

## Annexe 12 : Description du réseau de mesures utilisé en Rhénanie Palatinat pour le calcul des indicateurs d'état « nitrates »

*Siehe S.7 für die deutsche Version*

Auteur: LUWG, 2006

Pendant la période 2002/2003, un total de 279 points de mesure de la nappe phréatique ont été analysés dans le secteur des roches meubles du Fossé du Rhin supérieur de Rhénanie-Palatinat, points portant aussi bien sur la nappe phréatique peu profonde que sur la nappe phréatique profonde. Les points de mesure de la nappe phréatique peu profonde ont permis de réunir les statistiques suivantes pour le paramètre nitrates:

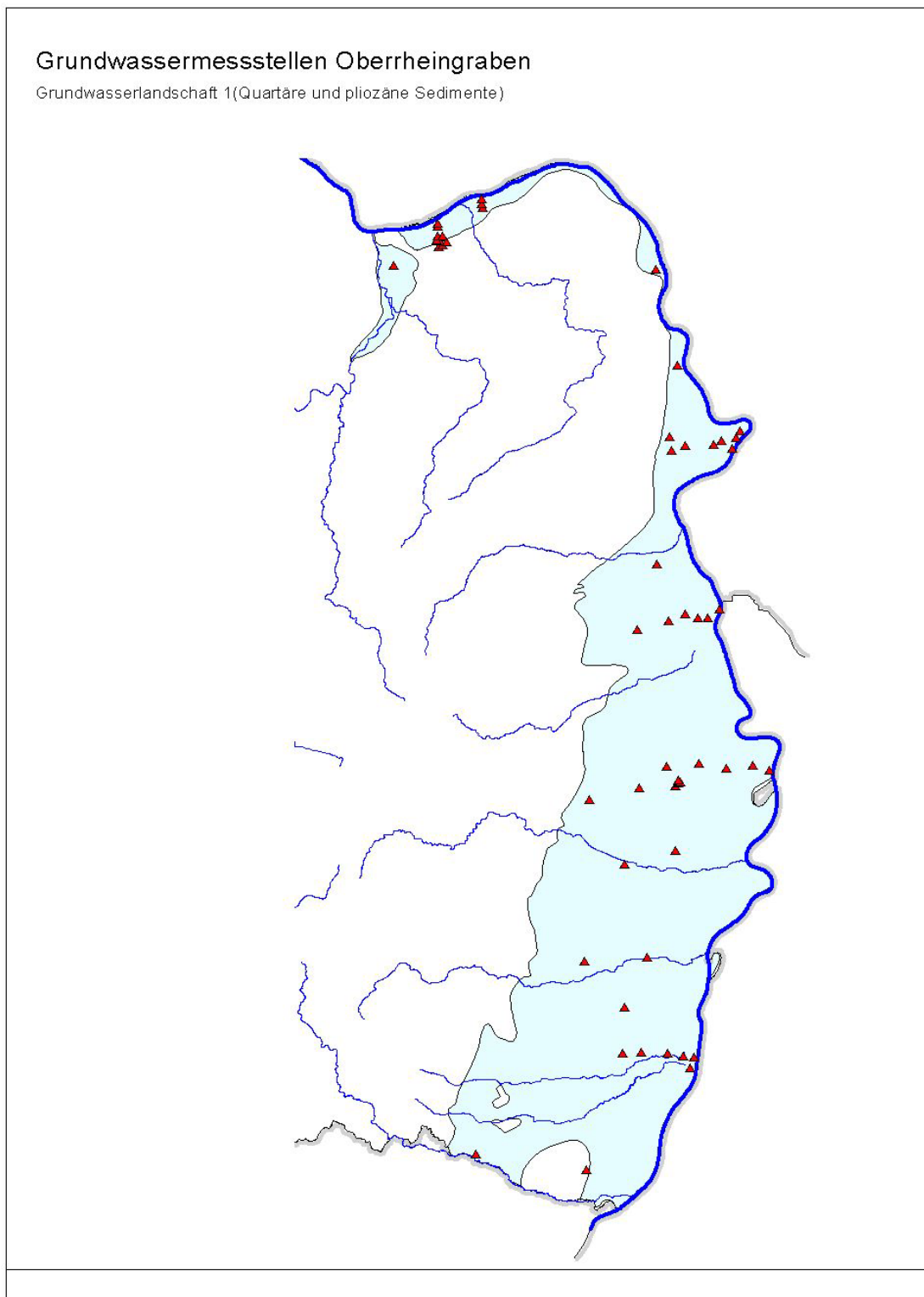
*Tab. 1: Statistiques du paramètre nitrates de la nappe phréatique peu profonde des roches meubles du Fossé du Rhin supérieur (période d'analyse : 2002/2003)*

Paramètre nitrates	2002/03
Minimum	< 0,1 mg/l
Maximum	368 mg/l
Moyenne	37,8 mg/l
Médiane	1,6 mg/l
n (nombre de points de mesure)	210

Le Land de Rhénanie-Palatinat n'ayant pas participé à l'Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur en 1996/1997, la seule valeur des analyses 2002/2003 ne peut être considérée comme un indicateur fiable de l'évolution des nitrates dans les eaux souterraines. Une particularité de la région Rhénanie-Palatinat réside dans la grande différence entre la moyenne arithmétique (37,8 mg/l) et la médiane (1,6 mg/l) des taux de nitrates mesurés (**Tab. 1**), qui résulte de la présence de nombreuses eaux souterraines sans nitrates dans un milieu réducteur.

Le débat actuel entre les partenaires du projet a en outre révélé que la seule comparaison des statistiques issues des bilans 1996/97 et 2002/03 ne pouvait constituer une donnée fiable sur l'évolution des taux de nitrates. Il s'agissait donc de vérifier si les données disponibles des pays permettent de réunir un groupe de points de mesure cohérent fournissant suffisamment de données et permettant de produire des statistiques annuelles. Dans une deuxième phase, il fallait vérifier si ces chiffres étaient assez parlants pour servir d'indicateur d'état de la pollution en nitrates des eaux souterraines.

