

Regionaler Themenbericht

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe
Arzneimittelwirkstoffe
Perfluorierte Tenside

Sonderuntersuchungen im Grundwasser Ostfrieslands 2000 bis 2010





Regionaler Themenbericht

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Arzneimittelwirkstoffe Perfluorierte Tenside

Sonderuntersuchungen im Grund- wasser Ostfrieslands 2000 bis 2010



Herausgeber:
Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Direktion
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Verfasser:
Dipl. Ing. Andreas Roskam
Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Betriebsstelle Aurich
Oldersumer Straße 48
26603 Aurich

Titelbild:
Brunnenkopf im Wasserwerk Hage der Wirt-
schaftsbetriebe der Stadt Norden GmbH
(Foto NLWKN)

Kartengrundlagen:
Auszug aus den Geobasisdaten der Nieder-
sächsischen Vermessungs- und Katasterver-
waltung © 2005

Bildnachweis:
Seite 19 Bundesamt für Verbraucherschutz
und Lebensmittelsicherheit (BVL),
Seite 26 Forum Bodenschutz und Altlasten
Alle anderen Bilder NLWKN

1. Auflage: Juli 2010

Bezug:
Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Veröffentlichungen
Göttinger Chaussee 76
30453 Hannover
www.nlwkn.niedersachsen.de

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----------|
| 1 Einleitung | 4 |
| 2 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) | 5 |
| 2.1 Grundwasseruntersuchungen in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung (TrinkwV)..... | 6 |
| 2.2 Untersuchungen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) | 9 |
| 2.3 Untersuchungen des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD)..... | 11 |
| 2.4 Häufig gefundene Wirkstoffe | 14 |
| 2.5 Handlungsfelder und Empfehlungen..... | 18 |
| 3 Arzneimittelwirkstoffe | 20 |
| 3.1 Untersuchte Wirkstoffe | 21 |
| 3.2 Kriterien der Messstellenauswahl | 22 |
| 3.3 Ergebnisse der Untersuchungen..... | 25 |
| 3.4 Ausblick und Empfehlungen | 25 |
| 4 Perfluorierte Tenside (PFT) | 27 |
| 4.1 Untersuchte Verbindungen | 28 |
| 4.2 Kriterien der Messstellenauswahl | 28 |
| 4.3 Ergebnisse der Untersuchungen..... | 30 |
| 4.4 Ausblick und Empfehlungen | 31 |
| 5 Zusammenfassung | 32 |
| 6 Literaturverzeichnis | 34 |

TABELLEN

| | |
|--|----|
| Tabelle 1 Wirkstoffbefunde 2000 bis 2009 bei Untersuchungen in Anlehnung an TrinkwV-Liste..... | 9 |
| Tabelle 2 Wirkstoffbefunde 2005 bis 2009 nach EG-WRRL-Untersuchungen..... | 11 |
| Tabelle 3 Wirkstoffbefunde 2008 bis 2009 nach regionalen GLD-Untersuchungen..... | 14 |
| Tabelle 4 Die zehn am häufigsten im Grundwasser Ostfrieslands gefundenen Wirkstoffe 2000 bis 2009... | 15 |
| Tabelle 5 Arzneimittelwirkstoffe auf die im Grundwasser Ostfrieslands 2009 untersucht wurde..... | 22 |
| Tabelle 6 Naphthalin-1,5-Disulfonat Befunde 2009 im Grundwasser Ostfrieslands | 25 |
| Tabelle 7 Beispielwirkstoffe aus der Gruppe der Pyrethroide | 26 |
| Tabelle 8 Untersuchte PFT Verbindungen 2010 in Oberflächengewässern, Sediment und Grundwasser... | 28 |
| Tabelle 9 Grundwassermessstellen an denen PFT-Untersuchungen durchgeführt wurden..... | 30 |

ABBILDUNGEN

| | |
|--|----|
| Abbildung 1 Insgesamt 225 Untersuchungsstellen auf PSM durch Wasserversorgungsunternehmen nach TrinkwV-Liste 2000 bis 2009 | 8 |
| Abbildung 2 Untersuchungsstellen auf PSM nach EG-WRRL 2005 bis 2009 | 10 |
| Abbildung 3 Untersuchungsstellen auf PSM nach regionaler Wirkstoffliste des GLD 2008 bis 2009..... | 13 |
| Abbildung 4 Streuung der Einzelbefunde der drei am häufigsten nachgewiesenen Wirkstoffe..... | 16 |
| Abbildung 5 Alle 29 Grundwassermessstellen mit Pflanzenschutzmittelbefunden 2000 bis 2009..... | 17 |
| Abbildung 6 Untersuchungsstellen auf Arzneimittelwirkstoffe des regionalen GLD 2009..... | 24 |
| Abbildung 7 Untersuchungsstellen auf PFT in Oberflächengewässern, Sediment u. Grundwasser 2010.... | 29 |

ANLAGEN

| | |
|------------------------------------|----|
| Anlage 1 PSM Wirkstofflisten | 35 |
|------------------------------------|----|

1 Einleitung

Die zentralen Fragen der Grundwasserbewirtschaftung und der Grundwassergüte wie z.B. Nährstoffbelastung, Versalzung durch Meerwasserintrusion oder Salzstockablaugungen, aber auch Versauerung und Schwermetallmobilisierung bestimmen das Tagesgeschäft der Akteure in Wasserversorgung, Grundwasserschutz und der naturwissenschaftlichen Untersuchung der Grundwasserqualität.

Die dort betrachteten Inhaltsstoffe bewegen sich in Konzentrationen einiger Milligramm pro Liter (mg/l) bis hin zu mehreren Gramm pro Liter (g/l) z.B. bei der Küstenversalzung und haben Einfluss auf die Nutzung als Trinkwasser (Staatliches Amt für Wasser und Abfall 1997).

Die vorliegende Publikation widmet sich erstmalig in dieser Ausprägung Stoffen, die unter dem Begriff **Mikroverunreinigungen** zusammengefasst werden können und sich dadurch auszeichnen, dass sie nur in Spuren im Grundwasser nachgewiesen werden können.

Die Messbereiche liegen hier zwischen 50 Nanogramm pro Liter (ng/l) bis hin zu mehreren Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$). Zu diesen Stoffen gehören z.B. Arzneimittel und hormonell wirkende Stoffe, Pestizide und Industriechemikalien, die weltweit in vielen Ökosystemen festgestellt werden und meist biologisch nur schwer oder nicht abbaubar sind.

Wenn diese Mikroverunreinigungen festgestellt werden, dann im Regelfall in sehr geringen Konzentrationen, die mit Ausnahme einiger sehr toxischer Substanzen kaum eine akute Wirkung auf Wasserorganismen oder den Menschen haben. Weitestgehend unerforscht ist jedoch die dauerhafte, chronische Einwirkung von geringsten Dosen z.B. auf die menschliche Gesundheit und die Wechselwirkungen verschiedener Spurenstoffe untereinander.

Der Grenzwert für Pflanzenschutzmittel (PSM) im Trinkwasser ist gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV) $0,1 \mu\text{g/l}$ für die Einzelsubstanz und $0,5$

$\mu\text{g/l}$ für die Summe mehrerer Wirkstoffe. Für Arzneimittelwirkstoffe oder perfluorierte Tenside (PFT) gibt es solche Grenzwerte nicht. Trinkwasser sollte jedoch frei sein von diesen Stoffen! Als Orientierungswert für das Grundwasser sind für alle drei ausgewerteten Parametergruppen ebenfalls die $0,1 \mu\text{g/l}$ geeignet, dies entspricht z.B. für PSM auch der *Qualitätsnorm* der EG-Wasserrahmenrichtlinie bzw. für PFT dem Gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) des Umweltbundesamtes.

Die Bestimmung dieser Parameter ist erst durch moderne Analyseverfahren möglich geworden, aber dennoch weiterhin recht aufwändig und dementsprechend kostenintensiv und wird daher nicht routinemäßig durchgeführt. Eine Ausnahme bilden die Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, für die es durch die Trinkwasserverordnung und regelmäßige Rohwasseruntersuchungen eine recht gute Datenbasis gibt, die jedoch bislang nicht zusammenfassend ausgewertet wurde.

Der NLWKN betreibt in Ostfriesland etwa 400 Grundwassermessstellen, von denen für rund 120 Messstellen chemische Analysen vorliegen. Der untersuchte Parameterumfang variiert je nach Fragestellung und Messprogramm.

Die elf **Wasserversorgungsunternehmen** in Ostfriesland betreiben 18 Wasserwerke auf dem Festland und den Inseln. Zur Überwachung der Grundwasserqualität in den Einzugsgebieten dieser Wasserwerke analysieren sie in etwa 320 Grundwasser- und Rohwassermessstellen die Wasserinhaltsstoffe regelmäßig auf Grundlage des § 89 Niedersächsisches Wassergesetz (NWG). Das Grundwasser in weiteren 200 bis 300 Messstellen wird in Eigenverantwortung durch die Wasserversorgungsunternehmen flexibel und situationsabhängig analysiert. Diese ergänzenden Untersuchungen dienen z.B. der Erfolgskontrolle von Maßnahmen zum Grundwasserschutz oder allgemein der Qualitätskontrolle im Einzugsgebiet.

Sowohl die Stammdaten als auch die Analysedaten der Grundwassermessstellen der Wasserversorger und des GLD werden mit dem gleichen Datenbankprogramm vorgehalten, so dass dem Gewässerkundlichen Landesdienst für regionale Betrachtun-

gen und Auswertungen geprüfte Grundwasserdaten digital zur Verfügung stehen.

Für den vorliegenden Bericht wurden die Grundwasseranalysen der Jahre 2000 bis 2009 bezüglich PSM ausgewertet. Für Arzneimittelwirkstoffe sind 2009 und für PFT 2010 eigens durchgeführte Untersuchungen zugrunde gelegt worden.



Grundwassermessstelle R 130 CHARLOTTENPOLDER des NLWKN unmittelbar an einer Bahnstrecke

2 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM)

Gesetzliche Grundlage für den Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ist das Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) vom 14.05.1986, zuletzt geändert am 29.07.2009. Nach § 1 ist ein Zweck des Pflanzenschutzgesetzes *„Gefahren abzuwenden, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können“*.

Unter Naturhaushalt definiert das PflSchG in § 2 *„seine Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen“*.

Einen unmittelbaren Bezug zum Grundwasser erhält das PflSchG unter § 2a, dort heißt es, dass es *„zur guten fachlichen Praxis gehört, dass die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und der Schutz des Grundwassers berücksichtigt werden“*.

Die Gefährdung des Grundwassers durch Pflanzenschutzmittel wird zum einen durch die Stoffeigenschaften Persistenz und Mobilität sowie der Toxizität bestimmt. Zum anderen spielen die Eigenschaften des Oberbodens und des Grundwasserleiters in Bezug auf Abbau, Umbau und Rückhaltung von Wirkstoffen eine wichtige Rolle. Weiterhin maßgeblich ist natürlich die Anwendungspraxis wie z.B. Aufwandmenge, Mittelauswahl oder auch die Ausstattung und Qualität der Ausbringungstechnik.

Als Beispiel für die extreme Persistenz und Wirkdauer eines Pflanzenschutzmittels im Wirkgefüge Boden und Pflanze sei hier das Herbizid *Simplex[®]* genannt. Der dort unter anderem eingesetzte Wirkstoff *Aminopyralid* wirkt nach der selektiven Anwendung auf Grünlandflächen noch nach bis zu zwei Jahren über den Weg Verdauungstrakt des Tieres und Mist- oder Gülleausbringung und schädigt Blattfrüchte wie z.B. Kartoffeln oder Gemüse. Auch in Gärten Ostfrieslands kam es zu solchen Schäden z.B. durch die Verwendung von Pferdemist, wenn die Tiere mit Heu von mit *Simplex[®]* behandelten Flächen gefüttert wurden.

Unsere Gesellschaft trägt trotz eindeutiger Rechtslage einen permanenten Zielkonflikt aus. Auf der einen Seite steht eine ausreichende und preiswerte Nahrungs- und Futtermittelproduktion mit Hilfe von hochwirksamen Substanzen, auf der anderen Seite dürfen giftige Rückstände weder im Futter- oder Nahrungsmittel noch im Trinkwasser vorhanden sein. Der Naturhaushalt mit Boden, Wasser, Luft und deren Reinhaltung und Ressourcen schonender Umgang sind durch umfangreiche nationale und europäische Gesetzgebung ebenfalls zum gesellschaftlichen Ziel geworden.

Neben dieser wichtigen Grundlage für zukünftige Generationen und den Zielen aus Gesundheits- und Umweltpolitik stehen jedoch auch große wirtschaftliche Interessen einiger weniger global agierender Konzerne. Der Markt der agrochemischen Industrie ist hochkonzentriert und wird weltweit von nur sechs

Konzernen dominiert, die 80% des Umsatzes erlösen (Bauer, A., Gröger S. 2008). Da insbesondere durch den weltweit stark gestiegenen Anbau von Energiepflanzen eine Intensivierung stattfindet, profitieren diese Konzerne z.B. auch von der aktuellen Klimaschutzpolitik.

Um den Nachweis zu erbringen, dass sich die Pflanzenschutzmittelwirkstoffe nicht im Trinkwasser oder Grundwasser befinden, ist wiederum die Gesellschaft gefordert und muss nicht unerhebliche Gelder aufwenden, damit entsprechende Untersuchungen durchgeführt werden können.

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) fordert hier bereits eine Deckung der Kosten von Wasserdienstleistungen nach dem Verursacherprinzip unter Berücksichtigung der Umwelt- und Ressourcenkosten. Damit soll ein ökonomischer Anreiz gegeben werden, die Wasserressourcen effizient zu nutzen und zu schützen.

Allein in Ostfriesland wurden im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2009 ungefähr 760 Grundwasserproben auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersucht, die ca. 250.000,- € an Kosten verursacht haben und letztendlich vom Wasserkunden bzw. allen Bürgern zu tragen sind.

2.1 Grundwasseruntersuchungen in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung (TrinkwV)

Die Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 regelt „die Qualität von Wasser zum menschlichen Gebrauch“, nicht jedoch von Mineralwasser und Heilwasser – oder Grundwasser. Die Überwachung der Trinkwasserverordnung obliegt den örtlichen Gesundheitsämtern. Der TrinkwV-Grenzwert für den Einzelwirkstoff von Pflanzenschutzmitteln beträgt 0,10 µg/l, für die Summe von Wirkstoffen 0,50 µg/l. Die TrinkwV sieht die Untersuchung des Reinwassers vor, das zum Verbraucher gelangt.

Da das Reinwasser bereits die Aufbereitung im Wasserwerk durchlaufen hat und natürliche Inhaltsstoffe wie z.B. Eisen und Mangan entfernt wurden oder andere Inhaltsstoffe wie z.B. Ammonium oxidiert oder der pH-Wert verändert wurden, ist das Reinwasser für naturwissenschaftliche Betrachtun-

Die Untersuchungsergebnisse, die in den vergangenen zehn Jahren für das ostfriesische Grundwasser gewonnen wurden, sind in dem vorliegenden Bericht ausgewertet worden.

Die Auswertung gliedert sich in die drei Messprogramme:

- Grundwasseruntersuchungen in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung durch Wasserversorgungsunternehmen;
- Grundwasseruntersuchungen nach EG-WRRL;
- Grundwasseruntersuchungen durch den regionalen Gewässerkundlichen Landesdienst.

gen zum (natürlichen) Grundwasser nur bedingt geeignet. Aus diesem Grunde fließen die Ergebnisse der Reinwasseruntersuchungen nicht in den vorliegenden Bericht ein. Allerdings liegen auch keine Nachweise von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen im Trinkwasser in Ostfriesland vor.

Wasserversorgungsunternehmen (WVU) und die jeweils zuständigen Wasserbehörden bedienen sich jedoch auch für Rohwasseruntersuchungen (vor der Aufbereitung im Wasserwerk) und für Untersuchungen in Grundwassermessstellen der TrinkwV-Liste bei der Parameterauswahl für Untersuchungen auf PSM-Wirkstoffe.

Die Wasserversorgungsunternehmen der Region untersuchen Reinwasser (Wasserwerksausgang), Rohwasser (Wasserwerkseingang) und Grundwassermessstellen im Vorfeld der Trinkwasserfassung auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe nach bzw. in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung.

