

Annexe 10

Estimation des tendances et
inversions de tendance dans les
masses d'eau souterraine

Masses d'eau souterraine - Tendances

Les tendances et les inversions de tendances sont évaluées à l'aide de l'outil (*Trend-Tool*) de la banque de données techniques H₂O autrichienne et conformément aux dispositions du règlement sur les objectifs de qualité chimique des eaux souterraines (*Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW)*). La méthode d'évaluation statistique du Trend-Tool se fonde sur le programme « WATERSTAT ». L'approche statistique et méthodologique de ce programme repose sur le test de tendance « LOESS smoother », un modèle de régression linéaire, et sur le test ANOVA (ANALYSIS OF VARIANCE). Cette méthode a été mise au point dans le cadre d'un projet de l'UE (EC 2001). Le seuil de signification ou, en d'autres termes, la probabilité que la tendance déterminée ne corresponde pas aux faits, est de l'ordre de 5 %.

On trouvera dans le document ci-joint intitulé « Anleitung WaterStat Trend-Tool » une description détaillée des différentes instructions et conditions d'une évaluation de tendances et de l'interprétation des résultats et des différents tableaux. Quand certaines des conditions requises pour un calcul ne sont pas remplies, ce calcul des tendances et des inversions de tendances est impossible. Les conditions clés sont celles concernant le nombre minimal de stations de mesure, la longueur minimale de chroniques, les lacunes dans ces chroniques et la proportion de valeurs mesurées inférieures à la limite de quantification.

Résultats du calcul des tendances pour le Luxembourg

Le pool à évaluer se composait de 49 combinaisons 'masses d'eau souterraine/paramètres' au total (7 masses d'eau souterraine et 7 substances s'y rapportant). 37 combinaisons n'ont pas été exploitables, car certaines conditions préalables n'étaient pas remplies. On ne disposait de données évaluables pour aucune des substances 2,6-dichlorobenzamide, bentazone et métolachlore ESA. Dans la MEsout Dévonien, le nombre total de stations de mesure en place était inférieur à 3 et moins des deux tiers des stations de mesure étaient évaluables dans 15 autres combinaisons (soit les chroniques étaient trop courtes, soit les lacunes trop nombreuses). Dans le cas des substances synthétiques, le principal obstacle à l'évaluation a été que plus de 40 % des valeurs mesurées étaient inférieurs à la limite de quantification ou de détection.

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Résultats du calcul des tendances

MEsout	Nom de la Mesout	Nitrates	Sulfates	Arsenic	Déséthylatrazine
MEsout1	Dévonien				
	Trias	Aucune tendance significative	Aucune tendance significative	Aucune tendance significative	Aucune tendance significative
Mesout2	Lias inférieur	Aucune tendance significative	Aucune tendance significative		
MEsout3	Lias moyen				
MEsout4	Lias Dogger				
	Trias Nord	Aucune tendance significative	Aucune tendance significative	Aucune tendance significative	
MEsout6	Trias Est	Aucune tendance significative	Aucune tendance significative		Tendance significative à la baisse
MEsout7					

Remarque : les paramètres 2-6-dichlorobenzamide, bentazone et métolachlore ESA, qui n'ont pas pu être évalués, ne sont pas reproduits dans le tableau.

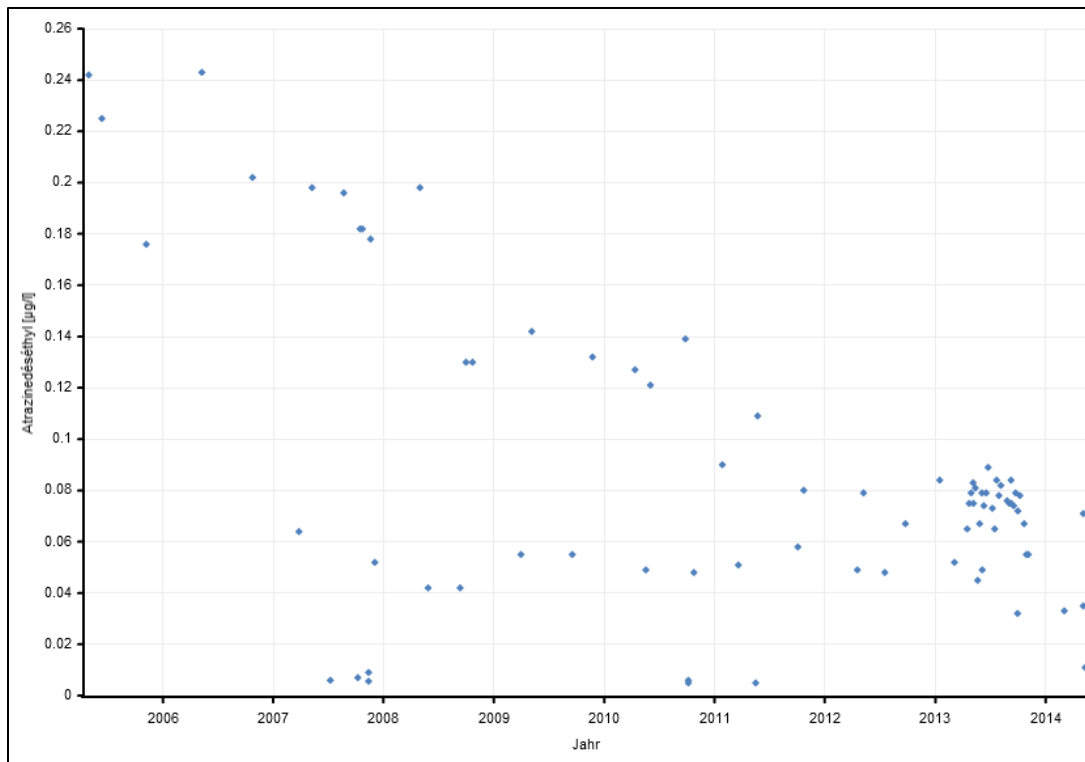
Dans le cas du paramètre **déséthylatrazine**, il ressort de l'évaluation des tendances pour les 7 masses d'eau souterraine une **tendance** significative et durable **à la baisse** pour la masse d'eau souterraine Trias Est (MEsout7).