En Rhénanie-Palatinat, la zone de roches meubles du Fossé du Rhin supérieur est actuellement équipée de 65 points de mesure des eaux souterraines relevés régulièrement. Ces points de mesure sont affectés à plusieurs réseaux de mesures. En plus du réseau de mesures de l'AEE (Agence européenne pour l'environnement) et du réseau LAWA, ces points de mesure sont disposés sur un axe transversal au Rhin et fournissent des résultats permettant d'établir une délimitation entre l'influence de la filtration par les rives et l'influence continentale sur la qualité des eaux souterraines. La répartition géographique de ces 65 points de mesure est indiquée en **Fig. 1**.



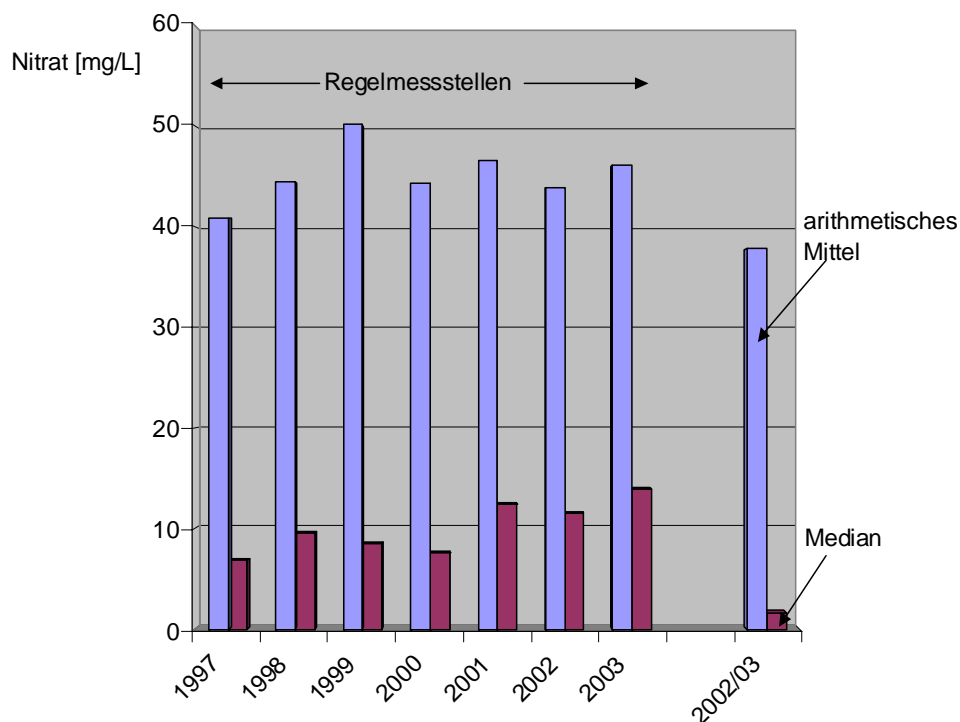
*Fig. 1: Points de mesure relevés régulièrement dans la nappe phréatique peu profonde des roches meubles du Fossé du Rhin supérieur de Rhénanie-Palatinat*

Les données fournies par les 65 points de mesure relevés régulièrement permettent, après vérification, d'établir un réseau de 44 points de mesure surveillés en continu depuis 1997. Les statistiques en résultant pour le paramètre nitrates ont été relevées comme suit :

*Tab. 2 : Statistiques relatives au paramètre nitrates issues des points de mesure relevés régulièrement sur la nappe phréatique peu profonde des roches meubles du Fossé du Rhin supérieur (période : de 1997 à 2003)*

Nitrates	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Minimum	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l
Maximum	265,1	259,3	339	304,5	257,2	268,3	293
Moyenne	40,9	44,4	50,1	44,3	46,6	43,9	46,1
Médian	6,75	9,6	8,5	7,6	12,4	11,5	14
n	44	44	44	44	44	44	44

Les statistiques relevées sur les 44 points de mesure du réseau normalisé présentent une bonne corrélation avec celles relevées en 2002/2003 sur 210 points de mesure. Les deux lots de données montrent bien la différence entre la moyenne arithmétique et la médiane des concentrations en nitrates. Quant aux moyennes des concentrations en nitrates mesurées, elles autorisent une comparaison entre les deux lots de données (Fig. 2).