Grundwassermessstellen der Wasserversorgungsunternehmen

Welche Messstellen untersucht werden, ist in den sogenannten Durchführungsplänen zu den jeweiligen Wasserrechten oder in Rohwasserbescheiden festgelegt – oder wird in eigener Verantwortung durch die Wasserversorger geplant. Rechtliche Grundlage dafür ist § 89 des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG).

In Ostfriesland werden 13 Rohwässer und ca. 200 Grundwassermessstellen regelmäßig auf Pflanzenschutzmittel, im überwiegenden Fall nach TrinkwV-Liste, im Auftrage der Wasserversorgungsunternehmen untersucht.



Grundwassermessstelle im Wasserschutzgebiet Aurich-Egels des OOWV

Wirkstoffliste nach TrinkwV

Die TrinkwV empfiehlt in Anlage 2 Teil 1 die PSM-Wirkstoffe zu untersuchen, „*deren Vorhandensein in einer bestimmten Wasserversorgung wahrscheinlich ist*“. Bereits 1989 wurde vom damaligen Bundesgesundheitsamt Berlin ein Wirkstoffkatalog herausgegeben, der den Vollzug der TrinkwV erleichtern sollte (Bundesgesundheitsamt 1989).

Diese Wirkstoffliste findet noch heute Anwendung oder wird lokal modifiziert je nach Kapazität der beauftragten Labore, wenngleich dort auch Wirkstoffe aufgeführt werden, die z.B. aufgrund der Zulassungssituation keine Rolle mehr spielen oder keine regionale Bedeutung haben.

Ebenso reflektiert diese Liste nicht den aktuellen Stand der Mittelzulassung und der Anwendungspraxis.



Brunnenkopf eines Förderbrunnens des Wasserwerkes Hage der Wirtschaftsbetriebe Norden GmbH

Da gerade bei Rein- und Rohwässern bzw. Trinkwasser es sich um ältere Grundwasservorkommen handelt, die erschlossen werden, ist es jedoch durchaus sinnvoll auf Wirkstoffe zu untersuchen, die in der Vergangenheit eingesetzt wurden. Als Beispiel sei hier *Atrazin* genannt, das zwar seit 1991 in Deutschland verboten ist, jedoch aufgrund seiner Persistenz und Mobilität auch heute noch im Grundwasser gefunden werden kann.

Die Auflistung der Wirkstoffe nach TrinkwV entsprechend den Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes befindet sich in Anlage 1.

Karte der Untersuchungsstellen

Die folgende Karte in Abbildung 1 stellt die Grundwassermessstellen und Rohwasserentnahmestellen dar, an denen die Wasserversorgungsunternehmen von 2000 bis 2009 PSM-Untersuchungen veranlasst haben.

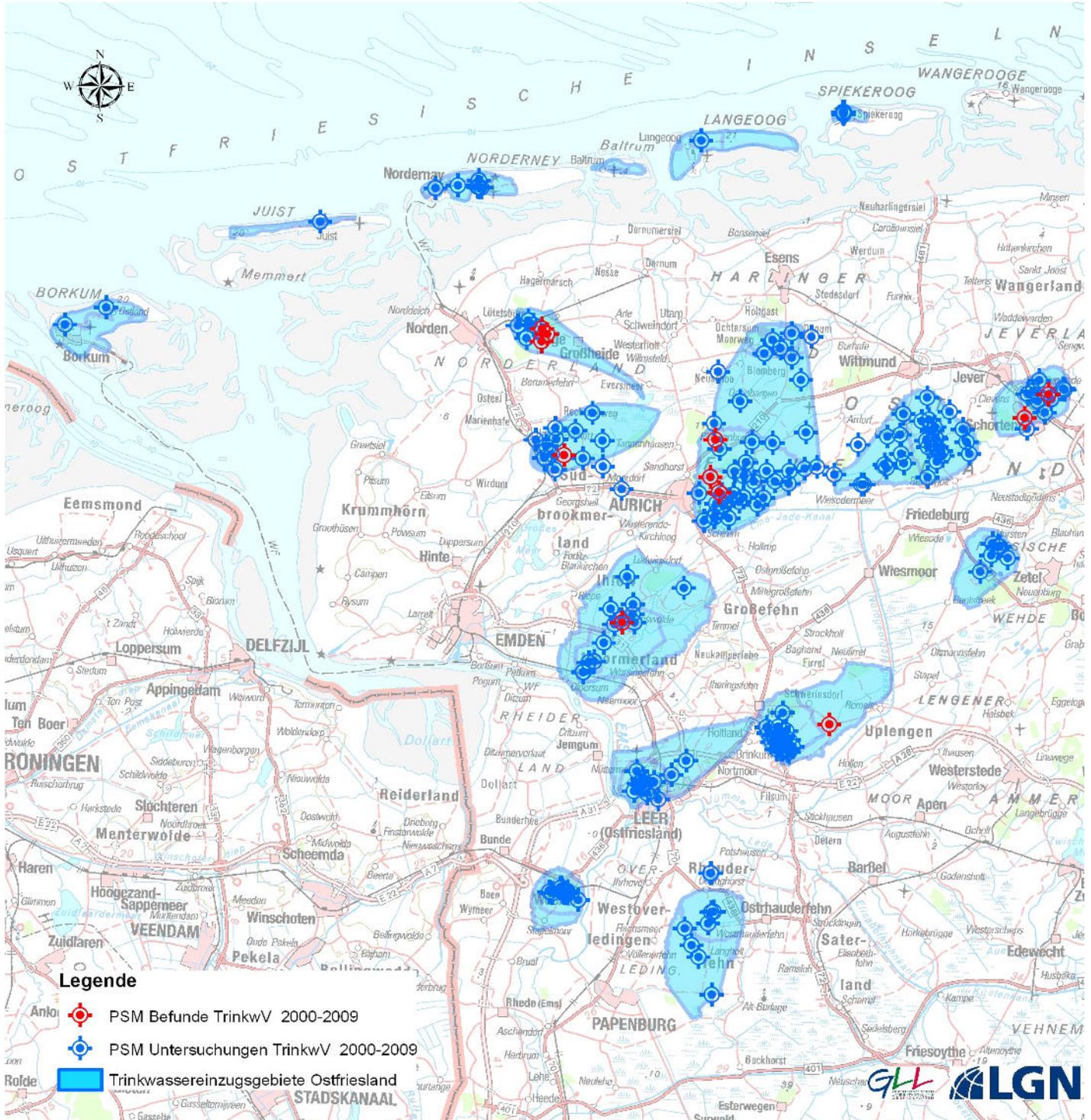


Abbildung 1 Insgesamt 225 Untersuchungsstellen auf PSM durch Wasserversorgungsunternehmen nach TrinkwV-Liste 2000 bis 2009

Nachgewiesene Wirkstoffe in Anlehnung an die TrinkwV-Liste

In den von Wasserversorgungsunternehmen von 2000 bis 2009 untersuchten Grundwassermessstellen und Rohwässern wurden in **elf Messstellen** zusammen 38 Befunde nachgewiesen. Diese Befunde verteilen sich auf acht verschiedene Wirkstoffe bzw. Metaboliten, in vier Messstellen wurden

mehrfache Befunde von *Mecoprop* bzw. *Isoproturon* nachgewiesen, so dass sich für diese beiden Wirkstoffe durch Wiederholungsuntersuchungen die Befundhäufigkeit überproportional darstellt. Der Mittelwert über alle Befunde liegt mit 0,53 µg/l deutlich über dem Grenzwert der TrinkwV von 0,10 µg/l, der nur als Orientierung dienen kann, da es sich nicht um Trinkwasser im Sinne der TrinkwV, sondern um Grundwasser handelt.

| Wirkstoff / Metabolit | Anzahl Befunde je Wirkstoff | höchste gemessene Konzentration | geringste gemessene Konzentration |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Mecoprop (MCP) | 25 | 6,30 µg/l | 0,03 µg/l |
| Isoproturon | 6 | 0,36 µg/l | 0,08 µg/l |
| Simazin | 2 | 0,10 µg/l | 0,06 µg/l |
| Diuron | 1 | 0,49 µg/l | - |
| 2,4-DB | 1 | 0,11 µg/l | - |
| Metalaxyl | 1 | 0,10 µg/l | - |
| Aminomethylphosphonsäure (AMPA) | 1 | 0,10 µg/l | - |
| Desethyltriazin | 1 | 0,03 µg/l | - |
| Summe | 38 | Mittelwert 0,53 µg/l | |

Tabelle 1 Wirkstoffbefunde 2000 bis 2009 bei Untersuchungen in Anlehnung an TrinkwV-Liste

2.2 Untersuchungen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)

Das gesamte Überblicksmessnetz der EG-WRRL in Niedersachsen umfasst 1.030 Grundwassermessstellen und wird vom Gewässerkundlichen Landesdienst des NLWKN betreut. Diese Messstellen wurden zum Teil bereits in 2005, im Wesentlichen aber 2008 und 2009 auf PSM-Wirkstoffe untersucht und die einzelnen Grundwasserkörper entsprechend der Befunde bewertet.

Die Qualitätsnorm der EG-WRRL für den Einzelwirkstoff beträgt 0,10 µg/l und für den Summenwert 0,50 µg/l. Weiterhin wurde für die Bewertung der sogenannten Typflächen in einem Grundwasserkörper ein Warnwert von 0,05 µg/l berücksichtigt.

Überblicksmessstellen EG-WRRL

Aus dem Überblicksmessnetz der EG-WRRL befinden sich insgesamt 56 Grundwassermessstellen (GWM) in Ostfriesland.

Die Messstellen requirieren sich im Wesentlichen aus dem landeseigenen Bestand, es werden jedoch auch einige wenige GWM von Wasserversorgungsunternehmen genutzt. Dazu zählen vor allem auch die Rohwässer der Wasserwerke auf den Inseln. Die Förderbrunnen bzw. Rohwässer auf den Inseln repräsentieren dabei die Grundwasserqualität der Süßwasserlinsen.

PSM Wirkstoffliste nach EG-WRRL

Für die Untersuchungen nach EG-WRRL wurde 2007/2008 ein eigener Parameterumfang erarbeitet. Bisherige Untersuchungsergebnisse sowie aktuelle Empfehlungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen flossen in diese Wirkstoffliste mit ein.

Insgesamt umfasst diese Liste ein Spektrum von 104 Wirkstoffen. Die Auswahl stellt damit ein (wirtschaftliches) Optimum an Parametern dar, ohne jedoch regionale Unterschiede ausdrücklich zu berücksichtigen, da diese Untersuchungen über ganz Niedersachsen gleichförmig umgesetzt wurden. Die Auflistung der nach EG-WRRL untersuchten Wirkstoffe befindet sich ebenfalls in der Anlage 1.

Karte der Untersuchungsstellen

Die folgende Karte in Abbildung 2 stellt neben den Grundwassermessstellen, in denen 2005 bis 2009 PSM-Untersuchungen im Zuge der EG-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführt wurden, auch die Unterteilung in die Grundwasserkörper dar.

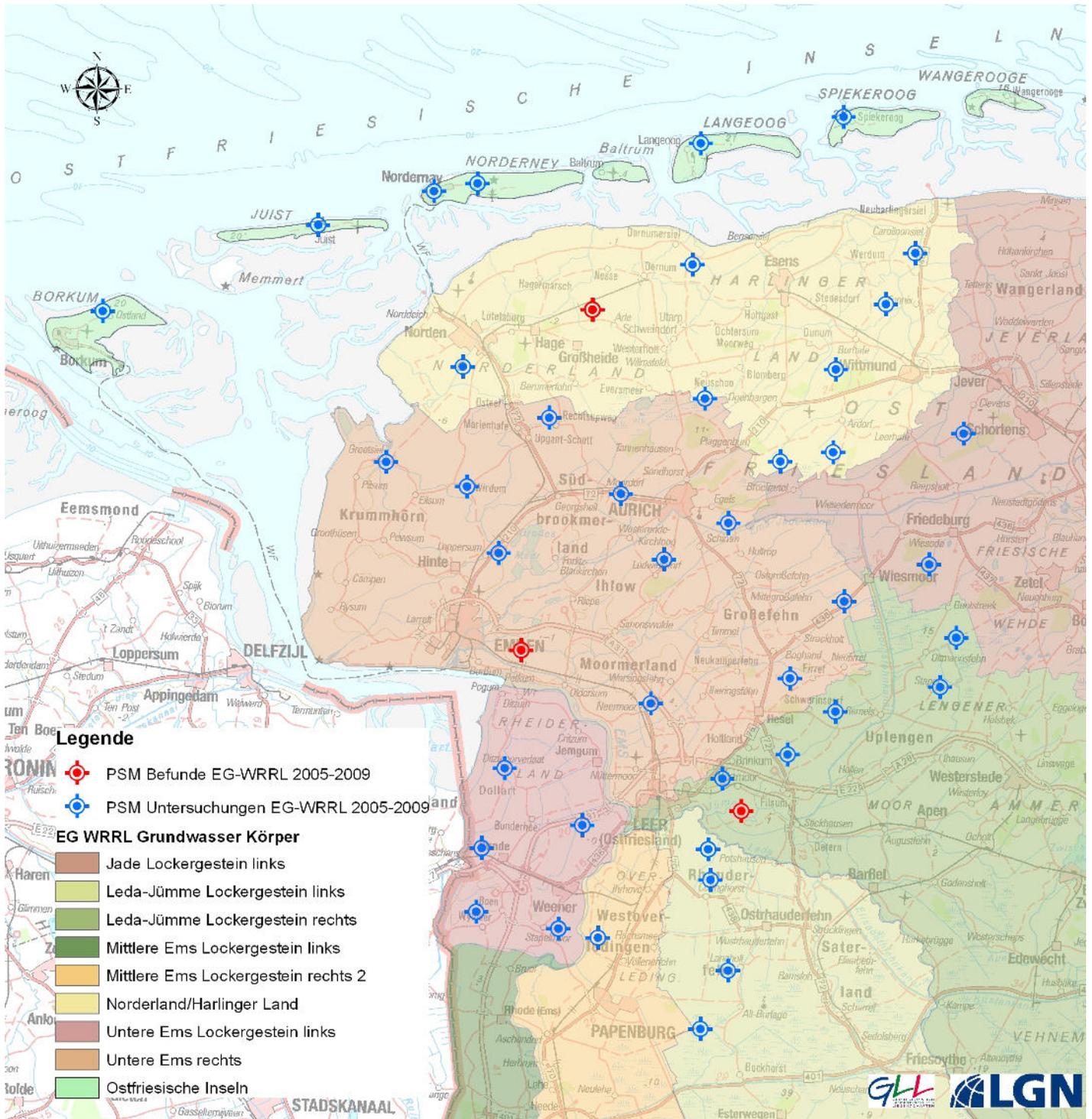


Abbildung 2 Untersuchungsstellen auf PSM nach EG-WRRL 2005 bis 2009

Nachgewiesene Wirkstoffe bei den Untersuchungen nach EG-WRRL

Im Zuge der EG-Wasserrahmenrichtlinie untersuchte Grundwassermessstellen weisen in **drei Messstellen** zusammen 17 Befunde auf. Diese Befunde verteilen sich auf elf verschiedene Wirkstoffe.

Der Mittelwert über alle Befunde liegt mit 0,12 µg/l auf dem Niveau der Qualitätsnorm von 0,10 µg/l. Die Wirkstoffe *Isoproturon*, *Diuron* und *Dichlorprop* überschreiten mit 0,16 µg/l bis 0,40 µg/l die Qualitätsnorm.

| Wirkstoff | Anzahl Befunde je Wirkstoff | höchste gemessene Konzentration | geringste gemessene Konzentration |
|----------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Diuron | 3 | 0,40 µg/l | 0,26 µg/l |
| Isoproturon | 3 | 0,16 µg/l | 0,10 µg/l |
| Bentazon | 3 | 0,08 µg/l | 0,003 µg/l |
| Dichlorprop | 2 | 0,19 µg/l | 0,07 µg/l |
| Metamitron | 1 | 0,08 µg/l | - |
| Prothioconazol | 1 | 0,04 µg/l | - |
| Fenuron | 1 | 0,02 µg/l | - |
| Chlortouron | 1 | 0,01 µg/l | - |
| Diflufenican | 1 | 0,01 µg/l | - |
| Summe | 17 | Mittelwert 0,12 µg/l | |

Tabelle 2 Wirkstoffbefunde 2005 bis 2009 nach EG-WRRL-Untersuchungen

2.3 Untersuchungen des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD)

Der Gewässerkundliche Landesdienst untersucht bereits seit 1992 im Rahmen des „Gewässerüberwachungssysteme Niedersachsen“ (GÜN) das Grundwasser auf PSM-Wirkstoffe (Staatliches Amt für Wasser und Abfall Aurich 1994). Altuntersuchungen des GW-GÜN Messnetzes Niedersachsens vor dem Jahr 2000 fließen jedoch in diese Auswertung aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht mit ein.