Il n'a été démontré d'inversion de tendance dans aucune des combinaisons. On rappellera toutefois que 40 combinaisons n'ont pas pu être évaluées dans ce sens.

Résultats sur la tendance à la baisse dans la MEsout Trias Est / déséthylatrazine

Masse d'eau souterraine	MEsout7
Nom de la MEsout :	Trias Est
Paramètre :	déséthylatrazine [µg/l]
Superficie :	0 km ²
Tendance :	tendance significative à la baisse
Valeur p (tendance) :	0,030
Tendance (%) :	-51,61
Agrégation :	semestrielle
Début :	01.07.2008
Fin :	30.06.2014
Minimum :	0,010
Maximum :	0,142
LQ (max) :	0,010
Moyenne :	0,044
Inversion de tendance QVZO (règlement sur les objectifs de qualité) :	non évaluable
Valeur p (inversion de tendance) :	-
Tendance 1 (%) :	-
Tendance 2 (%) :	-
Point de départ :	0,075
Agrégation :	annuelles
Début :	01.10.2003
Fin :	30.06.2014
Minimum :	0,010
Maximum :	0,243
LQ (max) :	0,010
Moyenne :	0,046

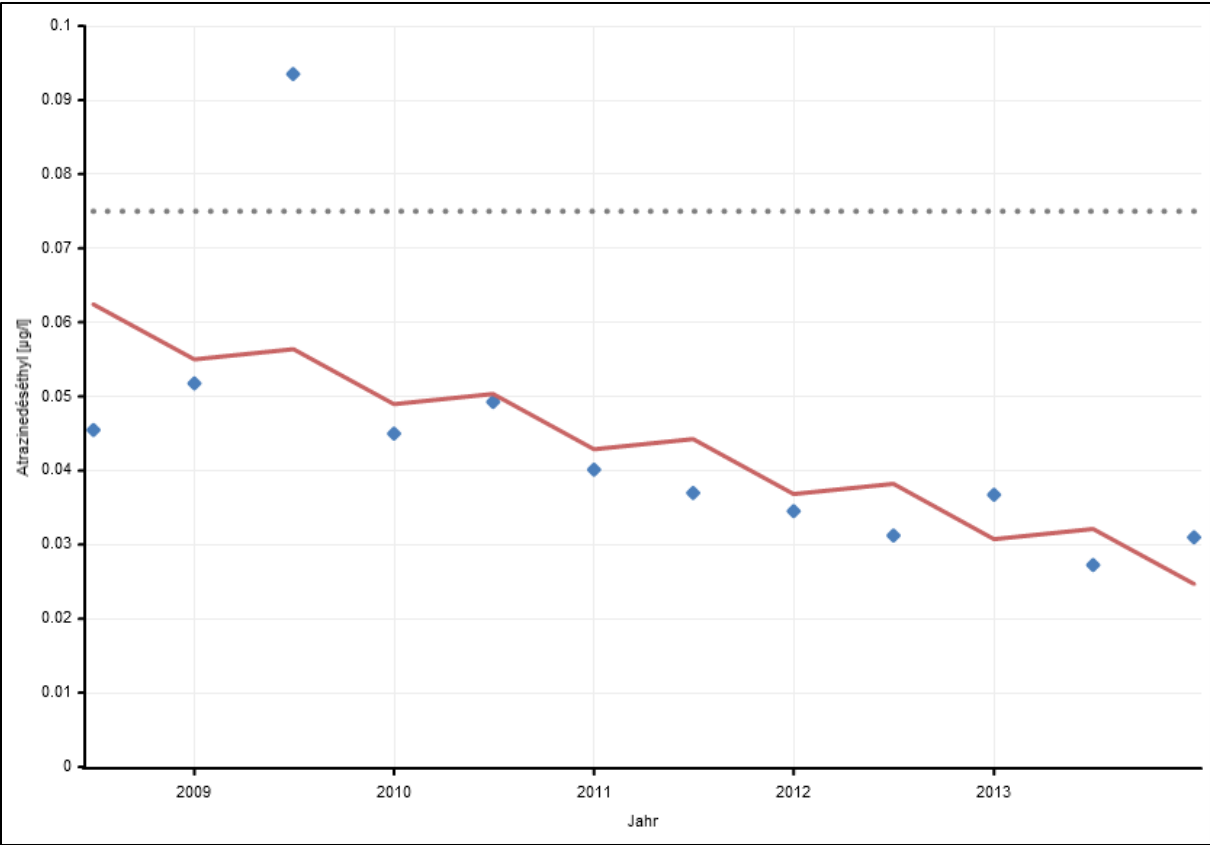
Valeurs mesurées



Tendance

Début	AM0/AM100	Moyenne	Nombre de stations de mesure	Nombre de valeurs
01-07-2008	0,896	0,045	4	4
01-01-2009	0,908	0,052	4	4
07-01-2009	1,000	0,094	2	2
01-01-2010	0,895	0,045	4	4
07-01-2010	0,903	0,049	4	4
01-01-2011	0,883	0,040	4	5
07-01-2011	0,873	0,037	4	4
01-01-2012	0,865	0,034	4	6
07-01-2012	0,852	0,031	4	4
01-01-2013	0,873	0,037	4	7
07-01-2013	0,832	0,027	4	5
01-01-2014	0,960	0,031	4	6

Ligne de tendance



Guide du WaterStat Trend-Tool

Informations de base

Méthode

Les calculs de tendances réalisés dans le WaterStat Trend-Tool se fondent sur le test de régression linéaire généralisé « ANOVA » (= ANalysis Of VAriance) et sur la méthode de lissage LOESS Smoother. Il est fait appel au modèle 2 Sections pour identifier une inversion de tendance. Ce modèle consiste en un modèle de régression linéaire perfectionné. La chronique à analyser est subdivisée en deux segments pour chacun desquels est effectué un ajustement linéaire et est vérifiée la modification de la pente. On estime qu'il y a inversion de tendance quand une tendance à la hausse survenue dans un segment antérieur de la chronique n'est plus constatée dans la période postérieure.

Le calcul de tendance se fonde sur les enseignements tirés du „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-I/6/00), European Commission (Grant Agreement Ref.: Subv 99/130794), in kind contributions by project partners. Vienna.)

Termes employés

- MA ... Moyenne arithmétique, c'est-à-dire la moyenne de toutes les valeurs mesurées au cours d'une période d'observation
- MA0 ... Si la valeur est <LQ ou <LD, on choisit 0 comme valeur
- MA100 ... Si la valeur est <LQ ou <LD, on choisit la LQ la plus élevée de la chronique
- MA0/MA100 ... Ce quotient indique si l'on dispose de suffisamment de valeurs quantifiées, la limite inférieure étant fixée à 0,6
