

# Anhang 10

## Trend- und Trendumkehrabschätzung in den Grundwasserkörpern



## Grundwasserkörper – Trends

Die Auswertung von Trend und Trendumkehr erfolgt durch das Trend-Tool der österreichischen H<sub>2</sub>O-Fachdatenbank nach den Vorgaben der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW). Das statistische Auswertungsverfahren des Trend-Tools basiert auf dem Programm „WATERSTAT“. Das statistisch-methodische Konzept dieses Programms beruht auf dem Trendtest „LOESS smoother“, einem linearen Regressionsmodell, und dem ANOVA-Test (ANalysis Of VAriance). Diese Methode wurde im Rahmen eines EU-Projektes (Ec 2001) entwickelt. Das Signifikanzniveau bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass die Trendermittlung nicht den tatsächlichen Gegebenheiten entspricht, liegt bei 5 %.

Die einzelnen Vorgaben und Bedingungen für eine Trendauswertung sowie die Interpretation der Ergebnisse und der einzelnen Tabellen sind im beiliegenden Dokument „Anleitung WaterStat Trend-Tool“ detailliert beschrieben. Sollten einzelne Voraussetzungen für eine Berechnung nicht erfüllt sein, dann ist eine Trend- und Trendumkehrberechnung nicht durchführbar. Schlüsselbedingungen betreffen die Mindestanzahl von Messstellen, die Mindestlänge von Zeitreihen, Lücken in Zeitreihen sowie den Anteil von Messwerten unter der Bestimmungsgrenze.

### Ergebnisse der Trendberechnung für Luxemburg

Zur Auswertung standen insgesamt 49 Grundwasserkörper/Parameter-Kombinationen (7 Grundwasserkörper und jeweils 7 Substanzen). 37 Kombinationen waren nicht auswertbar, da einzelne Vorbedingungen nicht erfüllt waren. Für die Substanzen 2,6-Dichlorobenzamide, Bentazone und MetolachlorESA liegen durchwegs keine auswertbaren Daten vor. Im GWK Devon liegen insgesamt weniger als 3 Messstellen vor und in 15 weiteren Kombinationen waren weniger als 2/3 der Messstellen auswertbar (entweder zu kurze Zeitreihen oder zu viele Lücken). Bei den synthetischen Substanzen lag der Grund für eine Nichtauswertbarkeit auch hauptsächlich daran, dass mehr als 40% aller Messwerte unter der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze liegen.

Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

*Tabelle 1: Ergebnisse der Trendberechnung*

<b>GWK</b>	<b>GWK-Name</b>	<b>Nitrat</b>	<b>Sulfates</b>	<b>Arsenic</b>	<b>Atrazinedéséthyl</b>
MES1	Devon				
	Trias	kein sign. Trend	kein sign. Trend	kein sign. Trend	kein sign. Trend
MES2					
	Unterer Lias	kein sign. Trend	kein sign. Trend		
MES3					
MES4	Mittlerer Lias				
MES5	Lias Dogger				
	Trias Nord	kein sign. Trend	kein sign. Trend	kein sign. Trend	
MES6					
	Trias Ost	kein sign. Trend	kein sign. Trend		sign. abwärts
MES7					

*Anmerkung: Die nicht auswertbaren Parameter 2,6-Dichlorobenzamide, Bentazone und MetolachlorESA sind in der Tabelle nicht dargestellt.*

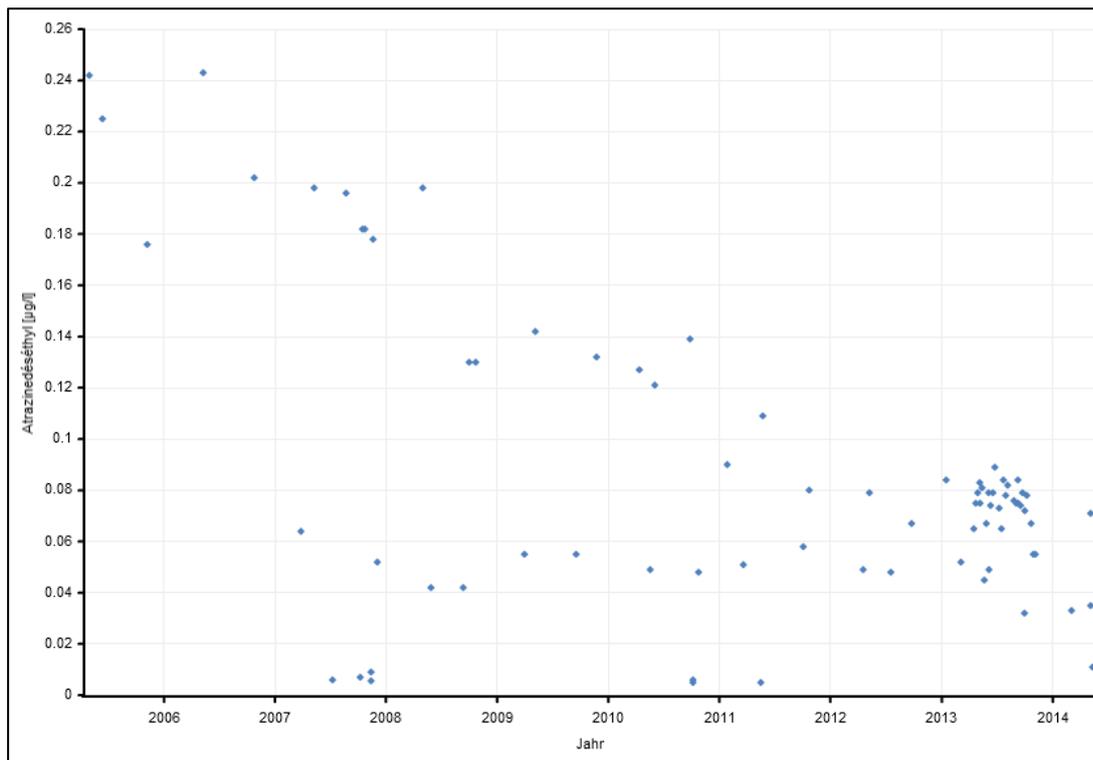
Die Auswertung der Trends für die 7 Grundwasserkörper ergab hinsichtlich des Parameters **Atrazinedéséthyl** einen signifikanten und anhaltend **fallenden Trend** für den Grundwasserkörper Trias Ost (MES7).

