03	0,34	0,02	0,10	0,10	0,09
Frühjahr	400	5,5	3,24	0,11	0,18	0,06	0,53	0,02	0,10	0,09	0,11
Sommer	543	5,2	6,53	0,04	0,15	0,02	0,19	0,01	0,05	0,08	0,08
Herbst	406	5,5	3,02	0,06	0,05	0,02	0,27	0,01	0,07	0,05	0,03

Tabelle A 7: Vierteljährliche nasse Deposition der Niederschlagsinhaltstoffe für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024 an den Messstellen.

Saison	NS	pH	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
	(mm)	(-)	(g/ha)					(kg/ha)			
<b>Haunsberg</b>											
Winter	117	5,9	1,61	<0,54	1,36	<0,26	<0,59	<0,23	<0,43	0,54	0,23
Frühjahr	244	6,6	0,66	<0,45	1,32	<0,89	2,99	<0,51	<1,24	0,45	0,43
Sommer	448	6,6	1,12	<1,10	2,08	<0,83	3,10	<0,90	<1,72	1,10	0,93
Herbst	129	6,0	1,37	<0,45	0,97	<0,23	<0,59	<0,26	<0,33	0,45	0,21
<b>Sonnblick</b>											
Winter	406	5,4	15,83	0,31	0,50	0,11	1,39	0,06	0,42	0,42	0,35
Frühjahr	400	5,5	12,97	0,43	0,71	0,25	2,13	0,09	0,39	0,37	0,45
Sommer	543	5,2	35,43	0,22	0,83	0,12	1,01	0,08	0,28	0,44	0,42
Herbst	406	5,5	12,26	0,25	0,19	0,09	1,12	0,05	0,29	0,21	0,11

Tabelle A 8: Mengengewichtete Jahresmittelwerte der Konzentration an Niederschlagsinhaltsstoffen für den Zeitraum 01.01.2022 bis 31.12.2022 an den Messstellen.

NS (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Haunsberg</b>													
937	6,3	0,51	<11,8	43,68	43,68	<6,05	<38,8	<16,7	<11,2	19,34	19,34	12,07	12,07
<b>Sonnblick</b>													
1755	5,4	4,36	2,99	9,05	9,05	0,84	16,09	1,33	2,21	5,85	5,85	4,71	4,71

Tabelle A 9: Bundesländervergleich der am CTA ausgewerteten mengengewichteten Jahresmittelwerte der Konzentration an Niederschlagsinhaltsstoffen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024; \*Die Station Grundlsee (Steiermark) nur bis August 2024 in Betrieb

Station	NS (mm)	pH (-)	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
<b>Tirol:</b>											
Höfen	1372,9	5,9	1,32	2,71	16,78	1,48	21,71	4,72	2,36	9,68	5,42
Niederndorferberg	1452,3	5,9	1,32	13,04	16,95	2,17	25,91	3,09	11,83	15,78	7,83
Innervillgraten	1060,6	6,0	0,92	2,47	22,52	2,75	23,66	2,72	2,18	7,45	6,75
<b>Salzburg:</b>											
Haunsberg	937,2	6,3	0,51	<11,77	43,68	<6,05	<38,80	<16,69	<11,23	19,34	12,07
Sonnblick	1754,9	5,4	4,36	2,99	2,22	0,58	5,65	0,28	1,38	5,85	4,71
<b>Niederösterre.:</b>											
Hollabrunn	682,6	5,7	2,20	3,04	25,38	1,76	26,06	4,89	2,86	14,42	11,74
Litschau	597,4	5,5	3,04	4,54	13,43	1,66	14,82	1,83	3,00	8,69	4,78
Lunz	1795,3	5,4	4,24	2,98	6,99	0,57	6,56	1,43	3,05	13,98	11,76
Hofamt Priel	847,7	5,3	4,62	5,40	22,99	1,66	17,10	2,77	3,05	13,98	13,98
<b>Steiermark:</b>											
Arnfels	981,6	4,91	12,33	4,35	24,91	2,35	32,75	5,08	3,92	15,13	12,50
Grundlsee*	1316,9	5,8	1,65	3,79	18,57	2,26	16,55	2,96	3,42	10,00	6,63
Klöch	634,4	5,7	1,87	3,89	23,36	1,62	26,55	4,22	4,22	14,66	14,33
Masenberg	759,1	5,9	1,151	5,94	25,07	2,81	30,11	4,97	4,74	8,92	11,47

#### IV. Statistische Verteilung der Tagesmesswerte

Zur Beschreibung der den Berechnungen zugrundeliegenden Messwerte wurden Häufigkeitsverteilungen und weitere statistische Parameter berechnet. Basierend auf diesen Berechnungen wurde der Zusammenhang zwischen den Niederschlagsmengen, den Ionenkonzentrationen und den Ioneneinträgen untersucht. Aufgrund der Häufigkeitsverteilung der Niederschlagsmengen pro Tag wurden die Niederschlagsproben logarithmisch klassiert.

Zur Beschreibung der asymmetrischen Verteilungen der Messwerte eignen sich Perzentilwerte und davon abgeleitete Parameter als Lokalisations- und Dispersionsmaßzahlen. Als n-ter Perzentilwert ist der Wert definiert, der größer als n% der Werte der Grundgesamtheit ist. Der in der Literatur am häufigsten genannte Perzentilwert ist der Median oder Zentralwert der Verteilung. Die Hälfte aller Messwerte ist kleiner als der Median. Bei der gegebenen großen Probenzahl und der Form der Häufigkeitsverteilung haben Ausreißer keinen wesentlichen Einfluss auf den Median. Als Maß der Dispersion der Verteilungen wurden von Perzentilwerten abgeleitete Streuungsmaßzahlen berechnet. Die Dispersionsmaßzahlen charakterisieren die Streuung der Verteilungen. Die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Messwert gibt den Range oder die Spannweite der Werte an. Im Bereich zwischen 10. und 90. Perzentil liegen 80% aller Messwerte. Dieser Kelley-Range ist wesentlich robuster gegen Ausreißer als der Range. Die Quartilsdifferenz und der Dispersionskoeffizient beschreiben ebenfalls die Streuung der Messwerte. Als relative Werte können die Dispersionskoeffizienten verschiedener Ionen miteinander verglichen werden. Tabelle A 10 beschreibt die verwendeten Abkürzungen der in der Folge berechneten statistischen Maßzahlen.

Die in Tabelle A 11 und Tabelle A 12 angegebenen Perzentilwerte charakterisieren die Verteilungen der Konzentrationswerte der Niederschlagsproben und der Niederschlagsmengen pro Tag.

Tabelle A 10: Abkürzungen der berechneten statistischen Maßzahlen

---

##### Lokalisationsmaßzahlen

---

Minimum	kleinster beobachteter Wert
10. Perzentil	10 Prozent der Beobachtungswerte sind kleiner als der 10. Perzentil
unteres Quartil	ein Viertel der Beobachtungswerte ist kleiner als das untere Quartil
Median	50 Prozent der Beobachtungswerte sind kleiner als der Median
oberes Quartil	75 Prozent der Beobachtungswerte sind kleiner als das obere Quartil
90. Perzentil	90 Prozent der Beobachtungswerte sind kleiner als der 90. Perzentil
Maximum	größter beobachteter Wert

---

##### Dispersionsmaßzahlen

---

Range	Differenz zwischen Minimum und Maximum
Kelley-Range	Differenz zwischen dem 90. und dem 10. Perzentil
Quartilsdifferenz	Differenz zwischen dem oberen und dem unteren Quartil
Dispersionskoeff.	Quartilsdifferenz bezogen auf den Median

---

Tabelle A 11: Statistische Maßzahlen der Niederschlagsmengen- und Ionenkonzentrationsverteilungen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024, Station: **Haunsberg**

