

Dümmersanierung

**Ermittlung von diffusen Phosphor-Eintrittspfaden
in die Obere Hunte
und
Maßnahmen zur Reduzierung des Nährstoffeintrages
aus Dränungen**

W. Schäfer (LBEG)

in Zusammenarbeit mit

T. Eiler (LWK Niedersachsen)

H. Siuts (LWK Niedersachsen)

H.-H. Schuster (NLWKN)

28.11.2012



INHALT

1.	PROBLEMSTELLUNG, AUFTRAG UND UNTERSUCHUNGSZIEL	4
2.	ARBEITSPROGRAMM.....	6
3.	BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	7
3.1	Naturraum	7
3.1.1	Elze-Einzugsgebiet	7
3.1.2	Reininger Graben	9
3.1.3	Marler Graben.....	10
3.2	Untersuchungsflächen	11
3.2.1	Auswahl der Untersuchungsgebiete	11
3.2.2	Bewirtschaftung der Dränflächen	12
3.2.3	Bodenuntersuchungen.....	14
3.3	Niederschläge im Untersuchungszeitraum	16
4.	METHODIK.....	17
4.1	Probenahme	17
4.2	Analytik	18
5.	PHOSPHOR IM BODEN	18
6.	ERGEBNISSE DER DRÄN- UND GRABENWASSERUNTERSUCHUNGEN	19
6.1	Grabenwasser	19
6.2	Dränwasser.....	21
6.3	Zeitlicher Verlauf der P-Konzentrationen.....	22
6.4	P-Gehalte im Dränwasser in Abhängigkeit vom P-und Humusgehalt des Bodens	22
6.5	Zusammenfassende Betrachtung.....	23
7.	ABSCHWEMMUNG	25
8.	EROSION.....	25
9.	ABSCHÄTZUNG VON P-FRACHTEN IM ELZE-EINZUGSGEBIET	29
10.	ABLEITUNG VON MAßNAHMEN	30
10.1	Maßnahmengebiele	31
10.2	Maßnahmenvorschläge	32
11.	LITERATUR.....	35

Abbildungen

Abbildung 1: Gesamtphosphorkonzentrationen in Hunte, Elze und Marler Graben (Messung NLWKN).	5
Abbildung 2: Lage der Untersuchungsgebiete.	7
Abbildung 3: Böden im Elze-Einzugsgebiet.	8
Abbildung 4: Böden im Einzugsgebiet des Reiningen Grabens.	9
Abbildung 5: Böden im Einzugsgebiet des Marler Grabens.	10
Abbildung 6: Untersuchungsareale im Elze-Einzugsgebiet.	11
Abbildung 7: CAL-P in Abhängigkeit vom Gesamt-P im Boden.	16
Abbildung 8: Gesamt-P im Boden in Abhängigkeit vom Humusgehalt.	16
Abbildung 9: Monatlicher Niederschlag WW Hunteburg (Oktober 2011 bis Mai 2012).	17
Abbildung 10: Täglicher Niederschlag WW Hunteburg (Oktober 2011 bis Mai 2012).	17
Abbildung 11: Phosphor im Mineralboden (Ackerkrume) (in Anlehnung an DLG-Merkblatt 349).	18
Abbildung 12: Mittlere P-Gehalte im Grabenwasser.	20
Abbildung 13: Vergleich Drän-/Gabenwasser (Pgesamt).	21
Abbildung 14: Mittlere P-Gehalte im Dränwasser.	21
Abbildung 15: Gesamt-P-Gehalte im Grabenwasser.	22
Abbildung 16: Gesamt-P-Gehalte im Dränwasser in Abhängigkeit von CAL-P im Boden.	23
Abbildung 17: Gesamt-P-Gehalte im Dränwasser in Abhängigkeit vom Humusgehalt.	23
Abbildung 18: Probenahme Venner Moorkanal am 12.06.2012.	24
Abbildung 19: Oberflächenabfluss mit Abschwemmung am 17.01.2012.	26
Abbildung 20: Oberflächenentwässerung von Ackerflächen.	26
Abbildung 21: Erosionsgefährdungsstufen der Ackerflächen und Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet des Venner Mühlenbaches.	27
Abbildung 22: Feldblöcke mit erosionsgefährdeten Böden und Gewässeranschluss über Tiefenlinien.	27
Abbildung 23: Teileinzugsgebiete der Elze.	29

Tabellen

Tabelle 1: Untersuchungsprogramm Drän- und Grabenwasser.	12
Tabelle 2: Meliorationsaufnahmen auf den untersuchten Dränflächen.	12
Tabelle 3: Bewirtschaftung und P-Bilanz der Dränflächen (2010/2011).	13
Tabelle 4: Bewirtschaftung und P-Bilanz der Dränflächen (2011/2012).	13
Tabelle 5: Bodeneigenschaften der Dränflächen (Ackerkrume).	15
Tabelle 6: Phosphorgehalte der Dränflächen (Ackerkrume).	15
Tabelle 7: Mittlerer jährlicher Nährstoffaustrag aus nordwestdeutschen Böden (BLANKENBURG & SCHEFFER 2008).	19
Tabelle 8: Berechnete P-Frachten im Elze-Einzugsgebiet.	30
Tabelle 9: Berechnete P-Frachten über verschiedene Eintragspfade in den Venner Bruchkanal.	30

1. PROBLEMSTELLUNG, AUFTRAG UND UNTERSUCHUNGSZIEL

Der Dümmer weist seit Jahrzehnten eine starke Überversorgung mit Nährstoffen auf. Nach der orientierenden LAWA-Trophiebewertung (LAWA 1999) wurde der Ist-Zustand des Dümmers (2003) als stark polytroph eingestuft. Bereits 1983 wurde ein erstes Dümmersanierungskonzept (RIPI 1983) erarbeitet, mit der Haupte Erkenntnis, dass über die Obere Hunte und hier im Besonderen über das Teileinzugsgebiet des Bornbaches zu viele Phosphate in den Dümmer gelangen.

Nach der Umleitung des Bornbaches wurden die P-Frachten in den Dümmer zwar halbiert, wenngleich die aktuellen Gesamthosphor-Konzentrationen (arithmetischer Mittelwert: 0,163 mgP/l Gesamt-P) und Gesamthosphor-Frachten in der Oberen Hunte vergleichbar sind mit anderen Fließgewässern des norddeutschen Tieflandes, liegen diese jedoch noch über den Anforderungen eines Stillgewässers. Der Zielwert der Gesamthosphorkonzentration des Zuflusses liegt bei 0,05 mg/l Gesamt-P im zeitigen Frühjahr. Im Rahmen der weiteren Dümmersanierung sollen die Phosphor-Frachten in der Oberen Hunte deshalb weiter reduziert werden.

Dazu entwickelten das Niedersächsische Landwirtschafts- und das Umweltministerium den so genannten 16 Punkte-Plan zur Dümmersanierung, der Maßnahmen sowohl zur Restaurierung des Sees als auch zur Sanierung des Einzugsgebietes vorsieht.

Das LBEG wurde vom Umweltministerium beauftragt, in Zusammenarbeit mit der LWK Niedersachsen und dem NLWKN, die diffusen Phosphoreintrittspfade, insbesondere aus der Dränung zu untersuchen und Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge vorzuschlagen (siehe Punkt 9 des 16-Punkte-Plans).

Die Frage der möglichen P-Einträge über die Eintragspfade „Bodenerosion“ und „Abschwemmung“ sollte begleitend betrachtet werden.

Bereits im Jahr 2011 wurden erste orientierende Messungen des NLWKN in Teileinzugsgebieten nahe des Dümmers durchgeführt. Die im Zuge dieser Messkampagne gesammelten Erkenntnisse lieferten erste Hinweise auf erhöhte Phosphoreinträge insbesondere aus dem Einzugsgebiet der Elze (vgl. Abb. 1), die nachfolgend auch im Fokus der Drän- und Grabenuntersuchungen durch LBEG und NLWKN stand.

Schwerpunkt der Untersuchungen ist die Ermittlung der P-Einträge über die Dränung im Einzugsgebiet der nachfolgend genannten Nebengewässer der Oberen Hunte:

- Elze
- Marler Graben
- Reiningen Graben

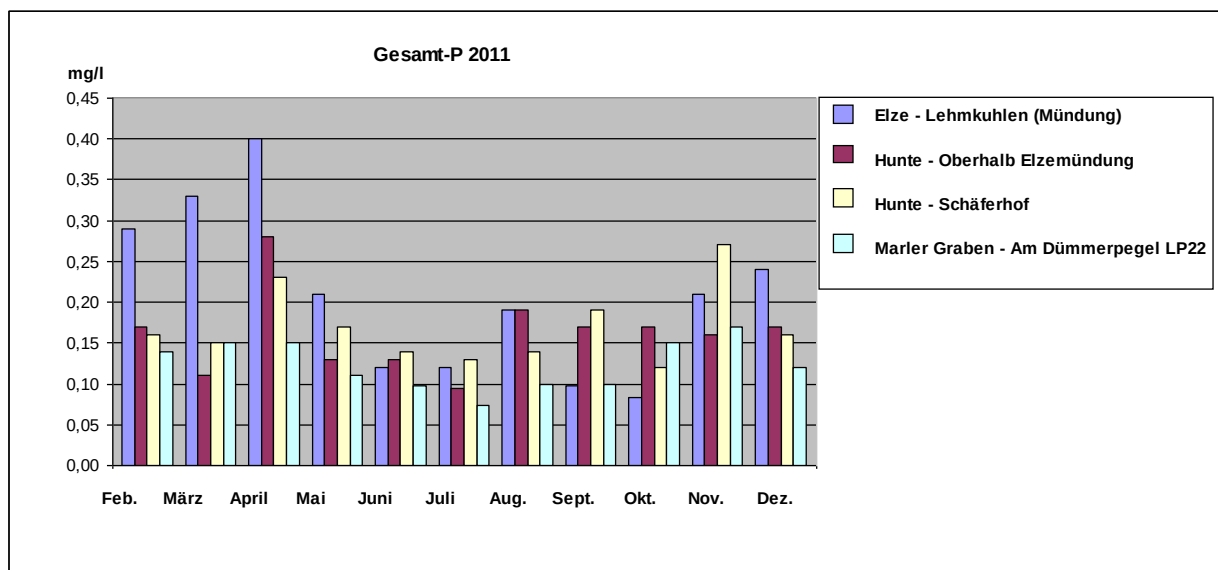


Abbildung 1: Gesamtphosphorkonzentrationen in Hunte, Elze und Marler Graben (Messung NLWKN).

2. ARBEITSPROGRAMM

LWK Niedersachsen

- Ermittlung der gedrännten Flächen
- Erfassung der Landnutzung und Bewirtschaftung
- Kontaktaufnahme zu Wasser- und Bodenverbänden
- Unterstützung bei Auswahl der Dränflächen

NLWKN

- Bereitstellung der bisherigen Messergebnisse
- Bereitstellung von Gewässernetz und Einzugsgebieten (digital)
- Messung der P-Konz. im Oberflächengewässer von Teileinzugsgebieten
- Unterstützung bei Auswahl der Dränflächen

LBEG

- Darstellung von repräsentativen Bodenarealen innerhalb der Einzugsgebiete
 - Moorböden
 - Tiefkulturböden (TK)
 - Sandböden
 - Lehm-/Tonböden
- Ausweisung von Arealen mit erhöhter Bodenerosionsgefährdung
- Auswahl von Dränflächen innerhalb der repräsentativen Bodenareale
- Beprobung ausgewählter Dräne und Vorfluter im Winterhalbjahr 2011/2012 (alle 2 Wochen)
- Analyse des Dränwassers, Grabenwassers
- Bei Bedarf Entnahme von Bodenproben mit Analytik

LWK/NLWKN/LBEG

Gemeinsamer Bericht

In diesem Bericht können zunächst nur die einjährigen Untersuchungsergebnisse dargestellt werden. Belastbare Aussagen sind erst nach mindestens dreijährigen Untersuchungen möglich.

3. BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Die bereits oben genannten Teileinzugsgebiete (Elze, Reiningen Graben, Marler Graben) wurden ausgewählt, weil in diesen Gebieten nach den beim NLWKN vorliegenden Untersuchungen mit erhöhten P-Frachten zu rechnen ist.

3.1 Naturraum

Die räumliche Lage der Untersuchungsgebiete mit einigen hydrologischen Kennwerten ist in Abb. 2 dargestellt.

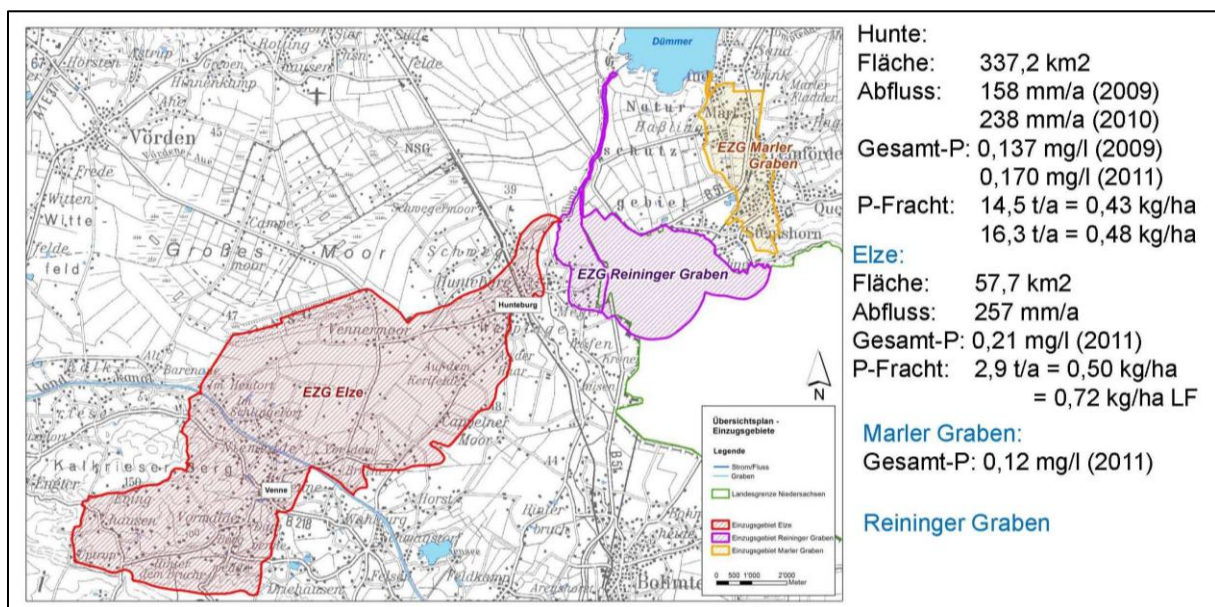


Abbildung 2: Lage der Untersuchungsgebiete.

