

Sickerwasseruntersuchungen im grundwasser- schutzorientierten Waldumbau

Sachstandsbericht

Dezember 2015



Inhalt

1	Vorbemerkungen	3
2	Ergebnisse	4
2.1	Niederschlagsmengen und N-Bestandesniederschlag	4
2.2	NH ₃ -Immissionskonzentrationen	5
2.3	Sickerwasseruntersuchungen	6
2.3.1	Nitratkonzentrationen	7
2.3.2	Schwefel- und Aluminium-Konzentrationen	8
3	Zusammenfassung, Fazit, Öffentlichkeitsarbeit	10

1 Vorbemerkungen

Die seit 1999 in einem aktuell 80-jg. Kiefer-Bestand im WSG Sandkrug durchgeführten Untersuchungen dienen der Klärung von Fragen zum Erhalt bzw. der Verbesserung der Sickerwasserqualität unter Wald. Konzept und Methodik der Untersuchungen sind dem letzten Sachstandsbericht (Juli 2015) zu entnehmen, das Versuchsdesign ist in Abbildung 1 skizziert.

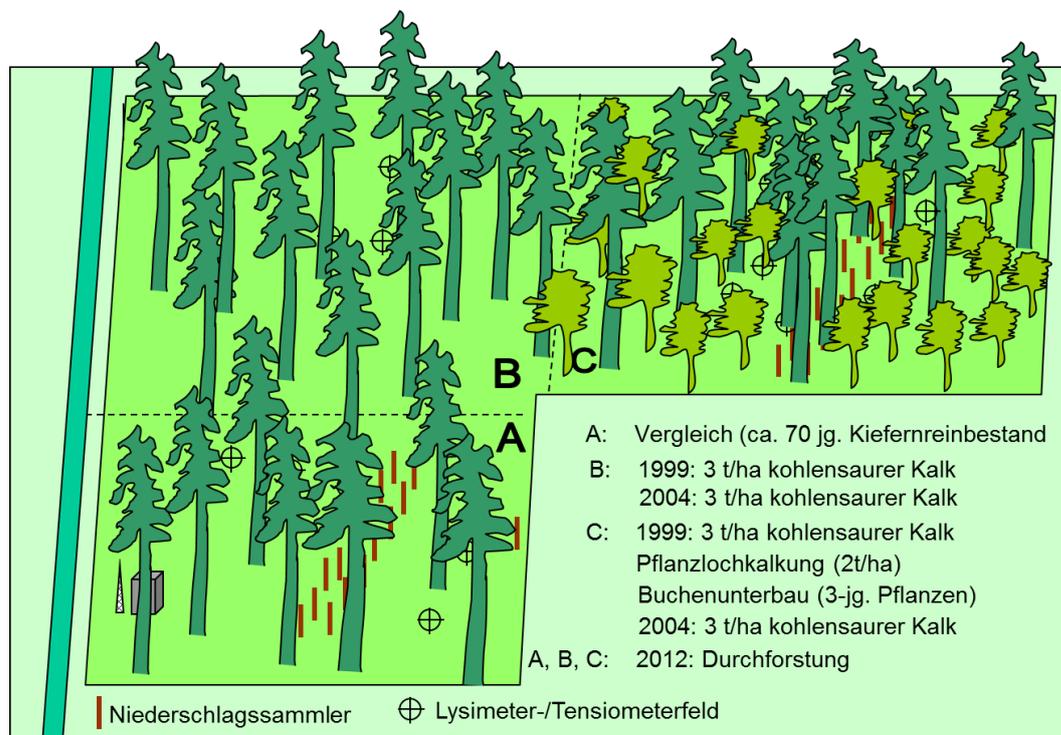


Abbildung 1: Versuchsanordnung im WSG Sandkrug

Aus dem Zeitraum nach dem letzten Sachstandsbericht liegen aufgrund der fehlenden Sickerung in den Sommer- und Herbstmonaten nur wenige neue Daten vor. Auch sind die Messungen zur diesjährigen Stickstoffdeposition noch nicht abgeschlossen. Das Hauptaugenmerk dieses Berichtes richtet sich daher auf die bislang noch nicht dargestellten Ergebnisse der Ammoniakmessungen und auf die zurzeit relativ hohen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser.

