

**Phosphoreinträge und  
Belastungsschwerpunkte  
im Einzugsgebiet Dümmer  
für die Jahre 2012 bis 2017**

August 2020

**Auftraggeber:**  
**NLWKN Sulingen**  
Am Bahnhof 1  
27232 Sulingen

**Auftragnehmer:**  
**geofluss**  
Ingenieurbüro für Umweltmanagement und Gewässerschutz  
Zur Bettfedernfabrik 1  
30451 Hannover  
[www.geofluss.de](http://www.geofluss.de)

**Bearbeiter:**  
Dr.-Ing. Carsten Scheer



## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Bildverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Bildverzeichnis Anhang</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 <b>Aufbau des Berichtes</b>	<b>2</b>
<b>2 Methodik</b>	<b>3</b>
2.1 <b>Untersuchungsgebiet Dümmer</b>	<b>3</b>
2.2 <b>Bilanzmodell</b>	<b>6</b>
2.3 <b>Betrachteter Zeitraum</b>	<b>8</b>
2.4 <b>Ermittlung von Nährstofffrachten aus Pegeldaten</b>	<b>8</b>
2.5 <b>Retention im Gewässersystem</b>	<b>8</b>
<b>3 Phosphorbelastungen im EZG Dümmer: Darstellung und Interpretation der Modellergebnisse</b>	<b>10</b>
3.1 <b>Wasserbilanz</b>	<b>10</b>
3.1.1 Wasserbilanz im EZG Dümmer: mittlerer Zustand 2016	10
3.1.2 Wasserbilanz im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen (Jahre 2012, 2013, 2014 und 2017)	11
3.1.3 Wasserbilanz im EZG Dümmer bei hohem Abfluss (Jahr 2015)	13
3.2 <b>Bewertung der Modellergebnisse im EZG Dümmer</b>	<b>14</b>
3.3 <b>Phosphoremissionen im EZG Dümmer: mittlerer Zustand 2016</b>	<b>17</b>
3.3.1 P-Emissionen im EZG Dümmer für 2016 in ausgewählten Bilanzgebiet	26
3.3.1.1 P-Belastungen 2016: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei mittleren Bedingungen	29
3.3.1.2 P-Belastungen 2016: abschließende Bewertung der Modellergebnisse bei mittleren Bedingungen	33
3.4 <b>Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen (Jahre 2012, 2013, 2014 und 2017)</b>	<b>37</b>
3.4.1 2012: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei sehr geringen Abflüssen	37
3.4.1.1 P-Belastungen 2012: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen	44
3.4.1.2 P-Belastungen 2012: abschließende Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen	47
3.4.2 2013: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen	48
3.4.2.1 P-Belastungen 2013: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen	49
3.4.3 2014: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen	51
3.4.3.1 P-Belastungen 2014: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen	52
3.4.4 2017: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen	56

---

3.4.4.1	P-Belastungen 2017: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen	57
<b>3.5</b>	<b>Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei hohen Abflüssen (Jahr 2015)</b>	<b>61</b>
3.5.1	2015: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei hohen Abflüssen	61
3.5.1.1	P-Belastungen 2015: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei hohen Abflüssen	68
3.5.1.2	P-Belastungen 2015: abschließende Bewertung der Modellergebnisse bei hohen Abflüssen	73
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>76</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>I</b>

## Bildverzeichnis

Bild 1: Landnutzung im Untersuchungsgebiet Dümmer nach ATKIS .....	3
Bild 2: Bilanzgebiete im EZG Dümmer .....	4
Bild 3: Hydrologische Teileinzugsgebiete (TEZG) im EZG Dümmer und Gewässernetz .....	6
Bild 4: Datenfluss und wesentliche Berechnungsschritte im Bilanzmodell .....	7
Bild 5: Schematische Darstellung der 3 modellintern berücksichtigten Retentionsansätze .....	9
Bild 6: Gesamtabfluss im EZG Dümmer: Vergleich der Modellergebnisse mit den Pegeldata für mittlere Bedingungen (Jahr 2016) an den Pegeln mit Abflussmessungen .....	11
Bild 7: Gesamtabfluss im EZG Dümmer in den Jahren mit geringen Abflüssen: Vergleich der Modellergebnisse mit den Messdaten am Pegel Schäferhof.....	12
Bild 8: Gesamtabfluss im EZG Dümmer im Jahr 2015 mit einem hohen Abfluss: Vergleich der Modellergebnisse mit den Messdaten am Pegel Schäferhof.....	13
Bild 9: Pfaddifferenzierte P-Emissionen für mittlere Bedingungen (Jahr 2016) im EZG Dümmer in [t/a], Bezug Pegel Schäferhof .....	18
Bild 10: P-Emissionen über Erosion im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	19
Bild 11: P-Emissionen über Abschwemmung im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	20
Bild 12: P-Emissionen über Drainageabfluss im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	21
Bild 13: P-Emissionen über Grundwasserabfluss im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	22
Bild 14: P-Emissionen über Zwischenabfluss im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	22
Bild 15: P-Emissionen über Direkteintrag im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	23
Bild 16: Diffuse P-Emissionen im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	24
Bild 17: Urbane P-Emissionen über Kleinkläranlagen und Kanalisationen im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	25
Bild 18: Gesamte P-Emissionen im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen) .....	25
Bild 19: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Venner Mühlenbach (links) und das BG Venner Moorkanal (rechts), jeweils in [t/a].....	27
Bild 20: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Venner Bruchkanal (links) und das BG Elze (rechts), jeweils in [t/a] .....	27
Bild 21: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Falkenburg (links) und das BG Lecker Mühlenbach (rechts), jeweils in [t/a].....	28
Bild 22: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Gräfte (links) und das BG Wimmerbach (rechts), jeweils in [t/a] .....	28
Bild 23: P-Emissionen 2016 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	30
Bild 24: P-Immissionen 2016 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	31
Bild 25: Potenzielle P-Immissionen 2016 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts) .....	31

Bild 26: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2016 pro Teileinzugsgebiet. Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l .....	33
Bild 27: Pfaddifferenzierte P-Emissionen und P-Immissionen für mittlere Bedingungen (Jahr 2016) im EZG Dümmer in [t/a], Bezug Pegel Schäferhof .....	35
Bild 28: Zulässige P-Immissionen im EZG Dümmer. Links: Flächen im EZG Dümmer, auf denen der Grenzwert der P-Immissionen von 0,123 kg/ha eingehalten wird. Rechts: Flächen mit Landnutzung Wald im EZG Dümmer .....	36
Bild 29: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2012 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof .....	38
Bild 30: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha] .....	39
Bild 31: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha] .....	40
Bild 32: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Dränageabfluss (links) und diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss (rechts), jeweils in [kg/ha].....	41
Bild 33: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss (links) und diffuse P-Emissionen über Direkteintrag (rechts), jeweils in [kg/ha] .....	42
Bild 34: EZG Dümmer 2012: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha].....	42
Bild 35: EZG Dümmer 2012: urbane P-Emissionen in [kg/ha].....	43
Bild 36: EZG Dümmer 2012: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha].....	44
Bild 37: P-Emissionen 2012 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	45
Bild 38: P-Immissionen 2012: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts) .....	45
Bild 39: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2012 pro Teileinzugsgebiet; keine P-Abschläge berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l.....	46
Bild 40: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2013 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof .....	48
Bild 41: P-Emissionen 2013 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	50
Bild 42: P-Immissionen 2013 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	50
Bild 43: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2013 pro Teileinzugsgebiet; keine P-Abschläge berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l.....	51
Bild 44: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2014 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof .....	52
Bild 45: P-Emissionen 2014 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	53
Bild 46: P-Immissionen 2014 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	53
Bild 47: Potenzielle P-Immissionen 2014 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts) .....	55
Bild 48: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2014 pro Teileinzugsgebiet. Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l .....	56
Bild 49: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2017 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof .....	57

Bild 50: P-Emissionen 2017 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	58
Bild 51: P-Immissionen 2017 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	58
Bild 52: Potenzielle P-Immissionen 2017 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts) .....	59
Bild 53: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2017 pro Teileinzugsgebiet. Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l .....	60
Bild 54: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2015 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof .....	62
Bild 55: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha] .....	63
Bild 56: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha] .....	64
Bild 57: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Dränageabfluss in [kg/ha] .....	65
Bild 58: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss (links) und diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss (rechts), jeweils in [kg/ha].....	66
Bild 59: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha].....	66
Bild 60: EZG Dümmer 2015: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha].....	67
Bild 61: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über urbane P-Emissionen in [kg/ha].....	67
Bild 62: EZG Dümmer 2015: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha].....	68
Bild 63: P-Emissionen 2015 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	69
Bild 64: P-Immissionen 2015 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts).....	70
Bild 65: Potenzielle P-Immissionen 2015 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts) .....	71
Bild 66: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2015 pro Teileinzugsgebiet. Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l .....	72
Bild 67: Abgleich der mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelten P-Frachten für den Pegel Schäferhof anhand der vom NLWKN bzw. nach OSPAR (1996) ermittelten P-Frachten.....	76
Bild 68: Anteil diffuser und punktueller P-Emissionen im EZG Dümmer für die Jahre 2012 bis 2017 in [t/a], Bezug Pegel Schäferhof .....	77

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kenngrößen der Bilanzgebiete im EZG Dümmer (2016, mittlere Bedingungen) .....	4
Tabelle 2: Hydrologische Teileinzugsgebiete im EZG Dümmer.....	5
Tabelle 3: Wesentliche Eingangsdaten für das LUH-Bilanzmodell .....	7
Tabelle 4: Detailergebnisse der Wasserbilanz für das EZG Dümmer bei mittleren Bedingungen (Abflussjahr 2016), Bezug Pegel Schäferhof.....	10
Tabelle 5: Detailergebnisse der Wasserbilanz für das EZG Dümmer für Jahre mit geringen Abflüssen (2012, 2013, 2014 und 2017), Bezug Pegel Schäferhof.....	12
Tabelle 6: Detailergebnisse der Wasserbilanz für das EZG Dümmer für 2015 mit hohem Abfluss, Bezug Pegel Schäferhof .....	13

Tabelle 7: Kriterien für die Bewertung der Modellergebnisse der Nährstofffrachten (nach KUNST ET AL., 2004).....	14
Tabelle 8: EZG Dümmer: Abgleich der berechneten P-Immissionen mit Phosphorfrachten am Pegel Schäferhof für die Jahre 2012 bis 2017; Phosphorfrachten nach Angaben des NLWKN .....	15
Tabelle 9: EZG Dümmer: Abgleich der berechneten P-Immissionen mit Phosphorfrachten am Pegel Schäferhof für die Jahre 2013 bis 2017; Phosphorfrachten berechnet nach OSPAR (1996) .....	15
Tabelle 10: EZG Dümmer: Bewertung der modellintern ermittelten P-Immissionen anhand der ermittelten Phosphorfrachten (Teilgebiete mit mobilem Probenehmer) .....	16
Tabelle 11: P-Emissionen nach Pfaden im Untersuchungsgebiet Dümmer für 2016 (mittlerer Zustand) und zum Vergleich für 2010, Bezug Pegel Schäferhof.....	18
Tabelle 12: P-Emissionen nach Pfaden im Bereich Elze für 2016 (mittlere Bedingungen) für die Bilanzgebiete Venner Mühlenbach (MB), Venner Moorkanal (MK), Venner Bruchkanal (BK) und Elze .....	26
Tabelle 13: P-Emissionen nach Pfaden im TEZG Bohmte für 2016 (mittlere Bedingungen) für die Bilanzgebiete Lecker Mühlenbach, Gräfte, Falkenburg und Wimmerbach .....	28
Tabelle 14: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschlüsse in den Mittellandkanal bzw. durch temporäre Umleitung in 2016 .....	30
Tabelle 15: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2012 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof.....	38
Tabelle 16: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2013 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof.....	49
Tabelle 17: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2014 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof.....	52
Tabelle 18: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschlüsse in den Mittellandkanal in 2014 (Annahme, dass in 2014 zwei Drittel der P-Abschläge von 2016 erfolgten) .....	54
Tabelle 19: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2017 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof.....	57
Tabelle 20: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschlüsse in den Mittellandkanal in 2017 .....	59
Tabelle 21: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2015 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof.....	62
Tabelle 22: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschlüsse in den Mittellandkanal in 2015 .....	70

## Bildverzeichnis Anhang

Bild A 1: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha].....	II
Bild A 2: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha].....	II
Bild A 3: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss in [kg/ha] .....	II
Bild A 4: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss in [kg/ha].....	III
Bild A 5: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss in [kg/ha].....	III
Bild A 6: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha] .....	III
Bild A 7: EZG Dümmer 2013: urbane P-Emissionen in [kg/ha] .....	IV
Bild A 8: EZG Dümmer 2013: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha] .....	IV
Bild A 9: EZG Dümmer 2013: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha].....	IV
Bild A 10: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha].....	V
Bild A 11: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha].....	V
Bild A 12: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss in [kg/ha] .....	V
Bild A 13: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss in [kg/ha].....	VI
Bild A 14: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss in [kg/ha].....	VI
Bild A 15: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha] .....	VI
Bild A 16: EZG Dümmer 2014: urbane P-Emissionen in [kg/ha] .....	VII
Bild A 17: EZG Dümmer 2014: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha] .....	VII
Bild A 18: EZG Dümmer 2014: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha] .....	VII
Bild A 19: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha].....	VIII
Bild A 20: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha].....	VIII
Bild A 21: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss in [kg/ha] .....	VIII
Bild A 22: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss in [kg/ha].....	IX
Bild A 23: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss in [kg/ha].....	IX
Bild A 24: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha] .....	IX
Bild A 25: EZG Dümmer 2017: urbane P-Emissionen in [kg/ha] .....	X
Bild A 26: EZG Dümmer 2017: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha] .....	X
Bild A 27: EZG Dümmer 2017: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha].....	X

## 1 Einleitung

Der Dümmer ist ein flachgründiger See mit einer offenen Wasserfläche von ca. 12,4 km<sup>2</sup> und einer mittleren Wassertiefe von etwa 1,1 m (NLWKN, 2010). Er liegt am Südrand der nord-deutschen Tiefebene in der Dümmer-Geestniederung und wird von der Hunte durchflossen.

Das Einzugsgebiet des Dümmers - des zweitgrößten Binnensees Niedersachsens - umfasst in Niedersachsen Anteile der Landkreise Osnabrück, Diepholz und Vechta. Hinzu kommt noch ein Teilgebiet in NRW. Insgesamt weist der Dümmer inkl. der Seefläche ein EZG von etwa 346 km<sup>2</sup> auf. Gespeist wird der Dümmer vor allem von der Hunte, deren 324 km<sup>2</sup> großes Einzugsgebiet zu über 170 km<sup>2</sup> intensiv landwirtschaftlich genutzt wird.

Der Dümmer ist aufgrund jahrzehntelanger hoher Nährstoffzufuhren stark eutrophiert, wodurch es in den letzten Jahren mehrfach zu Blaualgenblüten verbunden mit Nutzungseinschränkungen gekommen ist. Ursache hierfür ist u.a. die intensive landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet verbunden mit umfangreichen Meliorationsmaßnahmen insbesondere an Hochmoor- und Niedermoorstandorten, wodurch der Hauptzufluss Hunte relativ hohe Nährstofffrachten aufweist.

Auch nach der im Jahre 2009 umgesetzten Bornbachumleitung und der seit 2012 laufenden Gewässerschutzberatung und Maßnahmenumsetzung im landwirtschaftlichen Bereich sind die Phosphorimmissionen in den Dümmer mit durchschnittlich 14 t Gesamtphosphor aus dem Einzugsgebiet der Oberen Hunte zu hoch, um einen guten ökologischen Zustand im See zu erreichen. Das auf Grundlage der Ergebnisse der im Jahre 2012 erstellten LUH-Nährstoffbilanzierung umgesetzte Monitoring im Einzugsgebiet des Dümmers bestätigte weitestgehend die ausgewiesenen Belastungsschwerpunkte. Um die Erkenntnisse über die Belastungssituation und insbesondere die räumlichen Belastungsschwerpunkte für die Jahre 2012 bis 2017 zu aktualisieren, wurde das Einzugsgebiet des Dümmers erneut mit dem LUH-Bilanzmodell modelliert und eine pfadnutzungsspezifische Analyse der Belastungssituation insbesondere der diffusen Phosphoreinträge durchgeführt.

Das diesem Vorhaben zugrundeliegende Werkzeug besteht aus einem im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums entwickelten Bilanzierungsmodell (SCHEER ET AL., 2007; PANCKOW, 2008). Die wesentlichen Modelleigenschaften bestehen in der kleinräumigen Berücksichtigung von eintragsrelevanten Standorteigenschaften für eine pfadnutzungs-differenzierte Ermittlung diffuser Stickstoff- und Phosphoreinträge zur Ausweisung von Belastungsschwerpunkten.

Eine Weiterentwicklung und niedersachsenweite Anpassung des Modells im Auftrag des NLWKN wurde Anfang 2012 fertiggestellt (Bearbeiter Dr. Carsten Scheer und Dr. Nikolai Panckow - Ingenieurbüro geofluss). Dieser Modellansatz wurde bei der im Jahre 2012 erstellten LUH-Nährstoffbilanzierung erweitert. Es erfolgten hinsichtlich der Fragestellung im EZG Dümmer gezielte Anpassungen des Modells, u.a. zur Berücksichtigung aktueller und notwendiger Datengrundlagen (beispielsweise Informationen über feldblockbezogenen Anbau, aktuelle Maßnahmen, flächenscharfen Bodenabtrag auf Feldblockebene oder P-Gehalt im Oberboden). Dieser erweiterte Modellansatz stellt die Grundlage für die aktuellen Berechnungen dar.

## 1.1 Aufbau des Berichtes

Der Aufbau des vorliegenden Berichtes stellt sich wie folgt dar. Nach einer kurzen Beschreibung des Untersuchungsgebietes Dümmer (Kap. 2.1) folgen Angaben zum verwendeten Bilanzmodell, zum betrachteten Zeitraum, zur Ermittlung von Phosphorfrachten sowie zur modellintern ermittelten Retention im Gewässersystem (Kap. 2.2 bis 2.5).

Kap. 3.1 werden die erzielten Ergebnisse der Wasserbilanzen für die Untersuchungsjahre 2012 bis 2017 vorgestellt. In Kap. 3.2 wird anschließend ein Abgleich und eine Bewertung der mit dem Bilanzmodell ermittelten Frachten durchgeführt; dieses erfolgt anhand der am den verschiedenen Pegeln auf Basis der vorliegenden Messwerte errechneten Frachten.

Den Kapiteln 3.3 bis 3.5 sind die Ergebnisse der Modellanwendungen für das EZG Dümmer und die Jahre 2012 bis 2017 zu entnehmen. Sie werden insbesondere für die Jahre 2016 (mittlere Abflussbedingungen), 2012 (besonders geringe Abflüsse) und 2015 (sehr hohe Abflüsse) sehr differenziert für die verschiedenen Eintragspfade vorgestellt und eingeordnet.

Abschließend erfolgt in Kap. 4 eine kurze Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse dieses Vorhabens.

## 2 Methodik

### 2.1 Untersuchungsgebiet Dümmer

Das Untersuchungsgebiet Dümmer umfasst bis zum Auslasspegel Schäferhof ca. 324 km<sup>2</sup>. Weiterhin entwässert das EZG Marler Graben mit ca. 6 km<sup>2</sup> direkt in den Dümmer. Der Dümmer selbst liegt in der Dümmer-Geestniederung. Westlich des Dümmer beginnt der Anstieg der bis zu 145 m hohen Dammer Berge, um den See herum befinden sich Nieder- und Hochmoore der Diepholzer Moorniederung. Das EZG Dümmer reicht im Süden bis zu den Höhenzügen des Wiehengebirges. Größere Orte im EZG Dümmer sind Bohmte, Bad Essen und Hunteburg. Das EZG Dümmer liegt größtenteils in Niedersachsen, nordöstlich von Bohmte gehören jedoch ca. 48 km<sup>2</sup> zu Nordrhein-Westfalen.

Das EZG Dümmer ist stark durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt, was auch für die Phosphorbelastung des Dümmer eine große Rolle spielt. Dabei dominieren im Untersuchungsgebiet Dümmer Ackerflächen mit fast 53 % (nach ATKIS, vgl. Bild 1). Grünland und Wald sind mit einem Anteil von etwa 16 % bzw. 18 % vertreten, wobei sich die Wälder überwiegend in den Höhenlagen des südlichen Wiehengebirges befinden. Besonders das westlich gelegene Teileinzugsgebiet Venner Moorkanal ist durch Moore geprägt; der größte Teil des Dammer Moores gehört allerdings nach der Bornbachumleitung in 2009 nicht mehr zum EZG Dümmer.

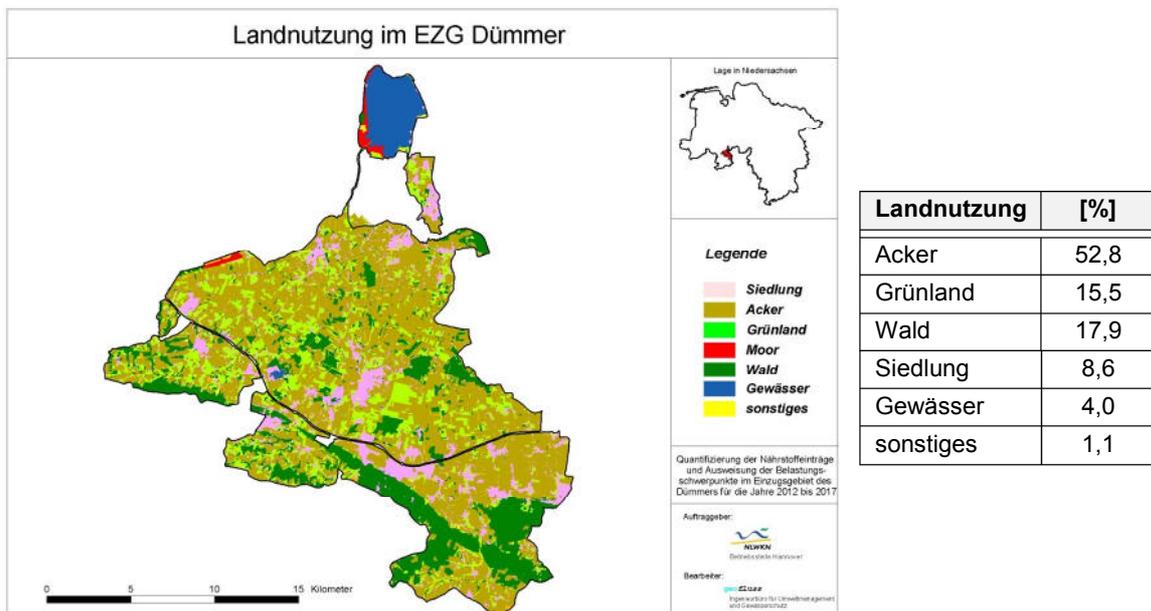


Bild 1: Landnutzung im Untersuchungsgebiet Dümmer nach ATKIS

Auf Grundlage der im Untersuchungsgebiet Dümmer vorhandenen Abfluss- und Gütepegel wurde das Untersuchungsgebiet Dümmer in mehrere Bilanzgebiete (BG) unterteilt (s. Bild 2 und Tabelle 1): im Südosten liegt der Oberlauf der Hunte (bis zum Pegel Bohmte), der die Bilanzgebiete Falkenburg, Wimmerbach, Lecker Mühlenbach, Gräfte und das BG Bohmte beinhaltet. Im Westen liegt die Elze, zu der die Bilanzgebiete Venner Mühlenbach, Venner Bruchkanal, Venner Moorkanal und das BG Elze gehören. Zudem wurden die BG Reiniger Graben und Grenzkanal im Osten des Einzugsgebietes sowie die zentral gelegenen BG Strothkanal und Schäferhof definiert. Weiterhin bestehen das BG Marler Graben (entwässert direkt in den Dümmer) sowie das BG Dümmer-See. Die Beprobung der Güteparameter er-

folgt dabei an acht Standortorten durch mobile Probenehmer („grüne“ Punkte in Bild 2, tägliche Mischproben) und an fünf weiteren Standorten über regelmäßige Schöpfproben („blaue“ Punkte in Bild 2).

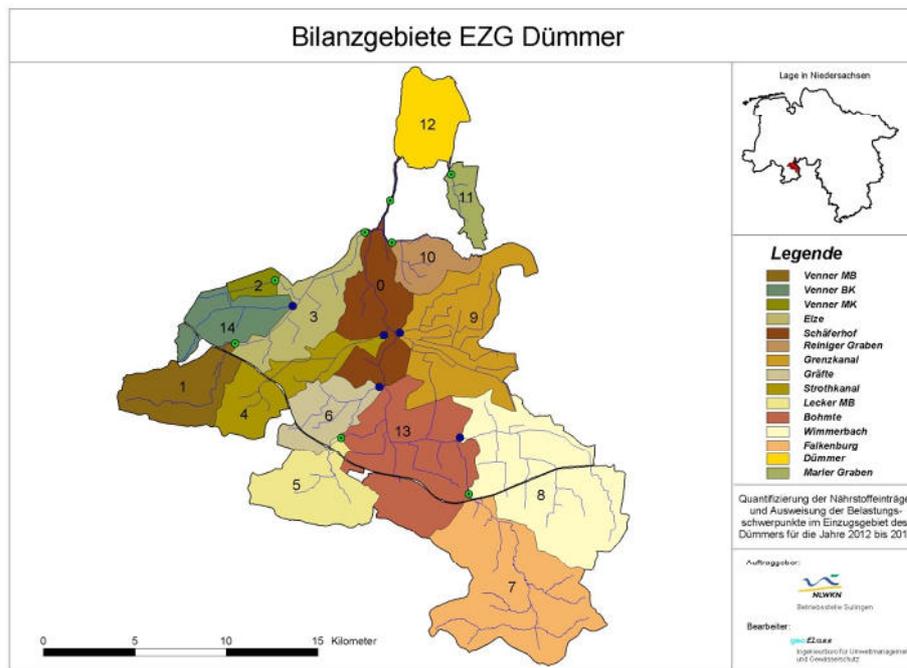


Bild 2: Bilanzgebiete im EZG Dümmer

Tabelle 1: Kenngrößen der Bilanzgebiete im EZG Dümmer (2016, mittlere Bedingungen)

Bilanzgebiet				EZG Pegel <sup>*</sup>		Messung	
Nr.	Name	[km <sup>2</sup> ]	MQ [m <sup>3</sup> /s]	[km <sup>2</sup> ]	MQ [m <sup>3</sup> /s]	Abfluss	Konzentration
0	Schäferhof	23,2	0,139	324	2,527	ja	Probenehmer
1	Venner MB	18,5	0,135	-	-	ja	Probenehmer
2	Venner MK	3,2	0,028	-	-	ja	Probenehmer
3	Elze	19,5	0,215	55,4	0,460	ja	Probenehmer
4	Strothkanal	19,8	0,221	-	-	-	Schöpfprobe
5	Lecker MB	20,5	0,209	-	-	ja	Probenehmer
6	Gräfte	14,4	0,151	-	-	-	Schöpfprobe
7	Falkenburg	50,0	0,413	-	-	ja	Probenehmer
8	Wimmerbach	51,7	0,427	-	-	bei Probe	Schöpfprobe
9	Grenzkanal	36,3	0,318	-	-	-	Schöpfprobe
10	Reiniger Graben	9,9	0,108	-	-	(ja)	Probenehmer
11	Marler Graben	6,1	0,071	-	-	(ja)	Probenehmer
12	Dümmer-See	16,1	-	-	-	-	Schöpfprobe
13	Bohmte	42,2	0,333	179	1,533	ja	-
14	Venner BK	14,3	0,108	-	-	-	Schöpfprobe

\*: Angabe nur für Pegel mit langjährigen Messungen im EZG Dümmer

Neben den Bilanzgebieten wurden im EZG Dümmer hydrologische Teileinzugsgebiete (TEZG) definiert. Diese insgesamt 34 TEZG sind in Tabelle 2 aufgelistet. Zudem ist dort die jeweilige Zugehörigkeit zu den einzelnen Bilanzgebieten sowie die jeweilige Gebietsgröße vermerkt.

Tabelle 2: Hydrologische Teileinzugsgebiete im EZG Dümmer

TEZG-Nr.	BG-Nr.	Gewässername	Gewässerabschnitt	km <sup>2</sup>
0	7	Hunte	von den Quellen bis Glanebach	23,1
1	0	Hunte	von Gräfte bis Grenzkanal	7,3
2	8	Wimmerbach	von den Quellen bis Mündung Alte Hunte	16,7
3	9	Grenzkanal	Grenzkanal bis zum mobilen Probenehmer	36,7
4	4	Strothbach	von den Quellen bis zum Mittellandkanal	10,4
5	10	Reiniger Graben	Reiniger Graben bis zum mobilen Probenehmer	9,5
6	7	Hunte	von Glanebach bis Pegel Falkenburg	20,2
7	0	Hunte	von Grenzkanal bis Strothkanal	0,4
8	0	Hunte	von Elze bis Pegel Schäferhof	2,9
9	13	Westerbach/Wehrendorfer Mühlbach	-	11,9
10	5	Lecker Mühlbach	Lecker MB bis Pegel Feldkamp	20,9
11	4	Strothkanal	vom Mittellandkanal bis zum mobilen Probenehmer	9,4
12	12	Dümmer	Wasserfläche und angrenzende Bereiche	16,1
13	7	Glanebach	-	6,6
14	8	Alte Hunte Rabber	-	3,6
15	8	Heithöfer Bach	-	13,5
16	0	Hunte	von Strothkanal bis Elze	12,4
17	14	Venner Bruchgraben	von den Quellen bis zum Mittellandkanal	1,9
18	8	Wimmerbach	von Mündung Alte Hunte bis Heithöfer Bach	2,7
19	1	Venner Mühlenbach	von den Quellen bis Pegel Venne	18,5
20	3	Venner Mühlenbach	von Pegel Venne bis Venner Bruchkanal	8,4
21	11	Marler Graben	-	6,1
22	8	Wimmerbach	von Mündung Heithöfer Bach bis zur Hunte	15,2
23	13	Hunte	von Wimmerbach bis Alte Hunte	15,8
24	13	Hunte	von Lecker Mühlbach bis Gräfte	5,1
25	6	Gräfte	-	14,1
26	14	Venner Bruchkanal	vom MLK bis zum Venner Mühlenbach/Elze	12,4
27	3	Elze	von Venner Bruchkanal bis Pegel Lehmkuhlen	11,1
28	13	Hunte	von Alte Hunte bis Lecker Mühlenbach	4,4
29	2	Venner Moorkanal	Venner Moorkanal-Ost bis Pegel	3,2
30	13	Lecker Mühlbach	von Pegel Feldkamp bis Hunte	2,0
31	0	Hunte	von Pegel Schäferhof bis Dümmer	0,2
32	13	Hunte	von Pegel Falkenburg bis Wimmerbach	2,9
33	0	Elze	von Pegel Lehmkuhlen bis Hunte	0,1

In Bild 3 sind die hydrologischen Teileinzugsgebiete im EZG Dümmer dargestellt. Sie dienen neben den oben vorgestellten Bilanzgebieten als weitere, höher aufgelöste räumliche Bewertungsgrundlage. Zudem ist in Bild 3 das für die Modellierung verwendete Gewässernetz nach ATKIS im EZG Dümmer dargestellt (inkl. der Gräben). Hierbei ist zu beachten, dass für den Bereich in NRW einige Gräben neu digitalisiert wurden und so erstmals berücksichtigt werden konnten; die neu digitalisierten Gräben sind in Bild 3 in „hellblau“ dargestellt und umfassen eine Gewässerlänge von 43,7 km. Aus dem südlichen Teilgebiet Bohmte zieht sich die Hunte bis zum Pegel Schäferhof. Aus dem westlichen Teilgebiet Elze mündet der Venner Mühlenbach über die Elze in die Hunte, der Bornbach mündete bis 2009 ebenso in die Hunte, wurde aber danach umgeleitet. Die Länge des berücksichtigten Gewässernetzes beträgt insgesamt gut 812 km (inkl. der neu digitalisierten Gräben in NRW, s.o.).

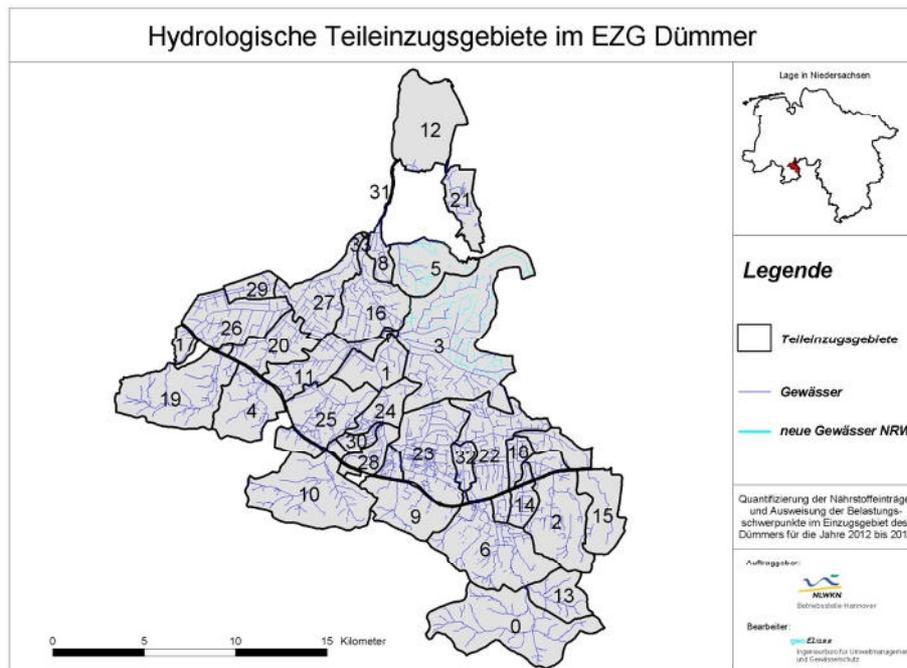


Bild 3: Hydrologische Teileinzugsgebiete (TEZG) im EZG Dümmer und Gewässernetz

## 2.2 Bilanzmodell

Das LUH-Bilanzierungsmodell wurde im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums entwickelt (SCHEER ET AL., 2007; PANCKOW, 2008). Eine Weiterentwicklung und niedersachsenweite Anpassung des Modells im Auftrag des NLWKN wurde Anfang 2012 fertiggestellt (Bearbeiter Dr. Carsten Scheer und Dr. Nikolai Panckow - Ingenieurbüro geofluss). Dieser Modellansatz wurde bei der im Jahre 2012 erstellten LUH-Nährstoffbilanzierung erweitert. Es erfolgten hinsichtlich der Fragestellung im EZG Dümmer gezielte Anpassungen des Modells, u.a. zur Berücksichtigung aktueller und notwendiger Datengrundlagen (beispielsweise Informationen über feldblockbezogenen Anbau, aktuelle Maßnahmen, flächenscharfen Bodenabtrag auf Feldblockebene oder P-Gehalt im Oberboden). Dieser erweiterte Modellansatz stellt die Grundlage für die aktuellen Berechnungen dar.

Das Bilanzmodell arbeitet auf Rasterbasis mit einer Auflösung von 1 ha und ermittelt die Stickstoff- und Phosphoreinträge sowie die Wasserflüsse für jedes Raster. Darüber hinaus wird die Retention im Gewässersystem berücksichtigt. Berechnet werden die Eintragspfade Grundwasser, Zwischenabfluss, Drainageabfluss, Erosion, Abschwemmung und Direkteintrag, welche jeweils differenziert für die verschiedenen Landnutzungen (Ackerland, Grünland, Wald, städtische Flächen usw.) abgebildet werden. Berücksichtigung finden darüber hinaus auch die Punktquellen. Sie sind für die Gesamtbilanzierung am Gebietsauslass erforderlich. Für die weiterführende Analyse der Eintragungssituation sind im Bilanzmodell diverse Auswertungen implementiert. Sie erlauben es die Wasser- und Stoffflüsse nach Bilanzgebiet, Kreis, Gemeinde, Ackerschlag, Raster oder Landnutzung auszuwerten. Insgesamt ermöglichen die Bewertungsroutinen eine Ausweisung von Hot Spots und liefern somit wertvolle Grundlagen für eine effektive Maßnahmenplanung. Weiterhin ist in das Bilanzierungsmodell ein Szenarienmodul implementiert, welches es erlaubt, mit direktem räumlichen Bezug zu den Belastungsschwerpunkten und unter Berücksichtigung der jeweils relevanten Eintragspfade gezielt differenzierte Szenarien (Bewirtschaftungsmaßnahmen) zur Verminderung der Nährstoffein-

träge in die Gewässer zu berechnen. Derartige Szenarien ermöglichen Prognosen über die Effektivität der Maßnahmen und über den erforderlichen Zeitraum bis zur Zielerreichung gemäß der EG-WRRL.

Die wesentlichen Modelleigenschaften bestehen in der kleinräumigen Berücksichtigung von eintragsrelevanten Standorteigenschaften für eine pfadnutzungsdifferenzierte Ermittlung diffuser Stickstoff- und Phosphoreinträge zur Ausweisung von Belastungsschwerpunkten. Der Datenfluss und wesentliche Berechnungsschritte im Bilanzmodell sind in Bild 4 schematisch dargestellt.

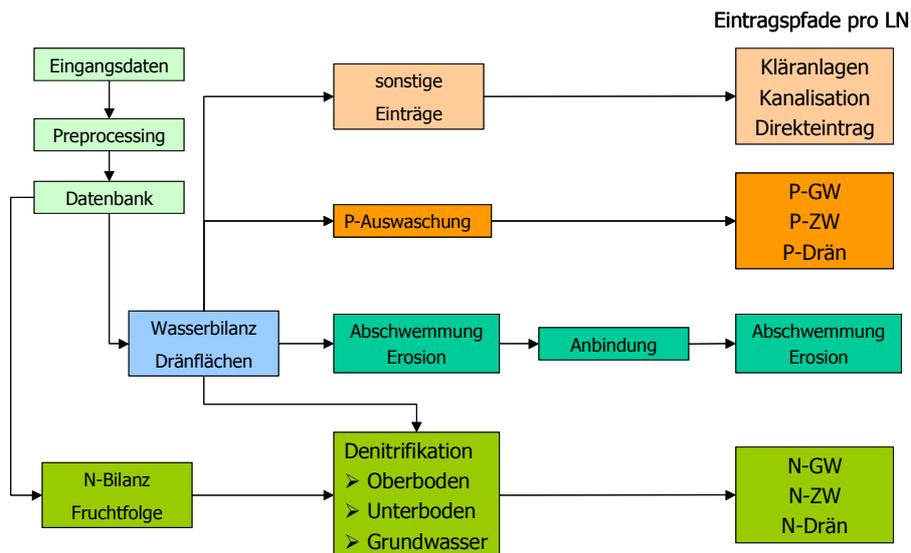


Bild 4: Datenfluss und wesentliche Berechnungsschritte im Bilanzmodell

Die Modellanwendung erfordert detaillierte Eingangsdaten in Form von digitalen Karten sowie tabellarische Daten. Eine Übersicht der für die Modellanwendung wesentlichen Eingangsdaten ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Wesentliche Eingangsdaten für das LUH-Bilanzmodell

Eingangsdaten	Format
Flächenaufgelöste Boden-Datenbank nach BÜK50n u.a. mit Horizontdaten	Datenbank und Shape
Pegeldaten für das Gesamtgebiet und Teilgebiete (Lage)	Shape
Anbauflächen und Erträge der Kulturarten pro Gemeinde nach Agrarstatistik	Tabelle
Viehzahlen pro Gemeinde nach Viehzählung	Tabelle
Gebietsgrenzen (EZG, Bundesland, Gemeinde, Kreis, TEZG, Grundwasserkörper)	Shape
Regionalisierte langjährige Klimadaten (Niederschlag, Verdunstung)	Shape
Landnutzung nach ATKIS (Objektart-Nr., VEG-Nr., FKT.-Nr.)	Shape
Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum	Shape
DGM 5 bzw. 50 (hieraus Ableitung der Ausrichtung und Hangneigung)	Shape
Angaben zu Dränageflächen (sonst modellinterne Ableitung)	(Shape)
Kenndaten der Kleinkläranlagen (Lage, Art)	Tabelle
Kenndaten der Bilanzgebiete (u.a. Lage, Gewässerlängen, Abflüsse, Seenfläche)	Shape, Tabelle
Kenndaten Gemeinde (u.a. Einwohner, Flächenanteile außerhalb des EZG)	Shape, Tabelle
Kenndaten Kläranlagen (Abwassermenge, Ablaufwerte, Lage)	Shape, Tabelle
Kenndaten Kreise (z.B. Anteil Mischkanalisation)	Tabelle
an Kläranlagen angeschlossene Einwohner pro TEZG	Tabelle
Gewässernetz (Hauptgewässer, Nebengewässer und Gräben)	Shape

Mit dem LUH-Bilanzmodell steht ein anwendungsfreundliches Instrument zu Verfügung, mit dem wesentliche Anforderungen der WRRL und der wasserwirtschaftlichen Praxis erfüllt werden können. Eine ausführliche Dokumentation der Modellgrundlagen und integrierten Berechnungsansätze ist SCHEER ET AL. (2007), PANCKOW (2008) und SCHEER & PANCKOW (2012) zu entnehmen.

### 2.3 Betrachteter Zeitraum

Für das Untersuchungsgebiet Dümmer wurden sechs Betrachtungszeiträume untersucht: die Jahre 2012 bis 2017. Dabei wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber definiert, dass das Jahr 2016 näherungsweise die mittlere Nährstoffeintragsituation abbildet und daher als mittlerer Zustand anzusehen ist.

### 2.4 Ermittlung von Nährstofffrachten aus Pegeldaten

Die Nährstofffrachten für die einzelnen Jahre an den verschiedenen Bilanzpegeln (vergleiche hierzu Tabelle 1) wurden vom Auftraggeber bestimmt und dem Auftragnehmer zur Verfügung gestellt.

Die Phosphorfrachten für den Pegel Schäferhof wurden zudem für die Jahre 2013 bis 2015 anhand der zur Verfügung gestellten täglichen Messdaten der Abflüsse und sowie der P-Konzentrationen und unter Anwendung der Methodik nach OSPAR (1996, vgl. Gleichung 1) nochmals berechnet.

Dabei ergaben sich für die P-Frachten in den Jahren 2013, 2014 und 2017 geringfügige Abweichungen im Vergleich zu den Frachten des NLWKN (für 2012 konnte aufgrund fehlender Daten keine Phosphorfracht nach OSPAR (1996) berechnet werden). Hierauf wird bei der Bewertung der P-Frachten in Kap. 3.2 näher eingegangen.

$$L_{J,P} = \frac{Q_{TGL}}{Q_{ME\beta}} \cdot \left( \frac{1}{J} \cdot \sum_{n=1}^J CT_{t,P} \cdot Q_t \cdot U_f \right) \quad (\text{Gleichung 1})$$

- Mit:
- $L_{J,P}$  = jährliche Phosphorfracht [g/s],
  - $Q_{TGL}$  = mittlerer jährlicher Abfluss täglicher Durchflussmessungen [ $m^3/s$ ],
  - $Q_{ME\beta}$  = mittlerer jährlicher Abfluss für die Tage der Gütemessungen im Untersuchungszeitraum [ $m^3/s$ ],
  - $n$  = Anzahl der Messwerte pro Jahr  $J$ ,
  - $CT_P$  = Phosphorkonzentration zum Messzeitpunkt  $t$  [mg/l],
  - $Q_t$  = Abfluss zum Messzeitpunkt  $t$  [ $m^3/s$ ] und
  - $U_f$  = Umrechnungsfaktor vom Durchfluss- zum Gütepegel.

Diese Methode zur Frachtberechnung nach OSPAR (1996) war bei einer Untersuchung von LITTLEWOOD (1995) die einzige, die weitgehend zuverlässige Ergebnisse lieferte. Diesen positiven Befund bestätigen auch BEHRENDT & OPITZ (1999).

### 2.5 Retention im Gewässersystem

Der im Bilanzmodell etablierte Ansatz zur Berücksichtigung der Retention beruht im Wesentlichen auf Angaben von BEHRENDT & OPITZ (1999) und VENOHR ET AL. (2005).

Das Prinzip dieses Berechnungsansatzes für die Retention im Gewässersystem besteht darin, die hydraulische Belastung des Systems als Maß für die Retention zu verwenden.

Berücksichtigt werden hierzu die Gewässerfläche als Maß für den Reaktionsraum sowie die Abflussmenge (jeweils getrennt für Haupt- und Nebenflüsse pro Bilanzgebiet) als Maß für die Reaktionszeit.

Realisiert wurden getrennte Retentionsansätze für Haupt- und Nebenflüsse sowie für die verschiedenen Phosphoreinträge:

- Retentionsansatz für die Hauptflüsse HF (Fracht vom oberhalb gelegenen BG und punktuelle Einträge direkt in die HF),
- Retentionsansatz für die Nebenflüsse und das Grabensystem NF (diffuse Einträge im Bilanzgebiet BG) und
- Retentionsansatz für punktuelle Einträge und urbane Einträge, die nicht direkt in die HF eingeleitet werden (MW, Mittelwert der erstgenannten Ansätze).

Anhand von Bild 5 werden im Folgenden die verschiedenen Retentionsansätze erläutert:

Zuerst werden die Bilanzgebiete in Quellgebiete (der Hauptflüsse, „dunkelorange“ in Bild 5) und sonstige Gebiete („hellorange“ in Bild 5) differenziert.

Für die Quellgebiete wird für **alle** Einträge in Anlehnung an FOGELBERG (2003) der Retentionsansatz für die Nebenflüsse verwendet. In den sonstigen Gebieten gilt dieser Ansatz nur für die diffusen Einträge.

In letzteren Gebieten werden zudem für die punktuellen Einträge je nach Herkunft 2 verschiedene Retentionsansätze verwendet: liegt der Herkunftsort direkt am Hauptfluss, wird der Retentionsansatz für den Hauptfluss verwendet; ist dies nicht der Fall, wird der Mittelwert der beiden Retentionsansätze angewendet.

Zusätzlich wird in den sonstigen Gebieten, die alle unterhalb einer Quellregion liegen, noch eine Retention der von oberhalb resultierenden Fracht im Hauptfluss durch den entsprechenden Retentionsansatz berücksichtigt. Das bedeutet, dass die Fracht aus z.B. Quellgebiet 1 in jedem flussabwärts folgenden Bilanzgebiet einer weiteren Retention ausgesetzt ist und sich umso mehr verringert, desto weiter die Fließstrecke ist.