3.1.1 Elze-Einzugsgebiet

Mit 57,7 km² ist das Elze-Einzugsgebiet das größte Untersuchungsgebiet. Der mittlere Abfluss liegt bei 257 mm/a, für das Jahr 2011 wurde von Ende Februar bis Ende Dezember nach Angaben des NLWKN eine mittlere Gesamt-P-Konzentration von 0,21 mg P/l in der Elze (Lehmkuhlen) ermittelt. In den Jahren 1986 – 1987 betrug die Gesamt-P-Fracht der Elze 2,9 t P/a. Bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet entspricht dies einem P-Austrag von 0,50 kg/ha·a, der damit etwas über dem mittleren P-Austrag des gesamten Einzugsgebietes der Oberen Hunte von 0,43 bis 0,48 kg/ha/a liegt.

Das Elze-Einzugsgebiet ist naturräumlich zweigeteilt in das vom Venner Mühlenbach entwässerte Bergland im Südwesten des Mittellandkanals und die grundwassernahe Talsandniederung im Nordosten. Die Böden des Berglandes sind gekennzeichnet durch Lößlehme, die bei entsprechender Hanglage unter Ackernutzung eine hohe Erosionsgefährdung aufweisen (vgl. Pkt. 8).

In der Talsandniederung dominieren die grundwassernahen Sandböden (Gleye, Gley-Podsole, Anmoorgleye, örtlich auch Podsole). In den Überflutungsbereichen entlang der Elze ist der Oberboden infolge der Ablagerung von Lößlehm aus dem Bergland z. T. schwach lehmig bis lehmig, der Unterboden in diesen Arealen ist stark eisenhaltig, eine Folge der Eisenanlieferung mit aufsteigendem Grundwasser. Zum Teil haben sich die Eisenanreicherungen zu Raseneisenerz verfestigt.

Die flachgründigen Hochmoorböden entlang des Venner Moorkanals wurden in den 1970er Jahren im Rahmen einer Flurbereinigung tiefgepflügt. Dies gilt auch für die Moorflächen im Untersuchungsgebiet Cappeller Moor. Die Niedermoore entlang des Venner Bruchkanals wurden ebenfalls zum Teil tiefgepflügt, im Zentrum der Venner Moorziesen sind jedoch noch einige Niedermoorflächen erhalten (vgl. Abb. 3).

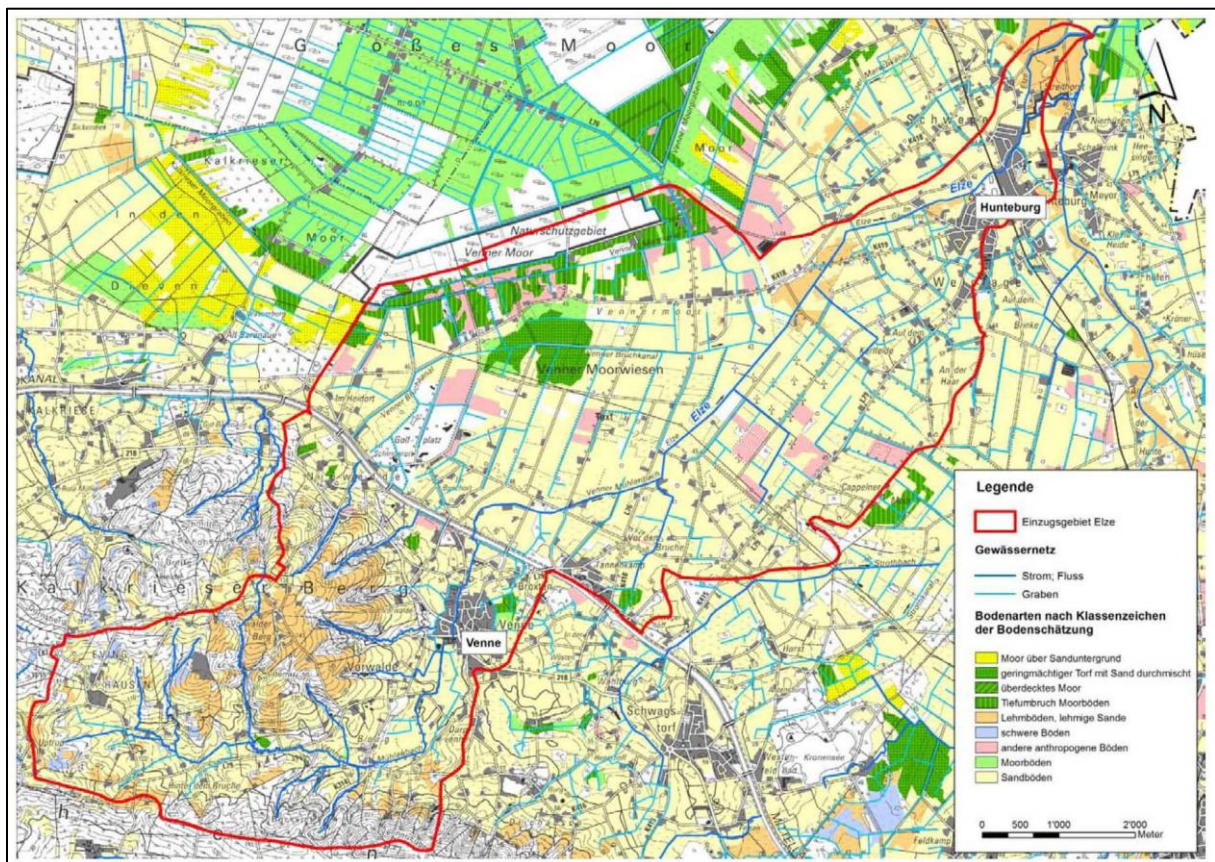


Abbildung 3: Böden im Elze-Einzugsgebiet.

Im Untersuchungsgebiet des Steinriedenbaches sind auch tiefgepflügte Podsole, Podsol-Gleye und Anmoorgleye zu finden.

Im Bereich des Venner Moorkanals sind ungestörte Hochmoorböden noch im südlichen Teil des Naturschutzgebietes Venner Moor zu finden, welches z. T. noch in den Venner Moorkanal entwässert wird, wie z.B. über den Graben mit der Gewässer-Nr.221 (nach Gewässerkarte des UHV Nr. 70)

3.1.2 Reininger Graben

Der Reininger Graben entwässert direkt in die Hunte, sein Einzugsgebiet erstreckt sich überwiegend östlich des Reininger Grabens in NRW. Das hier beschriebene Untersuchungsgebiet (Abb. 4) liegt zwischen Reininger Graben und Hunte und wird über einen Drängraben und Schöpfwerk in die Hunte entwässert. Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes stehen Niedermoores an, die entlang der Hunte von mineralischen Ablagerungen überdeckt sind. Im mittleren Teil des Untersuchungsgebietes wurden die Niedermoores tiefgepflügt, im Süden stehen Sandböden an.

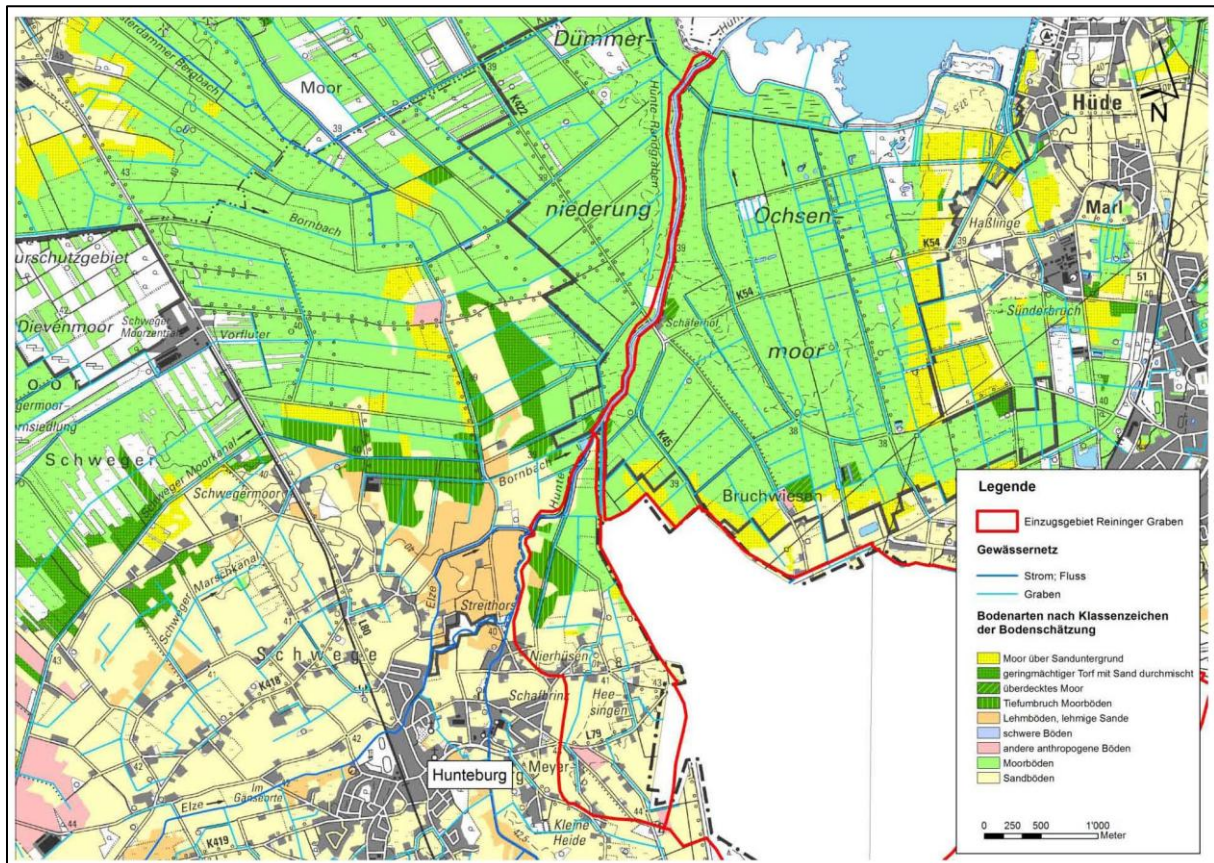


Abbildung 4: Böden im Einzugsgebiet des Reininger Grabens.

3.1.3 Marler Graben

Der Marler Graben (Abb. 5) erstreckt sich zwischen Dümmer und der Bundesstraße und entwässert direkt in den Dümmer. Die Böden des ca. 4,5 km² großen Einzugsgebietes bestanden ursprünglich aus einem von Mudden unterlagerten Verlandungs-Niedermoor, welches von einigen Sanddurchtragungen unterbrochen wird. Die Niedermoore wurden im Rahmen einer Flurbereinigung überwiegend tiefgepflügt, nur im südlichen Teil des Einzugsgebietes sind noch einige Niedermoorböden vorhanden. Für das Jahr 2011 wurde von Ende Februar bis Ende Dezember nach Angaben des NLWKN eine mittlere Gesamt-P-Konzentration von 0,12 mg P/l ermittelt.

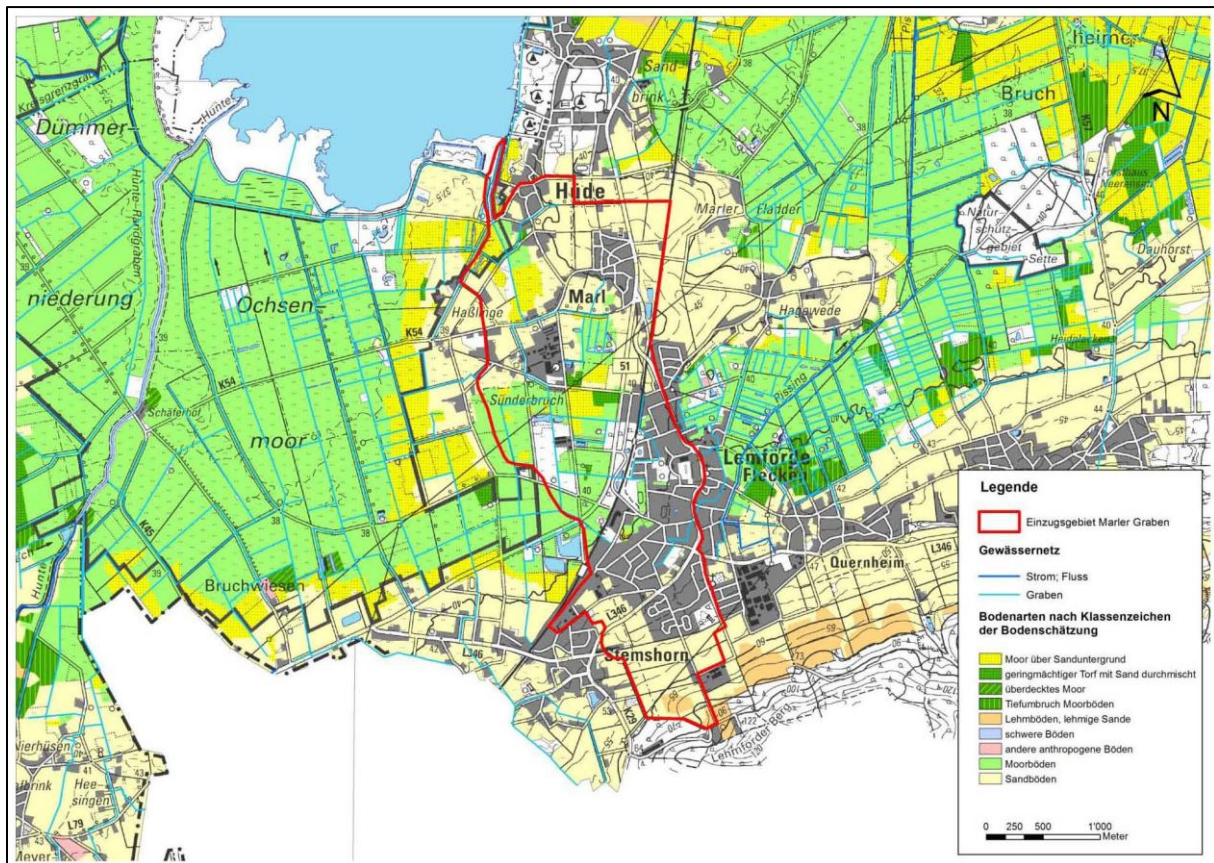


Abbildung 5: Böden im Einzugsgebiet des Marler Grabens.