<b>Maßzahl</b>	<b>NS</b>	<b>Leitf.</b>	<b>pH</b>	<b>H<sup>+</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N</b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S</b>
	(mm)	(μS/cm)	(-)	(μg/L)	(mg/L)							
Minimum	0,2	3,0	4,5	0,02	0,07	0,11	0,07	0,30	0,07	0,07	0,07	0,02
10.Perzentile	0,7	5,3	6,1	0,07	0,13	0,37	0,20	0,30	0,20	0,20	0,13	0,10
untere Quartile	1,6	8,0	6,4	0,15	0,21	0,50	0,20	0,37	0,20	0,20	0,21	0,13
Median	4,3	11,0	6,5	0,29	0,33	0,80	0,20	0,53	0,20	0,26	0,33	0,19
obere Quartile	10,8	15,0	6,8	0,45	0,49	1,28	0,24	0,73	0,20	0,61	0,49	0,31
90.Perzentile	17,9	21,0	7,1	0,72	0,87	2,11	0,42	1,60	0,20	0,90	0,87	0,40
Maximum	31,8	110,0	7,8	30,90	6,10	7,00	0,78	4,80	0,51	3,90	6,10	3,67
Range	31,5	107,0	3,3	30,89	6,03	6,89	0,71	4,50	0,44	3,83	6,03	3,64
Kelley-Range	17,1	15,7	1,0	0,65	0,74	1,74	0,22	1,30	-	0,70	0,74	0,30
Quartilsdifferenz	9,2	7,0	0,5	0,30	0,28	0,78	0,04	0,36	-	0,41	0,28	0,18
Dispersionskoeff.	2,1	0,6	0,1	1,047	0,85	0,97	0,20	0,68	-	1,58	0,85	0,94

Tabelle A 12: Statistische Maßzahlen der Niederschlagsmengen- und Ionenkonzentrationsverteilungen für den Zeitraum 01.01.2024 bis 31.12.2024, Station: **Sonnblick**

<b>Maßzahl</b>	<b>NS</b>	<b>Leitf.</b>	<b>pH</b>	<b>H<sup>+</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N</b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S</b>
	(mm)	(μS/cm)	(-)	(μg/L)	(mg/L)							
Minimum	<0,1	1,6	4,3	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
10.Perzentile	0,6	2,3	5,0	0,58	0,01	0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	0,02	0,01
untere Quartile	1,7	2,7	5,2	2,09	0,02	0,03	0,01	0,06	0,01	0,03	0,04	0,02
Median	5,8	4,3	5,5	3,55	0,04	0,10	0,02	0,14	0,01	0,06	0,08	0,06
obere Quartile	13,2	7,8	5,7	6,03	0,11	0,26	0,05	0,36	0,03	0,13	0,16	0,14
90.Perzentile	24,4	12,7	6,2	10,96	0,29	0,48	0,10	1,08	0,05	0,29	0,29	0,29
Maximum	53,2	81,3	7,3	52,48	2,52	1,27	0,80	12,55	0,48	3,16	1,07	3,22
Range	53,2	79,8	3,0	52,43	2,52	1,27	0,80	12,54	0,48	3,16	1,07	3,22
Kelley-Range	23,8	10,5	1,3	10,39	0,28	0,47	0,10	1,05	0,05	0,28	0,27	0,29
Quartilsdifferenz	11,5	5,1	0,5	3,94	0,09	0,22	0,04	0,29	0,02	0,10	0,13	0,12
Dispersionskoeff.	2,0	1,2	0,1	1,109	2,32	2,23	1,91	2,05	1,77	1,82	1,62	1,98

## V. Vergleich der aktuellen Jahresgänge mit den langjährigen Trends

Hier werden, ergänzend zu den Abbildungen 4 bis 7 im Bericht, für die Station Sonnblick die jahreszeitlichen Verläufe der Ionen Chlorid, Kalzium, Magnesium, Natrium und Kalium sowie des pH-Wertes dargestellt. Für die Station Haunsberg werden aus den zuvor erklärten Gründen nur die Abbildungen für Kalzium und den pH-Wert gezeigt.

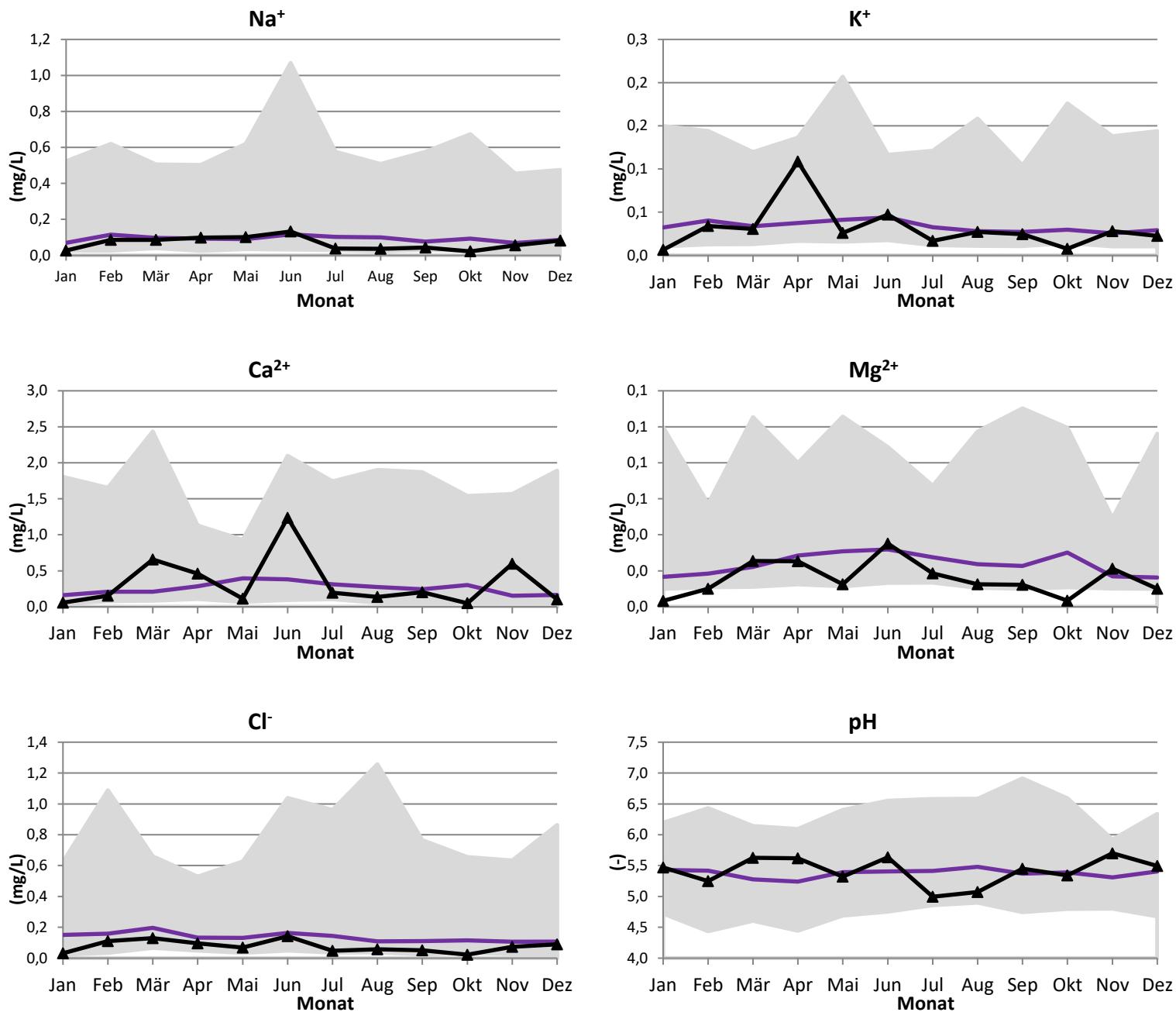


Abbildung A 1: Darstellung der mittleren monatlichen Konzentrationen der Saison 2024 (schwarze Linie) im Vergleich zu den mittleren Jahrgängen (violette Linie) der Station **Sonnblick**. Die grau hinterlegte Fläche stellt den Bereich zwischen dem 3%. und dem 97%-Perzentil aller bisher erfassten Monatswerte dar.