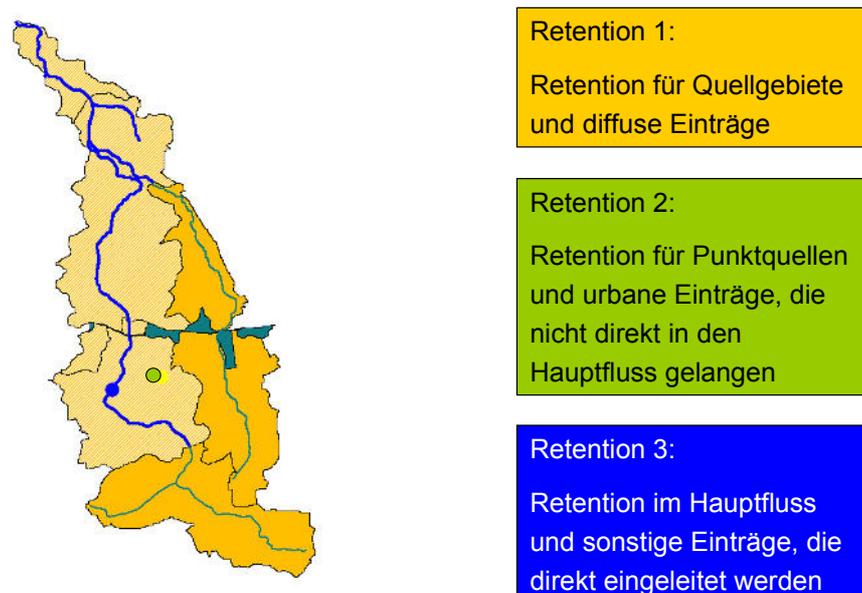


Bild 5: Schematische Darstellung der 3 modellinternen berücksichtigten Retentionsansätze

### 3 Phosphorbelastungen im EZG Dümmer: Darstellung und Interpretation der Modellergebnisse

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Modellierungen mit dem LUH-Bilanzmodell im EZG Dümmer für die Jahre 2012 bis 2017 vorgestellt. Begonnen wird dabei in Kap. 3.1 mit der Darstellung und Bewertung wesentlicher Ergebnisse der Wasserbilanz für die einzelnen Jahre. Die Bedeutung einer zuverlässig abgebildeten Wasserbilanz auf Einzugsgebietsebene ist darin zu sehen, dass sie eine wesentliche Voraussetzung für die nachfolgende Ermittlung der diffusen Phosphoreinträge darstellt.

In Kap. 3.2 erfolgt eine Bewertung der mit dem LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse anhand eines Abgleiches der für die Untersuchungsgebiete ermittelten Phosphorimmissionen mit den anhand von Güteuntersuchungen am Auslasspegel (und an weiteren Pegelinzugsgebieten) hochgerechneten Phosphorfrachten.

In den Kap. 3.3 bis 3.4.4.1 werden abschließend die mit dem LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse für die einzelnen Jahre detailliert vorstellt und eingeordnet.

#### 3.1 Wasserbilanz

Die Wasserbilanz bildet die Abflusspfade Oberflächenabfluss, Zwischenabfluss, Grundwasserabfluss und Drainageabfluss sowie den Abfluss von versiegelten Flächen und Kläranlagen ab. Die Bedeutung einer zuverlässig abgebildeten Wasserbilanz auf Einzugsgebietsebene ist darin zu sehen, dass sie eine wesentliche Voraussetzung für die nachfolgende Ermittlung der diffusen Phosphoreinträge darstellt. Begründet ist dies darin, dass das Wasser als Transportmedium für Phosphor maßgeblich das Eintragsverhalten bestimmt.

Die Berechnung der Wasserbilanz im Untersuchungsgebiet Dümmer erfolgte für alle betrachteten Zeiträume (Jahre 2012 bis 2017), wobei das Jahr 2016 die mittleren Abflussbedingungen darstellt.

##### 3.1.1 Wasserbilanz im EZG Dümmer: mittlerer Zustand 2016

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Wasserbilanz für den mittleren Zustand in 2016 und den Pegel Schäferhof. Die sehr geringe Abweichung der Modellergebnisse von -0,1 % im Vergleich zu den gemessenen Pegelwerten zeigt, dass der verwendete Modellansatz die mittleren Bedingungen in 2016 hervorragend abbildet.

Tabelle 4: Detailergebnisse der Wasserbilanz für das EZG Dümmer bei mittleren Bedingungen (Abflussjahr 2016), Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer	
Abflusspfad	2016 [m <sup>3</sup> /s]
Grundwasserabfluss	0,807
Zwischenabfluss	0,573
Drainageabfluss	0,887
Oberflächenabfluss	0,055
Abfluss von versiegelten Flächen	0,126
Kläranlagenabfluss	0,075
<b>Gesamtabfluss nach Modell</b>	<b>2,524</b>
Gesamtabfluss nach Pegeldata	2,527
<b>Differenz Modell zu Pegeldata [%]</b>	<b>- 0,1</b>

Für 2016 weist der Drainageabfluss mit einem Anteil von gut 35 % den höchsten Anteil auf. Der Anteil des Grundwasserabflusses liegt für 2016 bei 32 %, der des Zwischenabflusses bei fast 23 %. Somit beträgt der unterirdische Abflussanteil im EZG Dümmer 90 % des Gesamtabflusses bei mittleren Bedingungen. Alle anderen Pfade tragen somit lediglich zu 10 % zum Abflussgeschehen im EZG Dümmer bei (2 % Oberflächenabfluss, 8 % urbaner Abfluss, also Abfluss über Kanalisationen sowie von Kleinkläranlagen und Kläranlagen).

In Bild 6 sind für verschiedene Bilanzpegel im EZG Dümmer die Modellergebnisse der Wasserbilanz für die mittleren Bedingungen in 2016 den gemessenen Abflüssen dieses Jahres gegenüber gestellt. Als Referenz für die Modellergebnisse dienen die Abflussmessungen an folgenden Pegeln im Untersuchungsgebiet: Venne (Venner Mühlenbach), Lehmkuhlen (Elze), Feldkamp (Lecker Mühlenbach), Falkenburg (Hunte-Oberlauf), Bohmte (Hunte) und Schäferhof (Hunte).

Dabei ist sehr gut zu erkennen, dass es in **allen** Teilgebieten genauso wie für das Gesamtgebiet (Pegel Schäferhof) eine hervorragende Übereinstimmung zwischen den Modellergebnissen und den Abflussmessungen an den Pegeln gibt.

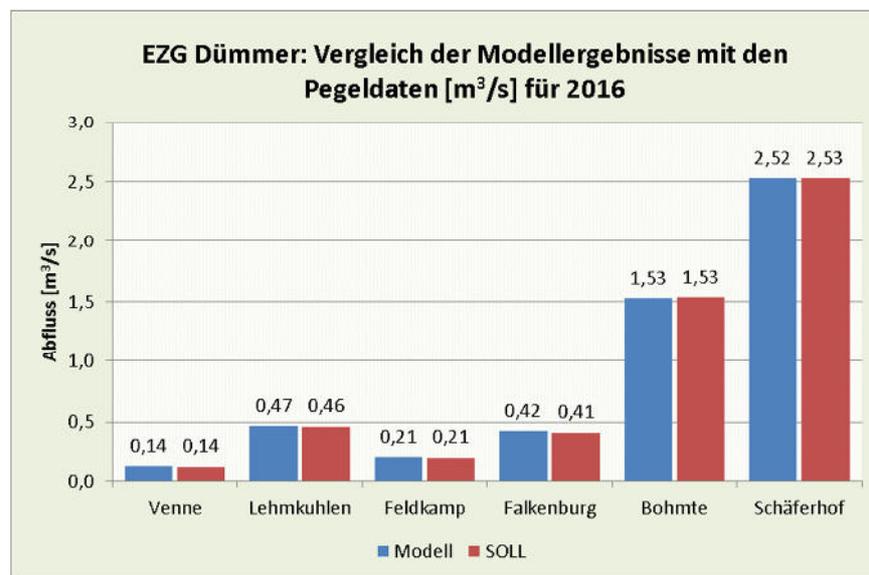


Bild 6: Gesamtabfluss im EZG Dümmer: Vergleich der Modellergebnisse mit den Pegelraten für mittlere Bedingungen (Jahr 2016) an den Pegeln mit Abflussmessungen

### 3.1.2 Wasserbilanz im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen (Jahre 2012, 2013, 2014 und 2017)

Die Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der Wasserbilanz für die Jahre 2012, 2013 und 2017, in denen jeweils geringe Abflüsse vorliegen. Wie bereits beim mittleren Zustand (Jahr 2016, vgl. Kap. 3.1.1) sind die Abweichungen der Modellergebnisse im Vergleich zu den gemessenen Pegelwerten sehr gering (0,2 bis 0,4 %). Der Modellansatz vermag es somit, geringe Abflüsse im EZG Dümmer hervorragend abzubilden.

In den Jahren 2012 und 2013, also den Jahren mit den geringsten Abflüssen, weist der Grundwasserabfluss mit 34 bzw. 35 % des Gesamtabflusses den höchsten Anteil auf. Hier liegt der Drainageabfluss jeweils knapp dahinter (vgl. Tabelle 5). Doch bereits bei den etwas höheren (aber immer noch unterdurchschnittlichen Abflüssen) in 2017 ist der Drainageabfluss mit 35 % des Gesamtabflusses der Hauptabflusspfad, dicht gefolgt vom Grundwasserabfluss

mit knapp 34 %. Der Anteil des Zwischenabflusses liegt in den Jahren mit unterdurchschnittlichen Abflüssen zwischen gut 17 % und fast 19 % des Gesamtabflusses und nimmt wie der Drainageabfluss mit steigendem Gesamtabfluss zu. Während der Anteil des Oberflächenabflusses bei diesen recht geringen Abflüssen annähernd konstant bei etwa 2 % liegt, nimmt der Anteil des urbanen Abflusses (Kanalisationen, Kleinkläranlagen und Kläranlagen) mit zunehmenden Abfluss ab (von fast 14 % in 2012 über 11,5 % in 2013 auf nur noch 10,5 % in 2017).

Tabelle 5: Detailergebnisse der Wasserbilanz für das EZG Dümmer für Jahre mit geringen Abflüssen (2012, 2013, 2014 und 2017), Bezug Pegel Schäferhof

Abflusspfad	2012	2013	2014	2017
Grundwasserabfluss [m <sup>3</sup> /s]	0,47	0,58	0,77	0,61
Zwischenabfluss [m <sup>3</sup> /s]	0,24	0,30	0,41	0,34
Drainageabfluss [m <sup>3</sup> /s]	0,45	0,56	0,70	0,63
Oberflächenabfluss [m <sup>3</sup> /s]	0,03	0,03	0,04	0,04
Abfluss von versiegelten Flächen [m <sup>3</sup> /s]	0,12	0,13	0,12	0,12
Kläranlagenabfluss [m <sup>3</sup> /s]	0,07	0,06	0,07	0,07
<b>Gesamtabfluss nach Modell [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>1,37</b>	<b>1,66</b>	<b>2,10</b>	<b>1,80</b>
Gesamtabfluss nach Pegeldaten [m <sup>3</sup> /s]	1,36	1,65	2,10	1,80
<b>Differenz Modell zu Pegeldaten [%]</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>

Bild 7 zeigt exemplarisch für den Pegel Schäferhof einen Vergleich der Modellergebnisse der Wasserbilanz für die Jahre mit geringem Abfluss (2012, 2013, 2014, 2017) mit den jeweils gemessenen Abflüssen. Sehr deutlich wird dabei, dass es für **alle** Jahre (mit geringen Abflüssen) am Pegel Schäferhof eine hervorragende Übereinstimmung zwischen den Modellergebnissen und den Abflussmessungen gibt.

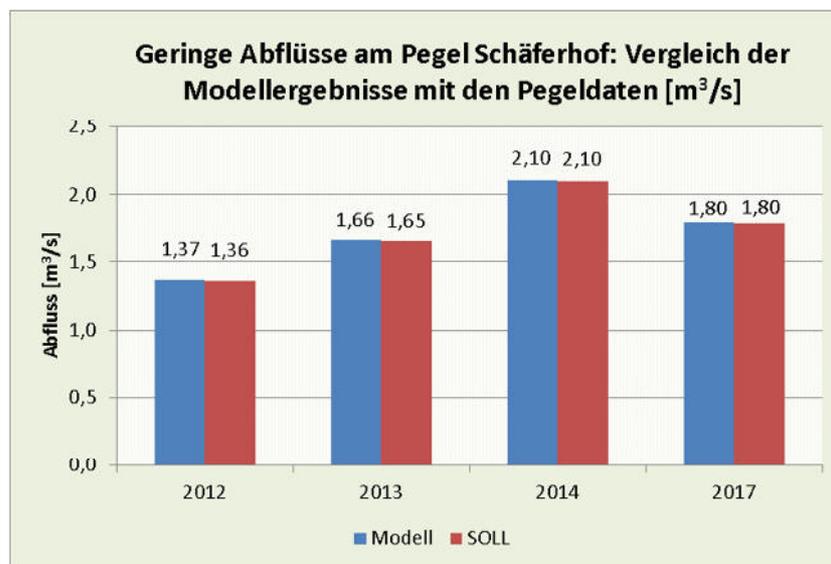


Bild 7: Gesamtabfluss im EZG Dümmer in den Jahren mit geringen Abflüssen: Vergleich der Modellergebnisse mit den Messdaten am Pegel Schäferhof

### 3.1.3 Wasserbilanz im EZG Dümmer bei hohem Abfluss (Jahr 2015)

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Wasserbilanz für das Jahr 2015 mit hohem Abfluss und den Pegel Schäferhof dargestellt. Erneut gibt es bei dem Vergleich der Modellergebnisse mit den gemessenen Abflüssen nur eine sehr geringe Abweichung von -0,3 %. Dies zeigt, dass der verwendete Modellansatz neben den mittleren und geringen Abflüssen auch die Bedingungen in 2015 mit einem hohen Abfluss hervorragend abbildet.

Für 2015 weist der Drainageabfluss mit einem Anteil von gut 38 % den deutlich höchsten Anteil auf. Der Anteil des Grundwasserabflusses liegt über 27 %, der des Zwischenabflusses bei fast 26 %. Somit beträgt der unterirdische Abflussanteil im EZG Dümmer fast 92 % des Gesamtabflusses bei den deutlich erhöhten Abflüssen in 2015. Alle anderen Pfade tragen somit lediglich zu gut 8 % zum Abflussgeschehen im EZG Dümmer bei (2,2 % Oberflächenabfluss, gut 6 % urbaner Abfluss, also Abfluss über Kanalisationen sowie von Kleinkläranlagen und Kläranlagen).

Tabelle 6: Detailergebnisse der Wasserbilanz für das EZG Dümmer für 2015 mit hohem Abfluss, Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer	
Abflusspfad	2015 [m <sup>3</sup> /s]
Grundwasserabfluss	0,948
Zwischenabfluss	0,890
Drainageabfluss	1,309
Oberflächenabfluss	0,075
Abfluss von versiegelten Flächen	0,130
Kläranlagenabfluss	0,080
<b>Gesamtabfluss nach Modell</b>	<b>3,431</b>
Gesamtabfluss nach Pegeldata	3,442
<b>Differenz Modell zu Pegeldata [%]</b>	<b>-0,3</b>

Bild 8 zeigt exemplarisch für den Pegel Schäferhof einen Vergleich des Modellergebnisses der Wasserbilanz für das Jahr 2015 mit hohem Abfluss mit dem gemessenen Abfluss des Jahres. Sehr deutlich ist dabei die hervorragende Übereinstimmung zwischen dem Modellergebnis und der Abflussmessung zu erkennen.

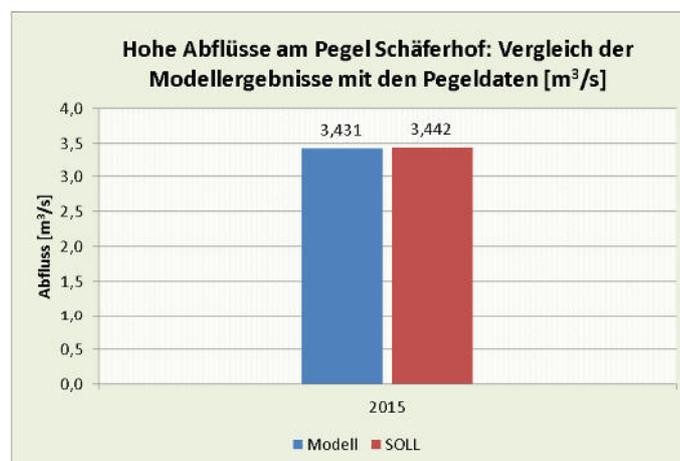


Bild 8: Gesamtabfluss im EZG Dümmer im Jahr 2015 mit einem hohen Abfluss: Vergleich der Modellergebnisse mit den Messdaten am Pegel Schäferhof

Insgesamt zeigt sich, dass das LUH-Bilanzmodell die sehr unterschiedlichen Abflussbedingungen der betrachteten Jahre ausgezeichnet abzubilden vermag. Somit liegt eine außerordentlich gute Grundlage für die nachfolgende Ermittlung der P-Belastungen in den Jahren 2012 bis 2017 über die verschiedenen Eintragspfade im EZG Dümmer vor.

### 3.2 Bewertung der Modellergebnisse im EZG Dümmer

Nachfolgend werden die mit dem Bilanzmodell für die verschiedenen Bilanzzeiträume im EZG Dümmer erzielten Ergebnisse der Quantifizierung der diffusen und punktuellen Phosphoreinträge bewertet.

Die Bewertung erfolgt anhand eines Abgleiches der für die Untersuchungsgebiete ermittelten Phosphorimmissionen mit den anhand von Güteuntersuchungen am Auslasspegel (und an weiteren Pegeleinzugsgebieten) hochgerechneten Phosphorfrachten. Die Phosphorimmissionen ergeben sich hierbei direkt aus den Modellergebnissen der Phosphoreinträge (Emissionen) und der modellintern berechneten Retention im Gewässersystem.

Ein solcher Pegelabgleich ist jedoch mit verschiedenen Problemen behaftet, die abhängig von der Anzahl der Güteuntersuchungen (Genauigkeit der P-Frachtberechnung), des verwendeten Frachtberechnungsverfahrens sowie von der Berücksichtigung der Retention im Fließgewässersystem sind.

Aus den genannten Problematiken ergibt sich, dass der Abgleich der mit dem Bilanzmodell ermittelten Phosphorimmissionen mit den Pegeldaten am Auslasspegel nur auf Basis von Größenordnungen geschehen kann.

Die Bewertung der Modellergebnisse erfolgt nach KUNST ET AL. (2004) auf Basis der Abweichung der mit dem Bilanzmodell berechneten Frachten von den am Bilanzpegel auf Grundlage der Messdaten hochgerechneten Frachten (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Kriterien für die Bewertung der Modellergebnisse der Nährstofffrachten (nach KUNST ET AL., 2004)

Bewertung	Stickstoff	Phosphor	Symbol
	Abweichung [%]	Abweichung [%]	
sehr gut	0 - 10	0 - 15	++
gut	> 10 - 20	> 15 - 30	+
zufriedenstellend	> 20 - 35	> 30 - 45	o
schlecht	> 35 - 60	> 45 - 60	-
sehr schlecht	> 60	> 60	--

Für die Referenzfrachten am Bilanzpegel Schäferhof wurden dabei folgende Datengrundlagen verwendet:

- Phosphorfrachten am Bilanzpegel Schäferhof für die Jahre 2012 bis 2017 nach Angaben des NLWKN (vgl. Tabelle 8) sowie
- Phosphorfrachten am Bilanzpegel Schäferhof berechnet nach OSPAR (1996) für die Jahre 2013 bis 2017 (Grunddaten zu täglichen Abflüssen und P-Messwerten vom NLWKN, keine P-Messwerte für 2012, vgl. Tabelle 9)

Die nachfolgende Tabelle 8 zeigt das Ergebnis der Bewertung der mit dem LUH-Bilanzmodell berechneten P-Immissionen anhand der Phosphorfrachten (laut NLWKN) am Pegel Schäferhof.

Dabei wird deutlich, dass es das verwendete Bilanzmodell vermag, die sehr unterschiedlichen Bedingungen in den einzelnen Jahren sehr gut abzubilden. In 4 der 6 Jahre werden die für die jeweiligen Pegel ermittelten Phosphorfrachten vom LUH-Bilanzmodell mit Abweichungen unter 15 % sehr gut wiedergegeben. Die sehr hohe P-Fracht in 2015 wird etwas deutlicher unterschätzt; die Abweichung liegt mit knapp über 17 % jedoch immer noch im „guten“ Bereich, sodass für das Jahr 2015 von einer guten Wiedergabe durch das LUH-Bilanzmodell gesprochen werden kann. Für 2014 überschätzt demnach der LUH-Bilanzmodell die P-Fracht um etwa 27 %; auch dies kann noch mit „gut“ bewertet werden.

Tabelle 8: EZG Dümmer: Abgleich der berechneten P-Immissionen mit Phosphorfrachten am Pegel Schäferhof für die Jahre 2012 bis 2017; Phosphorfrachten nach Angaben des NLWKN

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Immission Modell [t/a]	8,1	9,6	11,5	20,8	14,7	10,6
Fracht Pegel [t/a]	8,2	8,8	9,0	25,1	16,0	10,9
Abweichung [%]	- 0,8	9,3	27,6	-17,3	-8,4	-2,6
<b>Bewertung</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>++</b>

Der Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Bewertung der mit dem LUH-Bilanzmodell berechneten P-Immissionen anhand der Phosphorfrachten nach OSPAR (1996) wiederum für den Pegel Schäferhof zu entnehmen. Während es für die Jahre 2013 und 2015 keine Unterschiede in den Frachten gibt, zeigen sich für 2016 geringe Abweichungen zwischen den beiden Frachtberechnungsmethoden; nach der Methode OSPAR ist die P-Fracht am Pegel Schäferhof in 2016 um 0,5 t geringer, an der Bewertung der Modellergebnisse (jeweils „sehr gut“) ändert dies aber nichts. Für die beiden Jahre 2014 und 2017 unterscheiden sich die für den Pegel Schäferhof berechneten P-Frachten um jeweils gut 1 t; demnach ist die P-Fracht in 2014 nach OSPAR (1996) um diese eine Tonne höher als nach den Daten des NLWKN; dies würde zu einer besseren Bewertung des Modellergebnisses für 2014 führen (Abweichung nur noch 13,9 % statt 27,6 %, Bewertung „sehr gut“ statt „gut“). Für 2017 dagegen ändert sich trotz der nach OSPAR geringeren P-Fracht nichts an der Bewertung des Modellergebnisses von „sehr gut“ (vgl. Tabelle 8 und Tabelle 9).

Tabelle 9: EZG Dümmer: Abgleich der berechneten P-Immissionen mit Phosphorfrachten am Pegel Schäferhof für die Jahre 2013 bis 2017; Phosphorfrachten berechnet nach OSPAR (1996)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Immission Modell [t/a]	8,1	9,6	11,5	20,8	14,7	10,6
Fracht Pegel [t/a]	keine Daten	8,8	10,1	25,1	15,5	9,8
Abweichung [%]	keine Daten	9,3	13,9	-17,3	-5,6	8,5
<b>Bewertung</b>	keine Daten	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>++</b>

Insgesamt werden nach der Frachtberechnungsmethode OSPAR (1996) in 5 der 6 Jahre die für den Pegel Schäferhof ermittelten Phosphorfrachten vom LUH-Bilanzmodell mit Abweichungen von unter 15 % sehr gut wiedergegeben. Nur für die sehr hohe P-Fracht in 2015 liegt die Abweichung mit knapp über 17 % höher, jedoch immer noch im „guten“ Bereich.

Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der Bewertung der mit dem LUH-Bilanzmodell berechneten P-Immissionen anhand der ermittelten Phosphorfrachten für die Teilgebiete im EZG Dümmer, die regelmäßig mit einem mobilen Probenehmer beprobt wurden.

Tabelle 10: EZG Dümmer: Bewertung der modellintern ermittelten P-Immissionen anhand der ermittelten Phosphorfrachten (Teilgebiete mit mobilem Probenehmer)

Teilgebiet	2015	2016	2017
Schäferhof	+	++	++
Venner Mühlenbach	+	++	+
Elze (Lehmkuhlen)	o	+	++
Lecker Mühlenbach	++	++	-
Falkenburg (Hunte)	-	++	+
Reiniger Graben	+	o	(- -)
Marler Graben	+	++	+

Dabei wird deutlich, dass das LUH-Bilanzmodell, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die sehr unterschiedlichen Bedingungen in den einzelnen Teilgebieten gut bis häufig sogar sehr gut nachbildet. Lediglich in 2017 treten zwei hohe Abweichungen auf: für den Lecker Mühlenbach ermittelt das LUH-Bilanzmodell deutlich höhere P-Frachten als es die Frachtberechnung vorgibt. Hier kann nicht ausgeschlossen werden, dass es in 2017 einen höheren P-Abschlag in den Mittellandkanal gegeben hat; die entsprechenden Daten lagen dem Bearbeiter nur in einer noch nicht von NLWKN bearbeiteten „Rohfassung“ vor, so dass es hier durchaus noch zu Veränderungen kommen kann. Die Fracht für den Reiniger Graben wird vom Modell ebenfalls für 2017 erheblich überschätzt. Hierbei ist folgendes zu beachten: in 2017 erfolgte für das Bilanzgebiet Reiniger Graben erstmals eine Abflussmessung (zuvor wurden die Daten anhand der Pegelmessungen am Pegel Feldkamp hergeleitet). Im Ergebnis war der jetzt gemessene Abfluss für 2017 erheblich geringer als in den Vorjahren; er betrug demnach nur noch ca. 25 % im Vergleich zu den mittleren Bedingungen (und dem hierfür hergeleiteten Abfluss, s.o.) in 2016. Dieser Unterschied erscheint bei Vergleich mit den Abflüssen in den anderen Teilgebieten für diese beiden Jahren jedoch nicht realistisch: entweder waren die Abflussschätzungen in den Vorjahren zu hoch, oder in 2017 wurde - möglicherweise durch Probleme bei der neu eingerichteten Abflussmessung - ein zu geringer Abfluss gemessen. Insofern sind **alle** in Tabelle 10 aufgeführten Bewertungen für den Reiniger Graben bis zu einer abschließenden Klärung des oben dargelegten Sachverhalts nur sehr eingeschränkt aussagekräftig. Aussagekräftige Informationen Klärung des genannten Sachverhalts werden von den Abflussmessungen in den Jahren ab 2018 im TEZG Reiniger Graben erwartet. Diese Daten liegen dem Verfasser jedoch noch nicht vor. Festzuhalten bleibt hier jedoch, dass auch in den folgenden abflussarmen Jahren die im Reiniger Graben gemessenen P-Konzentrationen im Mittel deutlich über den für eine erfolgreiche Dümmeranierung erforderlichen Gütewert von 0,05 mg P/l lagen.

In **2015** herrschten außergewöhnliche Abflussbedingungen vor: neben dem Orkantief Niklas Ende März/Anfang April 2015 folgten weitere extreme lokale Niederschlagsereignisse Mitte August, Mitte Oktober, Mitte November und Anfang Dezember. Folglich wird die P-Gesamtfracht am Pegel Schäferhof vom Bilanzmodell erwartungsgemäß unterschätzt, und zwar um gut 17 % bzw. gute 4 t P. Wie die Bewertung in Tabelle 10 zeigt, **resultiert diese Unterschätzung der P-Fracht in 2015 vor allem aus zwei Teilgebieten. Das erste dieser Teilgebiete** ist das Teilgebiet **Falkenburg**. Dieses Teilgebiet Falkenburg ist als **Hauptliefer-**

**gebiet für erosive P-Einträge** anzusehen, von hier resultiert in 2015 unter Berücksichtigung der sehr hohen P-Abschläge in den Mittellandkanal von über 3,4 t P am Abschlag Wittlage eine P-Fracht, die doppelt so hoch liegt wie im mittleren Jahr 2016. Diesen massiven Anstieg der überwiegend kleinräumigen ereignisabhängigen erosiven P-Einträge vermag das Bilanzmodell nicht vollständig abzubilden; folglich unterschätzt der Modellansatz die resultierende P-Fracht recht deutlich. In diesem Zusammenhang sollte jedoch beachtet werden, dass das LUH-Bilanzmodell die P-Frachten in den beiden anderen Hauptliefergebieten für erosive P-Belastungen (Lecker Mühlenbach und Venner Mühlenbach) sehr wohl auch für 2015 gut bzw. sogar sehr gut abbildet (vgl. Tabelle 10). In diesen beiden Bilanzgebieten nahmen die P-Frachten in 2015 im Vergleich zu 2016 ebenfalls deutlich zu, allerdings nicht um 100 % wie im BG Falkenburg, sondern „nur“ um ca. 40 %; dies deutet einerseits darauf hin, dass in diesen beiden Bilanzgebieten die Niederschlagsereignisse möglicherweise nicht so außergewöhnlich waren wie im BG Falkenburg, wo es nachweislich im Teileinzugsgebiet des Pauschbaches sogar zu massiver Grabenerosion kam. Andererseits zeigen die Ergebnisse aber auch, dass das LUH-Bilanzmodell deutlich erhöhte erosive P-Belastungen sehr wohl abzubilden vermag, allerdings nicht so extrem wie im BG Falkenburg in 2015.

Etwas anders stellt sich die Situation im **zweiten** für die Unterschätzung der P-Fracht in 2015 relevanten **Teilgebiet Elze** unterhalb des BG Venner Mühlenbach dar: hier unterschätzt der Modellansatz die ermittelte P-Fracht in allen drei Vergleichszeiträumen (Jahre 2015 bis 2017), und zwar umso mehr, je höher der Abfluss ist. Die Ursache hierfür ist noch nicht geklärt, aber es ist zu vermuten, dass in diesem Teilbereich weitere, bisher nicht im Modellaufbau berücksichtigte P-Quellen existieren oder die vorhandenen P-Quellen - anders als im restlichen EZG Dümmer - unterschätzt werden.

### 3.3 Phosphoremissionen im EZG Dümmer: mittlerer Zustand 2016

Unter Berücksichtigung der langjährigen Abflussmessungen wurde in Absprache mit dem Auftragnehmer definiert, dass das Jahr 2016 näherungsweise den mittleren Zustand für das EZG Dümmer darstellt. Nachfolgend werden daher zunächst die Ergebnisse der Quantifizierung der diffusen und punktuellen Phosphoremissionen bei diesen mittleren Bedingungen im Jahr 2016 vorgestellt.

Eingegangen wird dabei zunächst auf die mit LUH-Bilanzmodell ermittelten P-Emissionen über die einzelnen Eintragspfade. Anschließend erfolgt eine aggregierte Bewertung dieser Modellergebnisse auf den räumlichen Ebenen der Bilanzgebiete und der hydrologischen TEZG, jeweils als Belastung in kg/ha. Bewertet werden dabei sowohl die mit dem LUH-Bilanzmodell berechneten P-Emissionen, als auch die unter Berücksichtigung der modellierten Retention kalkulierten P-Immissionen für die genannten räumlichen Einheiten. In einigen Jahren - so auch in 2016 - erfolgten in bestimmten Gewässern P-Abschläge in den Mittellandkanal (MLK), die zu einer Verringerung der P-Frachten führen; dieser Einfluss auf die resultierenden P-Frachten wird, für die räumlichen Einheiten, in denen derartige P-Abschläge stattfanden, ebenfalls ausgewiesen. Abschließend erfolgt auf Ebene der Teileinzugsgebiete eine Bewertung der Überhöhung der P-Immissionen; die Grundlage für diese Bewertung stellt dabei der Zielwert für den Dümmer für P von 0,05 mg/l dar (Details zu den Bewertungsgrundlagen sind Kap. 3.3.1.1 zu entnehmen).

Bild 9 zeigt die mit dem LUH-Bilanzmodell für die verschiedenen P-Eintragspfade erzielten Ergebnisse für das EZG Dümmer und die mittleren Abflussbedingungen im Jahr 2016 bis zum Pegel Schäferhof.

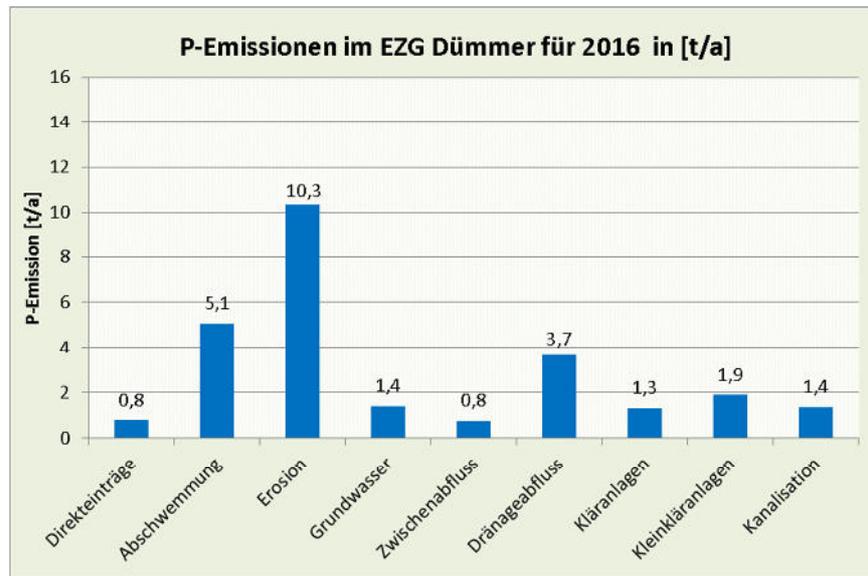


Bild 9: Pfaddifferenzierte P-Emissionen für mittlere Bedingungen (Jahr 2016) im EZG Dümmer in [t/a], Bezug Pegel Schäferhof

Tabelle 11: P-Emissionen nach Pfaden im Untersuchungsgebiet Dümmer für 2016 (mittlerer Zustand) und zum Vergleich für 2010, Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer				
Eintragspfad	Schäferhof 2016		Schäferhof 2010	
	P [t/a]	P [%]	P [t/a]	P [%]
Direkteinträge	0,8	3,0	0,9	3,3
Abschwemmung	5,1	19,0	4,4	16,9
Erosion	10,3	38,8	11,4	44,2
Grundwasserabfluss	1,4	5,3	1,4	5,5
Zwischenabfluss	0,8	2,9	0,7	2,9
Drainageabfluss	3,7	13,7	2,2	8,7
Kläranlagen	1,3	5,0	1,0	3,9
Kleinkläranlagen	1,9	7,1	2,2	8,5
Kanalisationen	1,4	5,2	1,6	6,2
Summe diffus	22,0	82,7	21,0	81,5
Summe punktuell	4,6	17,3	4,8	18,5
Summe	26,6	100,0	25,8	100

Wie bereits bei den Untersuchungen im Jahre 2012 ergibt sich erneut, dass über den P-Eintragspfad Erosion bei mittleren Bedingungen der größte Belastungsanteil resultiert. Wie Tabelle 11 zu entnehmen ist, trägt der Eintragspfad Erosion in 2016 mit 10,3 t P/a und fast 39 % aller P-Emissionen (Bezug Pegel Schäferhof) zur P-Belastung im EZG Dümmer bei; die im Vergleich zu 2010 etwas geringeren P-Emissionen für 2016 sind vor allem darin begründet, dass der Gesamtabfluss in 2016 etwa 10 % geringer ausfiel als in 2010. Der zweitwichtigste P-Eintragspfad ist in 2016 erneut die Abschwemmung mit 5,1 t/a bzw. 19 % aller P-Emissionen. Es folgen als dritt wichtigster Pfad die P-Emissionen über Drainageabfluss; sie

betragen bei den mittleren Abflussbedingungen im Jahr 2016 3,7 t/a, was fast 14 % aller P-Emissionen im EZG entspricht.

Insgesamt werden für das mittlere Jahr 2016 für den Bezugspegel Schäferhof diffuse P-Emissionen von 22,0 t ermittelt. Der Anteil der diffusen P-Emissionen liegt bei 82,7 % und entspricht somit sehr gut den Ergebnissen von 2012. An punktuellen P-Emissionen wurden mit dem LUH-Bilanzmodell für 2016 in der Summe 4,6 t ermittelt, der Anteil an den gesamten P-Emissionen liegt somit bei 17,3 %.

Im Folgenden werden die relevanten P-Eintragspfade im EZG Dümmer bei mittleren Abflussbedingungen (Jahr 2016) näher vorgestellt. Als relevante Eintragspfade werden dabei die Pfade definiert, die zumindest einen Anteil von 10 % an den gesamten P-Emissionen haben. Demnach sind folgende P-Eintragspfade in mittleren Jahr 2016 relevant: Erosion, Abschwemmung und Dränagen. Diese drei P-Eintragspfade sind laut der oben vorgestellten Modellergebnisse für etwa 72 % aller P-Emissionen im EZG Dümmer im Jahre 2016 verantwortlich.

**Erosion**

Die erosiven P-Emissionen sind für die mittleren Bedingungen in 2016 mit 10,3 t/a (38,8 % aller P-Emissionen) der wichtigste P-Eintragspfad im Untersuchungsgebiet Dümmer. Dieses Ergebnis bestätigt damit die vorhergehenden Untersuchungen (geofluss, 2012). Wie Bild 10 zeigt, resultieren die erosiven P-Emissionen überwiegend aus dem Gebiet südlich des MLK bzw. aus den Hanglagen des Wiehengebirges, insbesondere aus den Bilanzgebieten Falkenburg (Oberlauf Hunte), Lecker Mühlenbach und Venner Mühlenbach. Neu dagegen ist ein weiterer erosiver Belastungsschwerpunkt im BG Reiniger Graben: aufgrund der dort neu digitalisierten Gräben weisen nun z.B. auch die stark erosionsgefährdeten Ackerflächen südöstlich von Dielingen einen Gewässeranschluss auf; von ihnen resultieren hohe erosive P-Einträge von > 2 kg/ha. Dagegen sind die erosiven P-Emissionen im flachen, zentralen Bereich des EZG Dümmer überwiegend als gering bzw. sogar sehr gering zu bezeichnen.

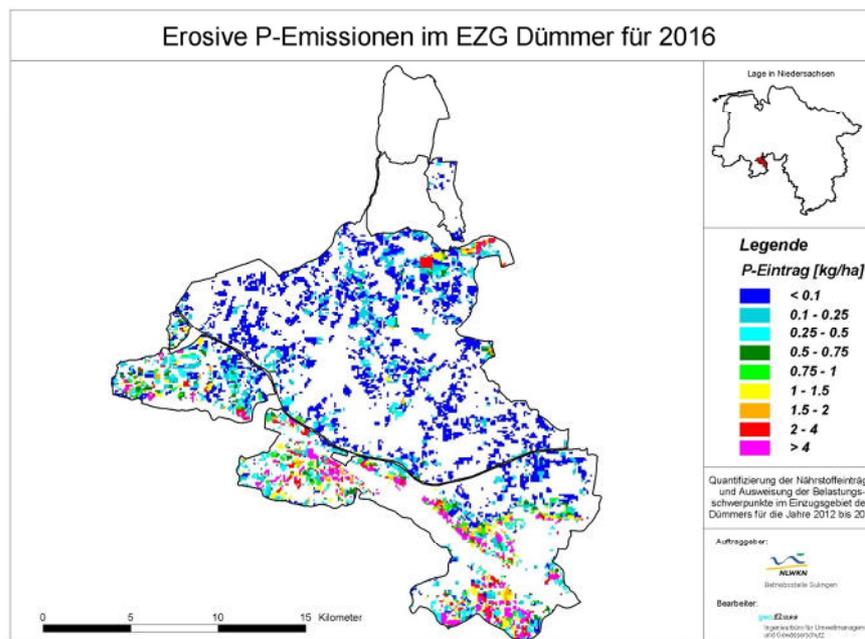


Bild 10: P-Emissionen über Erosion im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

## Abschwemmung

Die P-Emissionen über Abschwemmung im EZG Dümmer betragen für das Jahr 2016 (mittlere Bedingungen) 5,1 t/a (19,0 % aller P-Emissionen); sie sind damit der zweitwichtigste P-Eintragspfad im Untersuchungsgebiet. Die räumliche Verteilung der P-Emissionen über Abschwemmung ist Bild 11 zu entnehmen.

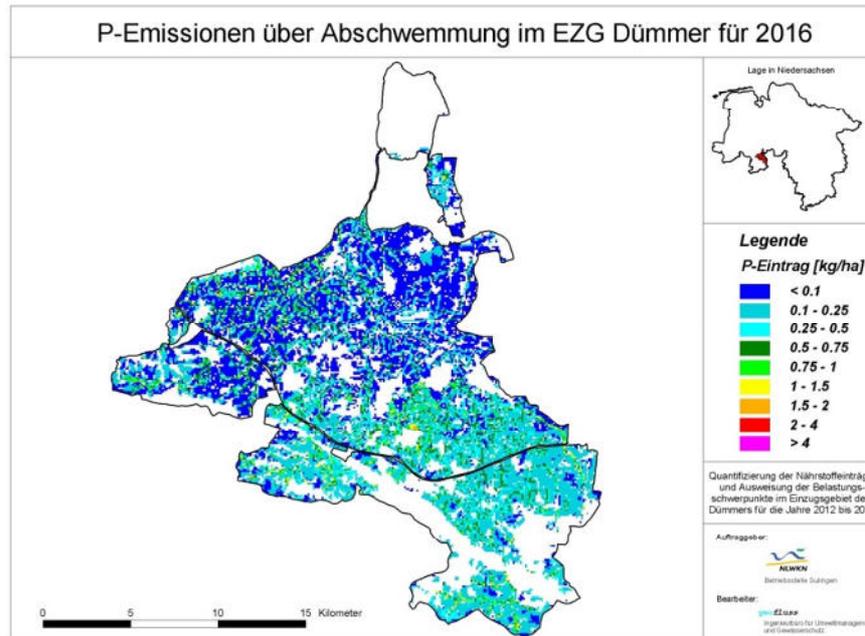


Bild 11: P-Emissionen über Abschwemmung im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

Die P-Emissionen über Abschwemmung betragen für den Großteil des EZG weniger als 0,5 kg/ha, oftmals liegen sie sogar unter 0,05 kg/ha. Daneben treten recht häufig schmale Bereiche mit durchaus hohen P-Emissionen von über 0,5 kg/ha auf. Hierbei handelt es sich ausschließlich um landwirtschaftlich genutzte Flächen in direkter Gewässernähe.

Zu bedenken ist, dass dieser Eintragspfad neben seiner Abhängigkeit vom Niederschlag auch sehr davon beeinflusst ist, zu welchem Zeitpunkt eventuelle Gülleaufbringungen stattfinden. Fallen diese beiden Begebenheiten zusammen, ist bei entsprechender Gewässernähe mit einem u.U. stark erhöhten Phosphoreintrag zu rechnen. Eine genaue modelltechnische Abbildung dieses Zusammenhangs ist aufgrund fehlender Datengrundlagen (insbesondere zu den tatsächlichen Güllemengen und den genauen Orten und Zeitpunkten der Aufbringung) nicht möglich.

## Dränageabfluss

Die diffusen P-Emissionen über Dränagen stellen für das Jahr 2016 (mittlere Bedingungen) den drittwichtigsten P-Eintragspfad dar. In der Summe wurden über diesen Pfad P-Emissionen von 3,7 t/a bilanziert, was 13,7 % aller P-Emissionen im EZG Dümmer entspricht.

Wie Bild 12 zeigt, treten insbesondere im Venner Moor (BG Vener Moorkanal) sehr hohe P-Emissionen über Dränageabfluss von verbreitet mehr als 1,5 kg/ha und lokal sogar von mehr als 10 kg/ha auf („orange“, „rote“ und insbesondere „violette“ Flächen in Bild 12). Im restlichen EZG Dümmer treten derart hohe P-Belastungen über den Eintragspfad Dränageabfluss nur lokal auf. Im BG Marler Graben sind zudem recht häufig hohe P-Emissionen über Dränagen zwischen 1 und 1,5 kg/ha zu verzeichnen. Bei all diesen Flächen mit deutlich erhöh-

ten P-Emissionen über Drainageabfluss handelt es sich um aktuell landwirtschaftlich genutzte ehemalige Moorflächen. Von den meisten drainierten Landwirtschaftsflächen erfolgen gemäß der Modellergebnisse (leicht) erhöhte P-Emissionen zwischen 0,1 und 0,5 kg/ha, insbesondere im südöstlichen EZG treten dagegen verbreitet geringe P-Emissionen von unter 0,1 kg/ha über diesen Pfad auf.

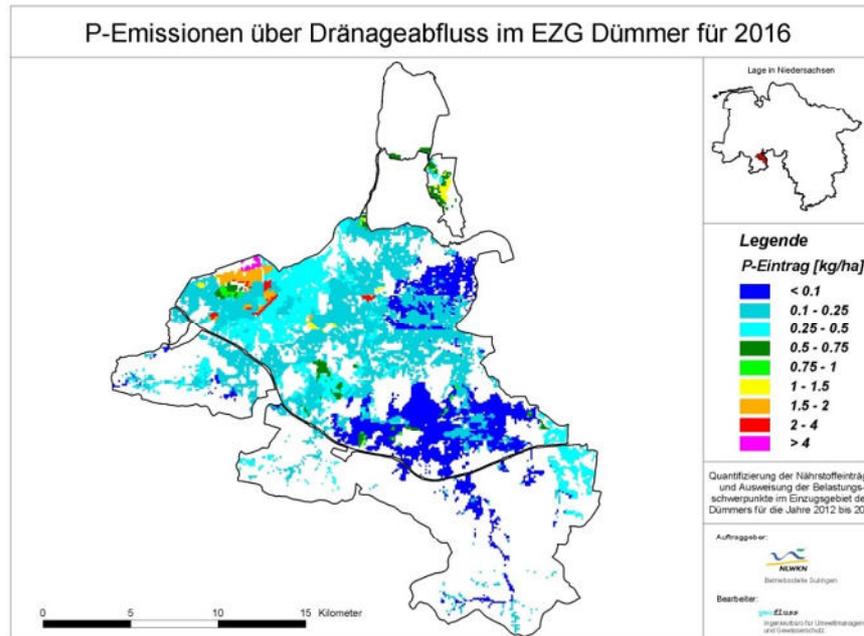


Bild 12: P-Emissionen über Drainageabfluss im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

Neben diesen 3 relevanten P-Eintragspfaden existieren weitere P-Eintragspfade im EZG Dümmer, die immerhin noch für gut 28 % der P-Einträge verantwortlich sind; sie werden nachfolgend kurz vorgestellt.

Die P-Emissionen im EZG Dümmer über den Eintragspfad Grundwasserabfluss betragen für 2016 in der Summe 1,4 t/a; das entspricht 5,3 % aller P-Emissionen. Bild 13 zeigt die räumliche Verteilung dieser P-Emissionen im EZG Dümmer. Dabei wird deutlich, dass die P-Emissionen über Grundwasserabfluss fast im gesamten EZG mit weniger als 0,1 kg/ha eher gering sind, im südöstlichen EZG liegen sie sogar verbreitet unter 0,01 kg/ha und sind somit sehr gering. Dem gegenüber stehen allerdings Bereiche mit deutlich erhöhten und z.T. sogar sehr hohen P-Emissionen über Grundwasserabfluss; diese Teilflächen liegen besonders häufig im BG Venner Moorkanal (dort häufig über 1,5 und lokal sogar über 4 kg/ha). Weitere Flächen mit deutlich erhöhten P-Emissionen über Grundwasserabfluss sind u.a. im BG Marler Graben sowie im Bereich des Schöpfwehrgrabens Meyerhöfen lokalisiert.