3.2 Untersuchungsflächen

3.2.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete

Die Drän- und Grabenwasseruntersuchungen erfolgen in repräsentativen Bodenarealen innerhalb der Einzugsgebiete. Diese Untersuchungsgebiete sind repräsentativ für die wichtigsten Bodeneinheiten wie Sandböden, Tiefkulturböden und Moorböden, sie sind in den Abbildungen 3, 4 und 5 dargestellt. Beprobte wird jeweils der Vorfluter, der das Untersuchungsgebiet entwässert (vgl. Abb. 6) und Dräne von ausgewählten Ackerflächen, die in den entsprechenden Vorfluter entwässern. In der Regel wurden von jeder ausgewählten Ackerfläche zwei Dräne beprobt. Tab. 1 gibt einen Überblick über die ausgewählten Vorfluter und die Anzahl der Messstellen.

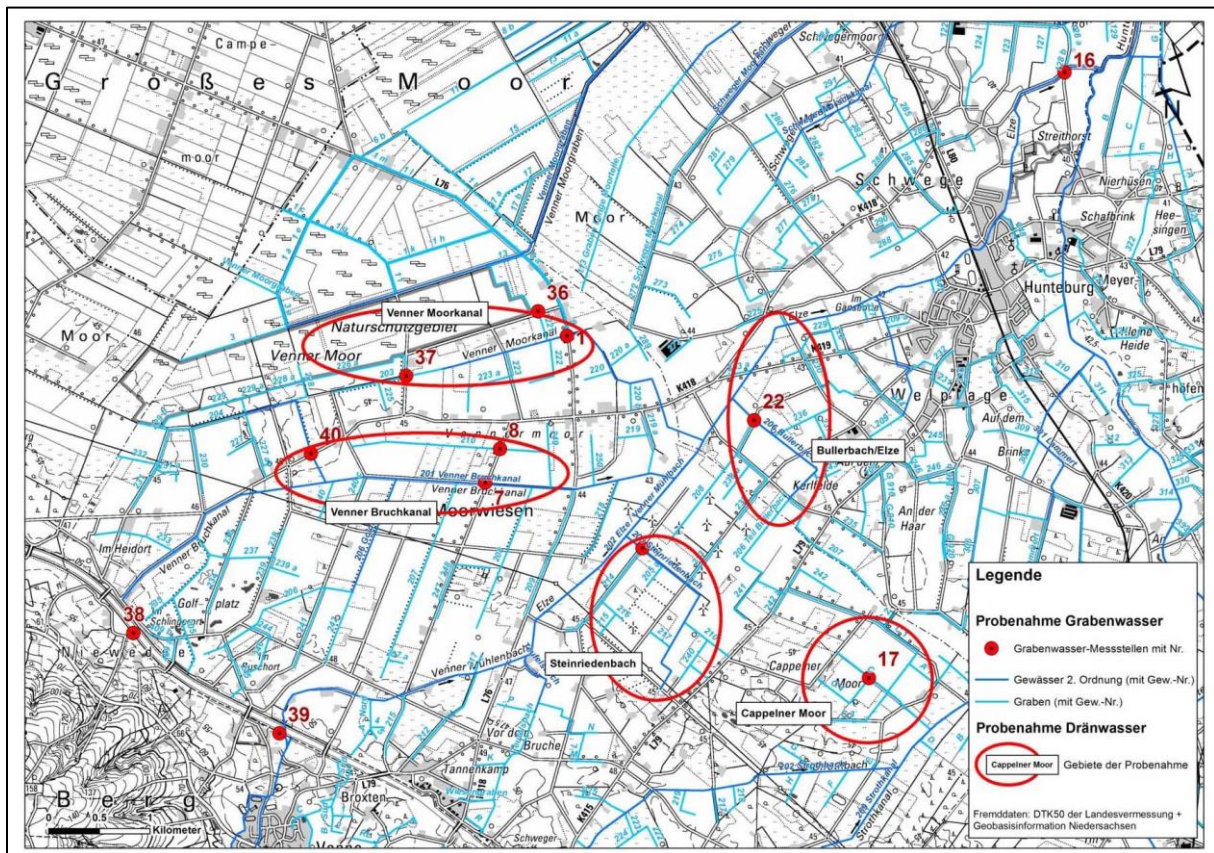


Abbildung 6: Untersuchungsareale im Elze-Einzugsgebiet.

Tabelle 1: Untersuchungsprogramm Drän- und Grabenwasser.

Einzugsgebiet	Suchraum	Vorfluter	Probenahmestellen		
			Dränflächen	Dräne	Vorfluter
Elze	Moor/TK-Böden	Venner Moorkanal Ost	3	5	1
		Venner Bruchkanal	2	4	2
		Steinriedenbach	1	2	1
		Cappelner Moor /Altes Moor	2	4	1
	Sandböden	Bullerbach	1	2	1
		Elze	2	4	1
	Lehmböden		1		
Reininger Graben	Moor/TK-Böden	Reininger Graben	1	1	1
Marler Graben	Moor/TK-Böden	Sünderbruch	1	2	1
		Marler Graben			1
Summe			14	24	10

3.2.2 Bewirtschaftung der Dränflächen

Die Daten zur Melioration und Bewirtschaftung der Dränflächen wurden von der LWK Niedersachsen erhoben und sind in den Tab. 2 – 4 dargestellt.

Die ausgewählten Ackerflächen in den ehemaligen Mooregebieten entlang des Venner Moorkanals, des Venner Bruchkanals, des Cappelner Moors und auch am Marler Graben wurden alle tiefgepflügt. Lediglich die Fläche 5 am Venner Bruchkanal ist zumindest in Teilarealen noch als Moor zu bezeichnen.

Tabelle 2: Meliorationsaufnahmen auf den untersuchten Dränflächen.

Einzugsgebiet	Untersuchungs-areal	Nutzung (2011/12)	Tiefkultur-maßnahmen	Dränung	Dränspülung	Grünland-umbruch
Elze	Elze					
	Venner Moor-Kanal					
	Fläche 1	Acker	70er Jahre*	80er Jahre	Noch nie	-
	Fläche 2	Acker	70er Jahre	70er Jahre	2009	70er Jahre
	Fläche 3	Acker	1970	1985	2007	1970
	Venner Bruchkanal					
	Fläche 4	Acker	2010 (80 cm)	80er Jahre	Jährlich	-
	Fläche 5	Acker	70er Jahre	70er Jahre	2011	ca. 2004
	Cappelner Moor					
	Fläche 6	Acker	2003	2003	-	-
	Bullerbach/Elze					
	Fläche 7	Acker	70er Jahre	70er Jahre	-	-
	Fläche 8	Acker	-	2009/10	-	-
	Fläche 9	Acker	-	70er Jahre	2005	2011
	Steinriedenbach					
	Fläche 10	Acker	-	1973	Vor 2002	-
Reininger Graben	Reininger Graben					
	Fläche 13	Acker	-	Grabendränung	-	-
Marler Graben	Marler Graben					
	Fläche 14	Acker	70er Jahre	70er Jahre	Alle 2 Jahre	80er Jahre

Tabelle 3: Bewirtschaftung und P-Bilanz der Dränflächen (2010/2011).

Einzugsgebiet	Untersuchungs-areal	Hauptfrucht	Zwischenfrucht	P ₂ O ₅ -Düngung (kg/ha)	P ₂ O ₅ -Abfuhr (kg/ha)	P ₂ O ₅ -Bilanz (kg/ha)
Elze	Elze					
	Venner Moor-Kanal					
	Fläche 1	Winterweizen	-	64	78	-14
	Fläche 2	Triticale	-	50	73	-23
	Fläche 3	Roggen	-	68	38	-30
	Venner Bruchkanal					
	Fläche 4	Mais	-	64	85	-21
	Fläche 5	Triticale	-	74	78	-4
	Cappelner Moor					
	Fläche 6	Triticale	-	103	73	30
	Bullerbach/Elze					
	Fläche 7	Mais	-	98	90	8
	Fläche 8	Mais	-	133	95	38
	Fläche 9	Mähweide	-	80	110	-30
	Steinriedenbach					
	Fläche 10	Mais	-	147	125	22
Reininger Graben	Reininger Graben					
	Fläche 13	Mais	-	129	90	39
Marler Graben	Marler Graben					
	Fläche 14	Wintergerste	-	80	68	12

Tabelle 4: Bewirtschaftung und P-Bilanz der Dränflächen (2011/2012).

Einzugsgebiet	Untersuchungs-areal	Hauptfrucht	Zwischenfrucht	P ₂ O ₅ -Düngung (kg/ha)	P ₂ O ₅ -Abfuhr (kg/ha)	P ₂ O ₅ -Bilanz (kg/ha)
Elze	Elze					
	Venner Moor-Kanal					
	Fläche 1	Mais	Ackergras	170	165	5
	Fläche 2	Mais	Senf	163	112	51
	Fläche 3	Mais	Senf	290	112	178
	Venner Bruchkanal					
	Fläche 4	Mais	-	88	85	3
	Fläche 5	Winterweizen	-	74	83	-9
	Cappelner Moor					
	Fläche 6	Mais	Ackergras	166	130	36
	Bullerbach/Elze					
	Fläche 7	Getreide GPS	Sommergerste GPS	93	42	50
	Fläche 8	Winterweizen	-	56	83	-27
	Fläche 9	Winterweizen	-	50	83	-33
	Steinriedenbach					
	Fläche 10	Triticale	-	26	73	-47
Reininger Graben	Reininger Graben					
	Fläche 13	Mais	-	116	90	26
Marler Graben	Marler Graben					
	Fläche 14	Mais	Ackergras	149	130	19

Die Dränfläche 13 am Reiningen Graben ist die einzige Moorfläche (Niedermoor) mit einem noch ungestörten Profilaufbau. Diese Fläche wird lediglich über einen Drängraben entwässert.

Die für die Jahre 2010/2011 und 2011/2012 von der LWK erhobenen Daten zu den angebauten Fruchtarten (Tab. 3 und 4) zeigen, dass die Dränflächen in der Regel mit einer Mais-Getreide-Fruchtfolge, z. T. mit Zwischenfrucht bewirtschaftet werden. Die auf Grundlage der erhobenen Daten berechneten jährlichen P_2O_5 -Bilanzen schwanken sehr stark (Maximum: 178 kg/ha; Minimum: -47 kg/ha). Belastbare Aussagen zur Höhe der P-Bilanzen sind nur auf der Grundlage langjähriger Erhebungen über z. B. zwei bis drei Fruchtfolgen möglich.

3.2.3 Bodenuntersuchungen

Die Ackerkrume der Dränflächen wurde im Frühjahr 2012 (Ende Februar/Anfang März) im Bereich der ausgewählten Dräne beprobt und beim LBEG auf die in den Tab. 5 und 6 aufgelisteten Parameter untersucht.

Die Ackerkrume der tiefgepflügten Flächen ist in der Regel als stark humoser Sandboden anzusprechen. Auffällig sind weiterhin die Eisenanreicherungen im Boden der Flächen 7 bis 9 an Bullerbach und Elze.

Hinsichtlich der P-Versorgung (Pflanzenverfügbarer Phosphor im Boden nach CAL-Methode) sind nach den Richtwerten der LWK Niedersachsen 7 von 12 Ackerflächen in die Versorgungsstufe D einzustufen, nach den Richtwerten des VDLUFA (1997) sind 8 von 11 Flächen in die Versorgungsstufen D und E einzustufen.

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Gehalt an leicht löslichem (pflanzenverfügbaren) P im Boden und dem Gesamt-P-Gehalt im Boden ist nicht zu erkennen (Abb. 7). Der Gesamt-P-Gehalt im Boden zeigt jedoch eine Abhängigkeit vom Humusgehalt des Bodens (Abb. 8), dies dürfte damit zu erklären sein, dass ein großer Anteil des Gesamt-P im Boden organisch gebunden ist. Eine Ausnahme ist bei Fläche 9 zu beobachten. Die sehr hohen Gesamt-P-Gehalte in diesem Boden sind nicht mit der Höhe des Humusgehaltes zu erklären, die Eisenanreicherungen in diesem Boden lassen vermuten, dass das P überwiegend an Eisenhydroxiden gebunden ist.

Tabelle 5: Bodeneigenschaften der Dränflächen (Ackerkrume).

Einzugsgebiet	Untersuchungs-areal	Bodenart des Oberbodens	pH-Wert 0,01 m CaCl ₂	Humusgehalt Gew. %	Einstufung des Humusgehaltes nach KA5	Bemerkung
Elze	Elze					
	Venner Moor-Kanal					
	Fläche 1	fSms	4,8/5,0	4,1	Stark humos	
	Fläche 2	fSms	4,5	5	Stark humos	
	Fläche 3	fSms	5,0	4-5	Stark humos	
	Venner Bruchkanal					
	Fläche 4	fSms	5,5	9-12	Sehr stark humos	
	Fläche 5	Hn, Mudde	5,0	23-26	anmoorig	
	Cappelner Moor					
	Fläche 6	fS	4,8	3,0-4,8	Mittel humos	
	Bullerbach/Elze					
	Fläche 7	SI2	5,5	1,8	Schwach humos	Eisen-anreicherung
	Fläche 8	S	5,3	2,5	Mittel humos	Eisen-anreicherung
	Fläche 9	L	5,7	6,3	Stark humos	Eisen-anreicherung
	Steinriedenbach					
	Fläche 10	fS	4,9	4,3-5,0	Stark humos	
Reiniger Graben	Reiniger Graben					
	Fläche 13	Torf	4,6	33	Torf	
Marler Graben	Marler Graben					
	Fläche 14	fS	5,0/5,4	6,0	Stark humos	

Tabelle 6: Phosphorgehalte der Dränflächen (Ackerkrume).