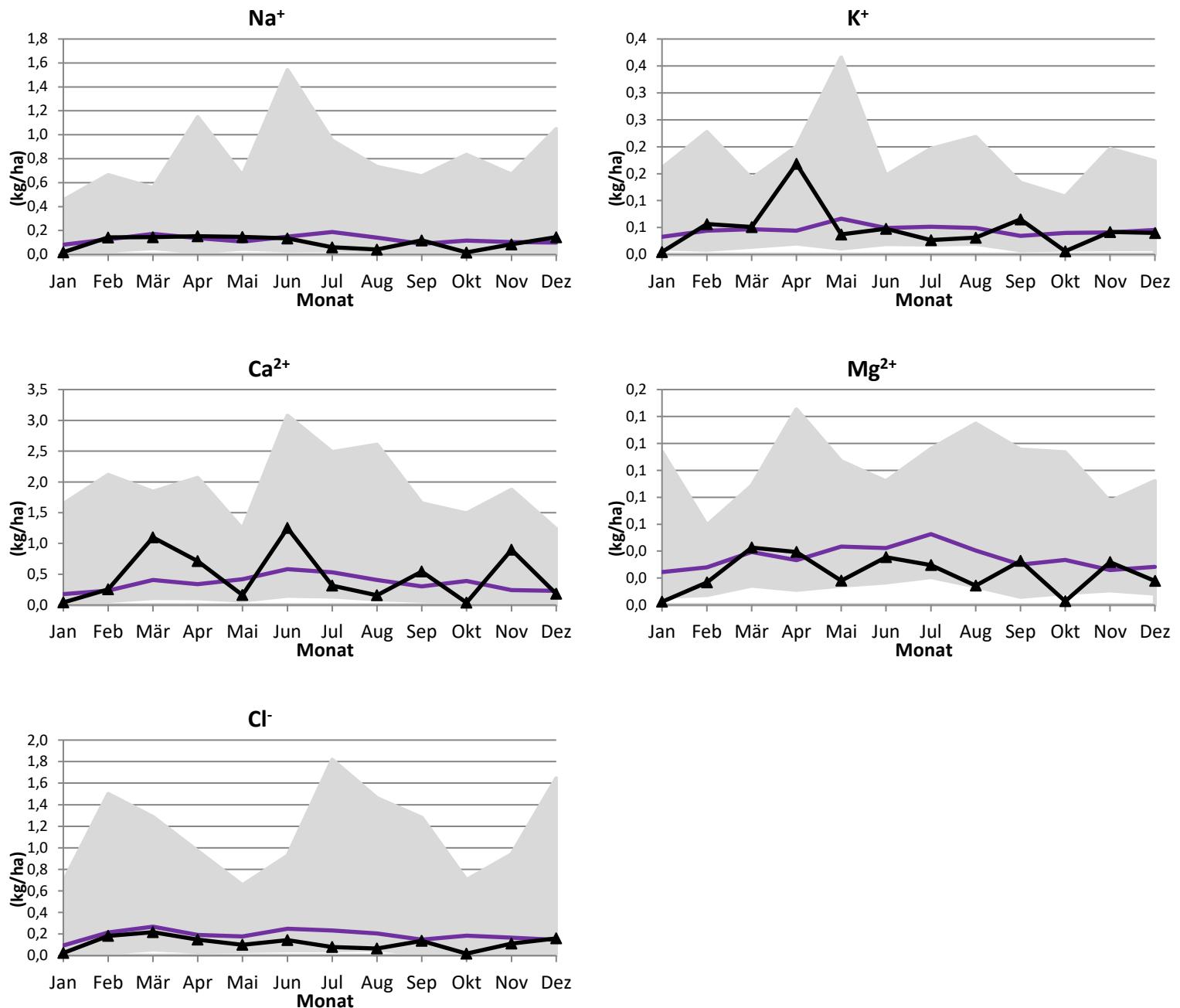


Abbildung A 2: Darstellung der mittleren monatlichen Depositionen der Saison 2024 (schwarze Linie) im Vergleich zu den mittleren Jahregängen (violette Linie) der Station **Sonnblick**. Die grau hinterlegte Fläche stellt den Bereich zwischen dem 3%-. und dem 97%-Perzentil aller bisher erfassten Monatswerte dar.

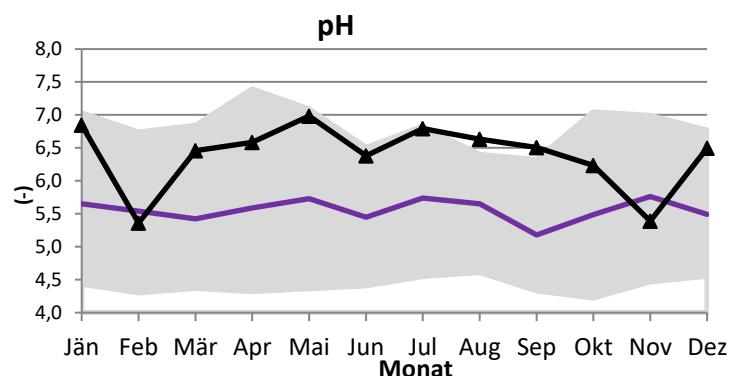
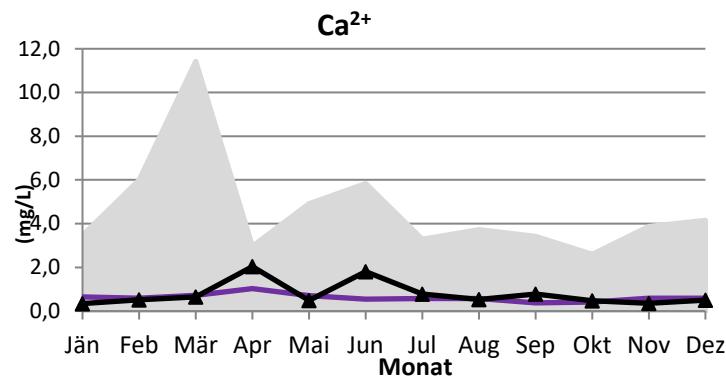


Abbildung A 3: Darstellung der mittleren monatlichen Konzentrationen der Saison 2024 (schwarze Linie) im Vergleich zu den mittleren Jahregängen (violette Linie) der Station **Haunsberg**. Die grau hinterlegte Fläche stellt den Bereich zwischen dem 3%. und dem 97%-Perzentil aller bisher erfassten Monatswerte dar.

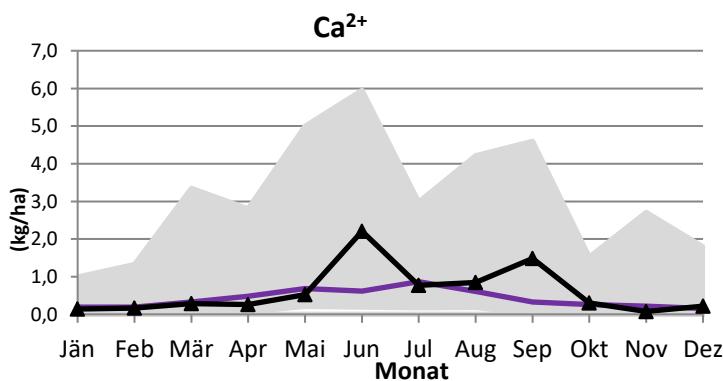


Abbildung A 4: Darstellung der mittleren monatlichen Depositionen der Saison 2024 (schwarze Linie) im Vergleich zu den mittleren Jahregängen (violette Linie) der Station **Haunsberg**. Die grau hinterlegte Fläche stellt den Bereich zwischen dem 3%. und dem 97%-Perzentil aller bisher erfassten Monatswerte dar.