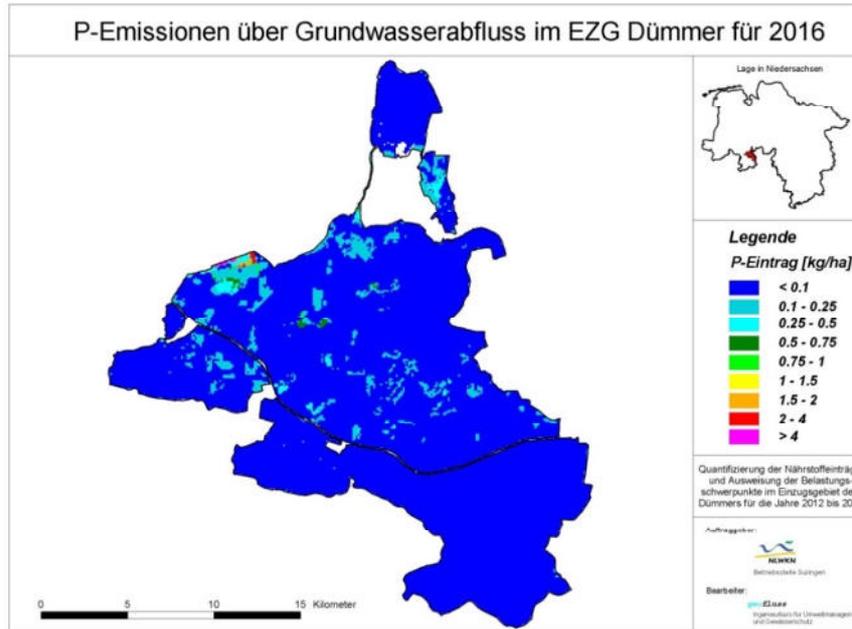


Bild 13: P-Emissionen über Grundwasserabfluss im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

Die mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelten P-Emissionen im EZG Dümmer über den dritten unterirdischen Eintragspfad Zwischenabfluss liegen für das mittlere Jahr 2016 bei 0,8 t/a, was 2,9 % der gesamten P-Einträge entspricht. Die P-Einträge über Zwischenabfluss sind damit insgesamt von geringer Bedeutung im EZG Dümmer. Wie Bild 14 zeigt, tritt Zwischenabfluss großflächig lediglich im südlichen Einzugsgebiet und somit in den hügeligen Bereichen des Wiehengebirges auf. Die P-Einträge über diesen Pfad liegen dort sehr häufig unter 0,1 kg/ha („dunkelblau“ in Bild 14), in einigen Bereichen betragen sie aber mehr als 0,1 kg/ha, vereinzelt treten auch leicht erhöhte P-Emissionen von mehr als 0,25 kg/ha auf. Im zentralen und flachen Einzugsgebiet findet erwartungsgemäß verbreitet kein Zwischenabfluss statt.

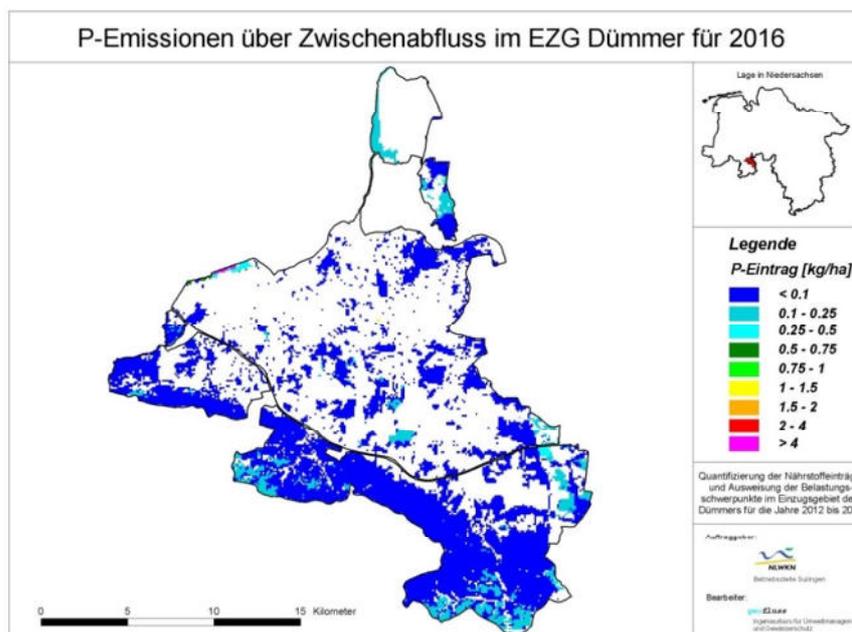


Bild 14: P-Emissionen über Zwischenabfluss im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

Bild 15 zeigt die ermittelten P-Einträge im EZG Dümmer und das Jahr 2016 für den Eintragspfad Direkteintrag. In der Summe liegen diese P-Einträge bei 0,8 t/a (3 % aller P-Emissionen) und sind somit ebenfalls eher unbedeutend. Die P-Direkteinträge sind im EZG Dümmer zumeist sehr gering und liegen verbreitet (sehr) deutlich unter 0,1 kg/ha, lokal aber auch geringfügig über 0,1 kg/ha. Für den Dümmer selbst wurden P-Emissionen über atmosphärische Deposition von knapp über 0,15 kg/ha ermittelt; in der Summe resultieren hieraus weitere P-Emissionen über Direkteintrag von etwa 210 kg/a.

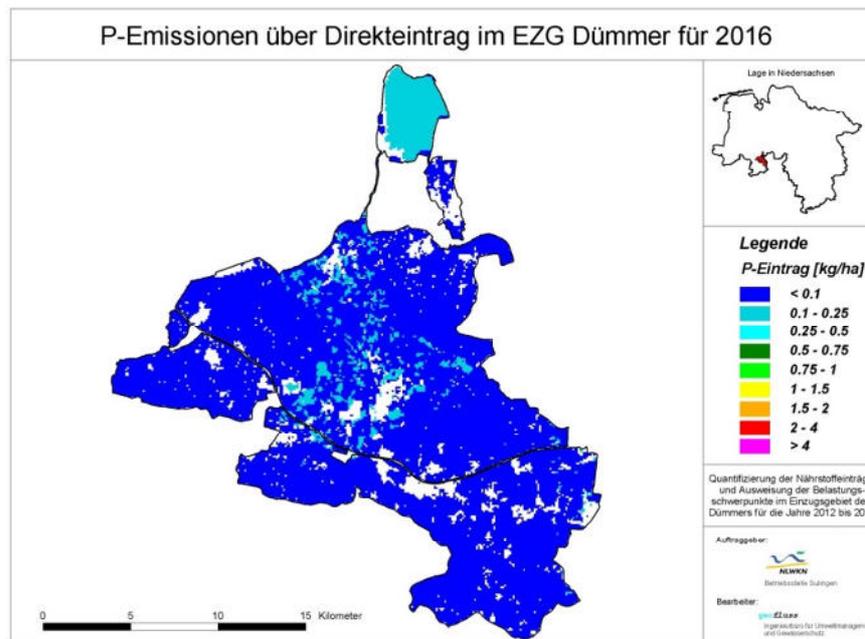


Bild 15: P-Emissionen über Direkteintrag im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

In Bild 16 ist die mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelte räumliche Verteilung der Summe der diffusen P-Emissionen für die mittleren Abflussbedingungen in 2016 dargestellt. Dabei zeigen sich die verschiedenen Belastungsschwerpunkte für diffuse P-Emissionen, die bereits oben bei den relevanten P-Eintragspfaden genannt wurden:

- hohe und sehr hohe erosive P-Emissionen recht verbreitet in den hügeligen und bergigen Bereichen südlich des MLK sowie lokal im Nordosten des EZG,
- sehr hohe P-Emissionen von über 1,5 kg/ha vor allem über Dränagen in den jetzt landwirtschaftlich genutzten ehemaligen Moorgebieten. Sie liegen verbreitet im Bereich Venner Moorkanal (hier liegen sie z.T. über 10 kg/ha), dazu lokal insbesondere im Bereich Venner Bruchkanal, aber auch im TEZG 16 (Hunte zwischen Strothkanal und Elze),
- verbreitet hohe P-Emissionen zwischen 0,75 und 1,5 kg/ha über unterirdische Pfade im Bereich Marler Graben sowie im TEZG Venner Bruchkanal und
- lokal hohe P-Emissionen zwischen 0,75 und 1,5 kg/ha im EZG Dümmer, häufig über Abschwemmung, aber auch über andere Pfade.

Daneben treten aber auch recht große Bereiche mit geringen P-Emissionen unter 0,1 kg/ha auf („dunkelblau“ in Bild 16, häufig Waldflächen, aber auch Ortslagen und z.B. ungenutzte Moore). Zudem sind verbreitet Bereiche mit (leicht) erhöhten P-Emissionen zwischen 0,1 und 0,5 kg/ha („türkis“ bzw. „hellblau“ in Bild 16) zu verzeichnen.

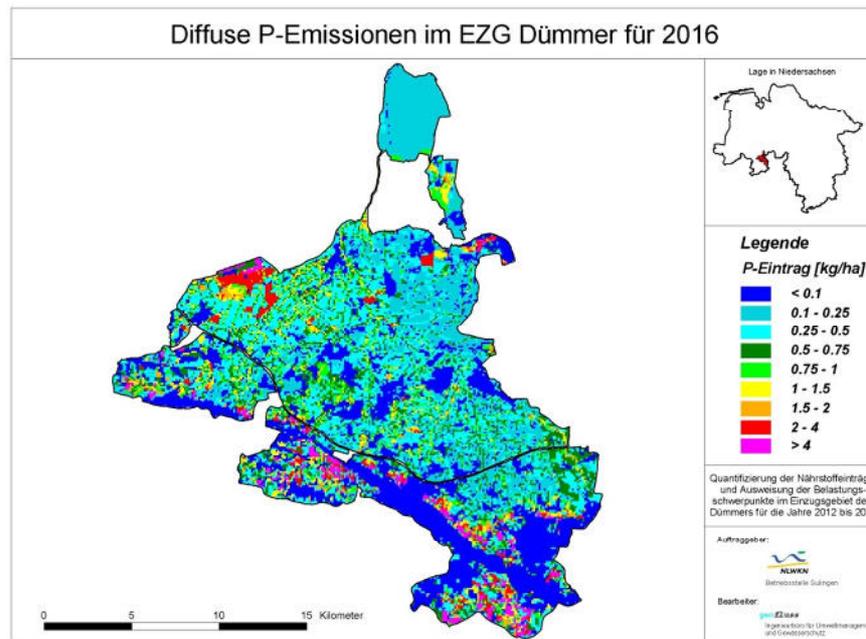


Bild 16: Diffuse P-Emissionen im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

In Bild 17 sind die urbanen P-Emissionen im EZG Dümmer für die mittleren Bedingungen im Jahr 2016 dargestellt. Diese urbanen Einträge umfassen P-Emissionen über Kanalisationen, Kleinkläranlagen (KKA) und kommunale Kläranlagen. Zu beachten ist, dass die P-Emissionen über Kleinkläranlagen auf Basis unterschiedlicher Datengrundlagen ermittelt wurden. Für den Kreis Osnabrück mit den Gemeinden Ostercappeln, Bohmte, Bad Essen und Melle-Buer lagen (unvollständige) Angaben zu etwa 1.750 dort vorliegenden Kleinkläranlagen vor. Diese Angaben beziehen sich auf die jeweilige Reinigungsstufe und die Einleitungsart; diese Informationen wurden zu einer (grob) Abschätzung von P-Emissionen über KKA genutzt (Ergebnis: punktgenaue räumliche Informationen und daraus resultierende P-Emissionen, vgl. Bild 17).

Für die restlichen Gebietseinheiten wurde die Phosphorbelastung über Kleinkläranlagen auf Grundlage der Angaben aus der Abwasserstatistik zu dem Anteil der nicht an kommunale Kläranlagen angeschlossenen Einwohner näherungsweise abgeschätzt und jeweils auf die gesamte Gebietsfläche bezogen (Ausnahme Wasserflächen).

Im Ergebnis sind in Bild 17 über fast das gesamte EZG Dümmer verteilt Bereiche mit hohen und lokal sogar sehr hohen P-Emissionen über urbane P-Eintragspfade zu verzeichnen. Dies betrifft Ortslagen wie z.B. Bohmte, Hunteburg, Bad Essen, Dielingen mit durchaus relevanten P-Emissionen über Kanalisationen, aber auch die zahlreichen Kleinkläranlagen im EZG, vgl. Bild 17).

Besonders hohe punktuelle P-Emissionen sind dabei von den vier kommunalen Kläranlagen im EZG Dümmer zu verzeichnen: sie betragen in 2016 für die KA Bad Essen 876 kg P, für die KA Ostercappeln 255 kg P, für die KA Bohmte 142 kg P und für die KA Hunteburg 64 kg P; in Bild 17 sind sie jeweils lediglich über eine Rasterzelle am Ort des Kläranlagenablaufes dargestellt (und daher nicht gut zu erkennen). In der Summe erfolgen in 2016 somit P-Emissionen von über 1,3 t durch die vier kommunalen Kläranlagen; dies entspricht fast 30 % aller urbanen P-Emissionen, der Anteil an den gesamten P-Emissionen im EZG Dümmer beträgt jedoch nur 5 %.

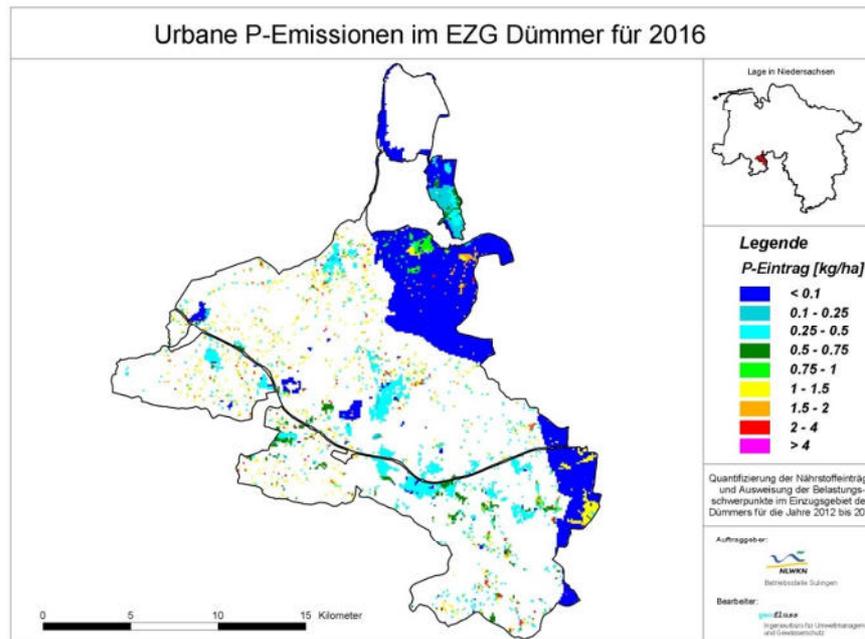


Bild 17: Urbane P-Emissionen über Kleinkläranlagen und Kanalisationen im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

Bild 18 zeigt die räumliche Verteilung der gesamten P-Emissionen im EZG Dümmer bei mittleren Abflussbedingungen. Im Gegensatz zu der Darstellung der diffusen P-Emissionen in Bild 16 sind hier auch die punktuellen P-Emissionen berücksichtigt. Daher sind in Bild 18 weitere Bereiche (Ortslagen wie z.B. Bohmte, Hunteburg, Bad Essen, Dielingen, insbesondere aber die zahlreichen Kleinkläranlagen im EZG, vgl. Bild 17) mit hohen und lokal sogar sehr hohen P-Emissionen zu verzeichnen.

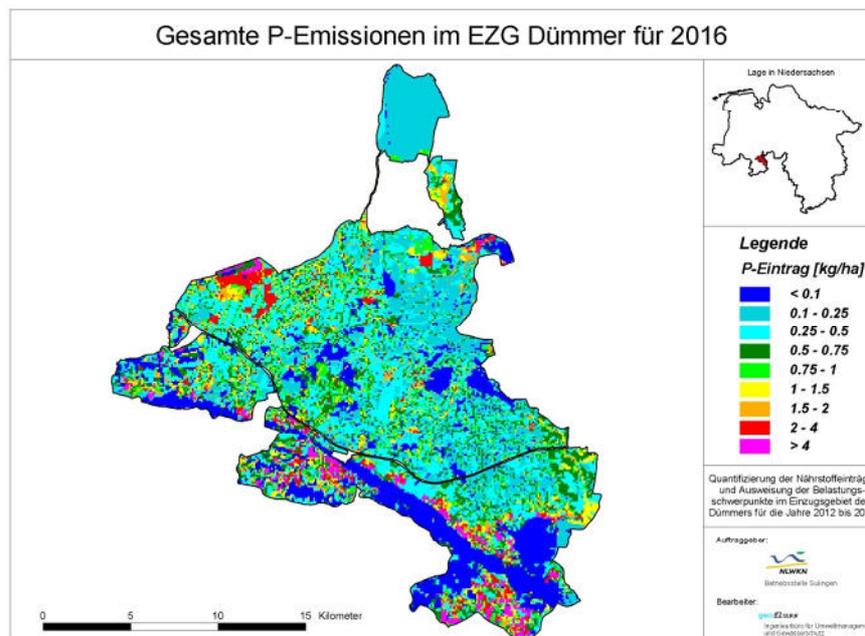


Bild 18: Gesamte P-Emissionen im EZG Dümmer in [kg/ha] für 2016 (näherungsweise mittlere Bedingungen)

### 3.3.1 P-Emissionen im EZG Dümmer für 2016 in ausgewählten Bilanzgebiet

Nachdem in Kap. 3.3 die mit dem LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse für die P-Emissionen auf Ebene des gesamten EZG Dümmer und das mittlere Jahr 2016 vorgestellt wurden, wird in diesem Kapitel auf die entsprechenden Ergebnisse in ausgewählten Bilanzgebieten eingegangen (vgl. Tabelle 12 und Tabelle 13).

Dabei wird deutlich, dass in den einzelnen Bilanzgebieten unterschiedliche P-Haupteintragspfade auftreten (vgl. Tabelle 12 sowie Bild 19 und Bild 20). So dominieren z.B. im Bereich Elze (vgl. Tabelle 12) im Oberlauf (Bilanzgebiet Venner Mühlenbach) eindeutig die erosiven P-Emissionen, die in diesen BG für fast 55 % aller P-Emissionen verantwortlich sind (vgl. Tabelle 12 und Bild 20). In den anderen 3 Bilanzgebieten in diesem Bereich stellen dagegen jeweils die P-Emissionen über den Pfad Dränageabfluss den wichtigsten P-Eintragspfad dar. Während in BG Venner Moorkanal die P-Emissionen über Grundwasserabfluss den zweitwichtigsten Pfad darstellen, ist dies in den BG Venner Bruchkanal und Elze sowie ebenso im BG Venner Mühlenbach jeweils die Abschwemmung (vgl. Tabelle 12 sowie Bild 19 und Bild 20). Zudem wird anhand der Daten aus Tabelle 12 deutlich, dass die punktuellen P-Emissionen nur im BG Elze, wo auch die Kläranlage Hunteburg lokalisiert ist, eine gewisse Rolle spielen; ihr Anteil an den gesamten P-Emissionen beträgt hier immerhin gut 21 %. In den anderen drei BG liegt der Anteil der punktuellen P-Emissionen an den gesamten P-Emissionen immer unter 10 %, im BG Venner Mühlenbach sogar unter 3 %.

Tabelle 12: P-Emissionen nach Pfaden im Bereich Elze für 2016 (mittlere Bedingungen) für die Bilanzgebiete Venner Mühlenbach (MB), Venner Moorkanal (MK), Venner Bruchkanal (BK) und Elze

Eintragspfad	Bereich Elze							
	BG Venner MB		BG Venner MK		BG Venner BK		BG Elze	
	P [kg/a]	P [%]	P [kg/a]	P [%]	P [kg/a]	P [%]	P [kg/a]	P [%]
Direkteinträge	63	4,5	5	0,4	37	3,1	46	3,0
Abschwemmung	232	16,7	63	5,3	<b>293</b>	<b>24,3</b>	<b>455</b>	<b>29,5</b>
Erosion	<b>758</b>	<b>54,7</b>	2	0,1	75	6,2	35	2,2
Grundwasser	69	5,0	<b>290</b>	<b>24,4</b>	134	11,1	125	8,1
Zwischenabfluss	41	2,9	197	16,5	21	1,7	6	0,4
Dränage	91	6,6	<b>598</b>	<b>50,3</b>	<b>535</b>	<b>44,4</b>	<b>552</b>	<b>35,7</b>
Kläranlagen	0	0,0	0	0,0	0	0,0	64	4,2
Urbane Einträge*	132	9,5	35	2,9	110	9,1	262	16,9
Summe diffus	1.253	90,5	1.154	97,1	1.095	90,9	1.220	78,9
Summe punktuell	132	9,5	35	2,9	110	9,1	326	21,1
Summe	1.385	100	1.189	100	1.205	100	1.546	100

\*: Kleinkläranlagen und Kanalisationen

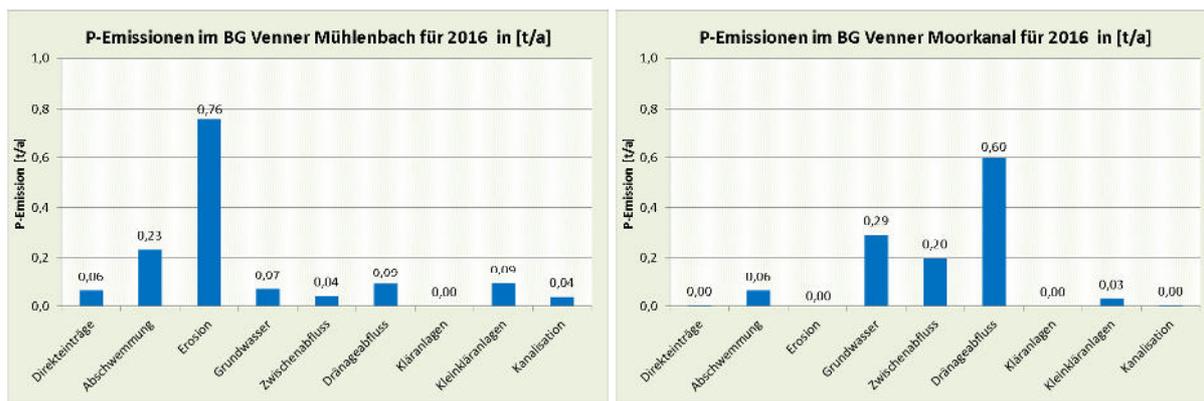


Bild 19: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Venner Mühlenbach (links) und das BG Venner Moorkanal (rechts), jeweils in [t/a]

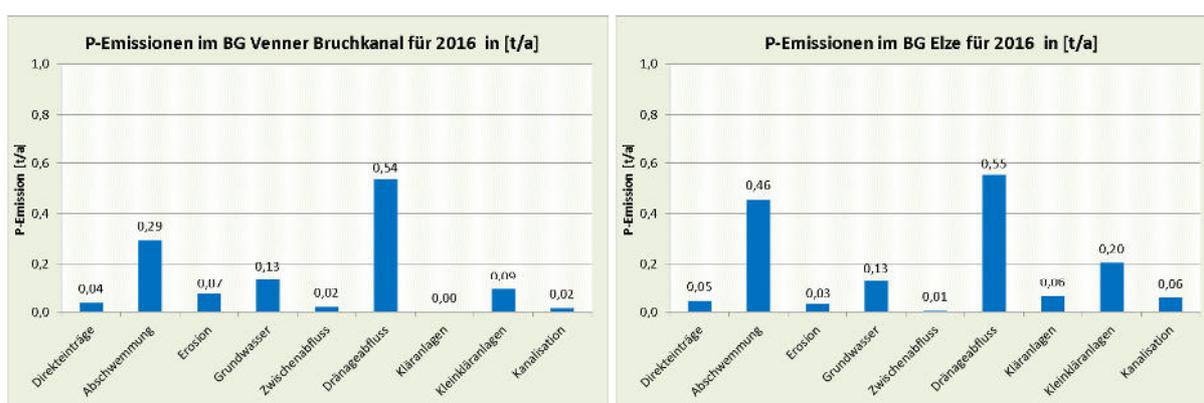


Bild 20: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Venner Bruchkanal (links) und das BG Elze (rechts), jeweils in [t/a]

Tabelle 13 sowie Bild 21 und Bild 22 zeigen die für die mittleren Bedingungen in 2016 mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelten P-Emissionen nach Pfaden für die Bilanzgebiete Lecker Mühlenbach, Gräfte, Falkenburg und Wimmerbach (liegen alle im Bereich Bohmte). Auch in diesen Bilanzgebieten sind unterschiedliche P-Haupteintragspfade zu verzeichnen: so dominieren in den BG Lecker Mühlenbach und Falkenburg, die beide im sehr hügeligen Bereich südlich des MLK liegen, mit 70 bzw. 76 % aller P-Emissionen eindeutig die erosiven P-Einträge. Den zweitwichtigsten P-Eintragspfad stellt in diesen beiden Bilanzgebieten jeweils die Abschwemmung mit 13 bzw. 10 % aller P-Emissionen dar.

Anders ist die Situation im Bilanzgebiet Gräfte; dieses BG liegt bereits z.T. im flachen Bereich. Daher sind auch hier noch erhöhte P-Emissionen über Erosion zu verzeichnen, jedoch stellen sie gemeinsam mit den Pfaden Drainageabfluss und Abschwemmung und jeweils etwa 24 % der gesamten P-Emissionen drei gleichermaßen relevante Eintragspfade dar.

Im BG Wimmerbach dagegen stellt die Abschwemmung mit fast 1 t und über 26 % aller P-Emissionen gemäß der Modellergebnisse den wichtigsten P-Eintragspfad dar. Der zweitwichtigste P-Eintragspfad ist im BG Wimmerbach der punktuelle P-Eintrag über die KA Bad Essen: über diese mit Abstand größte kommunale Kläranlage im EZG Dümmer resultieren in 2016 fast 900 kg P, was etwa 24 % aller P-Emissionen in diesem Bilanzgebiet entspricht.

Diese oben vorgestellten differenzierten Ergebnisse auf Ebene der Bilanzgebiete zeigen deutlich, dass im EZG Dümmer sehr unterschiedliche standörtliche Eintragsbedingungen mit

variierenden Haupteintragspfaden vorliegen. Dieser Sachverhalt sollte bei der Auswahl von Maßnahmen zur Verminderung der P-Belastung im EZG Dümmer unbedingt berücksichtigt werden.

Tabelle 13: P-Emissionen nach Pfaden im TEZG Bohmte für 2016 (mittlere Bedingungen) für die Bilanzgebiete Lecker Mühlenbach, Gräfte, Falkenburg und Wimmerbach

Bereich Bohmte								
Eintragspfad	BG Lecker MB		BG Gräfte		BG Falkenburg		BG Wimmerbach	
	P [kg/a]	P [%]	P [kg/a]	P [%]	P [kg/a]	P [%]	P [kg/a]	P [%]
Direkteinträge	73	2,4	53	5,5	143	2,2	79	2,2
Abschwemmung	394	13,2	229	23,8	707	10,6	972	26,5
Erosion	2.078	69,6	233	24,2	5.070	76,3	585	16,0
Grundwasser	58	1,9	67	6,9	61	0,9	164	4,5
Zwischenabfluss	85	2,9	13	1,4	179	2,7	114	3,1
Dränage	43	1,4	235	24,4	40	0,6	342	9,4
Kläranlagen	0	0,0	0	0,0	0	0,0	876	23,9
Urbane Einträge*	256	8,6	134	13,9	446	6,7	530	14,5
Summe diffus	2.732	91,4	830	86,1	6.201	93,3	2.256	61,6
Summe punktuell	256	8,6	134	13,9	446	6,7	1.406	38,4
Summe	2.987	100	963	100	6.648	100,0	3.662	100,0

\*: Kleinkläranlagen und Kanalisationen

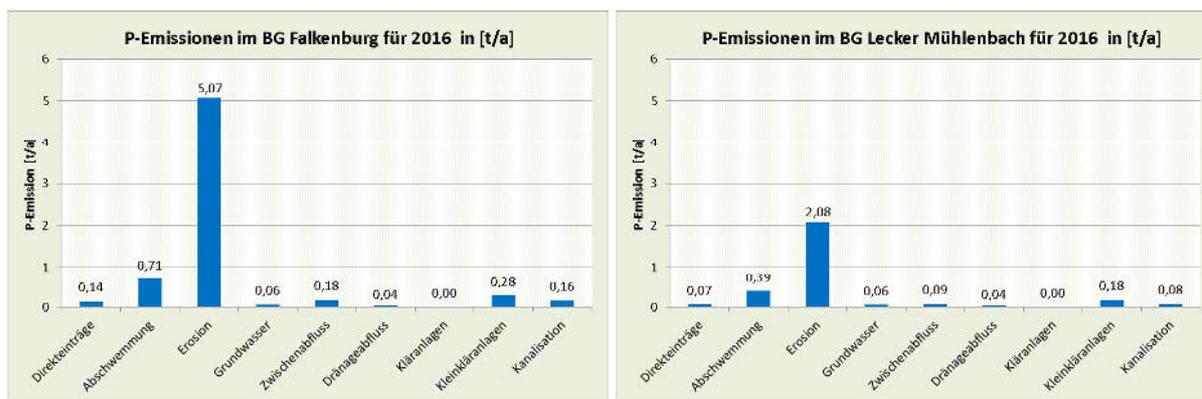


Bild 21: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Falkenburg (links) und das BG Lecker Mühlenbach (rechts), jeweils in [t/a]

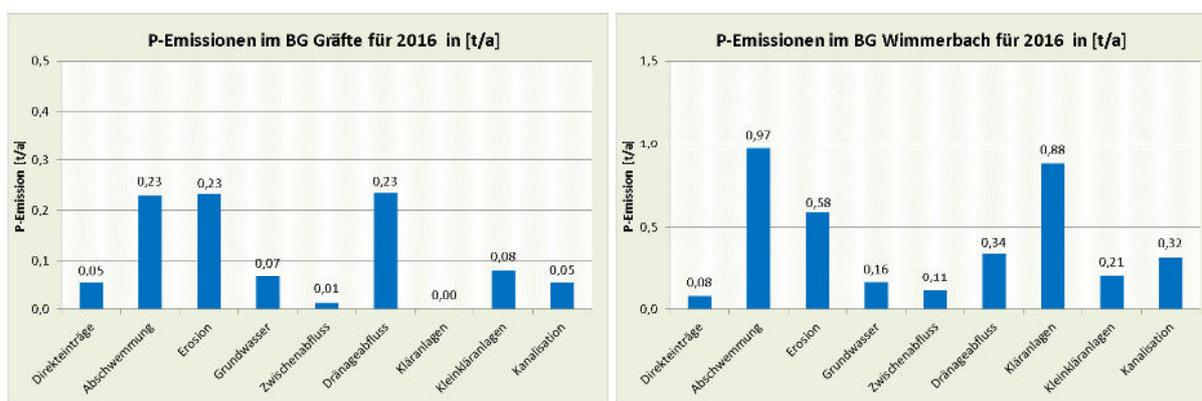


Bild 22: EZG Dümmer 2016: P-Emissionen nach Pfaden für das BG Gräfte (links) und das BG Wimmerbach (rechts), jeweils in [t/a]

### 3.3.1.1 P-Belastungen 2016: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei mittleren Bedingungen

Nachfolgend werden die im EZG Dümmer für 2016 bei mittleren Abflussbedingungen erzielten P-Belastungen aggregiert auf Ebene der Bilanzgebiete und der hydrologischen TEZG als Belastung in kg/ha bewertet. Dies erfolgt für die P-Emissionen und die P-Immissionen.

Die Grundlage zur Bewertung der P-Emissionen stellt jeweils die Summe der P-Emissionen pro BG bzw. TEZG dar; hieraus wird unter Berücksichtigung der jeweiligen Gebietsfläche eine mittlere P-Emission pro Gebietseinheit in kg/ha ermittelt (Bild 23).

Das Vorgehen bei der Bewertung der P-Immissionen entspricht weitgehend dem oben für die P-Emissionen vorgestellten Weg; allerdings werden hier in einem Zwischenschritt zunächst die als Emissionen vorliegenden Modellergebnisse unter Berücksichtigung der modellintern auf Bilanzgebietsebene ermittelten Retention in Immissionen umgerechnet. Hieraus wird unter Einbeziehung der jeweiligen Gebietsfläche eine mittlere P-Immission pro Gebietseinheit in kg/ha ermittelt (Bild 24 und Bild 25).

Im Anschluss daran werden die mittleren P-Konzentrationen auf Ebene der Teileinzugsgebiete (ermittelt aus P-Immissionen und Abflussmengen pro TEZG) bewertet. Die Grundlage für diese Bewertung stellt der Zielwert für den Dümmer für P von 0,05 mg/l dar. Wird dieser Zielwert in den Gewässern der TEZG eingehalten, stellen sich auch im See P-Konzentrationen ein, die im Bereich des seetypspezifischen Orientierungswertes für Gesamtphosphor (gemäß Anhang Anlage 3 Nummer 3.2 OgewV) liegen und für einen „guten ökologischen Zustand“ des Sees notwendig sind. Die Bewertung der P-Konzentrationen der einzelnen TEZG erfolgt anhand der Überhöhung dieser P-Konzentration bzw. der P-Immission; ausgedrückt wird diese Überhöhung anhand eines Faktors, der angibt wie sehr die ermittelte P-Konzentration der Gebietseinheit den Zielwert von 0,05 mg/l übertrifft (oder ggf. auch verfehlt; der Faktor wäre dann kleiner 1). Folglich bedeutet ein Faktor 2 bei dieser Bewertung, dass die P-Konzentration in dem betroffenen Gebiet bei 0,1 mg/l liegt (und den Zielwert von 0,05 mg/l um den Faktor 2 überschreitet) und somit auch die P-Immission in dem betroffenen Gebiet um den Faktor 2 den Zielwert übertrifft.

#### Aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für 2016

Bild 23 zeigt die aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer bei mittleren Bedingungen. Demnach treten die höchsten P-Emissionen im BG Venner Moorkanal auf (BG 2 und TEZG 29); sie liegen im Gebietsmittel recht deutlich über 3,5 kg/ha. Verursacht werden sie überwiegend durch die landwirtschaftliche Nutzung der ehemaligen Mooregebiete in diesem Bereich. Die Bewertung der Bilanzgebiete in Bild 23 (links) zeigt, dass weitere Hauptbelastungsquellen in BG 5 (Lecker Mühlenbach) und BG 7 (Falkenburg, Oberlauf der Hunte) liegen; die von hier resultierenden P-Emissionen liegen im Gebietsmittel bei fast 1,5 kg/ha. Haupteintragspfad in diesen BG ist jeweils die Erosion. Wie Bild 23 (rechts) zeigt, sind die P-Emissionen zumindest im BG 7 räumlich uneinheitlich: am höchsten sind sie im TEZG 0 (über 1,5 kg/ha), im östlich gelegenen TEZG 13 sind sie hingegen mit weniger als 0,6 kg/ha erheblich geringer. Bild 23 (rechts) zeigt zudem, dass zumindest einige TEZG auch deutlich geringere P-Emissionen im Gebietsmittel aufweisen: am geringsten sind sie im BG 12 (Dümmer-See) mit < 0,2 kg/ha, danach folgen die TEZG 32 und 30 mit im Gebietsmittel weniger als 0,35 kg/ha (TEZG 32: Hunte unterhalb MLK; TEZG 30: Lecker Mühlenbach unter-

halb der Messstelle Feldkamp). Die TEZG 1, 14 und 18 weisen im Gebietsmittel bereits erhöhte P-Emissionen zwischen 0,35 und 0,45 kg/ha auf.

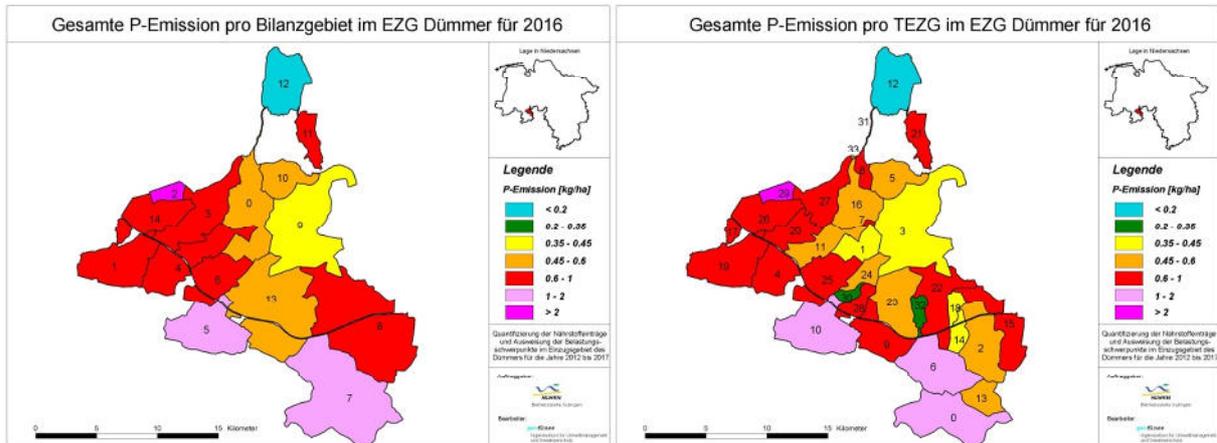


Bild 23: P-Emissionen 2016 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Dennoch ist festzuhalten, dass fast im gesamten EZG Dümmer deutlich erhöhte P-Emissionen von sehr verbreitet über 0,45 kg/ha auftreten. Im Bereich Elze liegen die P-Emissionen im Gebietsmittel sogar überall über 0,6 kg/ha, am Venner Moorkanal sogar über 3,5 kg/ha.

**Aggregierte Bewertung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2016**

Bild 24 und Bild 25 zeigen die entsprechenden Verhältnisse für die P-Immissionen auf Ebene der Bilanz- und Teileinzugsgebiete. Zu beachten ist, dass bei der Darstellung in Bild 24 die diversen P-Abschläge im EZG bereits eingerechnet wurden (Daten hierzu in Tabelle 14); Bild 25 zeigt dagegen die Verhältnisse, wenn es in 2016 **keine** P-Abschläge im EZG Dümmer gegeben hätte.

Tabelle 14: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschläge in den Mittellandkanal bzw. durch temporäre Umleitung in 2016

BG-Nr.	Bilanzgebiet	Abschlag P [kg/a]
1	Venner Mühlenbach	300
2	Venner Moorkanal	274 *
5	Lecker Mühlenbach	700
7	Falkenburg	880
Summe:		2.154

\*: temporäre Umleitung in Schweger Moorkanal; nicht mehr im EZG Dümmer

Unter Berücksichtigung der P-Abschläge im EZG liegen die Hauptbelastungsschwerpunkte für P-Immissionen im EZG Dümmer laut Bild 24 (links, Bewertung auf Ebene der Bilanzgebiete) ausschließlich im Bereich Elze (BG 3 und 14 sowie insbesondere BG 2). Weitere relevante Bilanzgebiete mit hohen P-Immissionen von > 0,45 kg/ha wären demnach BG 4 (Strothkanal), BG 7 (Falkenburg) und BG 11 (Marler Graben). Die erhöhte räumliche Auflösung in Bild 24 (rechts, Bewertung auf Ebene der TEZG) zeigt dagegen, dass weitere TEZG sehr stark erhöhte P-Immissionen von über 0,6 kg/ha verursachen. Hierzu gehört das TEZG 0 (Oberlauf der Hunte) sowie TEZG 4 (Oberlauf des Strothkanals, südlich des MLK). Der Unterlauf des Strothkanals zeigt dagegen lediglich erhöhte P-Immissionen von im Mittel

0,35 bis 0,45 kg/ha. Besonders deutlich wird die erhöhte Aussagekraft von Bild 24 (rechts) beim Vergleich der dort dargestellten Ergebnisse mit denen von BG 13 in Bild 24 (links): für das BG 13 wird im Gebietsmittel eine P-Immission zwischen 0,35 und 0,45 kg/ha ausgewiesen. Bild 24 (rechts) zeigt dagegen, dass in den südlichen TEZG dieses BG (TEZG 9 und 28) sehr wohl hohe P-Immissionen vorliegen (> 0,45 kg/ha, „orange“). Dagegen resultieren aus den TEZG 23 und 24 deutlich geringere P-Immissionen zwischen 0,2 und 0,35 kg/ha („grün“) sowie aus den TEZG 30 und 32 sogar vergleichsweise geringe P-Immissionen unter 0,2 kg/ha („hellblau“).

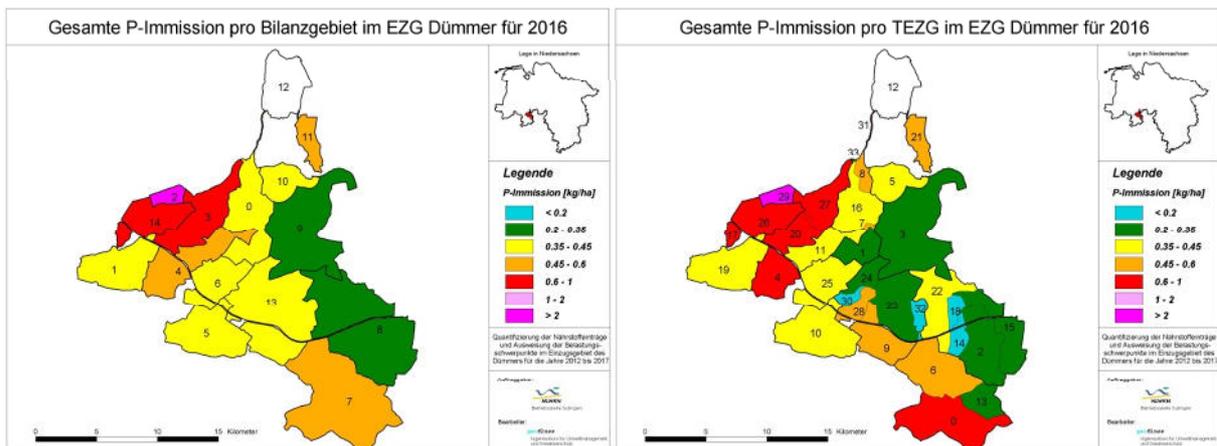


Bild 24: P-Immissionen 2016 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Zu beachten bei der Interpretation von Bild 24 ist unbedingt, dass hier die in 2016 erfolgten P-Abschläge in den MLK bereits bei der Darstellung der P-Immissionen pro BG berücksichtigt sind. Als Folge hiervon weisen die BG, die oberhalb dieser Abschläge liegen, geringere mittlere P-Immissionen auf, als es den P-Emissionen in diesen BG entspricht.

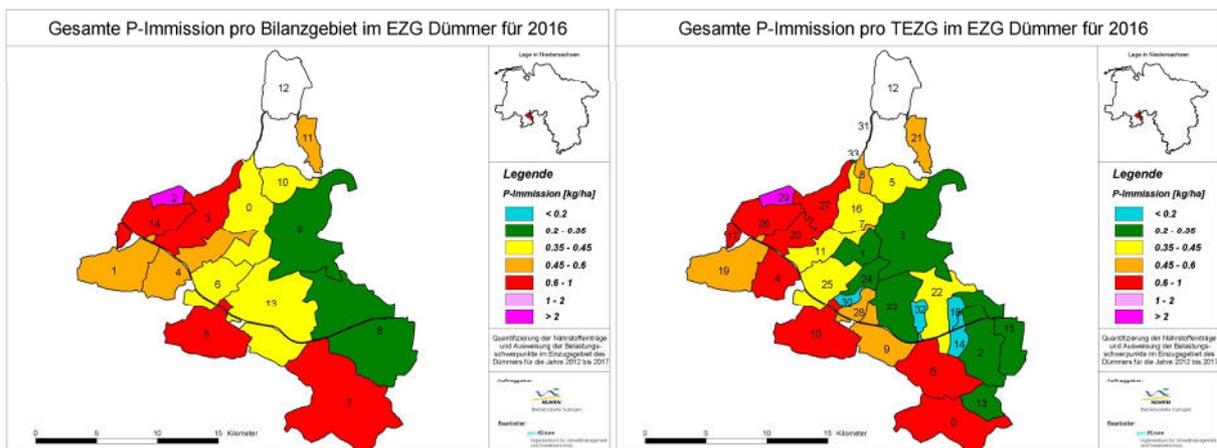


Bild 25: Potenzielle P-Immissionen 2016 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Wie sich die Verhältnisse für die P-Immissionen pro Teilgebiet darstellen, wenn es in 2016 **keine** P-Abschläge gegeben hätte, ist Bild 25 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass unter dieser Annahme insbesondere die BG 5 (Lecker Mühlenbach) und BG 7 (Falkenburg, Oberlauf der Hunte) zu den Bilanzgebieten mit den höchsten P-Immissionen gehören würden.

Das BG 1 (Venner Mühlenbach) wäre dann der Stufe „orange“ (mittlere P-Immissionen von 0,54 kg/ha) statt Stufe „gelb“ (0,40 kg/ha mit Berücksichtigung der P-Abschläge) zuzuordnen.

### Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2016

Wie Bild 26 zeigt, wird der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l im gesamten EZG des Dümmer bei den mittleren Bedingungen von 2016 überschritten. Die höchsten Überschreitungen treten in Bereich Elze sowie im Oberlauf der Hunte, im TEZG Lecker Mühlenbach und am Strothbach auf (jeweils „violett“ in Bild 26, rechts). Folgende TEZG überschreiten den Zielwert von 0,05 mg/l zumindest um den Faktor 5 („violett“ in Bild 26, rechts, P-Abschläge unberücksichtigt):

- im TEZG 29 (Venner Moorkanal) wird eine Überhöhung um den Faktor 25 ermittelt (reduziert sich durch die erfolgte Umleitung von 274 kg P in den Schweger Moorkanal (s.o. und Tabelle 14) auf den Faktor 19),
- im TEZG 0 (Oberlauf Hunte bis Glanebach) liegt die Überhöhung bei Faktor 6,5 (reduziert sich durch den erfolgten P-Abschlag in den MLK auf Faktor 5,2, vgl. Bild 26, links),
- im TEZG 27 (Elze zwischen Venner Bruchkanal und Pegel Lehmkuhlen) weist die Überhöhung den Faktor 6,1 auf,
- im TEZG 26 (Venner Bruchkanal zwischen MLK und Venner Mühlenbach) wird eine Überhöhung um den Faktor 5,9 ermittelt,
- im TEZG 10 (Lecker Mühlenbach bis zum Pegel Feldkamp) weist die Überhöhung den Faktor 5,4 auf (reduziert sich durch den erfolgten P-Abschlag in den MLK auf Faktor 3,3, vgl. Bild 26, links),
- in den TEZG 4 (Strothbach von der Quelle bis zum MLK), 20 (Venner Mühlenbach zwischen Pegel Venne und Venner Bruchkanal) und 6 (Hunte zwischen Glanebach und Pegel Falkenburg) liegt die Überhöhung bei etwa 5,2. Im TEZG 6 reduziert sich die Überhöhung durch den erfolgten P-Abschlag in den MLK auf Faktor 4,1, vgl. Bild 26, links),
- im TEZG 31 (Hunte zwischen Pegel Schäferhof und Dümmer) liegt die Überhöhung bei Faktor 5,1 und
- im TEZG 20 (Venner Mühlenbach zwischen Pegel Venne und Venner Bruchkanal) ist eine Überhöhung um den Faktor 5 festzustellen.

