

Anlage 05

Neubewilligung Nordharzverbundsystem

Thesenpapier:

FFH-Verträglichkeit

Geschiebetransport im Unterlauf der Oker, Grane und Innerste
Dynamische Abgaben aus der Oker-, Grane- und Innerstetalsperre

Hildesheim, den 13.05.2014

Dipl.-Ing. Frank Eggelsmann

Harzwasserwerke GmbH
Nikolaistr. 8
31137 Hildesheim



Harzwasserwerke

herrlich weiches Wasser

Neubewilligung Nordharzverbundsystem

Thesenpapier FFH – Verträglichkeit

Geschiebetransport im Unterlauf der Oker, Grane und Innerste
Dynamische Abgaben aus der Oker-, Grane- und Innerstetalsperre



Innerstetalsperre Grundablassbetrieb im April 2008

Hildesheim, den 13.05.2014

Dipl.-Ing. Frank Eggelsmann

Harzwasserwerke GmbH
Nikolaistr. 8
31137 Hildesheim

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-----------------------------|
| 1 | Veranlassung 1 |
| 2 | Grundlagen 1 |
| 3 | Eingangsparameter 2 |
| 4 | Geschiebetransport 3 |
| 5 | Abgabedynamisierung 8 |
| 6 | Bewertung 15 |
| 6 | Zusammenfassung 16 |

1 Veranlassung

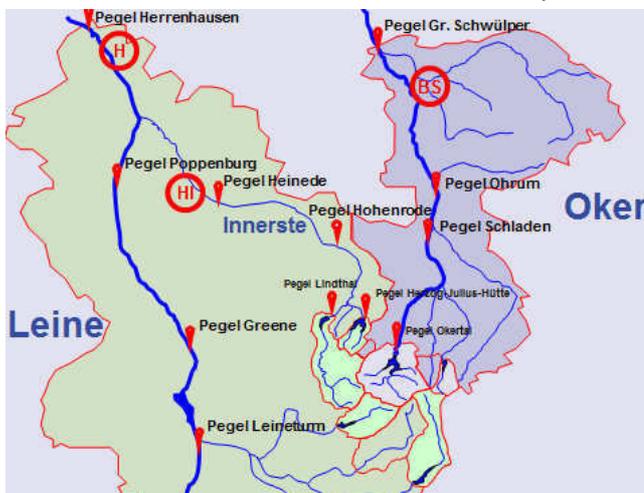
Innerhalb der Vor- und Beratungsgespräche zur Neubewilligung des Nordharzverbundsystems wurde durch die verfahrensführende Behörde dem NLWKN im Themenbereich FFH-Verträglichkeit in verschiedenen Besprechungen (z. B. am 03.04.2013) sowie in den Sitzungen des Arbeitskreises FFH-Verträglichkeit (02.07.2013, 22.10.2013) angeregt bzw. gefordert, Überlegungen zum Geschiebetransport im Unterlauf der Gewässer Oker, Grane und Innerste anzustellen.

Des Weiteren sollen detaillierte Aussagen zur Dynamisierung der Unterwasserabgaben an der Oker-, Grane- und Innerstetalsperre erarbeitet werden.

2 Grundlagen

Für die Berechnung der Wasserstände, bei denen von einem bestimmten Geschiebetransport auszugehen ist, wurden die Berechnungsansätze „Bewegungsbeginn von kohäsionslosen Lockersedimenten“¹: „Der Beginn der Sedimentbewegung wird von der Zufallsverteilung der Turbulenzen und der momentanen Lagestabilität der Körner an der Oberfläche der Sohle bestimmt.“ herangezogen. Aus den weiter unten dargestellten Berechnungen ergeben sich Wasserstände bzw. Abflussmengen, bei denen sich bestimmte Korngrößen an den Gewässersohlen in Bewegung setzen können.