Trendumkehr wurde für keine Kombination nachgewiesen, wobei 40 Kombinationen diesbezüglich nicht auswertbar waren.

#### Ergebnisse zum fallenden Trend im GWK Trias Ost / Atrazinedéséthyl

<b>Grundwasserkörper:</b>	<b>MES7</b>
GWK-Name:	Trias Ost
Parameter:	Atrazinedéséthyl [µg/l]
Fläche:	0 km <sup>2</sup>
<b>Trend:</b>	sign. abwärts
p-Wert (Trend):	0,030
Trend (%):	-51,61
Aggregation:	halbjährlich
Beginn:	01.07.2008
Ende:	30.06.2014
Minimum:	0,010
Maximum:	0,142
BG (max):	0,010
Mittelwert:	0,044
<b>Trendumkehr QZVO:</b>	nicht auswertbar
p-Wert (Trendumkehr):	-
Trend 1 (%):	-
Trend 2 (%):	-
Ausgangspunkt:	0,075
Aggregation:	jährlich
Beginn:	01.10.2003
Ende:	30.06.2014
Minimum:	0,010
Maximum:	0,243
BG (max):	0,010
Mittelwert:	0,046

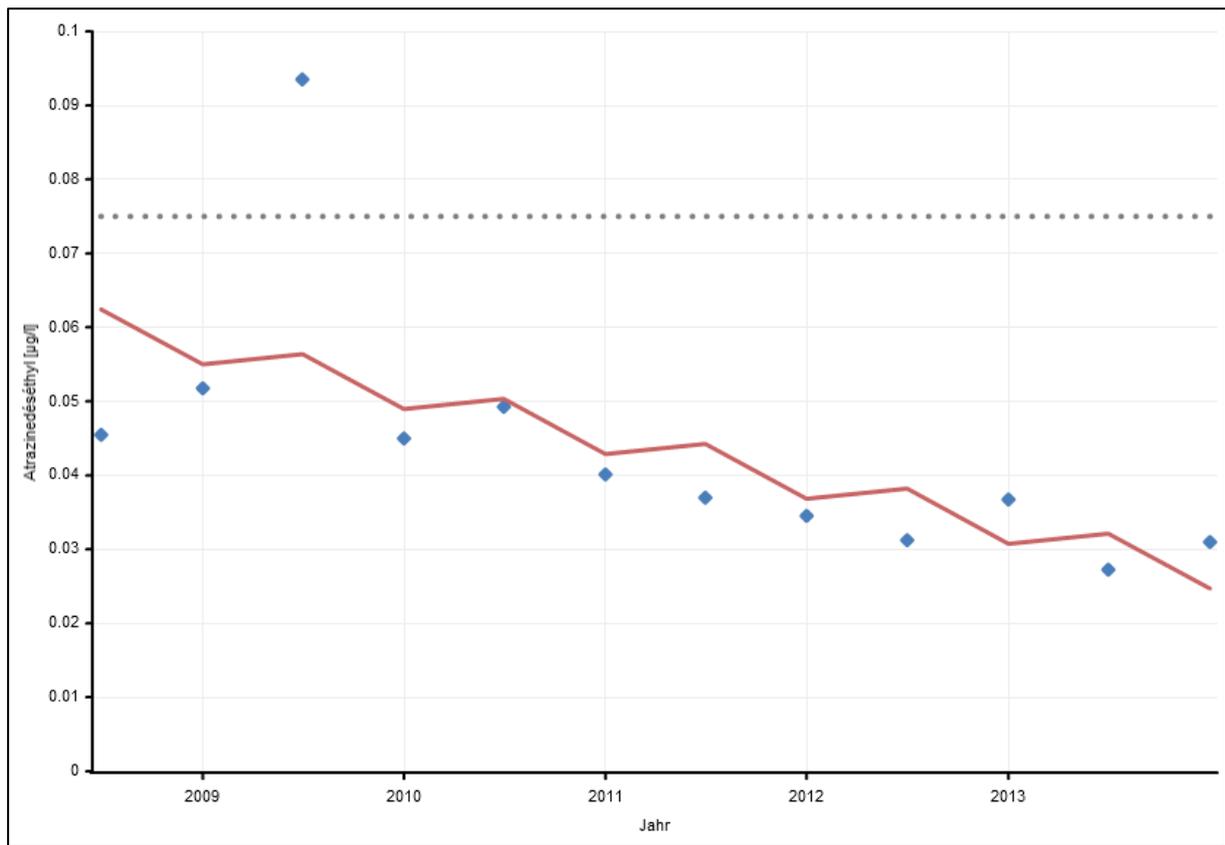
Messwerte



## Trend

Beginn	AM0/AM100	Mittelwert	Anzahl Mst.	Anzahl Werte
01.07.2008	0,896	0,045	4	4
01.01.2009	0,908	0,052	4	4
01.07.2009	1,000	0,094	2	2
01.01.2010	0,895	0,045	4	4
01.07.2010	0,903	0,049	4	4
01.01.2011	0,883	0,040	4	5
01.07.2011	0,873	0,037	4	4
01.01.2012	0,865	0,034	4	6
01.07.2012	0,852	0,031	4	4
01.01.2013	0,873	0,037	4	7
01.07.2013	0,832	0,027	4	5
01.01.2014	0,960	0,031	4	6