In „rosa“ sind in Bild 26 die TEZG dargestellt, die den Zielwert von 0,05 mg/l um den Faktor 4 bis 5 überschreiten. Dies sind folgende TEZG:

- TEZG 21 (Marler Graben, Faktor 4,6),
- TEZG 19 (Venner Mühlenbach bis Pegel Venne; nur „rosa“, wenn der P-Abschlag unberücksichtigt bleibt: Faktor 4,4; durch den erfolgten P-Abschlag in den MLK reduziert sich die Überhöhung auf den Faktor 3,2 und die Stufe „rot“),
- TEZG 28 (Hunte zwischen Alter Hunte und Lecker Mühlenbach, Faktor 4,1) und
- TEZG 7 (Hunte zwischen Grenzkanal und Strothkanal, Faktor 4,0).

Weitere TEZG, die deutlich zu hohe P-Immissionen aufweisen, welche den Zielwert von 0,05 mg/l um den Faktor 3 bis 4 überschreiten, sind in Bild 26 „rot“ dargestellt. Hierbei handelt es sich um folgende TEZG:

- TEZG 8 (Hunte, zwischen Elze und Schäferhof, Faktor 3,9)

- TEZG 9 (Westerbach/Wehrendorfer Mühlbach, Faktor 3,8),
- TEZG 5 (Reiniger Graben bis zum mobilen Probenehmer, Faktor 3,6),
- TEZG 22 (Wimmerbach zwischen Mündung Heithöfer Bach und Hunte, Faktor 3,6),
- TEZG 25 (Gräfte, Faktor 3,4) und
- TEZG 16 (Hunte zwischen Strothkanal und Elze, Faktor 3,2).

In den TEZG 1, 2, 3, 11, 13, 15, 23, 24 und 33 liegt der Faktor der Überhöhung zwischen 2 und 3 („orange“ in Bild 26, links).

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass bei mittleren Bedingungen wie im Jahr 2016 der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l in allen Teileinzugsgebieten im EZG Dümmer überschritten wird. Das gilt sogar für die TEZG 14, 18, 30 und 32, in denen die geringsten P-Immissionen ermittelt wurden (vgl. Bild 24 und Bild 25); der Überhöhungsfaktor liegt in diesen TEZG zwischen 1,4 und 1,7.

Weiterhin wird deutlich, dass durch die P-Abschläge in den MLK die mittleren P-Konzentrationen in den betroffenen TEZG reduziert werden können. Allerdings reichen P-Abschläge wie in 2016 bei weitem nicht aus, um die Zielkonzentration von 0,05 mg/l zu erreichen. Hierfür sind weitergehende Maßnahmen erforderlich.

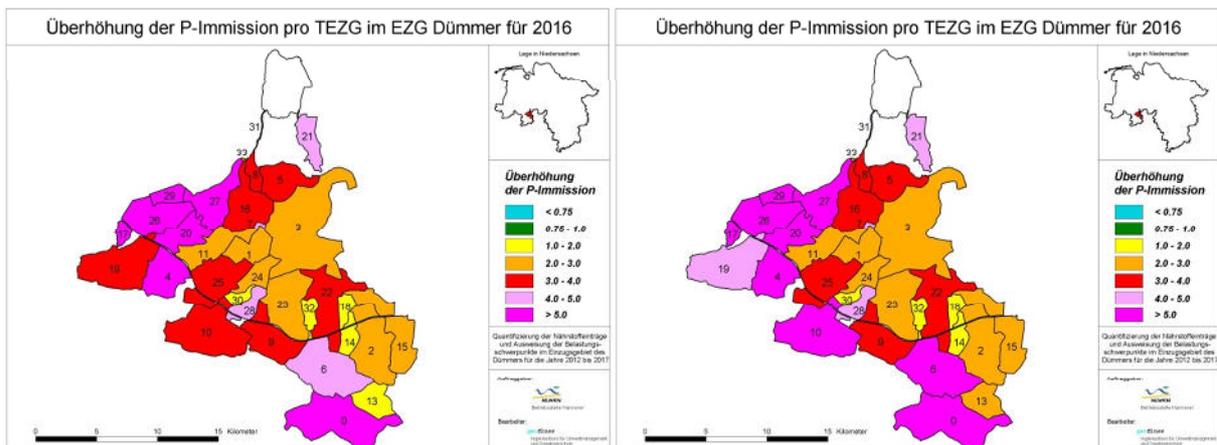


Bild 26: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2016 pro Teileinzugsgebiet. Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l

### 3.3.1.2 P-Belastungen 2016: abschließende Bewertung der Modellergebnisse bei mittleren Bedingungen

Im Jahr 2016 mit seinen mittleren Abflussbedingungen wurde für den Pegel Schäferhof eine P-Fracht - je nach Frachtberechnungsmethodik - zwischen 15,5 und 16,0 t pro Jahr ermittelt (vgl. Kap. 3.2). Mit dem LUH-Bilanzmodell konnte für 2016 eine P-Fracht am Pegel Schäferhof von 14,7 t bilanziert werden. Demnach unterschätzt das LUH-Bilanzmodell die P-Fracht in 2016 geringfügig, die Abweichung zu der Referenzfracht beträgt - je nach Frachtberechnungsmethodik - lediglich zwischen -5,6 und -8,4 %. Diese sehr geringe Abweichung der **Modellergebnisse für den Pegel Schäferhof ist mit „sehr gut“ zu bewerten** (hinsichtlich der Bewertungskriterien vgl. Kap. 3.2).

Neben dem Pegel Schäferhof liegen für 2016 für weitere Teilgebiete Frachtberechnungen des NLWKN vor, auf die für einen weitergehenden Frachtabgleich mit den Modellergebnis-

sen zurückgegriffen werden kann (jeweils mobile Probenehmer mit nahezu täglichen Messwerten für  $P_{Ges}$ , dazu tägliche Abflusswerte, die vom NLWKN gemessen wurden).

Dabei ergeben sich für die Teilgebiete Venner Mühlenbach, Lecker Mühlenbach und Falkenburg - die allesamt durch starke erosive P-Belastungen geprägt sind - **sehr geringe Abweichungen von unter 5 %** zwischen Referenzfracht und Modellergebnis. Folglich sind auch die **Modellergebnisse für die Teilgebiete Venner Mühlenbach, Lecker Mühlenbach und Falkenburg mit „sehr gut“ zu bewerten** (vgl. Tabelle 10).

Im Bereich Elze (Pegel Lehmkuhlen) zeigt sich dagegen eine etwas größere Abweichung zwischen Referenzfracht und Modellergebnis; hier unterschätzt das Modell die ermittelte P-Fracht bei den mittleren Bedingungen in 2016 um fast 20 %. Wie bereits in Kap. 3.2 dargelegt, ist die Ursache dafür noch nicht geklärt; es ist aber zu vermuten, dass in diesem Teilbereich weitere, bisher nicht im Modellaufbau berücksichtigte P-Quellen existieren oder die vorhandenen P-Quellen - anders als im restlichen EZG Dümmer in 2016 - unterschätzt werden. Trotz dieser etwas höheren Abweichung ist das **Modellergebnis für das Teilgebiet Elze mit „gut“ zu bewerten** (vgl. Tabelle 10).

Im Teilgebiet Marler Graben, das direkt in den Dümmer entwässert, zeigt sich eine sehr geringe **Abweichung von unter 10 %** zwischen Referenzfracht und Modellergebnis. Folglich ist auch das **Modellergebnis für das Teilgebiet Marler Graben mit „sehr gut“ zu bewerten**.

Insgesamt **bildet das LUH-Bilanzmodell somit die P-Frachten für das Jahr 2016 im EZG Dümmer sehr gut ab**.

Wie in Kap. 3.1.1 dargelegt, **vermag es das LUH-Bilanzmodell zudem die Wasserbilanz für die mittleren Abflussbedingungen in 2016 ebenfalls hervorragend abzubilden**. Da das Wasser als Transportmedium für Phosphor maßgeblich das Eintragsverhalten bestimmt, ist eine zuverlässig abgebildete Wasserbilanz auf Einzugsgebietsebene eine wesentliche Voraussetzung für die nachfolgende Ermittlung der diffusen Phosphoreinträge.

Die mit dem LUH-Bilanzmodell für die verschiedenen P-Eintragungspfade erzielten Ergebnisse für die P-Emissionen im EZG Dümmer und die mittleren Abflussbedingungen im Jahr 2016 zeigen Folgendes (vgl. Kap. 3.3):

- die diffusen P-Emissionen dominieren mit 22,0 t und einem Anteil von fast 83 % aller P-Emissionen das Eintragsgeschehen im EZG Dümmer,
- über die punktuellen Eintragungspfade resultieren lediglich P-Emissionen von 4,6 t (Anteil gut 17 % aller P-Emissionen),
- die Haupteintragungspfade sind Erosion (10,3 t, fast 39 % aller P-Emissionen), Abschwemmung (5,1 t, 19 % aller P-Emissionen) und Dränageabfluss (3,7 t, fast 14 % aller P-Emissionen):
  - hohe und insbesondere sehr hohe erosive P-Emissionen von mehr als 4 kg/ha treten verbreitet in den hügeligen und bergigen Bereichen südlich des MLK auf, zudem sind lokal hohe oder sehr hohe erosive P-Emissionen im Nordosten des EZG Dümmer zu verzeichnen (vgl. Bild 10),
  - kleinräumige hohe P-Emissionen zwischen 0,75 und 1,5 kg/ha über den Eintragungspfad Abschwemmung treten im EZG Dümmer häufig auf (vgl. Bild 11),
  - sehr hohe P-Emissionen von über 1,5 kg/ha vor allem über Dränagen sind in den jetzt landwirtschaftlich genutzten ehemaligen Moorgebieten zu verzeich-

nen (vgl. Bild 12). Diese Flächen liegen verbreitet im Bereich Venner Moorkanal (hier betragen die P-Emissionen über Dränagen z.T. über 10 kg/ha), dazu lokal insbesondere im Bereich Venner Bruchkanal, aber auch im TEZG 16 (Hunte zwischen Strothkanal und Elze),

- verbreitet sind im Bereich Marler Graben sowie im TEZG Venner Bruchkanal hohe P-Emissionen zwischen 0,75 und 1,5 kg/ha über unterirdische Eintragspfade zu verzeichnen,
- **über diese drei Haupteintragungspfade erfolgen in 2016** gemäß der Modellergebnisse demnach **diffuse P-Emissionen von 19,1 t** und somit **fast 72 % aller P-Emissionen** im EZG Dümmer.

In Bild 27 werden die mit dem LUH-Bilanzmodell für die einzelnen Eintragungspfade ermittelten P-Emissionen und P-Immissionen (Fracht, die den Dümmer erreicht; hier ist die Retention in den Gewässerläufen berücksichtigt) für die mittleren Abflussbedingungen in 2016 gezeigt.

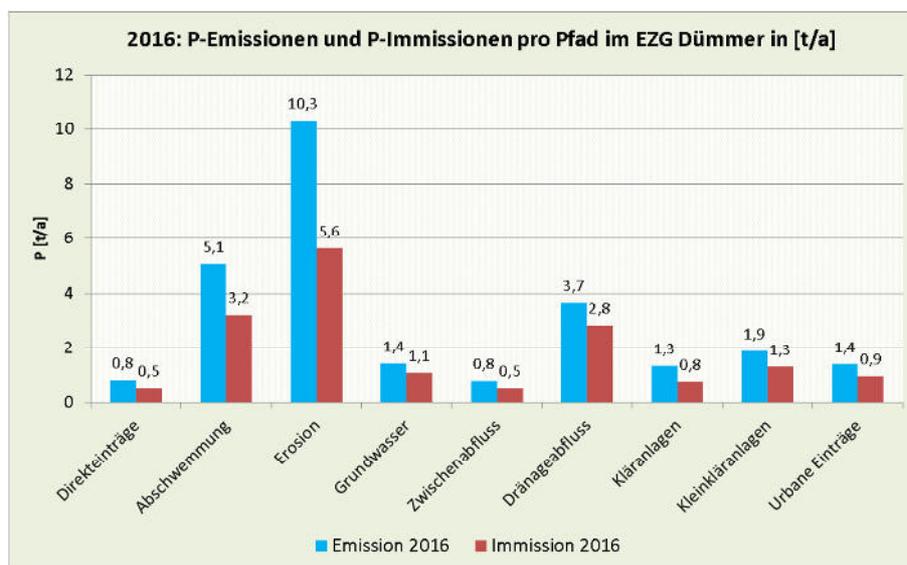


Bild 27: Pfaddifferenzierte P-Emissionen und P-Immissionen für mittlere Bedingungen (Jahr 2016) im EZG Dümmer in [t/a], Bezug Pegel Schäferhof

Anhand der Angaben in Bild 27 wird folgendes deutlich:

- auch für die P-Immissionen gilt: die drei Haupteintragungspfade sind Erosion, Abschwemmung und Drainageabfluss,
- da die erosiven P-Emissionen überwiegend im südlichen hügeligen EZG auftreten, ist die Retention (bzw. der Rückhalt bis zum Pegel Schäferhof) vergleichsweise hoch. Die erosiven P-Immissionen sind daher erheblich geringer als die erosiven P-Emissionen (5,6 t statt 10,3 t). Sie stellen aber nach wie vor den Haupteintragungspfad dar: der Anteil der erosiven P-Immissionen an den gesamten P-Immissionen beträgt 34 % (bei den P-Emissionen liegt dieser Anteil bei 39 %),
- P-Emissionen über Drainageabfluss sind überwiegend im flachen nördlichen EZG des Dümmer zu verzeichnen. Die Retention ist aufgrund der Nähe zum Pegel Schäferhof daher häufig eher gering, sodass die P-Immissionen über diesen Pfad 2,8 t betragen (fast 17 % aller P-Immissionen).

Insgesamt verursachen die drei Haupteintragspfade Erosion, Abschwemmung und Drainageabfluss bei den mittleren Abflussbedingungen in 2016 P-Immissionen von fast 12 t, das sind knapp 70 % aller P-Immissionen in 2016.

Die **aggregierte Bewertung der P-Emissionen** auf Ebene der Bilanz- bzw. Teileinzugsgebiete zeigt, dass bei den mittleren Abflussbedingungen in 2016 fast im gesamten EZG Dümmer deutlich erhöhte P-Emissionen von sehr verbreitet über 0,45 kg/ha auftreten. Im Bereich Elze liegen die P-Emissionen im Gebietsmittel sogar überall über 0,6 kg/ha, am Venner Moorkanal sogar über 3,5 kg/ha (vgl. Kap. 3.3.1.1).

Weiterhin wurde **die Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer bewertet**. Die Grundlage für diese Bewertung stellt der Zielwert für den Dümmer für P von 0,05 mg/l dar. Wird dieser Zielwert in den Gewässern der TEZG eingehalten, stellen sich auch im See P-Konzentrationen ein, die im Bereich des seetypspezifischen Orientierungswertes für Gesamtphosphor (gemäß Anhang Anlage 3 Nummer 3.2 OgewV) liegen und für einen „guten ökologischen Zustand“ des Sees notwendig sind

Auf Grundlage dieses Zielwerts von 0,05 mg/l resultiert **für den mittleren Abfluss in 2016 von 2,53 m<sup>3</sup>/s eine zulässige P-Fracht für den Dümmer von knapp 4 t**; bezogen auf die Einzugsgebietsfläche wären demnach P-Immissionen von im Mittel maximal etwa 0,12 kg/ha zulässig. Bild 28 (links) zeigt, dass diese zulässige P-Immission gemäß der Ergebnisse des LUH-Bilanzmodells für 2016 nur auf wenigen Flächen im EZG Dümmer eingehalten wird („blau“ in Bild 28, links). Ein Abgleich mit den in Bild 28 (rechts) dargestellten Waldflächen im EZG Dümmer zeigt, dass die meisten dieser „blauen“ Flächen Waldgebiete sind (mehr als 82 %).

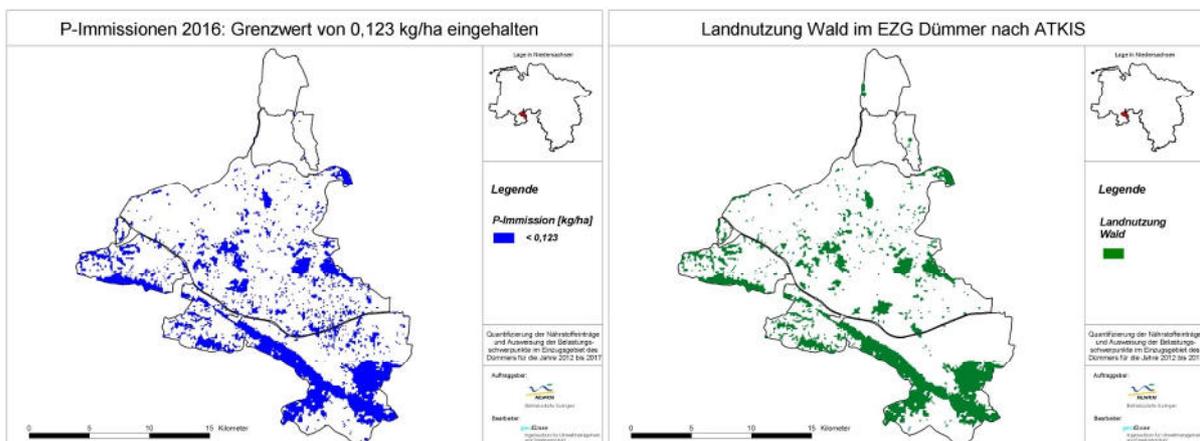


Bild 28: Zulässige P-Immissionen im EZG Dümmer. Links: Flächen im EZG Dümmer, auf denen der Grenzwert der P-Immissionen von 0,123 kg/ha eingehalten wird. Rechts: Flächen mit Landnutzung Wald im EZG Dümmer

Die aggregierte Bewertung der Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer auf Ebene der Teileinzugsgebiete für 2016 hat ergeben, dass der Zielwert von 0,05 mg/l in allen TEZG bei den mittleren Bedingungen von 2016 überschritten wird (vgl. Bild 26). Die höchsten Überschreitungen treten in Bereich Elze sowie im Oberlauf der Hunte, im TEZG Lecker Mühlenbach und am Strothbach auf.

Insgesamt lässt sich somit für die mittleren Abflussbedingungen in 2016 festhalten, dass die **P-Immissionen im EZG Dümmer** auf Ebene der Teileinzugsgebiete **großflächig um zu-**

**mindest den Faktor 3 überschritten** werden und somit die P-Fracht in den Dümmer in 2016 - bezogen auf den Zielwert für den Dümmer von 0,05 mg/l (s.o.) - deutlich zu hoch ist.

### **3.4 Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen (Jahre 2012, 2013, 2014 und 2017)**

In den folgenden Kapiteln werden die mit dem LUH-Bilanzmodell bilanzierten Phosphoremissionen für die Jahre mit unterdurchschnittlichen Abflussmengen im EZG Dümmer dargestellt. Dabei werden die Ergebnisse für das besonders abflussarme Jahr 2012 ausführlich beschrieben und mit den mittleren Ergebnissen des Jahres 2016 verglichen (vgl. Kap. 3.4.1).

Für die anderen Jahre mit geringen Abflüssen, also die Jahre 2013, 2014 und 2017, werden wesentliche Ergebnisse zu den erzielten Phosphoremissionen in den Kapiteln 3.4.1.1 bis 3.4.4 vorgestellt. Insbesondere die Bilder zu den flächendifferenzierten Phosphoremissionen für diese Jahre sind dem Anhang zu entnehmen.

#### **3.4.1 2012: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei sehr geringen Abflüssen**

In diesem Kapitel werden die mit dem LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse für das sehr abflussarme Jahr 2012 vorgestellt und mit den mittleren Ergebnissen des Jahres 2016 verglichen. Zu beachten ist, dass das Jahr 2012 mit einem Abfluss von lediglich 1,37 m<sup>3</sup>/s am Pegel Schäferhof (53,9 % vom mittleren Abfluss in 2016) ausgesprochen abflussarm ist.

Diese geringen Abflüssen führen dazu, dass auch die ermittelten P-Emissionen in 2012 deutlich geringer als bei den mittleren Bedingungen in 2016 sind. Bild 29 zeigt diese Verhältnisse für die einzelnen P-Eintragspfade. Dabei ist festzustellen, dass insbesondere die P-Emissionen über die in 2016 relevanten Pfade Erosion, Abschwemmung und Dränage in 2012 deutlich geringer als bei den mittleren Bedingungen in 2016 ausfallen. Über diese P-Eintragspfade resultieren in 2012 in der Summe etwa 11,8 t P/a und somit fast 7,5 t P/a weniger als bei mittleren Bedingungen. Auffällig ist, dass der Anteil der erosiven P-Emissionen in 2012 mit 45,5 % aller P-Emissionen erheblich höher liegt als in 2016 (dort sind es etwa 39 %). Erwartungsgemäß nehmen bei den sehr geringen Abflüssen in 2012 insbesondere die P-Emissionen über Dränagen deutlich im Vergleich zu den mittleren Bedingungen ab: sie liegen in 2012 nur noch bei 1,2 t (statt 3,7 t in 2016), ihr Anteil beträgt nur noch gut 7 % (und nicht mehr fast 14 % wie in 2016). Somit zählen die P-Emissionen über den Pfad Dränageabfluss bei den sehr geringen Abflüssen in 2012 **nicht** mehr zu den relevanten P-Eintragspfaden (da ihr Anteil unter 10 % liegt, s.u.).

Auch über die in der Summe nicht bedeutsamen unterirdischen Eintragspfade Zwischenabfluss und Grundwasserabfluss sind die P-Emissionen in 2012 geringer als in 2016. Zusammen betragen sie in 2012 knapp 1 t P/a, für 2016 liegen sie dagegen mit fast 2,2 t P/a mehr als doppelt so hoch.

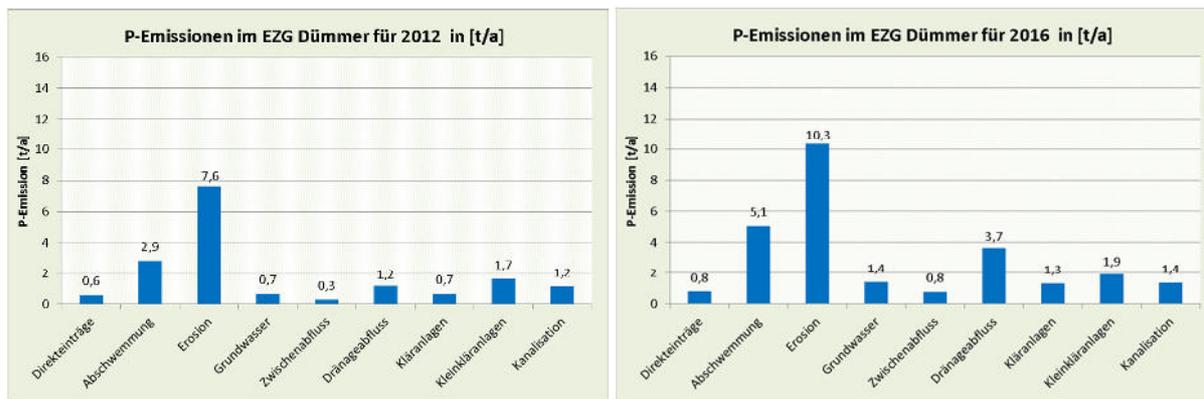


Bild 29: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2012 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof

Wie Tabelle 15 zeigt, sind in 2012 laut der Modellergebnisse insbesondere die diffusen P-Emissionen deutlich geringer als in 2016: sie summieren sich auf 13,3 t P/a, für 2016 wurden diffuse P-Emissionen von 22 t/a bilanziert. Dem gegenüber unterscheiden sich die punktuellen P-Emissionen in den beiden Jahren nur um gut 1 t (3,5 t P in 2012 und 4,6 t P in 2016).

Dennoch weisen die diffusen P-Emissionen in 2012 in der Summe 79 % aller P-Emissionen auf und dominieren das P-Eintragsgeschehen somit deutlich. Der Anteil der punktuellen P-Emissionen liegt dagegen in 2012 bei lediglich 21 % und ist damit vergleichsweise unbedeutend.

Tabelle 15: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2012 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer				
Eintragspfad	2012		2016	
	P [t/a]	P [%]	P [t/a]	P [%]
Direkteinträge	0,6	3,5	0,8	3,0
Abschwemmung	2,9	17,1	5,1	19,0
Erosion	7,6	45,5	10,3	38,8
Grundwasser	0,7	4,1	1,4	5,3
Zwischenabfluss	0,3	1,7	0,8	2,9
Drainageabfluss	1,2	7,2	3,7	13,7
Kläranlagen	0,7	4,1	1,3	5,0
Kleinkläranlagen	1,7	10,0	1,9	7,1
Urbane Einträge	1,2	6,9	1,4	5,2
Summe diffus	13,3	79,0	22,0	82,7
Summe punktuell	3,5	21,0	4,6	17,3
Summe	16,8	100,0	26,6	100,0

Nachfolgend werden die relevanten diffusen P-Eintragspfade im EZG Dümmer für das Jahr 2012 näher betrachtet. Als relevante Eintragspfade werden dabei wiederum die Pfade definiert, die zumindest einen Anteil von 10 % an den gesamten P-Emissionen aufweisen. Demnach sind in 2012 folgende P-Eintragspfade relevant: die diffusen Eintragspfade Erosion und Abschwemmung sowie der punktuelle Eintragspfad Kleinkläranlagen. Die beiden diffusen P-Eintragspfade sind laut der oben vorgestellten Modellergebnisse für etwa 63 % aller P-

Emissionen im EZG Dümmer im Jahre 2012 verantwortlich. Über den punktuellen Eintragspfad Kleinkläranlagen resultieren gemäß der Modellergebnisse 10 % der P-Emissionen.

### Erosion

Die erosiven P-Emissionen sind im Jahr 2012 mit 7,6 t/a (45,5 % aller P-Emissionen) der mit Abstand wichtigste P-Eintragspfad im Untersuchungsgebiet Dümmer. Die räumliche Verteilung der erosiven P-Einträge im EZG Dümmer für 2012 ist Bild 30 zu entnehmen. Wie bereits in 2016 liegen auch in 2012 - trotz erheblich geringerer Abflüsse in diesem Jahr - deutliche Belastungsschwerpunkte erosiver P-Emissionen verbreitet südlich des MLK sowie lokal im TEZG Reiniger Graben und ganz im Norden des TEZG Wimmerbach. Insbesondere im TEZG Lecker Mühlenbach werden für 2012 nur geringfügig niedrigere erosive P-Emissionen als 2016 ermittelt, in den TEZG Venner Mühlenbach, Reiniger Graben und Wimmerbach liegen sie in 2012 gut 20 % niedriger als in 2016.

Anders stellt sich die Situation im TEZG 7 (Oberlauf der Hunte bis zum Pegel Falkenburg) dar: hier sind die erosiven P-Emissionen in 2012 erheblich geringer als 2016, sie betragen in 2012 nur gut 3 t statt knapp über 5 t in 2016. Die Hauptursachen für diesen deutlichen Unterschied bei den erosiven P-Emissionen in den beiden Jahren sind

- zuerst der im TEZG 7 erheblich geringere Flächenanteil von schlecht bodendeckenden Fruchtarten wie z.B. Mais in 2012 im Vergleich zu 2016 sowie
- zweitens der geringere Niederschlag in 2012.

Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass die erosiven P-Emissionen in 2016 deutlich geringer ausgefallen wären, wenn der Flächenanteil schlecht bodendeckender Fruchtarten (wie z.B. Mais) 2016 noch auf den erheblich geringeren Niveau von 2012 gelegen hätte.

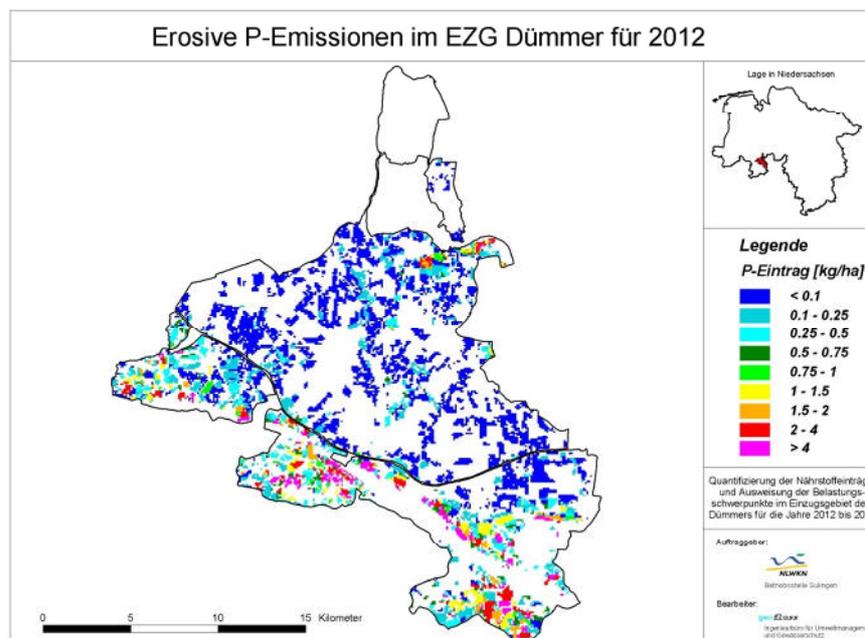


Bild 30: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha]

### Abschwemmung

Die P-Emissionen über Abschwemmung im EZG Dümmer betragen für das Jahr 2012 in der Summe 2,9 t/a (17,1 % aller P-Emissionen) und sind somit erheblich geringer als in 2016.

Dennoch sind sie auch in 2012 gemäß der Modellergebnisse der zweitwichtigste P-Eintragspfad im Untersuchungsgebiet. Die räumliche Verteilung der P-Emissionen über Abschwemmung ist Bild 31 zu entnehmen.

Die P-Emissionen über Abschwemmung betragen in 2012 weit verbreitet weniger als 0,1 kg/ha, oftmals liegen sie sogar unter 0,05 kg/ha. Daneben treten häufig schmale Bereiche mit höheren P-Emissionen von über 0,1 kg/ha oder sogar über 0,25 kg/ha auf. Dagegen treten deutlich erhöhte P-Emissionen über den Pfad Abschwemmung von über 0,5 kg/ha im Vergleich zu 2016 erheblich seltener auf.

Zu bedenken ist, dass dieser Eintragspfad neben seiner Abhängigkeit vom Niederschlag auch sehr davon beeinflusst ist, zu welchem Zeitpunkt ein Aufbringen von organischem Wirtschaftsdünger stattfindet. Fallen diese beiden Begebenheiten zusammen, ist bei entsprechender Gewässernähe mit einem u.U. stark erhöhten Phosphoreintrag zu rechnen. Eine genaue modelltechnische Abbildung dieses Zusammenhangs ist aufgrund fehlender Datengrundlagen (insbesondere zu den tatsächlichen Güllemengen und den genauen Orten und Zeitpunkten der Aufbringung) nicht möglich.

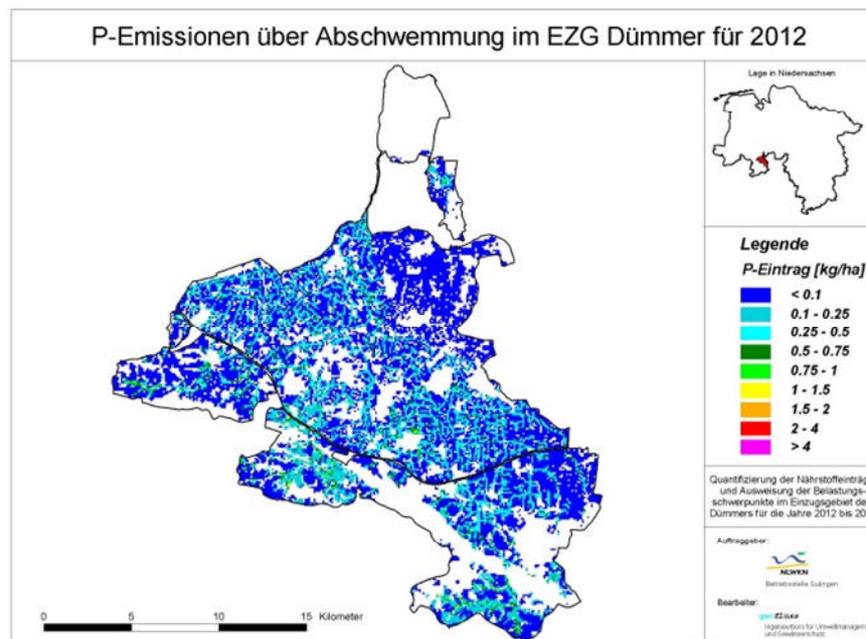


Bild 31: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha]

Neben diesen beiden relevanten diffusen P-Eintragspfaden existieren weitere P-Eintragspfade im EZG Dümmer, die immerhin noch für gut 37 % der P-Einträge verantwortlich sind; sie werden nachfolgend kurz vorgestellt.

Die P-Emissionen im EZG Dümmer über die Eintragspfade Drainageabfluss und Grundwasserabfluss betragen für 2012 1,2 t/a bzw. 0,7 t/a; das entspricht für den Drainageabfluss 7,2 % und für den Grundwasserabfluss 4,1 % aller P-Emissionen. Bild 32 zeigt für das EZG Dümmer und das Jahr 2012 die räumliche Verteilung der P-Emissionen über den Pfad Drainageabfluss (links) sowie über Grundwasserabfluss (rechts). Dabei treten lokal insbesondere im Venner Moor (BG Venner Moorkanal) sehr hohe P-Emissionen über Drainageabfluss von mehr als 2 bzw. sogar mehr als 5 kg/ha auf („rot“ bzw. „violett“ in Bild 32, links). Im restlichen EZG Dümmer treten derart hohe P-Belastungen über den Eintragspfad Drainageabfluss in 2012 nicht auf. Daneben sind im BG Venner Moor häufig und im BG Marler Graben recht

häufig deutlich erhöhte P-Emissionen zwischen 0,5 und 0,75 kg/ha über Dränagen zu verzeichnen („grün“ in Bild 32, links). Bei allen Flächen mit zumindest deutlich erhöhten P-Emissionen über Drainageabfluss handelt es sich um aktuell landwirtschaftlich genutzte ehemalige Moorflächen. Von den meisten dränierten Landwirtschaftsflächen erfolgen gemäß der Modellergebnisse bei den sehr geringen Abflüssen in 2012 nur (sehr) geringe P-Emissionen von unter 0,1 kg/ha („dunkelblau“ in Bild 32, links).

Die räumliche Verteilung der P-Emissionen im EZG Dümmer über den Eintragspfad Grundwasserabfluss ist in Bild 32 (rechts) dargestellt. Gut zu erkennen ist, dass die P-Emissionen über Grundwasserabfluss fast im gesamten EZG mit weniger als 0,1 kg/ha („dunkelblau“ in Bild 32, rechts) gering sind; abgesehen vom Bereich Elze liegen diese „dunkelblau“ gekennzeichneten P-Emissionen über Grundwasser zumeist sogar unter 0,01 kg/ha und sind somit sehr gering.

Dem gegenüber stehen allerdings Bereiche mit deutlich erhöhten und z.T. sogar sehr hohen P-Emissionen über Grundwasserabfluss; diese Teilflächen liegen besonders häufig im TEZG Venner Moorkanal (dort häufig über 1,5 und lokal sogar über 4 kg/ha). Weitere Flächen mit z.T. deutlich erhöhten P-Emissionen über Grundwasserabfluss sind vor allem im TEZG 26 (Venner Bruchkanal zwischen MLK und Venner Mühlenbach) zu verzeichnen. Zudem treten u.a. im Bereich Marler Graben erhöhte P-Emissionen über Grundwasserabfluss auf (vgl. Bild 32, rechts).

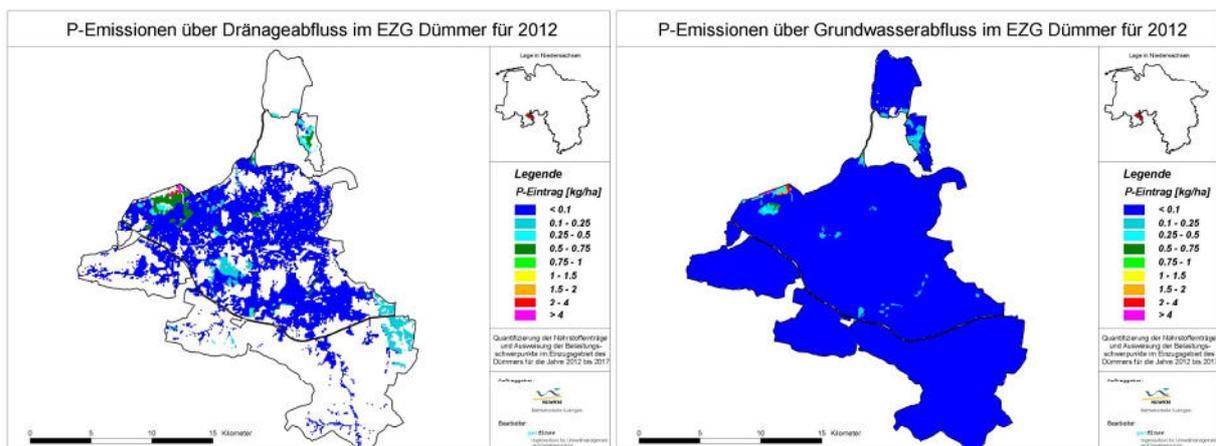


Bild 32: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss (links) und diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss (rechts), jeweils in [kg/ha]

Die P-Emissionen über Zwischenabfluss sind im sehr abflussarmen Jahr 2012 mit 0,3 t erwartungsgemäß noch deutlich geringer als unter den mittleren Bedingungen in 2016 (sie lagen dort bei 0,8 t). Bild 33(links) zeigt die räumliche Verteilung der P-Emissionen über Zwischenabfluss in 2012: abgesehen von wenigen Flächen hauptsächlich im Bereich Venner Moorkanal sind die P-Emissionen über Zwischenabfluss mit zumeist weniger als 0,01 kg/ha sehr gering („dunkelblau“ in Bild 33, links). Lokal sind in 2012 erhöhte P-Emissionen über Zwischenabfluss zwischen 0,25 und 0,5 kg/ha zu verzeichnen („hellblau“ in Bild 33, links), im TEZG Venner Moorkanal sogar vereinzelt hohe P-Emissionen über 4 kg/ha („violett“ in Bild 33, links).

Die P-Direkteinträge (Bild 33, rechts) sind im EZG Dümmer zumeist sehr gering und liegen verbreitet (sehr) deutlich unter 0,1 kg/ha. Für den Dümmer selbst wurden P-Emissionen über atmosphärische Deposition von knapp über 0,15 kg/ha ermittelt.

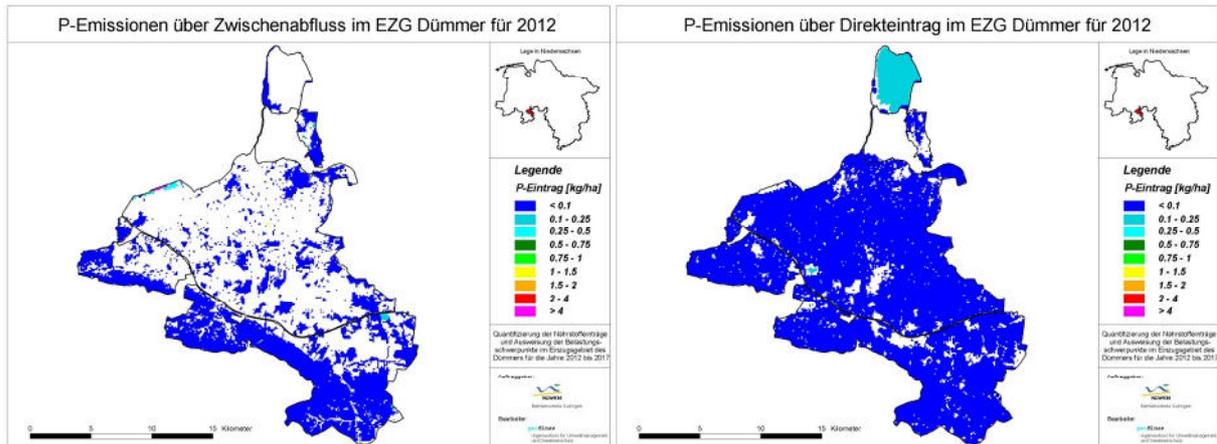


Bild 33: EZG Dümmer 2012: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss (links) und diffuse P-Emissionen über Direkteintrag (rechts), jeweils in [kg/ha]

Bild 34 zeigt die mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelte räumliche Verteilung der Summe der diffusen P-Emissionen im EZG Dümmer für das Jahr 2012 mit sehr geringen Abflüssen. Im Vergleich zu den entsprechenden Angaben für die mittleren Bedingungen in 2016 (vgl. Bild 16) zeigen sich in 2012 in weiten Bereichen des EZG Dümmer deutlich geringere P-Emissionen. Dies betrifft insbesondere die Bereiche, in denen die unterirdischen Eintragspfade (vor allem Drainageabfluss) und/oder der Pfad Abschwemmung von Bedeutung sind (also fast den gesamten Bereich nördlich des Wiehengebirges); hier sind in 2012 nur noch lokal sehr hohe P-Emissionen von mehr als 2 kg/ha zu verzeichnen, hohe diffuse P-Emissionen zwischen 0,75 und 1,5 kg/ha treten jedoch auch in 2012 in diesem Bereich häufiger auf. Lediglich in den sehr hügeligen Gebieten, in denen die erosiven P-Emissionen dominieren (also im Bereich des Wiehengebirges sowie lokal im Nordosten des EZG), treten auch in 2012 verbreitet sehr hohe diffuse (bzw. erosive) P-Emissionen > 1,5 kg/ha und recht häufig sogar > 4 kg/ha auf.

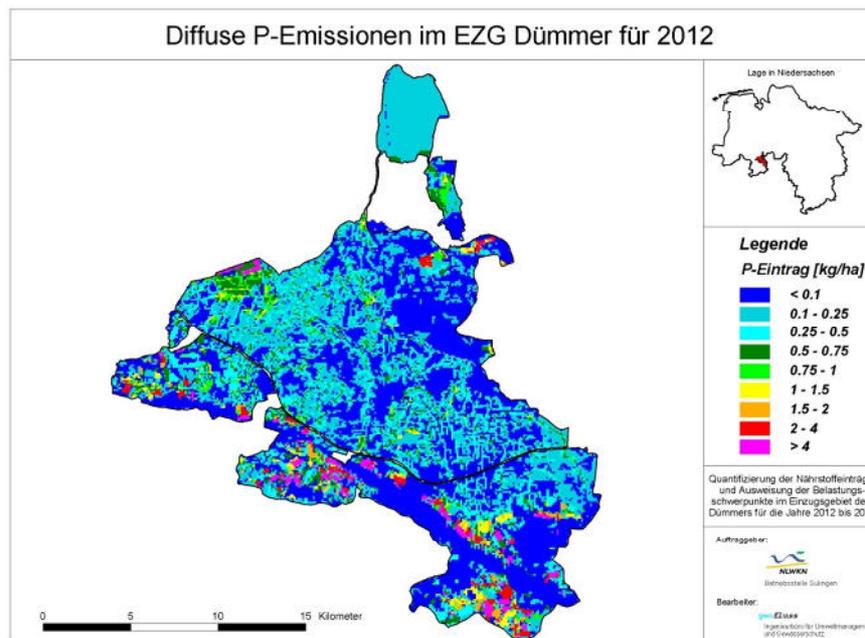


Bild 34: EZG Dümmer 2012: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha]

In Bild 35 sind die urbanen P-Emissionen im EZG Dümmer für die Bedingungen im Jahr 2012 dargestellt. Diese urbanen Einträge umfassen P-Emissionen über Kanalisationen, Kleinkläranlagen (KKA) und kommunale Kläranlagen. Zu beachten ist, dass die P-Emissionen über Kleinkläranlagen auf Basis unterschiedlicher Datengrundlagen ermittelt wurden (Details hierzu sind Kap. 3.3 zu entnehmen).

Im Ergebnis sind in Bild 35 über fast das gesamte EZG Dümmer verteilt Bereiche mit hohen und lokal sogar sehr hohen P-Emissionen über urbane P-Eintragspfade zu verzeichnen. Dies betrifft Ortslagen wie z.B. Bohmte, Hunteburg, Bad Essen, Dielingen mit durchaus relevanten P-Emissionen über Kanalisationen, aber auch die zahlreichen Kleinkläranlagen im EZG, vgl. Bild 35).

Besonders hohe punktuelle P-Emissionen sind dabei von den vier kommunalen Kläranlagen im EZG Dümmer zu verzeichnen: sie betragen in 2012 für die KA Bad Essen 302 kg P, für die KA Osterkappeln 139 kg P, für die KA Bohmte 175 kg P und für die KA Hunteburg 68 kg P; in Bild 35 sind sie jeweils lediglich über eine Rasterzelle am Ort des Kläranlagenablaufes dargestellt (und daher nicht gut zu erkennen). In der Summe erfolgen in 2012 somit P-Emissionen von fast 0,7 durch die vier kommunalen Kläranlagen; dies entspricht fast 20 % aller urbanen P-Emissionen, der Anteil an den gesamten P-Emissionen im EZG Dümmer beträgt jedoch gut 4 %.

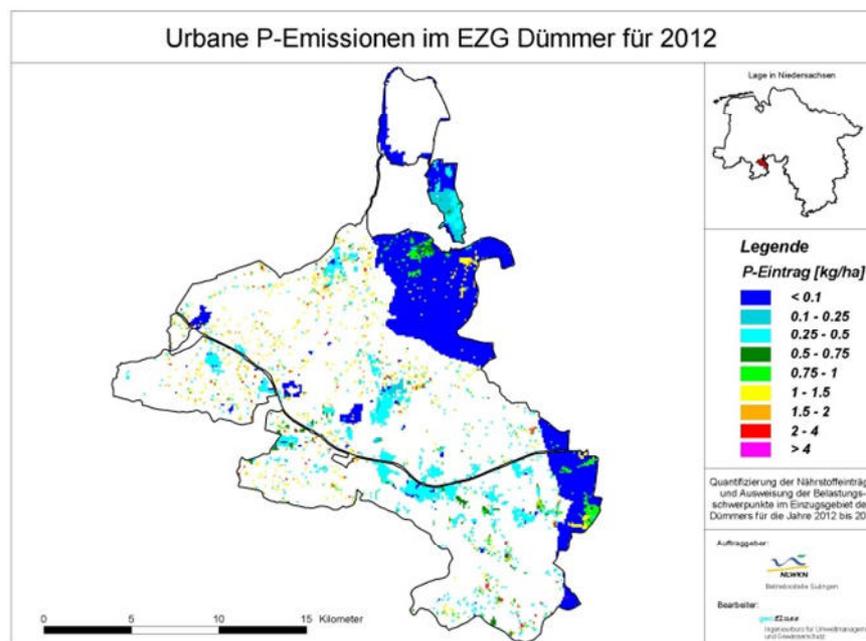


Bild 35: EZG Dümmer 2012: urbane P-Emissionen in [kg/ha]

Bild 36 zeigt die räumliche Verteilung der Summe der diffusen und punktuellen P-Emissionen im EZG Dümmer für 2012. Im Gegensatz zu der Darstellung der diffusen P-Emissionen in Bild 34 sind hier auch die punktuellen P-Emissionen berücksichtigt. Daher sind in Bild 36 weitere Bereiche (Ortslagen wie z.B. Bohmte, Hunteburg, Bad Essen, Dielingen, insbesondere aber die zahlreichen Kleinkläranlagen im EZG, vgl. Bild 35) mit hohen und lokal sogar sehr hohen P-Emissionen zu verzeichnen.