Für die Berechnungen zur Thematik Dynamisierung der Unterwasserabgaben an den Talsperren wurden zunächst für die Messstellen in der Oker (Pegel Schladen und Pegel Ohrum) und in der Innerste (Pegel Hohenrode und Pegel Heinde) die Daten der tatsächlichen und natürlichen Abflussverhältnisse zusammen gestellt bzw. ermittelt. Die Bezeichnung „natürlich“ bedeutet in diesem Zusammenhang der Abfluss in den Gewässern so berechnet, als ob die Talsperren nicht existieren würden.



Karte 1: Lage der Pegel im nördlichen Harzvorland

¹ Schneider Bautabellen, 9. Auflage, Werner Verlag GmbH Düsseldorf, 1990 S. 13.37

3 Eingangsparmeter

| | | |
|----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Talsperre | Einzugsgebiet A_{E0} | |
| Okertalsperre | 94,1 km ² | |
| Granetalsperre | 22,4 km ² | |
| Innerstetalsperre | 98,1 km ² | |
| Pegel | Einzugsgebiet A_{E0} | Flusslänge ab Talsperre bis zum Pegel |
| Oker / Pegel Schladen | 363 km ² | ~ 25 km |
| Oker / Pegel Ohrum | 813 km ² | ~ 37 km |
| Innerste / Pegel Hohenrode | 212 km ² | ~ 16 km |
| Innerste / Pegel Heinde | 897 km ² | ~ 43 km |

Bereich Geschiebetransport:

Kin. Viskosität [m²/s] = 0,0000013

| | |
|--|----------|
| mittle. Sohlgefälle der Oker, Okertalsperre bis Pegel Schladen | = 9,4 ‰ |
| mittle. Sohlgefälle der Oker, Okertalsperre bis Pegel Ohrum | = 5,9 ‰ |
| mittle. Sohlgefälle der Grane, Granetalsperre bis Einmündung in die Innerste | = 12,9 ‰ |
| mittle. Sohlgefälle der Innerste, Innerstetalsperre bis Pegel Hohenrode | = 3,8 ‰ |
| mittle. Sohlgefälle der Innerste, Innerstetalsperre bis Pegel Heinde | = 2,8 ‰ |

Bereich Dynamisierung der Unterwasserabgabe:

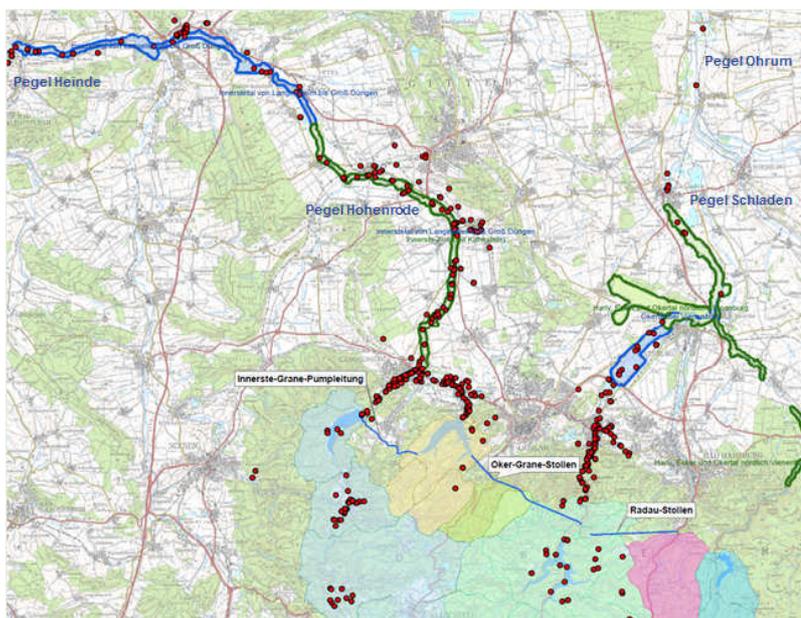
| | |
|--|---------------------------|
| Zeitreihe für alle Talsperrenzuflüsse und Abgaben | 01.01.1981 bis 31.12.2010 |
| Zeitreihe für die Okerpegel Pegel Schladen und Pegel Ohrum | 01.01.1981 bis 31.12.2010 |
| Zeitreihe für die Innerstepegel Pegel Hohenrode und Pegel Heinde | 01.01.1981 bis 31.12.2010 |