Einzugsgebiet	Untersuchungs-areal	Pflanzenverfügbare Phosphor im Boden CAL-Methode		Gesamt-P im Boden Königswasserextrakt mg P/100 g Boden
		mg P/100 g Boden	P-Gehaltsklasse nach LWK Niedersachsen*	
Elze	Elze			
	Venner Moor-Kanal			
	Fläche 1	15,6	D	47
	Fläche 2	16,6	D	58
	Fläche 3	15,6	D	76
	Venner Bruchkanal			
	Fläche 4	9,7	C	101
	Fläche 5	6,1	B/C	205
	Cappelner Moor			
	Fläche 6	8,2	C	24
	Bullerbach/Elze			
	Fläche 7	8,3	C	108
	Fläche 8	11,6	D	84
	Fläche 9	10,5	D	347
	Steinriedenbach			
	Fläche 10	17,4	D	60
Reiniger Graben	Reiniger Graben			
	Fläche 13	2,1**	B	262
Marler Graben	Marler Graben			
	Fläche 14	16,2	D	91

*Landwirtschaftskammer Niedersachsen: Richtwerte für die Düngung in Niedersachsen. Stand Januar 2011
Homepage LUFA Nordwest von 27.09.12; Download

**mg/100 g Boden

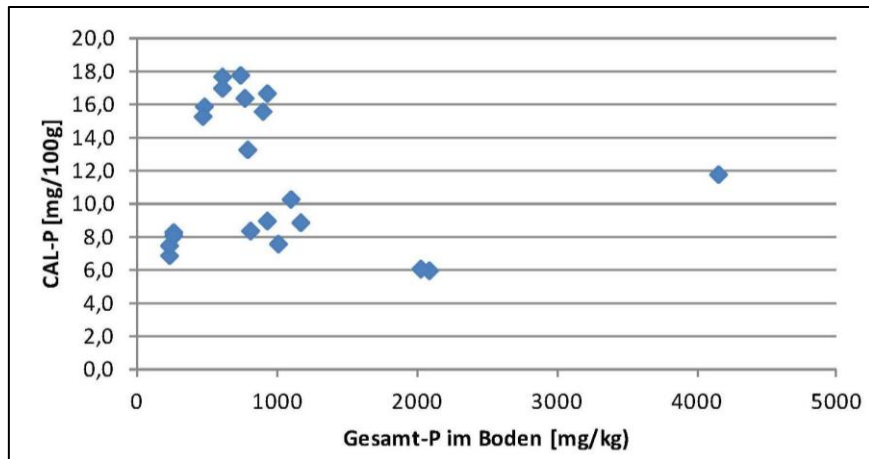


Abbildung 7: CAL-P in Abhängigkeit vom Gesamt-P im Boden.

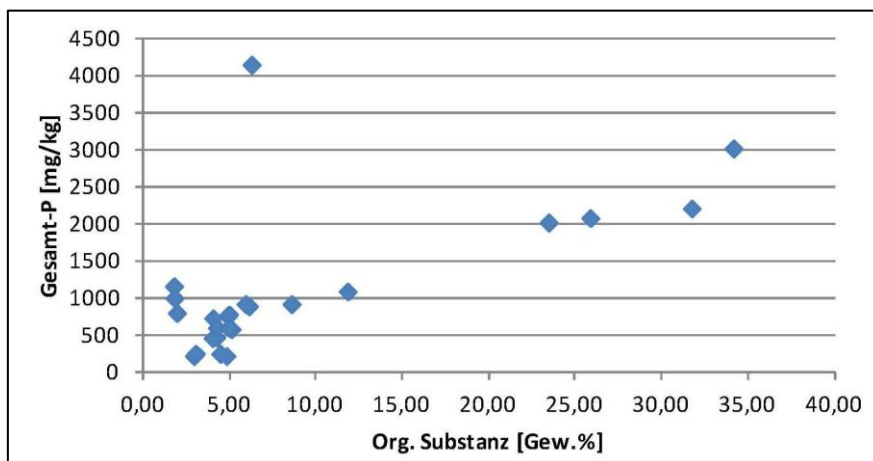


Abbildung 8: Gesamt-P im Boden in Abhängigkeit vom Humusgehalt.

3.3 Niederschläge im Untersuchungszeitraum

Im Untersuchungszeitraum von Oktober 2011 bis Mai 2012 wurden an der Station „WW Hunteburg“ insgesamt 353 mm Niederschlag gemessen (Abb. 9). Nach außergewöhnlich niedrigen Niederschlägen im November (2,7 mm) wurden im Dezember und Januar mit 105 mm bzw. 94 mm überdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen. Hervorzuheben sind Starkniederschlagsereignisse mit bis zu 20 mm/d, die Mitte Dezember und Anfang Januar aufgetreten sind (Abb. 10) und auf Böden mit verminderter Infiltrationskapazität zu Staunässe und Oberflächenabfluss führten. Die Monate Februar bis April waren durch unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen gekennzeichnet.

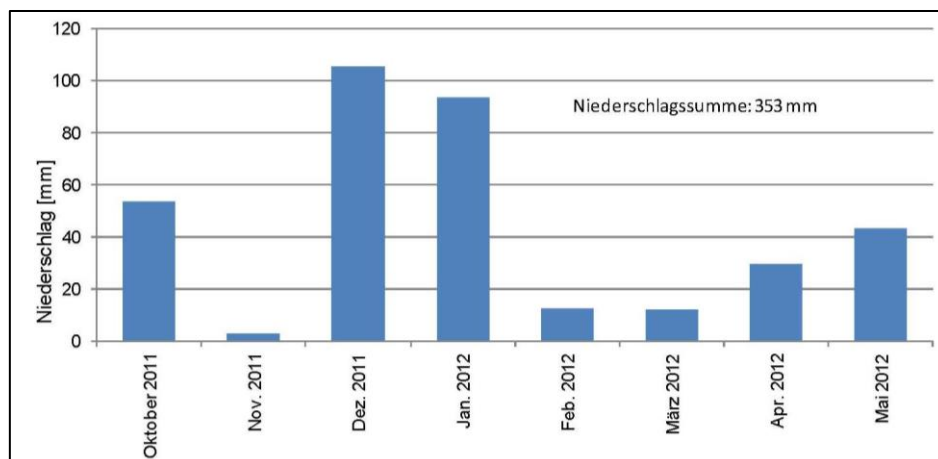


Abbildung 9: Monatlicher Niederschlag WW Hunteburg (Oktober 2011 bis Mai 2012).

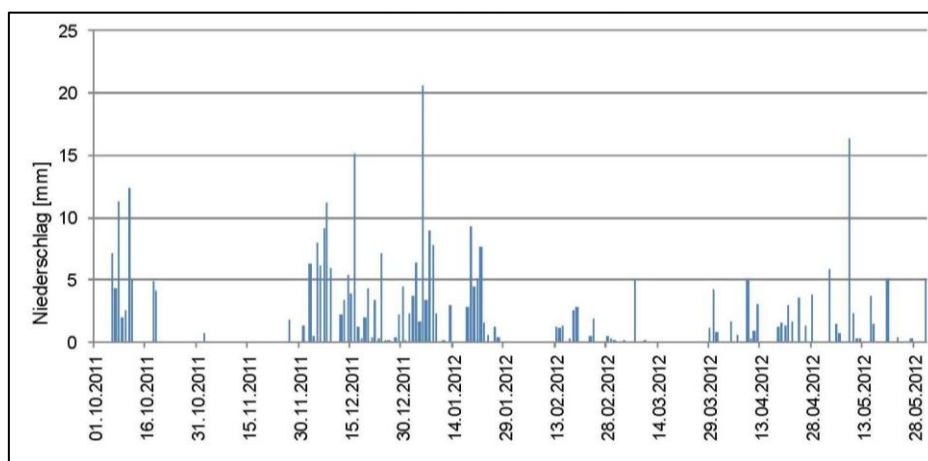


Abbildung 10: Täglicher Niederschlag WW Hunteburg (Oktober 2011 bis Mai 2012).

4. METHODIK

4.1 Probenahme

Die Probenahme des LBEG in den ausgewählten Untersuchungsgebieten (vgl. Pkt. 3.2.1) startete mit Beginn der Dränabflüsse im November. Im Abstand von 2 Wochen wurden von jeder Drän- und Grabenwassermessstelle jeweils zwei Proben in 250 ml Borosilikatglas-Flaschen entnommen. Eine der Proben wurde zur Stabilisierung mit 1 ml konz. Salpetersäure angesäuert.

Das gesamte Probenahmeprogramm ist Tab. 1 zu entnehmen.

Die ergänzende Probenahme des NLWKN fand in enger Absprache mit dem LBEG statt und ergänzte dessen Monitoring in den Hauptabflüssen der Teileinzugsgebiete (Hunte oberhalb Elze, Elze-Mündung Hunte, Reiniger Graben, Marler Graben sowie Schöpfwerk Meyerhöfen).

Zur genaueren Einschätzung der Phosphorkonzentrationen in der Elze wurden ab Mai 2012 zusätzlich wöchentliche Mischproben mittels eines mobilen Probenehmers gewonnen.

Die Proben wurden grundsätzlich in PE-Flaschen gefüllt.

4.2 Analytik

Gelöstes Phosphat: Die nicht angesäuerte Probe wird nach Filtration mit einem $0,45\ \mu$ -Sieb mit der ICP-OES analysiert. Das Ergebnis entspricht dem gelösten Gesamt-P.

Gesamt-Phosphat: Die angesäuerte Probe wird nach einem Mikrowellendruckaufschluss (mit Salpetersäure) mit der ICP-OES analysiert. (DIN EN ISO 15582-2: 2002 Wasserbeschaffenheit – Aufschluss für die Bestimmung ausgewählter Elemente in Wasser – Teil 2: Salpetersäureaufschluss).

Die Phosphat-Analytik in den akkreditierten Laboren des NLWKN wurde gemäß DIN EN 1189 durchgeführt. Zur Verbesserung der Nachweisgrenzen des Verfahrens kam bei geringen Phosphorkonzentrationen im Labor Hildesheim optional auch die Methode zur Meerwasseranalytik nach KOROLEFF zum Einsatz.

5. PHOSPHOR IM BODEN

Phosphor liegt im Boden in der Regel als Phosphat (mineralische Salze der Phosphorsäure) in organischen und anorganischen Bindungsformen vor, der anorganische Anteil in den Mineralböden schwankt zwischen 20 und 80 %. Im Wesentlichen kann man im Boden drei Phosphatformen unterscheiden (Abb. 11):

- In der Bodenlösung gelöstes Phosphat (sofort pflanzenverfügbar)
- Labiles, leicht gebundenes Phosphat, nach Lösung pflanzenverfügbar
- Stabiles Phosphat, fest gebunden und nicht pflanzenverfügbar

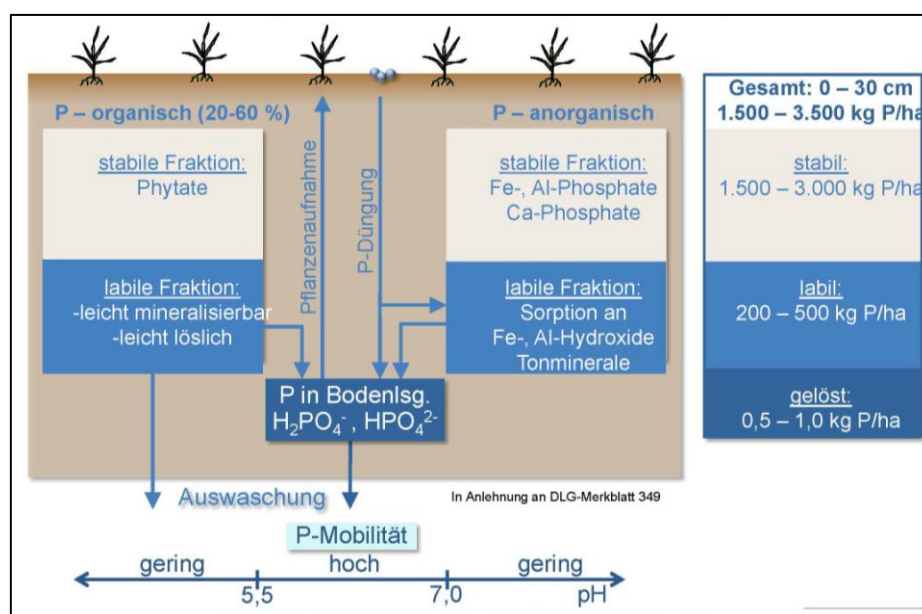


Abbildung 11: Phosphor im Mineralboden (Ackerkrume)
(in Anlehnung an DLG-Merkblatt 349).

In Mineralböden wird das Phosphat in der Regel an den Eisen- und Aluminiumhydroxide stabil gebunden. Trotz hoher Gesamtvorräte in der Ackerkrume (1.500 – 3.500 kg P/ha) liegen nur etwa 0,5 – 1,0 kg/ha in gelöster Form vor. Die P-Auswaschungsgefährdung von Mineralböden ist deshalb sehr gering und liegt im Regelfall bei weniger als 0,3 kg/ha·a (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1989).

Tabelle 7: Mittlerer jährlicher Nährstoffaustrag aus nordwestdeutschen Böden (BLANKENBURG & SCHEFFER 2008).

	gedrönt	P (kg/ha·a)
Hochmoor, unkultiviert	nein	1 – 2
Hochmoor, nach Teilabtorfung wiedervernässt	nein	< 0,6
Hochmoor, Grünland	ja	3 – 10
Hochmoor, Acker	ja	8 – 20
Niedermoor, unkultiviert	nein	< 0,2
Niedermoor, Grünland, sauer	ja	bis 2
Niedermoor, Grünland, basenreich	ja	0,8
Niedermoor, Acker, basenreich	ja	1,3
Niedermoor, kalkreich, Ackernutzung	ja	<0,5
Marschen in der Wesermarsch, Grünland	ja	0,2 – 2,5*
Podsol-Gley aus Sand, Mineraldüngung, Acker	ja	0,1

* nur ortho-Phosphat-P, aus Konzentrationen berechnet mit einer Abflusshöhe von 200 mm/Jahr.

Die Mobilität des Phosphats im Boden wird vom pH-Wert und auch von der organischen Substanz im Boden beeinflusst, am höchsten ist die Mobilität im schwach sauren bis neutralen Bereich. Phosphate können mit leicht löslichen organischen Verbindungen im Boden verlagert und auch ausgewaschen werden. Dies ist vor allem bei Böden mit hohen Anteilen an organischer Substanz und Moorböden zu beachten. Besonders bei Hochmoorböden, die in der Regel praktisch keine Eisen- und Aluminiumhydroxide enthalten, sind die P-Mobilität und die P-Auswaschungsgefährdung sehr hoch. Die Tab. 7 gibt einen Überblick über den mittleren jährlichen P-Austrag aus gedränten nordwestdeutschen Niederungsböden.

6. ERGEBNISSE DER DRÄN- UND GRABENWASSERUNTERSUCHUNGEN

6.1 Grabenwasser

Die mittleren Gesamt-P-Konzentrationen (Nov. 2011 bis Juni 2012) in der Elze (kurz vor Einmündung in die Hunte) liegen bei etwa 0,150 mg P/l. Die Messergebnisse des vom NLWKN von Anfang Mai bis Ende Oktober eingesetzten mobilen Probenehmers, durch den wöchentliche Mischproben gewonnen werden konnten, zeigen mittlere Phosphor Konzentrationen von 0,21 mg P_{Ges}/l. Einzelauswertungen von Tagesmischproben liegen mit bis zu 2,5 mg P_{Ges}/l mehr als zehnfach höher und bestätigten damit die erhöhten Gesamt-P-

Konzentrationen in der Elze, die damit deutlich über dem Zielwert von 0,05 mg P/l im Zulauf eines Stillgewässers liegen. Im Grabenwasser der anderen beiden untersuchten Einzugsgebiete wurden deutlich geringere mittlere Gesamt-P-Konzentrationen gemessen, mit ca. 0,10 mg P/l im Reiniger Graben und 0,05 mg P/l im Marler Graben. Die ergänzenden Messergebnisse vom NLWKN zeigen von Anfang April bis Anfang September im Vergleich höhere mittlere Phosphor Konzentrationen von 0,17 mg P_{Ges} /l im Reiniger Graben und von 0,09 mg P_{Ges} /l im Marler Graben. Auch im Reiniger Graben finden sich damit erhöhte Gesamtposphorkonzentrationen, allerdings ist aufgrund der fast sechsmal kleineren Fläche des Einzugsgebietes – im Vergleich zur Elze - von entsprechend geringeren P_{Ges} -Frachten auszugehen.