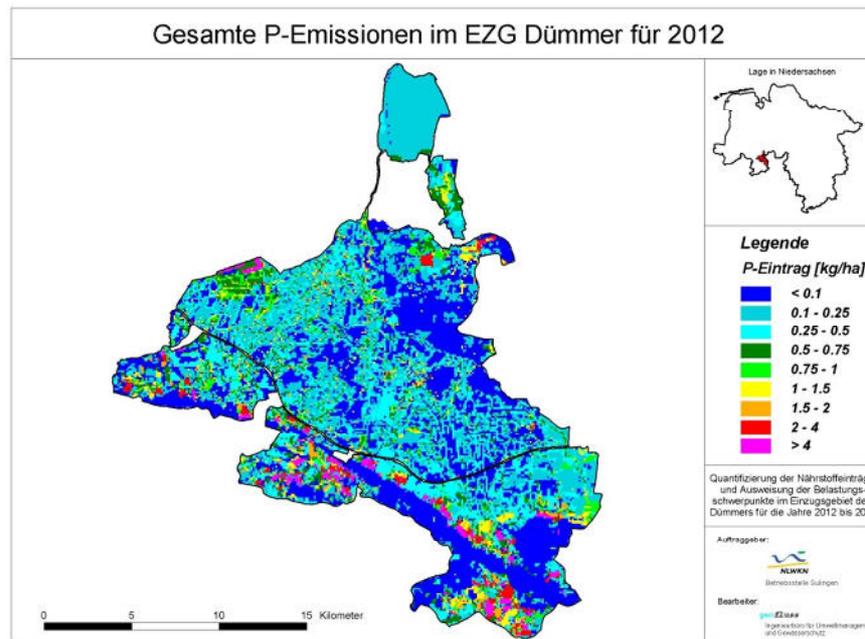


Bild 36: EZG Dümmer 2012: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha]

#### 3.4.1.1 P-Belastungen 2012: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen

Nachdem bei der oben vorgestellten aggregierten Bewertung der P-Belastungen im EZG Dümmer bei den mittleren Bedingungen in 2016 fast im gesamten EZG Dümmer deutlich erhöhte Werte ermittelt wurden (vgl. Kap. 3.3.1.1), werden nachfolgend die P-Belastungen für das Jahr 2012 mit sehr geringen Abflussmengen bewertet. Dies erfolgt wiederum aggregiert für die P-Emissionen, die P-Immissionen sowie für die Überhöhung der P-Konzentrationen bzw. der P-Immissionen. Die Details zu den Bewertungsgrundlagen sind Kap. 3.3.1.1 zu entnehmen.

#### Aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für 2012

Bild 37 zeigt die aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für das sehr abflussarme Jahr 2012. Erwartungsgemäß liegen die aggregiert bewerteten P-Emissionen in 2012 recht deutlich unter denen bei mittleren Bedingungen. Dennoch ist in Bild 37 gut erkennen, dass selbst bei den sehr geringen Abflüssen in 2012 verbreitet zumindest deutlich erhöhte P-Emissionen von über 0,35 kg/ha („gelb“ in Bild 37), in relevanten Gebietsanteilen aber auch hohe bis sehr hohe P-Emissionen auftreten.

Die höchsten P-Emissionen sind erwartungsgemäß im BG Venner Moorkanal zu verzeichnen (BG 2 und TEZG 29); sie liegen im Gebietsmittel über 2,1 kg/ha. Verursacht werden sie überwiegend durch die landwirtschaftliche Nutzung der ehemaligen Mooregebiete in diesem Bereich. Die Bewertung der Bilanzgebiete in Bild 37 (links) zeigt, dass weitere Hauptbelastungsquellen auch in 2012 in BG 5 (Lecker Mühlenbach) und BG 7 (Falkenburg, Oberlauf der Hunte) liegen; die von hier resultierenden P-Emissionen liegen im Gebietsmittel bei etwa 1,2 bzw. 0,8 kg/ha. Der Haupteintragspfad in diesen Bilanzgebieten ist jeweils die Erosion.

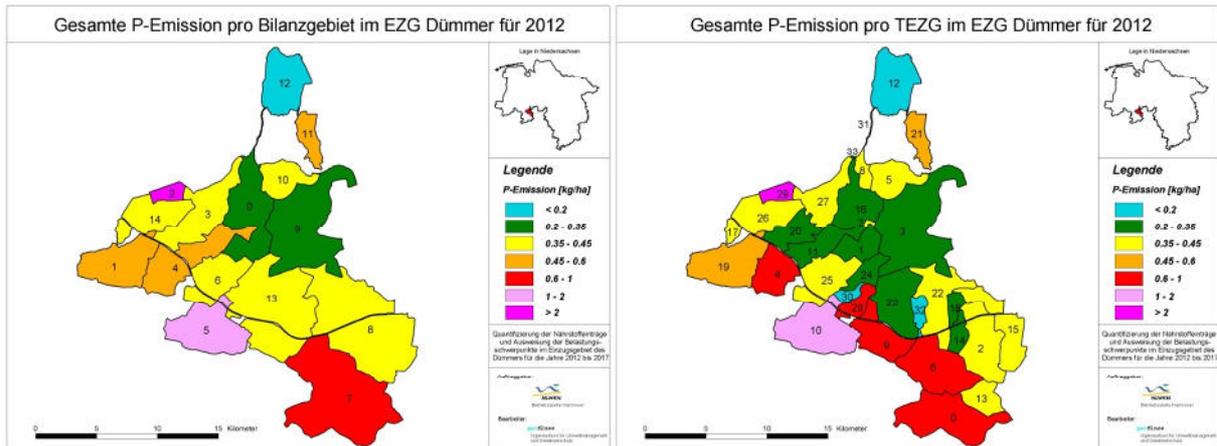


Bild 37: P-Emissionen 2012 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Die Bewertung der TEZG in Bild 37 (rechts) zeigt, dass die P-Emissionen z.B. im BG 7 räumlich uneinheitlich sind: am höchsten sind sie im TEZG 6 (über 0,9 kg/ha), dicht gefolgt vom TEZG 0 mit 0,84 kg/a, im östlich gelegenen TEZG 13 sind sie hingegen mit gut 0,4 kg/ha erheblich geringer. Auch für das BG 13 gilt, dass die erhöhte räumliche Auflösung der TEZG in Bild 37 (links) eine differenziertere Bewertung zulässt: während in den TEZG 9 und 28 mit 0,6 bzw. 0,7 kg/ha hohe P-Emissionen zu verzeichnen sind, betragen sie in den TEZG 23 und 24 nur etwa 0,3 kg/ha. In den TEZG 30 und 32 sind die P-Emissionen dagegen mit unter 0,2 kg/ha gering. Im BG 4 ist das oben gelegene TEZG 4 mit mehr als 0,6 kg/ha hoch belastet, das unterhalb gelegene TEZG 11 dagegen mit 0,3 kg/ha vergleichsweise gering belastet. Festzuhalten bleibt, dass selbst bei sehr geringen Abflüssen wie in 2012 in einem recht großen Gebietsanteil des EZG Dümmer erhöhte P-Emissionen von über 0,35 kg/ha auftreten. Südlich des Mittellandkanals liegen die P-Emissionen verbreitet über 0,6 kg/ha, im TEZG Venner Moorkanal sogar über 2,1 kg/ha.

**Aggregierte Bewertung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2012**

Bild 38 (links) zeigt die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Immissionen für 2012 auf Ebene der Bilanzgebiete, in Bild 38 (rechts) sind die entsprechenden Ergebnisse auf Ebene der Teileinzugsgebiete dargestellt.

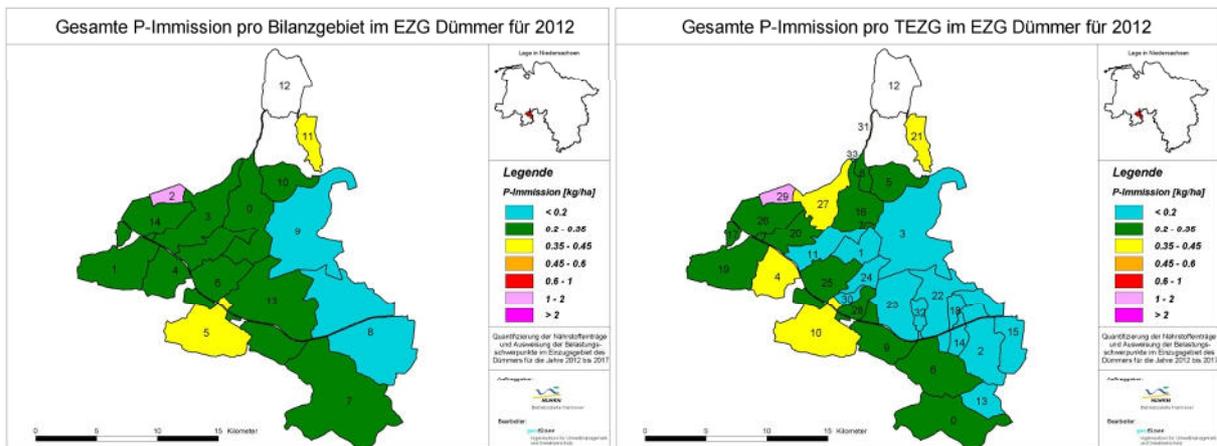


Bild 38: P-Immissionen 2012: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Ein Vergleich mit den entsprechenden Ergebnissen für die mittleren Bedingungen in 2016 (vgl. Bild 24 und Bild 25) zeigt für 2012 erheblich geringere P-Immissionen. Während in 2016 weite Bereiche des EZG Dümmer P-Immissionen von häufig (deutlich) über 0,35 kg/ha aufweisen, sind bei den sehr geringen Abflüsse in 2012 nur noch 3 BG bzw. 5 TEZG mit derart hohen P-Immissionen zu verzeichnen. Sehr hohe P-Immissionen von über 1 kg/ha treten in 2012 nur noch im TEZG 29 (entspricht BG 2, Venner Moorkanal) auf. In den meisten BG sind in 2012 P-Immissionen zwischen 0,2 und 0,35 kg/ha („grün“ in Bild 38, links) zu verzeichnen, im östlichen EZG treten sogar in relevanten Gebietseinheiten vergleichsweise geringe P-Immissionen unter 0,2 kg/ha („hellblau“ in Bild 38, links) auf. Bei Betrachtung der TEZG Bild 38 (rechts) nimmt dieser Anteil mit eher geringen P-Immissionen von unter 0,2 kg/ha („hellblau“) noch zu.

### Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2012

Die im Vergleich zu 2016 insgesamt eher geringen P-Immissionen in 2012 sollten jedoch nicht fehlinterpretiert werden.

Wie Bild 39 zeigt, sind die P-Konzentrationen in den TEZG in 2012 fast überall höher als der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l. Vor allem südlich des MLK, im Gebiet Elze sowie in den TEZG Reiniger Graben und Marler Graben liegen die ermittelten P-Konzentrationen auch bei den eher geringen P-Immissionen in 2012 immer noch zumindest um den Faktor 2 zu hoch. In den TEZG 4 und 21 beträgt diese Überhöhung sogar den Faktor 3, im TEZG Venner Moorkanal liegt der Faktor bei 13. Lediglich in den „hellblau“ gekennzeichneten TEZG 14, 18, 30 und 32 wird der Zielwert unterschritten. Nur sehr geringfügig überschritten wird der Zielwert von 0,05 mg/l in den TEZG 2, 13, 15 und 22 und 24; die Überhöhung liegt hier unterhalb des Faktors 1,2.

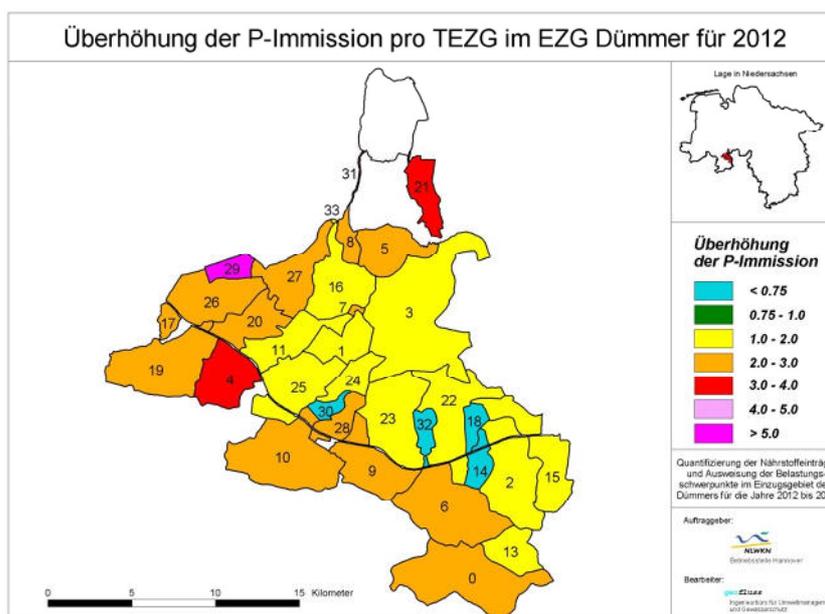


Bild 39: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2012 pro Teileinzugsgebiet; keine P-Abschläge berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass selbst im abflussärmsten Jahr nach der Umleitung des Bornbaches im Jahre 2009 mit seinen vergleichsweise geringen P-Frachten der

Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l in weiten Bereichen des EZG Dümmer überschritten wird.

#### 3.4.1.2 P-Belastungen 2012: abschließende Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen

Das Jahr 2012 weist die geringsten Abflüsse am Pegel Schäferhof seit der Bornbachumleitung im Jahr 2009 auf. Erwartungsgemäß ist auch die vom NLWKN ermittelte P-Fracht am Pegel Schäferhof für 2012 mit 8,2 t gering. Mit dem LUH-Bilanzmodell konnte für 2012 eine P-Fracht am Pegel Schäferhof von 8,1 t bilanziert werden. Demnach unterschätzt das LUH-Bilanzmodell die P-Fracht in 2012 sehr geringfügig, die Abweichung zu der Referenzfracht beträgt lediglich knapp -1 %. Diese sehr geringe Abweichung der **Modellergebnisse für den Pegel Schäferhof ist mit „sehr gut“ zu bewerten** (hinsichtlich der Bewertungskriterien vgl. Kap. 3.2).

Wie in Kap. 3.1.1 dargelegt, **bildet das LUH-Bilanzmodell zudem die Wasserbilanz für die sehr geringen Abflüsse in 2012 ebenfalls hervorragend** ab. Da das Wasser als Transportmedium für Phosphor maßgeblich das Eintragsverhalten bestimmt, ist eine zuverlässig abgebildete Wasserbilanz auf Einzugsgebietsebene eine wesentliche Voraussetzung für die nachfolgende Ermittlung der diffusen Phosphoreinträge.

Die mit dem LUH-Bilanzmodell für die verschiedenen P-Eintragspfade erzielten Ergebnisse für das EZG Dümmer und die sehr geringen Abflüsse im Jahr 2012 zeigen Folgendes (vgl. Kap. 3.4.1):

- die diffusen P-Emissionen dominieren mit 13,3 t und einem Anteil von 79 % aller P-Emissionen das Eintragsgeschehen im EZG Dümmer,
- über die punktuellen Eintragspfade resultieren P-Emissionen von 3,5 t (21 % aller P-Emissionen),
- die diffusen Haupteintragspfade sind Erosion (7,6 t, gut 45 % aller P-Emissionen), und Abschwemmung (2,9 t, 17 % aller P-Emissionen); zudem wurden für 2012 P-Emissionen von 1,7 t über Kleinkläranlagen bilanziert (10 % aller P-Emissionen),
- über diese drei Haupteintragspfade erfolgen gemäß der Modellergebnisse demnach in 2012 im EZG Dümmer P-Emissionen von 12,2 t, was über 72 % aller P-Emissionen entspricht.

Allerdings sollten die im Vergleich zu 2016 insgesamt eher geringen P-Belastungen in 2012 nicht fehlinterpretiert werden.

Bild 39 in Kap. 3.4.1.1 zeigt das Ergebnis der Bewertung der Überhöhung der P-Immissionen auf Ebene der TEZG (die Grundlage für diese Bewertung stellt der Zielwert für den Dümmer für P von 0,05 mg/l dar, vgl. Kap. 3.4.1.1). **Demnach sind selbst bei den geringen P-Immissionen in 2012 die P-Konzentrationen in den TEZG fast überall höher als der Zielwert für den Dümmer von 0,05 mg/l.** Vor allem südlich des MLK, im Gebiet Elze sowie in den TEZG Reiniger Graben und Marler Graben liegen die ermittelten P-Konzentrationen auch bei den geringen P-Immissionen in 2012 immer noch zumindest um den Faktor 2 zu hoch. In den TEZG 4 und 21 beträgt diese Überhöhung sogar den Faktor 3, im TEZG Venner Moorkanal liegt der Faktor bei 13. Lediglich in den TEZG 14, 18, 30 und 32 wird der Zielwert unterschritten und somit eingehalten.

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass selbst im Jahr 2012 - dem abflussärmsten Jahr nach der Umleitung des Bornbaches im Jahre 2009 - die P-Fracht in den Dümmer viel zu hoch ist.

### 3.4.2 2013: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen

Nachfolgend werden die mit dem LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse für das abflussarme Jahr 2013 vorgestellt und mit den mittleren Ergebnissen des Jahres 2016 verglichen.

Das Jahr 2013 weist lediglich einen Abfluss von 1,65 m<sup>3</sup>/s am Pegel Schäferhof auf; dies entspricht 65,3 % des mittleren Abflusses in 2016.

Folglich sind in 2013 auch deutlich geringere P-Emissionen als in 2016 zu verzeichnen. Insgesamt wurden mit dem LUH-Bilanzmodell für 2013 P-Emissionen von 18,3 t bilanziert, davon 14,7 t (80,8 %) diffuse P-Emissionen (vgl. Tabelle 16). Haupteintragspfad mit 7,8 t P (42,6 % aller P-Emissionen) ist auch in 2013 der Pfad Erosion (vgl. Bild 40). Im Vergleich zu 2016 sind die erosiven P-Emissionen in 2013 um 2,5 t geringer. Hauptgrund hierfür ist erneut - wie bereits in 2012 - der in 2013 im Vergleich zu 2016 erheblich geringere Flächenanteil von schlecht bodendeckenden Fruchtarten (wie z.B. Mais) in den Haupterosionsgebieten BG 7 und BG 1 (Oberlauf der Hunte bis zum Pegel Falkenburg sowie Oberlauf des Lecker Mühlbachs bis zum Pegel Venne). Dieser Flächenanteil ist in 2013 sogar noch geringer als in 2012, weshalb die erosiven P-Emissionen in 2013 trotz des deutlich höheren Abflusses in 2013 im Vergleich zu 2012 nur geringfügig höher sind (7,8 statt 7,6 t/a). Der zweitwichtigste diffuse P-Eintragspfad in 2013 ist die Abschwemmung mit 3,2 t, was über 17 % der gesamten P-Emissionen des Jahres entspricht. Den drittwichtigsten Eintragspfad in 2013 stellen die P-Emissionen über Dränagen dar (1,9 t, über 10 % aller P-Emissionen).

Somit verursachen diese drei wichtigsten Eintragspfade P-Emissionen in 2013 in der Summe 12,8 t und somit über 70 % aller P-Emissionen in 2013. Die Eintragssumme dieser drei Pfade liegt in 2016 bei 19,1 t und somit um etwa 6,3 t höher als in 2013, ihr Anteil an den gesamten P-Emissionen beträgt in 2016 fast 72 %.

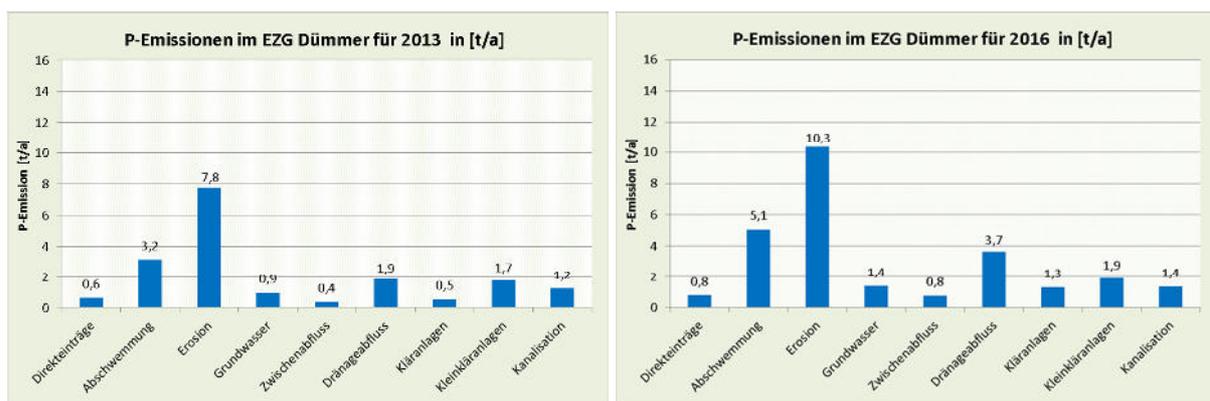


Bild 40: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2013 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof

Tabelle 16: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2013 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer				
Eintragspfad	2013		2016	
	P [t/a]	P [%]	P [t/a]	P [%]
Direkteinträge	0,6	3,5	0,8	3,0
Abschwemmung	3,2	17,3	5,1	19,0
Erosion	7,8	42,6	10,3	38,8
Grundwasser	0,9	5,2	1,4	5,3
Zwischenabfluss	0,4	2,0	0,8	2,9
Dränageabfluss	1,9	10,2	3,7	13,7
Kläranlagen	0,5	2,9	1,3	5,0
Kleinkläranlagen	1,7	9,6	1,9	7,1
Urbane Einträge	1,2	6,8	1,4	5,2
Summe diffus	14,7	80,8	22,0	82,7
Summe punktuell	3,5	19,2	4,6	17,3
Summe	18,3	100,0	26,6	100,0

Die Darstellungen zur räumlichen Verteilung der P-Emissionen für die verschiedenen Eintragspfade im EZG Dümmer für 2013 sind Bild A 1 bis Bild A 9 im Anhang zu entnehmen.

#### 3.4.2.1 P-Belastungen 2013: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Emissionen und der P-Immissionen für das Jahr 2013 auf Ebene der Bilanzgebiete und der Teileinzugsgebiete sowie die Ergebnisse der Bewertung der Überhöhung auf Ebene der TEZG vorgestellt. Die Details zu den Bewertungsgrundlagen sind Kap. 3.3.1.1 zu entnehmen.

#### Aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für 2013

In Bild 41 ist das Ergebnis der aggregierten Bewertung der P-Emission auf Ebene der Bilanz- und Teileinzugsgebiete dargestellt. Demnach zeigen sich bei den geringen Abflüssen in 2013 auf Ebene der TEZG in fast 50 % der Fläche des Einzugsgebietes zumindest deutlich erhöhte P-Emissionen von über 0,45 kg/ha. In fast einem Viertel des EZG liegen die P-Emissionen sogar über 0,6 kg/ha. Die höchsten P-Emissionen werden in 2013 aus dem TEZG 29 (Venner Moorkanal) mit im Mittel gut 2,5 kg/ha und dem TEZG 10 (Lecker Mühlentbach) mit etwa 1,35 kg/ha ermittelt (vgl. Bild 41).

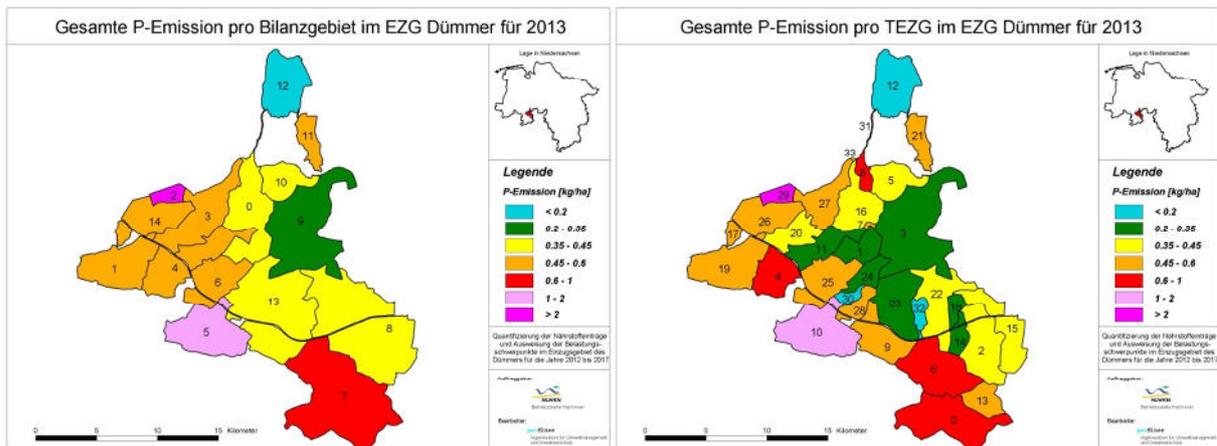


Bild 41: P-Emissionen 2013 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

**Aggregierte Bewertung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2013**

Die aggregierte Bewertung der P-Immissionen ergibt auf Ebene der TEZG für das abflussarme Jahr 2013 für fast ein Drittel des EZG deutlich erhöhte Werte von über 0,35 kg/ha (vgl. Bild 42, rechts). Hohe P-Immissionen von > 0,45 kg/ha treten in den TEZG 10 (Lecker Mühlenbach) und 27 (Elze zwischen Venner Bruchkanal und Pegel Lehmkuhlen) auf, sehr hohe P-Immissionen sind in 2013 im TEZG 29 (Venner Moorkanal) zu verzeichnen; sie liegen hier bei fast 2 kg/ha (vgl. Bild 42).

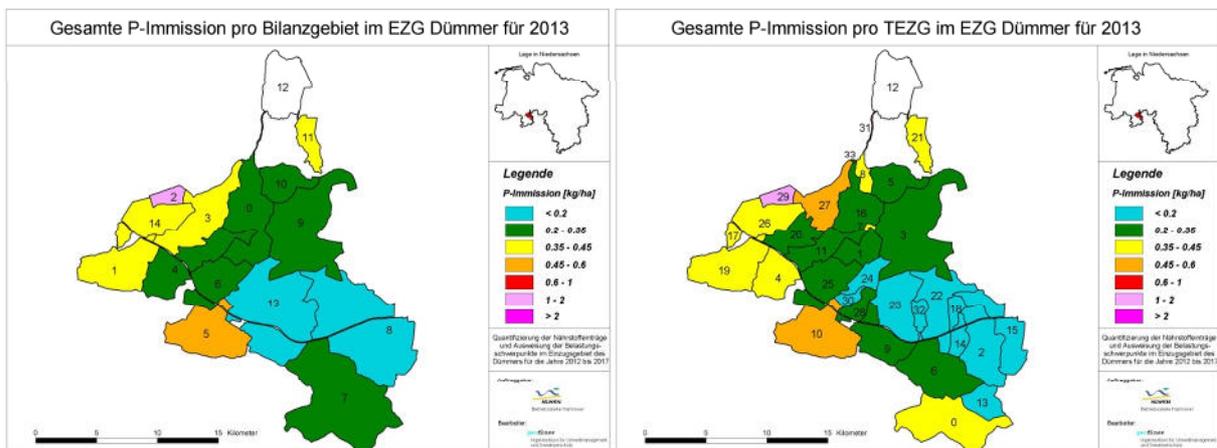


Bild 42: P-Immissionen 2013 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

**Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2013**

Trotz der im Vergleich zu den mittleren P-Immissionen in 2016 eher geringen P-Immissionen in 2013 wird der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l fast im gesamten EZG des Dümmer überschritten (vgl. Bild 43).

Vor allem in einigen TEZG südlich des MLK und im Gebiet Elze sowie in dem TEZG Marler Graben liegen die ermittelten P-Konzentrationen auch bei den eher geringen P-Immissionen in 2013 zumindest um den Faktor 3 zu hoch (betroffen sind die TEZG 0, 4, 7, 8, 10, 17, 19, 21, 26, 27, 29 und 31), im TEZG 29 (Venner Moorkanal) liegt der Faktor bei sogar bei fast 16 (vgl. Bild 43). Lediglich in den beiden „hellblau“ und den beiden „grün“ gekennzeichneten

TEZG (vgl. Bild 43) wird der Zielwert unterschritten. Nur sehr geringfügig überschritten wird der Zielwert von 0,05 mg/l in den TEZG 2, und 22; die Überhöhung liegt hier unterhalb des Faktors 1,2.

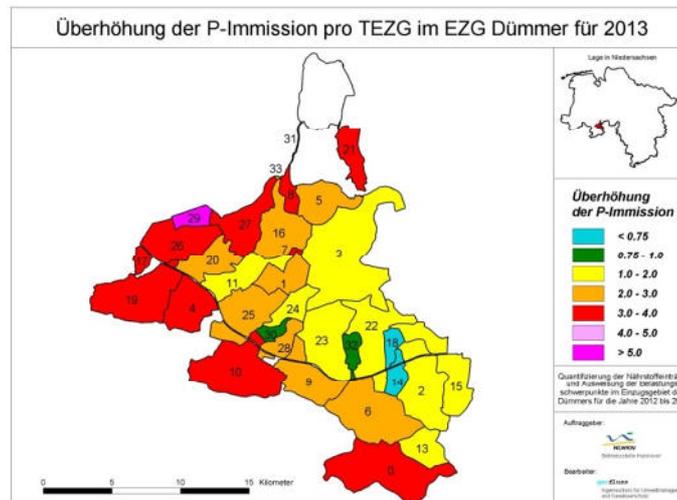


Bild 43: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2013 pro Teileinzugsgebiet; keine P-Abschläge berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass in dem abflussarmen Jahr 2013 mit seinen vergleichsweise geringen P-Frachten der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l in weiten Bereichen des EZG Dümmer überschritten wird.

### 3.4.3 2014: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen

In diesem Kapitel werden die mit dem LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse für das Jahr 2014 vorgestellt und mit den mittleren Ergebnissen des Jahres 2016 verglichen.

Das Jahr 2014 weist mit einem Abfluss von 2,10 m<sup>3</sup>/s am Pegel Schäferhof (83,1 % vom mittleren Abfluss in 2016) einen leicht unterdurchschnittlichen Abfluss auf.

Für 2014 wurden mit dem LUH-Bilanzmodell erwartungsgemäß geringere P-Emissionen als bei den mittleren Bedingungen in 2016 bilanziert. Die Summe der P-Emissionen liegt in 2014 gemäß der Modellergebnisse bei 21,2 t, davon 17,5 t (82,4 %) diffuse P-Emissionen (vgl. Bild 44 und Tabelle 17). Haupteintragspfad mit 8,2 t P (38,7 % aller P-Emissionen) ist auch in 2014 der Pfad Erosion. Im Vergleich zu 2016 sind die erosiven P-Emissionen in 2013 um 2,1 t geringer. Hauptgrund hierfür ist erneut - wie bereits in 2012 und 2013 - der in 2014 im Vergleich zu 2016 erheblich geringere Flächenanteil von schlecht bodendeckenden Fruchtarten (wie z.B. Mais) in den Haupterosionsgebieten BG 7 (Oberlauf der Hunte bis zum Pegel Falkenburg) und BG 1 (Oberlauf des Lecker Mühlenbachs bis zum Pegel Venne).

Der zweitwichtigste diffuse P-Eintragspfad ist auch in 2014 die Abschwemmung mit 3,8 t, was knapp 18 % der gesamten P-Emissionen des Jahres entspricht. Den dritt wichtigsten Eintragspfad in 2014 stellen die P-Emissionen über Dränagen dar: aufgrund des doch recht deutlich höheren Abflusses als in 2012 und 2013 werden für 2014 P-Emissionen von 2,8 t (über 13 % aller P-Emissionen) über diesen Pfad - und somit erheblich mehr als in den beiden sehr abflussarmen Jahren - bilanziert.

Insgesamt verursachen diese drei wichtigsten Eintragspfade im Jahr 2014 P-Emissionen von 14,8 t und somit etwa 70 % aller P-Emissionen in 2014.

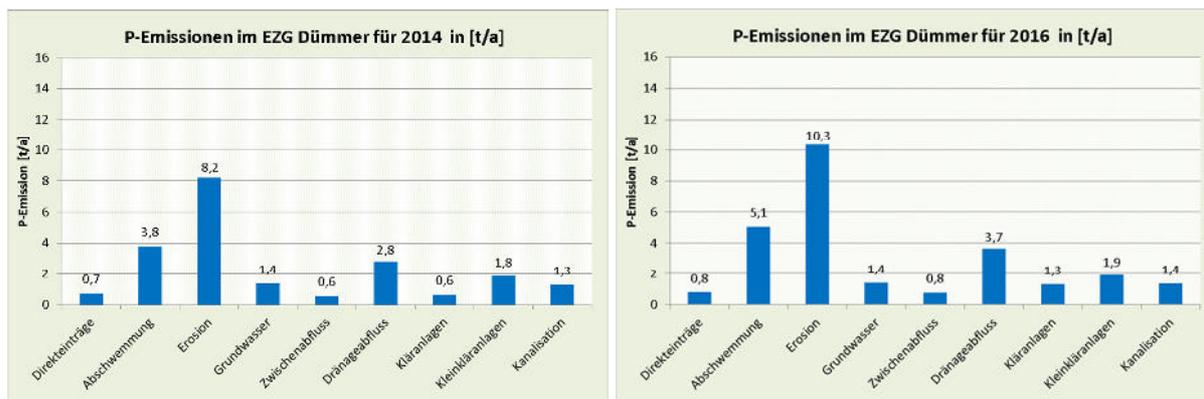


Bild 44: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2014 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof

Tabelle 17: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2014 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer				
Eintragspfad	2014		2016	
	P [t/a]	P [%]	P [t/a]	P [%]
Direkteinträge	0,7	3,4	0,8	3,0
Abschwemmung	3,8	17,9	5,1	19,0
Erosion	8,2	38,7	10,3	38,8
Grundwasser	1,4	6,5	1,4	5,3
Zwischenabfluss	0,6	2,6	0,8	2,9
Dränageabfluss	2,8	13,3	3,7	13,7
Kläranlagen	0,6	3,0	1,3	5,0
Kleinkläranlagen	1,8	8,6	1,9	7,1
Urbane Einträge	1,3	6,0	1,4	5,2
Summe diffus	17,5	82,4	22,0	82,7
Summe punktuell	3,7	17,6	4,6	17,3
Summe	21,2	100,0	26,6	100,0

Die Darstellungen zur räumlichen Verteilung der P-Emissionen für die verschiedenen Eintragspfade im EZG Dümmer für 2014 sind Bild A 10 bis Bild A 18 im Anhang zu entnehmen.

### 3.4.3.1 P-Belastungen 2014: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Emissionen und der P-Immissionen für das Jahr 2014 auf Ebene der Bilanzgebiete und der Teileinzugsgebiete sowie die Ergebnisse der Bewertung der Überhöhung auf Ebene der TEZG vorgestellt. Die Details zu den Bewertungsgrundlagen sind Kap. 3.3.1.1 zu entnehmen.

#### Aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für 2014

Die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Emissionen auf Ebene der Bilanzgebiete sowie der Teileinzugsgebiete von 2014 sind Bild 45 zu entnehmen. Dabei sind bei den leicht

unterdurchschnittlichen Abflüssen in 2014 auf Ebene der TEZG in fast 64 % der Fläche des Einzugsgebietes zumindest deutlich erhöhte P-Emissionen von über 0,45 kg/ha zu verzeichnen. In gut 40 % des EZG liegen dabei die P-Emissionen sogar über 0,6 kg/ha. Die höchsten P-Emissionen resultieren in 2014 aus dem TEZG 29 (Venner Moorkanal) mit über 3,5 kg/ha sowie aus dem TEZG 0 (Oberlauf der Hunte bis zum Glanebach) mit fast 1,3 kg/ha, dem TEZG 10 (Lecker Mühlenbach) mit etwa 1,15 kg/ha sowie aus dem TEZG 6 (Hunte zwischen Glanebach und Pegel Falkenburg) mit fast 1 kg/ha ermittelt (vgl. Bild 45).

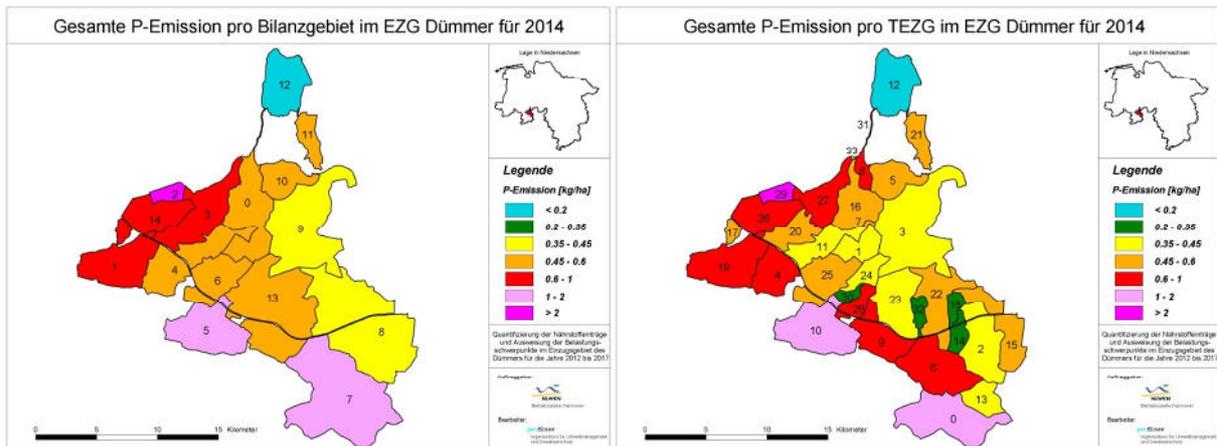


Bild 45: P-Emissionen 2014 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

### Aggregierte Bewertung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2014

Die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Immissionen zeigen Bild 46 und Bild 47 auf Ebene der Bilanz- und Teileinzugsgebiete. Zu beachten ist, dass bei der Darstellung in Bild 46 die diversen P-Abschläge im EZG bereits eingerechnet wurden (Daten hierzu in Tabelle 18; *Anmerkung dazu: für 2014 lagen keine Angaben zu Abschlägen vor. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde angenommen, dass in 2014 zwei Drittel der P-Abschläge von 2016 erfolgten*); Bild 47 zeigt dagegen die Verhältnisse, wenn es in 2014 **keine** P-Abschläge im EZG Dümmer gegeben hätte.

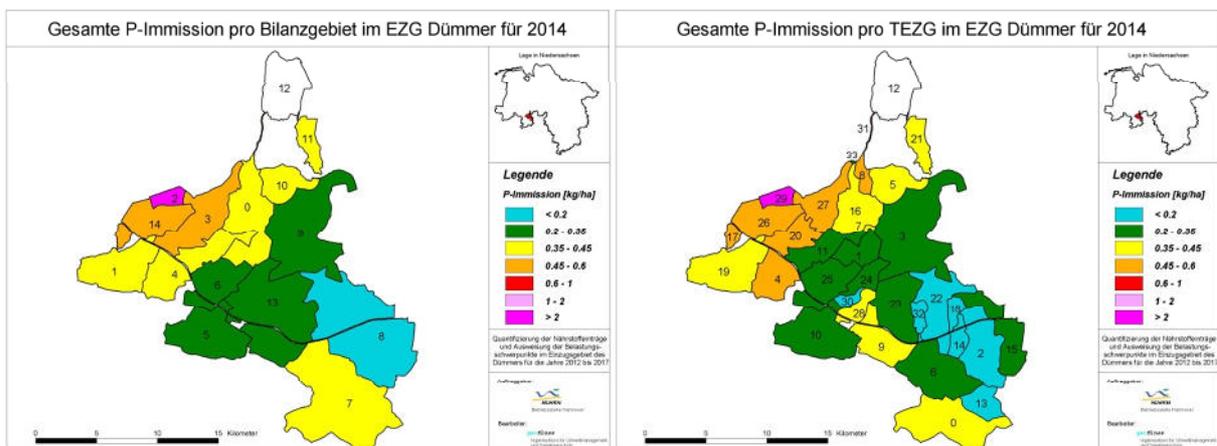


Bild 46: P-Immissionen 2014 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Tabelle 18: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschläge in den Mittellandkanal in 2014 (Annahme, dass in 2014 zwei Drittel der P-Abschläge von 2016 erfolgten)

BG-Nr.	Bilanzgebiet	Abschlag P [kg/a]
1	Venner Mühlenbach	200
5	Lecker Mühlenbach	467
7	Falkenburg	587
Summe:		1.254

Unter Berücksichtigung der P-Abschläge im EZG liegt der Hauptbelastungsschwerpunkt für P-Immissionen im EZG Dümmer auf Ebene der TEZG in 2014 im TEZG 29 (Venner Moorkanal) mit 2,9 kg/ha („violett“ in Bild 46, rechts). Hohe P-Immissionen zwischen 0,45 und 0,6 kg/ha weisen in 2014 auf Grundlage dieser Bewertung die folgenden Teileinzugsgebiete auf („orange“ in Bild 46, rechts, unter Berücksichtigung der P-Abschläge im EZG):

- TEZG 4 (Strothbach von der Quelle bis zum MLK),
- TEZG 8 (Hunte zwischen Elze und Pegel Schäferhof),
- TEZG 17 (Venner Bruchgraben von der Quelle bis zum MLK),
- TEZG 20 (Venner Mühlenbach von Pegel Venne bis Venner Bruchkanal),
- TEZG 26 (Venner Bruchkanal zwischen MLK und Venner MB),
- TEZG 27 (Elze von Venner Bruchkanal bis Pegel Lehmkuhlen) und
- TEZG 31 (Hunte zwischen Pegel Schäferhof und Dümmer)

Weitere Bilanzgebiete mit deutlich erhöhten P-Immissionen zwischen 0,35 und 0,45 kg/ha („gelb“ in Bild 46, rechts) sind in 2014 auf Grundlage dieser Bewertung die folgenden Teileinzugsgebiete (wiederum unter Berücksichtigung der P-Abschläge im EZG):

- TEZG 0 (Oberlauf der Hunte bis Glanebach),
- TEZG 5 (Reiniger Graben bis zum mobilen Probenehmer),
- TEZG 7 (Hunte zwischen Grenzkanal und Strothkanal),
- TEZG 9 (Westerbach/Wehrendorfer Mühlbach),
- TEZG 16 (Hunte zwischen Strothkanal und Elze),
- TEZG 19 (Venner Mühlenbach von der Quelle bis zum Pegel Venne),
- TEZG 21 (Marler Graben) und
- TEZG 28 (Hunte von Alte Hunte bis Lecker MB).

Unbedingt zu beachten bei der Interpretation von Bild 46 ist, dass hier die in 2014 angesetzten P-Abschläge in den MLK bereits bei der Darstellung der P-Immissionen berücksichtigt sind. Als Folge hiervon weisen die Teilgebiete, die oberhalb dieser Abschläge liegen, geringere mittlere P-Immissionen auf, als es den P-Emissionen in diesen Teilgebieten entspricht.

Wie sich die Verhältnisse für die P-Immissionen pro Teilgebiet darstellen, wenn es in 2014 **keine** P-Abschläge gegeben hätte, ist Bild 47 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass unter dieser Annahme das TEZG 10 (Lecker Mühlenbach bis zum Pegel Feldkamp) und das TEZG 0 (Oberlauf der Hunte bis Glanebach) zu den Teilgebieten mit den höchsten P-Immissionen gehören würden (Bild 47, rechts). Im TEZG 10 erhöhten sich unter dieser Annahme die mittleren P-Immissionen von 0,3 kg/ha (Stufe „grün“ in Bild 46, rechts) auf 0,47 kg/ha (Stufe „orange“ in Bild 47, rechts). In TEZG 0 würden sich ohne P-Abschläge P-Immissionen von

0,56 kg/ha (Stufe „orange“ in Bild 47, rechts) statt knapp unter 0,45 (Stufe „gelb“ in Bild 46, rechts) ergeben.

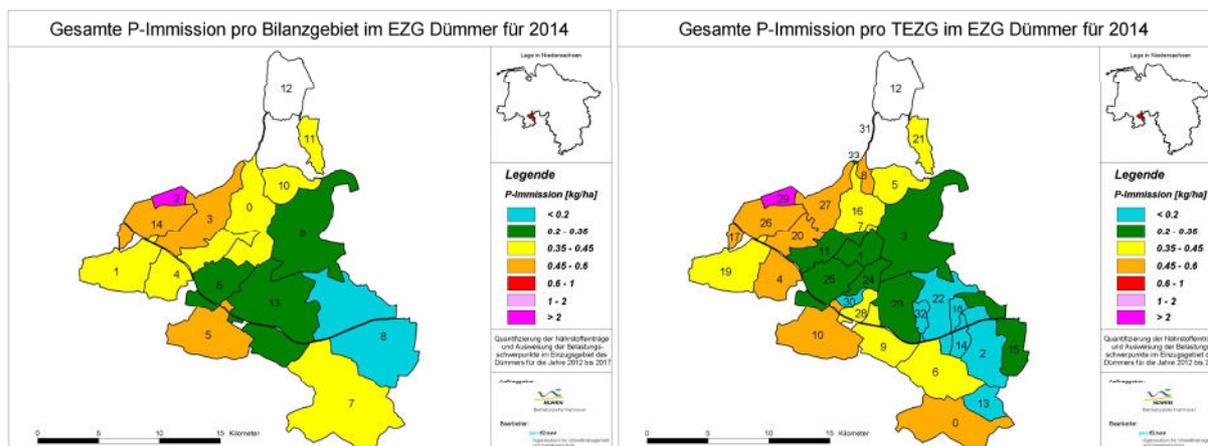


Bild 47: Potenzielle P-Immissionen 2014 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

### Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2014

Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l wird in 2014 fast im gesamten EZG des Dümmer überschritten (vgl. Bild 48).