Trendlinie



# Anleitung WaterStat Trend-Tool

---

## Grundlegende Informationen

### Methodik

Die im WaterStat Trend-Tool realisierten Trendberechnungen basieren auf dem generalisierten linearen Regressionstest „ANOVA“ (=ANalysis Of VAriance) und dem Glättungsverfahren LOESS Smoother. Zum Nachweis einer Trendumkehr wird das 2-Sections-Modell herangezogen. Dabei handelt es sich um ein erweitertes lineares Regressionsmodell. Die zu untersuchende Zeitreihe wird in 2 Abschnitte unterteilt, für beide Abschnitte eine lineare Anpassung durchgeführt und die Änderung der Steigung überprüft. Als Trendumkehr wird gewertet, wenn in einem früheren Abschnitt der Zeitreihe ein Aufwärtstrend aufgetreten ist, der in der nachfolgenden Periode nicht mehr festgestellt werden konnte.

Grundlage für die Trendberechnung sind die Erkenntnisse des „Technical Report 1: The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends and aggregation of monitoring results“ (J. Grath, A. Scheidleder, S. Uhlig, K. Weber, M. Kralik, T. Keimel, D. Gruber (2001): "The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results". Final Report. Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and WaterManagement (Ref.: 41.046/01-IV1/00 and GZ 16 2500/2-1/6/00), European Commission (Grant Agreement Ref.: Subv 99/130794), in kind contributions by project partners. Vienna.)

### Begriffe

- AM ... Arithmetischer Mittelwert - der Mittelwert aller Messwerte in einem Beobachtungszeitraum
- AM0 ... Falls der Wert <BG oder <NG ist, wird 0 als Wert gewählt
- AM100 ... Falls der Wert <BG oder <NG ist, wird die höchste BG in der Zeitreihe gewählt
- AM0/AM100 ... Dieser Quotient trifft Aussage darüber, ob genug quantifizierte Werte vorhanden sind, die untere Grenze liegt bei 0,6
- GZÜV ... Gewässerzustandsüberwachungsverordnung
- GWK ... Grundwasserkörper
- BG ... Bestimmungsgrenze
- NG ... Nachweisgrenze

### Voraussetzungen für die Trendberechnung

Ein Trend kann lt. QZV Chemie GW, §11, BGBl. II Nr. 98/2010 nur berechnet werden wenn

- von **mind. 2/3 aller Mst** im GWK für den Auswertzeitraum Daten vorhanden sind
- von **mind. 3 Mst** im GWK für den Auswertzeitraum Daten vorhanden sind
- **AM0/AM100 > 0,6**
- **höchstens ein Wert** in der Zeitreihe (beachte entsprechende Aggregation) **fehlt**

## Anzahl der benötigten Werte

Entsprechend den Vorgaben der **QZV Chemie GW, §11 (BGBl. II Nr. 98/2010)** muss eine Mindestanzahl von Messwerten für unterschiedliche Aggregationen vorhanden sein:

- jährlich (8 Jahre)
- halbjährlich (6 Jahre)
- vierteljährlich (6 Jahre)

Es darf nicht mehr als ein Wert in der Zeitreihe fehlen (**QZV Chemie GW, §11, BGBl. II Nr. 98/2010**).

Für die Trendumkehr werden entsprechend der **QZV Chemie GW, §11 (BGBl. II Nr. 98/2010)** in Abhängigkeit der Aggregation Daten über folgenden Zeitraum benötigt:

- jährlich (14 Jahre)
- halbjährlich (10 Jahre)
- vierteljährlich (10 Jahre)

# Darstellung der Ergebnisse

## Hauptübersicht

WaterStat-Start  
Excel-File | CSV-File

GWK	Parameter	Messdaten	Anzahl der auswertbaren Mst.	p-Wert	Trend (%)	Trend alle sign. aufwärts / kein sign. Trend / nicht auswertbar	Aggregation	AMO/AM100	Kriterium Anzahl Mst. alle ok / <2/3 n.a.	Trendlinie über Ausgangspunkt für Trendumkehr alle ja / nein kein Ausgangspunkt	Anzahl der auswertbaren Mst. (Trendumkehr)	Nachweis der Trendumkehr alle ja / ja* nein / nicht auswertbar	Aggregation (Trendumkehr)	AMO/AM100 (Trendumkehr)	Kriterium Anzahl Mst. (Trendumkehr) alle ok / <2/3 n.a.
GK1 00097	NITRAT [mg/l]	Details	26 von 38	0,403	-2,66	kein sign. Trend	quartalsweise	1,000	ok	nein	26 von 38	ja	halbjährlich	1,000	ok
GK1 00098	NITRAT [mg/l]	Details	19 von 27	0,000	-40,36	sign. abwärts	quartalsweise	1,000	ok	ja	23 von 27	ja	halbjährlich	1,000	ok
GK1 00102	NITRAT [mg/l]	Details	21 von 25	0,013	-17,25	sign. abwärts	halbjährlich	0,999	ok	ja	20 von 25	ja	halbjährlich	0,999	ok

Ein signifikanter und anhaltender steigender Trend gemäß QZV Chemie GW liegt dann vor, wenn auch die Messergebnisse aus den gemäß § 5 Abs. 2 durchgeführten Messungen an 30 % oder mehr der beobachteten Messstellen den zugeordneten Ausgangspunkt für eine Trendumkehr überschreiten.