Der regionale Gewässerkundliche Landesdienst unterstützt und ergänzt die Untersuchungen der Wasserversorgungsunternehmen und vergrößert den Erkenntnisstand für die EG-WRRL.



Grundwassermessstellen R 119 ARDORF des NLWKN

Messstellenauswahl des GLD

Die individuelle Auswahl der untersuchten Messstellen erfolgte aus fachlicher Sicht und berücksichtigte insbesondere die Einflussfaktoren auf das oberflächennahe Grundwasser. Dazu zählen die landwirtschaftliche Flächennutzung und die urbanen Räume. Weiterhin ist es ein Anliegen des GLD, durch eine Flexibilität bei der Messstellenauswahl und Ansprüchen an das zu untersuchende Wirkungsspektrum, vorhandene Lücken in der räumlichen Ausdehnung der Untersuchungsstellen und den regionalen Erfordernissen an die Parameterliste zu füllen.

Regionalisierung der Wirkstoffliste durch den GLD

Die 12. Ausführungsbestimmung zum Niedersächsischen Wassergesetz eröffnet den örtlichen Wasserbehörden und den Wasserversorgungsunternehmen die Möglichkeit, gemeinsam mit den Pflanzenschutzämtern, den PSM-Untersuchungsumfang den regionalen Erfordernissen anzupassen. Der regionale Gewässerkundliche Landesdienst der Betriebsstelle Aurich des NLWKN hat mit Unterstützung des Pflanzenschutzamtes Aurich der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in 2007/2008 eine solche, regional angepasste Wirkstoffliste erarbeitet.

Berücksichtigung fanden vor allem Wirkstoffe, die aktuell vor Ort empfohlen werden und dadurch eine entsprechend hohe Bedeutung für die Anwendung in den landwirtschaftlichen Kulturen der Region haben.

Weiterhin wurden Wirkstoffe mit aufgenommen, die eine zunehmende Bedeutung erlangt haben oder umfangreich eingesetzt werden (z.B. in der privaten Anwendung) oder aber in bisherigen Untersuchungsprogrammen fehlten. Als Beispiel sei hier der Wirkstoff *Glyphosat* genannt, der in Totalherbiziden eingesetzt wird, sowohl auf landwirtschaftlichen Flächen als auch in privaten Gärten und auf öffentlichen Flächen umfangreiche Anwendungen findet, jedoch bislang nicht im Grundwasser der Region untersucht wurde.

Ebenfalls erstmalig mit aufgenommen wurde das Herbizid *Flumioxazin*, das als Nachfolgewirkstoff für das frühere *Diuron* z.B. auf den Gleisanlagen der Bahn eingesetzt wird.

In die Entwicklung der GLD Wirkstoffliste sind umfangreiche Aspekte mit eingeflossen:

- Empfehlungen des Pflanzenschutzamtes
- regionale Anwendungspraxis
- Befunde aus anderen Untersuchungen
- Hinweise aus Fachpublikationen
- bisher unberücksichtigte Wirkstoffe
- aktuelle, neue Wirkstoffe
- analytische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit

Das vorliegende Arbeitsergebnis einer regionalen Wirkstoffliste ist ein erster Schritt im Sinne der 12. Ausführungsbestimmungen zum NWG, gebietsbezogene, flexible und aktuelle PSM-Untersuchungen durchzuführen. Die Liste ist weiterzuentwickeln, wobei jedoch berücksichtigt werden sollte, dass aufgrund der langen Fließzeiten von mehreren Jahren auch im oberflächennahen Grundwasser eine Kontinuität im Spektrum der Parameter nicht verloren geht.

Da auf den ostfriesischen Inseln bei weitem nicht alle landwirtschaftlichen Anwendungsbereiche von Bedeutung sind, wurde eigens für die Inselwasserwerke eine stark auf private Anwendungen und Grünlandnutzung reduzierte Wirkstoffliste erstellt, die bei Bedarf für die Analytik von Grundwasser der Inseln genutzt werden kann.

Sowohl die regionale Wirkstoffliste des Gewässerkundlichen Landesdienstes für Ostfriesland, als auch die reduzierte Wirkstoffliste als Empfehlung für Grundwasseruntersuchungen auf den ostfriesischen Inseln finden sich ebenfalls eingebunden in die Anlage 1.

Karte der Untersuchungsstellen

Die folgende Karte in Abbildung 3 gibt Auskunft über die räumliche Verteilung der Grundwasser-messstellen, die 2008 und 2009 durch den regionalen Gewässerkundlichen Landesdienst auf PSM-Wirkstoffe untersucht wurden.

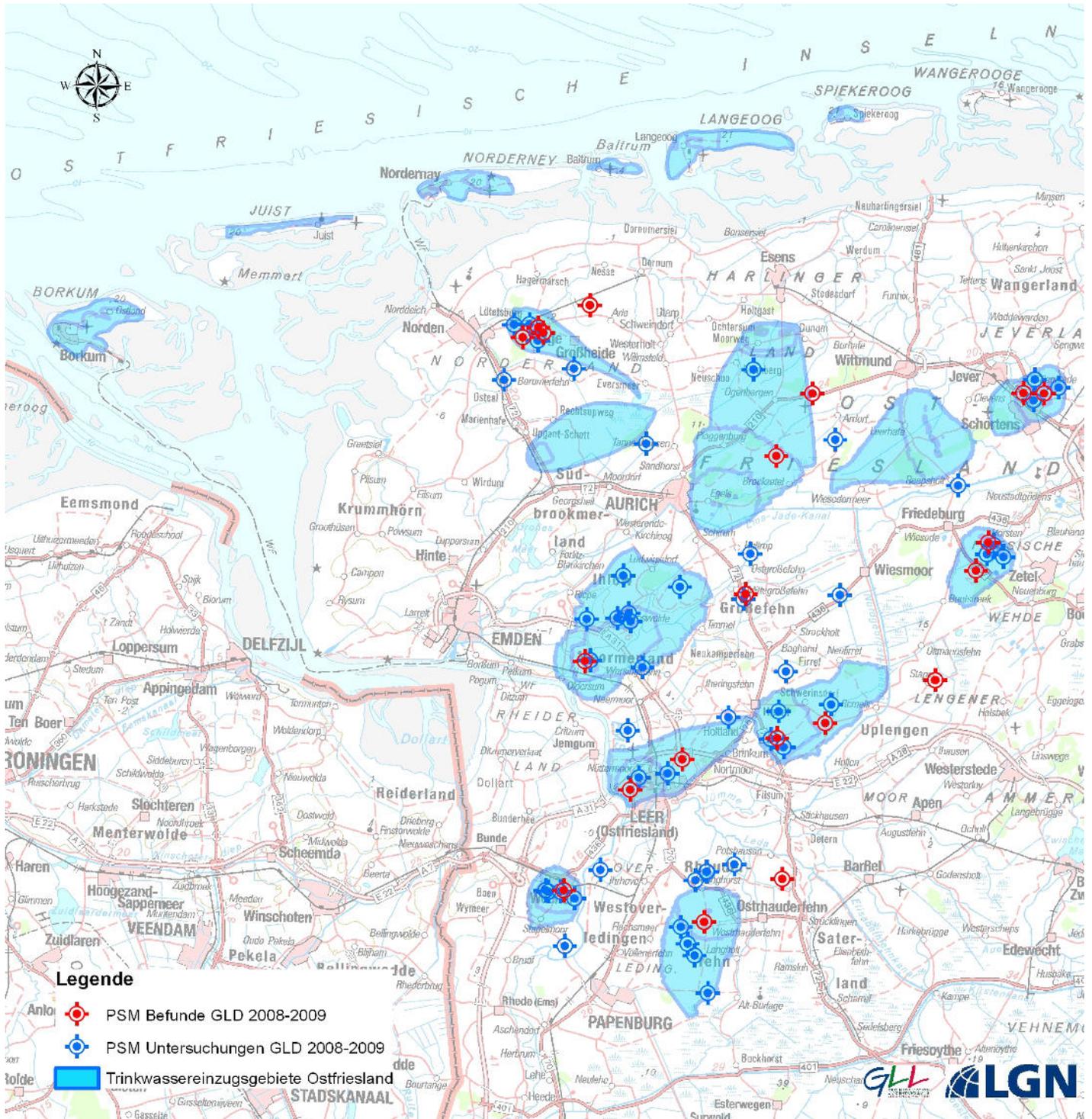


Abbildung 3 Untersuchungsstellen auf PSM nach regionaler Wirkstoffliste des GLD 2008 bis 2009

Nachgewiesene Wirkstoffe bei Untersuchungen durch den GLD

In den vom regionalen Gewässerkundlichen Landesdienst Ostfriesland in 2008 und 2009 untersuchten 69 Messstellen wurden in **20 Messstellen** zusammen 29 Befunde nachgewiesen. Diese Befunde verteilen sich auf 14 verschiedene Wirkstoffe und Metaboliten, in fünf Messstellen traten Mehrfachbefunde auf.

Der Mittelwert über alle Befunde liegt mit 0,42 µg/l deutlich über der Qualitätsnorm von 0,10 µg/l und veranschaulicht, dass bei entsprechender Wahl der zu untersuchenden Wirkstoffe und Einfluss orientierter Auswahl der Messstellen signifikante Belastungen mit Pflanzenschutzmitteln nachweisbar sind.

Über die Höhe der gemessenen Konzentrationen und die nachgewiesenen Wirkstoffe / Metaboliten gibt die Tabelle 3 Auskunft. Die Wirkstoffe sind nach der Anzahl ihrer Befunde sortiert.

| Wirkstoff / Metabolit | Anzahl Befunde je Wirkstoff | höchste gemessene Konzentration | geringste gemessene Konzentration |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Mecoprop (MCP) | 5 | 2,20 µg/l | 0,10 µg/l |
| Glyphosat | 4 | 0,97 µg/l | 0,05 µg/l |
| Diuron | 3 | 3,47 µg/l | 0,06 µg/l |
| Dinoseb | 3 | 0,07 µg/l | 0,06 µg/l |
| 2,6-Dichlorbenzamid | 2 | 0,30 µg/l | 0,14 µg/l |
| Aminomethylphosphonsäure (AMPA) | 2 | 1,33 µg/l | 0,14 µg/l |
| Dichlorprop | 2 | 0,19 µg/l | 0,08 µg/l |
| Dimethylsulfamid (DMSA) | 2 | 0,50 µg/l | 0,20 µg/l |
| Isoproturon | 1 | 0,16 µg/l | - |
| Bentazon | 1 | 0,08 µg/l | - |
| Bromacil | 1 | 0,07 µg/l | - |
| Simazin | 1 | 0,06 µg/l | - |
| Ethidimuron | 1 | 0,06 µg/l | - |
| Fenpropimorph | 1 | 0,01 µg/l | - |
| Summe | 29 | Mittelwert 0,42 µg/l | |

Tabelle 3 Wirkstoffbefunde 2008 bis 2009 nach regionalen GLD-Untersuchungen

2.4 Häufig gefundene Wirkstoffe

Nach der Gesamtauswertung der Messprogramme Wasserversorgungsunternehmen (TrinkwV), EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und regionale Untersuchungen des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) ergibt sich eine Klassifikation für die am häufigsten gefundenen Wirkstoffe im Grundwasser Ostfrieslands. Die Tabelle 4 zeigt sortiert nach Häufigkeit der Befunde und als zweites Kriterium die Höhe der nachgewiesenen Konzentrationen, die zehn wichtigsten Wirkstoffe.

Der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff ist das Herbizid *Mecoprop* (MCP). *Mecoprop* wird als selektives Herbizid in Winter- und Sommergetreide sowie Grünlandbeständen eingesetzt. Es findet sich jedoch auch als Wirkstoff in mehreren Unkrautvernichtungsmitteln für den Einsatz in Gartenbaubetrieben oder privaten Gärten z.B. in Form von Brennesselgranulat. MCP wird auch als „verstecktes“ Herbizid in Bitumenbahnen verwendet z.B. als Durchwurzelungsschutz. *Mecoprop* wird unter aeroben Bedingungen im Grundwasser relativ schnell abgebaut bzw. umgewandelt, im anaeroben Milieu, wie es im ostfriesischen Grundwasser schon ab einer geringen Tiefe fast flächendeckend vorliegt, findet jedoch

so gut wie kein Abbau statt, dies könnte eine Erklärung für die relativ häufigen Nachweise von MCPP im Grundwasser Ostfrieslands sein.

Bei den ersten acht von zehn am häufigsten gefundenen Wirkstoffen handelt es sich um Herbizide und dessen Metaboliten.

Von sehr großer Bedeutung ist der Nachweis von *Glyphosat* und dessen Metabolit *AMPA*. Dieser Wirkstoff wird als nicht selektiv wirkendes Herbizid ubiquitär eingesetzt. Die Anwendung reicht vom Unkrautvernichtungsmittel in privaten Gärten und Gartenbaubetrieben über den Einsatz als Herbizid im Voraufbau von Ackerbaukulturen oder zur Abtötung von Grünlandnarben zur Neuansaat oder Umbruch bis hin zur Vorerntebehandlung von Unkräutern im reifen Getreide, um den Mähdrusch zu erleichtern (Sikkation).

Auch beim Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen kann *Glyphosat* eine besondere Rolle spielen – die veränderten Nutzpflanzen sind gegen *Glyphosat* unempfindlich gemacht worden,

was einen Einsatz auch im wachsenden, gentechnisch veränderten Bestand erlauben würde – in Amerika ist dies bereits gängige Praxis (Haerlin, B. 2009).

In der Vergangenheit gab es in der Bundesrepublik nur sehr wenige Untersuchungen auf *Glyphosat* im Grundwasser, da eine schnelle Abbaubarkeit und damit keine Austräge ins Grundwasser angenommen wurden. Neuere Untersuchungen und Befunde aus Dänemark zeigen jedoch, dass auch von *Glyphosat* eine Gefährdung für das Grundwasser ausgehen kann und haben dort zu Restriktionen bei der Anwendung geführt (Smolka, S. 2003).

Die erstmalige Untersuchung im Grundwasser Ostfrieslands auf den Wirkstoff *Glyphosat* und dessen Metabolit *Aminomethylphosphonsäure (AMPA)* durch den Gewässerkundlichen Landesdienst in 2008/2009 hat bei 69 untersuchten Messstellen zu sechs Befunden geführt – fast 9 % der geprüften Messstellen zeigten also Belastungen mit diesem Wirkstoff.

| Wirkstoffe | Anzahl Befunde | Anwendungen | Zulassungstatus |
|---------------------------------|----------------|---|---|
| Mecoprop (MCP) | 30 | Herbizid Getreide, Grünland, Gärten | zugelassen |
| Isoproturon | 10 | Herbizid Getreide | zugelassen |
| Diuron | 7 | Herbizid Spargel, Weinbau, Ziergehölz, Kernobst auch Biozid, Algizid, Antifouling | nicht mehr zugelassen (2007) |
| Glyphosat | 4 | Totalherbizid | zugelassen |
| Dichlorprop | 4 | Herbizid Getreide, Grünland | zugelassen |
| Bentazon | 4 | Herbizid Getreide | zugelassen |
| Aminomethylphosphonsäure (AMPA) | 3 | Metabolit von Glyphosat | -- |
| Simazin | 3 | Herbizid Mais, Baumschulen, Gleisanlagen, private Anwendungen | nicht mehr zugelassen (2004) |
| Dinoseb | 3 | Fungizid, Insektizid | nicht mehr zugelassen (1984) (Nachfolgeprodukt Dinosebacetat) |
| Dimethylsulfamid (DMSA) | 2 | Metabolit von Tolyfluanid (Fungizid) | Tolyfluanid nicht mehr zugelassen (2007) |

Tabelle 4 Die zehn insgesamt am häufigsten im Grundwasser Ostfrieslands gefundenen Wirkstoffe 2000 bis 2009

Für die drei am häufigsten nachgewiesenen Wirkstoffe **Mecoprop** (30 Befunde), **Isoproturon** (zehn Befunde) und **Diuron** (sieben Befunde) zeigt die Abbildung 4 die Streuung der Einzelbefunde sowie die Mittelwerte je Wirkstoff. Aus Maßstabsgründen wurde auf die Darstellung der beiden Extremwerte bei **Mecoprop** und **Diuron** verzichtet. Die hohe Zahl der Einzelbefunde über dem Orientierungswert von 0,10 µg/l zeigt eine signifikante Belastung des Grundwassers in den jeweils betroffenen Messstellen. Von den drei

Wirkstoffen ist **Diuron** bereits seit 2007 nicht mehr zugelassen. Die Diuronbefunde stammen bis auf den Maximalwert 0,49 µg/l (2001) alle aus den jüngsten Untersuchungen in 2008 und 2009 und zeigen die Persistenz dieses Wirkstoffs.