- GZÜV ... Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (*règlement autrichien relatif à la surveillance de l'état des eaux*)
- MEsout ... Masse d'eau souterraine
- LQ ... Limite de quantification
- LD ... Limite de détection

Conditions à respecter pour le calcul de tendance

Selon la QZV Chemie GW (*règlement autrichien relatif aux objectifs de qualité chimique des eaux souterraines*), §11, BGBl. II Nr. 98/2010, une tendance ne peut être calculée que

- si des données sont disponibles pour la période à évaluer dans **au moins 2/3 de toutes les stations d'analyse** de la MESout
- si des données sont disponibles pour la période à évaluer dans **au moins 3 stations d'analyse** de la MESout
- si **MA0/MA100 > 0,6**
- s'il manque **tout au plus une valeur** dans la chronique (voir agrégation correspondante)

Nombre de valeurs requises

Conformément aux dispositions de la **QZV Chemie GW, §11 (BGBl. II Nr. 98/2010)**, un nombre minimal de valeurs mesurées doit être disponible pour différentes agrégations :

- annuel (8 ans)
- semestriel (6 ans)
- trimestriel (6 ans)

Il ne doit pas manquer plus d'une valeur dans la chronique (**QZV Chemie GW, §11, BGBl. II Nr. 98/2010**).

En fonction de l'agrégation et conformément à la **QZV Chemie GW, §11 (BGBl. II Nr. 98/2010)**, des données sont requises, pour l'inversion de tendance, sur les périodes suivantes :

- annuelle (14 ans)
- semestrielle (10 ans)
- trimestrielle (10 ans)

Présentation des résultats

Vue d'ensemble

WaterStat-Start

Fichier Excel / Fichier CSV

MESout	Paramètre	Données de mesure	Nombre de st. évaluables	Valeur p	Tendance (%)	Tendance Toutes Hausse / baisse signif. ; Pas de T. signif. ; T. non évaluable	Agrégation	MAO / MA100	Critère 'Nb de st.' Toutes ok / < 2/3 n.e.	Ligne de tendance sur le pt. de départ de l'inversion de T. Toutes Oui / Non Pas de pt. de départ	Nb. de st. évaluables (inversion de T.)	Identification de l'inversion de T. Toutes Oui / Oui* Non / Non évaluable	Agrégation (inversion de T.)	MAO/MA100 (inversion de T.)	Critère 'Nb. de st. (inversion de T.)' Toutes Ok / < 2/3 n.e.
GK100097	Nitrate [mg/l]	Détails	26 sur 30	0,403	-2,66	Pas de T. signif.	Trimestr.	1,000	ok	non	26 sur 38	oui	Semestr.	1,000	ok
GK100098	Nitrate [mg/l]	Détails	19 sur 27	0,000	-40,36	Baisse signif.	Trimestr.	1,000	ok	oui	23 sur 27	oui	Semestr.	1,000	ok
GK100102	Nitrate [mg/l]	Détails	21 sur 25	0,013	-17,25	Hausse signif.	Semestr.	0,999	ok	oui	20 sur 25	oui	Semestr.	0,999	ok

Conformément à la QZVChemie GW, une tendance significative et durable à la hausse est constatée quand les résultats des mesures effectuées selon les dispositions du § 5, paragr. 2, dépassent également le point de départ attribué à l'inversion de tendance dans 30 % ou plus des stations d'analyse examinées.

