

Wasserqualität von Waldbächen im Gebiet der "Großen Bramke" im Harz

Birte Scheler

Großflächige Kahlhiebe im Jahr 1947 waren der Anlass für die Untersuchung von Niederschlags-/Abflussbeziehungen in den Einzugsgebieten Lange Bramke, Dicke Bramke und Steile Bramke. In den 1970er Jahren wurden die Untersuchungen um Aspekte des Stoffhaushalts erweitert. Die Gewässer wurden 1985 in das europäische „Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe“ (ICP Waters) eingegliedert. Seit 1992 sind zudem Intensiv-Monitoringflächen im Einzugsgebiet der Langen Bramke Teil des niedersächsischen Boden-Dauerbeobachtungsprogramms und seit 1994 Teil des europäischen Level II-Programms unter ICP Forests.

Quarzreiche Sandsteine und Tonschiefer des Unterdevons bilden die geologischen Ausgangssubstrate. Diese werden von schluffig-lehmigen Fließerden unterschiedlicher Mächtigkeit überlagert. Die aktuelle Bestockung besteht fast ausschließlich aus ca. 65-jährigen Fichtenreinbeständen. Die Steile Bramke wurde 1989 mit 16 t pro Hektar gekalkt.

Die chemische Gewässerqualität der Waldbäche wird im Wesentlichen bestimmt durch das Ausgangsgestein mit seiner spezifischen Versauerungsempfindlichkeit, die Höhe der Säuredeposition mit dem Niederschlag, die Lage der Versauerungsfront in den oberen Bodenschichten sowie durch die Mobilisation im Boden gespeicherter Säuren.

Der Bachabfluss setzt sich aus den Komponenten Oberflächenabfluss, Zwischenabfluss (aus den oberflächennahen, i. d. R. stärker versauerten Bodenhorizonten) und dem vom Grundwasser gespeisten Basisabfluss zusammen. In Abhängigkeit von der Wassersättigung des Bodens, der Witterung sowie dem Relief variiert der Anteil der verschiedenen Abflusskomponenten am Bachabfluss ständig. Da sich insbe-

sondere durch die Lage der Versauerungsfront die einzelnen Abflusskomponenten in den Gebieten chemisch mehr oder weniger deutlich unterscheiden, unterliegt die Konzentration der Inhaltsstoffe der untersuchten Quellbäche ebenfalls teilweise erheblichen Schwankungen im Jahresverlauf. Diese Saisonalität konnte durch die langjährigen Untersuchungen aufgezeigt werden. Mit Hilfe eines mathematischen Modells wurde die zeitliche Entwicklung nachgezeichnet und Trends berechnet. Das verwendete Modell zeichnet den langfristigen Trend unter Berücksichtigung von veränderlichen jahreszeitlichen Schwankungen und der Abhängigkeit zeitlich aufeinanderfolgender Messungen nach.

Für eine erste Charakterisierung der Quellbäche wurde für alle Parameter der Median des Zeitraums 1989-2013 berechnet.

Bachtypen

Die drei untersuchten Bäche weisen elektrische Leitfähigkeiten zwischen 45 und 122 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mikro-Siemens pro cm, 5- bzw. 95-Perzentil) auf und gehören damit zu den sehr ionenarmen Silikat-Bergbächen. Diese Bäche sind durch geringe bis sehr geringe Gehalte an Calcium- und Magnesiumionen gekennzeichnet und haben dadurch nur eine geringe Pufferfähigkeit gegenüber Säuren. Die Gesamthärte der untersuchten Bäche lag zwischen 0,8 und 2,9 $^{\circ}\text{dH}$ (nach Höll 1986 gilt Wasser bis 8 $^{\circ}\text{dH}$ als weich, über 30 $^{\circ}\text{dH}$ als sehr hart). Damit zählen sie zu den sehr weichen Wässern. Aufgrund der geologischen Voraussetzungen kann davon ausgegangen werden, dass die pH-Werte durch im Wasser gelöste freie Kohlensäure auch ohne anthropogene Belastung im leicht sauren Bereich liegen würden.