Bleiben bei der Bewertung der Überhöhung der P-Immissionen die erfolgten P-Abschläge unberücksichtigt (vgl. Bild 48, rechts), ergibt sich folgendes Bild: vor allem im Gebiet Elze, in den meisten TEZG südlich des MLK sowie in den TEZG Marler Graben, Reiniger Graben und einigen Bereichen an der Hunte liegen die ermittelten P-Konzentrationen in 2014 zumindest um den Faktor 3 zu hoch (betroffen sind die TEZG 0, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 16, 17, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 29 und 31). Im TEZG 29 (Venner Moorkanal) liegt der Faktor der Überhöhung deutlich am Höchsten, er beträgt hier sogar fast 24 („violett“ in Bild 48, rechts). In den TEZG 0 (Hunteoberlauf bis zum Glanebach), 26 (Venner Bruchkanal zwischen MLK und Venner Mühlenbach) sowie 27 (Elze zwischen Venner Bruchkanal und Pegel Lehmkuhlen) weist der Faktor der Überhöhung Werte zwischen 4 und 5 auf („rosa“ in Bild 48, rechts), in den restlichen oben genannten TEZG liegt der Überhöhungsfaktor zwischen 3 und 4 („rot“ in Bild 48, rechts). In sechs weiteren TEZG (1, 3, 9, 11, 25 und 33) liegen die ermittelten P-Konzentrationen um den Faktor 2 bis 3 zu hoch („orange“ in Bild 48, rechts). Nur sehr geringfügig überschritten wird der Zielwert von 0,05 mg/l für die Bedingungen in 2014 in den TEZG 30 und 32; die Überhöhung liegt hier unterhalb des Faktors 1,2. Dagegen wird unter den Abflussbedingungen in 2014 immerhin in zwei TEZG (14 und 18) der Zielwert von 0,05 mg/l - wenn auch knapp - eingehalten.

Werden die in 2014 erfolgten P-Abschläge in den MLK (vgl. Tabelle 18) berücksichtigt, ergibt sich die Situation wie in Bild 48 (links) dargestellt. Durch die P-Abschläge verringert sich der Faktor der Überhöhung in den TEZG 0 (Hunteoberlauf bis Glanebach, jetzt „rot“ statt „rosa“, Faktor 3,7 statt 4,6), 6 (Hunte zwischen Glanebach und Pegel Falkenburg, jetzt „orange“ statt „rot“, Faktor 2,7 statt 3,3), 10 (Lecker Mühlenbach bis Pegel Feldkamp, jetzt „orange“ statt „rot“, Faktor 2,5 statt 3,8) und 19 (Venner Mühlenbach bis zum Pegel Venne, jetzt „orange“ statt „rot“, Faktor 2,9 statt 3,7). Diese Daten belegen, dass durch die P-Abschläge in den MLK die mittleren P-Konzentrationen in den betroffenen TEZG reduziert werden kön-

nen; allerdings reichen derartige P-Abschläge wie in 2014 nicht aus, um die Zielkonzentration von 0,05 mg/l zu erreichen. Hierfür sind weitergehende Maßnahmen erforderlich.

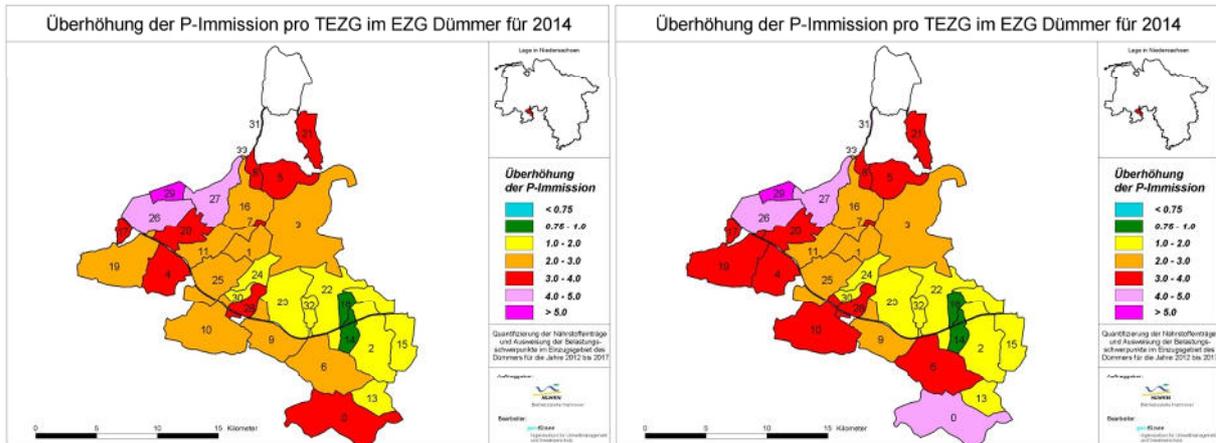


Bild 48: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2014 pro Teileinzugsgebiet.

Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass auch in dem Jahr 2014 mit unterdurchschnittlichen Abflussmengen der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l in weiten Bereichen des EZG Dümmer erheblich überschritten wird.

### 3.4.4 2017: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei geringen Abflüssen

Nachfolgend werden die mit dem LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse für das Jahr 2017 vorgestellt und mit den mittleren Ergebnissen des Jahres 2016 verglichen.

Das Jahr 2017 ist mit einem Abfluss von 1,80 m<sup>3</sup>/s am Pegel Schäferhof (71,2 % vom mittleren Abfluss in 2016) als abflussarm zu bezeichnen.

Insgesamt wurden mit dem LUH-Bilanzmodell für 2017 erwartungsgemäß geringere P-Emissionen als bei den mittleren Bedingungen in 2016 bilanziert. In der Summe liegen die ermittelten P-Emissionen für 2017 gemäß der Modellergebnisse bei 19,8 t. Hiervon entfallen, wie Bild 49 und Tabelle 19 zeigen, 16,0 t auf diffuse P-Emissionen (81 % aller P-Emissionen) und 3,8 t auf punktuelle P-Emissionen (19 % der gesamten P-Emissionen). Der Haupteintragspfad mit 8,0 t P (40,6 % aller P-Emissionen) ist auch in 2017 der Pfad Erosion. Im Vergleich zu 2016 sind die erosiven P-Emissionen in 2017 um 2,3 t geringer. Der zweitwichtigste diffuse P-Eintragspfad ist in 2017 erneut die Abschwemmung mit 3,6 t, was 18 % der gesamten P-Emissionen des Jahres entspricht. Den dritt wichtigsten Eintragspfad in 2017 stellen wiederum die P-Emissionen über Dränagen dar; sie liegen mit 2,2 t (11,2 % aller P-Emissionen) deutlich niedriger als unter den erheblich höheren Abflüssen in 2016, aber höher als in den besonders abflussarmen Jahren 2012 und 2013.

Insgesamt verursachen diese drei wichtigsten Eintragspfade im Jahr 2017 P-Emissionen von 13,8 t und somit fast 70 % aller P-Emissionen in 2017.

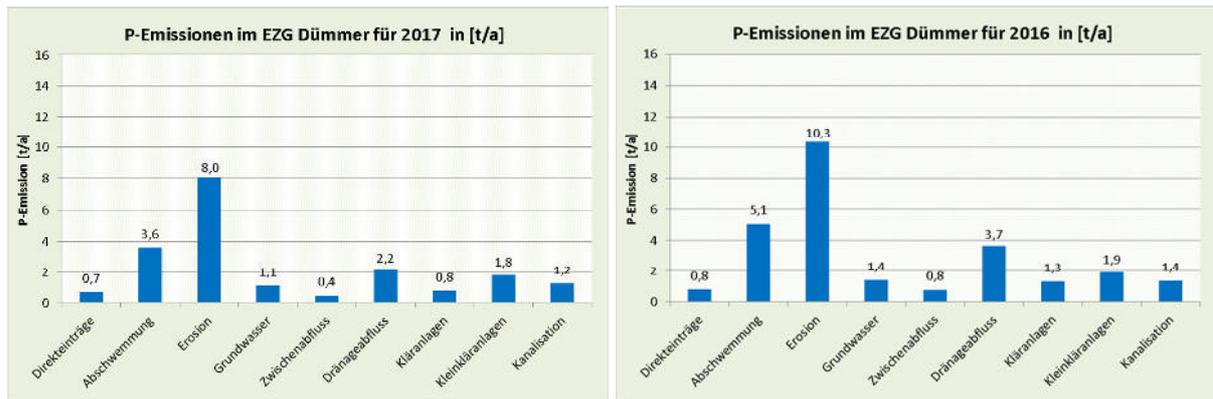


Bild 49: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2017 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof

Tabelle 19: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2017 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer				
Eintragspfad	2017		2016	
	P [t/a]	P [%]	P [t/a]	P [%]
Direkteinträge	0,7	3,4	0,8	3,0
Abschwemmung	3,6	18,0	5,1	19,0
Erosion	8,0	40,6	10,3	38,8
Grundwasser	1,1	5,5	1,4	5,3
Zwischenabfluss	0,4	2,3	0,8	2,9
Drainageabfluss	2,2	11,2	3,7	13,7
Kläranlagen	0,8	3,9	1,3	5,0
Kleinkläranlagen	1,8	9,0	1,9	7,1
Urbane Einträge	1,2	6,2	1,4	5,2
Summe diffus	16,0	81,0	22,0	82,7
Summe punktuell	3,8	19,0	4,6	17,3
Summe	19,8	100,0	26,6	100,0

Die Darstellungen zur räumlichen Verteilung der P-Emissionen für die verschiedenen Eintragspfade im EZG Dümmer für 2017 sind Bild A 19 bis Bild A 27 im Anhang zu entnehmen.

### 3.4.4.1 P-Belastungen 2017: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei sehr geringen Abflüssen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Emissionen und der P-Immissionen für das Jahr 2017 auf Ebene der Bilanzgebiete und der Teileinzugsgebiete sowie die Ergebnisse der Bewertung der Überhöhung auf Ebene der TEZG vorgestellt. Die Details zu den Bewertungsgrundlagen sind Kap. 3.3.1.1 zu entnehmen.

#### Aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für 2017

Die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Emissionen auf Ebene der Bilanzgebiete sowie der Teileinzugsgebiete von 2017 sind Bild 50 zu entnehmen. Auf Grundlage dieser Bewertung ergeben sich bei den geringen Abflüssen in 2017 auf Ebene der TEZG in fast 56 % der Fläche des Einzugsgebietes zumindest deutlich erhöhte P-Emissionen von über

0,45 kg/ha. In gut einem Viertel des EZG liegen dabei die P-Emissionen sogar über 0,6 kg/ha. Die höchsten P-Emissionen werden in 2017 aus dem TEZG 29 (Venner Moorkanal) mit fast 3,3 kg/ha sowie aus dem TEZG 0 (Oberlauf der Hunte bis zum Glanebach) mit fast 1,2 kg/ha, dem TEZG 10 (Lecker Mühlenbach) mit etwa 1,15 kg/ha sowie aus dem TEZG 6 (Hunte zwischen Glanebach und Pegel Falkenburg) mit über 1 kg/ha ermittelt (vgl. Bild 50).

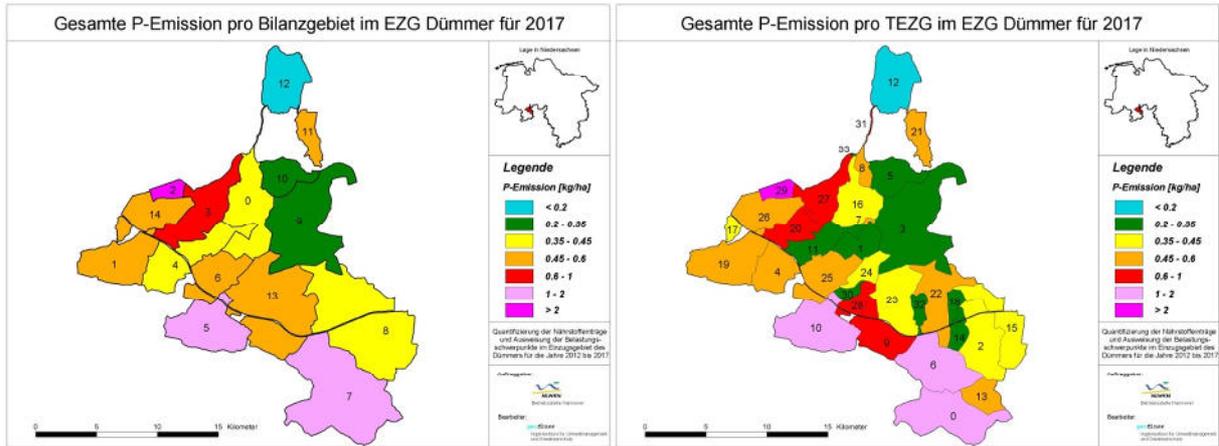


Bild 50: P-Emissionen 2017 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

### Aggregierte Bewertung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2017

Die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Immissionen zeigen Bild 51 und Bild 52 auf Ebene der Bilanz- und Teileinzugsgebiete. Bei der Darstellung in Bild 51 sind die diversen P-Abschläge in den MLK im EZG bereits eingerechnet (Daten hierzu in Tabelle 20); Bild 52 zeigt dagegen die Verhältnisse, wenn es in 2017 keine P-Abschläge im EZG Dümmer gegeben hätte.

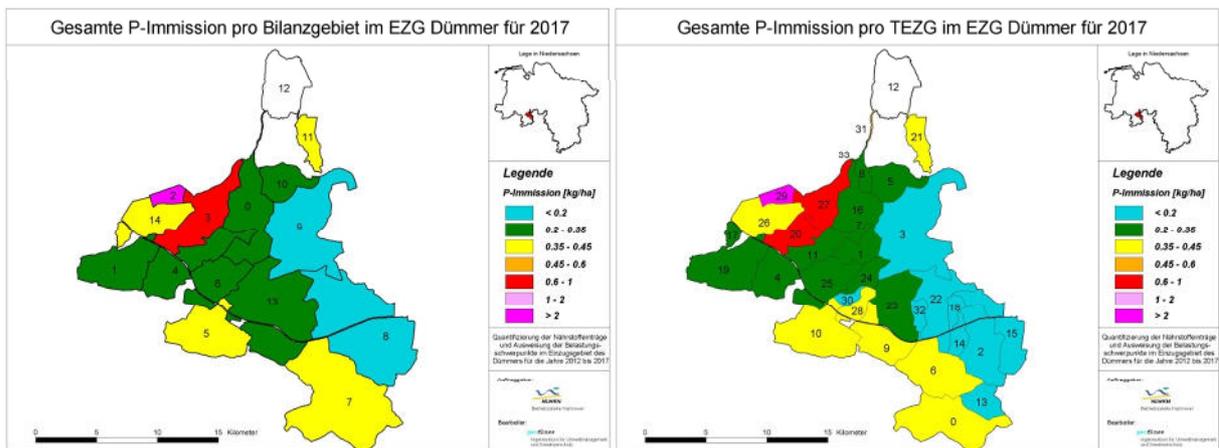


Bild 51: P-Immissionen 2017 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Tabelle 20: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschläge in den Mittellandkanal in 2017

BG-Nr.	Bilanzgebiet	Abschlag P [kg/a]
1	Venner Mühlenbach	128
5	Lecker Mühlenbach	83
7	Falkenburg	313
Summe:		524

Unter Berücksichtigung der P-Abschläge im EZG liegen die Hauptbelastungsschwerpunkte für P-Immissionen im EZG Dümmer auf Ebene der TEZG laut Bild 51 ausschließlich im Bereich Elze. Es handelt sich hierbei um TEZG 20 (Venner MB zwischen Pegel Venne und Venner Bruchkanal: fast 0,65 kg/ha), TEZG 27 (Elze zwischen Venner Bruchkanal und Pegel Lehmkuhlen: fast 0,8 kg/ha) sowie insbesondere TEZG 29 (Venner Moorkanal: fast 2,7 kg/ha). Weitere Bilanzgebiete mit erhöhten P-Immissionen zwischen 0,35 und 0,45 kg/ha sind in 2017 auf Grundlage dieser Bewertung die folgenden Teileinzugsgebiete („gelb“ in Bild 51, rechts):

- TEZG 0 (Oberlauf der Hunte bis Glanebach),
- TEZG 6 (Hunte zwischen Glanebach und Pegel Falkenburg),
- TEZG 9 (Westerbach/Wehrendorfer Mühlbach),
- TEZG 10 (Lecker Mühlenbach bis Pegel Feldkamp),
- TEZG 21 (Marler Graben),
- TEZG 26 (Venner Bruchkanal zwischen MLK und Venner MB) und
- TEZG 28 (Hunte von Alte Hunte bis Lecker MB).

Zu beachten bei der Interpretation von Bild 51 ist unbedingt, dass hier die in 2017 erfolgten P-Abschläge in den MLK bereits bei der Darstellung der P-Immissionen berücksichtigt sind. Als Folge hiervon weisen die Teilgebiete, die oberhalb dieser Abschläge liegen, geringere mittlere P-Immissionen auf, als es den P-Emissionen in diesen Teilgebieten entspricht.

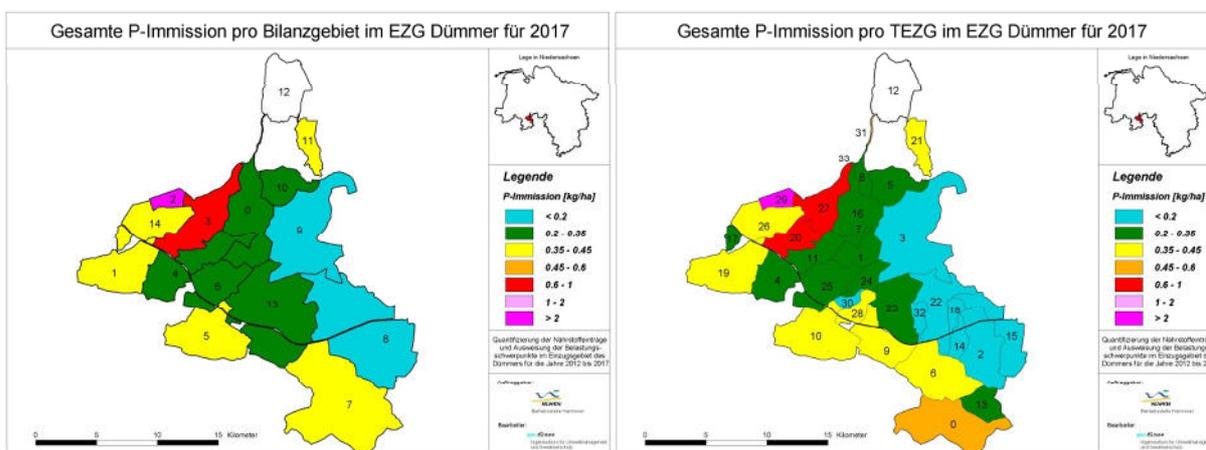


Bild 52: Potenzielle P-Immissionen 2017 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Wie sich die Verhältnisse für die P-Immissionen pro Teilgebiet darstellen, wenn es in 2017 **keine** P-Abschläge gegeben hätte, ist Bild 52 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass unter

dieser Annahme insbesondere das TEZG 0 (Oberlauf der Hunte bis Glanebach) zu den Teilgebieten mit den höchsten P-Immissionen gehören würden; es wäre dann der Stufe „orange“ statt der Stufe „gelb“ (mit Berücksichtigung der P-Abschläge) zuzuordnen (vgl. Bild 51, rechts sowie Bild 52, rechts). Darüber hinaus würde ohne Berücksichtigung der P-Abschläge das TEZG 19 (Venner Mühlenbach) in die Stufe „gelb“ statt in die Stufe „grün“ einzustufen sein (vgl. Bild 51, rechts sowie Bild 52, rechts).

**Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2017**

Wie Bild 53 zeigt, wird der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l fast im gesamten EZG des Dümmer in 2017 überschritten. Die höchsten Überschreitungen treten im Bereich Elze auf: im TEZG 29 (Venner Moorkanal) wird eine Überhöhung um den Faktor 21 ermittelt, in den TEZG 27 und 20 liegt sie bei 6,5 bzw. 5,2 (jeweils „violett“ in Bild 53). In „rot“ sind in Bild 53 (rechts) die TEZG dargestellt, die den Zielwert von 0,05 mg/l um den Faktor 3 bis 4 überschreiten. Dies sind folgende TEZG:

- TEZG 0 (Oberlauf der Hunte bis Glanebach),
- TEZG 6 (Hunte zwischen Glanebach und Pegel Falkenberg),
- TEZG 9 (Westerbach/Wehrendorfer Mühlbach),
- TEZG 10 (Lecker Mühlenbach bis zum Pegel Feldkamp),
- TEZG 19 (Venner Mühlenbach bis Pegel Venne; nur „rot“, wenn der P-Abschlag unberücksichtigt bleibt; durch den erfolgten P-Abschlag reduziert sich die Überhöhung auf den Faktor 2,6 und die Stufe „orange“, vgl. Bild 53, links),
- TEZG 21 (Marler Graben),
- TEZG 26 (Venner Bruchkanal zwischen MLK und Venner MB) und
- TEZG 28 (Hunte zwischen Alter Hunte und Lecker Mühlenbach).

In den TEZG 4, 7, 8, 16, 17, 24 und 25 liegt der Faktor der Überhöhung zwischen 2 und 3 („orange“ in Bild 53, rechts). Nur sehr geringfügig überschritten wird der Zielwert von 0,05 mg/l in dem TEZG 2; die Überhöhung liegt hier unterhalb des Faktors 1,2. Nur in den beiden „hellblau“ gekennzeichneten TEZG 14 und 18 wird der Zielwert von 0,05 mg/l unterschritten.

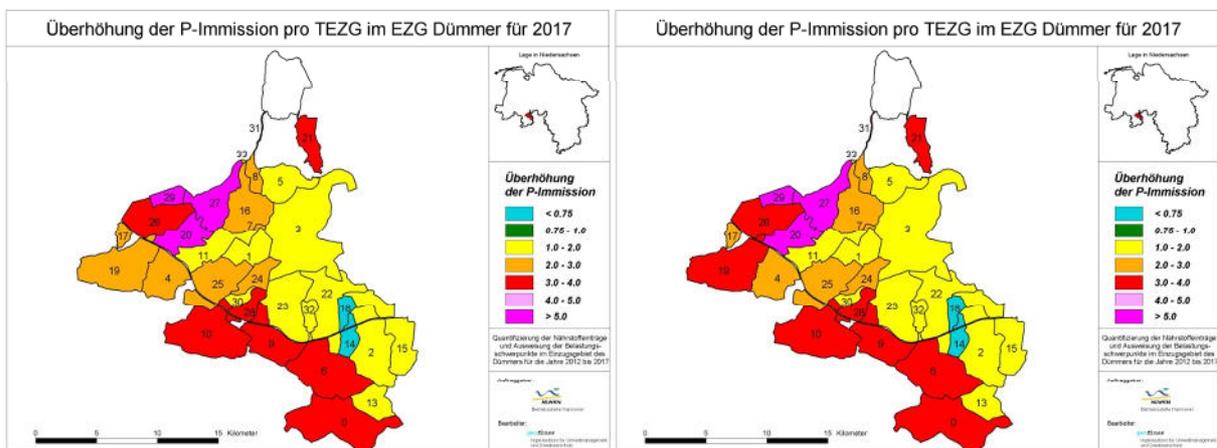


Bild 53: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2017 pro Teileinzugsgebiet. Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass in dem abflussarmen Jahr 2017 mit seinen eher geringen P-Frachten der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l fast im gesamten EZG Dümmer überschritten wird.

### 3.5 Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei hohen Abflüssen (Jahr 2015)

In diesem Kapitel werden die mit LUH-Bilanzmodell erzielten Ergebnisse für das sehr abflussstarke Jahr 2015 vorgestellt. Begonnen wird dabei mit den ermittelten P-Emissionen über die einzelnen Eintragspfade. Anschließend erfolgt eine aggregierte Bewertung dieser Modellergebnisse auf den räumlichen Ebenen der Bilanzgebiete und der hydrologischen TEZG sowie als Belastung in kg/ha. Bewertet werden dabei jeweils die mit dem LUH-Bilanzmodell berechneten P-Emissionen sowie die unter Berücksichtigung der modellintern ermittelten Retention kalkulierten P-Immissionen für die genannten räumlichen Einheiten; hierbei wird auch auf den Einfluss der in 2015 in bestimmten Gewässern erfolgten P-Abschläge in den Mittellandkanal eingegangen. Abschließend erfolgt auf Ebene der Teileinzugsgebiete eine Bewertung der Überhöhung der P-Immissionen; die Grundlage für diese Bewertung stellt dabei der Zielwert für den Dümmer für P von 0,05 mg/l dar (Details zu den Bewertungsgrundlagen sind Kap. 3.3.1.1 zu entnehmen).

#### 3.5.1 2015: Phosphoremissionen im EZG Dümmer bei hohen Abflüssen

Das Jahr 2015 ist mit einem Abfluss von 3,44 m<sup>3</sup>/s am Pegel Schäferhof (136,2 % vom mittleren Abfluss in 2016) als abflussstark zu bezeichnen. Nachfolgend werden die mit dem LUH-Bilanzmodell für das abflussstarke Jahr 2015 erzielten Ergebnisse für die P-Emissionen vorgestellt und mit den mittleren Ergebnissen des Jahres 2016 verglichen.

In Bild 54 und Tabelle 21 sind die für 2015 pro Eintragspfad ermittelten P-Emissionen gemeinsam mit den entsprechenden Ergebnissen aus 2016 dargestellt. Gut zu erkennen ist dabei, dass die P-Emissionen in dem abflussstarken Jahr 2015 erwartungsgemäß deutlich höher liegen. Dies betrifft insbesondere die diffusen P-Emissionen, die in 2015 mit 31,8 t fast 10 t bzw. knapp 45 % höher liegen als in 2016. Besonders stark erhöht sind dabei in 2015 die P-Emissionen über die drei Haupteintragungspfade Erosion (15,2 t in 2015 statt 10,3 t in 2016, Zunahme knapp 50 %), Abschwemmung (8,3 t in 2015 statt 5,1 t in 2016, Zunahme um gut 60 %) sowie Drainageabfluss (4,8 t in 2015 statt 3,7 t in 2016, Zunahme um fast 30 %). In der Summe resultieren in 2015 P-Emissionen von etwa 28,2 t über diese drei Haupteintragungspfade, ihr Anteil an den diffusen P-Emissionen liegt somit bei fast 89 %, bezogen auf die gesamten P-Emissionen beträgt ihr Anteil knapp 77 %. Im Vergleich zu 2016 liegen die P-Emissionen der drei Haupteintragungspfade in 2015 um über 9 t bzw. fast 50 % höher. Bei den restlichen diffusen P-Eintragungspfaden zeigen sich in den beiden Jahren nur eher geringe Unterschiede. Dies gilt auch für die punktuellen P-Emissionen. Letztere werden für 2015 in der Summe mit 5,1 t bilanziert und liegen damit nur gut 10 % über dem Wert von 2016.

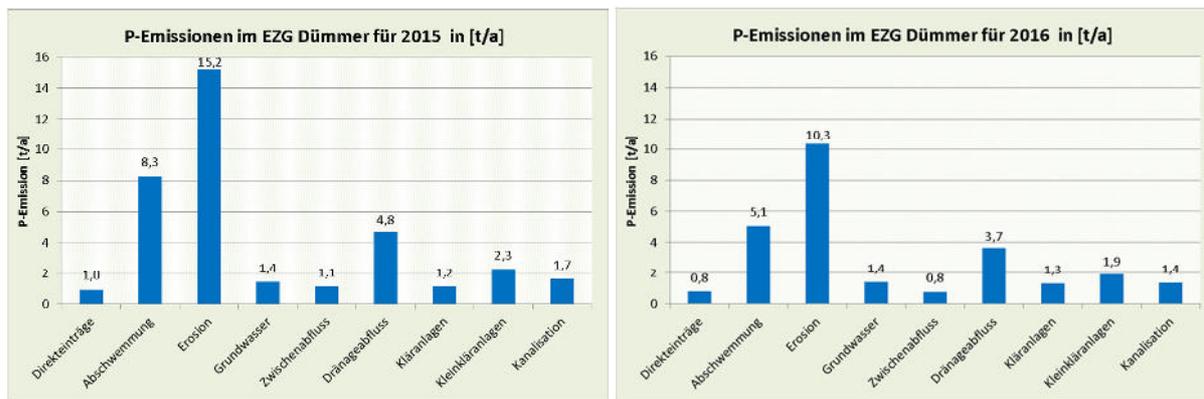


Bild 54: Pfaddifferenzierte P-Emissionen im EZG Dümmer in [t/a] für 2015 (links) und bei mittleren Bedingungen (2016, rechts), jeweils Bezug Auslasspegel Schäferhof

Tabelle 21: P-Emissionen nach Pfaden im EZG Dümmer in [t/a] für das Jahr 2015 und im Vergleich dazu bei mittleren Bedingungen (2016), Bezug Pegel Schäferhof

EZG Dümmer				
Eintragspfad	2015		2016	
	P [t/a]	P [%]	P [t/a]	P [%]
Direkteinträge	1,0	2,6	0,8	3,0
Abschwemmung	8,3	22,4	5,1	19,0
Erosion	15,2	41,2	10,3	38,8
Grundwasser	1,4	3,9	1,4	5,3
Zwischenabfluss	1,1	3,1	0,8	2,9
Dränageabfluss	4,8	12,9	3,7	13,7
Kläranlagen	1,2	3,1	1,3	5,0
Kleinkläranlagen	2,3	6,2	1,9	7,1
Urbane Einträge	1,7	4,5	1,4	5,2
Summe diffus	31,8	86,1	22,0	82,7
Summe punktuell	5,1	13,9	4,6	17,3
Summe	36,9	100,0	26,6	100,0

Nachfolgend werden die relevanten P-Eintragspfade im EZG Dümmer für die deutlich erhöhten Abflussbedingungen in 2015 näher vorgestellt. Als relevante Eintragspfade werden dabei erneut die Pfade definiert, die zumindest einen Anteil von 10 % an den gesamten P-Emissionen haben. Demnach sind in 2015 die P-Eintragspfade Erosion, Abschwemmung und Dränageabfluss relevant. Diese drei P-Eintragspfade sind laut der oben vorgestellten Modellergebnisse für etwa 77 % aller P-Emissionen im EZG Dümmer im Jahre 2015 verantwortlich.

### Erosion

Die erosiven P-Emissionen sind für die Bedingungen im abflussstarken Jahr 2015 mit 15,2 t/a (41,2 % aller P-Emissionen) der mit Abstand wichtigste P-Eintragspfad im Untersuchungsgebiet Dümmer. Bild 55 zeigt die räumliche Verteilung der erosiven P-Einträge im EZG Dümmer für 2015. Erwartungsgemäß resultieren die erosiven P-Emissionen auch in 2015 überwiegend aus dem Gebiet südlich des MLK bzw. aus den Hanglagen des Wiehengebirges, insbesondere aus den Bilanzgebieten Falkenburg (Oberlauf Hunte), Lecker Mühlenbach und Venner Mühlenbach. Im Vergleich zu den mittleren Bedingungen in 2016 neh-

men dort die Flächenanteile mit sehr hohen P-Emissionen von über 4 kg/ha deutlich zu (vgl. die entsprechenden „violetten“ Flächenanteile in Bild 55 mit jenen in Bild 10); die Hauptursache für die deutliche Zunahme der erosiven P-Emissionen im Vergleich zu 2016 liegt in den erheblich höheren Niederschlägen in 2015. Wie bereits in Kap. 3.2 dargelegt, vermag es das LUH-Bilanzmodell, in zwei der drei Haupterosionsgebieten (in BG 1 (Venner Mühlenbach bis zum Pegel Venne) und in BG 5 (Lecker Mühlenbach bis zum Pegel Feldkamp)) die deutlich erhöhten erosiven P-Emissionen in 2015 abzubilden. In dem dritten und wichtigsten Erosionsgebiet, dem BG 7 (Oberlauf der Hunte bis zum Pegel Falkenberg), werden die erosiven P-Emissionen in 2015 vom LUH-Bilanzmodell jedoch recht deutlich unterschätzt. Zu bedenken ist dabei, dass im Teilgebiet Falkenburg in 2015 eine im Vergleich zu 2016 doppelt so hohe P-Fracht resultierte (inkl. des P-Abschlags in den MLK). Einen derart massiven Anstieg der überwiegend lokalen ereignisabhängigen erosiven P-Einträge, der sehr viel höher liegt als in den beiden anderen Haupterosionsgebieten, vermag das Bilanzmodell nicht vollständig abzubilden. Zur Erinnerung: In **2015** herrschten außergewöhnliche Abflussbedingungen vor: neben dem Orkantief Niklas Ende März/Anfang April 2015 folgten weitere extreme Niederschlagsereignisse Mitte August, Mitte Oktober, Mitte November und Anfang Dezember. Möglicherweise ist die sehr viel höhere Zunahme der (erosiven) P-Fracht im BG 7 (im Vergleich zu den anderen Haupterosionsgebieten BG 1 und BG 5, s.o.) darauf zurückzuführen, dass im BG 7 lokal besonders extreme Niederschlagsereignisse und in der Folge besonders ausgeprägte Erosionsereignisse stattfanden. Da hierzu allerdings keine konkreten Angaben vorliegen, konnte dieser mögliche Effekt auch modelltechnisch nicht berücksichtigt werden.

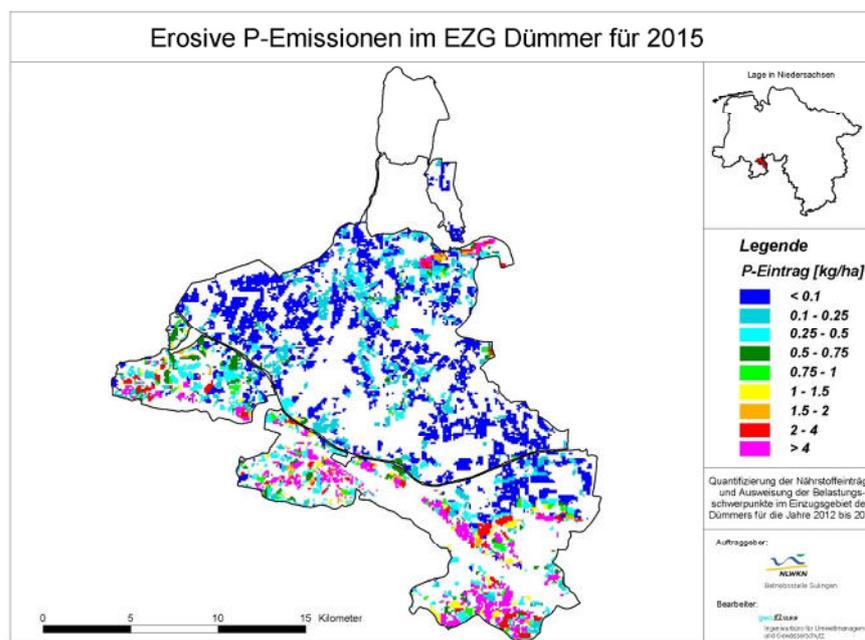


Bild 55: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha]

### Abschwemmung

Die P-Emissionen über Abschwemmung im EZG Dümmer wurden für das Jahr 2015 mit 8,3 t/a (22,4 % aller P-Emissionen) bilanziert; sie sind damit auch in 2015 der zweitwichtigste P-Eintragspfad im Untersuchungsgebiet. Die räumliche Verteilung der P-Emissionen über Abschwemmung ist Bild 56 zu entnehmen.

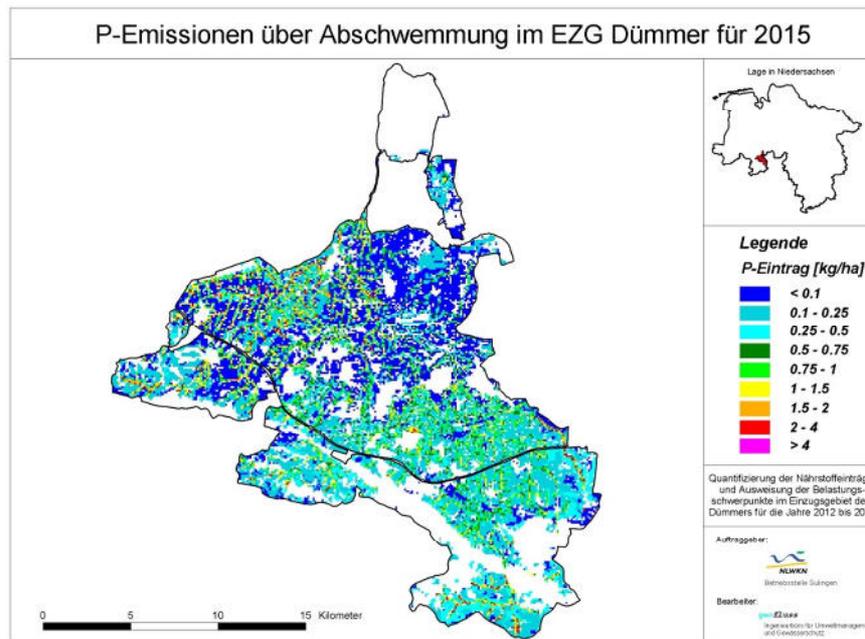


Bild 56: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha]

Die P-Emissionen über Abschwemmung betragen für einen großen Teil des EZG weniger als 0,5 kg/ha, recht häufig liegen sie sogar unter 0,05 kg/ha. Daneben treten verbreitet und sehr viel häufiger als unter den mittleren Bedingungen in 2016 schmale Bereiche mit deutlich höheren P-Emissionen auf. Lagen diese erhöhten P-Emissionen in 2016 oft zwischen 0,5 und 0,75 kg/ha, sind in 2015 in den genannten schmalen Bereichen häufig P-Emissionen von über 0,75 kg/ha bzw. über 1 kg/ha und lokal sogar von über 2 kg/ha zu verzeichnen. Bei den Flächen mit derart hohen P-Emissionen über Abschwemmung handelt es sich ausschließlich um landwirtschaftlich genutzte Flächen in direkter Gewässernähe.

Zu bedenken ist, dass der Eintragungspfad Abschwemmung neben seiner Abhängigkeit vom Niederschlag auch sehr davon beeinflusst ist, zu welchem Zeitpunkt z.B. konventionelle Gülleaufbringung (ohne Schlitzschuh- oder Injektionsverfahren) stattfindet. Fallen diese beiden Begebenheiten zusammen, ist bei entsprechender Gewässernähe mit einem u.U. stark erhöhten Phosphoreintrag zu rechnen. Eine genaue modelltechnische Abbildung dieses Zusammenhangs ist aufgrund fehlender Datengrundlagen (insbesondere zu den tatsächlichen Güllemengen und den genauen Orten und Zeitpunkten der Aufbringung) nicht möglich.

### Drainageabfluss

Die diffusen P-Emissionen über Dränagen stellen für das Jahr 2015 den drittichtigsten P-Eintragungspfad dar. In der Summe wurden mit dem LUH-Bilanzmodell P-Emissionen über diesen Pfad von 4,8 t/a bilanziert, was 12,9 % aller P-Emissionen im EZG Dümmer in 2015 entspricht. Wie Bild 57 zu entnehmen ist, treten insbesondere im Bereich Venner Bruchkanal und Venner Moorkanal sehr hohe P-Emissionen über Drainageabfluss von verbreitet mehr als 2 kg/ha und lokal sogar von mehr als 15 kg/ha auf („rote“ und insbesondere im BG Venner Moorkanal „violette“ Flächen in Bild 57). Auch im restlichen EZG Dümmer treten in 2015 recht häufig höhere P-Emissionen über Dränagen als in 2016 auf.

Bei allen Flächen mit deutlich erhöhten P-Emissionen über Drainageabfluss handelt es sich um aktuell landwirtschaftlich genutzte ehemalige Moorflächen. Von den meisten dränierten Landwirtschaftsflächen erfolgen gemäß der Modellergebnisse erhöhte P-Emissionen zwi-

schen 0,1 und 0,5 kg/ha, insbesondere im südöstlichen EZG treten dagegen verbreitet geringe P-Emissionen von unter 0,1 kg/ha über diesen Pfad auf.

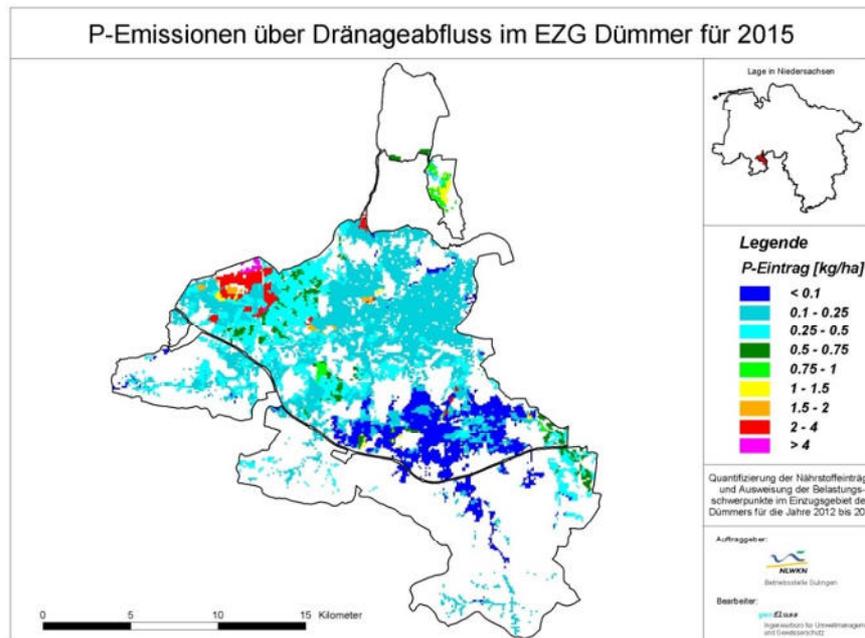


Bild 57: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss in [kg/ha]

Neben diesen 3 relevanten P-Eintragspfaden existieren weitere P-Eintragspfade im EZG Dümmer, die in 2015 immerhin noch für gut 23 % der P-Emissionen verantwortlich sind; sie werden nachfolgend kurz vorgestellt.

Bild 58 zeigt die räumliche Verteilung der P-Emissionen im EZG Dümmer über die Eintragspfade Grundwasserabfluss (links in Bild 58) und Zwischenabfluss (rechts in Bild 58).

Die P-Emissionen über den Eintragspfad Grundwasserabfluss betragen für 2015 in der Summe 1,4 t/a (3,9 % aller P-Emissionen). Wie bereits in 2016 gilt auch für 2015, dass die P-Emissionen über Grundwasserabfluss fast im gesamten EZG mit weniger als 0,1 kg/ha gering sind. Dem gegenüber stehen allerdings wie bereits in 2016 auch in 2015 Bereiche mit deutlich erhöhten und z.T. sogar sehr hohen P-Emissionen über Grundwasserabfluss; diese Teilflächen liegen besonders häufig im BG Venner Moorkanal (dort häufig über 1,5 und lokal sogar über 5 kg/ha). Weitere Flächen mit deutlich erhöhten P-Emissionen über Grundwasserabfluss sind u.a. im BG Marler Graben sowie im Bereich des Schöpfwehrgrabens Meyerhöfen lokalisiert.

Die mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelten P-Emissionen im EZG Dümmer über den Eintragspfad Zwischenabfluss liegen für 2015 mit 1,1 t/a (3,1 % der gesamten P-Emissionen) etwas höher als unter den mittleren Bedingungen in 2016. Die P-Einträge über Zwischenabfluss sind somit auch in 2015 trotz der geringfügig höheren P-Emissionen im Vergleich zu 2016 von geringer Bedeutung im EZG Dümmer. Wie Bild 58 (rechts) zeigt, tritt Zwischenabfluss großflächig lediglich südlich des MLK und somit im Wiehengebirge auf. Die P-Emissionen über diesen Pfad liegen dort sehr häufig unter 0,1 kg/ha, in einigen Bereichen betragen sie aber mehr als 0,1 kg/ha, vereinzelt sind sie mit mehr als 0,25 kg/ha auch als erhöht zu bezeichnen. Im zentralen und flachen Einzugsgebiet tritt erwartungsgemäß verbreitet kein Zwischenabfluss auf.

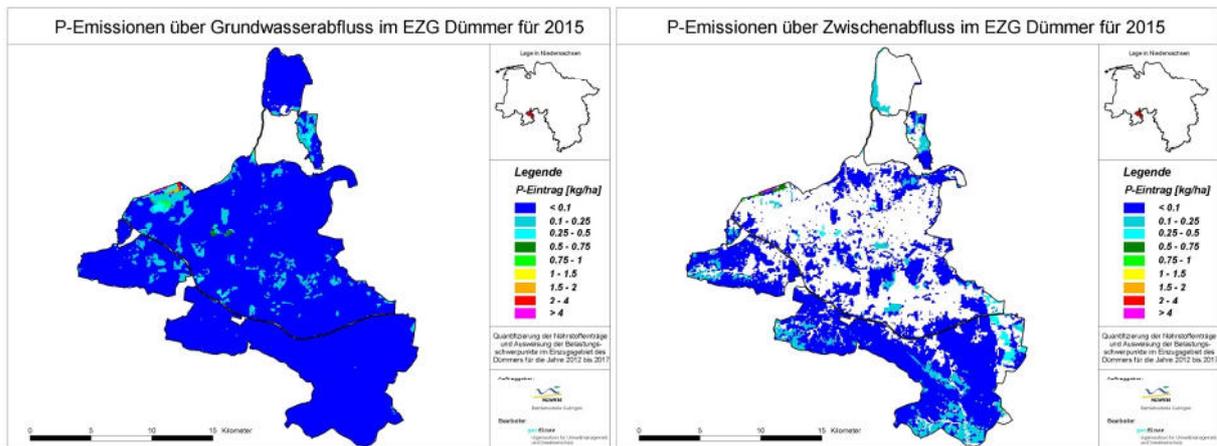


Bild 58: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss (links) und diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss (rechts), jeweils in [kg/ha]

Bild 59 zeigt die ermittelten P-Emissionen für 2015 und den Eintragspfad Direkteintrag. Die P-Emissionen über Direkteintrag liegen in 2015 bei 1,0 t/a (2,6 % aller P-Emissionen) und sind somit unbedeutend. Die P-Direkteinträge sind im EZG Dümmer zumeist sehr gering und liegen verbreitet (sehr) deutlich unter 0,1 kg/ha, lokal aber auch geringfügig über 0,1 kg/ha. Für den Dümmer selbst wurden P-Emissionen über atmosphärische Deposition von knapp über 0,15 kg/ha ermittelt.