* Une inversion de tendance a été constatée mais le critère prescrivant une quantité de données suffisantes dans au moins 2/3 des stations d'analyse n'est pas respecté.

Interactions

- En cliquant sur le paramètre dans la 2^e colonne, on ouvre la représentation des résultats de l'évaluation de tendance pour ce paramètre dans la MESout correspondante.
 - En cliquant sur « Détails » dans la 3^e colonne, on ouvre un tableau des valeurs individuelles de la masse d'eau souterraine sur toute la période disponible.
 - Il est possible de filtrer les informations du tableau dans les colonnes « Tendance », « Identification d'une inversion de tendance », « Critère 'nombre de stations d'analyse' » et « Ligne de tendance sur le point de départ de l'inversion de tendance ».
- N.B. :** un seul filtre peut être activé !
- On peut télécharger le tableau en format Excel ou CSV en cliquant sur les liens placés au-dessus de celui-ci.
 - On ouvre ce document en cliquant sur « Explications ».

Explication des colonnes

- Options de « tendance » :
 - « **T. significative à la hausse** » : des résultats d'analyse doivent être disponibles pour au moins trois stations. Il ne doit pas manquer plus d'une valeur dans la chronique, compte tenu de la fréquence de surveillance correspondante. La valeur p doit être $< 0,05$ et la tendance en % doit être > 0 .
 - « **T. significative à la baisse** » : des résultats d'analyse doivent être disponibles pour au moins trois stations. Il ne doit pas manquer plus d'une valeur dans la chronique, compte tenu de la fréquence de surveillance correspondante. La valeur p doit être $< 0,05$ et la tendance en % doit être < 0 .
 - « **pas de tendance significative** » : Des résultats d'analyse doivent être disponibles pour au moins trois stations. Compte tenu de la fréquence de surveillance, il ne doit pas manquer plus d'une valeur dans la chronique. La valeur p doit être $> 0,05$.
 - « **non évaluable** » : Cette classification suppose que moins de trois de toutes les stations examinées dans la MEsout disposent de résultats d'analyse ou que le quotient entre MA0 et MA100 est $< 0,6$.

- « Agrégation » :
 - **annuelle**
 - **semestrielle**
 - **trimestrielle**

- « Critère 'nombre de stations' »
 - « **ok** » : au moins 3 stations disposant de données et au moins 2/3 du nombre prescrit (cf. étape 5) sont évaluables
 - « **< 2/3** » : le critère selon lequel au moins les 2/3 des stations présentent des données en quantité suffisante n'est pas rempli
 - « **n.e.** » : moins de 3 stations évaluables dans la masse d'eau souterraine

- « La ligne de tendance dépasse le point de départ pour l'inversion de tendance »
 - « **oui** » : la ligne de tendance dépasse le point de départ respectif pour l'inversion de tendance
 - « **non** » : la ligne de tendance ne dépasse à aucun moment le point de départ respectif pour l'inversion de tendance
 - « **pas de point de départ** » : Pour ce paramètre, il n'existe pas de point de départ pour l'inversion de tendance dans l'annexe 1, colonne 2 de la QZV Chemie GW.

- « Identification de l'inversion de tendance »
 - « **oui** » avec **marquage rouge** : Cette classification suppose que des résultats d'analyse sont disponibles pour au moins deux tiers de toutes les stations examinées dans la MEsout, le nombre minimal de stations disposant de données étant de 3. Compte tenu de la fréquence de surveillance, il ne doit pas manquer plus d'une valeur dans la chronique. L'inversion de tendance suite à une augmentation de la

concentration de polluants doit avoir été constatée avec un seuil de signification statistique de 5 % au moyen du test 2-section. Pour les données semestrielles ou trimestrielles, la branche gauche de la courbe doit englober une longueur minimale de 4 ans (sans le point d'inversion), et la branche droite une longueur minimale de 2 ans (sans le point d'inversion). Pour les données annuelles, cette durée minimale est de 3 ans.

- « **oui** » **sans marquage rouge et avec note de bas de page « * »** : les critères qui s'appliquent sont les mêmes que pour « oui », mais celui selon lequel au moins les 2/3 des stations présentent des données en quantité suffisante n'est pas rempli
- « **non** » : Cette classification suppose que des résultats d'analyse sont disponibles pour au moins trois de toutes les stations examinées dans la MEsout. Compte tenu de la fréquence de surveillance, il ne doit pas manquer plus d'une valeur dans la chronique. Le test 2-section n'a pas mis en évidence d'inversion de tendance suite à une augmentation de la concentration de polluants.
- « **non évaluable** » : Cette classification suppose que moins de trois de toutes les stations examinées dans la MEsout disposent de résultats d'analyse sur la période examinée.