Überschwemmungsgrenzen und Wassertiefen der Hochwassergefahrenkarten²

| | | | |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| für die Oker | HQ₂₀ | HQ ₁₀₀ | HQ _{Extrem} |
| Abflusswerte Pegel Schladen | 62,9 m³/s | 122,3 m ³ /s | 159,0 m ³ /s |
| Abflusswerte Pegel Ohrum | 99,4 m³/s | 185,3 m ³ /s | 240,3 m ³ /s |
| für die Innerste | HQ₂₅ | HQ ₁₀₀ | HQ ₂₀₀ |
| Abflusswerte Pegel Hohenrode | 65,3 m³/s | 90,7 m ³ /s | 106,8 m ³ /s |
| Abflusswerte Pegel Heinde | 86,5 m³/s | 120,2 m ³ /s | 147,4 m ³ /s |

² Quelle NLWKN Hochwasserrisikomanagement Richtlinie

GIS Karten zu den FFH Gebieten für die Oker und Innerste



Karte 2: Lage der FFH- und Natura 2000 Gebiete mit den Wasserrechten laut Wasserbuch

Maximale festgelegte Abgabemengen an den Talsperren laut Betriebsplan:

| | | | |
|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Okertalsperre | 7,0 m ³ /s | 16,0 m ³ /s | |
| Granetalsperre | 0,350 m ³ /s | | |
| Innerstetalsperre | 3,0 m ³ /s | 5,0 m ³ /s | 10,0 m ³ /s |

Maximale Leistungsfähigkeiten in Summe der Betriebsorgane

| | |
|-------------------|----------------------|
| Okertalsperre | 23 m ³ /s |
| Granetalsperre | 23 m ³ /s |
| Innerstetalsperre | 22 m ³ /s |

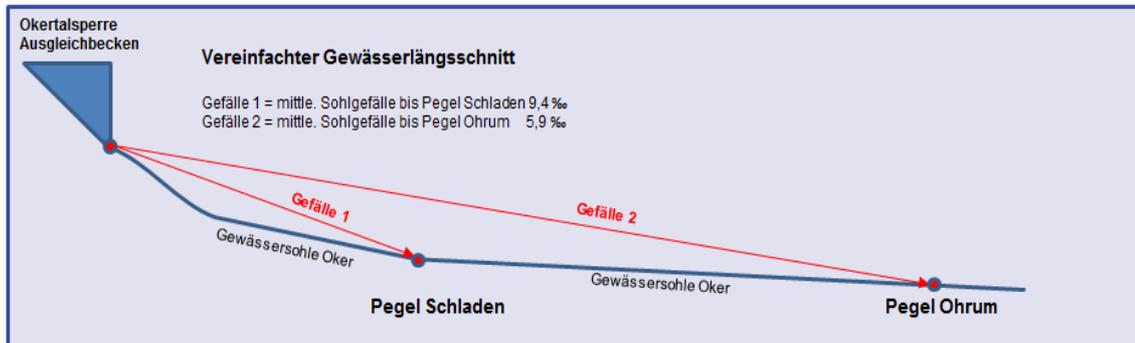
Maximale Leistungsfähigkeiten der Hochwasserentlastungsanlagen

| | |
|------------------|-----------------------|
| Okertalsperre | 120 m ³ /s |
| Granetalsperre | 70 m ³ /s |
| Innerstealsperre | 125 m ³ /s |