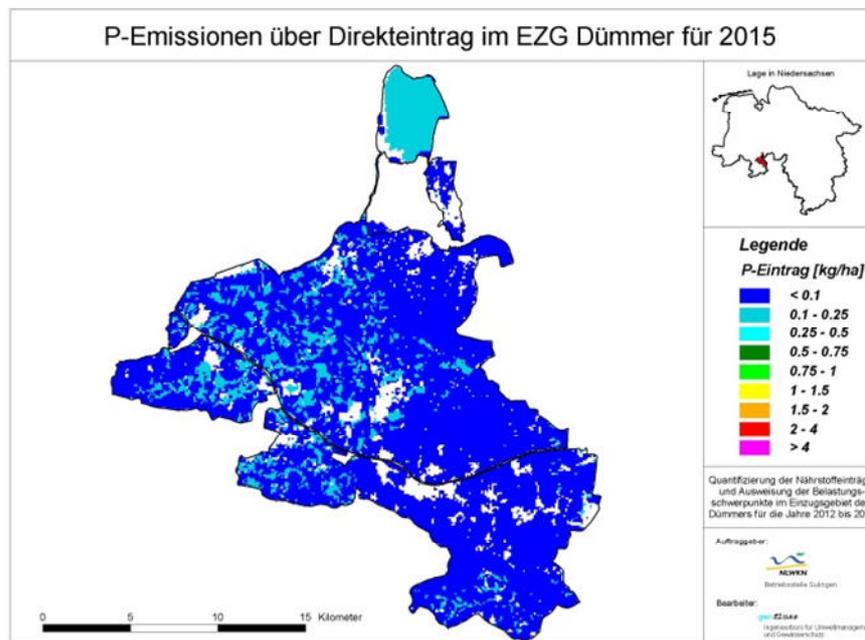


Bild 59: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha]

Bild 60 zeigt die mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelte räumliche Verteilung der Summe der diffusen P-Emissionen im EZG Dümmer für das sehr abflussstarke Jahr 2015. Im Vergleich zu den entsprechenden Angaben für die mittleren Bedingungen in 2016 (vgl. Bild 16) zeigen sich in 2015 in weiten Bereichen des EZG Dümmer erheblich höhere diffuse P-Emissionen. Dies betrifft weite Bereiche des Einzugsgebietes und besonders die hügeligen Gebiete, in denen die erosiven P-Emissionen dominieren (also vor allem Ackerflächen südlich des MLK). Im weitgehend flachen Bereich des EZG Dümmer nördlich des MLK sind in 2015 im Vergleich zu 2016 vor allem im Bereich Elze besonders hohe diffuse P-Emissionen zu verzeich-

nen. Verursacht werden sie dort insbesondere durch die unterirdischen Eintragspfade (vor allem Drainageabfluss) und/oder den Pfad Abschwemmung. Aber auch im restlichen eher flachen EZG sind in 2015 viel häufiger als in den anderen Jahren hohe oder sehr hohe P-Emissionen von über 1 bzw. sogar über 2 kg/ha zu verzeichnen (verursacht ebenfalls zu-meist über die unterirdischen Eintragspfade - vor allem Drainageabfluss - und/oder den Pfad Abschwemmung).

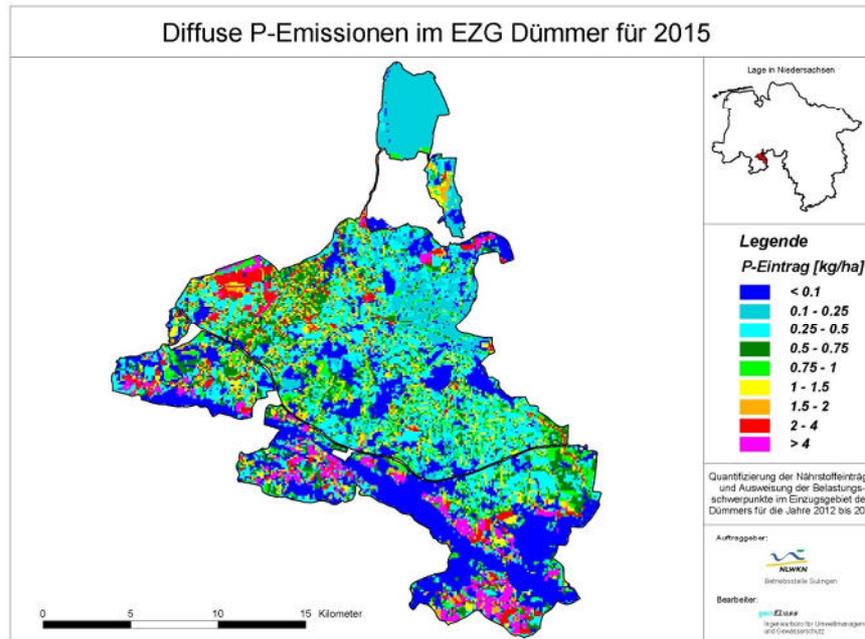


Bild 60: EZG Dümmer 2015: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha]

In Bild 61 sind die urbanen P-Emissionen im EZG Dümmer für die Bedingungen im Jahr 2015 dargestellt. Diese urbanen Einträge umfassen P-Emissionen über Kanalisationen, Kleinkläranlagen (KKA) und kommunale Kläranlagen. Zu beachten ist, dass die P-Emissionen über Kleinkläranlagen auf Basis unterschiedlicher Datengrundlagen ermittelt wurden (Details hierzu sind Kap. 3.3 zu entnehmen).

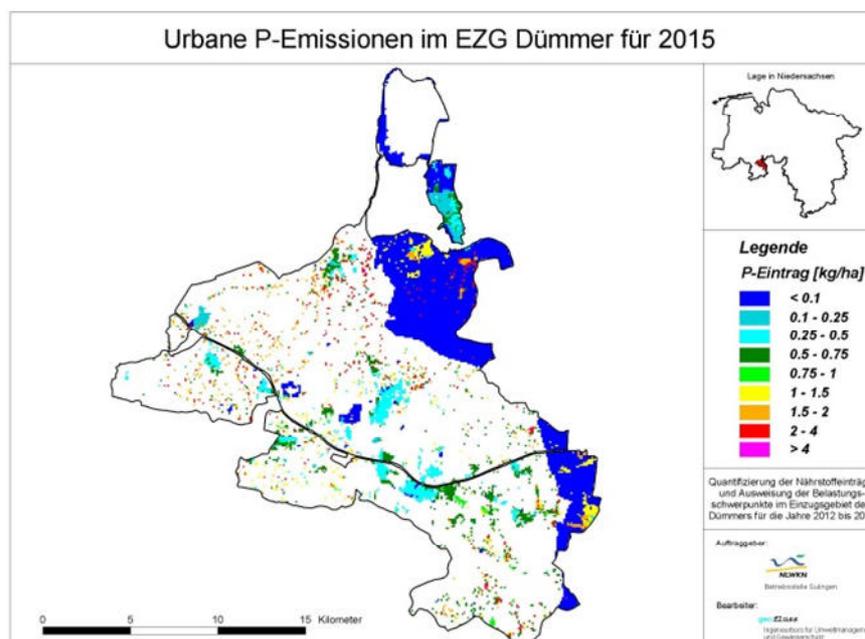


Bild 61: EZG Dümmer 2015: diffuse P-Emissionen über urbane P-Emissionen in [kg/ha]

Besonders hohe punktuelle P-Emissionen sind dabei von den vier kommunalen Kläranlagen im EZG Dümmer zu verzeichnen: sie betragen in 2015 für die KA Bad Essen 716 kg P, für die KA Bohmte 200 kg P, für die KA Osterkappeln 108 kg P und für die KA Hunteburg 127 kg P; in Bild 61 sind sie jeweils lediglich über eine Rasterzelle am Ort des Kläranlagenablaufes dargestellt (und daher nicht gut zu erkennen). In der Summe erfolgen in 2015 somit P-Emissionen von fast 1,2 t durch die vier kommunalen Kläranlagen; dies entspricht fast 23 % aller urbanen P-Emissionen, der Anteil an den gesamten P-Emissionen im EZG Dümmer beträgt jedoch gut 3 %.

Im Ergebnis sind in Bild 61 über fast das gesamte EZG Dümmer verteilt Bereiche mit hohen und lokal sogar sehr hohen P-Emissionen über urbane P-Eintragspfade zu verzeichnen. Dies betrifft Ortslagen wie z.B. Bohmte, Hunteburg, Bad Essen, Dielingen mit durchaus relevanten P-Emissionen über Kanalisationen, aber auch die zahlreichen Kleinkläranlagen im EZG, vgl. Bild 61).

In Bild 62 ist die räumliche Verteilung der Summe der diffusen und punktuellen P-Emissionen für 2015 im EZG Dümmer dargestellt. Im Gegensatz zu der Darstellung der diffusen P-Emissionen in Bild 60 sind hier auch die punktuellen P-Emissionen berücksichtigt. Daher sind in Bild 62 weitere Bereiche (Ortslagen wie z.B. Bohmte, Hunteburg, Bad Essen, Dielingen, insbesondere aber die zahlreichen Kleinkläranlagen im EZG, vgl. Bild 61) mit hohen und lokal sogar sehr hohen P-Emissionen zu verzeichnen.

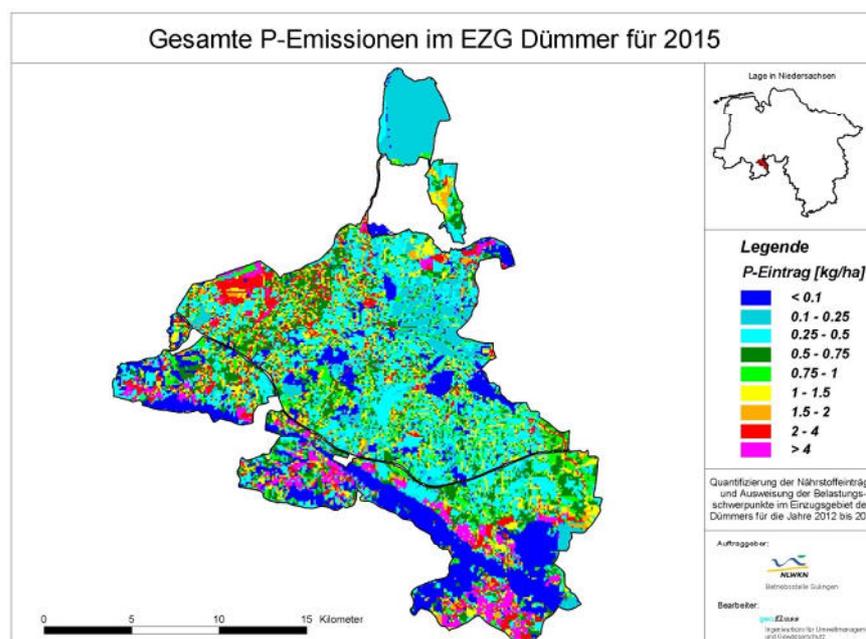


Bild 62: EZG Dümmer 2015: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha]

### 3.5.1.1 P-Belastungen 2015: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse bei hohen Abflüssen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Emissionen und der P-Immissionen für das abflussstarke Jahr 2015 auf Ebene der Bilanzgebiete und der Teileinzugsgebiete sowie die Ergebnisse der Bewertung der Überhöhung auf Ebene der TEZG vorgestellt. Die Details zu den Bewertungsgrundlagen sind Kap. 3.3.1.1 zu entnehmen.

### Aggregierte Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für 2015

Bild 63 zeigt die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Emissionen im EZG Dümmer für das abflussstarke Jahr 2015. Demnach sind fast im gesamten EZG Dümmer sehr hohe P-Emissionen zu verzeichnen. Die höchsten P-Emissionen treten im BG Venner Moorkanal auf (BG 2 und TEZG 29); sie liegen im Gebietsmittel fast bei 5 kg/ha. Verursacht werden sie überwiegend durch die landwirtschaftliche Nutzung der ehemaligen Mooregebiete in diesem Bereich.

Die Bewertung der Bilanzgebiete in Bild 63 (links) zeigt, dass weitere Hauptbelastungsquellen mit P-Emissionen zwischen 1 und 2 kg/ha („rosa“ in Bild 63, links) im Bereich Elze - die BG 1 (Venner Mühlenbach), BG 3 (Elze) und BG 14 (Venner Bruchkanal) - und insbesondere in den stark erosiven BG 5 (Lecker Mühlenbach) und BG 7 (Falkenburg, Oberlauf der Hunte) liegen; die aus den BG 5 und BG 7 resultierenden P-Emissionen liegen im Gebietsmittel bei fast 2 kg/ha. Zu beachten ist dabei, dass das LUH-Bilanzmodell die extremen Erosionsereignisse in BG 7 - die möglicherweise von außergewöhnlichen lokalen Niederschlagsereignissen hervorgerufen wurden (wie die nachgewiesene Grabenerosion im Bereich Pauschbach) - nicht vollständig abzubilden vermochte und somit die P-Emissionen aus diesem BG recht deutlich unterschätzt wurden (s.o.). Folglich liegen die tatsächlichen P-Emissionen in BG 7 für 2015 (erheblich) höher als 2 kg/ha. Wie Bild 23 (rechts) zeigt, sind die P-Emissionen u.a. im BG 7 räumlich uneinheitlich: am höchsten sind sie im TEZG 0 (über 2,2 kg/ha), im östlich gelegenen TEZG 13 sind sie hingegen mit gut 0,6 kg/ha erheblich geringer.

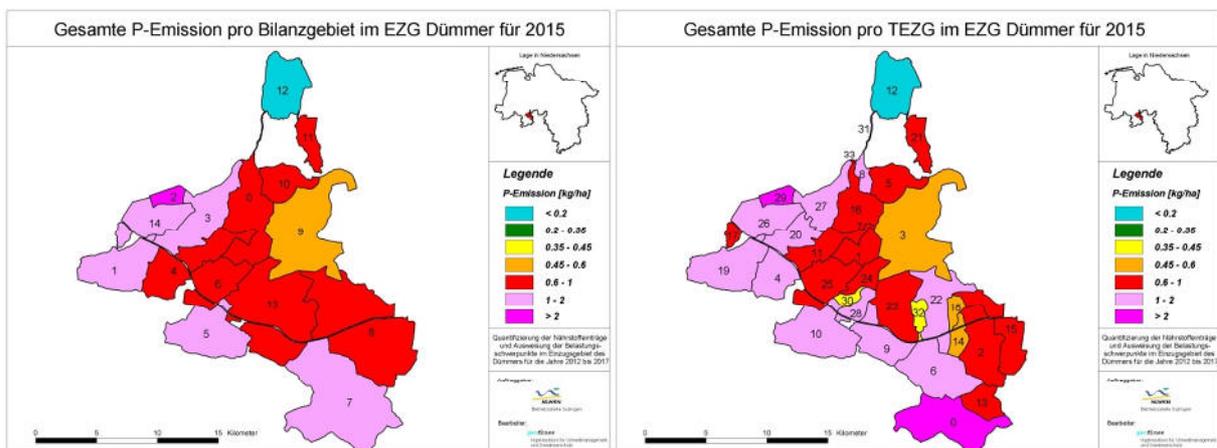


Bild 63: P-Emissionen 2015 in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Insgesamt zeigen sich für das Jahr 2015 im Vergleich zu den mittleren Bedingungen in 2016 erheblich erhöhte P-Emissionen von fast flächendeckend über 0,6 kg/ha. Im Bereich Elze sowie in den stark erosiv geprägten BG 5 und 7 liegen die P-Emissionen überall (deutlich) über 1,7 kg/ha, im BG 2 (Venner Moorkanal) sogar bei fast 5 kg/ha.

### Aggregierte Bewertung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2015

Die Ergebnisse der aggregierten Bewertung der P-Immissionen für 2015 zeigen Bild 64 und Bild 65 auf Ebene der Bilanz- und Teileinzugsgebiete. Bei der Darstellung in Bild 64 sind die diversen P-Abschläge in den MLK im EZG bereits eingerechnet (Daten hierzu in Tabelle 22);

Bild 65 zeigt dagegen die Verhältnisse, wenn es in 2017 **keine** P-Abschläge im EZG Dümmer gegeben hätte.

Unter Berücksichtigung der P-Abschläge im EZG (vgl. Tabelle 22) liegen die Hauptbelastungsschwerpunkte für P-Immissionen im EZG Dümmer laut Bild 64 (links, Bewertung auf Ebene der Bilanzgebiete) im Bereich Elze (BG 3 und 14 sowie insbesondere BG 2). Weitere relevante Bilanzgebiete mit sehr hohen P-Immissionen von > 0,6 kg/ha („rot“ in Bild 64) wären demnach BG 1 (Venner Mühlenbach), BG 4 (Strothkanal), BG 5 (Lecker Mühlenbach), BG 10 (Reiniger Graben) und BG 11 (Marler Graben). Im gesamten restlichen EZG sind auf Ebene der Bilanzgebiete laut der Modellergebnisse hohe P-Immissionen zwischen 0,45 und 0,6 kg/ha zu verzeichnen („orange“ in Bild 64, links).

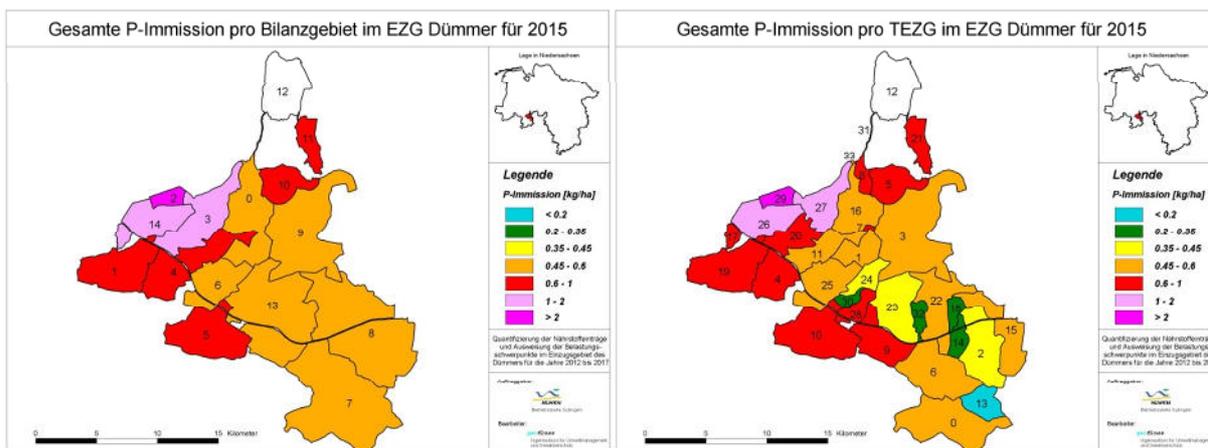


Bild 64: P-Immissionen 2015 unter Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

Die höher aufgelöste Bewertung der TEZG (Bild 64, rechts) zeigt jedoch einerseits, dass es selbst bei den sehr hohen Abflüssen in 2015 Teilgebiete gibt, aus denen deutlich geringere P-Immissionen zwischen 0,2 und 0,35 kg/ha („grün“ in Bild 64, rechts, TEZG 14, 18, 30 und 32) oder sogar geringe Immissionen unter 0,2 kg/ha (TEZG 13, „hellblau“ in Bild 64, rechts) resultieren. Zudem treten nun Bereiche mit mittleren P-Immissionen zwischen 0,35 und 0,45 („gelb“ in Bild 64, rechts) auf: hierbei handelt es sich um die TEZG 2, 23 und 24. Andererseits zeigt Bild 64 (rechts), dass weitere TEZG sehr stark erhöhte P-Immissionen von über 0,6 kg/ha verursachen. Hierbei handelt es sich um die TEZG 7, 8 9 20 und 28 („rot“ in Bild 64, rechts).

Tabelle 22: Verminderung der P-Fracht pro Bilanzgebiet durch Abschläge in den Mittellandkanal in 2015

BG-Nr.	Bilanzgebiet	Abschlag P [kg/a]
1	Venner Mühlenbach	371
5	Lecker Mühlenbach	761
7	Falkenburg	3.443
Summe:		4.575

Wie sich die Verhältnisse für die P-Immissionen pro Teilgebiet darstellen, wenn es in 2016 **keine** P-Abschläge gegeben hätte, ist Bild 65 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass unter dieser Annahme auch das BG 7 (Falkenburg, Oberlauf der Hunte) zu den Bilanzgebieten mit

den höchsten P-Immissionen gehören würde (jetzt „rosa“ mit P-Immissionen zwischen 1 und 2 kg/ha, siehe Bild 65, links). Die P-Immissionen in den BG 1 und 5 nähmen unter dieser Annahme ebenfalls zu, die BG verblieben aber in der Belastungsstufe „rot“.

Die entsprechende Bewertung auf Ebene der TEZG (Bild 65, rechts) weist im Vergleich zu Bild 64 (rechts) lediglich Unterschiede im Bereich Falkenburg auf: hier nähme die mittlere P-Immission zu, und die TEZG 0 und 6 gehörten dann mit P-Immissionen zwischen 1 und 2 kg/ha („rosa“ in Bild 65, rechts) zu den Hauptbelastungsschwerpunkten.

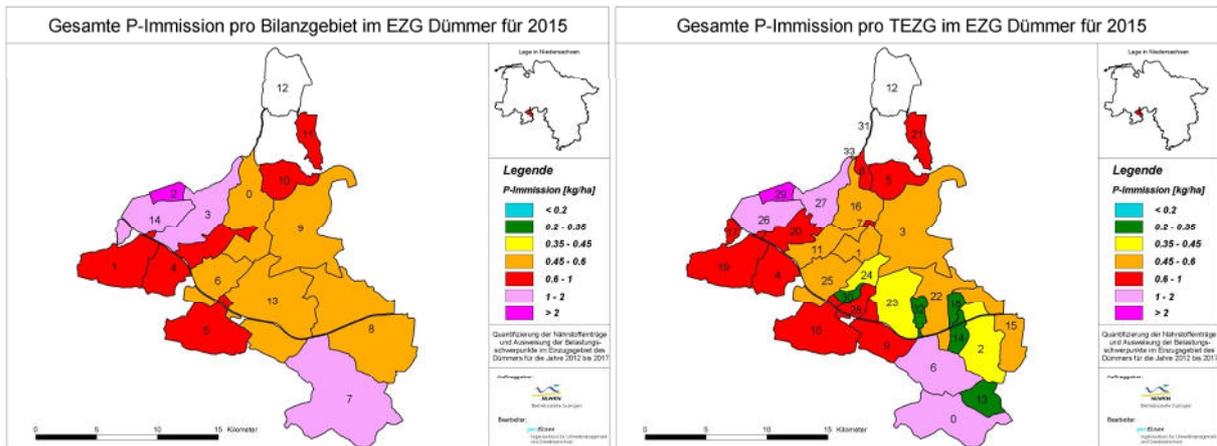


Bild 65: Potenzielle P-Immissionen 2015 ohne Berücksichtigung der P-Abschläge in [kg/ha]: aggregierte Bewertung der Modellergebnisse für das EZG Dümmer auf Ebene der Bilanzgebiete (links) und auf Ebene der TEZG (rechts)

### Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2015

Wie Bild 66 zeigt, wird der Zielwert in 2015 für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l im gesamten EZG des Dümmer überschritten. Die höchsten Überschreitungen treten in den nachfolgend aufgelisteten TEZG auf (jeweils „violett“ in Bild 66, rechts):

- im TEZG 29 (Venner Moorkanal) wird eine Überhöhung um den Faktor 35 ermittelt,
- im TEZG 31 (Hunte zwischen Pegel Schäferhof und Dümmer) liegt die Überhöhung bei Faktor 12,
- im TEZG 0 (Oberlauf Hunte bis Glanebach) liegt die Überhöhung bei Faktor 10,2 (reduziert sich durch den erfolgten P-Abschlag in den MLK auf Faktor 4,8 (vgl. Bild 66, links),
- im TEZG 27 (Elze zwischen Venner Bruchkanal und Pegel Lehmkuhlen) weist die Überhöhung den Faktor 9,7 auf,
- im TEZG 26 (Venner Bruchkanal zwischen MLK und Venner Mühlenbach) wird eine Überhöhung um den Faktor 9,3 ermittelt,
- im TEZG 6 (Hunte zwischen Glanebach und Pegel Falkenburg) liegt die Überhöhung bei etwa 8,5,
- in den TEZG 10 (Lecker Mühlenbach bis zum Pegel Feldkamp) und 20 (Venner Mühlenbach zwischen Pegel Venne und Venner Bruchkanal) beträgt der Überhöhungsfaktor jeweils etwa 8. In TEZG 10 reduziert sich die Überhöhung durch den erfolgten P-Abschlag in den MLK auf Faktor 5,7 (vgl. Bild 66, links),
- in den TEZG 4 (Strothbach von der Quelle bis zum MLK), 8 (Hunte, zwischen Elze und Schäferhof) und 19 (Venner Mühlenbach bis Pegel Venne) weist die Überhöhung

den Faktor 7,2 bis 7,4 auf. In TEZG 19 reduziert sich die Überhöhung durch den erfolgten P-Abschlag in den MLK auf Faktor 5,7 (vgl. Bild 66, links),

- im TEZG 17 (Venner Bruchkanal bis zum MLK) wird eine Überhöhung um den Faktor 6,8 ermittelt und
- in den TEZG 9 (Westerbach/Wehrendorfer Mühlbach), 7 (Hunte zwischen Grenzkanal und Strothkanal), 28 (Hunte zwischen Alter Hunte und Lecker Mühlenbach), 5 (Reiniger Graben bis zum mobilen Probenehmer) und 21 (Marler Graben) liegt die Überhöhung bei Faktor 5 bis 6.

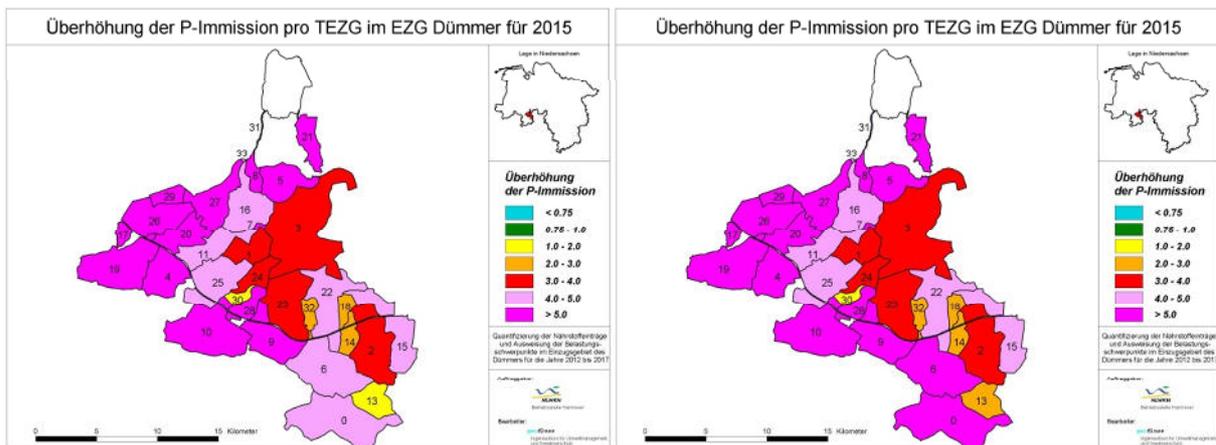


Bild 66: Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer für 2015 pro Teileinzugsgebiet.

Links: P-Abschläge berücksichtigt, rechts: P-Abschläge nicht berücksichtigt. Der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer beträgt 0,05 mg/l

In „rosa“ sind in Bild 66 (rechts) die TEZG dargestellt, die den Zielwert von 0,05 mg/l um den Faktor 4 bis 5 überschreiten. Dies sind folgende TEZG:

- TEZG 11 (Strothkanal zwischen MLK und mobilem Probenehmer, Faktor 4,7),
- TEZG 16 (Hunte zwischen Strothkanal und Elze, Faktor 4,6),
- TEZG 25 (Gräfte, Faktor 4,5),
- TEZG 33 (Elze zwischen Pegel Lehmkuhlen und Hunte, Faktor 4,5),
- TEZG 22 (Wimmerbach, von der Mündung Heithöfer Bach bis zur Hunte, Faktor 4,4) und
- TEZG 15 (Heithöfer Bach, Faktor 4,0).

Weitere TEZG, die deutlich zu hohe P-Immissionen aufweisen, und den Zielwert von 0,05 mg/l um den Faktor 3 bis 4 überschreiten, sind in Bild 66 (rechts) „rot“ dargestellt. Hierbei handelt es sich um folgende TEZG:

- TEZG 3 (Grenzkanal bis zum mobilen Probenehmer, Faktor 3,9),
- TEZG 1 (Hunte zwischen Gräfte und Grenzkanal, Faktor 3,8),
- TEZG 2 (Wimmerbach, von der Quelle bis zur Mündung der Alten Hunte, Faktor 3,4),
- TEZG 23 (Hunte zwischen Wimmerbach und Alter Hunte, Faktor 3,2) und
- TEZG 24 (Hunte zwischen Lecker Mühlenbach und Gräfte, Faktor 3,0).

In den TEZG 13, 14, 18, 32 liegt der Faktor der Überhöhung in 2015 zwischen 2 und 3 („orange“ in Bild 66, rechts). In keinem TEZG wird bei den Bedingungen wie in 2015 der Zielwert von 0,05 mg/l unterschritten.

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass bei den deutlich erhöhten Abflüssen im Jahr 2015 der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer von 0,05 mg/l in allen Teileinzugsgebieten im EZG Dümmer zumeist sogar erheblich überschritten wird.

### 3.5.1.2 P-Belastungen 2015: abschließende Bewertung der Modellergebnisse bei hohen Abflüssen

Im dem abflussstarken Jahr 2015 wurde für den Pegel Schäferhof eine P-Fracht von 25,1 t ermittelt (vgl. Kap. 3.2). Mit dem LUH-Bilanzmodell konnte für 2015 eine P-Fracht am Pegel Schäferhof von 20,8 t bilanziert werden. Demnach unterschätzt das LUH-Bilanzmodell die sehr hohe P-Fracht in 2015 um etwa 4 t P, die Abweichung zu der Referenzfracht beträgt somit -17,3 %. Diese Abweichung des **Modellergebnisses für den Pegel Schäferhof ist mit „gut“ zu bewerten** (hinsichtlich der Bewertungskriterien vgl. Kap. 3.2).

Neben dem Pegel Schäferhof liegen für 2015 für weitere Teilgebiete Frachtberechnungen des NLWKN vor, auf die für einen weitergehenden Frachtabgleich mit den Modellergebnissen zurückgegriffen werden kann (jeweils mobile Probenehmer mit nahezu täglichen Messwerten für  $P_{\text{Ges}}$ , dazu tägliche Abflusswerte, die vom NLWKN gemessen wurden).

Diese Frachtabgleich zeigt, dass die Unterschätzung der P-Fracht am Pegel Schäferhof durch das LUH-Bilanzmodell hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass das LUH-Bilanzmodell die P-Frachten für die Teilgebiete Falkenburg und Elze recht deutlich unterschätzt:

- Im Teilgebiet Falkenberg sind für 2015 - infolge extremer Niederschlagsereignisse (wie z.B. die darauf zurückzuführende Grabenerosion im Bereich Pauschbach) - ungewöhnlich hohe (erosive) P-Frachten zu verzeichnen, die doppelt so hoch wie bei den mittleren Bedingungen in 2016 sind. Diesen massiven Anstieg der überwiegend ereignisabhängigen erosiven P-Einträge vermag das Bilanzmodell nicht vollständig abzubilden. In diesem Zusammenhang sollte jedoch beachtet werden, dass das LUH-Bilanzmodell die P-Frachten in den beiden anderen Hauptliefergebieten für erosive P-Belastungen (Lecker Mühlenbach und Venner Mühlenbach) sehr wohl auch für 2015 gut bzw. sogar sehr gut abbildet (vgl. Tabelle 10). In diesen beiden Bilanzgebieten nahmen die P-Frachten in 2015 im Vergleich zu 2016 ebenfalls deutlich zu, allerdings nicht um 100 % wie im BG Falkenburg, sondern „nur“ um ca. 40 %.
- Etwas anders stellt sich die Situation im **Teilgebiet Elze** unterhalb des BG Venner Mühlenbach dar: hier unterschätzt der Modellansatz die ermittelte P-Fracht in allen Vergleichszeiträumen (Jahre 2015 bis 2017), und zwar umso mehr, je höher der Abfluss ist. Die Ursache hierfür ist noch nicht geklärt, aber es ist zu vermuten, dass in diesem Teilbereich weitere, bisher nicht im Modellaufbau berücksichtigte P-Quellen existieren oder die vorhandenen P-Quellen unterschätzt werden.

Dagegen ergibt der Frachtabgleich für das **Teilgebiet Lecker Mühlenbach eine sehr geringe Abweichung und die Bewertung „sehr gut“**. Für die **Teilgebiete Venner Mühlenbach, Reiniger Graben und Marler Graben** beträgt die Abweichung der Modellergebnisse zu den jeweiligen Referenzfrachten (deutlich) weniger als 30 %, was die **Bewertung „gut“** ergibt (vgl. Tabelle 10).

Insgesamt **bildet das LUH-Bilanzmodell somit die P-Frachten für das Jahr 2015 im EZG Dümmer gut ab.**

Wie in Kap. 3.1.1 dargelegt, **bildet das LUH-Bilanzmodell zudem die Wasserbilanz für die hohen Abflüsse** in 2015 **hervorragend** ab. Da das Wasser als Transportmedium für Phosphor maßgeblich das Eintragsverhalten bestimmt, ist eine zuverlässig abgebildete Wasserbilanz auf Einzugsgebietsebene eine wesentliche Voraussetzung für die nachfolgende Ermittlung der diffusen Phosphoreinträge.

Die mit dem LUH-Bilanzmodell für die verschiedenen P-Eintragspfade erzielten Ergebnisse für das EZG Dümmer und die hohen Abflüsse im Jahr 2015 zeigen Folgendes (vgl. Kap. 3.5.1):

- die diffusen P-Emissionen dominieren mit fast 32,0 t und einem Anteil von gut 86 % aller P-Emissionen das Eintragsgeschehen im EZG Dümmer,
- über die punktuellen Eintragspfade resultieren P-Emissionen von 5,1 t P (Anteil lediglich 14 % aller P-Emissionen),
- die Haupteintragspfade in 2015 sind Erosion (15,2 t, gut 41 % aller P-Emissionen), Abschwemmung (8,3 t, über 22 % aller P-Emissionen) und Drainageabfluss (4,8 t, fast 13 % aller P-Emissionen):
  - sehr hohe erosive P-Emissionen von häufig (deutlich) über 4 kg/ha treten verbreitet in den hügeligen und bergigen Bereichen südlich des MLK sowie lokal im Nordosten des EZG Dümmer auf,
  - über Abschwemmung sind in 2015 häufig P-Emissionen von über 0,75 kg/ha bzw. über 1 kg/ha und lokal sogar von über 2 kg/ha zu verzeichnen. Bei den Flächen mit derart hohen P-Emissionen über Abschwemmung handelt es sich ausschließlich um landwirtschaftlich genutzte Flächen und zumeist schmale Bereiche in direkter Gewässernähe,
  - sehr hohe P-Emissionen von (deutlich) über 2 kg/ha treten zudem vor allem über Dränagen in den landwirtschaftlich genutzten ehemaligen Moorgebieten auf. Sie liegen verbreitet im Bereich Venner Moorkanal (hier betragen sie z.T. über 10 kg/ha), dazu lokal insbesondere im Bereich Venner Bruchkanal, aber auch im TEZG 16 (Hunte zwischen Strothkanal und Elze),
  - verbreitet sind im Bereich Marler Graben sowie im TEZG Venner Bruchkanal hohe P-Emissionen zwischen 0,75 und über 2 kg/ha über unterirdische Eintragspfade zu verzeichnen,
- **über die drei genannten Haupteintragspfade erfolgen** in 2015 gemäß der Modell-ergebnisse demnach **diffuse P-Emissionen von 28,2 t** und somit **fast 77 % aller P-Emissionen** im EZG Dümmer.

Die **aggregierte Bewertung der P-Emissionen** auf Ebene der Bilanz- bzw. Teileinzugsgebiete hat für das abflussstarke Jahr 2015 gezeigt, dass fast im gesamten EZG Dümmer **sehr hohe P-Emissionen** zu verzeichnen sind (vgl. Kap. 3.5.1.1). Die höchsten P-Emissionen treten im BG Venner Moorkanal auf; sie liegen im Gebietsmittel fast bei 5 kg/ha. Verursacht werden sie überwiegend durch die landwirtschaftliche Nutzung der ehemaligen Moorgebiete in diesem Bereich. Weitere Hauptbelastungsquellen mit P-Emissionen zwischen 1 und 2 kg/ha liegen für die Bedingungen in 2015 im Bereich Elze - die BG 1 (Venner Mühlenbach), BG 3 (Elze) und BG 14 (Venner Bruchkanal) - und insbesondere in den stark erosiven BG 5 (Lecker Mühlenbach) und BG 7 (Falkenburg, Oberlauf der Hunte). Die aus den BG 5 und BG 7 resultierenden P-Emissionen liegen dabei im Gebietsmittel bei fast 2 kg/ha.

Infolge der sehr hohen P-Fracht in 2015 ergibt die auf Ebene der BG und TEZG durchgeführte **Bewertung der P-Immissionen**, dass **im gesamten EZG Dümmer** (auf Ebene der Bilanzgebiete) laut der Modellergebnisse **zumindest hohe P-Immissionen zwischen 0,45 und 0,6 kg/ha** vorliegen. Zudem gibt es weite Bereiche, in denen noch höhere P-Immissionen zu verzeichnen sind: unter Berücksichtigung der P-Abschläge im EZG (vgl. Tabelle 22) liegen demnach **die Hauptbelastungsschwerpunkte für P-Immissionen in 2015 im EZG Dümmer im Bereich Elze** (BG 3 und 14 sowie insbesondere BG 2). Weitere **relevante Bilanzgebiete mit sehr hohen P-Immissionen von > 0,6 kg/ha** wären demnach **BG 1 (Venner Mühlenbach), BG 4 (Strothkanal), BG 5 (Lecker Mühlenbach), BG 10 (Reiniger Graben) und BG 11 (Marler Graben)**.

Weiterhin wurde **die Überhöhung der P-Immissionen im EZG Dümmer bewertet**. Die Grundlage für diese Bewertung stellt der Zielwert für den Dümmer für P von 0,05 mg/l dar. Wird dieser Zielwert in den Gewässern der TEZG eingehalten, stellen sich auch im See P-Konzentrationen ein, die im Bereich des seetypspezifischen Orientierungswertes für Gesamtphosphor (gemäß Anhang Anlage 3 Nummer 3.2 OgewV) liegen und für einen „guten ökologischen Zustand“ des Sees notwendig sind

**Für 2015** ergibt diese Bewertung, dass die **P-Immissionen im EZG Dümmer** auf Ebene der Teileinzugsgebiete **großflächig um zumindest den Faktor 4 überschritten** werden und somit die P-Fracht in den Dümmer im abflussstarken Jahr 2015 - bezogen auf den Zielwert für den Dümmer - sehr deutlich zu hoch ist.

## 4 Zusammenfassung

Die Phosphorimmissionen in den Dümmer sind aktuell - trotz der im Jahre 2009 umgesetzten Bornbachumleitung und der seit 2012 laufenden Gewässerschutzberatung und Maßnahmenumsetzung im landwirtschaftlichen Bereich - mit durchschnittlich etwa 14 t Gesamtposphor pro Jahr aus dem Einzugsgebiet der Oberen Hunte zu hoch, um einen guten ökologischen Zustand im See zu erreichen.

Um die Erkenntnisse über die Belastungssituation und insbesondere die räumlichen Belastungsschwerpunkte für die Jahre 2012 bis 2017 zu aktualisieren, wurde das Einzugsgebiet Dümmer erneut mit dem LUH-Bilanzmodell modelliert und eine pfadnutzungsspezifische Analyse der Belastungssituation insbesondere der diffusen Phosphoreinträge durchgeführt.

Die hierbei erzielten Ergebnisse werden ausführlich in den Kapiteln 3.1 bis 3.5 vorgestellt.

### Bewertung der Modellergebnisse

Die mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelten Phosphorfrachten für das EZG Dümmer und die Jahre 2012 bis 2017 wurden anhand der Referenzfrachten dieser Jahre bewertet (vgl. Bild 67). Dieser Frachtabgleich wurde zunächst anhand der vom NLWKN für den Pegel Schäferhof ermittelten Jahresfrachten durchgeführt. **Die Ergebnisse dieses Frachtabgleichs zeigen deutlich, dass es das verwendete Bilanzmodell vermag, die sehr unterschiedlichen Bedingungen in den einzelnen Jahren sehr gut abzubilden. In 4 der 6 Jahre werden die vom NLWKN ermittelten Phosphorfrachten vom LUH-Bilanzmodell mit Abweichungen unter 15 % sehr gut wiedergegeben.** Die sehr hohe P-Fracht in 2015 wird etwas deutlicher unterschätzt; die Abweichung liegt mit knapp über 17 % jedoch immer noch im „guten“ Bereich, sodass auch für das Jahr 2015 von einer guten Wiedergabe durch das LUH-Bilanzmodell gesprochen werden kann. Für 2014 überschätzt demnach der LUH-Bilanzmodell die P-Fracht um etwa 27 %; auch dies kann noch mit „gut“ bewertet werden. Werden als Abgleich für die Modellergebnisse die P-Frachten nach der Frachtberechnungsmethode OSPAR (1996) herangezogen, sind die mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelten Phosphorfrachten (Pegel Schäferhof) sogar **in 5 der 6 Jahre mit Abweichungen von unter 15 % als „sehr gut“ zu bewerten** (vgl. Tabelle 8 und Tabelle 9 in Kap. 3.2).

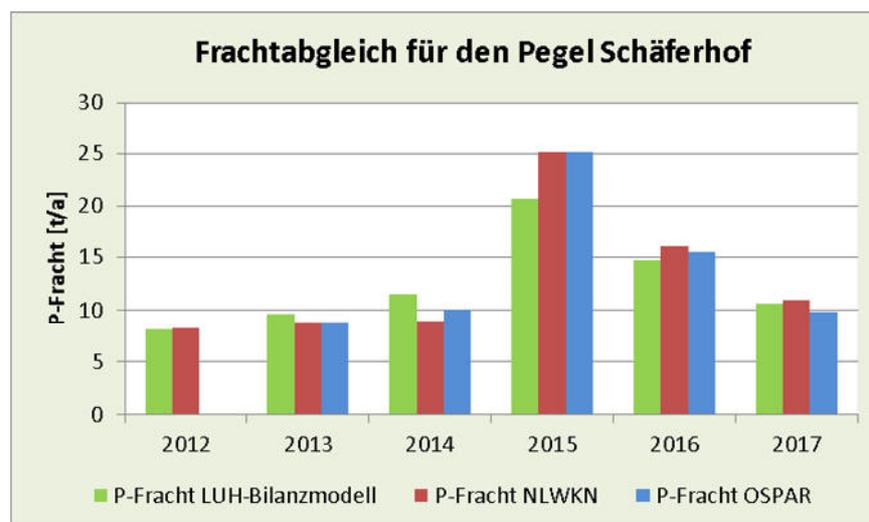


Bild 67: Abgleich der mit dem LUH-Bilanzmodell ermittelten P-Frachten für den Pegel Schäferhof anhand der vom NLWKN bzw. nach OSPAR (1996) ermittelten P-Frachten

Neben dem Pegel Schäferhof liegen für die Jahre 2015 bis 2017 für weitere Teilgebiete Frachtberechnungen des NLWKN vor, auf die für einen weitergehenden Frachtgleich mit den Modellergebnissen zurückgegriffen werden kann. Die dabei erzielten Ergebnisse zeigen, dass das LUH-Bilanzmodell, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die sehr unterschiedlichen Bedingungen in den einzelnen Teilgebieten gut bis häufig sogar sehr gut nachbildet (Details hierzu in Kap. 3.2).

Insgesamt lässt sich aus den Ergebnissen des Frachtgleichs ableiten, dass das LUH-Bilanzmodell die relevanten landnutzungs- und standortspezifischen Abhängigkeiten, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Höhe des Phosphoreintrages ausüben, berücksichtigt und daher die Belastungszustände in den einzelnen Teileinzugsgebieten weitgehend zuverlässig abbildet (die wenigen Ausnahmen hiervon werden in den Kapiteln 3.2, 3.3.1.2 und 3.4.4.1. dargelegt und erläutert).

### **Phosphorbelastungen im EZG Dümmer**

Die mit dem LUH-Bilanzmodell im EZG Dümmer für die Jahre 2012 bis 2017 bilanzierten Phosphoremissionen liegen zwischen 16,8 t (Jahr 2012 mit sehr geringen Abflüssen) und 36,9 t (Jahr 2015 mit hohen Abflüssen); für die mittleren Abflussbedingungen in 2016 wurden P-Emissionen von 26,6 t ermittelt (Bezug jeweils Pegel Schäferhof). Die diffusen P-Emissionen dominieren dabei das Eintragsgeschehen im EZG Dümmer: ihr Anteil an den gesamten P-Emissionen liegt im Zeitraum 2012 bis 2017 zwischen 79 und 86,2 % (13,3 bis 31,8 t/a, vgl. Bild 68). Über die punktuellen P-Eintragspfade resultieren dagegen für die Jahre 2012 bis 2017 vergleichbar geringe P-Emissionen zwischen 3,5 und 5,1 t/a (13,8 bis 21 % aller P-Emissionen, vgl. Bild 68).

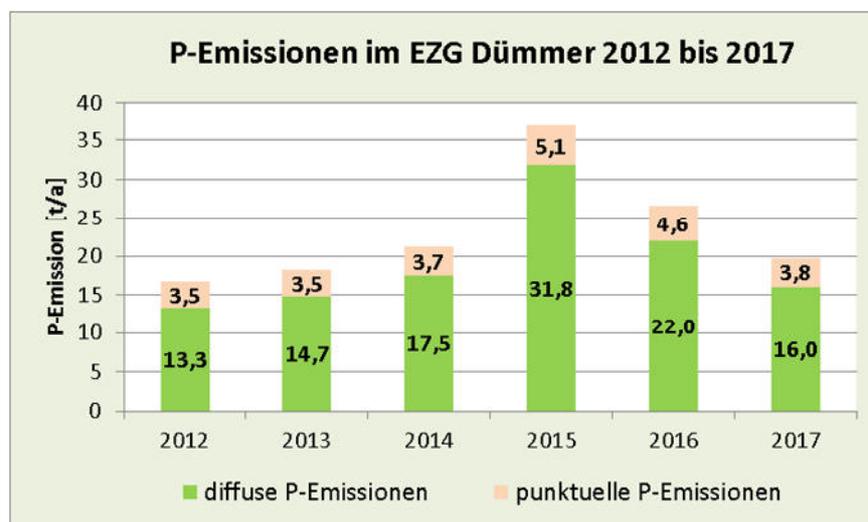


Bild 68: Anteil diffuser und punktueller P-Emissionen im EZG Dümmer für die Jahre 2012 bis 2017 in [t/a], Bezug Pegel Schäferhof

Die **Haupteintragspfade** für P-Emissionen sind **Erosion** (7,6 bis 15,2 t/a, zwischen 38,7 und 45,5 % aller P-Emissionen), **Abschwemmung** (2,9 bis 8,3 t/a, zwischen 17,1 und 22,4 % aller P-Emissionen) und **Dränageabfluss** (1,2 bis 4,8 t/a, zwischen 7,2 und 13,7 % aller P-Emissionen):

- hohe und insbesondere sehr hohe erosive P-Emissionen von z.T. deutlich mehr als 4 kg/ha treten verbreitet in den hügeligen und bergigen Bereichen

- südlich des MLK auf, zudem sind lokal hohe oder sehr hohe erosive P-Emissionen im Nordosten des EZG Dümmer zu verzeichnen,
- über den Eintragspfad Abschwemmung treten häufig im EZG Dümmer kleinräumige hohe P-Emissionen zwischen 0,75 und 1,5 kg/ha und in 2015 lokal z.T. höher als 2 kg/ha auf,
  - sehr hohe P-Emissionen von über 1,5 kg/ha vor allem über Dränagen sind in den jetzt landwirtschaftlich genutzten ehemaligen Mooregebieten zu verzeichnen. Diese Flächen liegen verbreitet im Bereich Venner Moorkanal (hier betragen die P-Emissionen über Dränagen z.T. über 10 kg/ha), dazu lokal insbesondere im Bereich Venner Bruchkanal, aber auch im TEZG 16 (Hunte zwischen Strothkanal und Elze),
  - verbreitet sind im Bereich Marler Graben sowie im TEZG Venner Bruchkanal hohe P-Emissionen zwischen 0,75 und 1,5 kg/ha über unterirdische Eintragspfade zu verzeichnen: in 2015 liegen sie lokal z.T. höher als 2 kg/ha,
- **über diese drei Haupteintragungspfade erfolgen** in den Jahren 2012 bis 2017 gemäß der Modellergebnisse demnach **diffuse P-Emissionen zwischen 11,7 t** (im Jahr 2012 mit sehr geringen Abflüssen) und **28,2 t** (im Jahr 2015 mit hohen Abflüssen); ihr Anteil an den gesamten **P-Emissionen** im EZG Dümmer liegt zwischen 69,8 und 76,5 %.