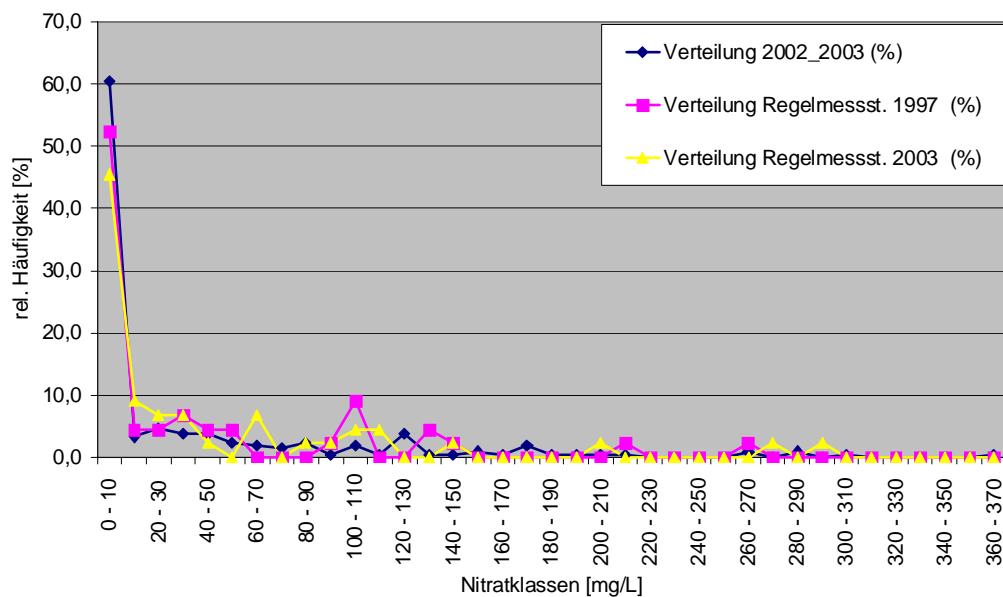


*Fig. 2 : Moyenne et médiane des concentrations en nitrates de la nappe phréatique peu profonde du Fossé du Rhin supérieur ; comparatif entre les points de mesure normalisés de 1997 à 2003 et l'ensemble des points de mesure relevés en 2002/03*

Tandis que pour les 44 points de mesure normalisés la médiane du paramètre nitrates est comprise entre 6,8 et 14 mg/l, elle n'est que de 1,6 mg/l pour l'ensemble des points de mesure relevés en 2002/03. Cette grande différence s'explique par l'accumulation de relevés de points de mesure dans une nappe phréatique de surface réduite dans le Sud de la région Vorderpfalz.

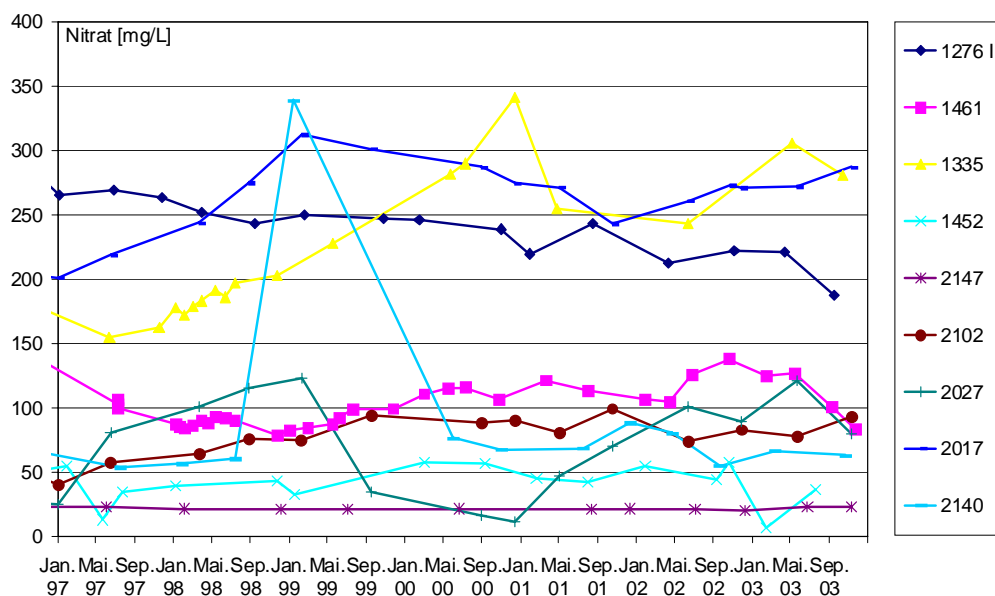
En outre, une vérification de la distribution relative des fréquences des points de mesure des deux lots de données a été réalisée pour classer ces derniers dans une classe de nitrates. Une représentation graphique a été réalisée à partir des points de mesures relevés régulièrement en 1997 et 2003 et à partir des données

disponibles du bilan 2002/03 (**Fig. 3**). En Rhénanie-Palatinat, l'amplitude des classes de nitrates est extrêmement élevée par rapport aux zones surveillées par les autres partenaires du projet, et va de la classe 0 – 10mg/l à la classe 360-370mg/l. Eu égard à la base de données disponible et aux domaines de mesures rencontrés, le résultat de cette compensation peut néanmoins être considéré comme satisfaisant. La distribution des fréquences des points de mesures normalisés de 1997 et 2003 et la distribution des fréquences des points de mesures disponibles pour le bilan 2002/2003 sont comparables. Dans tous les lots de données, la classe de mesure 0 – 10mg/l de la zone du Fossé du Rhin supérieur située en Rhénanie-Palatinat est la plus représentée avec 46 – 61% des points de mesure relevés. Néanmoins, cette classe n'inclut pas des points de mesure représentant l'origine naturelle des concentrations de nitrates dans les eaux souterraines, mais reflétant les fréquentes zones à milieu réducteur de la région Vorderpfalz.