Die Mittelwerte dieser am häufigsten gefundenen Wirkstoffe liegen mit 0,18 µg/l, 0,30 µg/l und 0,52 µg/l alle deutlich über der Qualitätsnorm von 0,10 µg/l.

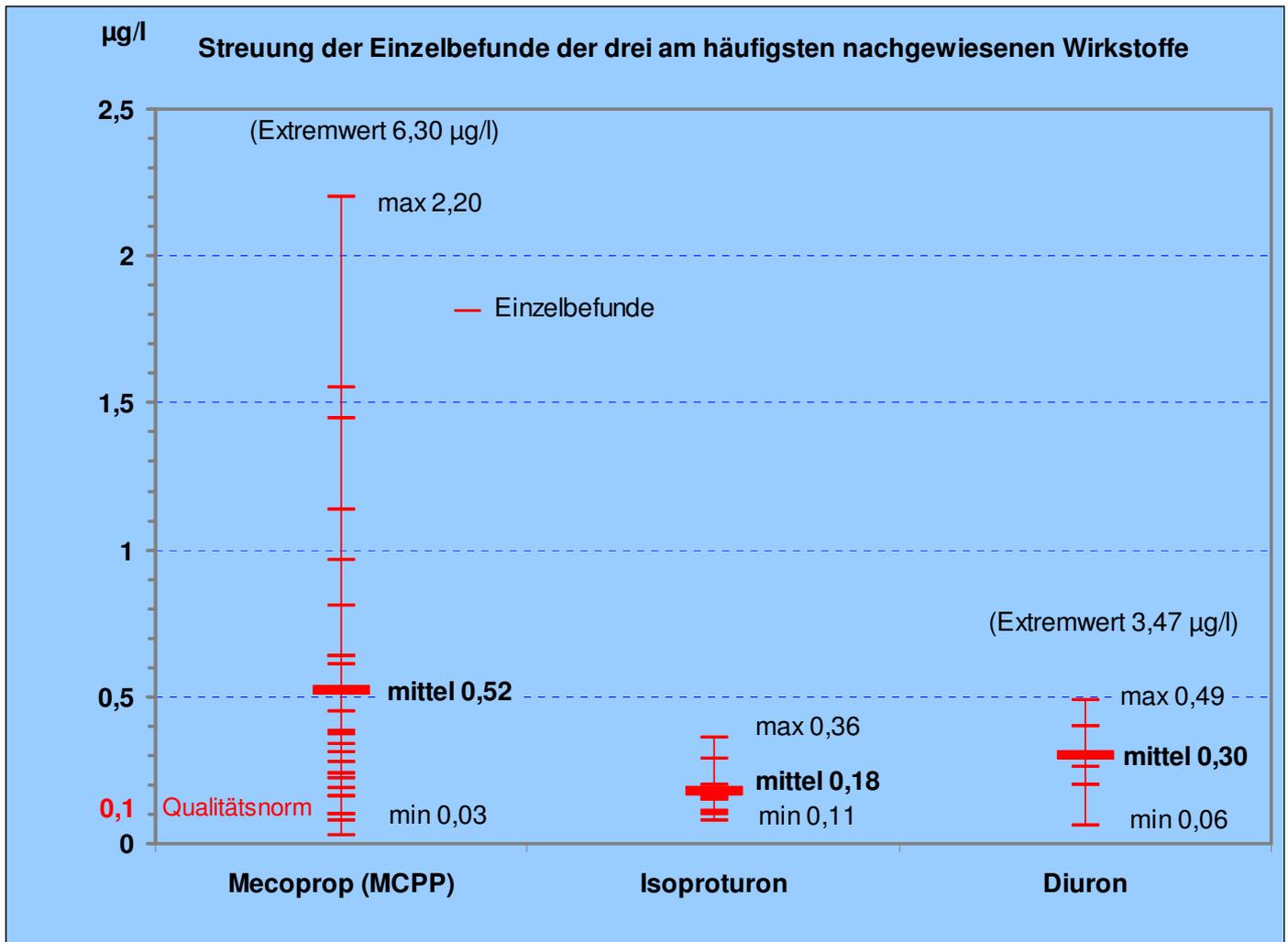


Abbildung 4 Streuung der Einzelbefunde der drei am häufigsten nachgewiesenen Wirkstoffe

Kartendarstellung aller Befunde

In der Gesamtschau der drei ausgewerteten Messprogramme (TrinkwV, EG-WRRL, GLD) wird deutlich, dass es sich bei den festgestellten Belastungen des Grundwassers mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen nicht um ein lokales Problem handelt. Die folgende Karte in Abbildung 5 zeigt eine flächenhafte Verteilung betroffener

Messstellen - außer auf den Inseln, dort wurden keine Wirkstoffe nachgewiesen.

Ebenfalls keine Befunde liegen für die Marschen vor, dort sind zum einen nur relativ wenig Grundwasseruntersuchungen auf PSM-Wirkstoffe vorhanden (Meerwasserintrusion) und zum anderen dichten die dort anstehenden bindigen Böden den oberen Grundwasserleiter gut ab, so dass Pflanzenschutzmittel bevorzugt in die Oberflächengewässer gelangen.

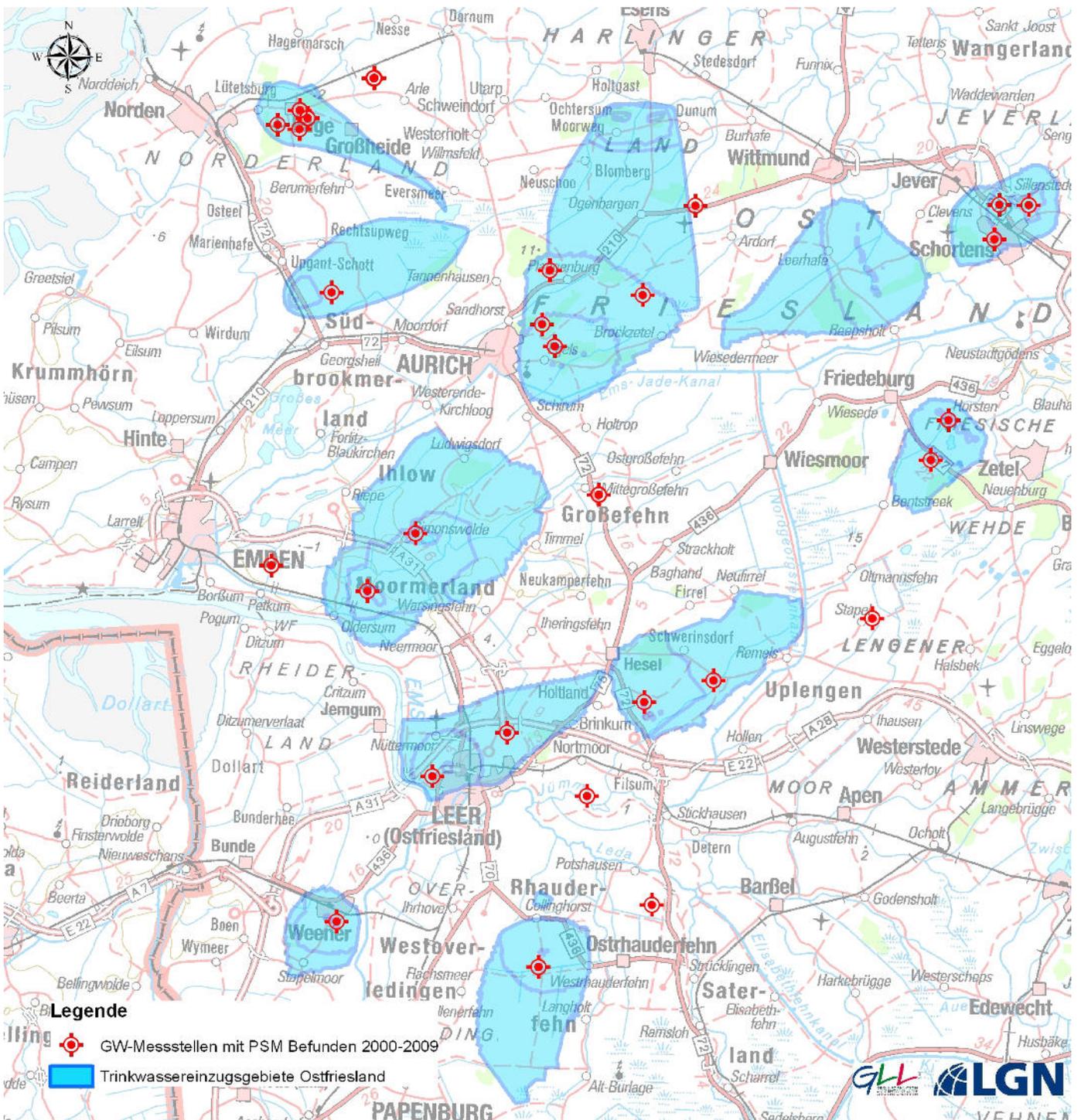


Abbildung 5 Alle 29 Grundwassermessstellen mit Pflanzenschutzmittelbefunden 2000 bis 2009

2.5 Handlungsfelder und Empfehlungen

Die eingangs formulierten gesellschaftlichen Zielkonflikte und die wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen z.B. nach EG-WRRL erfordern ein Überdenken bisheriger Handlungen. Alle Akteure sind gefordert, Einträge von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in die Umwelt und in das Grundwasser zu vermindern. Auch der Verbraucher muss durch sein Konsumverhalten auf der einen Seite, aber vor allem auch durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im privaten Bereich einen deutlichen Beitrag leisten.

Wasserversorgungsunternehmen und Wasserbehörden

Als für die Trinkwasserversorgung Verantwortliche sollten die Wasserversorgungsunternehmen auch gerade im Vorfeld, das heißt im Trinkwassereinzugsgebiet, weiter intensiv die Grundwasserqualität überwachen und auf PSM-Befunde hinweisen. Als Parameterumfang sollten zumindest im oberflächennahen Grundwasser die ausgearbeiteten regionalen Aspekte der Wirkstoffauswahl Berücksichtigung finden und durchaus auch individuelle Untersuchungen vorgenommen werden. Die erheblichen Kosten der Trink- und Grundwasseranalytik auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe sollten auch den Herstellerkonzernen angelastet werden, dazu könnte eine Basis der Zusammenarbeit zwischen Wasserversorgungsunternehmen, deren Dachverbänden und den Zulassungsinhabern von Pflanzenschutzmitteln gefunden werden.

Die unteren Wasserbehörden der Landkreise sollten sich sowohl einem individuellen, regional angepassten Wirkstoffspektrum öffnen, z.B. bei der Erarbeitung aktueller Durchführungspläne zu Wasserrechten, als auch die Bemühungen um eine Kostenbeteiligung unterstützen.

Zulassungsstelle und Vollzug

Der §15 des Pflanzenschutzgesetzes regelt die Zulassung von Wirkstoffen. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) als Zulassungsstelle sollte regelmäßig auch aktuelle

regionale Befunde von Wirkstoffen im Grundwasser in ihre Entscheidungsfindung mit einfließen lassen.

Bei offensichtlich sehr mobilen Wirkstoffen, die sich häufig im Grundwasser nachweisen lassen, muss eine Zulassung überprüft bzw. widerrufen werden. Dies ist nicht nur wichtig, um zukünftige Einträge solcher Wirkstoffe zu vermeiden, sondern auch ein bedeutendes Instrument, um die Entwicklung weniger gefährlicher und weniger mobiler Wirkstoffe oder sogar alternativer Verfahren voranzubringen.

Gerade im privaten Bereich kommt es augenscheinlich häufig zu unsachgemäßen Anwendungen z.B. von Totalherbiziden auf befestigten Flächen und Nichtkulturland. Da gerade der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf versiegelten Flächen ein schnelles Abfließen in die Oberflächenentwässerung begünstigt und damit aus Gewässerschutzsicht sehr bedenklich ist, sollten die zuständigen Pflanzenschutzämter hier mehr Aufklärung in Richtung des Anwenders leisten, aber auch durch Information und Ausbildung z.B. den Schulerschluss mit den unteren Wasserbehörden suchen.

Für die Stellen, die PSM-Untersuchungen im Gewässer oder Grundwasser veranlassen, wäre es von größter Wichtigkeit, auch über den potentiellen Einsatz von illegal angewandten Wirkstoffen informiert zu werden, damit das Untersuchungsspektrum auch auf solche Wirkstoffe ausgerichtet werden kann. Als Beispiel sei hier der im April 2009 in Hamburg aufgedeckte umfangreiche Handel mit illegalen Pflanzenschutzmitteln genannt. Dort waren ca. 50 Wirkstoffe insbesondere für Gartenbau und Baumschulen betroffen (Dehne, L. 2009). Diese Mittel waren z.B. auch für Betriebe in der Region Weser-Ems vorgesehen, eine Auflistung der gehandelten Wirkstoffe ist jedoch leider nicht verfügbar.

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit sollte daher regelmäßig Listen z.B. an die Umweltministerien der Länder herausgeben, die nachweislich illegal gehandelte Wirkstoffe bezeichnen und deren Anwendungsbereich beschreiben.

Wasserbehörden und Wasserversorgungsunternehmen werden damit in die Lage versetzt, auch

solche Wirkstoffe gezielt in ihre Untersuchungen mit aufzunehmen und Belastungen in Gewässern und Grundwasser nachzuweisen.

Trinkwasserschutzkooperationen

Die Ausrichtung der Grundwasserschutzmaßnahmen und der Wasserschutzberatung konzentrierte sich in den vergangenen Jahren auf die Reduzierung von Nährstoffeinträgen in das Grundwasser, im Wesentlichen von Nitrat.

Zukünftig sollte die Reduzierung von Pflanzenschutzmitteleinträgen daneben auch ein größeres Gewicht im kooperativen Trinkwasserschutz erhalten.

Die entsprechenden Inhalte der *Freiwilligen Vereinbarungen* sowie die Schwerpunkte der Wasserschutzberatung gilt es gemeinsam zu entwickeln. Durch Fruchtfolgegestaltung, mechanische oder thermische Bekämpfungsverfahren, Grünlanderhalt oder Förderung des ökologischen Landbaus sind erste Ansätze vorhanden. Weitere kreative Ideen sind gefordert z.B. hinsichtlich Sortenwahl, Schadschwellenreduzierung, Wirkstoffsubstitution oder auch technische Weiterentwicklung und Etablierung mechanischer Verfahren.

Gesetzgeber

Der Vorstoß auf europäischer Ebene, die Vielfalt der Wirkstoffe einzuschränken, ist sehr zu begrüßen, damit auch in Zukunft noch eine analytische Überprüfung ermöglicht bleibt. Die Wasserwirtschaft ist gefordert, den Nachweis zu erbringen, dass keine Belastungen in Grund- und Trinkwasser vorhanden sind, dies ist nur leistbar, wenn Analyseverfahren verfügbar und ökonomisch darzustellen sind, was durch eine uneinheitliche und sehr ausgedehnte Zulassungssituation in Europa erschwert werden würde.

Durch umfangreiche Regelwerke, verankert im EU-Agrarförderrecht (*Cross Compliance*), eine kompetente Beratungssituation sowie ein hohes Sachkundeniveau der landwirtschaftlichen Betriebsleiter ist im landwirtschaftlichen Anwendungsbereich ein gutes Schutzniveau erreicht. Dies gilt es auch unter

den schwierigen Rahmenbedingungen wie Flächenknappheit und unbefriedigende Erlössituation zu halten oder zu verbessern.