4 Geschiebetransport

Nachfolgend sind tabellarisch die Berechnungsergebnisse der möglichen Bewegungen bestimmter Korngrößen bei bestimmten Wasserständen bzw. Abflussmengen mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % bzw. 100 % Bewegungsrisiko / Bewegungsmöglichkeit dargestellt. Den folgenden Tabellen 1 bis 5 kann man die Berechnungsergebnisse für den möglichen Geschiebetransport in Oker, Grane und Innerste unterhalb der Talsperren entnehmen. Es ergibt sich für die Gewässer bei bestimmten Wasserständen h [cm] und damit verbundenen Abflussmengen Q [m³/s] die Bewegung ganz bestimmter Korngrößen dk [mm] des Geschiebes an der jeweiligen Gewässersohle. Zur Berechnung wurden die Flussstrecken (das Gefälle) unterhalb der einzelnen Talsperren an

Oker und Innerste bis zu dem jeweilig betrachteten Harzvorland Pegel angesetzt. Für den Bereich der Grane wurde das Gefälle der Gewässerstrecke zwischen Granetal-sperre und Einmündung der Grane in die Innerste berücksichtigt.



Grafik 1: Vereinfachter Gewässerlängsschnitt am Beispiel der Oker

Gewässer Oker unterhalb des Ausgleichbeckens der Okertalsperre:

Zu erkennen ist in Tabelle 1 und 2, dass bei einer einstellbaren Abgabe aus der Okertalsperre von z. B. 7,00 m³/s (nach Betriebsplan 1. Abgablamelle im Hochwasser-rückhalteraum) sich die Bewegung (Tabellenbereich Bewegungsrisiko nahezu 100%) der Korngrößen von ca. 50 mm bis 100 mm erreichen lassen könnte. Dies gilt sowohl für den Gewässerabschnitt zwischen dem Ausgleichbecken der Okertalsperre und dem Pegel Oker / Schladen als auch für den Bereich zwischen dem Ausgleichbecken der Okertalsperre und dem Pegel Oker / Ohrum.

| Bewegungsrisiko ca. 10 % | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------|----------------|------|--------|---------------|--------|------------------------------|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m²] | h [cm] | Q [m³/s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,09 | 0,0550 | 0,0089 | 9,7 | 0,100 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,09 | 0,0550 | 0,0178 | 19,3 | 0,200 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,09 | 0,0550 | 0,0267 | 29,0 | 0,300 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,09 | 0,0550 | 0,0356 | 38,6 | 0,518 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,09 | 0,0550 | 0,0445 | 48,3 | 0,870 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,09 | 0,0550 | 0,0890 | 96,5 | 6,120 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,09 | 0,0550 | 0,1781 | 193,1 | 31,000 |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,09 | 0,0550 | 0,2671 | 289,6 | 79,900 |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,09 | 0,0550 | 0,3561 | 386,2 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,09 | 0,0550 | 0,4451 | 482,7 | |
| Bewegungsrisiko nahezu 100 % | | | | | | | | |
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m²] | h [cm] | Q [m³/s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,98 | 0,1100 | 0,0178 | 19,3 | 0,200 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,98 | 0,1100 | 0,0356 | 38,6 | 0,518 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,98 | 0,1100 | 0,0534 | 57,9 | 1,470 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,98 | 0,1100 | 0,0712 | 77,2 | 3,300 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,98 | 0,1100 | 0,0890 | 96,5 | 6,120 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,98 | 0,1100 | 0,1781 | 193,1 | 31,000 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,98 | 0,1100 | 0,3561 | 386,2 | |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,98 | 0,1100 | 0,5342 | 579,3 | |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,98 | 0,1100 | 0,7122 | 772,3 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,98 | 0,1100 | 0,8903 | 965,4 | |