2 Ergebnisse

2.1 Niederschlagsmengen und N-Bestandesniederschlag

Langfristig höhere Nitratausträge unter Wald resultieren in der Regel aus N-Depositionen, die Pflanzenbedarf deutlich übersteigen und nur in begrenztem Maße dauerhaft im Boden und in der Vegetation gespeichert werden können.

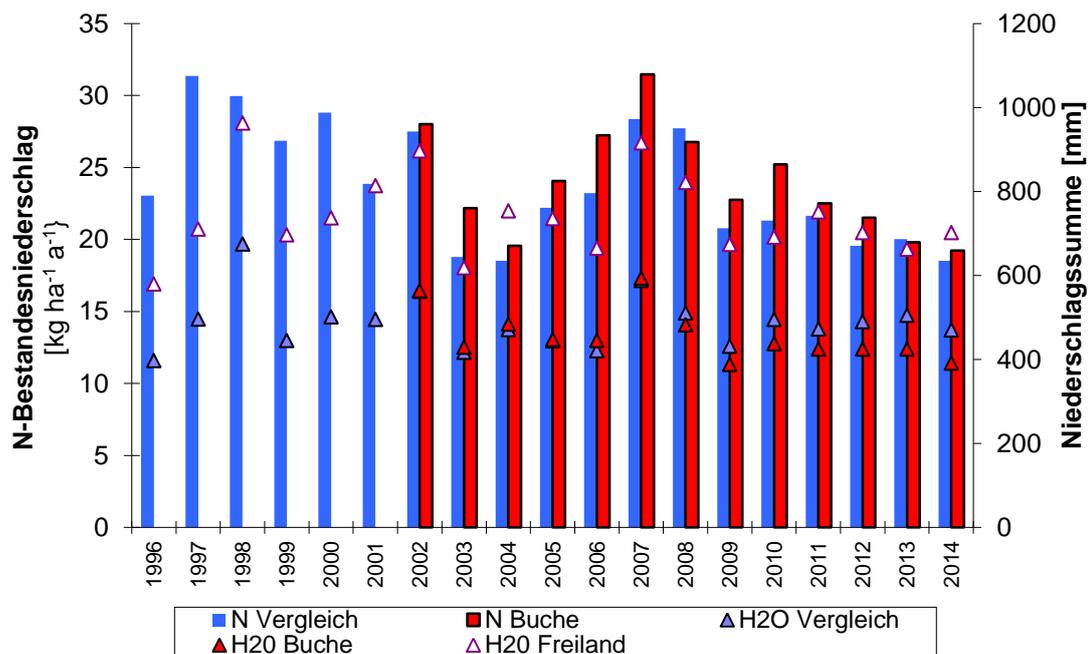


Abbildung 2: Jahresfrachten des über den Niederschlag eingetragenen Stickstoffs (Balken) und Niederschlagssummen (Dreiecke) im Buche-Voranbau (rot), im Kiefer-Reinbestand (blau) und im Freiland (weiß)

Ein großer Anteil der N-Depositionen wird über die Niederschläge in den Waldboden eingetragen. Hierdurch ist er mit der eingesetzten, üblichen Messtechnik quantifizierbar. In Abbildung 2 wird der Zusammenhang zwischen den jährlichen Niederschlagssummen und den N-Einträgen (N-Bestandesniederschlag) deutlich. Von den Pflanzen direkt über die Blätter oder

Nadeln aufgenommene N-Mengen aus der „trockenen Deposition“ werden auf diese Weise nicht erfasst; sie können jedoch einen nennenswerten Zusatzbeitrag leisten. Durch den jährlichen Streufall gelangen auch diese Mengen auf und in den Boden und gelangen nach der Humusmineralisation in den Stickstoffkreislauf oder sie werden ausgetragen.