Handlungsbedarf besteht in der Steuerung der privaten Anwendung. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln muss hier mit der notwendigen Sachkunde und Sorgfalt vorgenommen werden.

Eine Vielzahl von Mitteln können ohne Mengenbeschränkung frei erworben werden, eine kompetente Kaufberatung unterbleibt in der Regel oder fehlt ganz, z.B. beim Online-Erwerb.

Dringend notwendig erscheint hier eine straffere Reglementierung. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sollte beim Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln auch im privaten Bereich ein **Sachkundenachweis** als Voraussetzung für Erwerb und Anwendung gefordert werden.

Um eine Transparenz der Folgekosten für die Gesellschaft zu erreichen, wäre es konsequent, wenn im Pflanzenschutzmittelgesetz eine Kostenbeteiligung der Hersteller an der Analytik z.B. im Grundwasser manifestiert würde. Gesetzlich vorgesehen ist hier lediglich eine Beteiligung an der Befundaufklärung durch den oder die Zulassungsinhaber, nicht jedoch grundsätzlich bei der Unterstützung der Nachweisführung, dass keine Belastungen vorliegen. Eine solche Regelung würde sich letztendlich auf die Produktpreise niederschlagen. Dadurch wäre auch ein gerechterer Produktionskostenvergleich zwischen konventionellem und ökologischem Anbau möglich und unterstützt die gesellschaftliche Forderung nach einer stärkeren Entwicklung des ökologischen Landbaus.

Nachhaltiger Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfordert auch einen effizienten Einsatz der Resource Boden bzw. der landwirtschaftlichen Anbaufläche. Dies wird z.B. vom *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG)* nicht in allen Teilen erfüllt. Pflanzen als Biomasse zur Energieproduktion anzubauen erscheint sehr ineffizient in Bezug

auf den jährlichen Energieertrag je Flächeneinheit und beträgt nur etwa 1-3 KWh/m².

Im Vergleich zu anderen regenerativen Energien hat daher die Methan- bzw. Stromproduktion über den Umweg der Photosyntheseleistung von Pflanzen einen um den Faktor 60 bis 90 höheren Flächenbedarf.

3 Arzneimittelwirkstoffe

Anders als das Pflanzenschutzgesetz kennt das Arzneimittelgesetz (AMG) vom 24.08.1976 zuletzt geändert am 28.09.2009, keinen unmittelbaren Bezug zum Grundwasser. Lediglich unter § 4 *Begriffsbestimmungen* wird von einem Risiko bei der Arzneimittelanwendung gesprochen, wenn „*unerwünschte Auswirkungen auf die Umwelt*“ eintreten. An anderen Stellen im AMG z.B. § 10 *Kennzeichnung* geht es darum, bei der Beseitigung von nicht verwendeten Arzneimitteln „*Gefahren für die Umwelt zu vermeiden*“.

Der gesellschaftliche Zielkonflikt ist bei der Anwendung von Arzneimittelwirkstoffen gegenüber dem Ressourcenschutz deutlich größer und sehr viel sensibler als z.B. bei den Pflanzenschutzmittelwirkstoffen.

Geht es doch bei dem Einsatz von Arzneimitteln unmittelbar um die Behandlungen von Krankheiten an Mensch und Tier, so dass der Ressourcenschutz in seiner Wertigkeit zurück tritt. Sehr deutlich wird dies wiederum in § 4 des AMG, wo es unter Absatz 28 heißt, dass bei der Abwägung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses nur bei der Anwendung von Arzneimitteln am Tier auch das Risiko für die Umwelt mit bewertet werden muss – nicht jedoch bei der Anwendung am Menschen.

Kommt es zu Einträgen von Arzneimittelwirkstoffen in das Grundwasser und im Extremfall in das Trinkwasser greift das Arzneimittelgesetz an der Stelle zu kurz, denn gerade aus gesundheitlicher Sicht sollten auch Spuren von unerwünschten Stoffen im Trinkwasser nicht toleriert werden.

In Deutschland sind ca. 3.000 Arzneimittelwirkstoffe für die Behandlung am Menschen zugelassen, der jährliche Umsatz an Arzneimittelwirkstoffen beträgt ca. 31.000 Tonnen. Hinzu kommt ein erheblicher Anteil Arzneimittelumsätze in der Nutztierhaltung und in der Hobby- oder Haustierhaltung (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2007).

Neben der äußerst geringen Flächeneffizienz erfordert diese Art der Energieproduktion zusätzlich einen ständigen Einsatz von Betriebsmitteln wie Kraftstoffen, Düngemitteln und eben auch Pflanzenschutzmitteln zu Lasten der natürlichen Ressourcen (BUND 2007), (Bringezu, S. 2009), (Umweltbundesamt 2009).

Bei der Nutztierhaltung spielen insbesondere die Fischhaltung und andere Aquakulturen eine große Rolle, da zum einen die schwierigen Haltungsbedingungen mit hohen Besatzdichten oftmals einen hohen bzw. präventiven Medikamenteneinsatz erfordern und zum anderen ein unmittelbares Einbringen in die Umwelt bzw. das Wasser erfolgt.

Über den Verbleib von Arzneimittelwirkstoffen in der Umwelt und deren (Wechsel-) Wirkungen ist nur wenig bekannt. Die Wirkstoffe gelangen vorwiegend über behandelte Abwässer aus kommunalen Kläranlagen und Kleinkläranlagen, über die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft oder über Sickerwässer nicht ausreichend gesicherter Deponien sowie Leckagen im kommunalen Kanalsystem in die aquatische Umwelt (Schulte-Oehlmann, U., Oehlmann, J., Püttmann, W. 2007).



Über den Verbleib von Arzneimittelwirkstoffen in der Umwelt und deren (Wechsel-) Wirkungen ist nur wenig bekannt. Die Wirkstoffe gelangen vorwiegend über behandelte Abwässer aus kommunalen Kläranlagen und Kleinkläranlagen, über die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft oder über Sickerwässer nicht ausreichend gesicherter Deponien sowie Leckagen im kommunalen Kanalsystem in die aquatische Umwelt (Schulte-Oehlmann, U., Oehlmann, J., Püttmann, W. 2007).

Untersuchungen des Grundwassers in Ostfriesland lagen bislang nicht vor. Einzige Untersuchung, die in Bezug auf Arzneimittelwirkstoffe durchgeführt wurde, war eine Überprüfung des Trinkwassers durch den Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband (OOWV) in seinen Festlandswasserwerken im Jahre 2004.

Bei diesen Untersuchungen nach den nebenstehend aufgeführten Wirkstoffen wurden keine Arzneimittelwirkstoffe nachgewiesen (OOWV 2009).

Makrolidantibiotika und Sulfonamide:

Roxithromycin
Erythromycin
Chloramphenicol
Dehydrato-erythromycin
Sulfamethoxazol
Sulfadimidin
Trimethoprim
Clarithromycin

Tetrazycline:

Tetracyclin
Doxycyclin
Oxytetracyclin
Chlortetracyclin

Untersuchungen des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes

Um diese Lücke zu schließen, hat der regionale Gewässerkundliche Landesdienst in 2009 erstmalige Untersuchungen des Grundwassers in Ostfriesland auf Arzneimittelwirkstoffe durchgeführt. Wichtige Kriterien dabei waren:

- Auswahl der zu untersuchenden Wirkstoffe
- Auswahl der zu untersuchenden Messstellen

auf die in den folgenden Ausführungen weiter eingegangen wird.

3.1 Untersuchte Wirkstoffe

Die Auswahl der zu untersuchenden Wirkstoffe sollte alle bedeutsamen Parameter enthalten, die sowohl von den umgesetzten Mengen als auch von ihren Stoffeigenschaften her eine Umweltrelevanz haben können. Die Auswahl sollte sowohl humanmedizinische als auch veterinärmedizinische Wirkstoffe abdecken. Nach der Prüfung verschiedener Listen und Empfehlungen hat sich der Gewässerkundliche Landesdienst für die in Tabelle 5 abgedruckte Wirkstoffliste mit zusammen 81 Parametern entschieden, die vom Technologiezentrum (TZW) Karlsruhe empfohlen wurde und dessen Labor der GLD auch als Partner für die Analytik gewählt hat.

| | | | |
|-----------------------|--|-------------|-----------------|
| Gruppe I | Analgetika, Antiphlogistika, Antipyretika | | |
| | Diclofenac | Ibuprofen | Ketoprofen |
| | Indometacin | Naproxen | Fenoprofen |
| | Acetylsalicylsäure | Paracetamol | |
| | Lipidsenker und Metabolite | | |
| | Clofibrinsäure | Bezafibrat | Gemfibrozil |
| | Etofibrat | Fenofibrat | Fenofibrinsäure |
| | Antiepileptika | | |
| | Carbamazepin | | |
| | Durchblutungsförderer | | |
| Pentoxifyllin | | | |
| Psychopharmaka | | | |
| Diazepam | | | |

| | | | |
|-------------------|--|---|---|
| Gruppe II | Betablocker Metoprolol Bisoprolol Betaxolol | Propranolol Sotalol | Atenolol Pindolol |
| | Broncholytika, Sekretolytika Salbutamol | Glenbuterol | Terbutalin |
| | Analgetika Phenazon | Dimethylaminophenazon | Propyphenazon |
| | Zytostatika Ifosfamid | Cyclophosphamid | |
| | Lipidsenker Simvastatin | | |
| Gruppe III | Iodierte Röntgenkontrastmittel Iopamidol Amidotrizoesäure Ioxithalaminsäure | Iopromid Iothalaminsäure Iomeprol | Iohexol Ioxaglinsäure |
| Gruppe IV | Antibiotika Erythromycin Clarithromycin Sulfadiazin Sulfadimidin Trimethoprim Penicillin V Nafcillin Chloramphenicol Tylosin | Erythromycin-Dehydrat Ronidazol Sulfamerazin Sulfamethoxazol Amoxicillin Cloxacillin Dicloxacillin Virginiamycin | Roxithromycin Metronidazol Furazolidon Dapson Penicillin G Oxacillin Oleandomycin Spiramycin |
| Gruppe V | Antibiotika Ciprofloxacin Norfloxacin Doxycyclin Tetracyclin | Enoxacin Ofloxacin Meclocyclin | Enrofloxacin Chlortetracyclin Oxytetracyclin |
| Gruppe VI | Steroidhormone 17alpha-Ethinylestradiol | Estradiol | Estron |
| | sonstige Coffein | Naphthalin-1,5-Disulfonat | |

Tabelle 5 Alle 81 Arzneimittelwirkstoffe auf die im Grundwasser Ostfrieslands 2009 untersucht wurde

3.2 Kriterien der Messstellenauswahl

Die Analytik auf Arzneimittelwirkstoffe ist im Vergleich zu den Standardparametern oder auch zu Pflanzenschutzmittelwirkstoffen deutlich teurer, so dass im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten

lediglich elf Grundwassermessstellen untersucht werden konnten.

Umso größer war die Bedeutung der Messstellenauswahl – folgende Randbedingungen wurden dabei umgesetzt:

- Berücksichtigung potentieller Einflussfaktoren;
- räumliche Ausdehnung über die vier Landkreise Aurich, Wittmund, Friesland und Leer;
- Platzierung auch in Trinkwassergewinnungsgebieten;
- Fachliche Einbindung der Wasserversorgungsunternehmen;
- Abbildung von flachen, mittleren und tiefen Filterlagen;
- Untersuchungen sowohl im ländlichen als auch im urbanen Raum;
- Prüfung eines Rohwassers bzw. eines Förderbrunnens.

Insbesondere die potentiellen Einflussfaktoren bzw. die potentiellen Emissionsquellen stellten das wichtigste Auswahlkriterium für eine Messstelle dar.

Bei den Überlegungen flossen lokale Aspekte und bisherige Erkenntnisse zur Grundwasserchemie mit ein. Den ausgewählten Messstellen konnte jeweils ein oder mehrere der folgenden potentiellen Einflussfaktoren zugeordnet werden:

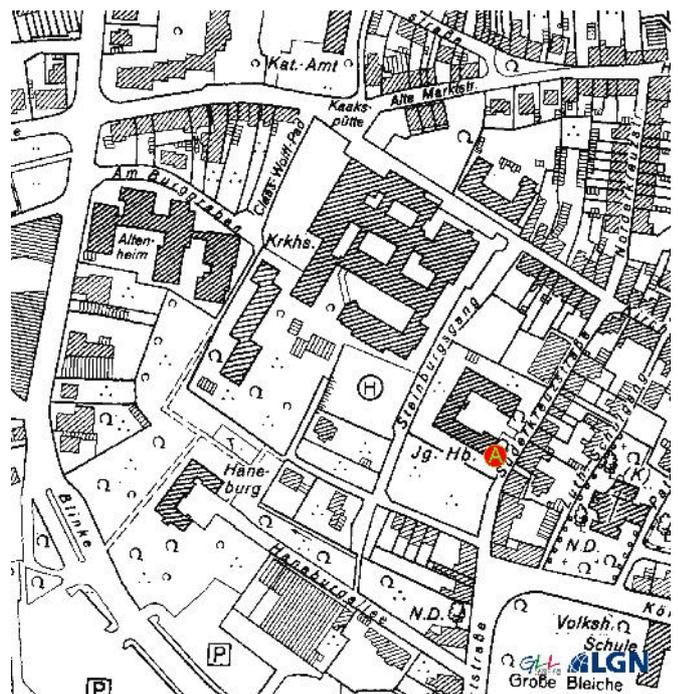
- häusliche Kleinkläranlage
- ländlicher Raum / Landwirtschaft
- Krankenhausabwasser
- Abwasser-Kanalnetz
- urbaner Raum
- Klärschlammdeponie
- kommunales Abwasser (-netz)

Bei der Auswahl der Messstellen wurde ausdrücklich darauf verzichtet, speziell eingerichtete „Belastungsmessstellen“ (z.B. an Altablagerungen) auszuwählen.

Die Messstellenauswahl sollte vielmehr ein räumlich und fachlich **repräsentatives Bild** zur Situation im Grundwasser Ostfrieslands liefern.

Die Messstellen wurden aus dem Bestand der Wasserversorgungsunternehmen und des Landes Niedersachsen ausgewählt und stehen möglichst räumlich und hydrogeologisch in einer Beziehung zu den potentiellen Emissionsquellen. In einigen der ausgewählten Messstellen weisen Parameter wie Nitrat, Schwermetalle oder Pflanzenschutzmittelwirkstoffe bereits auf anthropogene Einflüsse hin.

Der unten stehende Kartenausschnitt zeigt als Beispiel den stark urban geprägten Standort der GW-Messstelle SL 25n/15 in der Stadt Leer mit großen öffentlichen Gebäuden inklusive Krankenhaus, Altenheim, Altstadtbereich und altem Kanalnetz (z.T. von 1903) auf einem sandigen bis grobsandigen Standort mit einer nur geringmächtigen Deckschicht aus Geschiebelehm. Die Filterlage befindet sich bei 12-15 m unter Gelände.