\* Es wurde der Nachweis der Trendumkehr festgestellt, jedoch wird das Kriterium von mind. 2/3 der Mst mit ausreichender Datenmenge nicht erfüllt.

Erläuterungen

## Interaktionen

- Das Klicken auf den Parameter in der 2. Spalte öffnet die Darstellung der Ergebnisse der Trendauswertung zu diesem Parameter im entsprechenden GWK
- Das Klicken auf „Details“ in der 3. Spalte öffnet eine Tabelle der Einzelwerte des Grundwasserkörpers über den gesamten verfügbaren Zeitraum
- In den Spalten „Trend“, „Nachweis der Trendumkehr“, „Kriterium Anzahl Mst.“ und „Trendlinie über Ausgangspunkt für Trendumkehr“ ist eine Filterung der Tabelle möglich.  
**Achtung:** Nur ein Filter kann aktiv sein!
- Die Tabelle kann durch die Links darüber als Excel-Tabelle oder CSV-Datei heruntergeladen werden
- Durch das Klicken auf „Erläuterungen“ wird dieses Dokument geöffnet

## Erklärung der Spalten

- „Trend“ Optionen:
  - **„sign. aufwärts“:** Es müssen von mindestens drei Messstellen Messergebnisse vorliegen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Überwachungsfrequenz darf nicht mehr als ein Wert in der Zeitreihe fehlen. Der p-Wert muss <0,05 sein und der Trend in % muss >0 sein
  - **„sign. abwärts“:** Es müssen von mindestens drei Messstellen Messergebnisse vorliegen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Überwachungsfrequenz darf nicht mehr als ein Wert in der Zeitreihe fehlen. Der p-Wert muss <0,05 sein und der Trend in % muss <0 sein
  - **„kein sign. Trend“:** Es müssen von mindestens drei Messstellen Messergebnisse vorliegen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Überwachungsfrequenz darf nicht mehr als ein Wert in der Zeitreihe fehlen. Der p-Wert muss >0,05 sein
  - **„nicht auswertbar“:** Voraussetzung ist, dass an weniger als an drei aller beobachteten Messstellen im GWK Messergebnisse vorliegen, oder der Quotient zwischen AM0 und AM100 <0,6
- „Aggregation“
  - **jährlich**
  - **halbjährlich**
  - **vierteljährlich**

- „Kriterium Anzahl MST“
  - „ok“: mindestens 3 Messstellen mit Daten und 2/3 der Soll-Anzahl (siehe Schritt 5) auswertbar
  - „< 2/3“: das Kriterium von mind. 2/3 der Messstellen mit ausreichender Datenmenge nicht erfüllt
  - „n.a.“: weniger als 3 auswertbare Messstellen im Grundwasserkörper
  
- „Trendlinie überschreitet Ausgangspunkt f. Trendumkehr“
  - „ja“: die Trendlinie überschreitet den jeweiligen Ausgangspunkt für die Trendumkehr
  - „nein“: die Trendlinie überschreitet zu keinem Zeitpunkt den Ausgangspunkt für die Trendumkehr
  - „kein Ausgangspunkt“: für diesen Parameter gibt es in der QZV Chemie GW in Anlage 1 Spalte 2 keinen Ausgangspunkt für Trendumkehr
  
- „Nachweis der Trendumkehr“
  - „ja“ mit roter Markierung: Voraussetzung ist, dass von mindestens zwei Drittel aller beobachteten Messstellen im GWK, mindestens jedoch von drei Messergebnisse vorliegen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Überwachungsfrequenz darf nicht mehr als ein Wert in der Zeitreihe fehlen. Trendumkehr nach einem Anstieg der Schadstoffkonzentrationen muss statistisch auf einem Signifikanzniveau von 5 % durch den 2-section Test festgestellt worden sein. Dabei muss der linke Ast eine Länge von mind. 4 Jahren exklusive Knickpunkt und der rechte Ast eine Länge von mind. 2 Jahren exklusive Knickpunkt bei Halbjahres- oder Quartalsdaten umfassen, bei Ganzjahreswerten mindestens 3 Jahre.
  - „ja“ ohne rote Markierung und mit Fußnote „\*“: Kriterien wie bei „ja“ mit roter Markierung jedoch wird das Kriterium von mind. 2/3 der Mst mit ausreichender Datenmenge nicht erfüllt.
  - „nein“: Voraussetzung ist, dass von mindestens drei aller beobachteten Messstellen im GWK Messergebnisse vorliegen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Überwachungsfrequenz darf nicht mehr als ein Wert in der Zeitreihe fehlen. Durch den 2-section Test konnte keine signifikante Trendumkehr nach einem Anstieg der Schadstoffkonzentrationen festgestellt werden.
  - „nicht auswertbar“: Voraussetzung ist, dass an weniger als an drei aller beobachteten Messstellen im GWK Messergebnisse von der Beobachtungsperiode vorliegen.