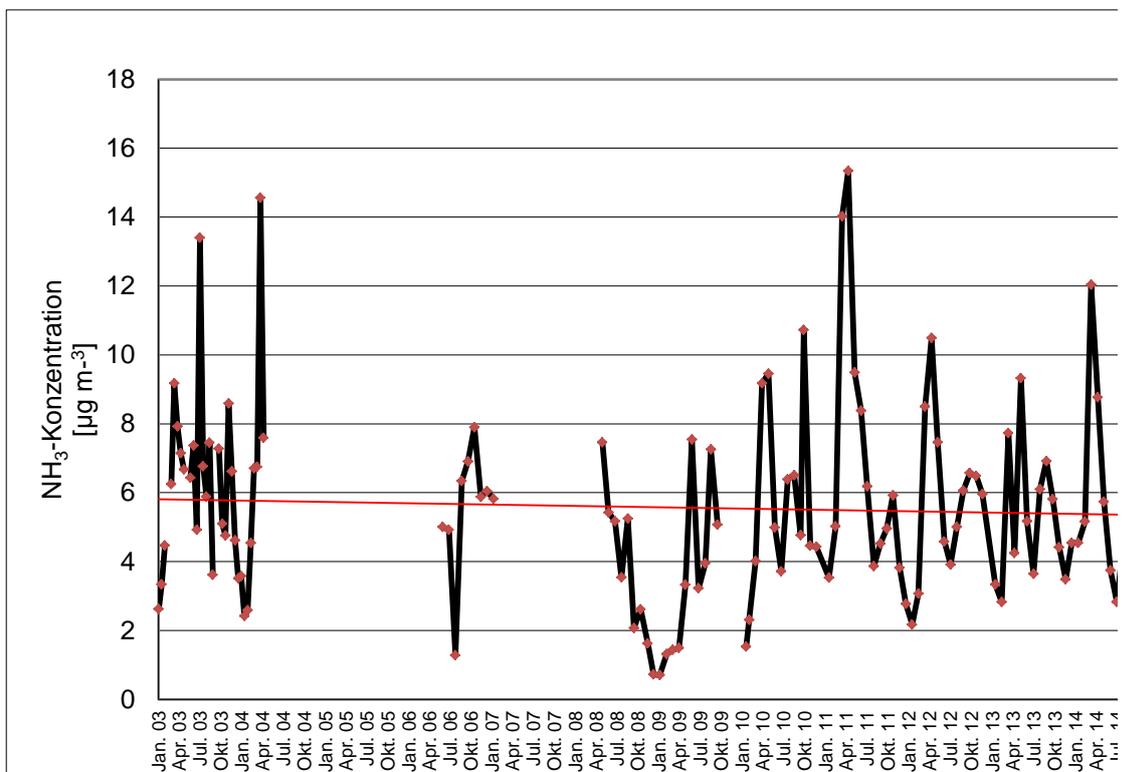
Anhand der Depositionsmessungen auch unter den Buchen wird ihr Einfluss durch die gesteigerte Auskämmung der Luftschadstoffe deutlich. Seit Messbeginn liegen die N-Einträge mit $24 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ca. $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ über den im Vergleichsbestand ermittelten Depositionsraten. Inwieweit dieser Beitrag durch den o.g. Anteil der trockenen Deposition noch gesteigert wird ist nicht bekannt. Es wird aber auch deutlich, dass infolge der höheren Interzeptionsverluste im Kronenraum die Wasserflüsse unter Buche kontinuierlich abnehmen. Von der im Jahr 2014 festgestellten Niederschlagssumme in Höhe von 702 mm verdunsteten im Kronenraum des Kiefer-Reinbestandes 232 mm Niederschlag, im Voranbau war es mit 312 mm deutlich mehr. Allerdings fehlt in diesem Bestand mittlerweile die Bodenvegetation vollständig, wodurch diese Verdunstungsquelle ausbleibt. Die Messungen zum Wasserhaushalt in diesem Jahr verliefen bislang mit nur wenigen Störungen, sodass im kommenden Jahr eine neue Berechnung des Wasserhaushaltes vorgelegt werden kann.