Tabelle 1: Oker vom Abgabepiegel Okertal bis zum Pegel Schladen

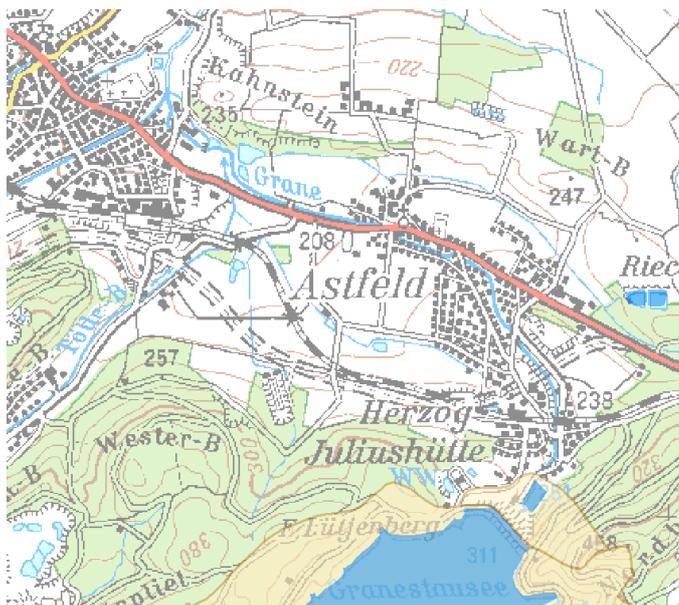
| Bewegungsrisiko ca. 10 % | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------------|------|--------|----------------------------|--------|---|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m ²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m ²] | h [cm] | Q [m ³ /s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,09 | 0,0550 | 0,0089 | 15,4 | 0,200 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,09 | 0,0550 | 0,0178 | 30,8 | 0,450 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,09 | 0,0550 | 0,0267 | 46,1 | 0,700 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,09 | 0,0550 | 0,0356 | 61,5 | 0,900 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,09 | 0,0550 | 0,0445 | 76,9 | 1,600 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,09 | 0,0550 | 0,0890 | 153,8 | 6,400 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,09 | 0,0550 | 0,1781 | 307,6 | 25,500 |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,09 | 0,0550 | 0,2671 | 461,4 | |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,09 | 0,0550 | 0,3561 | 615,3 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,09 | 0,0550 | 0,4451 | 769,1 | |

| Bewegungsrisiko nahezu 100 % | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------|-----------------------------|------|--------|----------------------------|--------|---|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m ²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m ²] | h [cm] | Q [m ³ /s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,98 | 0,1100 | 0,0178 | 30,8 | 0,450 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,98 | 0,1100 | 0,0356 | 61,5 | 0,900 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,98 | 0,1100 | 0,0534 | 92,3 | 2,200 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,98 | 0,1100 | 0,0712 | 123,1 | 4,000 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,98 | 0,1100 | 0,0890 | 153,8 | 6,400 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,98 | 0,1100 | 0,1781 | 307,6 | 25,500 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,98 | 0,1100 | 0,3561 | 615,3 | |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,98 | 0,1100 | 0,5342 | 922,9 | |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,98 | 0,1100 | 0,7122 | 1230,5 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,98 | 0,1100 | 0,8903 | 1538,1 | |

Tabelle 2: Oker vom Abgabepiegel Okertal bis zum Pegel Ohrum

Gewässer Grane unterhalb der Granetalsperre:

Bei den Berechnungen in der Tabelle 3 für die Grane würden sich Korngrößen von ca. 30 mm bis 50 mm in Bewegung setzen (Tabellenbereich Bewegungsrisiko nahezu 100%) bei einer theoretischen Abgabe aus der Granetalsperre von rund 5,00 m³/s (Sonderabgabe ohne Verankerung im Betriebsplan). Bei der im Betriebsplan festgelegten höchsten Abgabe von 0,350 m³/s liegt die Bewegung bei einer Korngröße < 10 mm.



Karte 3: Lage der Grane unterhalb der Granetalsperre

Da im Bereich der Einmündung der Grane in die Innerste keine eigene Pegelanlage vorhanden ist, wurden hier die Abflussmengen Q [m³/s] bei bestimmten Wasserständen mit der Fließformel nach Manning-Strickler (Rauigkeitswert = 30) ermittelt. Für die Ausbildung des Gewässers Grane ist ein vereinfachter Gewässerquerschnitt s. u. angesetzt worden.