Bei den untersuchten Bächen ist Sulfat (SO_4) das dominierende Anion, sein Anteil an der Anionensumme beträgt zwischen 55 und 64 %. Das zweitwichtigste Anion ist bei den



Foto: J. Evers

Wasserqualität von Waldbächen im Gebiet der "Großen Bramke" im Harz

Bächen Steile Bramke und Lange Bramke Alkalinität (Alk) mit 18 bzw. 16 %, bei der Dicken Bramke Chlorid (Cl) mit 13 %. Calcium und Magnesium sind trotz geringer Gesamtgehalte bei den drei untersuchten Bachwässern die wichtigsten Kationen mit Anteilen zwischen 40 und 42 % für Calcium bzw. 34 bis 43 % für Magnesium.

Chemische Gewässergüteklassifikation

Von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) wurde für Wasserinhaltsstoffe ein 7-stufiges Klassifikationsschema mit vier Haupt- und drei Unterklassen zur Bewertung der chemischen Gewässergüte entwickelt. Die Stoffkonzentrationen der Güteklasse I sind von geogenen Hintergrundwerten abgeleitet und charakterisieren einen Zustand ohne anthropogene Belastung. Die Stoffkonzentrationen der Stufe II sind die einzuhaltenden Zielvorgabenwerte und werden als mäßige Belastung interpretiert, von einer deutlichen Belastung wird bei Konzentrationen bis zum zweifachen Wert der Zielvorgabe gesprochen. Als Überwachungswert wird der 90-Perzentil-Wert herangezogen. Von den in der LAWA-Gewässergüteklassifikation genannten 11 Nährstoffen, Salzen und Summenkenngrößen werden hier die Stoffe Nitrat- und Ammonium-N, Sulfat und Chlorid, Gesamtphosphat und Gesamter Organischer Kohlenstoff (TOC) betrachtet.



Foto: J. Evers

Güteklassifikation für Nährstoffe und Salze; Auszug aus der Tabelle der LAWA, Überwachungswert: 90-Perzentil-Wert

Stoff	Einheit	Stoffbezogene chemische Gewässergütequalifikation						
		I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Nitrat-N	mg/l	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 10	≤ 20	> 20
Ammonium-N	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	> 2,4
Gesamt-Phosphat	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 1,2	> 1,2
Sulfat	mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800
Chlorid	mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800
TOC	mg/l	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 40	> 40

Anzahl der Bäche im Gebiet der Großen Bramke in den Güteklassen für Nährstoffe und Salze nach LAWA

Stoff	1989-1991				2011-2013			
	I	I-II	II	II-III	I	I-II	II	II-III
Nitrat-N		1		2	2		1	
Ammonium-N	keine Einstufung möglich						3	
Gesamt-Phosphat	keine Messungen				3			
Sulfat	1	2			3			
Chlorid	3				3			
TOC	keine Einstufung möglich				2	1		

Bei der Bewertung der Entwicklung des Gewässerzustands anhand von zwei jeweils 3-jährigen Beobachtungszeiträumen handelt es sich insbesondere auf Grund der Zuordnung zu den oben genannten Gewässergüteklassenstufen und damit ggf. verbundenen Sprüngen um eine vereinfachte Betrachtungsweise, die die zeitliche Entwicklung nicht detailliert nachzeichnen kann, sondern deren Fokus auf dem aktuellen Zustand im Vergleich zum Beginn der Untersuchung liegt. Die Ergebnisse von Zeitreihenanalysen bestätigen jedoch die beschriebenen Entwicklungen.

Im Vergleich der Jahre 1989-1991 mit dem Zeitraum 2011-2013 konnten hinsichtlich der Nitrat-Konzentration alle drei Quellbäche einer besseren Güteklasse zugeordnet werden. Besonders deutlich war die Abnahme der Nitrat-Konzentration im Wasser der Dicken Bramke (Stufe II-III auf Stufe I). Durch den Rückgang der Sulfat-Konzentration der Dicken und der Steilen Bramke sind jetzt alle Bäche in der Stufe I (anthropogen unbelastet). Eine Beurteilung der zeitlichen Entwicklung bei Ammonium-N und TOC ist nicht möglich, da in den Jahren 1989-1991 die Bestimmung so geringer Konzentrationen, wie sie den heutigen Grenzwerten nach LAWA entsprechen, noch nicht möglich war.

Wasserqualität von Waldbächen im Gebiet der "Großen Bramke" im Harz



Foto: R. Steffens

Im Zeitraum 2011-2013 wurde bei allen Bächen die Zielvorgabe für Ammonium-N (Stufe II) eingehalten. Hinsichtlich der Konzentration von organischem Kohlenstoff (TOC) sind zwei Bäche in Stufe I (unbelastet), die Steile Bramke fällt in die Stufe I-II.