## Details Grundwasserkörper/Parameter

WaterStat Trendauswertung 16 > Leibnitzer Feld [MUR]/NITRAT

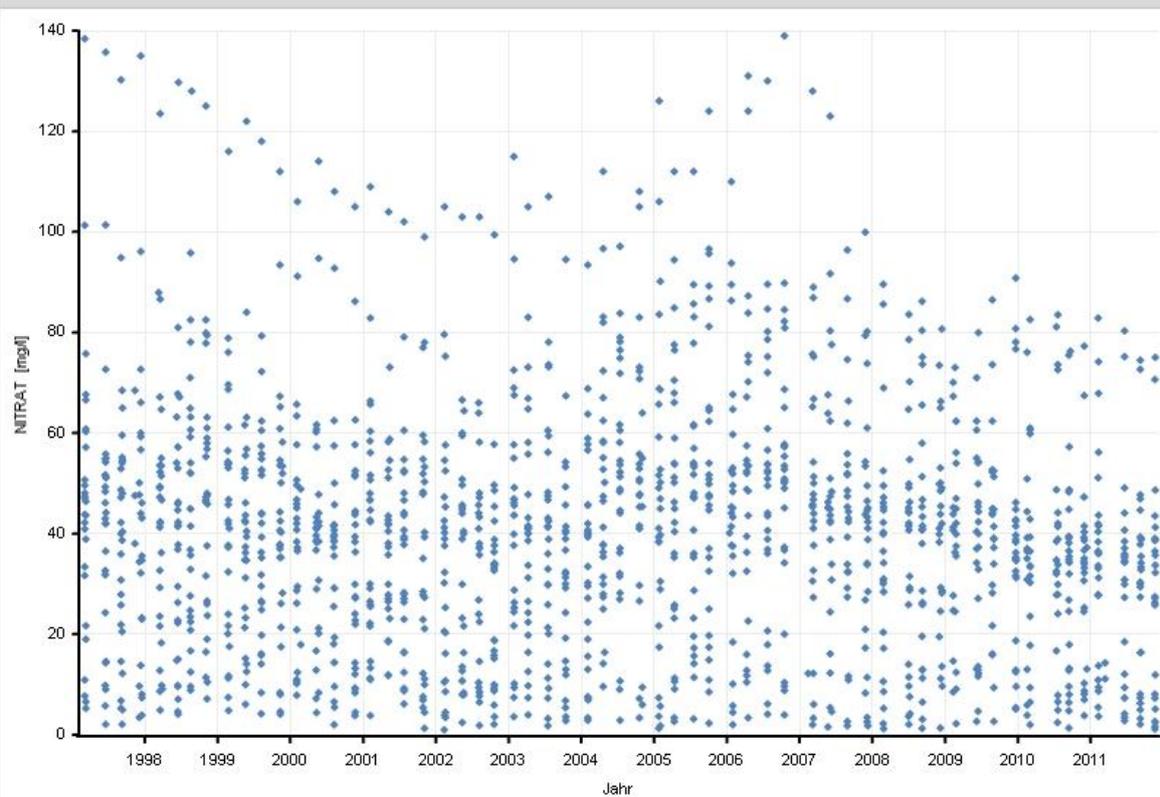
Grundwasserkörper: Leibnitzer Feld [MUR]