Détails masse d'eau souterraine/paramètre

WaterStat Trendauswertung 16 > Leibnitzer Feld [MUR]/NITRAT

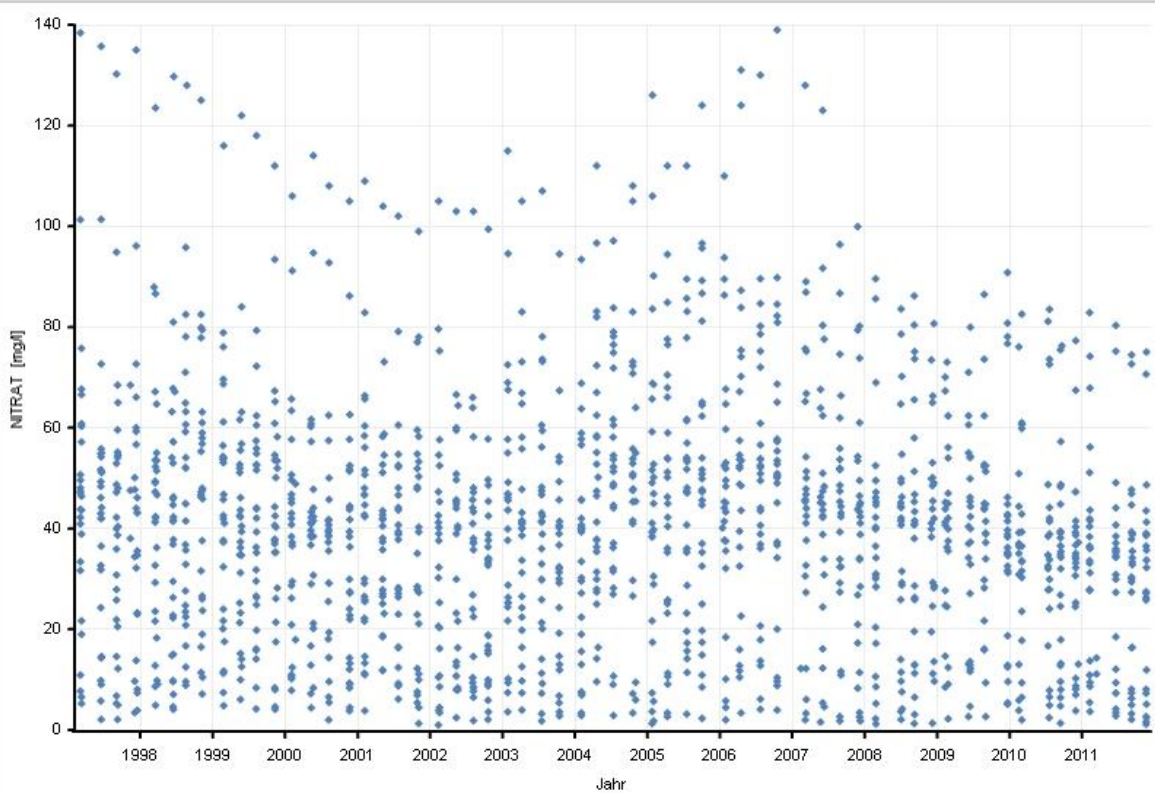
Grundwasserkörper:

Merkmal:

Anzeigen

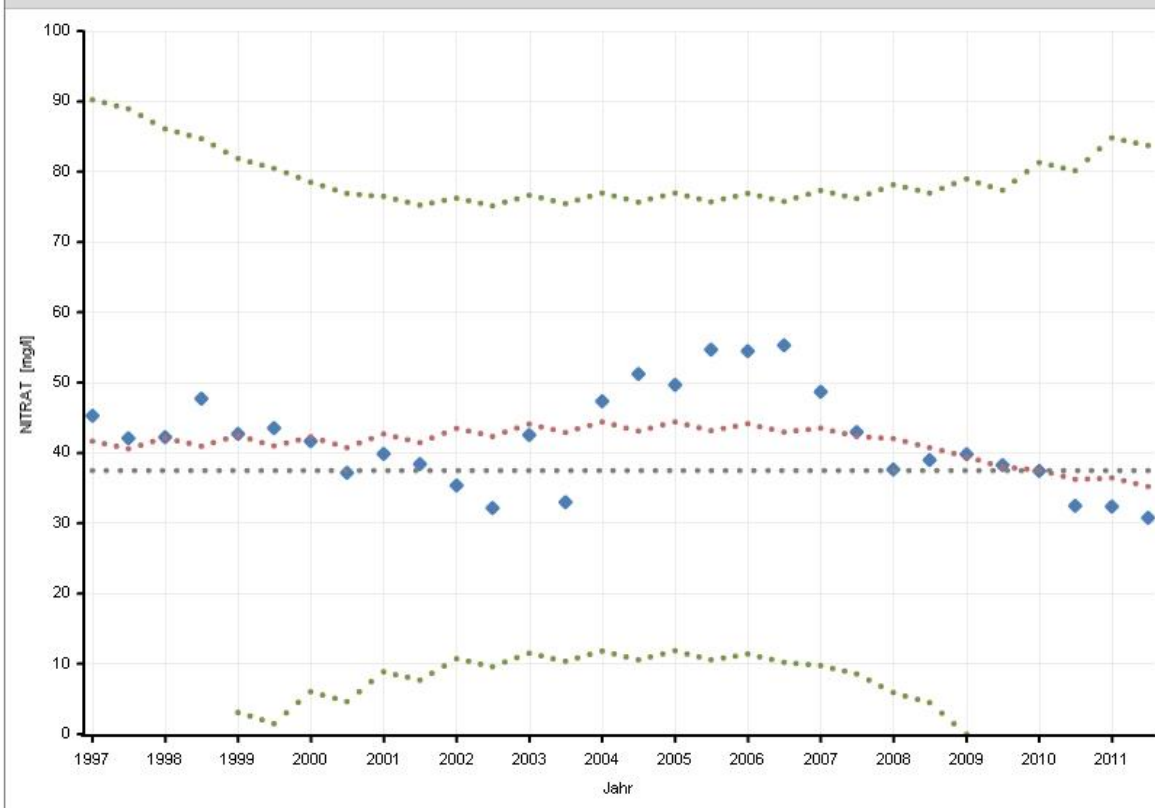
Grundwasserkörper:	GK100098
GWK-Name:	Leibnitzer Feld [MUR]
Parameter:	NITRAT [mg/l]
Fläche:	103,333 km²
Trend:	sign. abwärts
p-Wert (Trend):	0,000
Trend (%):	-40,36
Aggregation:	quartalsweise
Beginn:	01.01.2006
Ende:	31.12.2011
Minimum:	1,000
Maximum:	139,000
BG (max):	1,000
Mittelwert:	40,483
Trendumkehr OZVO:	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)