Die Gesamtbeurteilung eines Baches richtet sich nach der jeweils schlechtesten für einen Inhaltsstoff vergebenen Güteklasse. Im ersten Zeitraum erfolgte die Einstufung bei allen Bächen aufgrund der Nitrat-Konzentration. Die Dicke und die Steile Bramke fielen in die Stufe deutliche Belastung (Stufe II-III), der Bach Lange Bramke in die Kategorie sehr geringe Belastung (Stufe I-II). Im Zeitraum 2011-2013 war die Ammonium-Konzentration entscheidend für die Gewässergüteklassifikation. Alle drei Bäche sind als mäßig belastet (Stufe II) einzustufen.

Kriterien für den Versauerungsstatus bzw. das Gefährdungspotenzial schwach mineralisierter Wässer (verändert nach DVWK 1997), Überwachungswert: 10-Perzentil-Wert

Versauerungszustand/Gefährdungspotenzial	pH-Wert	(Ca+Mg)/(SO ₄ +NO ₃)
1: permanent nicht sauer/ungefährdet	>=7	> 4
2: schwach sauer-neutral, zzt. nicht gefährdet/ zunehmende Gefährdung	7 bis 6	1,5- 4
3: schwach sauer/versauerungsempfindlich	6 bis 5	1 - 1,5
4: versauert	< 5	< 1

Trinkwassergrenzwerte

Der Trinkwassergrenzwert für Aluminium in Höhe von 0,2 mg pro Liter wurde in den drei Bächen im gesamten Beobachtungszeitraum eingehalten. Schwermetalle wurden nur in der Langen Bramke in den Jahren 1997-2010 analysiert. Während dieser Zeit wurden die Grenzwerte für Blei (10 µg pro Liter), Cadmium (3 µg pro Liter) und Kupfer (2 mg pro Liter) immer eingehalten.

Versauerungszustand

Im Folgenden werden der Versauerungsstatus der untersuchten Bäche anhand des pH-Wertes sowie die jeweilige Versauerungsgefährdung mit Hilfe des Versauerungsquotienten $(Ca+Mg)/(SO_4+NO_3)$ dargestellt.

Nach dem Kriterium "pH-Wert" war im Zeitraum 1989-1991 die Steile Bramke schwach sauer-neutral (Stufe 2), die Dicke Bramke und die Lange Bramke fielen in die Stufe permanent schwach sauer (Stufe 3). Im Vergleich der Zeiträume 1989-1991 und 2011-2013 sind die pH-Werte deutlich angestiegen. In jüngster Zeit liegt der pH-Wert aller drei Bäche im schwach sauren bis neutralen Bereich (Stufe 2).

Das Gefährdungspotenzial eines Baches kann mit Hilfe des Versauerungsquotienten $(Ca+Mg)/(SO_4+NO_3)$ abgeschätzt werden.

Wasserqualität von Waldbächen im Gebiet der "Großen Bramke" im Harz

Danach sind infolge der geringen Basenausstattung der untersuchten silikatischen Bäche alle Wässer als versauerungsempfindlich (Stufe 3) einzustufen

Hauptgrund für den in allen Wässern beobachteten Rückgang der Sulfat-Konzentration sind vermutlich die seit Mitte der 1980er Jahre deutlich reduzierten Sulfateinträge mit dem Niederschlag. Rückläufige Nitrat- und Ammoniumeinträge haben zu einem Rückgang der Nitrat-Konzentration geführt. Ob die 1989 durchgeführte Kalkung ursächlich für die einerseits etwas höheren pH-Werte und die höhere Alkalinität (Säurebindungsvermögen) der Steilen Bramke, andererseits für die höheren Nitrat- und TOC-Konzentrationen dieses Baches verantwortlich ist, kann nicht eindeutig geklärt werden, da ein Beobachtungszeitraum von nur zwei Jahren vor der Maßnahme hierfür zu kurz ist. Insgesamt zeigt sich, dass die untersuchten Bäche aufgrund der geringen Pufferkapazität versauerungsempfindlich sind und daher der weiteren Reduzierung der Stoffeinträge, insbesondere der Stickstoffeinträge, eine zentrale Rolle für die Erhaltung bzw. Verbesserung der chemischen Qualität von Waldbächen zukommt.



Foto: J. Evers



Foto: J. Evers

Hydrochemischer Charakter der Bäche im Gebiet der Großen Bramke; Median der Jahre 1989-2013