2.2 NH₃-Immissionskonzentrationen

Wie in den zurückliegenden Berichten dargestellt, resultieren die N-Depositionen zu ca. 60% aus reduzierten N-Verbindungen (NH₃, NH₄⁺), die überwiegend aus landwirtschaftlichen Quellen stammen. Oxidierte N-Spezies (NO_x) aus Verbrennungsprozessen sind zu etwa 30% an der N-Deposition beteiligt.

Durch die intensive Tierhaltung in der Umgebung des WSG Sandkrug stellt Ammoniak die Hauptkomponente der eingetragenen N-Verbindungen dar. Die Konzentration dieses Gases wird mit Unterbrechungen seit 2002 über dem Wald gemessen (Abbildung 3). Für den Zeitraum seit 2003 liegen verwertbare Ergebnisse vor. In den zeitweise hohen jahreszeitlichen Unterschieden heben sich die Düngungsperioden im Frühjahr mit Werten oftmals über $8 \mu\text{g m}^{-3}$ im Monatsmittel hervor. In den Wintermonaten unterschritten sie Werte von $4 \mu\text{g m}^{-3}$, in schneereichen Monaten sogar $2 \mu\text{g m}^{-3}$ – NH₃-Konzentrationen, die extensiv genutzten Regionen Ost-Niedersachsens im Jahresmittel auftreten. Der in Sandkrug festgestellte Mittelwert von fast $6 \mu\text{g m}^{-3}$ lässt vermuten, dass ein nicht unerheblicher Anteil der N-Depositionen von dieser N-Verbindung direkt im Kronenraum aufgenommen wird und von konventionellen Messungen des N-Bestandesniederschlags nicht erfasst wird.

Anders als beim N- Bestandesniederschlag (Abbildung 2) ist bei den NH_3 -Konzentrationen (Abbildung 3) während der 13 Jahre kein signifikanter Trend feststellbar. Die Ursache hierfür liegt in der Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Niederschläge begründet. Durch die abnehmende SO_2 -Belastung in den letzten Jahrzehnten stieg die Niederschlagsacidität, wodurch das alkalische Ammoniak weniger als Ammoniumpartikel gebunden wird und gasförmig von den Pflanzenoberflächen wieder in die Atmosphäre freigesetzt werden kann (Reemission).



2.3 Sickerwasseruntersuchungen

Die aktuell vorliegenden Ergebnisse der in 2 Tiefenstufen durchgeführten Untersuchungen des Sickerwassers sind im Wesentlichen im Bericht vom Juni 2015 dargestellt. Eine weitere Probenserie aus dem Juni ist in Abbildung 4 berücksichtigt, weitere 3 noch nicht analysierte Chargen aus dem Herbst 2015 werden im kommenden Jahr in die Auswertungen einbezogen.

2.3.1 Nitratkonzentrationen

Auch die für diesen Bericht zuletzt einbezogenen Ergebnisse der Sickerwasseranalysen bestätigen die Befunde der zurzeit relativ hohen Nitratkonzentrationen unter den nicht unterbauten Beständen. Ob das nach der Durchforstung 2012 erreichte hohe Niveau der Nitratbelastung auch in der Sickerperiode 2015/16 bestehen bleibt, kann aufgrund der noch ausstehenden Analyseergebnisse nicht festgestellt werden. Die in diesem Jahr vergleichsweise früh einsetzende Sickerung und nachfolgend hohen Niederschlagsmengen lassen jedoch einen Rückgang vermuten.