**VI. Verzeichnis der Tagesproben****Station: Haunsberg 2024**

Datum TT/MM/JJ	Vol. [mm]	Leitf. [µS/cm]	pH	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Anmerkung
[mg/L]												
01.01.2024	4,0	10,0	6,61	0,32	1,54	0,20	0,20	1,42	0,35	0,30	0,20	SDE
05.01.2024	7,2	14,0	6,54	0,49	1,41	0,20	0,25	2,17	0,76	0,30	0,20	
06.01.2024	4,0	12,0	6,37	0,55	0,68	0,24	0,26	2,44	1,10	0,54	0,20	
17.01.2024	4,6	10,0	7,81	0,28	1,41	0,20	0,20	1,24	0,32	0,30	0,20	SDE
22.01.2024	1,9			0,32	3,21	0,20	0,45	1,42	0,42	0,30	0,20	1)
23.01.2024	3,8	14,0	7,68	0,23	1,93	0,20	0,34	1,02	0,42	0,30	0,20	
25.01.2024	10,1	9,0	7,65	0,26	1,04	0,20	0,32	1,15	0,20	0,35	0,20	SDE
26.01.2024	0,6			0,46	2,96	0,20	0,27	2,04	0,53	0,64	0,20	1), SDE
31.01.2024	3,5	13,0	7,42	0,43	2,06	0,20	0,20	1,90	0,34	0,30	0,20	
03.02.2024	2,4	13,0	7,16	0,35	1,93	0,20	0,20	1,55	0,39	0,30	0,20	SDE
07.02.2024	0,7			0,37	2,44	0,42	0,79	1,64	1,10	1,20	0,34	1)
10.02.2024	6,6	16,0	4,86	0,31	1,26	0,20	0,20	1,37	0,55	0,38	0,20	SDE
12.02.2024	1,0			2,10	1,02	0,20	0,72	9,30	1,00	0,33	0,20	1), SDE
16.02.2024	12,4	9,0	5,61	0,45	0,89	0,20	0,20	1,99	0,42	0,55	0,20	SDE
18.02.2024	2,4	10,0	6,10	0,20	1,27	0,20	0,20	0,89	0,34	0,30	0,20	
19.02.2024	3,8	15,0	6,29	0,65	1,54	0,73	0,79	2,88	0,07	0,86	0,20	
22.02.2024	0,0	9,0	6,26	0,24	1,12	0,20	2,40	1,06	0,39	0,46	0,20	
23.02.2024	1,7	10,0	6,02									1)
29.02.2024	0,9			1,30	3,60	0,20	0,99	5,76	1,70	0,31	0,20	1), SDE
15.03.2024	0,5			1,20			0,87	5,31	1,50			1)
16.03.2024	1,0			0,08	3,21	0,43	0,29	0,35	1,50	0,35	0,20	1)
17.03.2024	11,3	11,0	6,37	0,49	1,67	0,21	0,88	2,17	0,82	0,71	0,20	
18.03.2024	8,1	21,0	6,40	1,00	2,06	0,20	0,42	4,43	1,20	0,71	0,20	
20.03.2024	12,7	11,0	6,54	0,43	1,23	0,20	0,25	1,90	0,56	0,55	0,20	SDE
22.03.2024	2,8	16,0	6,49	0,42	1,93	0,20	0,42	1,86	0,59	0,68	0,20	
23.03.2024	0,6			0,47	2,83	0,23	0,61	2,08	0,69	0,31	0,20	SDE
27.03.2024	5,2	16,0	6,57	0,49	1,80	0,20	0,25	2,17	0,43	0,59	0,20	SDE
31.03.2024	2,9	13,0	6,52	0,26	1,41	0,31	0,65	1,15	1,00	0,81	0,20	
02.04.2024	0,8			1,40	1,54	0,62	1,10	6,20	0,68	0,48	0,20	1)
03.04.2024	0,4			0,72	1,02	0,20	0,48	3,19	0,36	0,67	0,20	1)
04.04.2024	0,7			0,60	2,31	0,26	0,98	2,66	0,98	1,40	0,25	1)
09.04.2024	4,0	31,0	6,50	0,46	1,29	0,20	1,20	2,04	2,20	3,30	0,39	SDE
14.04.2024	6,9	15,0	6,64	0,36	0,91	0,20	3,90	1,59	0,90	1,60	0,20	
16.05.2024	1,6			0,79	3,21	0,31	0,23	3,50	1,10	0,40	0,20	1)
18.05.2024	11,8	7,0	7,78	0,07	0,68	0,42	0,39	0,31	0,40	0,41	0,20	
19.05.2024	0,4			0,87	2,83	0,20	0,07	3,85	0,07	0,46	0,20	1)
20.05.2024	1,3			0,07	1,93	0,20	0,20	0,31	0,07	0,39	0,20	1), SDE
21.05.2024	20,8	5,0	7,49	0,17	0,49	0,26	0,24	0,75	0,20	0,53	0,20	SDE
22.05.2024	21,1	8,0	7,07	0,07	0,86	0,35	0,07	0,31	0,41	0,45	0,20	SDE
27.05.2024	17,0	7,0	6,54	0,07	0,69	0,69	0,67	0,31	0,37	0,55	0,20	SDE
29.05.2024	3,2	10,0	6,76	0,40	1,26	0,40	0,46	1,77	0,36	0,60	0,20	
31.05.2024	31,8	5,0	7,05	0,13	0,14	0,33	0,07	0,58	0,07	0,45	0,20	
01.06.2024	4,3	9,0	6,43	0,43	0,58	0,33	0,39	1,90	0,74	0,67	0,20	
02.06.2024	25,7	5,0	6,35	0,07	0,37	0,38	0,36	0,31	0,07	0,43	0,20	SDE
03.06.2024	6,6	11,0	6,22	0,30	0,86	0,53	0,07	1,33	0,07	0,59	0,20	SDE
06.06.2024	0,7			1,00	2,57	0,40	0,90	4,43	1,60	0,52	0,20	1)
07.06.2024	7,2	12,0	6,52	0,07	1,22	0,54	0,61	0,31	0,55	0,33	0,07	
08.06.2024	12,1	19,0	6,10	0,07	0,69	0,39	0,54	0,31	0,81	3,20	0,27	
09.06.2024	12,4	18,0	6,18	0,07	0,48	0,44	0,46	0,31	0,65	3,10	0,21	SDE
10.06.2024	1,0			0,76	2,70	0,27	0,45	3,37	2,50	2,40	0,20	1), SDE
11.06.2024	4,0	16,0	6,50	0,40	1,13	0,78	0,83	1,77	0,58	1,90	0,20	SDE