Im Marler Graben finden sich die geringsten mittleren Gesamt-P-Konzentrationen der untersuchten Gräben, die Teileinzugsgebiete nahe des Dümmers entwässern.

Die in der Abb. 12 dargestellten Gesamt-P-Gehalte in den Vorflutern der untersuchten Dränflächen (Venner Moorkanal, Venner Bruchkanal, Cappeller Moor, Bullerbach; Steinriedenbach) unterscheiden sich deutlich.

Am höchsten sind die Gesamt-P-Gehalte im teilweise vom Hochmoor geprägten Venner Moorkanal, die mittleren P-Gehalte liegen mit 0,45 mg P/l etwa 3 mal höher als in der Elze.

Die Gesamt-P-Gehalte im teilweise vom Niedermoor beeinflussten Venner Bruchkanal liegen mit 0,15 bis 0,20 mg P/l geringfügig höher als in der Elze.

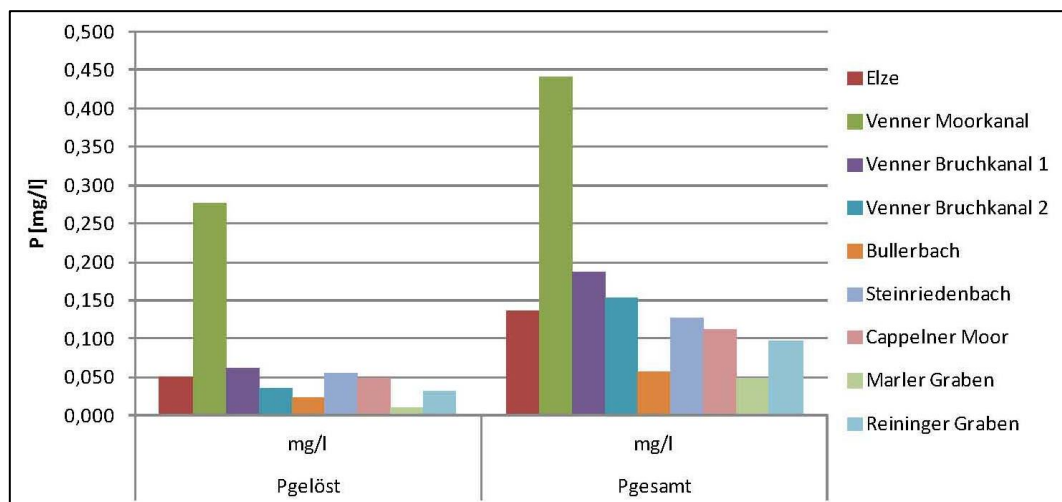


Abbildung 12: Mittlere P-Gehalte im Grabenwasser.

In den von Sandböden geprägten Vorflutern (Bullerbach, Steinriedenbach und z. T. Cappeller Moor) liegen die Gesamt-P-Gehalte geringfügig bis deutlich unterhalb den Werten in der Elze. Die Gesamt-P-Gehalte im Bullerbach liegen in der Größenordnung des Zielwertes (0,05 mg P/l). Diese sehr geringen Gesamt-P-Gehalte im Bullerbach sind mit den Eisenanreicherungen in den Böden seines Einzugsgebietes zu erklären, sie stellen einen guten Filter für Phosphor dar.

Die Gehalte an gelöstem Phosphor im Grabenwasser (Abb. 12) sind im Mittel nur etwa halb so hoch wie die Gesamt-P-Gehalte und liegen mit Ausnahme des Venner Moorkanals in der Größenordnung von 0,05 mg P/l und darunter. Im Venner Moorkanal wurden mit im Mittel 0,28 mg P/l die mit Abstand höchsten Gehalte an gelöstem P gemessen.

6.2 Dränwasser

Ein Vergleich der Gesamt-P-Gehalte vom Drän- und Grabenwasser (Abb.13) zeigt, dass

1. im Mittel aller Messungen die P-Gehalte im Dränwasser (0,078 mg P/l) nur halb so hoch sind wie im Grabenwasser (0,151 mg P/l) und
2. die Gesamt-P-Gehalte im Dränwasser der Sandböden und Tiefkulturen mit geringen Torfanteilen (z.B. am Venner Moorkanal) den Zielwert von 0,05 mg P/l erreichen.

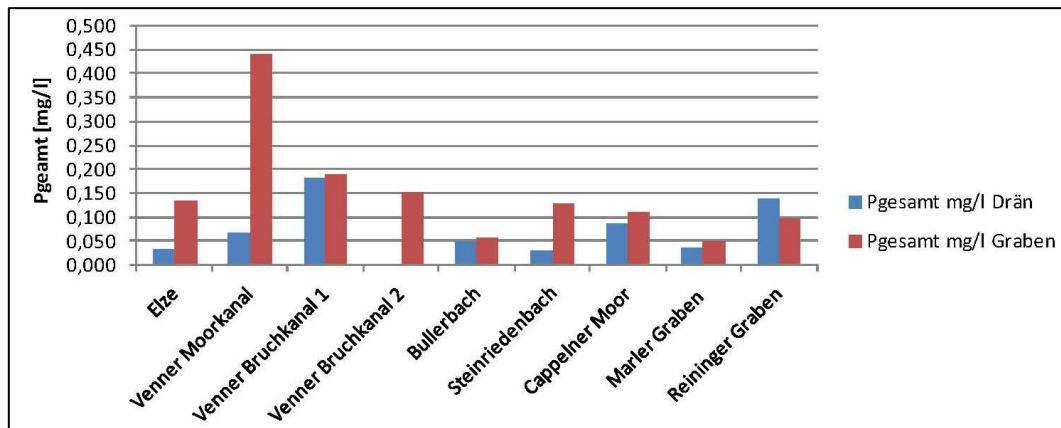


Abbildung 13: Vergleich Drän-/Grabenwasser (Pgesamt).

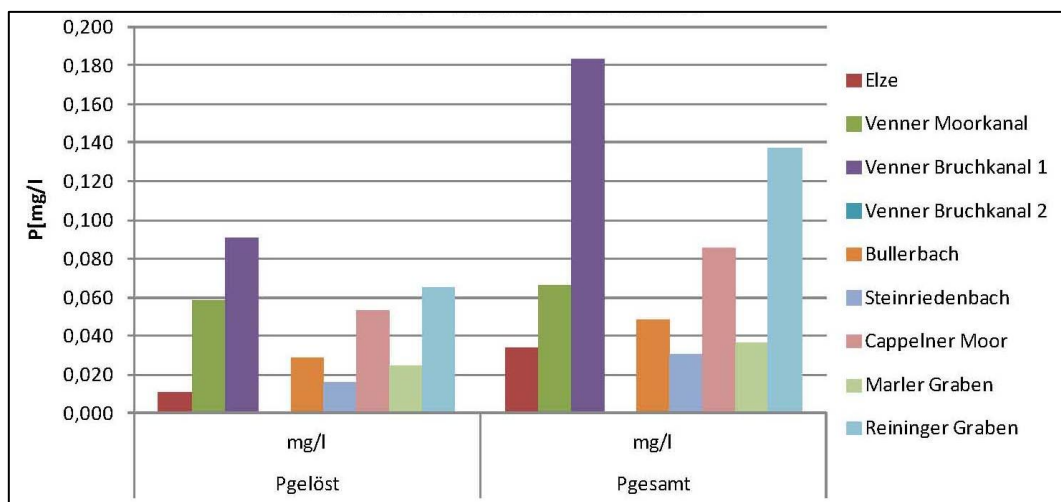


Abbildung 14: Mittlere P-Gehalte im Dränwasser.

Eine Ausnahme bilden die zumindest teilweise von sehr hohen Humusgehalten (z. T. auch anmoorig oder Moor) geprägten Dränflächen am Venner Bruchkanal, Cappeller Moor und Reiningen Graben. Hier liegen die mittleren Gesamt-P-Gehalte im Dränwasser in etwa genauso hoch (Venner Bruchkanal und Cappeller Moor) oder höher (Reiningen Graben) als im Grabenwasser (vgl. auch Abb. 14).

6.3 Zeitlicher Verlauf der P-Konzentrationen

In Abb. 15 ist der zeitliche Verlauf (Nov. 2011 bis Juni 2012) der Gesamt-P-Gehalte im Grabenwasser der untersuchten Vorfluter dargestellt. Es fällt bei nahezu allen untersuchten Vorflutern ein Anstieg der P-Konzentration im Zeitraum Mitte Februar bis Mitte März auf.

Ein Vergleich mit den Zeitreihen der Gesamt-P-Gehalte im Dränwasser zeigt, dass hier ein entsprechender Peak nicht zu beobachten ist.

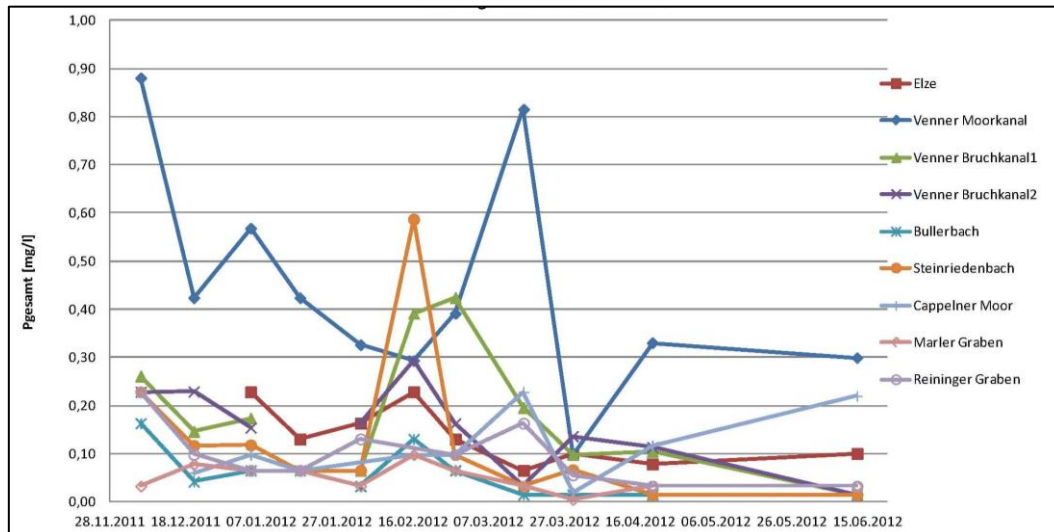


Abbildung 15: Gesamt-P-Gehalte im Grabenwasser.

Der P-Konzentrationspeak im Grabenwasser ist also nicht mit erhöhten P-Einträgen über das Dränwasser zu erklären. Dies führt zu der Vermutung, dass der Konzentrationspeak im Grabenwasser mit erhöhten P-Einträgen durch Abschwemmung (vgl. Pkt. 7) zu erklären ist. Es ist auch darauf hinzuweisen, dass in diesem Zeitraum (Mitte Februar bis Mitte März) verstärkt Wirtschaftsdünger ausgebracht wird.

Auch die im Frühjahr an der Gütemessstation des NLWKN gemessenen P_{Ges} -Konzentrationen der Hunte zeigen diese Konzentrations- und Frachterhöhung beim Gesamtphosphat, so dass davon ausgegangen werden muss, dass diese Abschwemmungen aus dem Einzugsgebiet des Sees den Dümmer im Frühjahr nachweislich belasten.

6.4 P-Gehalte im Dränwasser in Abhängigkeit vom P- und Humusgehalt des Bodens

Aus Abb. 16 geht hervor, dass zwischen den Gesamt-P-Gehalten im Dränwasser und den Gehalten an pflanzenverfügbarem (leicht löslichem) P im Boden (CAL-Methode nach VDLUFA) praktisch kein Zusammenhang besteht.

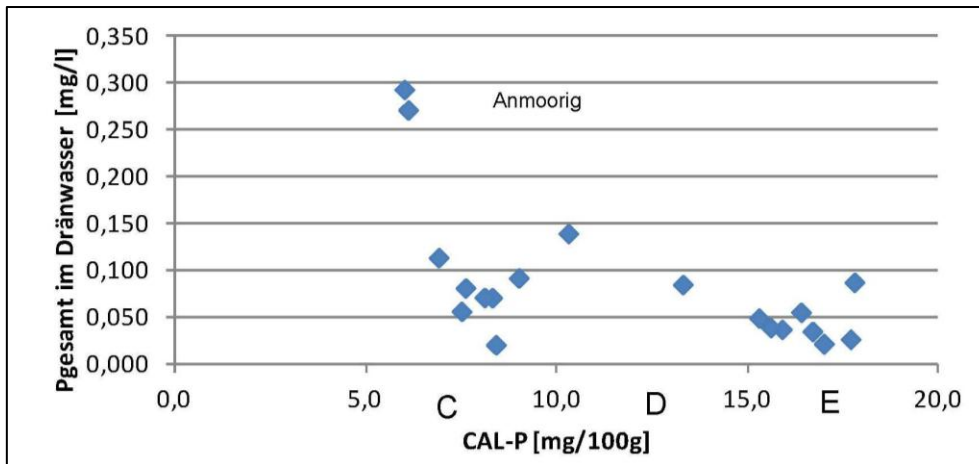


Abbildung 16: Gesamt-P-Gehalte im Dränwasser in Abhängigkeit von CAL-P im Boden.

Kein Zusammenhang zwischen P-Versorgungsstufe (VDLUFA) im Boden und P-Gehalt im Dränwasser.