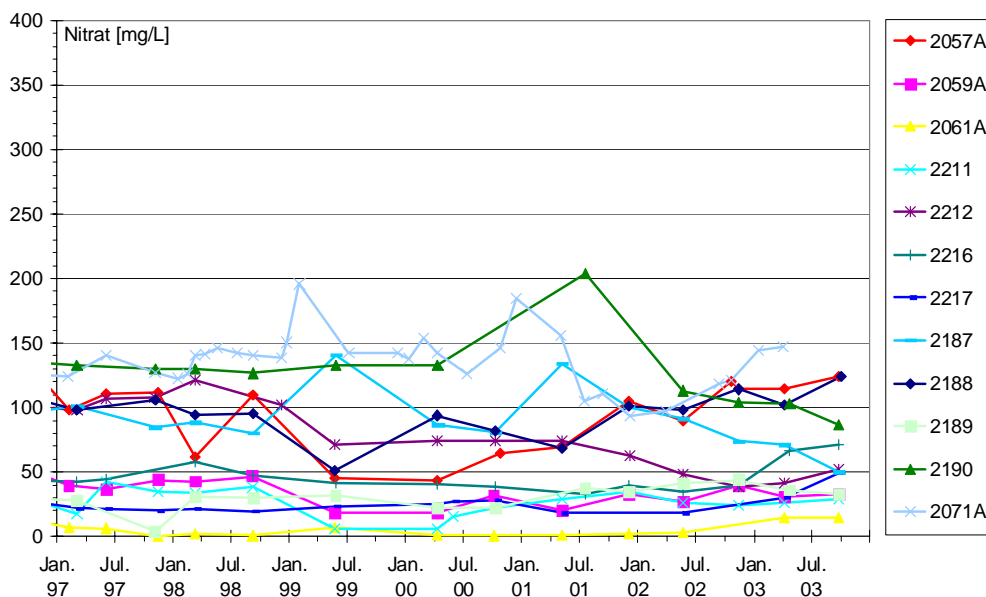


*Fig. 3: Distribution relative des fréquences des points de mesure de la nappe phréatique peu profonde pour le paramètre nitrates*

En guise de conclusion, on peut dire que les principales données statistiques issues des 44 points de mesure normalisés sont tout à fait représentatives du groupe de points de mesure disponibles pour le bilan 2002/2003. Cependant, la comparaison des moyennes et médianes des concentrations en nitrates de chaque année de 1997 à 2003 (voir Fig. 2) ne permet pas d'en déduire une tendance claire. Entre 1997 et 1999, la moyenne des concentrations de nitrates augmente de 41 à 50 mg/l pour ensuite osciller entre 44 et 46 mg/l. En revanche, la médiane passe de 7 à 14 mg/l, évolution que l'on ne peut juger significative. Par rapport aux courbes individuelles des points de mesure chargés en nitrates (**Fig. 4 et 5**), les principales données statistiques – y compris dans le groupe des 44 points de mesure – sont fortement marquées par des événements ponctuels. Mais si l'on considère les statistiques de points de mesure ayant une forte influence sur l'ensemble des données (par ex. 2140, 1335), l'indicateur apparaît très plat.



**Fig. 4:** Courbe des concentrations en nitrates des points de mesure de la nappe phréatique peu profonde des roches meubles du Fossé du Rhin supérieur dans la région frontalière Sud du Land jusqu'à Mayence



**Fig. 5:** Courbe des concentrations en nitrates des points de mesure de la nappe phréatique peu profonde des roches meubles du Fossé du Rhin supérieur dans la région comprise entre Mayence et Bingen

**Synthèse :** la moyenne arithmétique et la médiane des concentrations en nitrates d'un groupe de points de mesure cohérent relevés sur des intervalles équidistants, constituent un indicateur viable pour décrire l'état (immissions) de la nappe phréatique peu profonde. Néanmoins, ces données ne prennent toute leur signification que sur une période de contrôle assez longue et moyennant une démarche globale par un indicateur de pollution restant encore à développer (émissions).



## Annexe Tableau des 44 points de mesure normalisés

N° du point de mesure	Point de mesure	Réseau
2379103000	1218 Limburgerhof, -	Profil
2379116500	1242 I Altrip, -	Profil
2375196500	1273 I Leimersheim, -	LAWA
2375197600	1274 I Rülzheim, -	AEE
2375199800	1276 I Neupotz, Hardtwald	Profil
2375222100	1277 I Leimersheim, -	Profil
2375224300	1278 Leimersheim, -	Profil
2377147400	1303 I Lustadt, -	AEE
2379165300	1324 Böhl-Iggelheim, -	LAWA
2391100800	1328 I Dannstadt-Schauernheim, Münchhof	AEE
2391177700	1335 Beindersheim, -	Profil
2391197000	1336 I Kfr St Frankenthal/Pf., Petersau	AEE
2372160300	1339 I Schweighofen, -	AEE
2391195900	1368 Bobenheim-Roxheim, Petersau	Profil
2391151800	1374 Kfr St Frankenthal/Pf., Mörsch	Profil
2391117600	1380 Bobenheim-Roxheim, -	Profil
2379107400	1409 Neuhofen, -	LAWA
2377139400	1450 Essingen, -	LAWA
2391264500	1452 Böhl-Iggelheim, Böhl	LAWA
2378117200	1458 I Kfr St Neustadt a.d.W., H3I Geinsh.	LAWA
2379113200	1461 Schifferstadt, Queckbrunnerhof	LAWA
2395164700	2017 Mettenheim, -	AEE
2395169100	2025 A Hamm, -	LAWA
2395138500	2027 Hamm, -	Profil
2517136500	2057 A Ingelheim am Rhein, -	AEE
2517146700	2059 A Ingelheim am Rhein, -	Profil
2517156900	2061 A Ingelheim am Rhein, -	Profil
2549161700	2071 A Bingen am Rhein, Dietersheim	LAWA
2395111500	2102 Eich, -	Profil
2395113700	2104 Eich, -	Profil
2395133000	2105 Hamm, -	Profil
2395119200	2106 Eich, -	Profil
2397188100	2135 Dienheim, -	AEE
2397195000	2140 Nackenheim, -	LAWA
2392150000	2147 I Kfr St Worms, Pfifflicgheim	AEE
2536140700	2187 Gau-Algesheim, -	Profil
2536150900	2188 Gau-Algesheim, -	LAWA
2536160000	2189 Gau-Algesheim, -	Profil
2536170200	2190 Gau-Algesheim, -	Profil
2395178200	2200 I Alsheim, -	LAWA
2536103200	2211 Ingelheim am Rhein, -	Profil
2536104300	2212 Gau-Algesheim, -	Profil
2536108700	2216 Gau-Algesheim, -	Profil
2536109800	2217 Ingelheim am Rhein, -	Profil