Merkmal: NITRAT

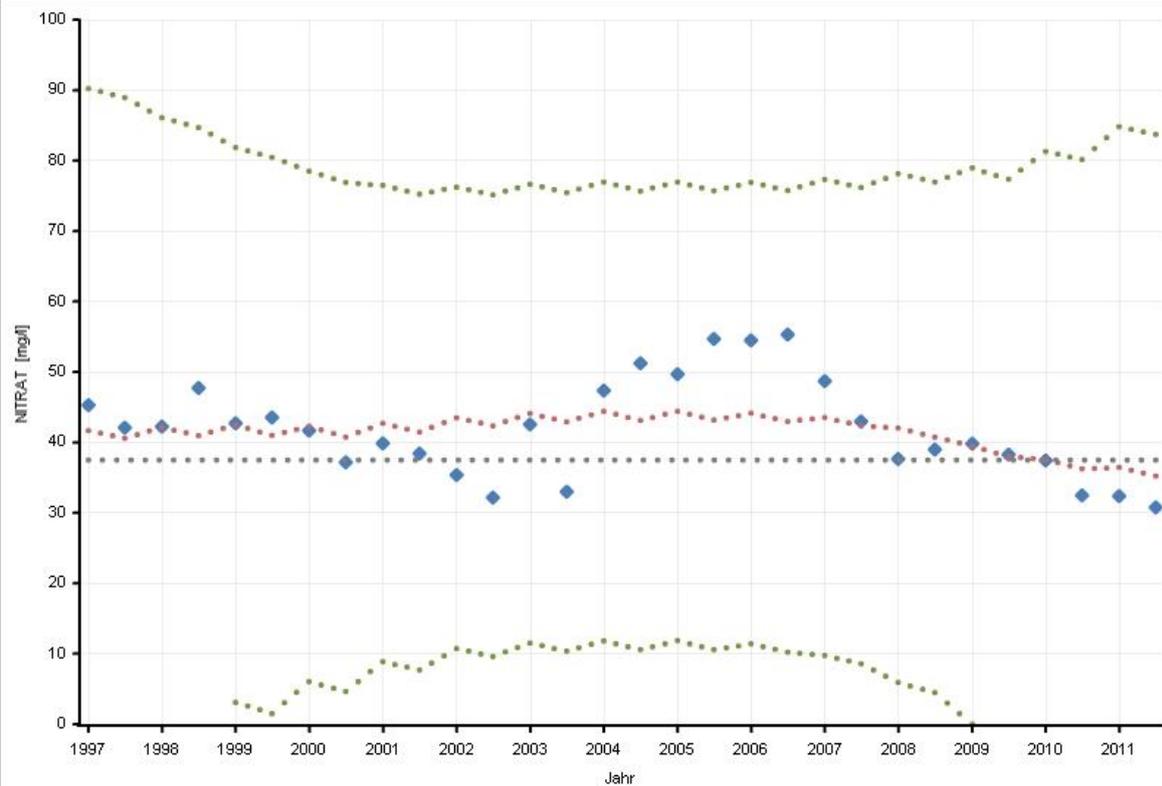
Anzeigen

<b>Grundwasserkörper:</b>	<b>GK100098</b>
GWK-Name:	Leibnitzer Feld [MUR]
Parameter:	<b>NITRAT [mg/l]</b>
Fläche:	103,333 km²
<b>Trend:</b>	sign. abwärts
p-Wert (Trend):	0,000
Trend (%):	-40,36
Aggregation:	quartalsweise
Beginn:	01.01.2006
Ende:	31.12.2011
Minimum:	1,000
Maximum:	139,000
BG (max):	1,000
Mittelwert:	40,483
<b>Trendumkehr QZVO:</b>	ja
p-Wert (Trendumkehr):	0,000
Trend 1 (%):	51,337
Trend 2 (%):	-43,930
Ausgangspunkt:	37,5
Aggregation:	halbjährlich
Beginn:	01.01.2002
Ende:	31.12.2011
Minimum:	1,000
Maximum:	139,000
BG (max):	1,000
Mittelwert:	40,193

Messwerte für Parameter NITRAT im Grundwasserkörper Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098)



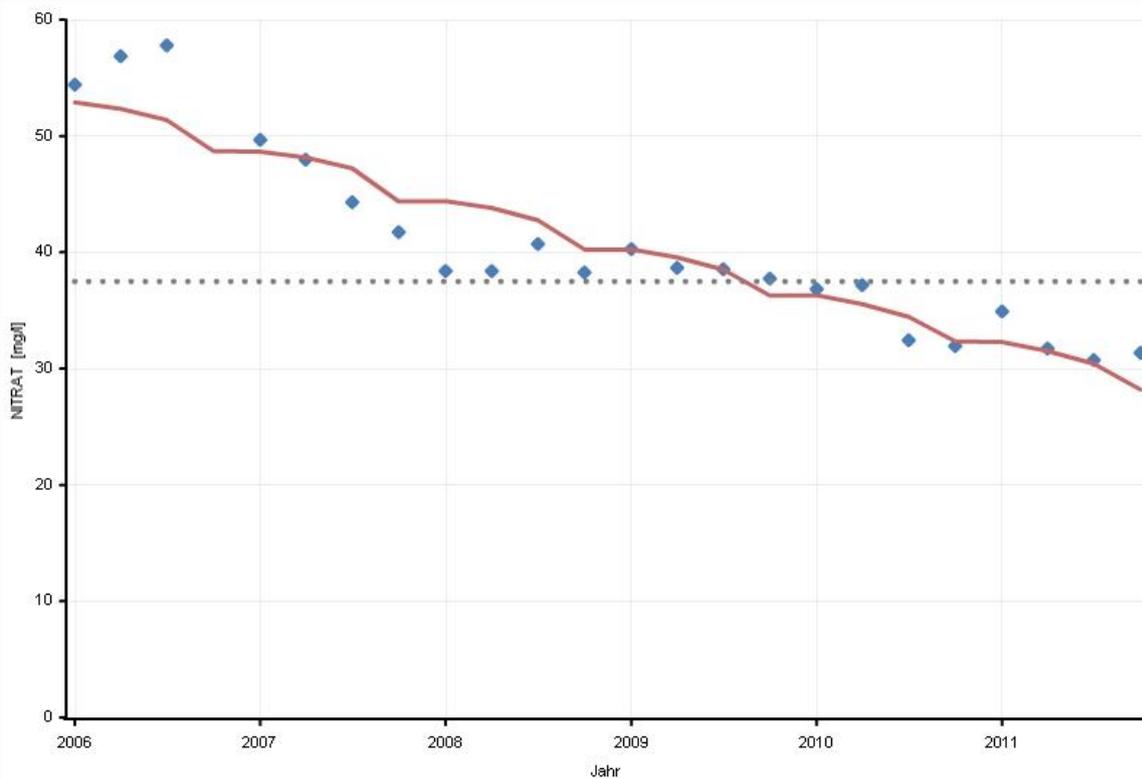
Smoother und Vertrauensbereich für Parameter G154 im Grundwasserkörper Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098)



**Trend**

Beginn	AM0/AM100	Mittelwert	Anzahl Mst.	Anzahl Werte
01.01.2006	1,000	54,432	19	19
01.04.2006	1,000	56,882	19	19
01.07.2006	1,000	57,784	19	19
01.10.2006			0	0
01.01.2007	1,000	49,668	19	19
01.04.2007	1,000	47,984	19	19
01.07.2007	1,000	44,316	19	19
01.10.2007	1,000	41,737	19	19
01.01.2008	1,000	38,400	19	19
01.04.2008	1,000	38,400	19	19
01.07.2008	1,000	40,732	19	19
01.10.2008	1,000	38,279	19	19
01.01.2009	1,000	40,284	19	19
01.04.2009	1,000	38,679	19	19
01.07.2009	1,000	38,558	19	19
01.10.2009	1,000	37,742	19	19
01.01.2010	1,000	36,858	19	19
01.04.2010	1,000	37,186	19	19
01.07.2010	1,000	32,458	19	19
01.10.2010	1,000	31,949	19	19
01.01.2011	1,000	34,921	19	19
01.04.2011	1,000	31,747	19	19
01.07.2011	1,000	30,755	19	19
01.10.2011	1,000	31,370	19	19