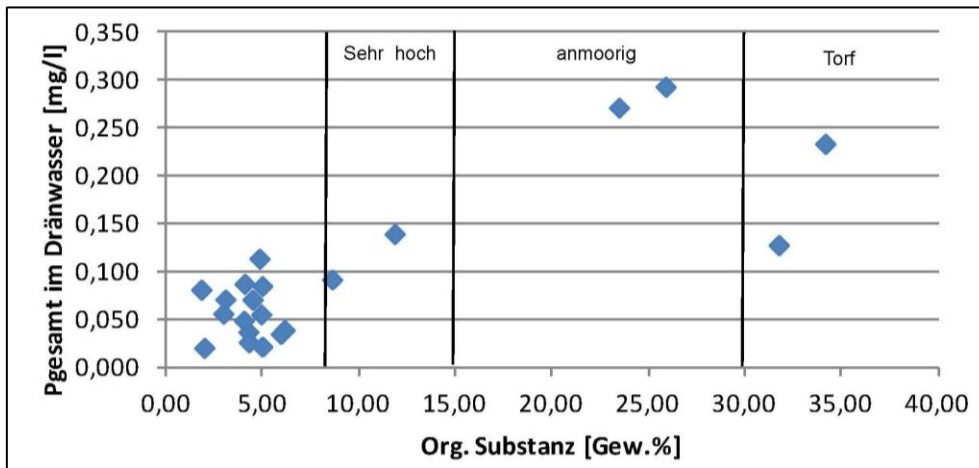


Abbildung 17: Gesamt-P-Gehalte im Dränwasser in Abhängigkeit vom Humusgehalt.

Dagegen ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Gesamt-P-Gehalten im Dränwasser und dem Humusgehalt im Boden zu erkennen (Abb. 17). Daraus geht hervor, dass Gesamt-P-Gehalte über 0,100 mg P/l im Dränwasser nur bei Böden mit Humusgehalten > 10 Gew. % org. Substanz gemessen wurden.

6.5 Zusammenfassende Betrachtung

Die Ergebnisse zeigen, dass bei den drei untersuchten Einzugsgebieten (Elze, Reiningen Graben, Marler Graben) aufgrund der P-Gehalte im Grabenwasser ein Handlungsbedarf vor allem im Einzugsgebiet der Elze festgestellt werden kann.

Innerhalb der Einzugsgebiete ist Handlungsbedarf bei den folgenden Vorflutern gegeben

- Venner Moorkanal
- Venner Bruchkanal

- Entwässerungsgraben am Reiningen Graben

Die Einzugsgebiete dieser Vorfluter sind z. T. durch Moorböden bzw. Böden mit sehr hohen Humusgehalten geprägt.

Der **Venner Moorkanal** entwässert ein ehemaliges, jetzt nahezu komplett tiefgepflühtes Hochmoorgebiet. Die mittlere Gesamt-P-Konzentration des untersuchten Dränwassers am Venner Moorkanal ist mit 0,065 mg/l sehr niedrig. Die sehr hohen P-Konzentrationen im Grabenwasser von 0,48 mg/l sind also nicht mit den Dränausträgen zu erklären. Zur Klärung der Herkunft der hohen P-Konzentrationen im Venner Moorkanal wurde ab Juni 2012 der Graben mit der Nr. 221 beprobt (Abb. 18). Dieser Graben entwässert die Randbereiche des Naturschutzgebietes Venner Moor (mit Hochmoorböden) in den Venner Moorkanal. In diesem Grabenwasser wurden deutlich erhöhte P-Konzentrationen gemessen.

Da der Venner Moorkanal recht tief ausgebaut ist, auch im Sommer nicht trockenfällt, ist eine P-Anlieferung mit dem Grundwasserstrom aus dem nördlich angrenzenden Hochmoorgebiet denkbar, aber bisher nicht nachgewiesen. Weitere Untersuchungen sind noch erforderlich.

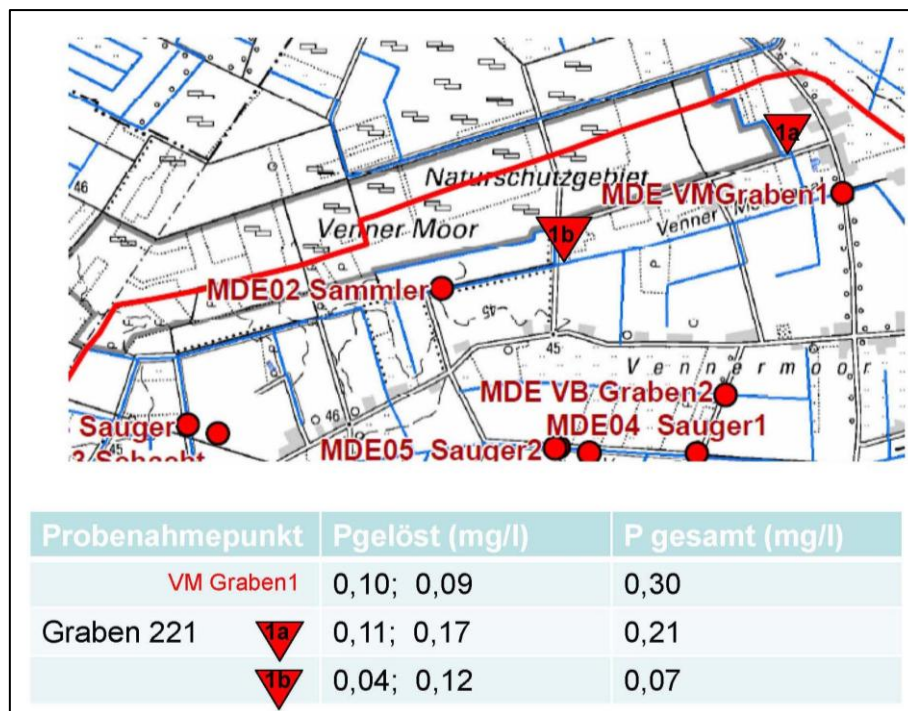


Abbildung 18: Probenahme Venner Moorkanal am 12.06.2012.

Der **Venner Bruchkanal** entwässert im Bereich der Venner Moorwiesen ein Niedermoorgebiet, im zentralen Teil sind noch Niedermoorreste vorhanden. Die Gesamt-P Konzentrationen im Grabenwasser und Dränwasser sind etwa gleich hoch (ca. 0,2 mg/l), das heißt, aus den organischen Böden am Venner Bruchkanal werden mit den Dränen erhöhte P-Frachten ausgetragen.

Der untersuchte Drängraben am **Reiningen Graben** entwässert ein z. T. noch vorhandenes Niedermoorgebiet zwischen Reiningen Graben und Hunte. Die Niedermoorflächen werden teilweise als Grünland aber auch als Acker genutzt. Die erhöhten P-Gehalte im Drängraben sind sowohl auf erhöhte P-Austräge mit dem Sickerwasser als auch durch Abschwemmung

mit dem Oberflächenabfluss zu erklären. Der untersuchte Drängraben wird über eine Pumpstation in die Hunte entwässert.

7. ABSCHWEMMUNG

Im Flachland des Elze-Einzugsgebietes wurden in Arealen mit leicht bindigen Oberböden (vgl. Abb. 24), vor allem entlang der Elze, Bullerbach, Steinriedenbach und Venner Bruchkanal, nach Regenperioden im Dezember und Anfang Januar deutliche Oberflächenvernässungen mit der Bildung von direktem Oberflächenabfluss in die Gewässer festgestellt. Am 17.01.2012, etwa eine Woche nach einer Niederschlagsperiode (vom 01.01.2012 bis 09.01.2012) mit fast 60 mm Niederschlag wurde der Oberflächenabfluss von einer Ackerfläche in den Vorfluter beprobt (Abb. 19). In diesem Oberflächenabfluss wurden sehr hohe Gesamt-P-Konzentrationen von 0,85 mg P/l gemessen.

Seht Stauwasser längere Zeit in Kontakt mit der hoch aufgedüngten Ackerkrume können sich hohe Gehalte an gelöstem P im Oberflächenwasser einstellen. Wird dieses Stauwasser über Bedarfsgruppen direkt in den Vorfluter geleitet (Abb. 20) führt dies zu erhöhten P-Einträgen in die Gewässer.

Noch problematischer ist die Gefahr einer Abschwemmung bei Oberflächenvernässung mit Oberflächenabfluss nach einer Gülleausbringung.

Den P-Einträgen durch Abschwemmung dürfte daher im Elze Einzugsgebiet eine erhebliche Bedeutung zukommen.

8. EROSION

Der partikelgebundene P-Eintrag durch Wassererosion gilt bundesweit als wichtigster P-Eintragspfad in die Oberflächengewässer.

Mit Wassererosion ist im Bergland des Elze-Einzugsgebietes, welches durch den Venner Mühlenbach entwässert wird, zu rechnen. Die dort verbreiteten Lösslehmböden mit hohen Schluffanteilen sind hoch erodierbar und besonders anfällig für Verschlammung und Boden-erosion.

In Niedersachsen finden nach langjährigen Erosionsbeobachtungen im Rahmen der Bodendauerbeobachtung etwa 50 % der durch Wassererosion verursachten Bodenabträge im Winterhalbjahr statt. Ein weiterer Schwerpunkt des Bodenabtrags liegt in den Frühjahrs- und Frühsommermonaten, besonders bei Reihenkulturen mit einer in dieser Jahreszeit noch geringen Bodenbedeckung.

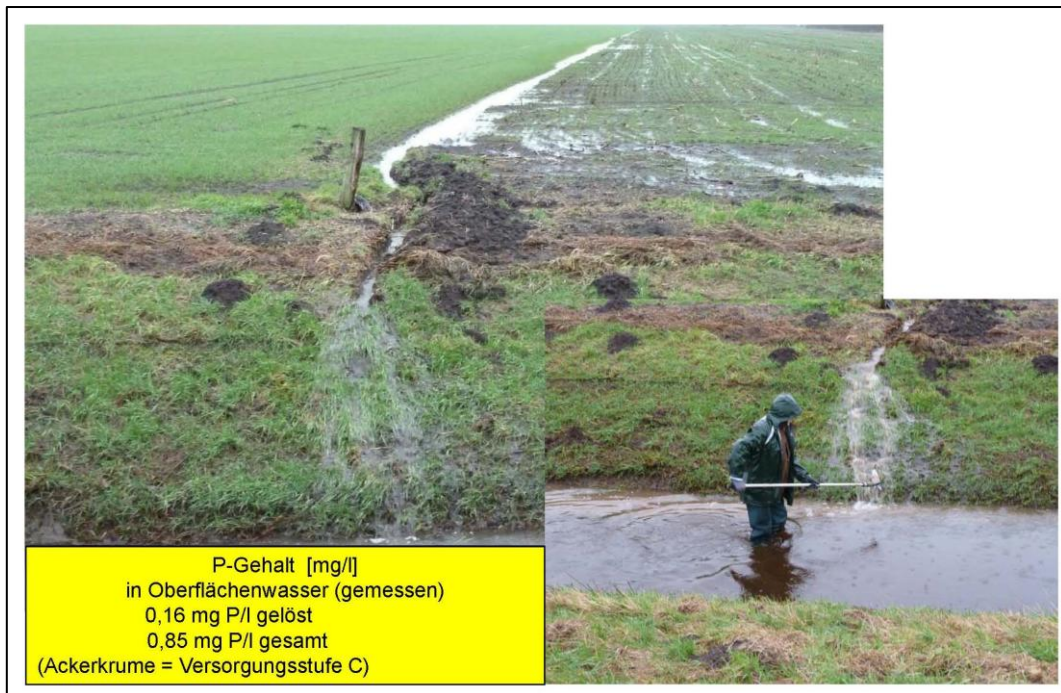


Abbildung 19: Oberflächenabfluss mit Abschwemmung am 17.01.2012.

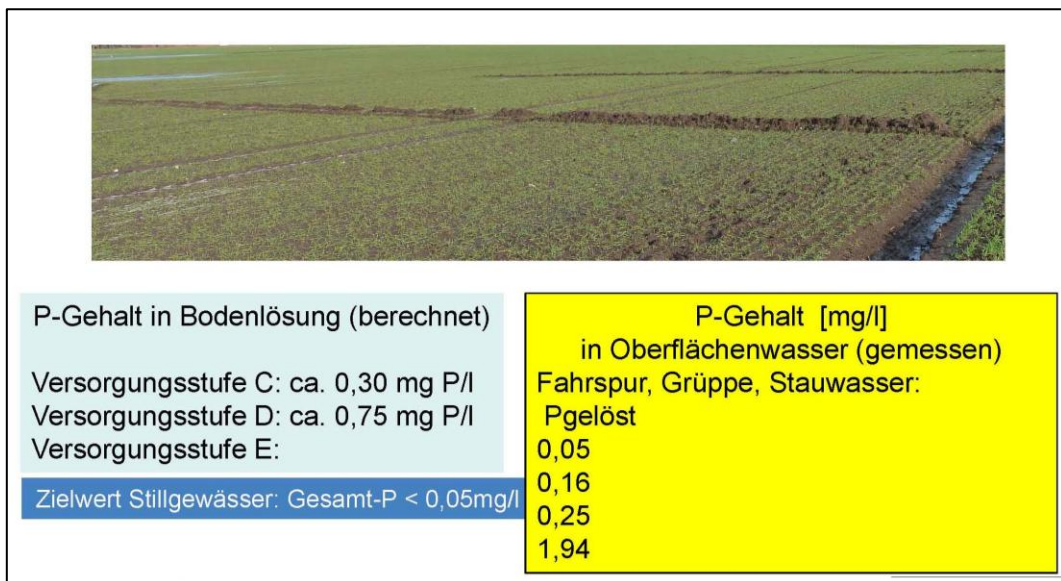


Abbildung 20: Oberflächenentwässerung von Ackerflächen.

(Berechnung des P-Gehalts in der Bodenlösung nach PIHL, 2000)

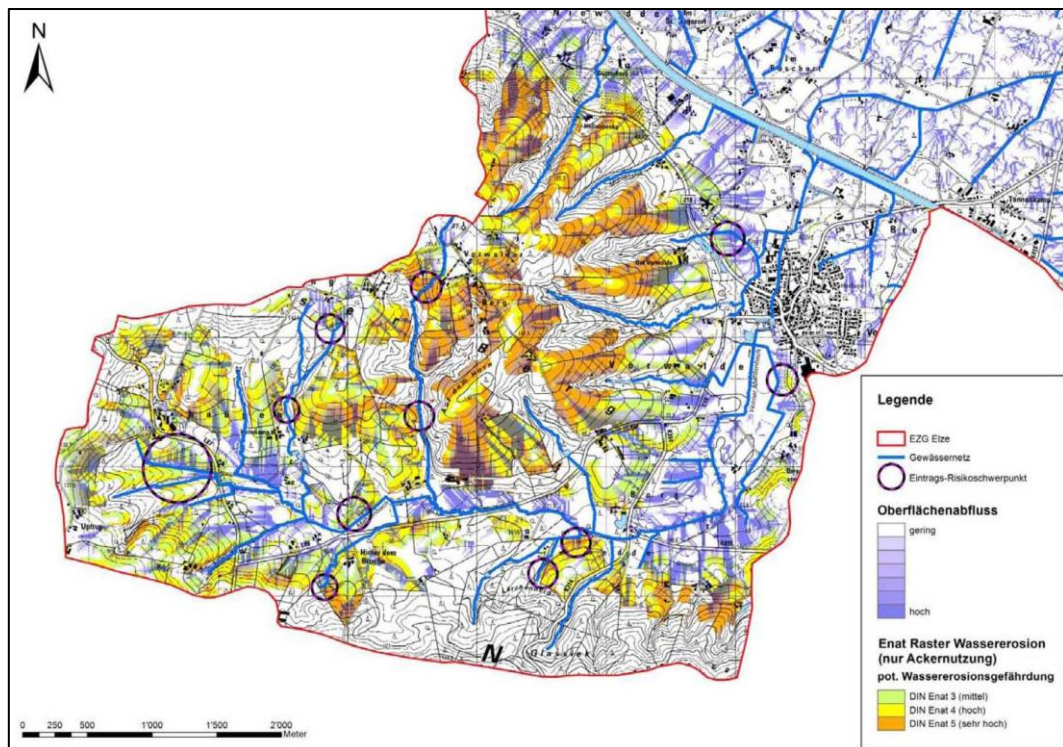


Abbildung 21: Erosionsgefährdungsstufen der Ackerflächen und Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet des Venner Mühlenbaches.