Neben den genannten Haupteintragungspfaden resultieren weitere P-Emissionen über die diffusen Eintragungspfade Grundwasser, Zwischenabfluss und Direkteintrag sowie über die urbanen Eintragungspfade Kleinkläranlagen, Kläranlagen und Kanalisationen. Zu beachten ist dabei, dass zumindest lokal auch diese P-Eintragungspfade relevant sein können. Dies betrifft z.B. die P-Emissionen über die 4 kommunalen Kläranlagen im EZG Dümmer (besonders die KA Bad Essen im TEZG Wimmerbach), aber auch die P-Emissionen über Kanalisationen in den Ortschaften. Daneben sind lokal aber auch über den diffusen Eintragungspfad Grundwasser durchaus (sehr) hohe P-Emissionen zu verzeichnen (vor allem in Bereich Elze).

Darüber hinaus ist zu beachten, dass insbesondere über die Pfade Grundwasser und Zwischenabfluss P-Emissionen von Flächen erfolgen, die keinen direkten Gewässeranschluss aufweisen oder sogar weit von einem Gewässer liegen entfernt liegen können.

Insgesamt zeigen die erzielten Ergebnisse zu den P-Emissionen deutlich, dass im EZG Dümmer sehr unterschiedliche standörtliche Eintragsbedingungen mit variierenden Haupteintragungspfaden vorliegen. Dieser Sachverhalt sollte bei der Auswahl von Maßnahmen zur Verminderung der P-Belastung im EZG Dümmer unbedingt berücksichtigt werden.

### **Aggregierte Bewertung der Phosphorbelastung im EZG Dümmer**

Die **aggregierte Bewertung der P-Emissionen** auf Ebene der Bilanz- bzw. Teileinzugsgebiete zeigt, dass bei den mittleren Abflussbedingungen in 2016 **fast im gesamten EZG Dümmer deutlich erhöhte P-Emissionen von sehr verbreitet über 0,45 kg/ha auftreten**. Im Bereich Elze liegen die P-Emissionen im Gebietsmittel sogar überall über 0,6 kg/ha, am Venner Moorkanal sogar über 3,5 kg/ha (vgl. Kap. 3.3.1.1).

Weiterhin wurde die **Überhöhung der P-Immissionen** im EZG Dümmer **bewertet**. Die **Grundlage für diese Bewertung stellt der Zielwert für den Dümmer für P von 0,05 mg/l dar**. Wird dieser Zielwert in den Gewässern der TEZG eingehalten, stellen sich auch im See P-Konzentrationen ein, die im Bereich des seetypspezifischen Orientierungswertes für Ge-

samtphosphor (gemäß Anhang Anlage 3 Nummer 3.2 OgewV) liegen und für einen „guten ökologischen Zustand“ des Sees notwendig sind.

Die aggregierte **Bewertung der Überhöhung der P-Immissionen** im EZG Dümmer auf Ebene der Teileinzugsgebiete **hat für 2016 ergeben, dass der Zielwert** von 0,05 mg/l **in allen TEZG** bei den mittleren Bedingungen von 2016 **überschritten wird** (vgl. Bild 26). Die höchsten Überschreitungen treten in Bereich Elze sowie im Oberlauf der Hunte, im TEZG Lecker Mühlenbach und am Strothbach auf.

Bemerkenswert ist, dass **sogar in 2012 mit seinen sehr geringen Abflüssen** die P-Konzentrationen in den TEZG **fast überall höher als der Zielwert für die P-Konzentration im Dümmer** von 0,05 mg/l ist. Vor allem südlich des MLK, im Gebiet Elze sowie in den TEZG Reiniger Graben und Marler Graben liegen die ermittelten P-Konzentrationen auch bei den eher geringen P-Immissionen in 2012 immer noch zumindest um den Faktor 2 zu hoch. In den TEZG Strothbach und Marler Graben beträgt diese Überhöhung sogar den Faktor 3, im TEZG Venner Moorkanal liegt der Faktor bei 13.

Zu beachten ist, dass Maßnahmen wie die bereits durchgeführten P-Abschläge in den Mittel-landkanal oder eine zukünftige Umleitung des Venner Moorkanals (z.B. über den Schweger Moorkanal und somit am Dümmer vorbei, dieses wurde in 2016 bereits temporär durchgeführt) zu einer Verminderung der P-Belastung des Dümmers beitragen können. Interessant ist dabei insbesondere eine mögliche dauerhafte Umleitung des Venner Moorkanals, da das TEZG Venner Moorkanal immerhin das Teileinzugsgebiet ist, welches die mit Abstand höchsten P-Belastungen in kg/ha im gesamten EZG Dümmer aufweist.

**Abschließend lässt sich festhalten, dass die P-Belastungen im EZG Dümmer trotz der bisher durchgeführten Maßnahmen im betrachteten Zeitraum 2012 bis 2017 deutlich zu hoch sind.** Um den seetypspezifischen Orientierungswert für Gesamtphosphor im Dümmer von 0,05 mg/l (gemäß Anhang Anlage 3 Nummer 3.2 OgewV) - der für einen „guten ökologischen Zustand“ des Sees notwendig ist - zukünftig zu erreichen, werden daher weitere Anstrengungen erforderlich sein.

## 5 Literatur

- BEHRENDT, H. & D. OPITZ (1999): Retention of nutrients in river systems: Dependence on specific runoff and hydraulic load. *Hydrobiologia* Vol. 410: 111-122.
- FOGELBERG, S. (2003): Modelling nitrogen retention at the catchment scale. Comparison between HBV-N and MONERIS. Uppsala Technical University. Master thesis.
- KUNST, S., SCHEER, C. & PANCKOW, N. (2004): Signifikante Nährstoffeinträge aus der Fläche. F & E-Projekt im Auftrag der LAWA. ATV-DVWK-Themen, Hennef.
- LITTLEWOOD, I.G. (1995): Hydrological regimes, sampling strategies and assessment of errors in mass load estimates for United Kingdom rivers. *Environment International* 21, 2.
- NLWKN (2010): Seebericht Dümmer. In: Wasserrahmenrichtlinie Band 3, Leitfaden Maßnahmenplanung. Oberflächengewässer Teil B Stillgewässer Anhang II Seeberichte.
- OSPAR (1996): (OSLO-PARIS-KOMMISSION): Principles of the comprehensive study of riverine inputs and direct discharges (RID).
- PANCKOW, N. (2008): Entscheidungsunterstützungssystem im Flussgebietsmanagement: Emissionsmodellierung signifikanter Nährstoffeinträge aus der Fläche. Dissertation an der Fakultät für Architektur und Landschaft der Leibniz Universität Hannover.
- SCHEER, C. & PANCKOW, N. (2012): Weiterführende Modelloptimierung zur Quantifizierung diffuser Nährstoffeinträge als Instrument zur Umsetzung der EG-WRRL - Anpassung für Niedersachsen und Implementierung von Bewirtschaftungsmaßnahmen. F+E-Vorhaben im Auftrag des NLWKN. Nicht veröffentlicht.
- SCHEER, C., PANCKOW, N. & KUNST, S. (2007): Entwicklung eines optimierten Bilanzierungsmodells zur Quantifizierung diffuser Nährstoffeinträge als Instrument zur Umsetzung der EG-WRRL. Abschlussbericht zum gleichnamigen F+E-Vorhaben im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums. Institut für Freiraumentwicklung, Leibniz Universität Hannover. Nicht veröffentlicht.
- VENOHR, M., I. DONOHUE, S. FOGELBERG, B. ARHEIMER, K. IRVINE und H. BEHRENDT (2005): Nitrogen retention in a river system and the effects of river morphology and lakes. *Water Science & Technology* Vol. 51 (No. 3-4): 19-29.

## 6 Anhang

Bild Nr.		Jahr
Bild A 1	diffuse P-Emissionen über Erosion	2013
Bild A 2	diffuse P-Emissionen über Abschwemmung	2013
Bild A 3	diffuse P-Emissionen über Dränageabfluss	2013
Bild A 4	diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss	2013
Bild A 5	diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss	2013
Bild A 6	diffuse P-Emissionen über Direkteintrag	2013
Bild A 7	urbane P-Emissionen	2013
Bild A 8	Summe der diffusen P-Emissionen	2013
Bild A 9	Summe der gesamten P-Emissionen	2013
Bild A 10	diffuse P-Emissionen über Erosion	2014
Bild A 11	diffuse P-Emissionen über Abschwemmung	2014
Bild A 12	diffuse P-Emissionen über Dränageabfluss	2014
Bild A 13	diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss	2014
Bild A 14	diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss	2014
Bild A 15	diffuse P-Emissionen über Direkteintrag	2014
Bild A 16	urbane P-Emissionen	2014
Bild A 17	Summe der diffusen P-Emissionen	2014
Bild A 18	Summe der gesamten P-Emissionen	2014
Bild A 19	diffuse P-Emissionen über Erosion	2017
Bild A 20	diffuse P-Emissionen über Abschwemmung	2017
Bild A 21	diffuse P-Emissionen über Dränageabfluss	2017
Bild A 22	diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss	2017
Bild A 23	diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss	2017
Bild A 24	diffuse P-Emissionen über Direkteintrag	2017
Bild A 25	urbane P-Emissionen	2017
Bild A 26	Summe der diffusen P-Emissionen	2017
Bild A 27	Summe der gesamten P-Emissionen	2017

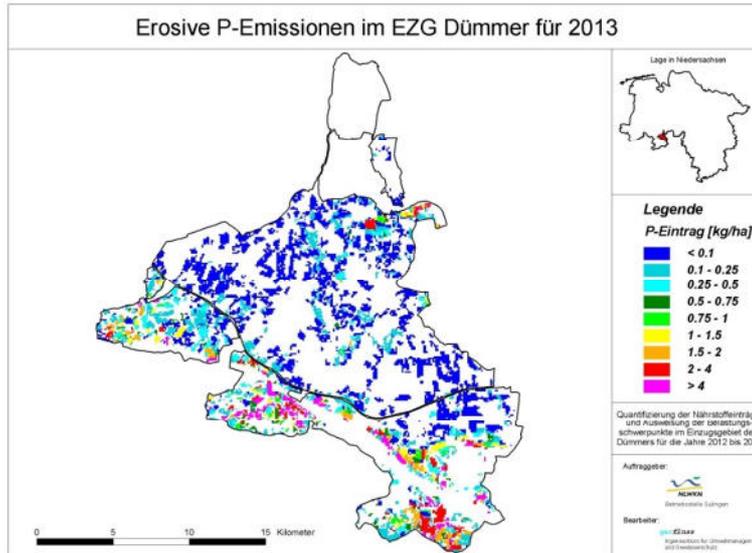


Bild A 1: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha]

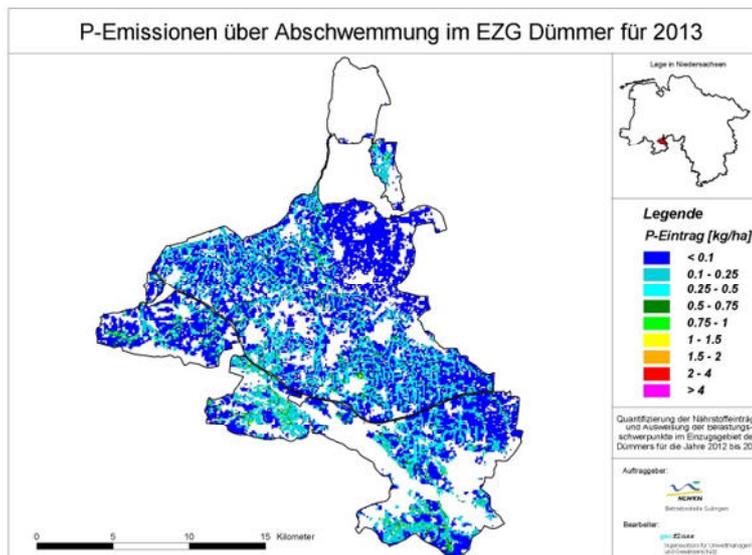


Bild A 2: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha]

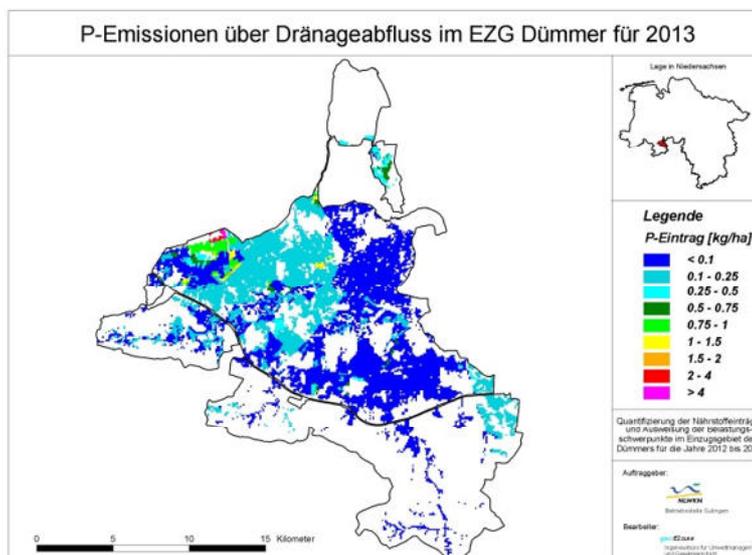


Bild A 3: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss in [kg/ha]

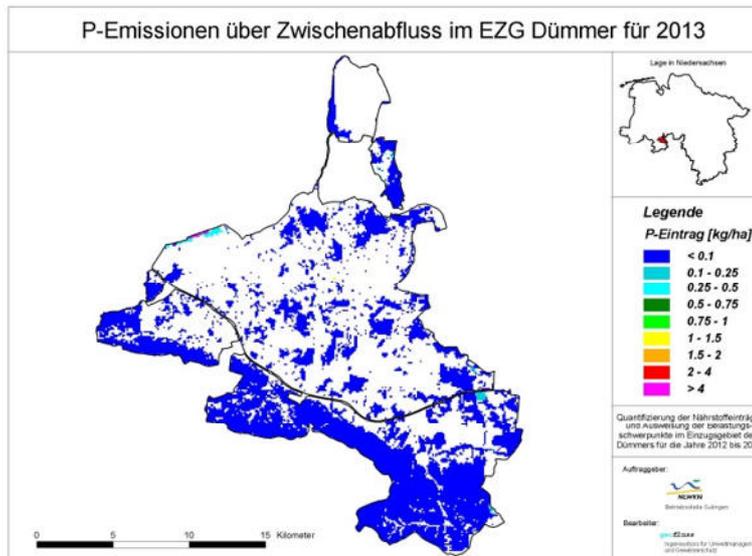


Bild A 4: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss in [kg/ha]

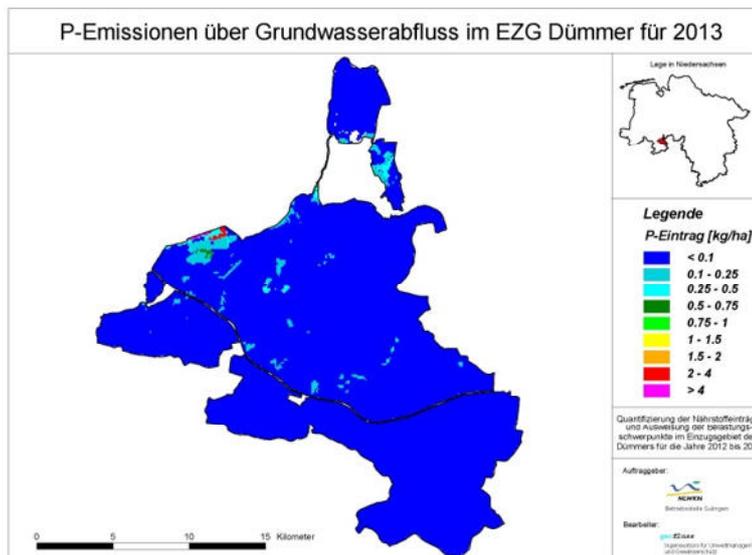


Bild A 5: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss in [kg/ha]

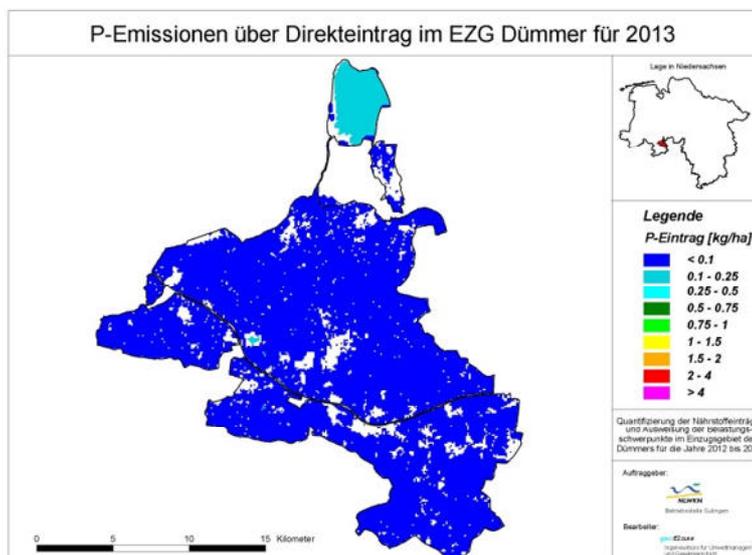


Bild A 6: EZG Dümmer 2013: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha]

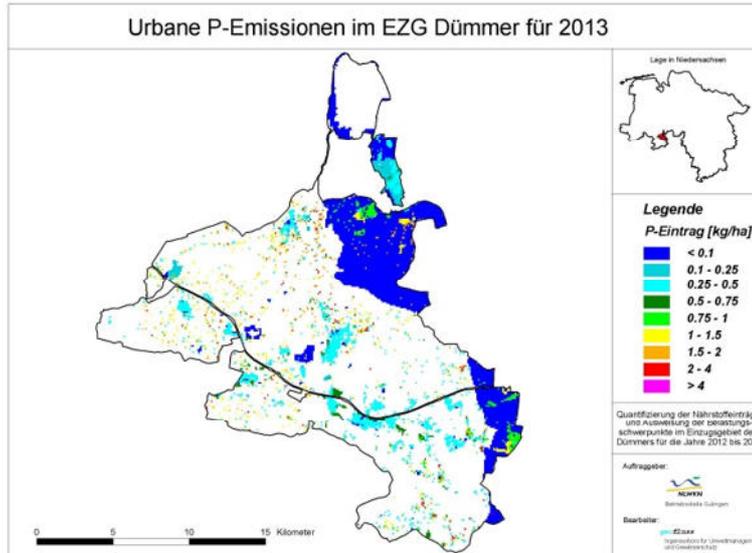


Bild A 7: EZG Dümmer 2013: urbane P-Emissionen in [kg/ha]

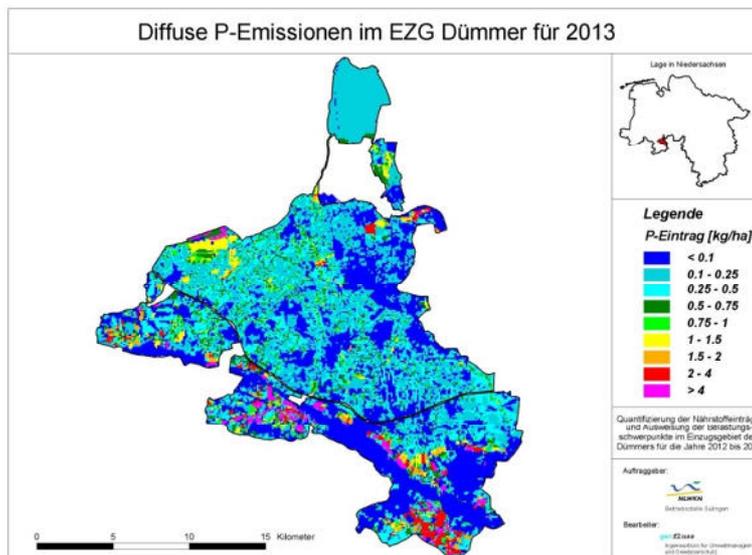


Bild A 8: EZG Dümmer 2013: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha]

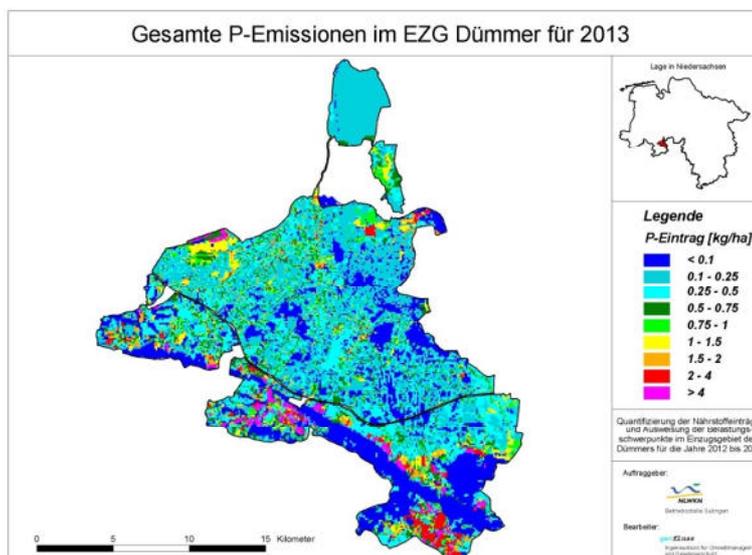


Bild A 9: EZG Dümmer 2013: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha]

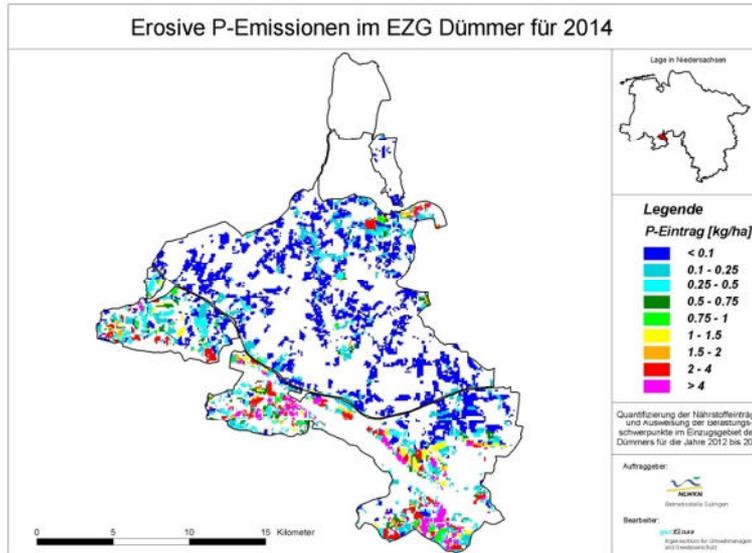


Bild A 10: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha]

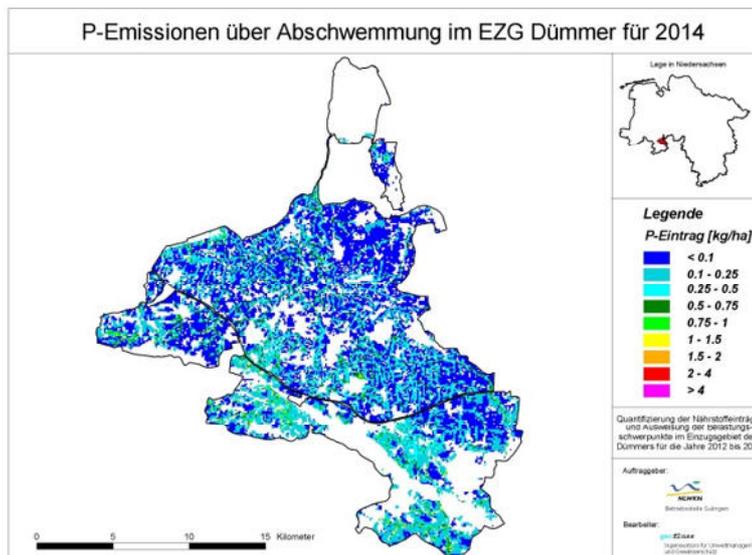


Bild A 11: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha]

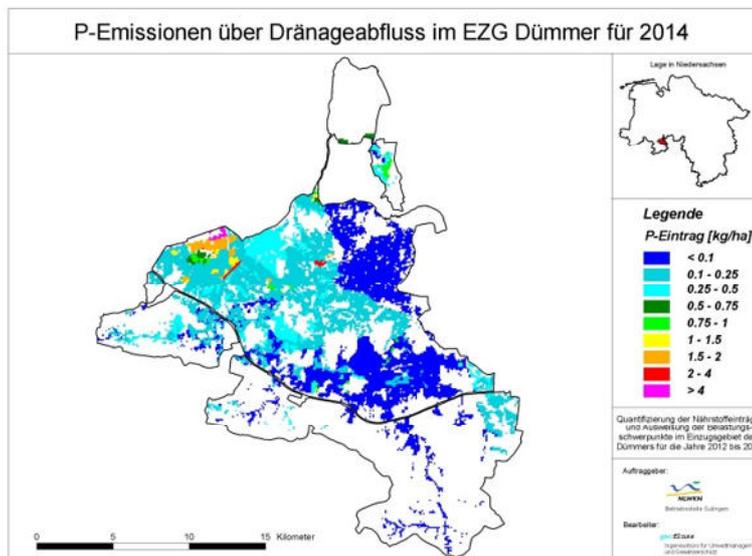


Bild A 12: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss in [kg/ha]

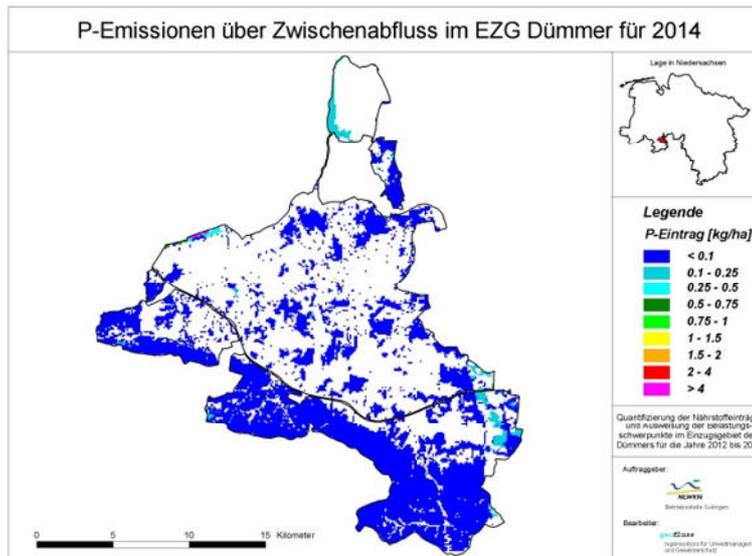


Bild A 13: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss in [kg/ha]

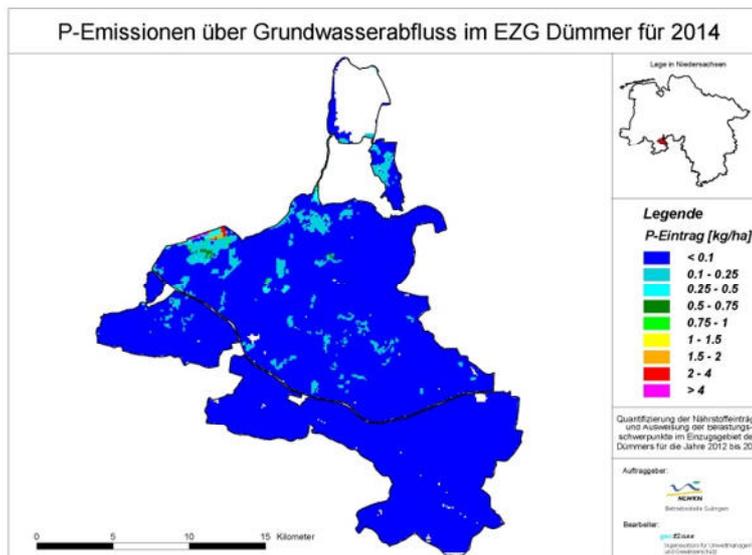


Bild A 14: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss in [kg/ha]

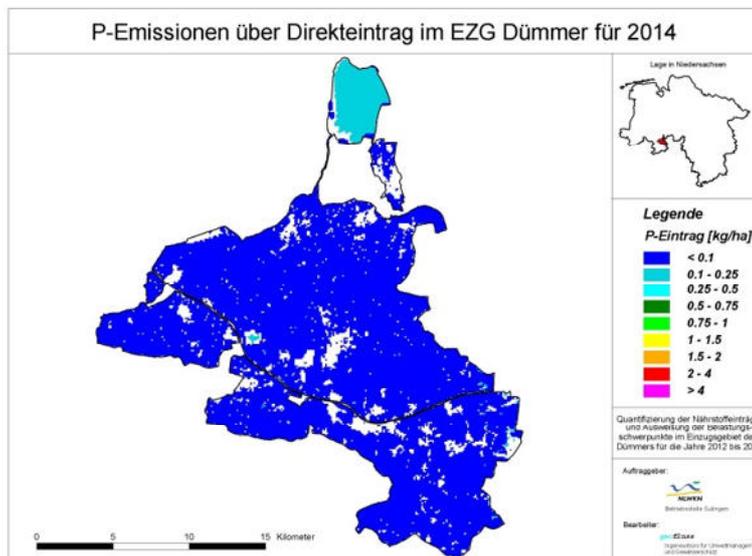


Bild A 15: EZG Dümmer 2014: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha]

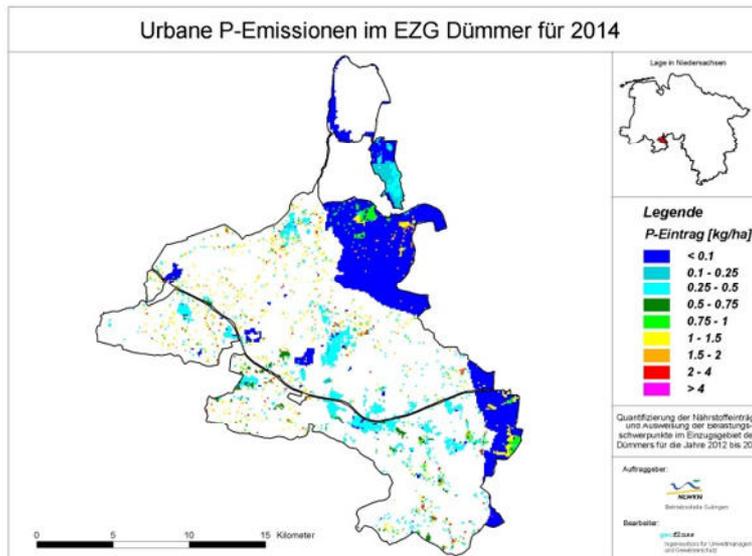


Bild A 16: EZG Dümmer 2014: urbane P-Emissionen in [kg/ha]

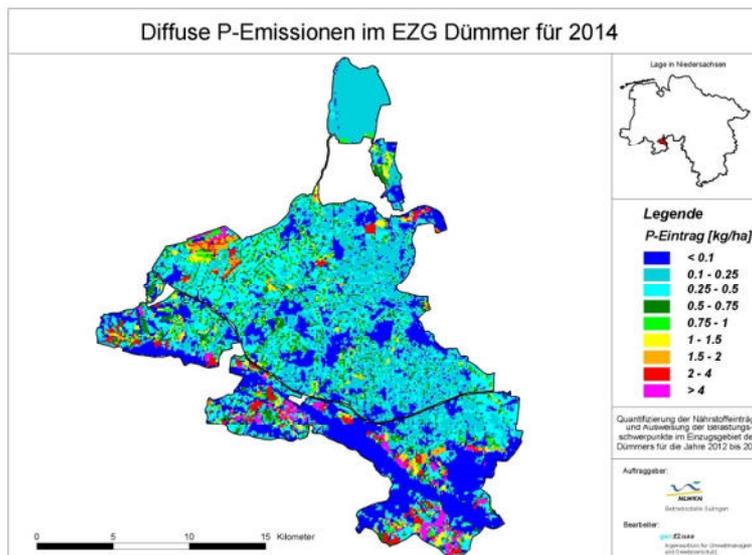


Bild A 17: EZG Dümmer 2014: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha]

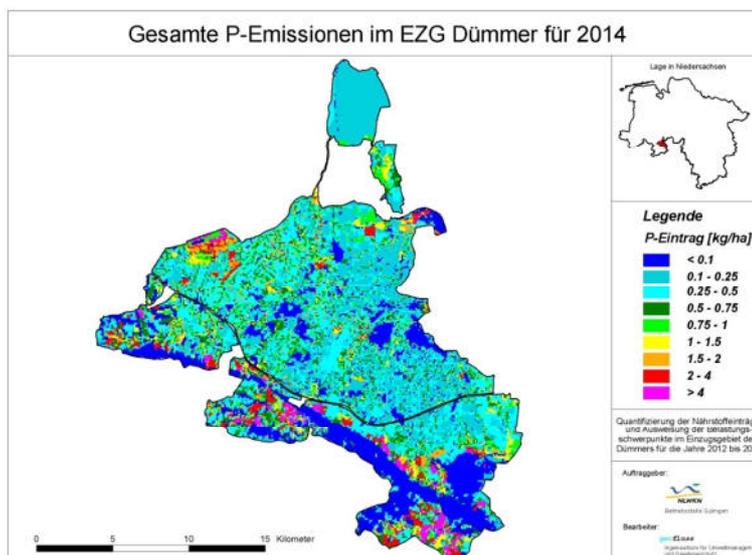


Bild A 18: EZG Dümmer 2014: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha]

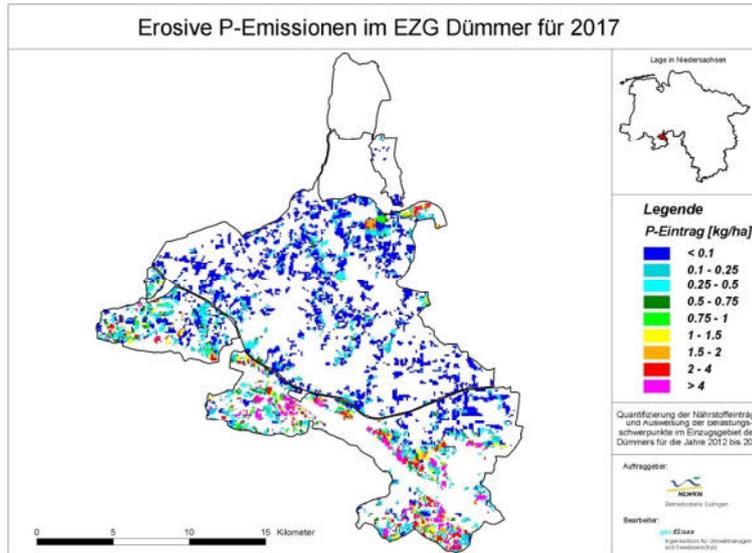


Bild A 19: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Erosion in [kg/ha]

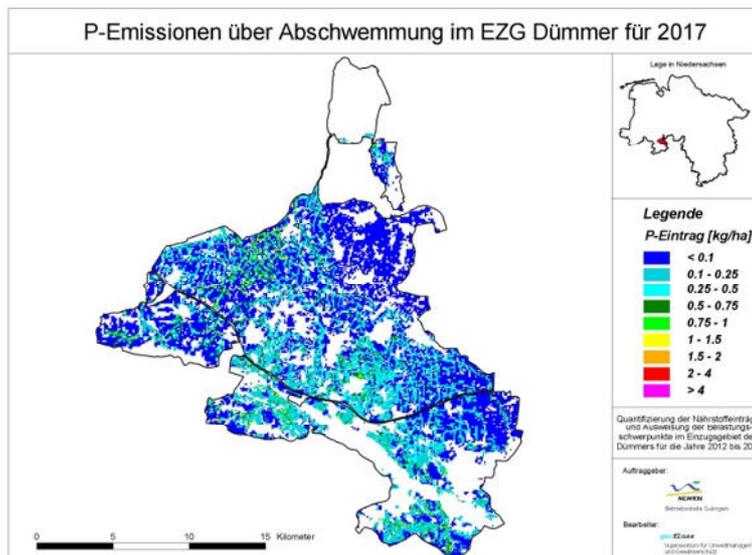


Bild A 20: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Abschwemmung in [kg/ha]

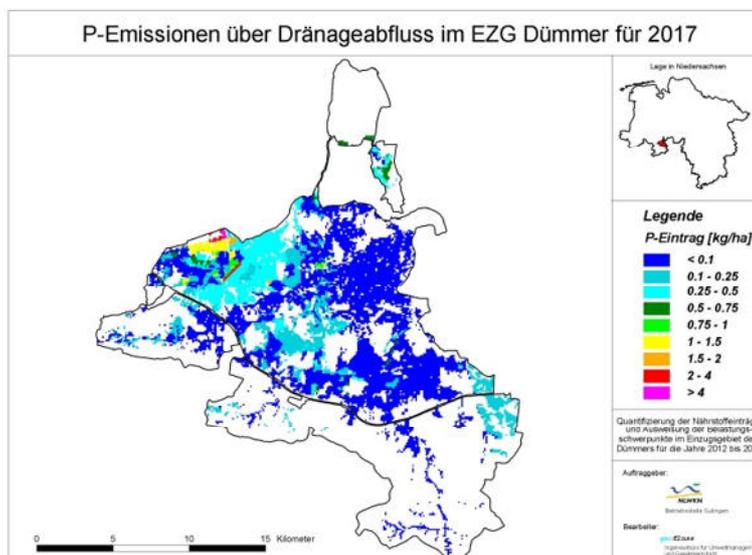


Bild A 21: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Drainageabfluss in [kg/ha]

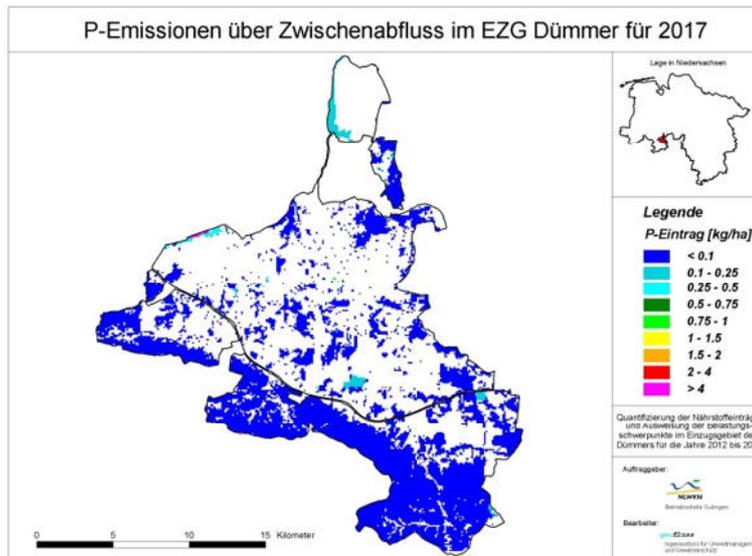


Bild A 22: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Zwischenabfluss in [kg/ha]

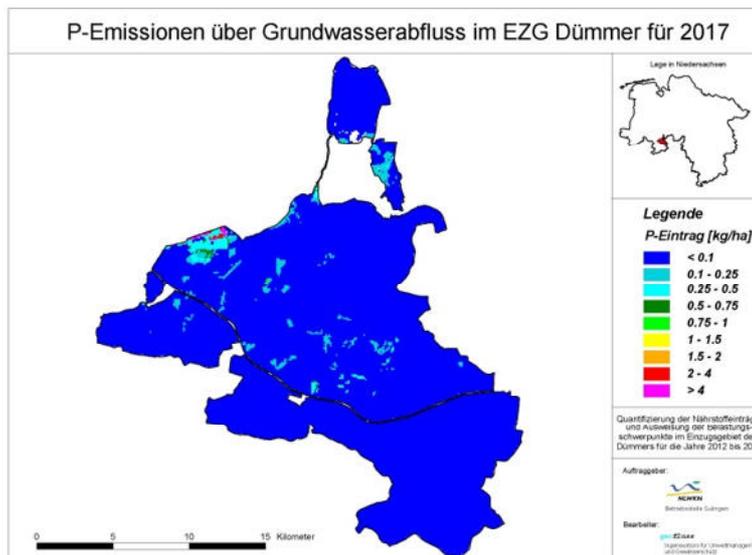


Bild A 23: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Grundwasserabfluss in [kg/ha]

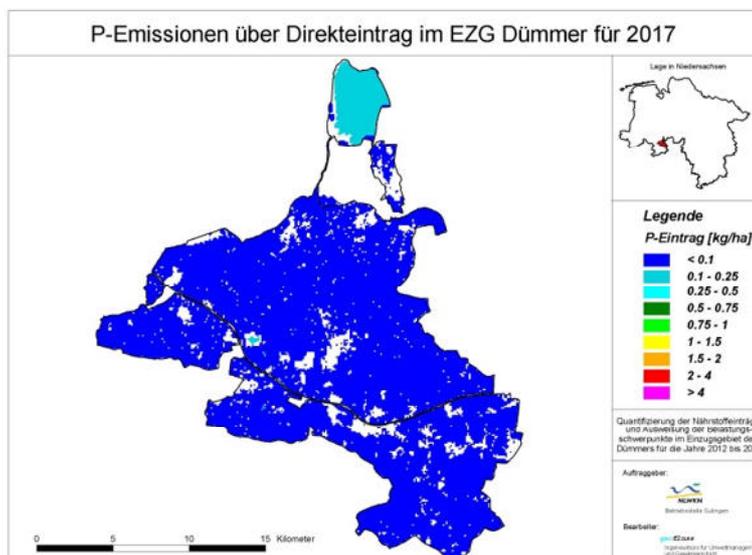


Bild A 24: EZG Dümmer 2017: diffuse P-Emissionen über Direkteintrag in [kg/ha]

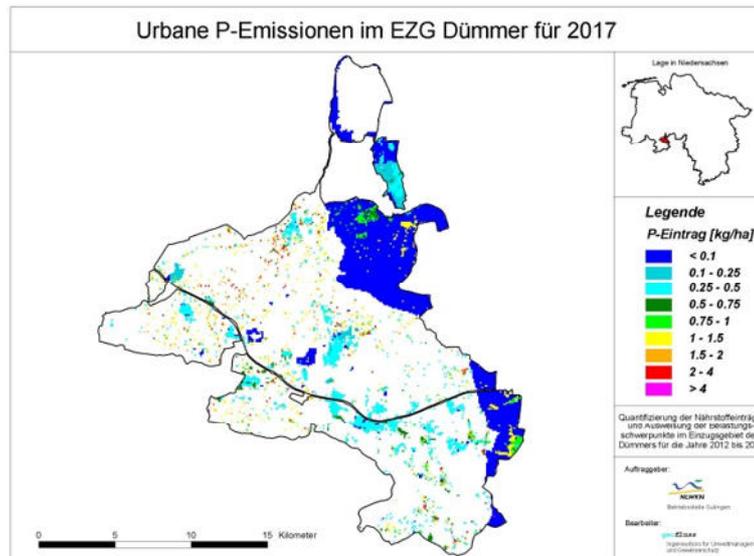


Bild A 25: EZG Dümmer 2017: urbane P-Emissionen in [kg/ha]

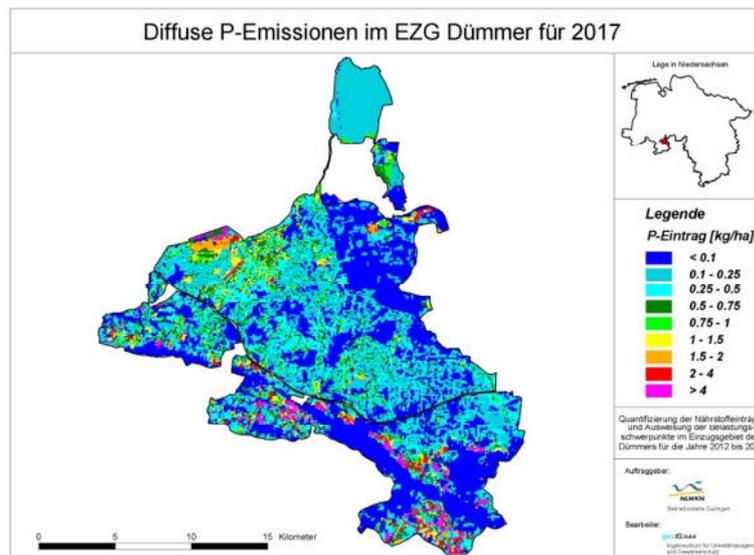


Bild A 26: EZG Dümmer 2017: Summe der diffusen P-Emissionen in [kg/ha]

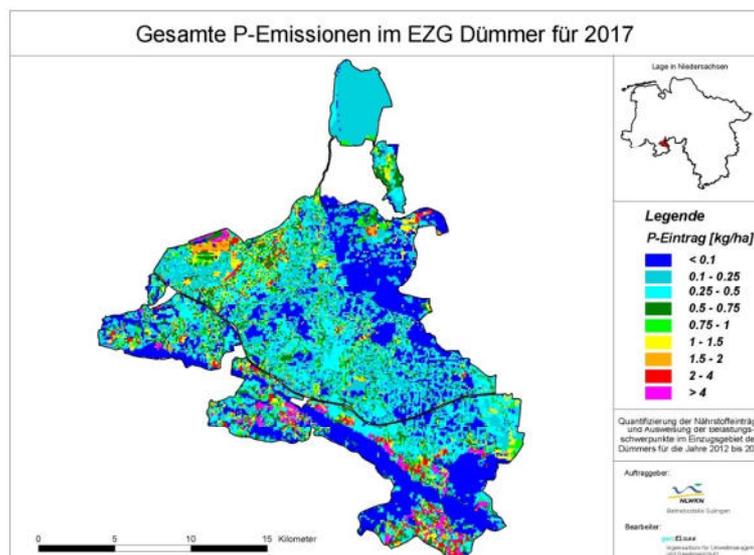


Bild A 27: EZG Dümmer 2017: Summe der gesamten P-Emissionen in [kg/ha]