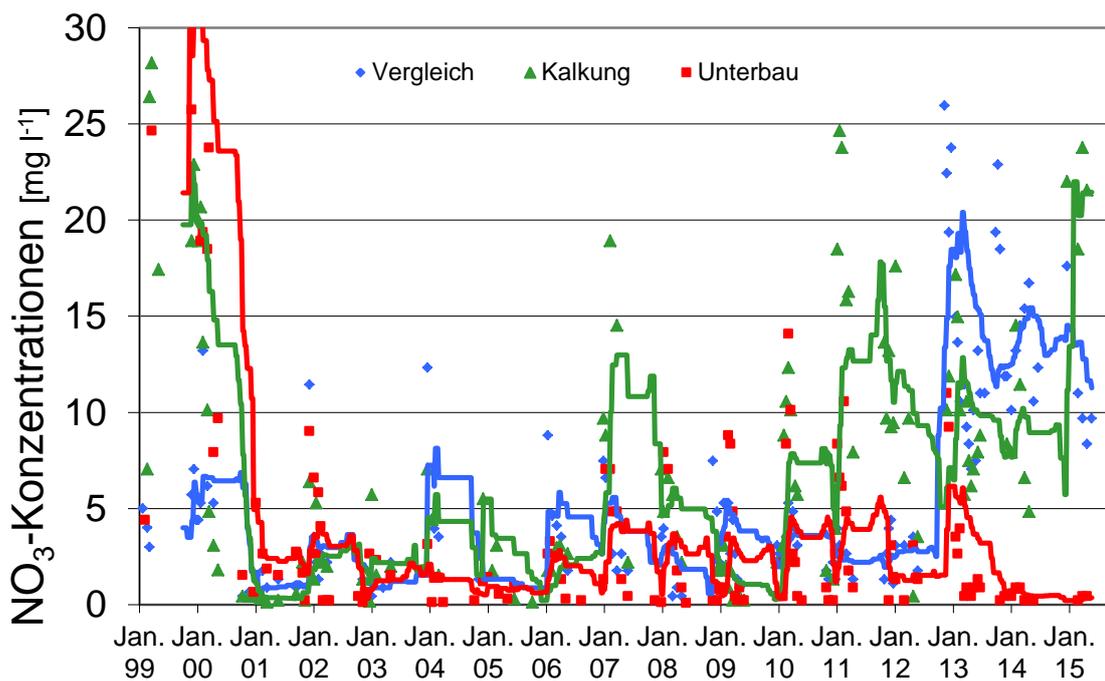


Abbildung 4: Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter den 3 Versuchsflächen in 1,2 m Tiefe bis Juli 2014 (durchgezogene Linien sind Trendlinien)