## Station: Haunsberg 2024

Datum TT/MM/JJ	Vol. [mm]	Leitf. [μS/cm]	pH	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup> [mg/L]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Anmerkung
12.06.2024	1,5	34,0	7,07									1)
14.06.2024	0,9											2)
15.06.2024	3,8	10,0	5,70									1)
16.06.2024	1,8	23,0	6,65									1)
17.06.2024	4,9	10,0	6,95	0,30	0,95	0,20	0,20	1,33	0,66	0,84	0,20	
19.06.2024	13,6	14,0	6,92	0,20	0,60	0,20	0,20	0,89	0,82	2,10	0,20	SDE
20.06.2024	2,0	53,0	6,86									1), SDE
21.06.2024	9,0	30,0	7,35	0,36	0,85	0,20	0,97	1,59	2,10	4,80	0,30	SDE
27.06.2024	8,4	15,0	7,32	0,36	1,11	0,20	1,60	1,59	1,10	1,60	0,20	SDE
29.06.2024	0,3											2), SDE
30.06.2024	1,8	21,0	7,22	0,46	1,41	0,20	0,26	2,04	0,99	2,70	0,28	SDE
01.07.2024	13,6	8,0	7,08	0,20	0,58	0,20	0,22	0,89	0,52	0,97	0,20	SDE
02.07.2024	15,9	8,0	6,92	0,28	0,78	0,07	0,20	1,24	0,57	0,73	0,20	
03.07.2024	3,5	5,0	6,89									1)
04.07.2024	2,0	14,0	6,87									1)
06.07.2024	12,7	8,0	6,70	0,21	0,63	0,20	1,60	0,93	0,69	0,83	0,20	
09.07.2024	6,4	8,0	6,53	0,26	0,53	0,20	0,20	1,15	0,81	1,00	0,20	
10.07.2024	0,7											2)
11.07.2024	1,1											2)
12.07.2024	13,3	5,0	6,76	0,19	0,32	0,20	0,20	0,84	0,38	0,76	0,20	
19.07.2024	4,0	19,0	6,63									1)
21.07.2024	1,1											2)
22.07.2024	4,3	8,0	6,70	0,26	0,78	0,20	0,20	1,15	0,53	0,59	0,20	
23.07.2024	16,8	8,0	6,88	0,20	0,77	0,20	0,22	0,89	0,49	0,59	0,20	
27.07.2024	3,5	10,0	6,63									1)
31.07.2024	0,6	11,0	6,61									1), SDE
01.08.2024	5,2											2)
02.08.2024	0,2											2)
03.08.2024	4,0	15,0	6,55	0,47	1,26	0,20	0,20	2,08	1,10	1,20	0,20	
06.08.2024	24,0	11,0	6,63	0,16	0,63	0,20	0,20	0,71	0,38	0,56	0,20	
07.08.2024	3,2	7,0	6,82	0,22	0,80	0,20	0,20	0,97	0,49	0,34	0,20	
12.08.2024	20,2	9,0	7,60	0,28	0,82	0,20	0,20	1,24	0,65	0,65	0,20	
13.08.2024	12,4	14,0	7,07	0,40	1,54	0,21	0,20	1,77	0,84	0,71	0,20	
14.08.2024	22,2	9,0	6,81	0,23	0,78	0,07	0,68	1,02	0,57	0,37	0,20	
16.08.2024	1,7	28,0	6,67	0,61	1,54	0,20	0,26	2,70	1,20	2,20	0,51	SDE
17.08.2024	9,2	8,0	7,02	0,23	0,76	0,20	0,20	1,02	0,50	0,46	0,20	
18.08.2024	31,8	3,0	6,42	0,13	0,14	0,07	0,20	0,58	0,49	0,42	0,20	
20.08.2024	9,5	8,0	6,38	0,32	0,76	0,20	0,25	1,42	0,82	0,52	0,20	
24.08.2024	10,1	8,0	6,39	0,26	0,71	0,20	0,84	1,15	0,69	0,37	0,20	
25.08.2024	4,0	13,0	6,31	0,50	1,29	0,25	0,27	2,21	1,10	0,49	0,20	
28.08.2024	0,8			1,40	2,96	0,22	0,38	6,20	3,00	0,56	0,20	1)
08.09.2024	8,4	16,0	6,31	0,52	1,20	0,44	0,90	2,30	1,20	1,40	0,20	
09.09.2024	4,0	10,0	6,55	0,33	1,12	0,20	0,23	1,46	0,52	0,46	0,20	
11.09.2024	24,8	13,0	6,52	0,27	0,49	0,23	0,39	1,20	0,64	1,70	0,20	
12.09.2024	19,1	10,0	6,57	0,39	0,59	0,20	0,51	1,73	0,96	1,10	0,20	
13.09.2024	31,8	5,0	6,87	0,17	0,26	0,20	0,44	0,75	0,55	0,47	0,20	
14.09.2024	22,5	8,0	6,68	0,33	0,60	0,20	0,67	1,46	0,73	0,44	0,20	
15.09.2024	31,8	4,0	6,49	0,20	0,30	0,20	0,20	0,89	0,69	0,95	0,20	
16.09.2024	15,9	4,0	6,47	0,20	0,21	0,20	0,20	0,89	0,54	0,42	0,20	
23.09.2024	6,9	5,0	6,27	0,20	0,54	0,20	0,47	0,89	0,58	0,30	0,20	
25.09.2024	1,6	9,0	6,11	0,37	0,85	0,20	1,20	1,64	0,66	0,40	0,20	

## Station: Haunsberg 2024

Datum TT/MM/JJ	Vol. [mm]	Leitf. [µS/cm]	pH	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Anmerkung
26.09.2024	16,8	14,0	6,35	0,15	0,44	0,24	0,35	0,66	0,49	0,31	0,20	
27.09.2024	6,1	7,0	6,20	0,22	0,55	0,20	0,41	0,97	0,47	0,34	0,20	
01.10.2024	1,2	15,0	6,23	0,60	1,67	0,20	0,44	2,66	0,68	0,42	0,20	
03.10.2024	9,2	8,0	6,37	0,28	0,78	0,20	0,20	1,24	0,52	0,43	0,20	
04.10.2024	6,1	21,0	6,38	0,49	0,96	0,20	0,20	2,17	2,00	0,51	0,20	
08.10.2024	12,4	6,0	6,16	0,20	0,40	0,20	0,20	0,89	0,07	0,38	0,20	
09.10.2024	14,7	3,0	6,13	0,10	0,17	0,07	0,07	0,43	0,07	0,34	0,20	SDE
10.10.2024	1,2	8,0	6,14	0,32	0,53	0,20	0,20	1,42	0,31	0,54	0,20	
12.10.2024	4,6	9,0	6,29	0,21	0,53	0,20	0,27	0,93	0,39	0,45	0,20	
13.10.2024	5,5	11,0	6,14	0,23	0,51	0,20	0,21	1,02	0,43	0,94	0,20	
14.10.2024	1,7	7,0	6,21	0,52	0,72	0,20	0,20	2,30	0,57	0,58	0,20	
22.10.2024	6,1	19,0	6,54	0,75	1,80	0,20	0,21	3,32	1,10	0,56	0,20	
23.10.2024	1,2	17,0	6,44	0,56	2,19	0,20	0,20	2,48	0,96	0,30	0,20	
13.11.2024	0,9	33,0	6,82	1,60	4,11	0,29	0,20	7,09	2,40	0,30	0,20	
14.11.2024	0,5	110,0	6,73	6,10	9,00	0,57	0,58	27,01	11,00	0,96	0,20	
17.11.2024	4,0	19,0	6,93	0,60	2,44	0,20	0,23	2,66	0,75	0,30	0,20	
19.11.2024	5,5	14,0	6,66	0,34	1,67	0,20	0,20	1,51	0,60	0,36	0,20	
21.11.2024	1,0	40,0	4,51	1,70	1,09	0,20	0,20	7,53	0,53	0,30	0,20	
25.11.2024	1,0	39,0	6,71	1,10	3,99	0,27	0,61	4,87	1,20	0,43	0,20	SDE
27.11.2024	8,1	11,0	5,19	0,40	0,48	0,20	0,20	1,77	0,39	0,36	0,20	SDE
02.12.2024	8,1	13,0	6,40	0,34	1,17	0,20	0,20	1,51	0,29	0,56	0,20	SDE
05.12.2024	2,9	12,0	6,43	0,32	0,87	0,20	0,74	1,42	0,48	0,64	0,20	
06.12.2024	5,2	13,0	6,57	0,36	1,29	0,20	0,98	1,59	0,30	0,32	0,20	
07.12.2024	6,1	10,0	6,30	0,40	0,67	0,20	0,63	1,77	0,42	0,72	0,20	
15.12.2024	10,7	11,0	6,68	0,19	1,54	0,20	0,20	0,84	0,30	0,30	0,20	
21.12.2024	11,0	6,0	6,56	0,10	0,54	0,07	0,20	0,43	0,07	0,56	0,20	

1) Geringe Probenmenge → nicht alle Analysen möglich

2) Zu wenig Probe → keine Analysen möglich

3) eventuelle Kontamination → Probe wurde von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, falls nur einzelne Komponenten ausgeschlossen wurden, so sind diese mit \* markiert