Valeurs de mesure pour le paramètre NITRATES dans la masse d'eau souterraine Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098)

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

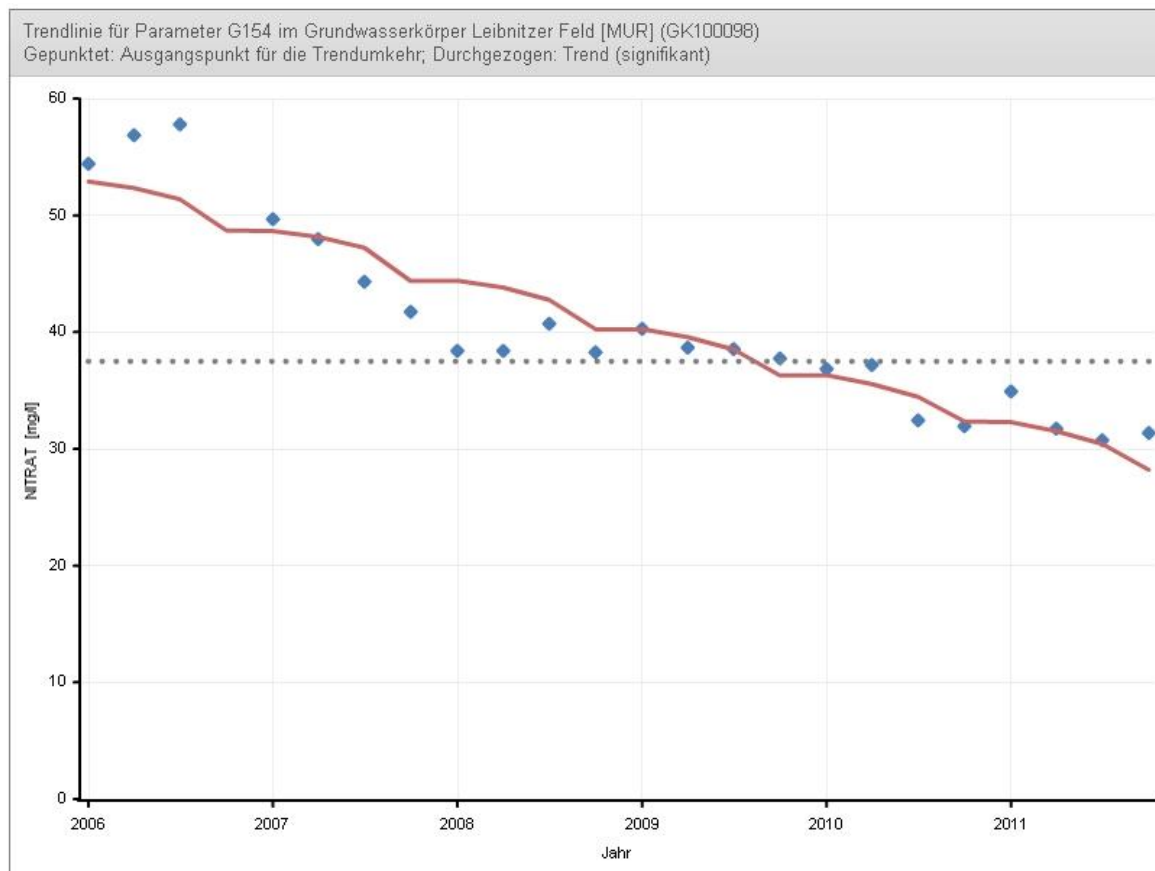


Courbe lissée et plage de confiance pour le paramètre G154 dans la masse d'eau souterraine Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098)

Tendance

Début	MAO / MA100	Valeur moyenne	Nb de stations	Nb de valeurs
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