## Anhang 12: Beschreibung des in Rheinland-Pfalz zur Berechnung der Nitrat-Zustandsindikatoren verwendeten Messnetzes

Autor: LUWG, 2006

Im Zeitraum 2002/2003 wurden im Bereich der Lockergesteine des Oberrheingrabens in Rheinland-Pfalz insgesamt 279 Grundwassermessstellen untersucht, die sowohl dem oberflächennahen wie auch dem tieferen Grundwasser zugeordnet werden können. Für die Messstellen des oberflächennahen Grundwassers ergeben sich für den Parameter Nitrat folgende statistische Kennzahlen:

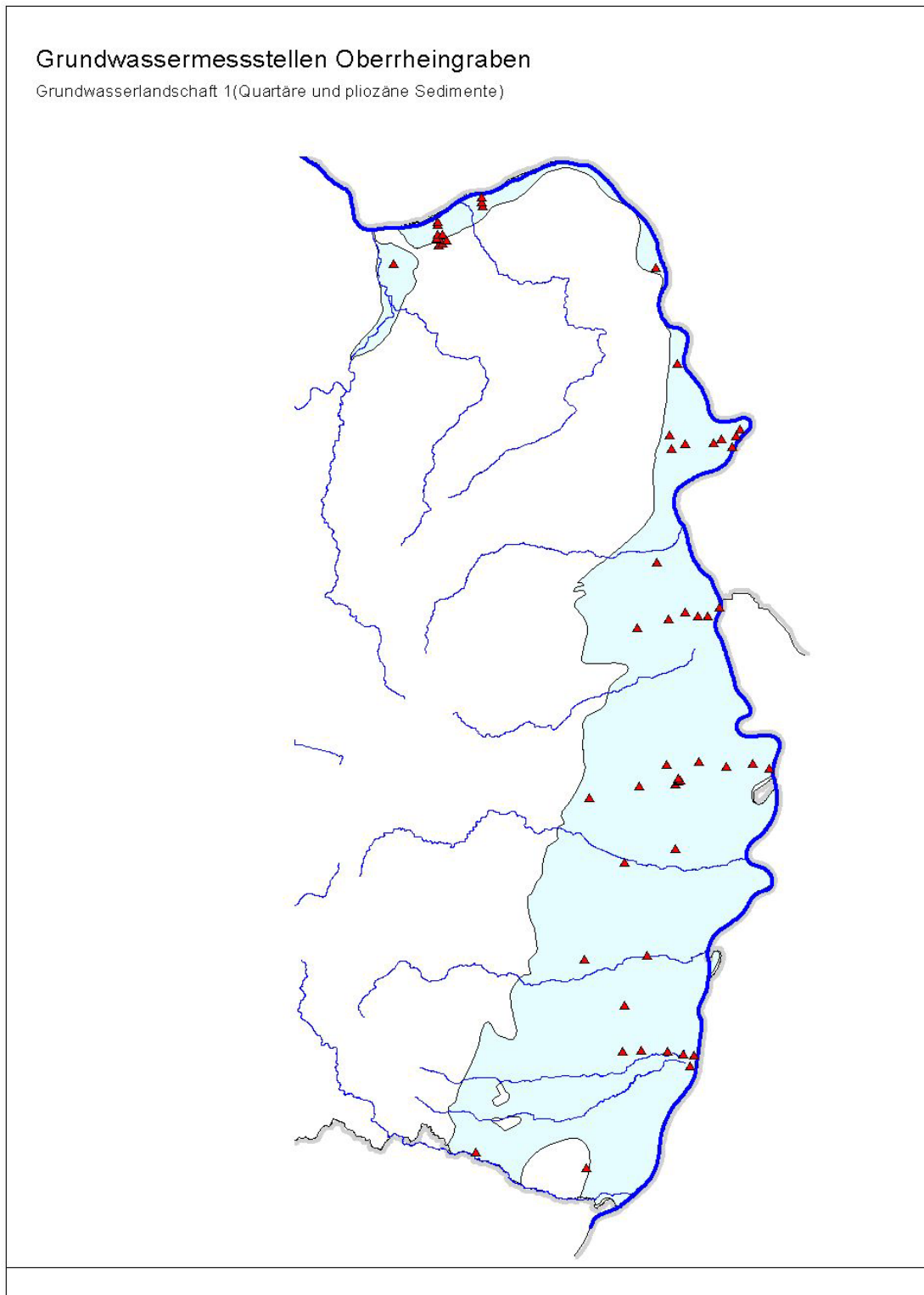
*Tab. 1: Statistische Kennzahlen für den Parameter Nitrat im oberflächennahen Grundwasser der Lockergesteine des Oberrheingrabens (Untersuchungszeitraum 2002/2003)*

Parameter Nitrat	2002/03
Minimum	< 0,1 mg/l
Maximum	368 mg/l
Mittelwert	37,8 mg/l
Median	1,6 mg/l
n (Anzahl der Messstellen)	210

Da Rheinland-Pfalz an der Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben 1996/1997 nicht teilgenommen hat, ist auf Basis allein der Werte aus 2002/2003 ein Indikator zur Nitratentwicklung im Grundwasser nicht zu entwickeln. Eine Besonderheit stellt in Rheinland-Pfalz die hohe Differenz zwischen arithmetischem Mittel (37,8 mg/L) und Median (1,6 mg/L) der gemessenen Nitratwerte dar (**Tab. 1**). Dies resultiert aus dem verbreiteten Vorkommen von nitratfreien Grundwässern mit reduzierendem Milieu.

Die aktuelle Diskussion zwischen den Projektpartnern ergab zudem, dass allein der Vergleich statistischer Kennzahlen der Bestandsaufnahmen 1996/97 und 2002/03 keine gesicherte Aussage zum Nitratrend erwarten lässt. Zu prüfen war, ob sich aus dem vorhandenen Datenbestand der Länder eine konsistente Messstellengruppe mit ausreichender Datenbasis generieren lässt, die eine jährliche Ermittlung der statistischen Kennzahlen ermöglicht. In einem weiteren Schritt war zu prüfen, welche Aussagekraft diesen Kennzahlen als möglichem Zustandsindikator der Nitratbelastung des Grundwassers zugemessen werden kann.