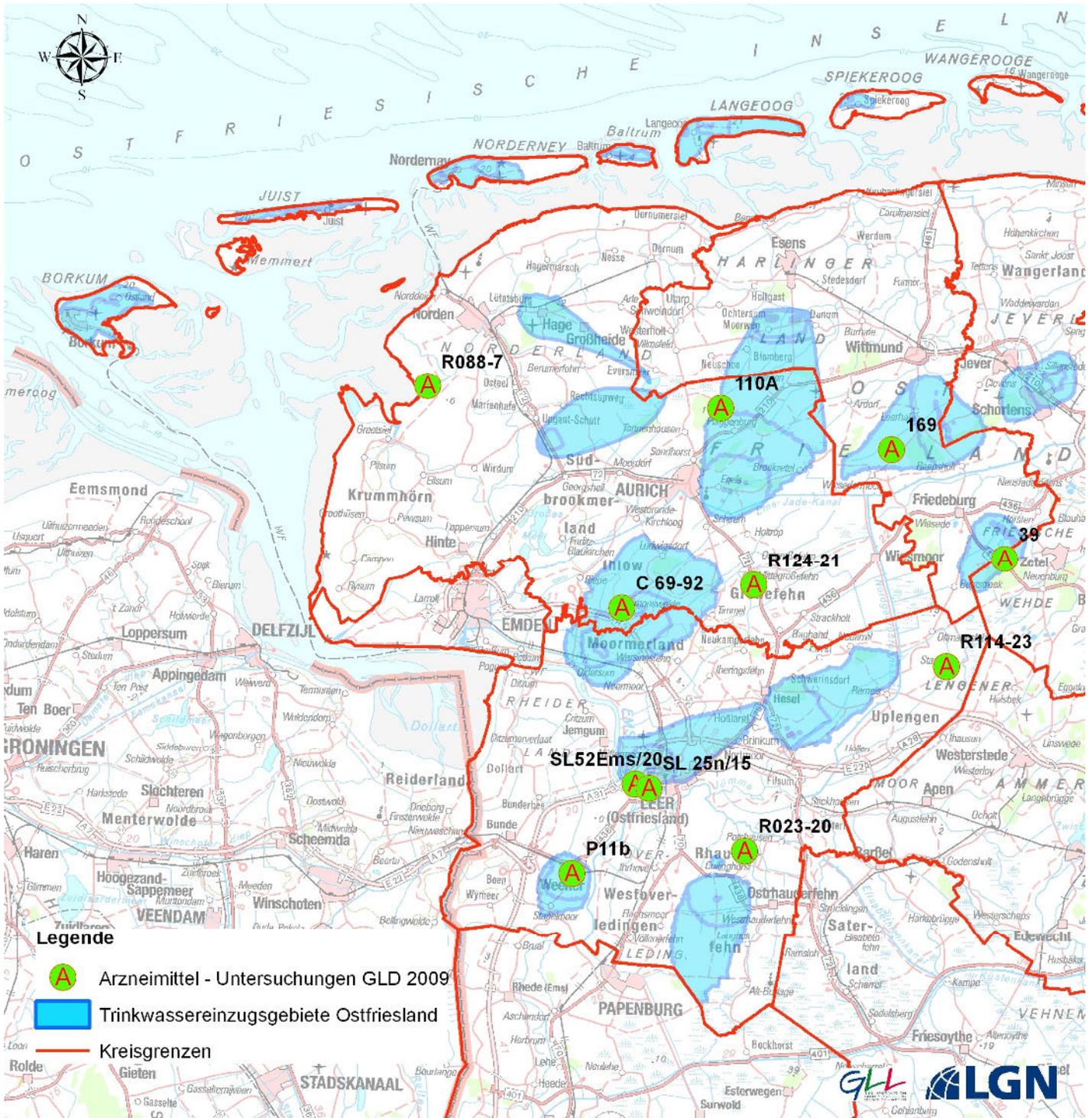


Beispiel Kartenausschnitt Altstadt Leer GWM SL 25n/15

Damit ist die GW-Messstelle SL 25n/15 aufgrund vorhandener Emissionsquellen, hydraulischer Wegsamkeiten und flacher Filterlage sehr gut geeignet für die Überprüfung auf Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser.

Karte der Untersuchungsstellen

Die folgende Karte in Abbildung 6 zeigt die räumliche Verteilung der elf Grundwassermessstellen, die 2009 durch den regionalen Gewässerkundlichen Landesdienst auf Arzneimittelwirkstoffe untersucht wurden.



3.3 Ergebnisse der Untersuchungen

Bei den Untersuchungen des regionalen Gewässerkundlichen Landesdienstes in 2009 nach der Wirkstoffliste gemäß Tabelle 5 konnten im Grundwasser Ostfrieslands keine Arzneimittelwirkstoffe nachgewiesen werden.

Obwohl in Oberflächengewässern (*NLWKN 2007*) durchaus Arzneimittelwirkstoffe nachzuweisen und auch zu erwarten sind, teilt sich diese Belastung offensichtlich dem Grundwasser an den untersuchten Messstellen nicht mit. Faktoren wie Bodenpassage und Deckschichten schützen das Grundwasser vor dem Eintrag von Arzneimitteln in messbaren Konzentrationen.

Insbesondere Verdünnungseffekte sorgen vermutlich bei den ohnehin nur in geringsten Spuren auftretenden Wirkstoffen für Konzentrationen, die im Regelfall unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,01 bis 0,02 µg/l) liegen dürften. Selbst bei der hier durchgeführten Untersuchung an speziell ausgewählten Messstellen mit einem möglichst direkten Bezug zu potentiellen Einflussfaktoren war ein Nachweis der Wirkstoffe nicht möglich.

Dass die Auswahl der Messstellen durchaus in der Lage sein kann, problemorientiert Einflüsse aufzuzeigen, wird deutlich durch die Befunde von **Naphthalin-1,5-Disulfonat** (1,5 NDS) in drei Grundwassermessstellen mit deutlich urbanem Einfluss (Altstadt, Altablagerung).

Bei Naphthalin-1,5-Disulfonat handelt es sich jedoch nicht um einen direkten Arzneimittelwirkstoff, sondern um ein *aromatisches Sulfonat*, das als Industriechemikalie umfangreiche Anwendungen findet u.a. als Netz- und Dispergiermittel, bei der Pharmaherstellung oder der Formulierung von Pflanzenschutzmitteln und z.B. in der Textilfärbung oder Ledergerbung. Aufgrund seiner sehr guten Wasserlöslichkeit, den hohen Verarbeitungsmengen und der sehr geringen Abbaubarkeit ist Naphthalin-1,5-Disulfonat zu einem Problemstoff mit hoher Umweltrelevanz geworden (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie 2003).

Die folgende Tabelle 6 gibt Auskunft über die Höhe der festgestellten Naphthalin-1,5-Disulfonat Befunde in den dort genannten Grundwassermessstellen. Für 1,5 NDS gibt es keinen Richtwert oder Grenzwert im Grundwasser, bei Übertragung der Qualitätsnorm für Pflanzenschutzmittel von 0,10 µg/l muss man feststellen, dass in zwei Messstellen dieser Wert bereits erreicht bzw. überschritten wurde.

| GW-Messstelle | Parameter | Konzentration |
|---------------|---------------------------|---------------|
| Ha 110 A | Naphthalin-1,5-Disulfonat | 0,03 µg/l |
| SL 25n/15 | Naphthalin-1,5-Disulfonat | 0,10 µg/l |
| PB 11 b | Naphthalin-1,5-Disulfonat | 0,24 µg/l |

Tabelle 6 Naphthalin-1,5-Disulfonat Befunde 2009 im Grundwasser Ostfrieslands

Die ökotoxikologische Wirkung von aromatischen Sulfonaten ist noch wenig untersucht. Ihr Vorhandensein im Grundwasser weist jedoch auf einen anthropogenen Einfluss hin.

3.4 Ausblick und Empfehlungen

Wasserversorgungsunternehmen und Wasserbehörden

Das Thema Mikroverunreinigungen durch Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser ist trotz der aktuell nicht festzustellenden Belastung in Ostfriesland weiter zu bearbeiten. Die hier vorgestellten Untersuchungen stellen einen ersten Einstieg dar, auf dessen Erfahrungen und Ergebnisse aufgebaut werden kann.

Die Messnetzdichte sollte in Zusammenarbeit mit den örtlichen Wasserversorgungsunternehmen zielgerichtet erhöht werden, insbesondere die Wasserwerke mit deutlich urban geprägten Einzugsgebieten sind hier näher zu untersuchen.

Anhand der ersten Ergebnisse kann man annehmen, dass insbesondere im tieferen Grundwasser bzw. in Roh- und Trinkwasser nicht mit messbaren Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen zu rechnen ist, so dass sich zukünftige Betrachtungen

tungen auf das oberflächennahe Grundwasser beschränken können. Eine Untersuchung von hydrogeologisch gut geschützten, tiefen Grundwasserleitern erscheint unter dem Gesichtspunkt des hohen Analyseaufwandes und der Kosten nicht sinnvoll.

Für die Erweiterung des Messnetzes sollten möglichst flach verfilterte Messstellen in Erwägung gezogen werden, die von größeren Oberflächengewässern beeinflusst werden können. Vorgelegt werden sollten eventuell auch Arzneimitteluntersuchungen in den Oberflächengewässern selbst, insbesondere jene, die als Vorflut für kommunale Kläranlagen dienen.

Besonderes Augenmerk hinsichtlich der Untersuchung auf veterinärmedizinische Arzneistoffe sollte auf Grundwassermessstellen gelegt werden, die bereits durch Nitrat oder Pflanzenschutzmittelbelastungen auffällig sind.

Bei der Durchführung von Standarduntersuchungen im Grundwasser z.B. durch die Wasserversorgungsunternehmen sollte zumindest stichprobenartig der Parameter **Naphthalin-1,5-Disulfonat** mit aufgenommen werden. Die hier durchgeführten ersten Untersuchungen führten in drei von elf Messstellen zu einem Nachweis, die Erkenntnisse zu diesem Parameter reichen noch nicht aus, vorrangig sollte daher die Datenlage verdichtet werden.

Bei zukünftigen Arzneimitteluntersuchungen sollte ebenfalls die Parameterauswahl der Wirkstoffe ergänzt werden. Die Wirkstoffgruppe der **Pyrethroide** mit insektizider oder vergrämender Wirkung, die in den letzten Jahren z.B. umfangreich in der Gnitenbekämpfung eingesetzt wurden (Überträger der Blauzungenkrankheit) fehlte in dem bisher untersuchten Spektrum.

Gerade in Regionen mit hoher Zahl an Paarhufern dürfte diese Wirkstoffgruppe in größerem Umfang zum Einsatz kommen (Friedrich-Löffler-Institut 2007). Die verwendeten Mittel wie z.B. Butox[®] haben Wasser gefährdende Eigenschaften. In Tabelle 7 sind beispielhaft drei der bedeutenden Wirkstoffe aus der sehr großen Gruppe der Pyrethroide genannt.

Pyrethroide:

Deltamethrin

Permethrin

Cyfluthrin

Tabelle 7 Beispielwirkstoffe aus der Gruppe der Pyrethroide

Gesetzgeber

Damit das Wirkungsziel am Patienten erreicht wird, weisen Arzneimittelwirkstoffe eine recht hohe biologische Stabilität auf, dadurch werden sie im Regelfall bei der Abwasserreinigung in der Kläranlage nicht entfernt und gelangen in die aquatische Umwelt.

Um eine Reduzierung der Umweltexposition zu erreichen, müssten sinngemäß also die Arzneimittelwirkstoffe mit günstigeren Stoffeigenschaften im Hinblick auf die Umwelt aber gleichwertigen medizinischen Indikationen bevorzugt eingesetzt bzw. verschrieben werden.

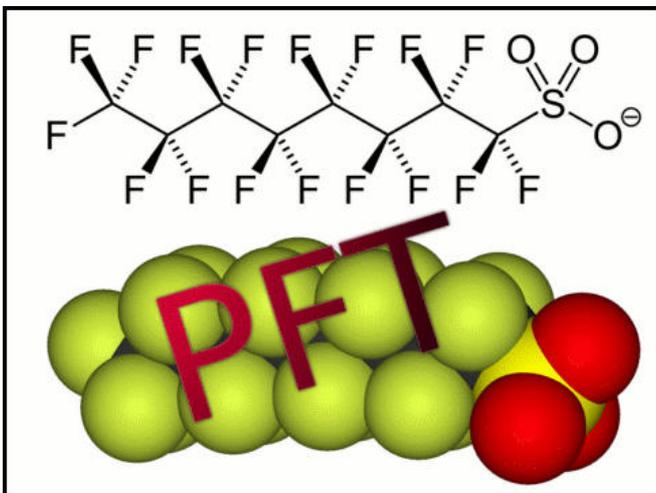
Dadurch könnte auch ein Instrument geschaffen werden, um gezielt die Erforschung umweltverträglicher Wirkstoffe voranzubringen.

In Schweden gibt es bereits ein solches Konzept. Die Stoffeigenschaften **P**ersistenz, **T**oxizität und **B**ioakkumulation eines Arzneimittels werden abgeschätzt und als *PTB-Index* dargestellt. Bei gleichwertiger medizinischer Indikation werden die Ärzte dadurch in die Lage versetzt, sich bei der Verschreibung für das umweltfreundlichere Medikament zu entscheiden (Natur & Kosmos 2009).

4 Perfluorierte Tenside (PFT)

Unter dem Sammelbegriff der perfluorierten Tenside (PFT) sind weltweit mehr als 800 Verbindungen bekannt. Sie werden in vielen Bereichen eingesetzt wie z.B. Kabelummantelungen, Feuerlöschschäume, Beschichtungstechnik, Papier- und Textilindustrie oder Galvanikverfahren.

Die Leitverbindungen mit dem häufigsten Vorkommen in der Umwelt und den höchsten Gehalten sind die PFOA und die PFOS. Die hauptsächlich gefundene Verbindung ist **PFOS** (Perfluorooctansulfonsäure). Weil sie bei der Abwasserreinigung kaum entfernt wird, gelangt sie mit dem gereinigten Abwasser von Industriebetrieben in die Gewässer. Mittlerweile gilt für viele Anwendungen ein EU weites Verbot für PFOS. Keine gesetzlichen Vorgaben gibt es bislang für die zweite Leitsubstanz, die Verbindung **PFOA** (Perfluorooctansäure).



Strukturformel PFOS, Quelle Forum Bodenschutz u. Altlasten

PFT sind sehr gut wasserlöslich, können über verunreinigte Böden auch von Pflanzen aufgenommen und eingelagert werden und reichern sich so in der Nahrungskette an. Sie können weltweit in Boden, Wasser und Lebewesen nachgewiesen werden.

Einen Trinkwasser-Grenzwert für PFT gibt es nicht, als **Vorsorgewert** nennt die Trinkwasserkommission des Bundesgesundheitsamtes **0,10 µg/l** (Umweltbundesamt 2009). Als **Orientierungswert** für die Oberflächengewässer kann die Empfehlung von **0,30 µg/l** dienen (LAWA 2010).

Gewässerverunreinigungen durch PFT haben in Deutschland insbesondere seit 2006 eine traurige Berühmtheit erlangt, als es in Nordrhein-Westfalen über verunreinigte Klärschlämme zu gravierenden Grundwasserverschmutzungen bis hin zu Trinkwasserbelastungen durch PFOS und PFOA kam.

Die Verschmutzungen in Nordrhein-Westfalen durch illegal mit Industrieabfällen verunreinigte Klärschlämme waren auch für Niedersachsen Veranlassung, die Umweltmedien Grundwasser und Oberflächengewässer sowie Fische verstärkt zu untersuchen. Am häufigsten wurden Kläranlagenabläufe und Klärschlämme untersucht (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt- und Klimaschutz 2009).

In der Region Ostfriesland gibt es PFT-Untersuchungen in Klärschlämmen und Kläranlagenabläufen. Untersuchungen direkt in Oberflächengewässern oder Grundwasser lagen bislang nicht vor.

Die **Gebietskooperation Untere Ems** der EG-Wasserrahmenrichtlinie hat sich daher Ende 2009 entschlossen, eine erste Untersuchung auf PFT in Grund- und Oberflächengewässern sowie Sedimenten in Ostfriesland durchzuführen.

Mit der Abwicklung der Untersuchungen wurde der Gewässerkundliche Landesdienst des NLWKN beauftragt. Um das Spektrum der betrachteten Mikroverunreinigungen neben Pflanzenschutzmitteln und Arzneimitteln noch um die perfluorierten Tenside zu erweitern, wird im Folgenden zu den Untersuchungsergebnissen berichtet.

4.1 Untersuchte Verbindungen

Als ersten Einstieg in die Untersuchung von Mikroverunreinigungen im Gewässer durch perfluorierte Tenside wurde das „große“ Spektrum von 14 verschiedenen PFT-Verbindungen zur Analyse beauftragt, die in Tabelle 8 aufgeführt sind. Für die dabei untersuchten Verbindungen liegt die Bestimmungsgrenze bei 50 ng/l in den Wasserproben, für die Sedimentproben liegt sie bei 10 µg/kg Trockensubstanz (TS).

| Bezeichnung |
|---|
| Perfluorbutansäure (PFBA) |
| Perfluorpentansäure (PFPA) |
| Perfluorhexansäure (PFHxA) |
| Perfluorheptansäure (PFHpA) |
| Perfluoroctansäure (PFOA) |
| Perfluornonansäure (PFNoA) |
| Perfluordecansäure (PFDA) |
| Perfluorundecansäure (PFUnA) |
| Perfluordodecansäure (PFDoA) |
| Perfluorbutan-1-sulfonsäure (PFBS) |
| Perfluorhexan-1-sulfonsäure (PFHxS) |
| Perfluoroctan-1-sulfonsäure (PFOS) |
| Perfluoroctansulfonsäureamidn (PFOSA) |
| Perfluordecansulfonsäure (PFDS) |

Tabelle 8 Untersuchte PFT Verbindungen 2010 in Oberflächengewässern, Sediment und Grundwasser

4.2 Kriterien der Messstellenauswahl

Die Unterstützung der *Gebietskooperation Untere Ems* in die PFT-Analytik hat insgesamt jeweils 15 Proben in Grundwasser und Oberflächengewässer sowie fünf Proben im Sediment ermöglicht.