Début	MAO / MA100	Valeur moyenne	Nb de stations	Nb de valeurs
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

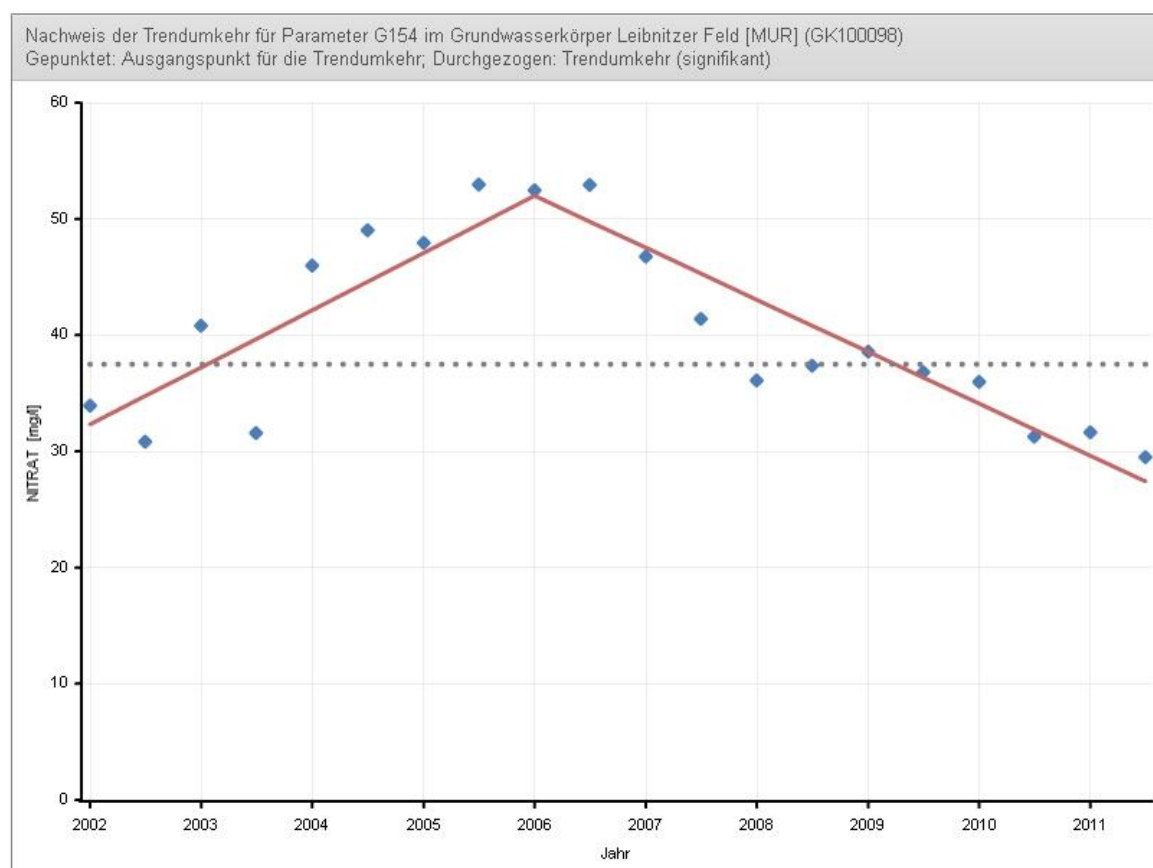


Ligne de tendance pour le paramètre G154 dans la masse d'eau souterraine Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098) / En pointillé : point de départ pour l'inversion de tendance ; ligne continue : tendance (significative)

Inversion de tendance QZVO

Début	MAO / MA100	Valeur moyenne	Nb de stations	Nb de valeurs
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

Début	MAO / MA100	Valeur moyenne	Nb de stations	Nb de valeurs
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	38,58	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



Identification de l'inversion de tendance pour le paramètre G154 dans la masse d'eau souterraine Leibnitzer Feld [MUR] (GK100098) / En pointillé : point de départ pour l'inversion de tendance ; ligne continue : tendance (significative)

Interactions

- Un clic sur « WaterStat Trendauswertung 100 » permet de retourner à la vue d'ensemble.
- Les champs « select » à côté de la masse d'eau souterraine et de la caractéristique (« Merkmal ») ainsi que le bouton « Anzeigen » (« Afficher ») permettent d'afficher un autre jeu de données.
- Un clic sur le paramètre du premier tableau donne accès à un second tableau affichant les valeurs individuelles du paramètre.
- En passant la souris sur un point de donnée du premier graphique, vous avez accès à des informations supplémentaires. Un clic sur ce point ouvre une fenêtre présentant tous les détails de la station.
- Dans les graphiques dédiés à la tendance et à l'inversion de tendance, le passage de la souris sur les points de données permet également d'afficher des informations supplémentaires.

Explications relatives aux tableaux et graphiques

Le premier tableau montre tous les résultats et le cadrage de l'identification de tendance et de la mise en évidence de l'inversion de tendance. Les valeurs d'analyse individuelles sont indiquées dans le graphique en dessous du tableau. Le deuxième graphique contient une courbe lissée et une plage de confiance sur une période de 14 ans.