Im Bereich der Lockergesteine des Oberrheingrabens werden in Rheinland-Pfalz derzeit 65 Grundwassermessstellen regelmäßig untersucht. Diese Messstellen sind verschiedenen Messnetzen zugeordnet. Neben dem EUA-Messnetz (Europäische Umweltagentur) sowie dem LAWA-Grundmessnetz handelt es sich dabei um Messstellen, welche in Querprofilen zum Rhein angeordnet sind. Deren Untersuchungsergebnisse lassen eine Abgrenzung von Uferfiltrateinfluss und landseitigem Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit erkennen. Die räumliche Verteilung dieser 65 Messstellen geht aus **Abb. 1** hervor.



*Abb. 1: Regelmäßig untersuchte Messstellen des oberflächennahen Grundwassers der Lockergesteine im Oberrheingraben von Rheinland-Pfalz*

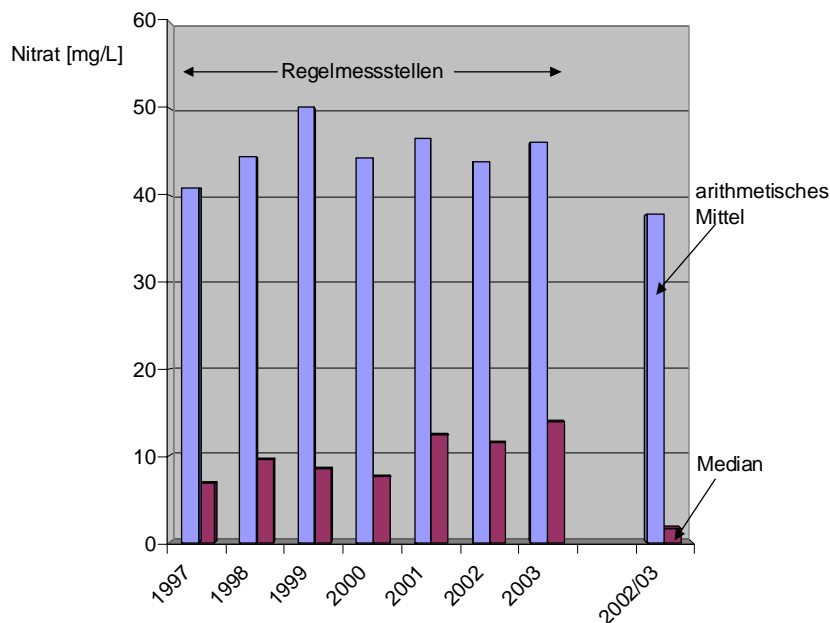
Aus dem Datenbestand der 65 regelmäßig untersuchten Messstellen verbleibt nach näherer Prüfung ein aus insgesamt 44 Messstellen bestehendes Messnetz, das seit 1997 kontinuierlich beobachtet wird. Die Ermittlung der entsprechenden statistischen Kennzahlen für den Parameter Nitrat ergibt folgendes Bild:



**Tab. 2:** Statistische Kennzahlen für den Parameter Nitrat von regelmäßig untersuchten Messstellen des oberflächennahen Grundwassers der Lockergesteine im Oberheingraben (Zeitraum 1997 bis 2003)

Nitrat	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Minimum	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l
Maximum	265,1	259,3	339	304,5	257,2	268,3	293
Mittelwert	40,9	44,4	50,1	44,3	46,6	43,9	46,1
Median	6,75	9,6	8,5	7,6	12,4	11,5	14
n	44	44	44	44	44	44	44

Die für die 44 Messstellen aus dem Regelmessnetz ermittelten statistischen Kenndaten korrelieren recht gut mit denen der in den Jahren 2002/2003 untersuchten Messstellen (Anzahl 210). Beide Datenkollektive lassen die hohe Differenz zwischen arithmetischem Mittelwert und Median der Nitratkonzentrationen erkennen. Dabei liegen die Mittelwerte der gemessenen Nitratkonzentrationen beider Datenkollektive in einem für deren Vergleichbarkeit tolerierbaren Rahmen (**Abb. 2**).



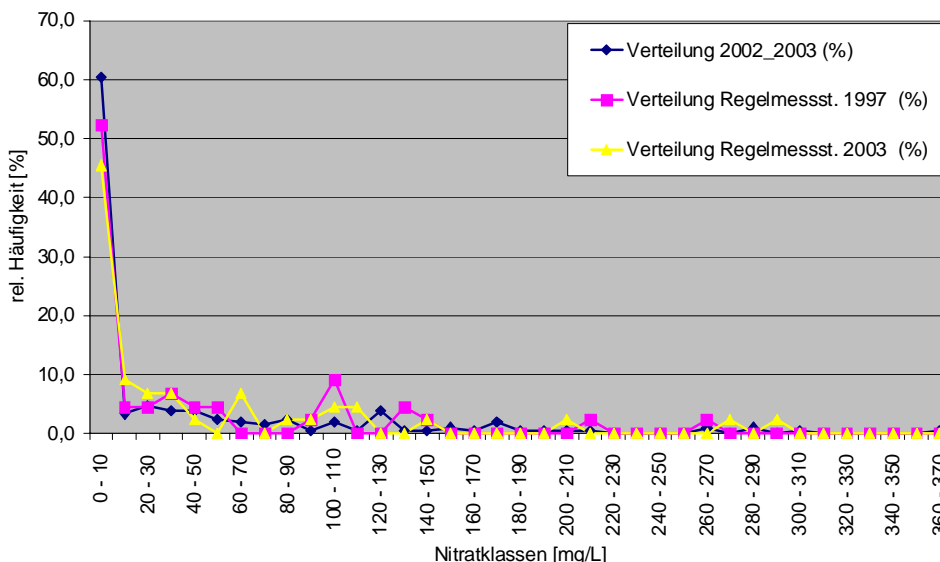
**Abb.2:** Mittelwert und Median der Nitratkonzentrationen des oberflächennahen Grundwassers im Oberrhein-graben; Vergleich der Regelmessstellen 1997 bis 2003 mit allen 2002/03 untersuchten Messstellen