SDE ... Mineralstaubereignis

## Station: Sonnblick 2024

Datum TT/MM/JJ	Vol. [mm]	Leitf. [µS/cm]	pH	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Anmerkung
[mg/L]												
31.12.2023	28,1	2,2	5,42	0,02	0,01	0,01	0,02	0,07	0,01	0,03	<0,01	SDE
05.01.2024	0,1			0,10	0,32	0,03	0,18	0,56	0,32	0,18	0,01	1)
06.01.2024	3,3	2,3	5,60	0,10	0,01	0,01	0,05	0,11	0,03	0,08	0,01	
08.01.2024	0,5	9,1	6,01	0,44	0,07	0,08	0,93	0,08	0,47	1,07	0,03	
13.01.2024				0,05	0,12	0,01	0,12	0,03	0,03	0,15	0,01	1)
15.01.2024	3,3	2,6	5,65	0,03	0,05	0,01	0,05	0,17	0,18	0,21	0,01	
18.01.2024	2,1	2,4	5,72	0,11	0,03	0,01	0,05	0,20	0,03	0,12	<0,01	SDE
19.01.2024	4,2	1,7	5,66	0,03	0,02	<0,01	0,01	0,09	0,01	0,05	<0,01	
22.01.2024	2,3	3,4	5,25	0,03	0,03	0,01	0,06	0,17	0,04	0,09	<0,01	
23.01.2024	5,2	2,2	5,55	0,05	0,03	0,01	0,07	0,14	0,05	0,08	0,01	
24.01.2024	3,6	2,4	5,43	0,01	0,02	0,01	0,02	0,12	0,03	0,07	<0,01	SDE
25.01.2024	18,6	1,8	5,47	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,07	0,01	0,02	<0,01	SDE
26.01.2024	1,1	2,7	5,35	0,01	0,06	<0,01	0,02	0,19	0,03	0,07	<0,01	SDE
01.02.2024	5,0	2,9	5,46	0,03	0,06	0,03	0,04	0,35	0,04	0,11	0,01	
09.02.2024	1,1	11,5	5,09	0,04	0,88	0,05	0,08	2,84	0,41	0,20	0,02	SDE
10.02.2024	1,7	7,4	5,63	0,50	0,21	0,13	0,24	1,25	0,41	0,32	0,02	SDE
11.02.2024	16,1	2,3	5,28	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,08	0,01	<0,01	SDE
12.02.2024	13,9	3,8	5,12	0,02	0,09	<0,01	0,03	0,31	0,13	0,03	0,01	SDE
13.02.2024	8,2	2,9	5,42	0,08	0,07	0,01	0,09	0,24	0,13	0,09	0,01	
17.02.2024	1,1	7,8	5,48	0,13	0,13	0,06	0,18	1,27	0,47	0,76	0,05	
18.02.2024	43,5	5,7	5,48	0,24	0,08	0,10	0,30	0,48	0,27	0,43	0,02	SDE
19.02.2024	31,4	2,2	5,28	0,01	0,04	0,01	0,03	0,12	0,02	0,04	<0,01	
20.02.2024	22,7	2,7	5,04	0,01	0,04	<0,01	0,02	0,20	0,02	0,03	<0,01	
21.02.2024	0,8	3,7	5,47	0,08	0,11	0,06	0,14	0,31	0,06	0,21	0,02	
22.02.2024	0,4	11,8	5,63	0,02	1,22	0,04	0,09	2,81	0,56	0,31	0,03	
23.02.2024	17,6	2,7	5,04	0,02	0,05	0,02	0,04	0,15	0,02	0,03	<0,01	
24.02.2024	0,1			0,32	0,76	0,09	0,68	2,38	0,65	0,46	0,08	1)
25.02.2024	0,5	3,7	5,67	0,11	0,12	0,03	0,18	0,19	0,11	0,17	0,01	
26.02.2024				0,17	0,38	0,04	0,34	0,82	0,31	0,34	0,03	1)
27.02.2024	2,5	4,9	5,57	0,20	0,11	0,06	0,29	0,40	0,23	0,23	0,02	SDE
01.03.2024	8,8	31,3	7,02	0,48	0,28	0,12	0,73	1,72	3,89	5,43	0,14	SDE
02.03.2024	1,2	19,4	6,93	0,33	0,22	0,16	0,54	0,96	1,49	3,55	0,12	SDE
05.03.2024	2,9	16,6	6,88	0,22	0,27	0,08	0,38	1,26	1,26	2,78	0,10	
06.03.2024	7,5	4,4	5,93	0,03	0,23	0,01	0,05	0,59	0,24	0,38	0,03	
07.03.2024	1,8	7,2	5,69	0,02	0,53	0,03	0,05	1,49	0,57	0,36	0,05	
10.03.2024	2,9	6,4	5,54	0,07	0,27	0,03	0,11	1,03	0,46	0,42	0,03	SDE
11.03.2024	17,5	5,1	5,72	0,04	0,46	0,02	0,05	0,87	0,19	0,13	0,01	SDE
12.03.2024	21,0	4,3	5,64	0,02	0,39	0,01	0,03	0,73	0,14	0,07	0,01	SDE
16.03.2024	9,1	3,4	5,60	0,03	0,17	0,01	0,05	0,38	0,12	0,17	0,02	
17.03.2024	2,0	3,8	5,46	0,07	0,09	0,03	0,12	0,24	0,14	0,19	0,01	
18.03.2024	20,5	2,8	5,45	0,04	0,07	0,03	0,06	0,30	0,06	0,09	0,01	
19.03.2024	5,5	4,9	5,15	0,03	0,17	0,01	0,05	0,70	0,11	0,11	0,01	
21.03.2024	24,3	7,1	5,70	0,04	0,69	0,02	0,05	1,42	0,37	0,16	0,01	SDE
23.03.2024	23,6	3,0	5,61	0,01	0,20	0,01	0,02	0,32	0,09	0,07	0,01	SDE
24.03.2024	5,8	3,5	5,40	0,03	0,17	0,01	0,07	0,23	0,23	0,08	0,01	
26.03.2024	1,3	5,3	5,55	0,06	0,26	0,02	0,10	0,53	0,30	0,31	0,02	
27.03.2024	0,6	4,3	5,72	0,05	0,17	0,02	0,09	0,60	0,22	0,35	0,02	SDE
28.03.2024	1,8	4,8	5,16	0,05	0,13	0,02	0,07	0,74	0,14	0,19	0,02	SDE
29.03.2024	0,6	24,3	6,99	0,29	0,26	0,19	0,67	1,17	0,88	4,63	0,09	
30.03.2024	1,0	81,3	7,32	1,64	0,21	0,80	3,16	4,74	9,66	12,31	0,48	
31.03.2024	7,5	11,6	6,62	0,38	0,10	0,05	0,38	0,41	0,81	2,03	0,07	
01.04.2024	7,5	2,9	6,16	0,05	0,06	0,01	0,06	0,12	0,11	0,46	0,02	
02.04.2024	12,3	7,7	6,32	0,25	0,20	0,17	0,34	0,19	0,23	0,91	0,04	