Le tableau suivant représente les données agrégées sur la période correspondante (6 ans ou 8 ans) en vue du calcul de tendance et précise le nombre de stations et de valeurs prises en compte. Le graphique suivant présente la tendance.

Pour les cas où une inversion de tendance significative a été mise en évidence, un dernier tableau contient les données agrégées et un graphique montre l'inversion de tendance.

Vue détaillée station (« Messstelle »)/masse d'eau souterraine (« Grundwasserkörper »)/caractéristique (« Merkmal »)

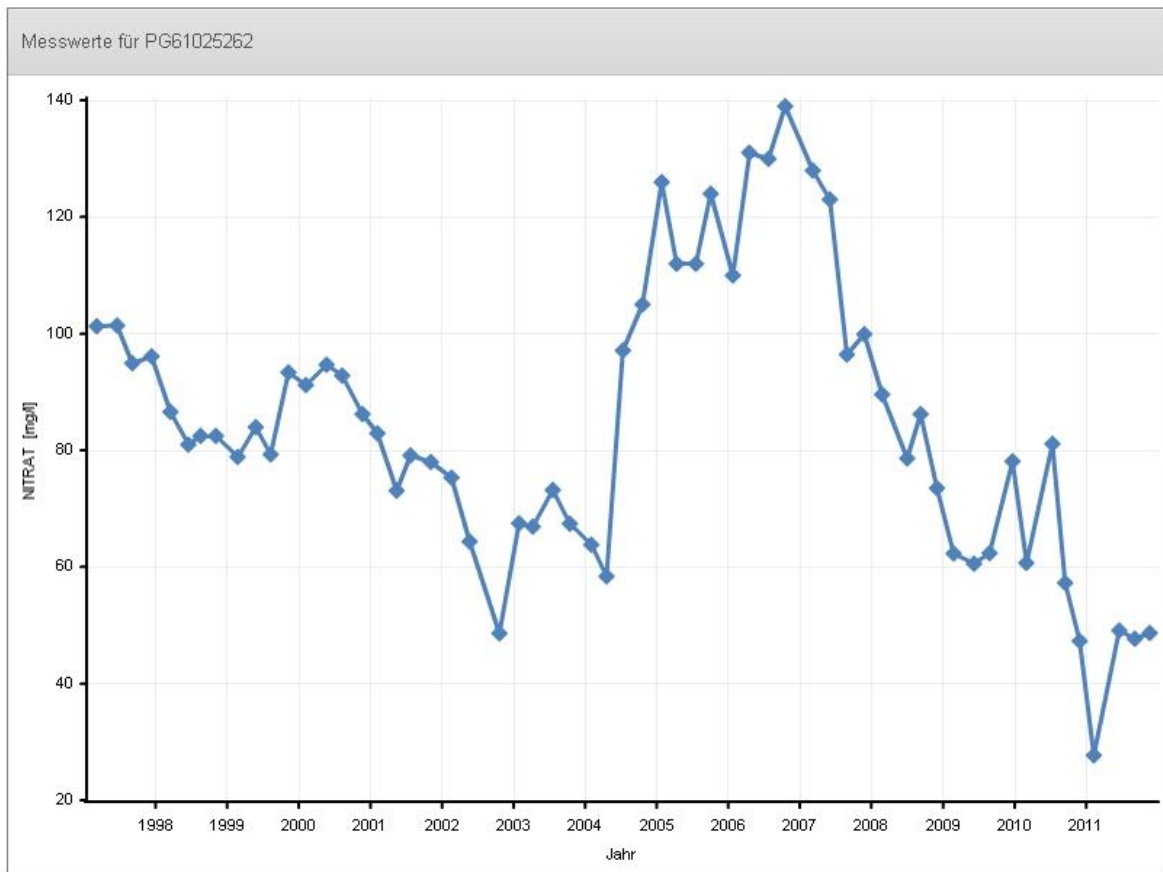
WaterStat Trendauswertung 16 > Leibnitzer Feld [MUR]/NITRAT > PG61025262

Grundwasserkörper: Leibnitzer Feld [MUR] ▼

Merkmal: NITRAT ▼

Messstelle: PG61025262 ▼

Anzeigen



Interactions

- Un clic sur « WaterStat Trendauswertung 100 » ou sur le lien suivant permet de retourner soit à la vue d'ensemble, soit à la MESout/au paramètre.
- Les champs 'Select' à côté de 'Grundwasserkörper', 'Merkmal', 'Messstelle' et le bouton « Anzeigen » permettent d'afficher un autre jeu de données.
- En passant la souris sur un point de donnée, vous avez accès à des informations supplémentaires.

Explication du graphique

Le graphique renseigne sur les différentes valeurs mesurées au droit de la station.

Valeurs de mesure Masse d'eau souterraine

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	1997-01	1997-02	1997-03	1997-04
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

Interactions

- Un clic sur « WaterStat Trendauswertung 100 » ou sur le lien suivant permet de retourner soit à la vue d'ensemble, soit à la MEsout/au paramètre.
- Les champs 'Select' à côté de 'Grundwasserkörper' et le bouton « Anzeigen » permettent d'afficher un autre jeu de données.
- Les deux liens figurant au-dessus du tableau permettent de télécharger un tableau Excel ou un fichier CSV.

Explication du tableau

Le tableau montre toutes les valeurs de mesure par trimestres.