Die Messstellenauswahl oblag dem Gewässerkundlichen Landesdienst in Zusammenarbeit der Aufgabenbereiche Oberflächengewässer und Grundwasser.

Die Messstellen sollten sich möglichst räumlich und fachlich repräsentativ verteilen und sich im Wesentlichen auf das Bearbeitungsgebiet *Untere Ems* der Flussgebietseinheit *Ems* konzentrieren.

Für die Oberflächengewässer wurden möglichst industriell, gewerblich oder allgemein anthropogen beeinflusste Vorfluter ausgewählt. An den bedeutenden Gewässern Norder Tief, Sauteler Tief, Ems (Völlen), Ems (Leerort) und Harle wurden zusätzlich auch die Sedimente untersucht.



Oberflächengewässer Messstelle 80 - EMS (LEERORT)

Für die Untersuchungen im Grundwasser wurden 15 Messstellen ausschließlich aus dem Überblicksmessnetz der EG-Wasserrahmenrichtlinie ausgewählt. Es wurden möglichst flach ausgebauten Messstellen bevorzugt, einige dieser GW-Messstellen weisen bereits anthropogen bedingte Einflüsse wie z.B. Pflanzenschutzmittel- oder Nitratbelastungen auf.

In einigen Fällen ist es gelungen, einen räumlichen Bezug zwischen Grundwasser- und Oberflächengewässer-Messpunkt herzustellen, so dass im Einzugsgebiet eines Gewässers möglichst auch Aussagen zur Grundwasserqualität gemacht werden können.

Karte der Untersuchungsstellen

Die Karte in Abbildung 7 zeigt die Messstellen in Oberflächengewässern (15), Sediment (5) und Grundwasser (15), die 2010 durch den regionalen Gewässerkundlichen Landesdienst auf perfluorierte Tenside untersucht wurden.

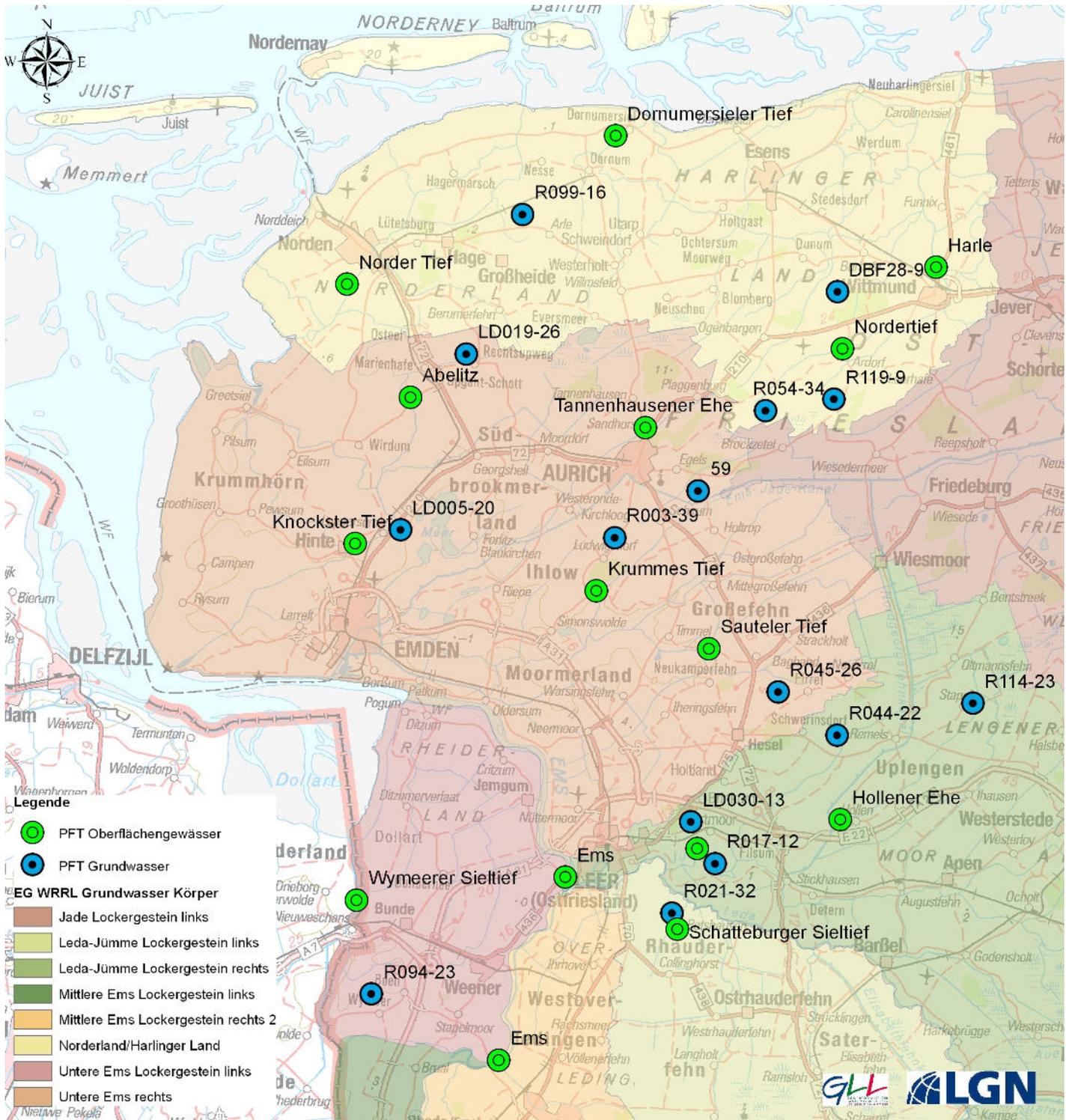


Abbildung 7 Untersuchungsstellen auf PFT in Oberflächengewässern, Sediment und Grundwasser in 2010

4.3 Ergebnisse der Untersuchungen

Bei den 15 untersuchten Messstellen in **Oberflächengewässern** wurden lediglich an vier Messstellen keine PFT-Verbindungen nachgewiesen.

Bei neun Gewässern lagen die nachgewiesenen PFT-Verbindungen mit 56 bis 120 ng/l unter dem Orientierungswert von 300 ng/l (0,3 µg/l) im Spurenbereich. Bei diesen Nachweisen handelte es sich ausschließlich um PFOS. In zwei Gewässern wurden PFT-Verbindungen über dem Orientierungswert festgestellt. Eine Messstelle zeigte dabei eine deutliche Belastung mit PFOS in Höhe von 18 µg/l und zweier weiterer Verbindungen im Spurenbereich.

An den beiden Messstellen mit Befunden über dem Orientierungswert werden weitergehende Untersuchungen zur Befundbestätigung und -aufklärung geplant, die auch das weitere Einzugsgebiet der Gewässer umfassen.

In den **Sedimenten** konnten keine PFT-Verbindungen nachgewiesen werden. Die Bestimmungsgrenze lag für die Sedimente bei 10 µg/kg Trockensubstanz.

Im **Grundwasser** der untersuchten 15 Messstellen konnten keine PFT-Verbindungen entsprechend der Parameterauswahl in Tabelle 8 nachgewiesen werden.

Obwohl in der weit überwiegenden Zahl der untersuchten Oberflächengewässer zumindest eine Grundbelastung im Spurenbereich festzustellen war, sind PFT-Verbindungen in messbaren Konzentrationen im Grundwasser nicht nachweisbar gewesen. In Tabelle 9 sind alle untersuchten Grundwassermessstellen aufgeführt und die jeweilige Filterlage angegeben.

| Kurzbezeichnung | GW-Messstelle | Filteroberkante unter Gelände | Filterunterkante unter Gelände | Summe PFT-Verbindungen |
|-----------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| R119-9 | Ardorf I | 3 m | 9 m | < 50 ng/l |
| LD005-20 | Klein Sande I | 15 m | 20 m | < 50 ng/l |
| R044-22 | Kleinoldendorf I | 20 m | 22 m | < 50 ng/l |
| R003-39 | Ludwigsdorf I | 19 m | 39 m | < 50 ng/l |
| DBF28-9 | Negenbargen I | 6 m | 9 m | < 50 ng/l |
| R045-26 | Neuemoor I | 24 m | 26 m | < 50 ng/l |
| LD030-13 | Nortmoor I | 8 m | 13 m | < 50 ng/l |
| R017-12 | Nortmoor-Rüschweg I | 10 m | 12 m | < 50 ng/l |
| R054-34 | Pfalzdorfer Moor I | 32 m | 34 m | < 50 ng/l |
| R021-32 | Schatteburg I | 8 m | 32 m | < 50 ng/l |
| R114-23 | Stapel | 21 m | 23 m | < 50 ng/l |
| R099-16 | Terhalle I | 14 m | 16 m | < 50 ng/l |
| LD019-26 | Tjücher Wilde I | 20 m | 26 m | < 50 ng/l |
| R094-23 | Wymeer I | 7 m | 23 m | < 50 ng/l |
| 59 | Peilrohr 59 OOWV | 28 m | 30 m | < 50 ng/l |

Tabelle 9 Grundwassermessstellen an denen PFT-Untersuchungen durchgeführt wurden

4.4 Ausblick und Empfehlungen

In den Oberflächengewässern werden bei den Belastungen über dem Orientierungswert von 300 ng/l (0,3 µg/l) weitergehende Nachuntersuchungen geplant. Insbesondere gilt es die Befunde vorerst durch Wiederholungsuntersuchungen zu bestätigen und im Einzugsgebiet weitere Untersuchungen auf PFT-Verbindungen durchzuführen. Dort, wo Messstellen vorhanden sind, sollen die Betrachtungen auch auf das Grundwasser ausgedehnt werden.



Grundwassermessstelle R 099 TERHALLE des NLWKN

Da in den repräsentativen Oberflächengewässern mehrfach PFOS nachgewiesen werden konnten, sollten auch in oberflächennah ausgebauten Grundwassermessstellen in den Trinkwassereinzugsgebieten der Wasserwerke stichprobenartig ergänzende Untersuchungen auf PFT-Verbindungen durchgeführt werden.

Die bisher erstmalig durchgeführten Untersuchungen im Grundwasser erscheinen unter dem Gesichtspunkt der Befunde in den Oberflächengewässern und der in Bezug zur Größe der Grundwasserkörper sehr geringen Zahl an Messpunkten nicht ausreichend repräsentativ, so dass diese Schadstoffgruppe bei zukünftigen Untersuchungskonzepten weitere Berücksichtigung finden sollte.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Publikation zur Grundwasserqualität in Ostfriesland widmet sich erstmalig Stoffen, die unter dem Begriff **Mikroverunreinigung** zusammengefasst werden können. Die Konzentrationen der Inhaltsstoffe bewegen sich zwischen 50 Nanogramm pro Liter (ng/l) und wenigen Mikro-gramm pro Liter (µg/l).

Ausgewertet wurden alle Grundwasseranalysen der Jahre 2000 bis 2009 bezüglich Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM). Für Arzneimittelwirkstoffe sind 2009 und für perfluorierte Tenside (PFT) 2010 eigens durchgeführte Untersuchungen zugrunde gelegt worden. Das ausgewertete Messnetz setzt sich aus Grundwassermessstellen der Wasserversorgungsunternehmen Ostfrieslands und des Landes Niedersachsens zusammen.

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

In den ausgewerteten Messstellen der Wasserversorgungsunternehmen, die im Wesentlichen in Anlehnung an die Trinkwasser Verordnung (TrinkwV) untersucht wurden, konnten an elf Standorten zusammen 38 Befunde mit Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen werden. Die untersuchten Messstellen des Überblicksmessnetzes der EG-WRRL in Ostfriesland zeigten an drei Messstellen Belastungen mit 17 Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen. Die gezielt nach Einflussfaktoren ausgewählten oberflächennahen Messstellen und mittels eines regional angepassten Wirkstoffspektrums durch den Gewässerkundlichen Landesdienst untersuchten Standorte wiesen an 20 Grundwassermessstellen insgesamt 29 Befunde von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen auf. Die Mittelwerte der drei Messprogramme lagen mit 0,53 µg/l (TrinkwV), 0,12 µg/l (EG-WRRL) und 0,42 µg/l (GLD) jeweils über der Qualitätsnorm von 0,10 µg/l.

Bei den in der Gesamtschau am häufigsten nachgewiesenen Wirkstoffen handelte es sich überwiegend um Herbizide und deren Metaboliten. Die drei Wirkstoffe mit der höchsten Befundzahl sind **Mecoprop** mit 30 Befunden, **Isoproturon** mit zehn Befunden und **Diuron** mit sieben Befunden. Die Mittelwerte dieser Nachweise liegen mit 0,52 µg/l

(**Mecoprop**), 0,30 µg/l (**Diuron**) und 0,18 µg/l (**Isoproturon**) deutlich über der Qualitätsnorm. Die flächenhafte Streuung und die Höhe der Befunde veranschaulicht, dass es sich bei Pflanzenschutzmittelbelastungen im Grundwasser um eine **wichtige Wasserbewirtschaftungsfrage** handelt, die auch zukünftige Anstrengungen und Beobachtungen erfordert.

Arzneimittelwirkstoffe

Auf Veranlassung des NLWKN wurde 2009 erstmalig das Grundwasser in Ostfriesland an elf Standorten auf ein breites Spektrum an human- und veterinärmedizinischen Arzneimittelwirkstoffen untersucht und stellt einen ersten Einstieg in das Thema dar. Die Grundwassermessstellen wurden aufgrund der kostenintensiven Analytik sehr gezielt ausgewählt, um möglichst alle potentiellen Einflussfaktoren zu berücksichtigen und ein repräsentatives Bild zur Situation im Grundwasser der Region zu erhalten.

In keiner der untersuchten Messstellen konnten Arzneimittelwirkstoffe festgestellt werden. Durch Schutzfunktionen wie Bodenpassage und Deckschichten, aber insbesondere auch durch Verdünnungseffekte sind die Konzentrationen im Grundwasser vermutlich so gering, dass die analytischen Bestimmungsgrenzen regelmäßig unterschritten werden. Das gilt sehr ausgeprägt vor allem für die Rohwasserfassungen aus tiefen Brunnen der Wasserwerke. Diese Tatsache der stark eingeschränkten Nachweismöglichkeit gibt dem **vorsorgenden Grundwasserschutz** mit einer analytisch noch nachweisbaren Konzentration z.B. im oberflächennahen Grundwasser oder auch direkt im Oberflächengewässer eine hohe Bedeutung.

In drei der untersuchten Messstellen konnte **Naphthalin-1,5-Disulfonat** nachgewiesen werden, dabei handelt es sich um eine Industriechemikalie mit einem sehr breiten Anwendungsspektrum und hoher Umweltrelevanz. Hierzu könnten weitere Untersuchungen in einem verdichteten Messnetz durchgeführt werden.

Zukünftige Arzneimitteluntersuchungen sollten die Wirkstoffgruppe der **Pyrethroide** mit berücksichtigen, die aufgrund der Viehhaltung in der Region eine große Bedeutung hat.

Perfluorierte Tenside (PFT)

Beauftragt von der *Gebietskooperation Untere Ems* der EG-WRRL hat der Gewässerkundliche Landesdienst 2010 erstmalig Oberflächengewässer, Sediment und Grundwasser Ostfrieslands auf 14 verschiedene PFT-Verbindungen untersucht. Die Auswahl von 15 repräsentativen Messpunkten in Oberflächengewässern, fünf Sedimentuntersuchungen in deutlich anthropogen beeinflussten Gewässern und 15 möglichst flach ausgebauten Grundwassermessstellen des Überblicksmessnetzes der EG-WRRL sollte eine erste Auskunft ermöglichen.