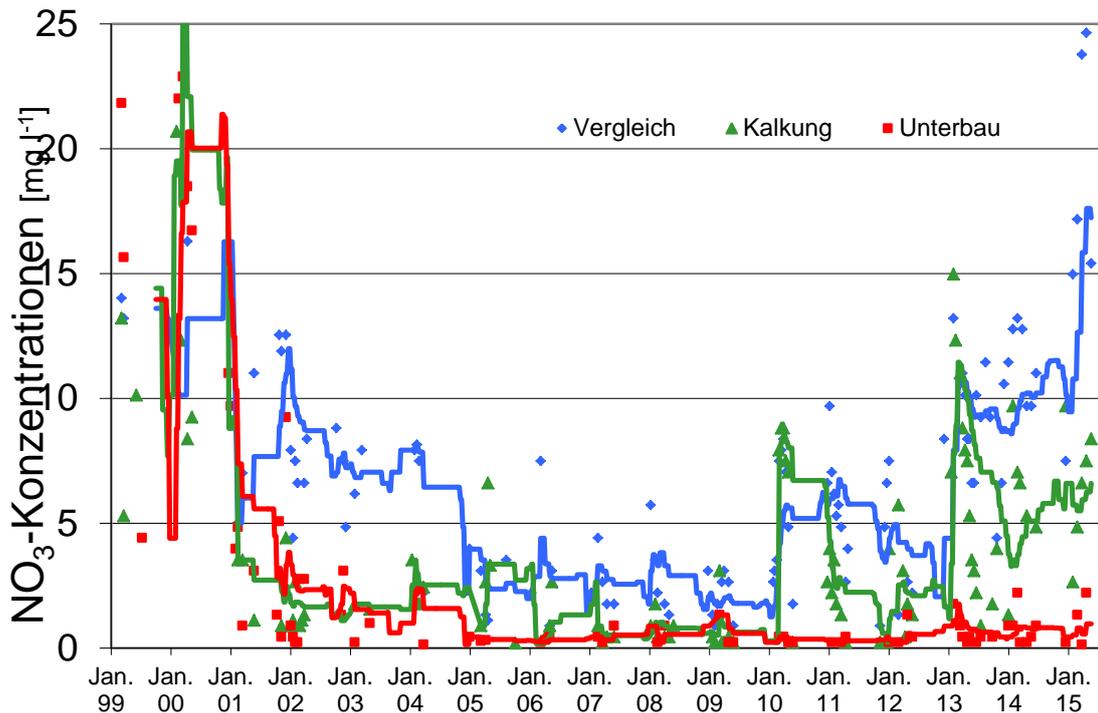


Abbildung 5: Verlauf der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser in 2 m Tiefe unter Wald (durchgezogene Linie: Trendlinien)

2.3.2 Schwefel- und Aluminium-Konzentrationen

Im Gegensatz zum Nitrat weisen die Sulfat-Schwefel-Konzentrationen im Kiefer-Reinbestand einen rückläufigen Trend auf, was ursächlich auf den langfristigen Rückgang der atmosphärischen SO_2 -Belastung zurückzuführen ist. Von einem anfänglichen Niveau, das zu Beginn dieser Untersuchungen (und 3 Jahre zuvor) in 2 m Tiefe zwischen 7 und 8 mg l^{-1} lag, fielen die Werte besonders in den letzten Jahren auf Werte um 2,5 mg l^{-1} (Abbildung 6). Diesem Trend folgten die $\text{SO}_4\text{-S}$ – Konzentrationen im Sickerwasser der anderen Versuchsvarianten in dieser Tiefenstufe allerdings nicht, sondern sie stiegen zeitweilig auf ein Vielfaches der Vergleichswerte. Verstärkter Humusabbau und begünstigte Verlagerungsprozesse (z.B. höhere DOC-Gehalte im Sickerwasser), verursacht durch die Kalkungen und die Pflanzung haben vermutlich hierzu geführt. Nach Maximalwerten zwischen 2007 und 2013 von zeitweilig über 30 mg l^{-1} haben sich die Werte in dem unterbauten Bestand wieder normalisiert. Seit 2 Jahren unterschreiten sie mit teilweise unter 10 mg l^{-1} sogar das Niveau des gekalkten Bestandes.

Durch die enge bodenchemische Kopplung beider Ionen weisen die Konzentrationen von Aluminium einen nahezu parallel verlaufenden Trend zu den S-Konzentrationen auf (Abbildung 7). Nach der mittlerweile (sichtbaren) Abnahme gelöster organischer Substanzen (bzw. DOC) im Sickerwasser des Voranbaus erreichten die Al-Konzentrationen in 2 m Tiefe im Jahr 2015 sogar das niedrige Niveau des Referenzbestandes.

In der Tiefenstufe 1,2 m unterscheiden sich sowohl die Konzentration von Schwefel und Aluminium im Sickerwasser aller 3 Versuchsvarianten nicht signifikant voneinander, weshalb diese Ergebnisse nicht grafisch dargestellt sind. Dies ist vermutlich auf die fortgeschrittene Verarmung von Al- an den Bodenaustauschern aufgrund des stärkeren Versauerungsgrades in dieser Tiefenstufe zurückzuführen.