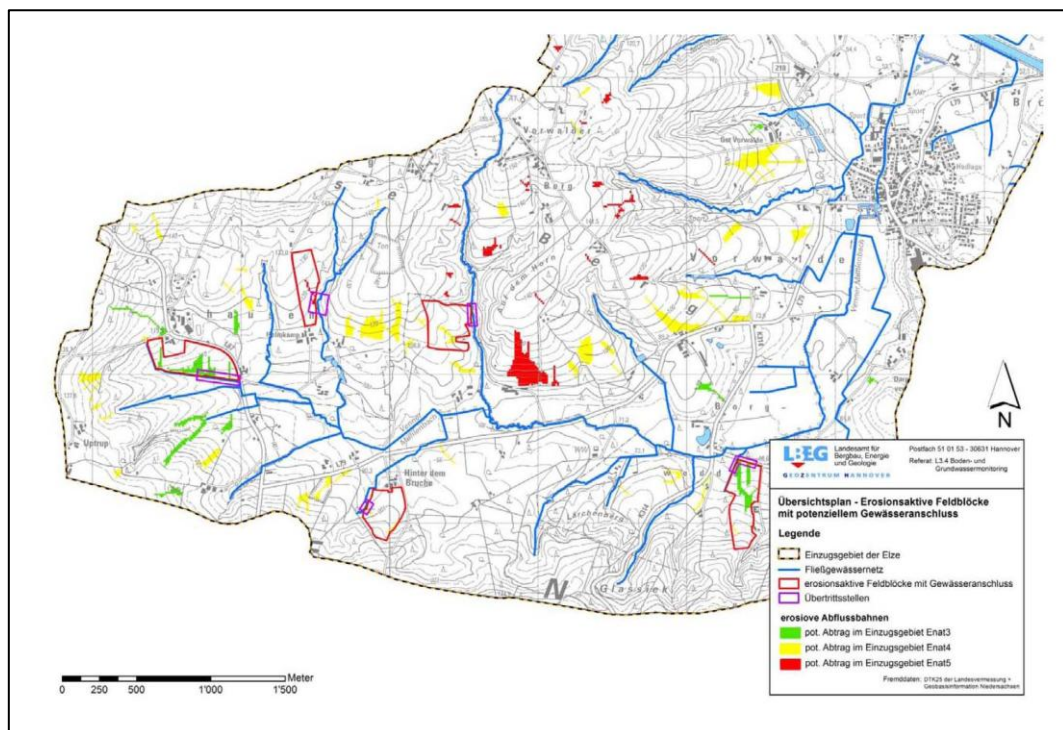


Abbildung 22: Feldblöcke mit erosionsgefährdeten Böden und Gewässeranschluss über Tiefenlinien.

Karten zur Erosionsgefährdung liegen in ausreichender Auflösung vor (Abb. 21). Die Bereiche mit hohem potenziellem Oberflächenabfluss wurden mit einer Abflussakkumulationsfunktion berechnet. Dabei wurde der D8-Algorithmus verwendet, da der Vergleich zum MFD-Algorithmus in der Fragestellung des Gewässeranschlusses von Ackerflächen keine signifikanten Unterschiede zeigte. Der berechnete Oberflächenabfluss wurde über die Bereiche mittlerer bis hoher potenzieller Wassererosionsgefährdung nach DIN19708 gelegt und die Darstellung auf Ackerflächen begrenzt. Somit konnten im ersten Schritt mögliche Eintragsbereiche eingegrenzt werden.

Auf Grundlage von Karte 1 (Abb. 21) wurde eine Methodik zur exakteren Lokalisierung von Übertrittstellen entwickelt. Dabei wird zunächst festgelegt, ab wann ein erosiver Oberflächenabfluss beginnt, so dass aus der berechneten Abflussakkumulation die Bereiche hervorgehen, in welchen es zu Bodenabträgen kommen kann. Im zweiten Schritt wird innerhalb dieser Abtragsbereiche der Mittelwert der potenziellen Wassererosionsgefährdung nach DIN19708 gebildet und jedem Abtragsbereich eine Erosionsgefährdungsstufe (E_{nat} -Stufe) zugewiesen. Das Ergebnis zeigt erosive Abflussbahnen auf, dargestellt nach dem Grad der potenziellen Wassererosionsgefährdung.

Flächen (Feldblöcke) mit hoher Erosionsgefährdung und Gewässeranschluss über Tiefenlinien wurden gesondert ausgewiesen (Abb. 22).

Die nach Starkniederschlägen gemessenen hohen P-Frachten in die Hunte belegen die herausragende Bedeutung der Bodenerosion. Ein effektiver Erosionsschutz im Bergland ist daher eine ganz wesentliche Maßnahme zur Reduktion der P-Frachten in den Dümmer.

9. ABSCHÄTZUNG VON P-FRACHTEN IM ELZE-EINZUGSGEBIET

Zur groben Abschätzung der P-Frachten im Elze-Einzugsgebiet wurden die in den Vorflutern gemessenen mittleren Gesamt-P-Gehalte den Teileinzugsgebieten der Elze (Abb. 23) zugeordnet und unter Berücksichtigung eines mittleren Abflusses von 250 mm/a (vgl. Abb. 2) berechnet. Das Ergebnis ist in Tab. 8 dargestellt.

Für das gesamte Einzugsgebiet der Elze wurde eine P-Fracht von 2262 kg/a berechnet, das entspricht einer P-Fracht von ca. 41 kg/km².

Bezogen auf die Flächeneinheit (km²) sind die P-Frachten mit 110 kg/km² am Venner Moorkanal mit Abstand am höchsten, gefolgt vom Venner Bruchkanal mit 48 kg/km². Die für das Bergland (Venner Mühlenbach-West und Venner Bruchgraben) berechneten P-Frachten stellen lediglich die Basisfracht bei Trockenwetterbedingungen dar, die durch Bodenerosion bei Starkniederschlägen verursachten P-Frachten sind in dieser Abschätzung nicht enthalten.

Für den Venner Bruchkanal wurde beispielhaft in Tab. 9 der Anteil der verschiedenen Eintragspfade (Dräne, Oberflächenabfluss, Grundwasser) an der Gesamt-P-Fracht grob abgeschätzt. Die Ergebnisse in Tab. 9 zeigen, dass am Venner Bruchkanal die Dränung am meisten zu den P-Frachten beiträgt, gefolgt von der Abschwemmung mit dem Oberflächenabfluss.

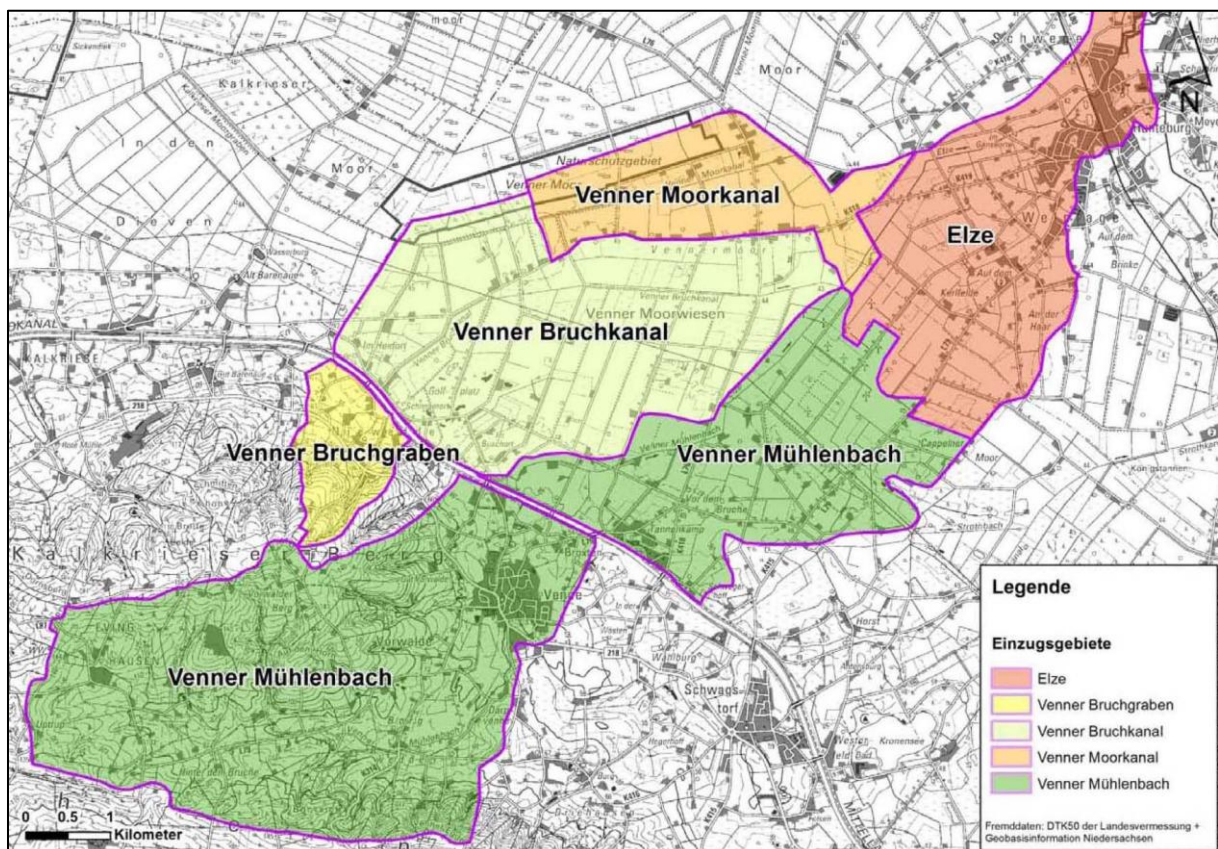


Abbildung 23: Teileinzugsgebiete der Elze.

Tabelle 8: Berechnete P-Frachten im Elze-Einzugsgebiet.

Einzugsgebiet	Gesamtfläche km ²	Abfluss mm/a	P-Gesamt mg P/l	P-Fracht		
				kg/ha-a	kg/km ²	kg/Einzugsgebiet
Elze – gesamtes Einzugsgebiet	55,5	250	0,163	0,41	40,75	2262
Teileinzugsgebiete						
Venner Moorkanal	4,64	250	0,441	1,10	110	512
Venner Bruchkanal	12,41	250	0,19	0,48	48	589
Elze	9,73	250	0,057*	0,14	14	139
Venner Mühlenbach-Ost	8,74	250	0,128**	0,32	32	280
Venner Mühlenbach-West	18,11	250	0,16***	0,40	40	724
Venner Bruchgraben	1,87	250	0,16***	0,40	40	75
Summe Teileinzugsgebiete	55,5					2319

* Mittelwert Bullerbach

** Mittelwert Steinriedenbach

*** Messwerte von Juni 2012-Trockenwetterabfluß

Tabelle 9: Berechnete P-Frachten über verschiedene Eintragspfade in den Venner Bruchkanal.

Eintragspfad	P-Gesamt mg/l	Einzugsgebiet km ²	Abfluss mm/a	P-Fracht			LF %	Abflussanteil %
				kg/ha-a	kg/km ²	kg/Einzugsgebiet		
Venner Bruchkanal	0,19	12,41	250	0,475	47,5	589		
Dräne	0,183	8,69	175	0,32	32	278	70	70
Oberflächenabfluss	0,848	8,69	25	0,21	21	184	70	10
Grundwasser	0,183	8,69	50	0,09	9	79	70	20
Grundwasser	0,05	3,72	250	0,13	13	47		
Summe Eintragspfade						588		

10. ABLEITUNG VON MAßNAHMEN

Auf Grundlage der oben beschriebenen Untersuchungsergebnisse lässt sich für die Einzugsgebiete der Elze und des Reiningen Grabens ein Handlungsbedarf zur Reduzierung der diffusen P-Einträge in die Oberflächengewässer ableiten. Im Marler Graben wurde im Mittel der Zielwert von 0,05 mg P/l (bzw. 0,09 mg P/l) im Grabenwasser erreicht. Ein akuter Handlungsbedarf ist hier auch in Hinblick auf das mit 6,1 km² relativ kleine Einzugsgebiet nicht gegeben.

Die Konzentrationspeaks beim Gesamt-P im Zeitraum von Mitte Februar bis Mitte März und die im Pkt. 7 beschriebenen Beobachtungen zur Abschwemmung lassen vermuten, dass in den Monaten Januar, Februar und März mit der Gefahr erhöhter P-Einträge durch Oberflächenabfluss zu rechnen ist. Diese erhöhten Phosphorkonzentrationen belegen ebenfalls die langjährigen Messreihen des NLWKN an der Gütemessstation Schäferhof. Wird in diesem Zeitraum Wirtschaftsdünger auf Flächen mit erhöhter Abschwemmungsgefährdung aufgebracht, besteht die Gefahr direkter Nährstoffeinträge in die Gewässer. Da in diesem Zeitfen-

ter auch mit dem Einstau des Dämmers begonnen wird, gelangt dadurch besonders phosphorreiches Huntewasser in den See, was ein hohes Eutrophierungspotential besitzt und in Hinblick auf eine Algenmassenentwicklung im Frühjahr/Frühsummer somit als problematisch zu bewerten ist.

Zur Vermeidung der Gefahr direkter Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer wird daher empfohlen,

1. im gesamten Einzugsgebiet der Oberen Hunte auf Ausnahmegenehmigungen zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger vor dem 01. Februar zu verzichten,
2. die geltenden Abstandsregelungen zum Gewässer strikt zu beachten,
3. die Regelungen zur Lagerung von Festmist im Außenbereich zu beachten und die Einhaltung der Punkte 1 bis 4 verstärkt zu kontrollieren.