In den Sedimenten des Norder Tiefs, des Sauteler Tiefs, der Ems bei Völlen und bei Leerort sowie der Harle konnten keine PFT-Verbindungen nachgewiesen werden. In den Oberflächengewässern selbst wurde in zehn von 15 Messstellen eine Grundbelastung im Spurenbereich zwischen 56 ng/l und 460 ng/l analysiert. An einer Messstelle wurde eine signifikante Belastung mit 18 µg/l festgestellt, dort sind weitere Untersuchungen zur Befundaufklärung in Planung.

In den untersuchten Grundwassermessstellen konnten an keinem Standort PFT-Verbindungen nachgewiesen werden. Da die geringe Zahl der Messpunkte für die untersuchten großen Grundwasserkörper nicht ausreichend repräsentativ erscheint und die festgestellten Befunde in Oberflächengewässern auch punktuelle Belastungen im Grundwasser erwarten lassen, sollten gezielte Folgeuntersuchungen in oberflächennah ausgebauten Grundwassermessstellen, speziell in den Trinkwassergewinnungsgebieten, folgen.

Umwelt- und Ressourcenkosten

Neben den routinemäßig durchgeführten Grundwasseruntersuchungen auf Standardparameter stellen die Untersuchungen auf Mikroverunreinigungen einen zusätzlichen Kostenfaktor dar. Aufwändige Analyseverfahren und umfangreiche fachliche Vor- und Nachbereitungen bedingen ein Engagement der Wasserwirtschaft, das bei den aufgewendeten Umwelt- und Ressourcenkosten zu berücksichtigen ist.

Danksagung

Abschließend sei den Wasserversorgungsunternehmen Ostfrieslands für die langjährige sehr gute Zusammenarbeit und natürlich auch für die Datenerhebung und -bereitstellung herzlich gedankt.

Große Anerkennung gilt auch den Teams der beteiligten Labore und den Probenehmern vor Ort. Bei den Untersuchungen auf Parameter in geringsten Konzentrationen sind eine qualifizierte Probenahme, gewissenhafte Probenvorbereitung und verlässliche Analytik die wichtigste Voraussetzung.

Vielen Dank auch an die vor Ort tätigen *Trinkwasserschutzkooperationen* in Ostfriesland sowie die *Gebietskooperation Untere Ems*, die solche Sonderuntersuchungen unterstützt und begleitet haben, sowie an das Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Ostfriesland in Aurich für die fachliche Beratung zu den PSM-Wirkstoffen.

6 Literaturverzeichnis

Bauer, A., Gröger, S. (2008) Die Rückkehr der Acker-
gifte, Umweltinstitut München e.V.

Bringezu, S. (2009) Wuppertal Institut, Vortrag energy
farming congress Papenburg

Bundesgesundheitsamt (1989) Bundesgesundheitsblatt
Nr. 32 S. 290-295 www.umweltbundesamt.de

Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA
(2010) PFT-Belastungen in Grundwasser und Oberflä-
chengewässern sowie in Abwasser und Klärschlamm
Deutschlands, Datenzusammenstellung aus den Bun-
desländern, 124 Seiten

BUND Positionen (2007) Nr. 34 Energetische Nutzung
von Biomasse, 15 Seiten

Dehne, L. (2009) GABOT Illegaler Handel mit Pflan-
zenschutzmitteln aufgedeckt www.gabot.de, zuletzt
aufgerufen 22.03.2010

Forum Bodenschutz und Altlasten
www.fischbar.de/pft.php, zuletzt aufgerufen 27.04.2010

Friedrich-Löffler-Institut (2007) Blauzungenkrankheit –
Empfehlungen zum Schutz von Wiederkäuern vor dem
Befall mit Gnitzen, 2 Seiten

Haerlin, B. (2009) Save our Seeds
www.saveourseeds.org, zuletzt aufgerufen 11.03.2010

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
(2003) Orientierende Messungen gefährlicher Stoffe,
62 Seiten

Natur & Kosmos (2009) Februar-Ausgabe – Das unge-
klärte Risiko

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt- und Klima-
schutz (2009) Info-Reihe – Perfluorierte Tenside (PFT)
im Gewässer, Abwasser und Klärschlamm in Nieder-
sachsen, 13 Seiten

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten und Naturschutz (2007) Steffen, D. Oberirdi-
sche Gewässer Band 29 Arzneimittel, spezielle Pflan-
zenschutzmittel und Industriechemikalien in nieder-
sächsischen Gewässern, 44 Seiten

Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband
OOWV (2009) Datenbereitstellung 11.09.2009

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2007), Stel-
lungnahme Nr. 12 Arzneimittel in der Umwelt, 91 Seiten

Schulte-Oehlmann, U., Oehlmann, J., Püttmann W.
(2007) Humanpharmakawirkstoffe in der Umwelt: Ein-
träge, Vorkommen und der Versuch einer Bestands-
aufnahme, 12 Seiten

Smolka, S. (2003) PAN Germany Pestizid-Brief Ju-
li/August 2003 Glyphosat gefährdet Grundwasser

Staatliches Amt für Wasser und Abfall Aurich (1997)
Grundwassergütebericht Ostfriesland, 86 Seiten

Staatliches Amt für Wasser und Abfall Aurich (1994)
Grundwassergütebericht Ostfriesland, 50 Seiten

Umweltbundesamt (2009) Texte 34 - Nachhaltige Flä-
chennutzung und nachwachsende Rohstoffe, 261 Sei-
ten

Umweltbundesamt (2009) Per- und Polyfluorierte Che-
mikalien, Einträge vermeiden-Umwelt schützen, 17
Seiten

Anlage 1 PSM Wirkstofflisten

| PSM Wirkstoffe / Metaboliten | TrinkwV-Liste Empfehlung BGA 1989 | EG-WRRL Niedersachsen Liste | GLD regionale Liste Ostfriesland | GLD regionale Liste Ostfriesland - Inseln | Anwendung |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---|--|
| 1,2 Dichlorpropan | | | | | Nematizid, Bodenentseuchung |
| 1,3 Dichlorpropen | | | | | Nematizid, Bodenentseuchung |
| 2,4 DP (Dichlorprop) | | | | | Herbizid Getreide, Grünland |
| 2,4-D (Dichlorphenoxyessigsäure) | | | | | Herbizid Getreide, Obst, Grünland, Zierrasen |
| 2,4-DB | | | | | selektives Herbizid |
| 2,6 Dichlorbenzamid (DCBA) | | | | | Metabolit des Herbizids Dichlobenil |
| Alachlor | | | | | Herbizid, auch: Sonnenblumen |
| Aldicarb | | | | | Insektizid, Nematizid Gemüse, Kartoffeln, Südfrüchte, Zierpflanzen |
| Aldicarb-sulfon | | | | | Metabolit von Aldicarb |
| Aldrin | | | | | Insektizid Drahtwürmer, Schnacke, Beizmittel |
| Aminopyralid | | | | | Herbizid Grünland (Simplex) |
| Amitrol | | | | | Herbizid in Obst, Erdbeeren |
| Aminomethylphosphonsäure (AMPA) | | | | | Metabolit von Glyphosat |
| Atrazin | | | | | Herbizid Mais, Spargel, Kartoffel |
| Azinphos-ethyl | | | | | Insektizid |
| Azoxystrobin | | | | | Fungizid Getreide |
| Bentazon | | | | | Herbizid Getreide |
| Bromacil | | | | | Herbizid, private Anwendungen als Streu- und Gießmittel |
| Bromophos-ethyl | | | | | Insektizid |
| Bromoxyl | | | | | Herbizid Mais |
| Bromoxynil | | | | | Herbizid |
| Carbofuran | | | | | Insektizid, Beizmittel |
| Carfentrazone | | | | | Herbizid Getreide |
| Chlordan-cis | | | | | Insektizid, Holzschutz |
| Chlordan-trans | | | | | Insektizid, Holzschutz |
| Chlorfenvinphos | | | | | Insektizid Ackerbau, Nutztiere, priv. Anwendungen |
| Chloridazon | | | | | selektives Herbizid, Rüben |

| PSM Wirkstoffe / Metaboliten | TrinkwV-Liste Empfehlung BGA 1989 | EG-WRRL Niedersachsen Liste | GLD regionale Liste Ostfriesland | GLD regionale Liste Ostfriesland - Inseln | Anwendung |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---|---|
| Chlormequat-chlorid | | | | | Wachstumsregler Getreide |
| Chlorpyrifos-Ethyl | | | | | Insektizid Gemüse, Zierpflanzen, Ungeziefer in Garten/Stall |
| Chlorpyrifos-Methyl | | | | | Insektizid Gemüse, Zierpflanzen, Ungeziefer in Garten/Stall |
| Chlorthalonil | | | | | Fungizid Getreide, Gemüse, Holzschutzmittel |
| Chlortoluron | | | | | Herbizid Wintergetreide |
| Clodinafop-propargyl | | | | | Getreide |
| Clomazone | | | | | Herbizid Raps |
| Clopyralid | | | | | Herbizid |
| Cyhalothrin | | | | | Insektizid Getreide, Raps |
| Demeton-S-methyl | | | | | Insektizid |
| Desethylatrazin | | | | | Metabolit (Herkunft: Atrazin) |
| Desethylterbutylazin | | | | | Metabolit (Herkunft: Diuron, Linuron) |
| Desisopropylatrazin | | | | | Metabolit (Herkunft: Simazin, Atrazin) |
| Diazinon | | | | | Insektizid |
| Desmetryn | | | | | Herbizid Gemüse u. spez. Kräuter |
| Dicamba | | | | | Herbizid Mais |
| Dichlobenil | | | | | Herbizid, auch in Privatgärten |
| Dichlofluamid | | | | | Fungizid Holzschutz, Baustoffe |
| Dichlorbenzamid | | | | | Metabolit (Herkunft: Dichlobenil) |
| Dichlorvos | | | | | Insektizid |
| Diflufenican | | | | | Herbizid Getreide |
| Dimethachlor | | | | | Herbizid Raps |
| Dimethenamid | | | | | Herbizid Mais |
| Dimethoat | | | | | Insektizid |
| Dimethylsulfamid | | | | | Metabolit von Tolyfluamid |
| Dinoseb | | | | | Fungizid, Insektizid Nachfolgeprodukt Dinosebacetat |
| Disulfoton | | | | | Insektizid und Akarizid im Garten und Weinbau |
| Diuron | | | | | Herbizid, Biozid, Algizid und Antifouling |
| Epoxiconazol | | | | | Fungizid Getreide |

| PSM Wirkstoffe / Metaboliten | TrinkwV-Liste Empfehlung BGA 1989 | EG-WRRL Niedersachsen Liste | GLD regionale Liste Ostfriesland | GLD regionale Liste Ostfriesland - Inseln | Anwendung |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---|--|
| Ethephon | | | | | Wachstumsregler Getreide |
| Ethidimuron | | | | | modernes Herbizid, Harnstoffderivat |
| Etrinfos | | | | | Insektizid |
| Fenoxaprop-ethyl | | | | | Herbizid |
| Fenpropidin | | | | | Fungizid Getreide |
| Fenpropimorph | | | | | Fungizid Getreide |
| Fenthion | | | | | Insektizid - auch in der Tierhaltung |
| Fenuron | | | | | Herbizid insbes. Gräser |
| Flufenacet | | | | | Herbizid Getreide, Mais |
| Flumioxazin | | | | | Herbizid Gleisanlagen, Plätze, unter Gehölzen |
| Fluquinconazol | | | | | Fungizid Getreide |
| Fluroxypyr | | | | | Herbizid Getreide, Mais, Grünland |
| Flurtamone | | | | | Herbizid Getreide |
| Foramsulfuron | | | | | Herbizid |
| Glyphosat | | | | | Totalherbizid, breites Einsatzspektrum |
| Haloxypop | | | | | Herbizid, Graminizid |
| HCH-beta | | | | | CKW |
| HCH-delta | | | | | CKW |
| Hexachlorbutadien | | | | | HKW Biozid |
| Hexazinon | | | | | Herbizid |
| Ioxynil | | | | | Herbizid |
| Isodrin | | | | | Insektizid sehr toxisch u. wassergefährdend |
| Isoproturon | | | | | Herbizid Getreide |
| Isoxaflutole | | | | | Herbizid |
| Kresoxim-Methyl | | | | | Fungizid Getreide |
| Lindan | | | | | Insektizid |
| MCPA | | | | | Herbizid Getreide, Grünland |
| Mecoprop-P (MCP) | | | | | Herbizid Getreide, Grünland, priv. Anwendungen |
| Mefenpyr-Diethyl | | | | | Herbizid Getreide |

| PSM Wirkstoffe / Metaboliten | TrinkwV-Liste Empfehlung BGA 1989 | EG-WRRL Niedersachsen Liste | GLD regionale Liste Ostfriesland | GLD regionale Liste Ostfriesland - Inseln | Anwendung |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---|---|
| Mesosulfuron | | | | | Herbizid Getreide |
| Mesotrione | | | | | Herbizid Mais |
| Metamidophos | | | | | Insektizid |
| Metamitron | | | | | Herbizid in Rüben und Erdbeeren |
| Metazachlor | | | | | Herbizid Raps, Sonderkulturen |
| Metconazol | | | | | Fungizid Getreide |
| Methabenzthiazuron | | | | | Herbizid |
| Methidation | | | | | Insektizid Südfrüchte (z.B. aus Kompostierung) |
| Metobromuron | | | | | Herbizid in Salat, Bohnen, Kartoffeln |
| Metolachlor | | | | | Herbizid Mais |
| Metoxuron | | | | | Herbizid |
| Metribuzin | | | | | Herbizid, Gemüse, Kartoffeln |
| Metsulfuron | | | | | Herbizid Getreide |
| Mevinphos | | | | | Insektizid |
| Monuron | | | | | Herbizid |
| Nicosulfuron | | | | | Herbizid Mais |
| Parathion | | | | | Insektizid (E 605) |
| p-Chlorphenol | | | | | Metabolit (Herkunft: MCPA) |
| Pendimethalin | | | | | Herbizid |
| Pentachlorphenol | | | | | Fungizid, Holzschutzmittel |
| Pethoxamid | | | | | Herbizid |
| Picolinafen | | | | | Herbizid |
| Pirimicarb | | | | | Insektizid |
| Pirmiphos-ethyl | | | | | Insektizid Gemüse, Obst, Erdbeeren |
| Pirimiphos-methyl | | | | | Insektizid Gemüse, Obst, Erdbeeren |
| Prometryn | | | | | Herbizid Gemüse, Kartoffeln, Kräuter |
| Propanil | | | | | Herbizid |
| Propazin | | | | | selektives Herbizid, breites Anwendungsspektrum |
| Propyzamid | | | | | Herbizid, auch im Gartenbau |

| PSM Wirkstoffe / Metaboliten | TrinkwV-Liste Empfehlung BGA 1989 | EG-WRRL Niedersachsen Liste | GLD regionale Liste Ostfriesland | GLD regionale Liste Ostfriesland - Inseln | Anwendung |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---|---|
| Prothioconazol | | | | | Fungizid |
| Pyraclostrobin | | | | | Fungizid Getreide |
| Pyridat | | | | | Herbizid |
| Quinmerac | | | | | Herbizid |
| Quinoxifen | | | | | Fungizid Getreide |
| Rimsulfuron | | | | | Herbizid Mais |
| Sebuthylazin | | | | | Herbizid |
| Simazin | | | | | Herbizid Mais, Baumschulen, Gleisanlagen, priv. Anwendungen |
| S-Metolachlor | | | | | Herbizid Mais |
| Spiroxamine | | | | | Fungizid Getreide |
| Sulcotrion | | | | | Herbizid Mais |
| Tebuconazol | | | | | Fungizid Getreide |
| Terbutylazin | | | | | Herbizid Mais |
| Topramezone | | | | | Herbizid Mais |
| Tribenuron | | | | | Herbizid Getreide |
| Trichlorfon | | | | | Insektizid |
| Triclopyr | | | | | Herbizid Grünland |
| Trifluralin | | | | | Herbizid |
| Trinexapac-ethyl | | | | | Wachstumsregler Getreide |
| Vinclozolin | | | | | Fungizid in Obst, Gemüse, Erdbeeren |

Bei einem Fluss ist das Wasser, das man berührt, das letzte von dem,
was vorübergeströmt ist, und das erste von dem, was kommt.
So ist es auch mit der Gegenwart.

Leonardo da Vinci