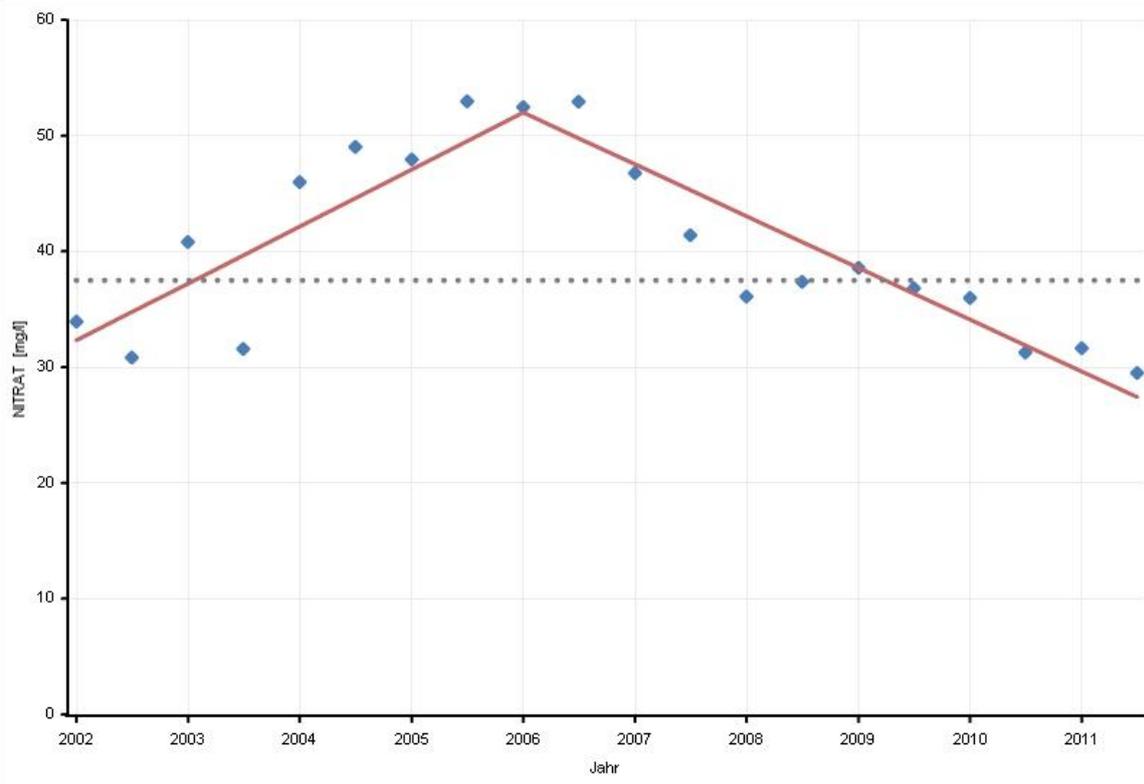
Trendlinie für Parameter G154 im Grundwasserkörper Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098)  
 Gepunktet: Ausgangspunkt für die Trendumkehr; Durchgezogen: Trend (signifikant)



#### Trendumkehr QZVO

Beginn	AM0/AM100	Mittelwert	Anzahl Mst.	Anzahl Werte
01.01.2002	1,000	33,923	23	46
01.07.2002	0,999	30,819	23	23
01.01.2003	1,000	40,811	23	46
01.07.2003	0,999	31,582	23	23
01.01.2004	1,000	45,985	23	46
01.07.2004	0,999	49,039	23	23
01.01.2005	1,000	47,939	23	46
01.07.2005	1,000	52,965	23	23
01.01.2006	1,000	52,475	23	46
01.07.2006	0,999	52,917	23	23
01.01.2007	1,000	46,761	23	46
01.07.2007	1,000	41,389	23	45
01.01.2008	1,000	36,117	23	46
01.07.2008	0,999	37,365	23	46
01.01.2009	1,000	38,580	23	46
01.07.2009	1,000	36,804	23	45
01.01.2010	1,000	35,968	23	44
01.07.2010	1,000	31,254	23	46
01.01.2011	1,000	31,643	23	46
01.07.2011	1,000	29,513	23	45

Nachweis der Trendumkehr für Parameter G154 im Grundwasserkörper Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098)  
Gepunktet: Ausgangspunkt für die Trendumkehr; Durchgezogen: Trendumkehr (signifikant)



## Interaktionen

- Durch das Klicken auf „WaterStat Trendauswertung 100“ kann zur Übersicht zurück navigiert werden.
- Über die Select-Felder neben Grundwasserkörper, Merkmal und den „Anzeigen“-Button kann ein anderer Datensatz angezeigt werden.
- Das Klicken auf den Parameter in der 1. Tabelle öffnet eine Tabelle mit den Einzelwerten des Parameters.
- Durch das Bewegen der Maus über einen Datenpunkt der ersten Grafik können zusätzliche Informationen zu diesem abgerufen werden, das Klicken darauf öffnet die Detailseite der Messstation.
- In den Grafiken für Trend und Trendumkehr können durch Bewegen des Cursors über Datenpunkte ebenfalls zusätzliche Informationen abgerufen werden.

## Erläuterung zu Tabellen und Grafiken

Die erste Tabelle zeigt alle Ergebnisse und Randbedingungen der Trendermittlung und des Nachweises der Trendumkehr. Die Grafik darunter stellt die Einzelmesswerte dar. Darauf folgt eine Grafik mit Smoother und Vertrauensbereich über einen Zeitraum von 14 Jahren.

Die nächste Tabelle stellt die aggregierten Daten im entsprechenden Zeitraum (6 bzw. 8 Jahre) für die Trendberechnung dar und wie viele Messstationen und wie viele Werte in diesen eingeflossen sind. Danach folgt die Grafik für den Trend.

Insofern eine signifikante Trendumkehr gefunden wurde, folgt noch die Tabelle mit den aggregierten Daten für die Trendumkehr und eine entsprechende Grafik.