Während bei den 44 Regelmessstellen der Median für den Parameter Nitrat zwischen 6,8 und 14mg/L liegt, beträgt er für die Messstellen der Periode 2002/03 nur geringe 1,6mg/L. Diese hohe Differenz ist darauf zurückzuführen, dass 2002/03 eine lokale Häufung untersuchter Messstellen in reduzierenden Grundwässern der südlichen Vorderpfalz auftrat.

Des Weiteren wurde die relative Häufigkeitsverteilung der Messstellen beider Datenkollektive hinsichtlich ihrer Zuordnung zu einer Nitratklasse geprüft. Grafisch aufbereitet wurden die Jahre 1997 und 2003 der regelmäßig untersuchten Messstellen sowie die für die Bestandsaufnahme 2002/03 zur Verfügung stehenden Daten (**Abb. 3**). Die Spannweite der Nitratklassen ist in Rheinland-Pfalz im Vergleich zu den Bearbeitungsgebieten der anderen Projektpartner außerordentlich hoch und reicht von der Klasse 0 – 10mg/L bis zur Klasse 360-370mg/L. In Anbetracht der zur Verfügung stehenden Datenbasis und in Verbindung mit den anzutreffenden Messwertspannen ist das Ergebnis dieses Datenabgleichs jedoch als zufriedenstellend zu bezeichnen. Die Häufigkeitsverteilung der Regelmessstellen für die Jahre 1997 und 2003 sowie die Häufigkeitsverteilung der für

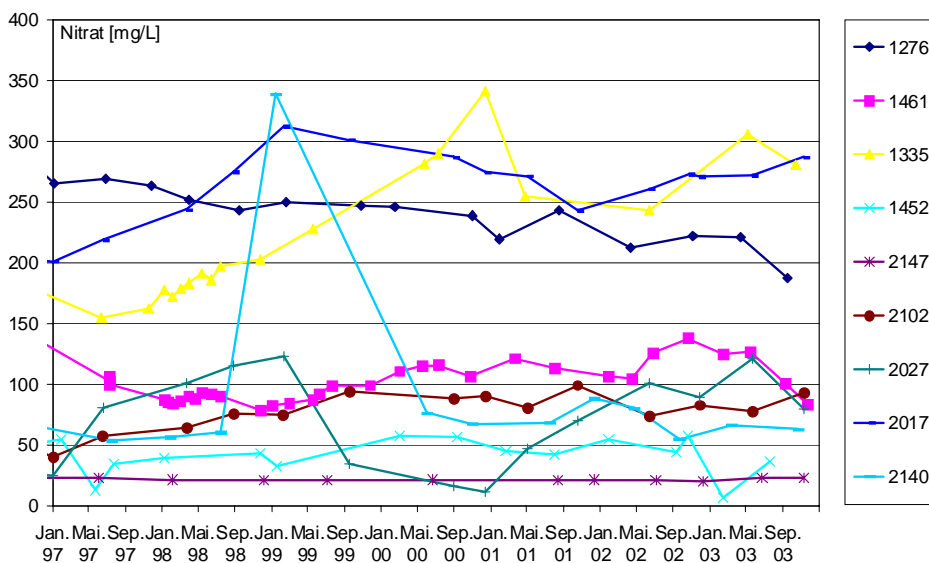


die Bestandsaufnahme 2002/2003 zur Verfügung stehenden Messstellen sind vergleichbar. Am weitesten vertreten ist in allen Datenkollektiven die für den rheinland-pfälzischen Anteil des Oberrheingraben typische Messwertklasse 0 – 10mg/L mit 46 – 61% der untersuchten Messstellen. Diese Messwertklasse umfasst hier jedoch nicht Messstellen, die den natürlichen Hintergrund der Nitratkonzentrationen im Grundwasser repräsentieren, sondern sie spiegelt die in der Vorderpfalz verbreitet anzutreffenden Gebiete mit reduzierenden Grundwassermilieu wieder.