## Station: Sonnblick 2024

Datum TT/MM/JJ	Vol. [mm]	Leitt. [µS/cm]	pH	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Anmerkung
[mg/L]												
09.04.2024	2,7	39,3	7,09	0,62	0,74	0,23	1,01	2,14	3,70	6,02	0,17	SDE
10.04.2024	7,5	12,1	6,72	0,09	0,31	0,04	0,17	0,33	0,55	2,16	0,06	SDE
15.04.2024	4,7	21,3	5,84	0,24	1,64	0,10	0,31	2,99	2,19	1,12	0,07	
16.04.2024	27,6	6,8	5,76	0,05	0,54	0,08	0,07	0,77	0,45	0,33	0,03	SDE
17.04.2024	25,4	5,2	5,58	0,02	0,19	0,41	0,04	0,51	0,21	0,19	0,04	
18.04.2024	9,7	6,3	5,35	0,19	0,24	0,03	0,13	0,85	0,36	0,27	0,02	
19.04.2024	13,7	2,5	5,51	0,04	0,05	0,01	0,01	0,15	0,05	0,08	0,01	
20.04.2024	30,3	1,6	5,44	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,01	0,01	<0,01	SDE
21.04.2024	0,8	6,8	5,90	0,68	0,18	0,03	0,09	0,51	0,45	0,29	0,03	SDE
22.04.2024	1,4	12,4	6,71	2,52	0,11	0,03	0,12	0,21	0,29	0,22	0,02	
23.04.2024	7,5	2,0	5,62	0,01	0,04	0,01	0,01	0,06	0,08	0,05	<0,01	
24.04.2024	4,2	4,5	5,24	0,03	0,20	0,01	0,02	0,62	0,21	0,06	0,01	
01.05.2024	1,7	10,9	6,08	1,17	0,42	0,06	0,07	0,58	1,16	0,42	0,03	SDE
02.05.2024	5,7	3,3	5,88	0,19	0,22	0,01	0,02	0,23	0,15	0,09	0,01	SDE
03.05.2024	11,6	2,4	5,54	0,03	0,07	0,01	0,02	0,11	0,03	0,04	<0,01	SDE
07.05.2024	1,9	3,5	5,41	0,05	0,07	0,05	0,08	0,15	0,06	0,12	0,01	
08.05.2024	7,5	2,4	5,42	0,01	0,03	0,01	0,03	0,10	0,01	0,04	<0,01	
12.05.2024	3,7	10,6	4,86	0,02	0,54	0,04	0,03	0,56	0,58	0,11	0,01	
13.05.2024	4,2	5,1	5,21	0,03	0,29	0,03	0,04	0,31	0,26	0,06	0,01	
14.05.2024	0,7	6,7	5,16	0,09	0,27	0,16	0,10	0,27	0,29	0,11	0,03	
15.05.2024	33,0		0,29	0,42	0,07	0,18	0,73	0,69	0,31	0,04	1)	
16.05.2024	10,4	2,7	5,45	0,03	0,06	0,01	0,13	0,13	0,12	0,05	0,01	SDE
17.05.2024	3,9	3,5	5,24	0,03	0,06	0,01	0,02	0,21	0,11	0,05	0,01	SDE
18.05.2024	0,5	12,6	4,96	0,20	0,78	0,08	0,18	1,39	0,86	0,15	0,03	
19.05.2024			0,08	0,12	0,03	0,09	0,37	0,29	0,17	0,02	1)	
20.05.2024	0,1		0,15	0,53	0,11	0,16	0,67	0,73	0,46	0,04	1), SDE	
21.05.2024	11,0	3,0	5,36	0,04	0,04	0,01	0,04	0,18	0,08	0,10	0,01	SDE
23.05.2024	1,2	5,8	4,99	0,05	0,19	0,01	0,06	0,54	0,22	0,10	0,01	SDE
24.05.2024	0,3	20,2	4,28	0,02	0,46	0,02	0,07	0,80	0,38	0,11	0,02	
26.05.2024	4,1	5,2	4,92	0,03	0,19	0,03	0,06	0,26	0,11	0,05	0,01	SDE
28.05.2024	15,4	2,3	5,30	<0,01	0,05	<0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	<0,01	
30.05.2024	9,0	2,2	5,35	<0,01	0,09	<0,01	0,01	0,13	0,03	0,01	<0,01	
31.05.2024	18,2	1,9	5,46	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,11	0,01	0,03	<0,01	
01.06.2024	6,1	1,9	5,35	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,01	
02.06.2024	10,6	3,1	5,22	<0,01	0,04	<0,01	0,01	0,14	0,05	0,03	<0,01	SDE
03.06.2024	2,6	3,4	5,19	0,02	0,06	0,02	0,04	0,15	0,04	0,02	<0,01	SDE
04.06.2024	2,0	4,5	5,09	<0,01	0,08	0,03	0,02	0,26	0,11	0,03	0,01	
06.06.2024	3,2	12,7	4,96	0,04	0,89	0,08	0,05	1,32	0,83	0,16	0,03	
09.06.2024	8,4	30,9	7,16	0,19	0,70	0,12	0,28	1,30	1,55	5,42	0,11	SDE
10.06.2024	25,3	4,4	6,18	0,02	0,13	0,01	0,03	0,21	0,18	0,82	0,02	SDE
11.06.2024	9,7	2,8	5,69	0,02	0,22	0,01	0,04	0,21	0,15	0,09	0,01	SDE
12.06.2024	8,7	2,7	5,64	0,02	0,19	0,01	0,04	0,17	0,09	0,07	0,01	
14.06.2024	0,1		0,08	0,55	0,03	0,06	0,91	0,45	0,35	0,03	1)	
15.06.2024	3,2	5,4	5,49	0,02	0,48	0,01	0,04	0,55	0,29	0,10	0,01	
20.06.2024	10,6	21,8	6,84	0,89	0,36	0,21	0,78	0,74	1,38	3,45	0,10	
21.06.2024	0,1	77,5	7,31	1,28	0,64	0,53	2,16	3,42	6,63	12,55	0,38	
22.06.2024	2,6	19,5	6,82	0,23	0,36	0,10	0,32	0,89	1,07	3,51	0,08	
23.06.2024	0,3	10,1	6,35	0,11	0,27	0,05	0,23	0,62	0,59	1,68	0,05	
27.06.2024	0,0	19,9	6,24	0,11	0,72	0,08	0,21	1,57	1,00	2,90	0,14	SDE
30.06.2024	7,4	7,6	6,27	0,06	0,37	0,03	0,08	0,75	0,62	1,10	0,04	SDE
01.07.2024	24,5	3,2	5,51	0,03	0,12	0,01	0,03	0,33	0,12	0,17	0,01	

## Station: Sonnblick 2024

Datum TT/MM/JJ	Vol. [mm]	Leitt. [µS/cm]	pH	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Anmerkung
[mg/L]												
02.07.2024	7,5	4,5	5,20	0,02	0,27	0,01	0,03	0,44	0,31	0,06	0,01	SDE
03.07.2024	16,4	2,5	5,37	0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,10	0,01	0,04	0,01	SDE
06.07.2024	2,7	7,8	5,31	0,03	0,64	0,03	0,05	0,85	0,51	0,24	0,03	
07.07.2024	6,1	8,5	5,51	0,07	0,53	0,03	0,12	0,79	0,66	0,69	0,04	
10.07.2024	0,6	16,2	5,52	0,18	0,55	0,08	0,29	2,06	1,18	1,79	0,10	SDE
11.07.2024	4,6	24,3	4,58	0,11	1,53	0,06	0,13	2,23	2,17	0,89	0,09	SDE
12.07.2024	9,8	7,6	5,11	0,04	0,40	0,02	0,05	0,64	0,51	0,30	0,03	
16.07.2024	21,2	10,3	4,95	0,10	0,65	0,03	0,11	0,75	0,58	0,25	0,03	
17.07.2024	5,1	13,6	4,78	0,06	0,82	0,02	0,06	1,11	0,67	0,29	0,05	
18.07.2024	1,9	8,5	4,81	0,02	0,38	0,01	0,03	0,42	0,30	0,10	0,02	
19.07.2024	10,3	10,8	4,63	0,01	0,34	0,01	0,03	0,69	0,29	0,12	0,02	SDE
20.07.2024	1,9	8,0	4,93	0,02	0,59	0,02	0,05	1,22	0,43	0,11	0,02	SDE
21.07.2024	20,6	8,1	4,77	0,03	0,23	0,02	0,05	0,50	0,21	0,11	0,01	SDE
22.07.2024	4,2	6,5	4,78	0,01	0,25	0,01	0,03	0,39	0,18	0,07	0,01	SDE
23.07.2024	6,9	3,2	5,17	0,02	0,14	0,01	0,03	0,18	0,07	0,03	<0,01	
24.07.2024	14,4	1,8	5,12	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,01	0,01	<0,01	
28.07.2024	0,7	10,2	5,24	0,04	0,77	0,03	0,08	1,30	0,62	0,36	0,04	SDE
31.07.2024	0,7	19,5	6,28	0,18	0,87	0,07	0,29	2,31	1,04	2,54	0,14	SDE
01.08.2024	8,2	8,9	5,13	0,05	0,50	0,03	0,07	0,78	0,41	0,54	0,03	
02.08.2024	9,0	6,1	4,78	0,02	0,30	0,02	0,03	0,36	0,23	0,14	0,01	
03.08.2024	5,1	3,2	5,17	0,01	0,23	0,01	0,02	0,22	0,15	0,05	0,01	
04.08.2024	7,9	5,5	5,48	0,15	0,36	0,07	0,18	0,35	0,36	0,23	0,01	
07.08.2024	4,0	6,0	4,72	<0,01	0,20	0,01	0,02	0,42	0,14	0,05	0,01	
08.08.2024	27,0	4,8	5,15	0,01	0,29	0,01	0,02	0,40	0,20	0,05	0,01	
09.08.2024	3,7	5,6	4,95	0,01	0,33	0,01	0,03	0,54	0,26	0,08	0,01	
12.08.2024	0,7	7,0	5,38	0,28	0,20	0,06	0,33	0,50	0,57	0,37	0,04	
13.08.2024	6,6	10,8	4,84	0,04	0,47	0,03	0,06	0,60	0,38	0,17	0,03	
18.08.2024	12,9	3,3	5,51	0,01	0,13	0,01	0,02	0,30	0,18	0,15	0,01	SDE
19.08.2024	1,6	2,3	5,42	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,07	0,02	0,09	0,01	SDE
20.08.2024	14,0	4,5	5,15	0,01	0,12	0,01	0,01	0,23	0,22	0,06	<0,01	SDE
21.08.2024	1,7	5,5	5,49	0,01	0,55	0,01	0,02	0,72	0,36	0,08	<0,01	SDE
25.08.2024	1,5	7,8	5,53	0,10	0,62	0,09	0,13	0,86	0,59	0,26	0,03	
26.08.2024	10,1	10,5	4,86	0,13	0,39	0,13	0,21	0,65	0,41	0,10	0,01	
31.08.2024	1,2	9,4	5,21	0,02	0,64	0,04	0,07	1,23	0,91	0,27	0,04	
01.09.2024	2,3	13,2	5,14	0,41	0,51	0,26	0,62	0,98	0,88	0,65	0,05	
04.09.2024	0,8	12,7	5,17	0,07	0,87	0,09	0,14	1,55	1,13	0,47	0,04	SDE
05.09.2024	5,5	12,6	4,82	0,06	0,50	0,05	0,10	0,67	1,20	0,24	0,02	SDE
06.09.2024	1,7	5,5	5,04	0,02	0,07	0,02	0,04	0,57	0,26	0,09	0,01	SDE
08.09.2024	8,1	4,1	5,68	0,28	0,02	0,20	0,40	0,11	0,13	0,22	0,01	SDE
09.09.2024	27,8	2,4	5,31	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,12	0,02	0,02	<0,01	SDE
10.09.2024	11,5	2,4	5,33	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,13	0,04	0,02	<0,01	
11.09.2024	8,0	5,2	5,18	0,02	0,30	0,01	0,03	0,49	0,19	0,03	<0,01	
12.09.2024	32,8	3,0	5,98	0,02	0,03	0,02	0,03	0,18	0,06	0,41	0,02	
13.09.2024	35,4	2,2	5,62	0,01	0,02	0,01	0,02	0,09	0,07	0,18	0,01	
14.09.2024	44,6	3,0	5,81	0,02	0,03	0,02	0,04	0,16	0,16	0,37	0,02	
15.09.2024	7,3	5,0	6,04	0,29	0,12	0,05	0,12	0,30	0,29	0,45	0,03	
16.09.2024	14,3	2,3	5,22	0,02	0,02	0,02	0,03	0,16	0,06	0,12	0,01	SDE
18.09.2024	9,9	6,0	5,39	0,04	0,25	0,03	0,07	0,53	0,66	0,39	0,04	SDE
23.09.2024	4,0	2,7	5,43	0,03	0,05	0,01	0,02	0,16	0,10	0,06	0,01	
24.09.2024	4,9	4,3	5,12	0,01	0,10	0,01	0,02	0,30	0,13	0,04	0,01	
25.09.2024	0,5	4,1	5,19	0,02	0,12	0,03	0,05	0,42	0,19	0,06	0,01	