## Detailansicht Messstelle/Grundwasserkörper/Merkmal

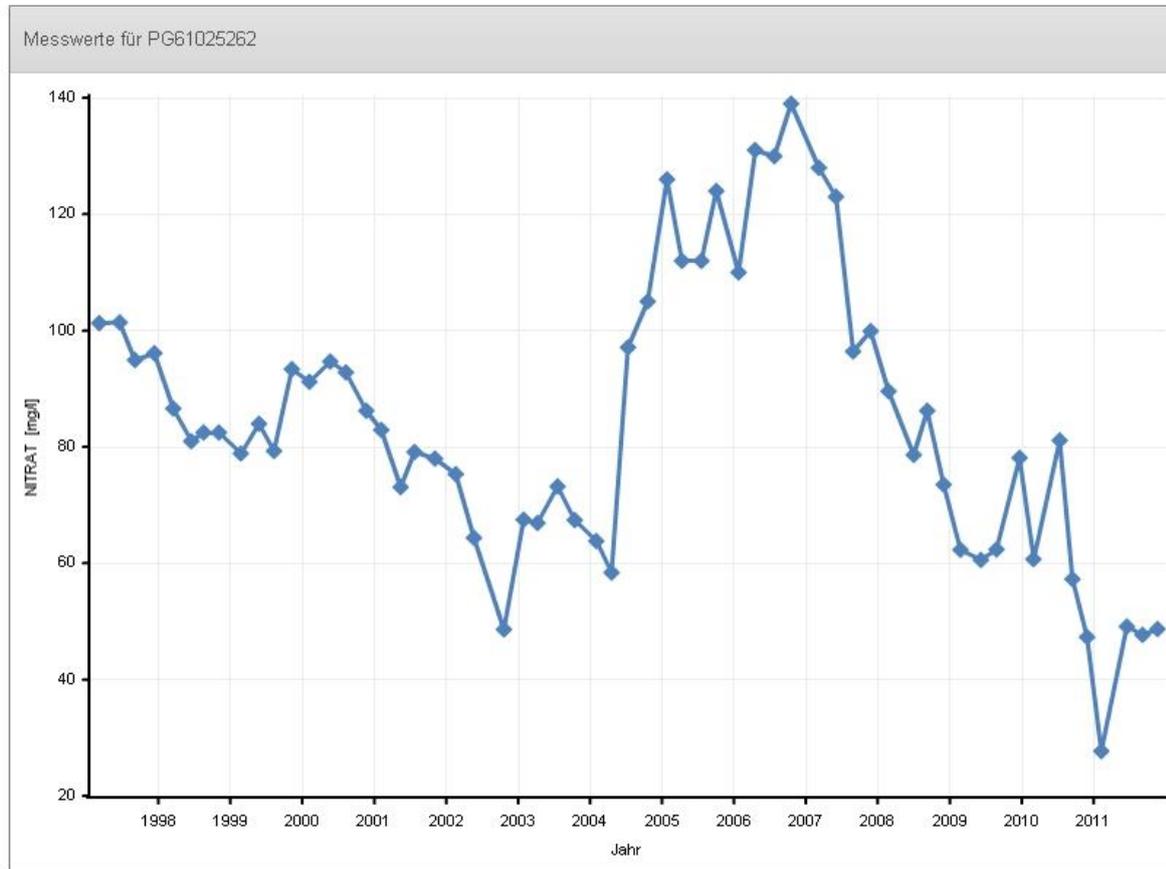
WaterStat Trendauswertung 16 > Leibnitzer Feld [MUR]/NITRAT > PG61025262

Grundwasserkörper: Leibnitzer Feld [MUR]

Merkmal: NITRAT

Messstelle: PG61025262

Anzeigen



### Interaktionen

- Durch das Klicken auf „WaterStat Trendauswertung 100“ oder den Link danach kann entweder zur Übersicht oder zum GWK/Parameter zurück navigiert werden.
- Über die Select-Felder neben Grundwasserkörper, Merkmal, Messstelle und den „Anzeigen“-Button kann ein anderer Datensatz angezeigt werden.
- Durch das Bewegen der Maus über einen Datenpunkt können zusätzliche Informationen zu diesem abgerufen werden.

### Erläuterung zur Grafik

Die Grafik zeigt die einzelnen Messwerte der Messstation an.

## Messwerte Grundwasserkörper

WaterStat Trendauswertung 16 > Leibnitzer Feld [MUR] Details

Grundwasserkörper:

Anzeigen

Excel-File | CSV-File

GZÜV-ID	Parameter-ID	Parameter-Name <input type="text" value="Alle Parameter"/>	GWK-Nr.	GWK-Name	1997-Q1	1997-Q2	1997-Q3	1997-Q4
PG61012022	G154	NITRAT	GK100098	Leibnitzer Feld [MUR]	19,000	14,300	12,200	9,700
PG61012112	G154	NITRAT	GK100098	Leibnitzer Feld [MUR]	6,600	2,100	2,100	3,900
PG61012182	G154	NITRAT	GK100098	Leibnitzer Feld [MUR]	5,300	9,000	5,000	3,500

### Interaktionen

- Durch das Klicken auf „WaterStat Trendauswertung 100“ oder den Link danach kann entweder zur Übersicht oder zum GWK/Parameter zurück navigiert werden
- Über die Select-Felder neben Grundwasserkörper und den „Anzeigen“-Button kann ein anderer Datensatz angezeigt werden
- Über die beiden Links über der Tabelle kann eine Excel-Tabelle oder eine CSV-Datei heruntergeladen werden

### Erläuterung zur Tabelle

Die Tabelle zeigt alle Messwerte über die Quartale an.