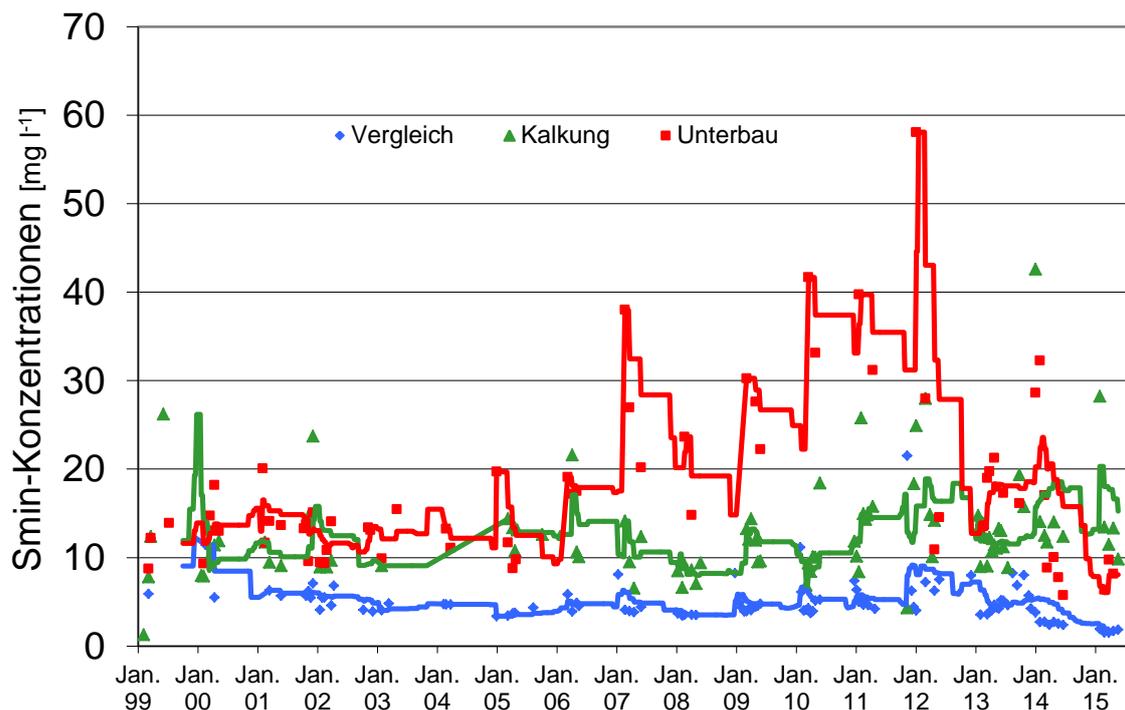


Abbildung 6: Verlauf der Schwefelkonzentrationen in 2 m Tiefe unter Wald.