## Station: Sonnblick 2024

Datum TT/MM/JJ	Vol. [mm]	Leitf. [µS/cm]	pH	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Anmerkung
26.09.2024	9,3	3,9	5,62	0,13	0,15	0,02	0,06	0,50	0,24	0,10	0,01	
27.09.2024	3,5	3,1	5,36	0,05	0,06	<0,01	0,05	0,19	0,13	0,04	0,01	
28.09.2024	24,0	2,8	5,39	0,02	0,08	<0,01	0,04	0,20	0,06	0,04	0,01	
29.09.2024	11,2	3,0	5,32	0,06	0,05	0,02	0,08	0,20	0,06	0,03	<0,01	
02.10.2024	14,3	1,8	5,41	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	<0,01	
03.10.2024	13,5	2,1	5,45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,01	0,05	<0,01	
04.10.2024	0,3			0,84	0,01	0,03	0,25	0,44	0,39	0,37	0,02	1)
08.10.2024	10,3	2,1	5,45	0,05	0,01	0,02	0,06	0,08	0,04	0,05	<0,01	
09.10.2024	0,5	5,8	5,28	0,17	0,17	0,02	0,15	0,97	0,35	0,20	0,02	
10.10.2024	28,2	2,3	5,25	0,01	0,01	0,01	0,02	0,11	0,02	0,02	<0,01	
11.10.2024	1,2	2,7	5,25	0,01	0,01	0,01	0,03	0,17	0,04	0,06	0,01	
17.10.2024	0,6	4,0	6,04	0,06	0,10	0,06	0,07	0,29	0,19	0,60	0,02	
18.10.2024	2,7	2,7	5,43	0,02	0,05	0,01	0,03	0,17	0,10	0,21	0,01	
23.10.2024	7,1	2,3	5,27	0,01	0,03	<0,01	0,02	0,08	0,17	0,05	<0,01	
19.11.2024	53,2	4,3	5,72	0,08	0,20	0,04	0,11	0,59	0,19	0,39	0,02	
20.11.2024	26,6	2,3	5,42	0,01	0,04	0,01	0,01	0,06	0,07	0,13	0,01	
21.11.2024	47,1	6,2	6,07	0,04	0,10	0,04	0,06	0,36	0,17	1,23	0,03	
22.11.2024	15,3	3,5	5,56	0,06	0,08	0,01	0,11	0,25	0,16	0,39	0,02	
23.11.2024	7,0	2,7	5,74	0,13	0,02	0,01	0,07	0,12	0,09	0,21	0,02	
28.11.2024	0,6	3,9	5,68	0,06	0,04	0,08	0,10	0,14	0,10	0,49	0,03	
03.12.2024	11,0	2,0	5,38	0,06	0,01	0,06	0,10	0,07	0,02	0,06	<0,01	SDE
04.12.2024	3,3	4,8	5,41	0,35	0,06	0,11	0,27	0,49	0,18	0,20	0,01	
06.12.2024	23,9	2,4	5,33	0,06	0,03	0,01	0,10	0,16	0,04	0,09	0,01	
07.12.2024	0,7	3,3	5,75	0,09	<0,01	0,12	0,13	0,20	0,07	0,27	0,02	
08.12.2024	0,3	5,2	5,58	0,16	0,04	0,14	0,25	0,53	0,11	0,34	0,02	
09.12.2024	0,5	7,9	6,42	1,23	0,01	0,06	0,18	0,47	0,35	0,49	0,03	
13.12.2024	3,7	1,8	5,73	0,04	0,01	0,01	0,03	0,08	0,01	0,09	0,01	
14.12.2024	8,2	2,5	5,48	0,01	0,02	0,01	0,02	0,24	0,05	0,08	0,01	
15.12.2024	11,5	2,6	6,05	0,29	0,03	0,02	0,03	0,23	0,05	0,12	<0,01	
19.12.2024	22,9	2,7	5,41	0,01	0,01	0,01	0,02	0,11	0,01	0,09	<0,01	SDE
20.12.2024	30,1	2,1	5,62	0,02	0,02	0,01	0,03	0,12	0,02	0,10	0,01	
21.12.2024	0,3	3,6	5,87	0,16	0,01	0,07	0,10	0,18	0,06	0,29	0,02	
22.12.2024	21,0	2,9	5,48	0,08	0,03	0,03	0,12	0,11	0,04	0,05	0,01	
23.12.2024	20,7	3,3	5,51	0,10	0,05	0,01	0,16	0,25	0,07	0,11	0,02	
24.12.2024	19,5	3,6	5,53	0,12	0,07	0,03	0,18	0,36	0,08	0,16	0,02	

1) Geringe Probenmenge → nicht alle Analysen möglich

2) Zu wenig Probe → keine Analysen möglich

3) eventuelle Kontamination → Probe wurde von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, falls nur einzelne Komponenten ausgeschlossen wurden, so sind diese mit \* markiert

SDE ... Mineralstaubereignis