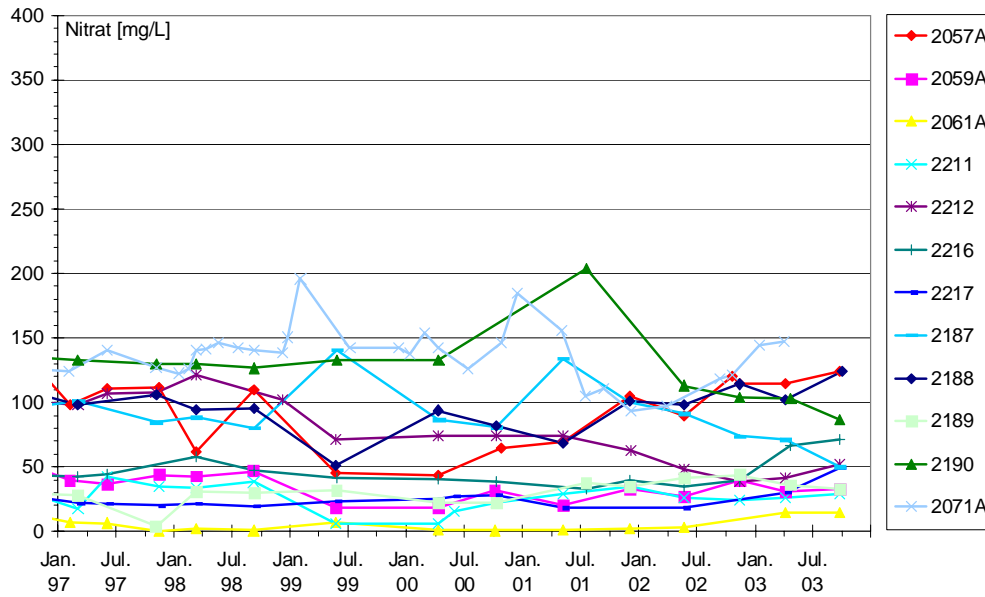


**Abb. 3:** Relative Häufigkeitsverteilung von oberflächennahen Grundwassermessstellen für den Parameter Nitrat

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass die statistischen Hauptkennzahlen der ausgewählten 44 Regelmessstellen durchaus repräsentativ sind für die Messstellengruppe, welche für die Bestandsaufnahme 2002/2003 zur Verfügung steht. Aus einem Vergleich der Mittelwerte und Mediane der Nitratkonzentrationen der Einzeljahre von 1997 bis 2003 (vgl. **Abb. 2**) ist eine signifikante Tendaussage derzeit aber nicht abzuleiten.



**Abb. 4:** Ganglinien der Nitratkonzentrationen von Messstellen des oberflächennahen Grundwassers der Lockergesteine des Oberrheingraben im Bereich südlichen Landesgrenze bis Mainz



**Abb. 5:** Ganglinien der Nitratkonzentrationen von Messstellen des oberflächennahen Grundwassers der Lockergesteine des Oberrheingrabens im Bereich Mainz bis Bingen

Von 1997 bis 1999 steigt der Mittelwert der Nitratkonzentrationen von 41 auf 50mg/L um danach zwischen 44 und 46mg/L zu pendeln. Demgegenüber steigt der Median von 7 auf 14mg/L ohne dass diese Entwicklung jedoch als signifikant einzustufen wäre. Im Vergleich mit den individuellen Nitratganglinien der nitratbelasteten Messstellen (Abb. 4 und 5) zeigt sich, dass die statistischen Hauptkennzahlen - auch bei einem Kollektiv von 44 Messstellen – stark durch Einzelereignisse geprägt werden. Werden die Statistik stärker beeinflussende Messstellen aber dem Gesamtkollektiv entnommen (z.B. 2140, 1335), wird der Indikator damit sehr schnell stumpf.

**Resümee:** Das arithmetische Mittel und der Median der Nitratkonzentrationen einer konsistenten Messstellengruppe mit weitgehend äquidistanten Beprobungsintervallen stellt einen anwendbaren Indikator der Zustandsbeschreibung (Immissionen) des oberflächennahen Grundwassers dar. Er erhält seine Signifikanz jedoch erst durch eine ausreichend lange Beobachtungsdauer sowie durch die gesamtheitliche Betrachtung mit einem noch zu entwickelnden Belastungsindikator (Emissionen).



Anlage Tabelle der 44 ausgewählten Regelmessstellen

Messstellenummer	Messstelle	Messnetz
2379103000	1218 Limburgerhof, -	Profil
2379116500	1242 I Altrip, -	Profil
2375196500	1273 I Leimersheim, -	LAWA
2375197600	1274 I Rülzheim, -	EUA
2375199800	1276 I Neupotz, Hardtwald	Profil
2375222100	1277 I Leimersheim, -	Profil
2375224300	1278 Leimersheim, -	Profil
2377147400	1303 I Lustadt, -	EUA
2379165300	1324 Böhl-Iggelheim, -	LAWA
2391100800	1328 I Dannstadt-Schauernheim, Münchhof	EUA
2391177700	1335 Beindersheim, -	Profil
2391197000	1336 I Kfr St Frankenthal/Pf., Petersau	EUA
2372160300	1339 I Schweighofen, -	EUA
2391195900	1368 Bobenheim-Roxheim, Petersau	Profil
2391151800	1374 Kfr St Frankenthal/Pf., Mörsch	Profil
2391117600	1380 Bobenheim-Roxheim, -	Profil
2379107400	1409 Neuhofen, -	LAWA
2377139400	1450 Essingen, -	LAWA
2391264500	1452 Böhl-Iggelheim, Böhl	LAWA
2378117200	1458 I Kfr St Neustadt a.d.W., H3I Geinsh.	LAWA
2379113200	1461 Schifferstadt, Queckbrunnerhof	LAWA
2395164700	2017 Mettenheim, -	EUA
2395169100	2025 A Hamm, -	LAWA
2395138500	2027 Hamm, -	Profil
2517136500	2057 A Ingelheim am Rhein, -	EUA
2517146700	2059 A Ingelheim am Rhein, -	Profil
2517156900	2061 A Ingelheim am Rhein, -	Profil
2549161700	2071 A Bingen am Rhein, Dietersheim	LAWA
2395111500	2102 Eich, -	Profil
2395113700	2104 Eich, -	Profil
2395133000	2105 Hamm, -	Profil
2395119200	2106 Eich, -	Profil
2397188100	2135 Dienheim, -	EUA
2397195000	2140 Nackenheim, -	LAWA
2392150000	2147 I Kfr St Worms, Pfifflicgheim	EUA
2536140700	2187 Gau-Algesheim, -	Profil
2536150900	2188 Gau-Algesheim, -	LAWA
2536160000	2189 Gau-Algesheim, -	Profil
2536170200	2190 Gau-Algesheim, -	Profil
2395178200	2200 I Alsheim, -	LAWA
2536103200	2211 Ingelheim am Rhein, -	Profil
2536104300	2212 Gau-Algesheim, -	Profil
2536108700	2216 Gau-Algesheim, -	Profil
2536109800	2217 Ingelheim am Rhein, -	Profil