Auf abschwemmungs – und erosionsgefährdeten Flächen sollte die Ausbringung von Wirtschaftsdünger nicht vor dem 15. März erfolgen und – wenn möglich – durch spezielle Ausbringtechniken (z. B. Gülle-Injektionsverfahren) direkt in den Boden appliziert werden

10.1 Maßnahmengebiete

Auf Grundlage der oben beschriebenen Erkenntnisse lassen sich für das Elze-Einzugsgebiet folgende Schwerpunkte/Maßnahmengebiete ableiten:

- **Areale mit erhöhten P-Einträgen über Dränung**

Bei diesen Arealen handelt es sich um den zentralen Teil der Venner Moorwiesen und um Niedermoorflächen zwischen Hunte und Reiningen Graben. In Abb. 24 sind diese Areale als Maßnahmengebiet 2 und 4 ausgewiesen.

Die z. T. sehr hohen Humusgehalte in diesen Gebieten haben eine erhöhte P-Mobilität und damit erhöhte P-Austräge über die Dränung zur Folge.

- **Areale mit erhöhten P-Einträgen aus benachbarten Moorgebieten über Gräben und (möglicherweise) Grundwasserstrom (Maßnahmengebiet 1 in Abb. 24).**

Im Venner Moorkanal wurden die mit Abstand höchsten P-Gehalte im Grabenwasser gemessen. Wie die Untersuchungen zeigen, sind die hohen P-Konzentrationen, vor allem auch die hohen Gehalte an gelöstem P, durch einen Zustrom von Wasser aus dem nördlich angrenzenden Venner Moor (Hochmoor) zu erklären.

- **Areale mit erhöhten P-Einträgen über Abschwemmung**

Erste Beobachtungen im Rahmen der Wasserprobenahmen zeigen, dass vor allem in den Gebieten mit leicht bindigen Böden entlang Elze, Venner Bruchkanal, Bullerbach, Steinriedenbach (siehe Maßnahmengebiet 3 in Abb. 24) nach intensiveren Regenperioden verstärkt Oberflächenvernässungen mit Stauwasserbildung auftraten. Dieses Stauwasser fließt, z. T. gefördert durch Bedarfsgrüben, häufig als Oberflächenabfluss direkt in die Vorfluter und verursacht damit eine Abschwemmung von Bodenpartikeln und gelösten Nährstoffen in die Oberflächengewässer.

Die leicht bindigen Böden in den oben genannten Gebieten sind im Vergleich zu den Sandböden anfälliger gegen Bodenverdichtungen. Bei intensiver Befahrung dieser Flächen bei ungünstigen Witterungsbedingungen z. B. bei der Mäisernte, kann es zu Bodenverdichtungen und einer verringerten Wasserinfiltration in den Boden kommen.

- **Areale mit erhöhten P-Einträgen über Wassererosion**

Bergland, südlich des Mittellandkanals, im Einzugsgebiet des Venner Mühlenbaches (Maßnahmengebiet 5).

Entsprechende Erosionsgefährdungskarten liegen vor (vgl. Pkt. 8), Handlungsbedarf besteht ab der Erosionsgefährdungsstufe Enat3 (mittlere Erosionsgefährdung). Die Feldblöcke mit sehr hoher Erosionsgefährdung und Gewässeranschluss wurden gesondert ausgewiesen.

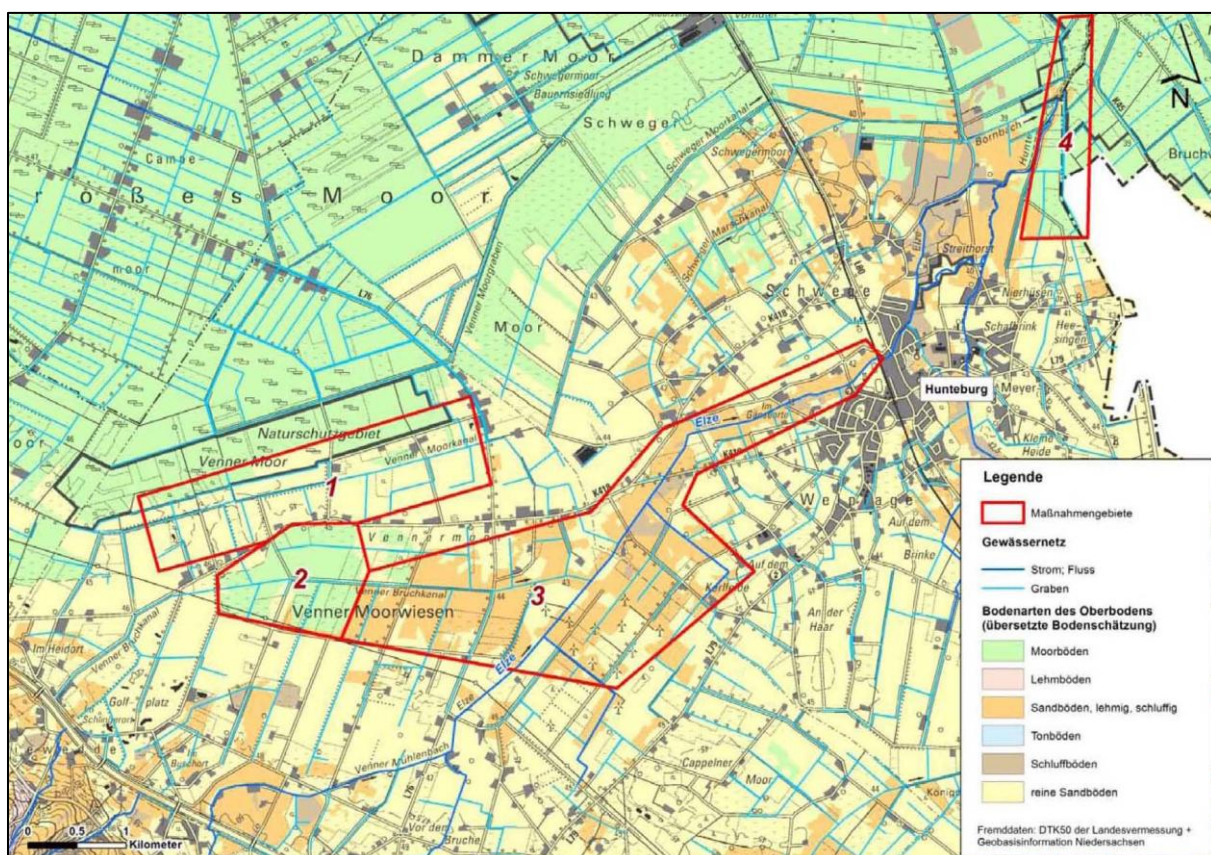


Abbildung 23: Maßnahmengebiete im Einzugsgebiet der Elze und des Reiningen Grabens.

10.2 Maßnahmenvorschläge

Maßnahmengebiet 1

Venner Moorkanal (300 ha)

- Weitere Untersuchung zur Klärung des erhöhten P-Eintrages.
- Da im Venner Moorkanal die Anteile an gelöstem P sehr hoch sind, sollte eine P-Retention bzw. P-Fällung im Grabenwasser mit einer anschließenden Retentions-

fläche geprüft und wenn durchführbar zeitnah umgesetzt werden. Alternativ sollte die Möglichkeit der Umleitung des Venner Moorkanals in das Einzugsgebiet des Bornbaches geprüft und bei Realisierbarkeit vorrangig umgesetzt werden.

Sollten sich die geringen P-Austräge über die Dränung bei den Tiefkulturen im Einzugsgebiet der Venner Moorkanals bestätigen, sind landwirtschaftliche Maßnahmen (z. B. Reduktion der P-Düngung) wenig effektiv.

Maßnahmengebiet 2 und 4

Areale mit erhöhten P-Einträgen über Dränung

Venner Bruchkanal/Reininger Graben (130 ha + 115 ha)

- Im Gebiet der Venner Moorwiesen (Areal mit Torfauflage) sollte der Einsatz von P-Filtern am Dränrohr getestet werden.
- Wegen der erhöhten P-Mobilität in organischen Böden sollte die P-Zufuhr maximal auf die Höhe der P-Abfuhr mit dem Erntegut begrenzt werden. Bei Ackerflächen mit P-Versorgungsstufen D und E sollte die P-Zufuhr auf die Hälfte der P-Abfuhr begrenzt werden. Eine P-Vorratsdüngung sollte wegen der erhöhten P-Austragsgefährdung unterbleiben.
- Die Niedermoor-schwarzkulturen zwischen Reininger Graben und Hunte sollten wieder als Grünland genutzt werden.

Diese Maßnahme hat eine besondere Relevanz, da sowohl das Wasser aus dem Reininger Graben als auch das aus dem Schöpfwerk Meyerhöfen nach dem Bau eines Schilfpolders (jetziger Planungsstand) weiterhin ungeklärt über die Hunte direkt in den Dümmer gelangt, was ein vermeidbares Eutrophierungspotential darstellt.

Maßnahmengebiet 3

Gebiete mit erhöhter Gefahr der Abschwemmung (650 ha)

- Keine direkte Ableitung von Oberflächenwasser in die Gräben.
- Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserinfiltration in den Boden.
- Verbesserung der Drämfähigkeit: Gute Dränung vermindert den Oberflächenabfluss. Die eisenhaltigen Sandböden sind gute P-Filter.
- Eventuell Anlage von Infiltrationsarealen.
- Winterbegrünung.
- Ausbringung von Wirtschaftsdünger erst ab dem 15.März.
- aus gewässerökologischer Sicht sollte der Ausbringungszeitraum auf den 15.04. verschoben bzw. bei Ausbringung vor diesem Termin mit speziellen Ausbringungstechniken (z.B. Gülleinjektion) gearbeitet werden.

Maßnahmegebiet 5

Gebiete mit erhöhter Wassererosionsgefährdung (Bergland) (840 ha)

Die Gewährleistung einer ausreichenden Bodenbedeckung in diesen kritischen Perioden durch Optimierung der acker- und pflanzenbaulichen Methoden ist daher die wichtigste und grundlegende Maßnahme zur Reduzierung der Bodenerosion.

Die Förderung der beiden grundlegenden Erosionsschutzmaßnahmen

- „Winterbegrünung“ und
- „Konservierende Bodenbearbeitung incl. Direktsaat“

dient diesem Ziel.

Durch Begrünung wird der Bodenabtrag in den Wintermonaten reduziert. Eine bessere Bodenstruktur und geringere Bodenverschlammung vermindern den Oberflächenabfluss und damit auch die Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer.

Durch konservierende Bodenbearbeitung wird der Bodenabtrag in den Frühjahrs- und Frühsommermonaten reduziert. Eine bessere Bodenstruktur und geringere Bodenverschlammung vermindern den Oberflächenabfluss und damit auch die Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer. Die konservierende Bodenbearbeitung ist die wichtigste acker- und pflanzenbauliche Maßnahme zum Erosionsschutz.

Diese grundlegenden acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen sollten noch durch Schritte zur Optimierung des Erosionsschutzes ergänzt werden. Diese Maßnahmen könnten auf spezielle Gebietskulissen, wie z. B. Feldblöcke mit hoher Erosionsgefährdung und Gewässeranschluss begrenzt werden. Grünstreifen fördern die Sedimentation von Bodenteilchen, die mit dem Oberflächenwasser transportiert werden. Begrünte Abflussrinnen reduzieren den Oberflächenabfluss und den Bodenabtrag durch Rinnenerosion.

Die Grünstreifen können angelegt werden:

- Zur Verkürzung der Hanglänge bzw. Schlaglänge. Bei großen wassererosionsgefährdeten Hangflächen quer zur Hangneigung.
- Zur Sedimentation der Bodenteilchen in Gewässerrandstreifen.
- Zur Begrünung von Abflussrinnen in Tiefenlinien bzw. Geländemulden.

Zusammenfassung der Maßnahmen zum Erosionsschutz:

- Winterbegrünung auf allen Flächen ab mittlerer Erosionsgefährdung (ca. 840 ha).
- Mulchsaat zu allen Reihenkulturen (und eventuell Raps), bevorzugt Streifensaar, kombiniert mit Gülle-Injektion auf allen Flächen mit sehr hoher Erosionsgefährdung (ENat5)(=CC-relevant) auf ca. 300 ha und Flächen mit Gewässeranschluss über Tiefenlinien.
- Fahrgassenbegrünung, z.B. über „Stotterfahrgasse“.

- Bei Bedarf Gewässerrandstreifen oder Begrünung der Tiefenlinien bei hoch erosionsgefährdeten Flächen mit Gewässeranschluss (ca. 40 ha).
- Bodenbearbeitung und Bestellung quer zum Hang.

11. LITERATUR

- BLANKENBURG, J. & SCHEFFER, B. (2008): Nährstoffausträge gedränkter landwirtschaftlicher Flächen Nordwest-Deutschlands. – DWA-Themen Dränung + Nährstoffausträge, Flächenerfassung und Management, Januar 2008; Hennef.
- DIN EN ISO 15582-2: 2002 Wasserbeschaffenheit – Aufschluss für die Bestimmung ausgewählter Elemente in Wasser – Teil 2: Salpetersäureaufschluss.
- DIN EN 1189, Dezember 1996. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Phosphor - Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat; Deutsche Fassung EN 1189:1996
- DLG-MERKBLATT 349 (2008): Grunddüngung effizient gestalten. Autorenteam –DLG e.V., Ausschuss für Pflanzenernährung (Hrsg.), 1. Auflage 11/2008; Frankfurt/Main.
- HEATHWAITE, A.L. et al. (2003): The phosphorus indicators tool: A simple model of diffuse P loss from agricultural land to water. – Soil Use and Management **19(1)**: 1 – 11.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2011): Richtwerte für die Düngung in Niedersachsen, Stand Januar 2011. – LUFA Nordwest, 27.09.2012.
< <http://www.lufa-nord-west.de/index.cfm/action/downloadcenter.html>>
- PIHL, U. (2000): Bodenchemische Parameter als Prognosekriterien des potentiellen Phosphorausstrags in Drän- und Grabenwasser – Diss. Landwirtsch. Fakultät, Univ. Bonn.
- RIPL, W. (1983): Limnologisches Gutachten Dümmersanierung – Institut für Ökologie – Limnologie- der Technischen Universität Berlin
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (2002): Lehrbuch der Bodenkunde 15. Auflage. – Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin.
- VDLUFA-STANDPUNKT (1997): Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf. – VDLUFA Darmstadt (Hrsg./Eigenverlag).

Hannover, den 28.11.2012

Dr. W. Schäfer

(WD)