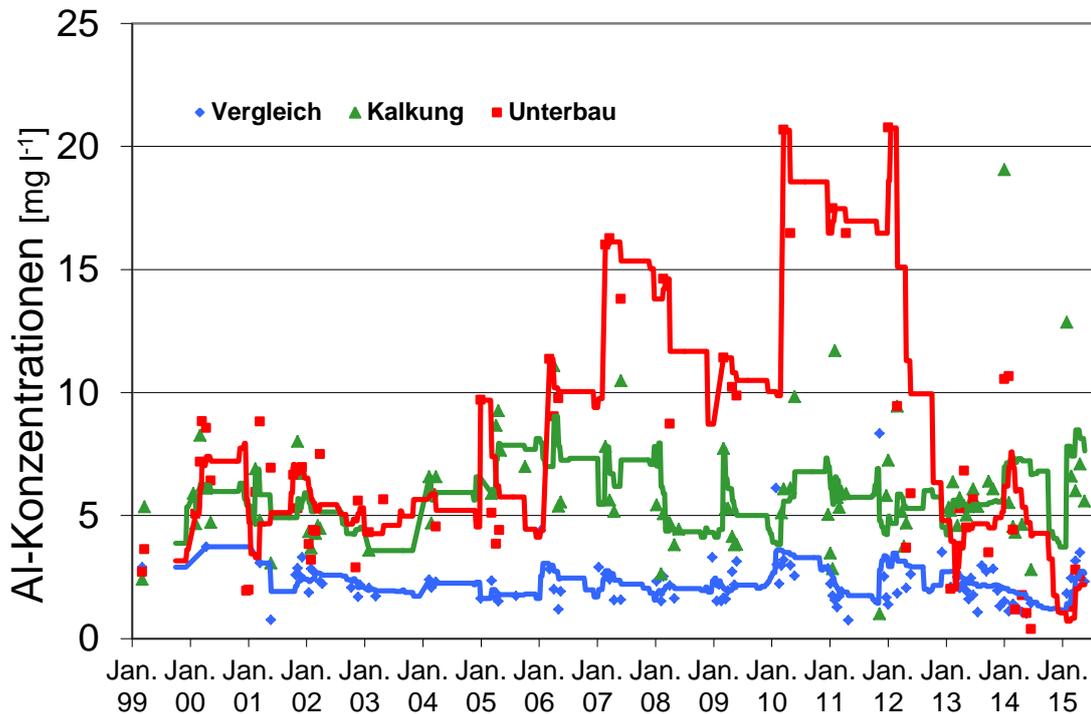


Abbildung 7: Verlauf der Aluminiumkonzentrationen im Sickerwasser in 2 m Tiefe unter Wald.

3 Zusammenfassung, Fazit, Öffentlichkeitsarbeit

Mit durchschnittlich etwa $6 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ und einem N-Bestandesniederschlag von etwa $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ist das Niveau der atmosphärischen Stickstoffbelastung der im WSG Sandkrug stockenden Wälder – trotz eines moderaten Rückganges – noch vergleichsweise hoch. Das anfänglich sehr niedrige Niveau der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser ist – bis auf den Buchevoranbau – in den letzten Jahren deutlich angestiegen.

Erhöhte Sulfat- und Aluminiumkonzentrationen im Sickerwasser des Voranbaus und des gekalkten Bestandes verdeutlichen die hohe Wirksamkeit beider 1999 durchgeführten Maßnahmen auf den Boden, Nähr- und Schadstoffhaushalt. Die Nitratkonzentrationen zeigen eine hiervon deutlich abweichende Entwicklung.

Führte die in diesem Versuch erste Maßnahme, die Einrichtung eines Buche-Unterbaus und die Bodenschutzkalkung zunächst zu einer nur kurzfristigen Verschlechterung der Sickerwasserqualität, so kam es bei der zweiten Maßnahme, der waldbaulich notwendig gewordenen Durchforstung zu einem deutlichen Nitratanstieg, der auch 3 Jahre später noch nicht überwunden ist. Nur unter dem Voranbau kam es zu keinem Anstieg der Nitratwerte.

Dass der Nitratanstieg auch in der nicht gekalkten Vergleichsparzelle stattfand, ist problematisch zu werten, weil dieser Waldtyp im WSG sehr verbreitet ist. Die in mittelalten Kiefer-Beständen nach 5-10 Jahren erforderlichen Durchforstungen können somit mit vergleichbaren Konsequenzen verbunden sein, die für die Grundwasserqualität von Bedeutung sind.

Der aktuell hohe atmosphärische N-Eintrag sowie die im Boden angereicherten, mehr oder minder stabil gebundenen Stickstoffverbindungen stellen somit ein Gefährdungspotenzial für den Wasserschutz dar. Diesem kann durch den rechtzeitigen Voranbau mit der Rotbuche, eventuell auch mit anderen Laubholzarten begegnet werden.

Dieser Sachverhalt wurde bei einem von der VWG organisierten Treffen mit dem zuständigen Revierförster und der Forstamtsleiterin am 23.2.2015 diskutiert und auf die Vorteile des Buche-Voranbaus hingewiesen.

Ebenfalls vor diesem Hintergrund wurde ca. 30 Landwirten der lokalen Gebietskooperation diese Situation bei einer Ortsbesichtigung am 17.6.2015 geschildert. Dabei wurde auf die Bedeutung des umweltschonenden Umgangs mit Wirtschaftsdüngern auch zur Senkung der NH_3 -Emissionen in die Atmosphäre hingewiesen.