| Bewegungsrisiko ca. 10 % | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------------|------|--------|----------------------------|--------|---|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m ²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m ²] | h [cm] | Q [m ³ /s] nach Fließ-Formel |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,09 | 0,0550 | 0,0089 | 7,0 | 0,264 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,09 | 0,0550 | 0,0178 | 14,1 | 0,854 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,09 | 0,0550 | 0,0267 | 21,1 | 1,680 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,09 | 0,0550 | 0,0356 | 28,1 | 2,720 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,09 | 0,0550 | 0,0445 | 35,2 | 3,990 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,09 | 0,0550 | 0,0890 | 70,3 | 13,100 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,09 | 0,0550 | 0,1781 | 140,7 | 45,400 |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,09 | 0,0550 | 0,2671 | 211,0 | 97,300 |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,09 | 0,0550 | 0,3561 | 281,4 | 171,000 |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,09 | 0,0550 | 0,4451 | 351,7 | 269,000 |

| Bewegungsrisiko nahezu 100 % | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------|-----------------------------|------|--------|----------------------------|--------|---|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m ²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m ²] | h [cm] | Q [m ³ /s] nach Fließ-Formel |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,98 | 0,1100 | 0,0178 | 14,1 | 0,854 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,98 | 0,1100 | 0,0356 | 28,1 | 2,720 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,98 | 0,1100 | 0,0534 | 42,2 | 5,440 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,98 | 0,1100 | 0,0712 | 56,3 | 8,920 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,98 | 0,1100 | 0,0890 | 70,3 | 13,100 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,98 | 0,1100 | 0,1781 | 140,7 | 45,400 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,98 | 0,1100 | 0,3561 | 281,4 | 171,300 |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,98 | 0,1100 | 0,5342 | 422,1 | 394,300 |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,98 | 0,1100 | 0,7122 | 562,8 | 732,500 |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,98 | 0,1100 | 0,8903 | 703,5 | 1203,200 |

Vereinfachter Gewässerquerschnitt

Rauigkeitswert $K_{\Sigma} = 30$

Tabelle 3: Grane vom Abgabepiegel Herzog-Julius-Hütte bis zur Einmündung in die Innerste

Gewässer Innerste unterhalb der Innerstetalsperre:

An der Innerste liegt die Berechnung der möglichen Bewegung (Tabellenbereich Bewegungsrisiko nahezu 100%) für die Korngröße zwischen 20 mm und 50 mm bei einer Abgabe von ca. 10 m³/s (maximale Abgabelamelle im Betriebsplan). Bei darunter liegenden Abgabemengen liegt die Bewegungsmöglichkeit nur noch bei geringeren Korndurchmessern $dk < 30$ mm.

| Bewegungsrisiko ca. 10 % | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|--------|----------------|------|--------|---------------|--------|------------------------------|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m²] | h [cm] | Q [m³/s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,09 | 0,0550 | 0,0089 | 23,9 | 0,120 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,09 | 0,0550 | 0,0178 | 47,8 | 0,812 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,09 | 0,0550 | 0,0267 | 71,6 | 2,080 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,09 | 0,0550 | 0,0356 | 95,5 | 4,000 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,09 | 0,0550 | 0,0445 | 119,4 | 6,460 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,09 | 0,0550 | 0,0890 | 238,8 | 29,600 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,09 | 0,0550 | 0,1781 | 477,6 | |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,09 | 0,0550 | 0,2671 | 716,4 | |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,09 | 0,0550 | 0,3561 | 955,3 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,09 | 0,0550 | 0,4451 | 1194,1 | |

| Bewegungsrisiko nahezu 100 % | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------|----------------|------|--------|---------------|--------|------------------------------|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m²] | h [cm] | Q [m³/s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,98 | 0,1100 | 0,0178 | 47,8 | 0,812 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,98 | 0,1100 | 0,0356 | 95,5 | 4,000 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,98 | 0,1100 | 0,0534 | 143,3 | 9,690 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,98 | 0,1100 | 0,0712 | 191,1 | 18,100 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,98 | 0,1100 | 0,0890 | 238,8 | 29,900 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,98 | 0,1100 | 0,1781 | 477,6 | |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,98 | 0,1100 | 0,3561 | 955,3 | |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,98 | 0,1100 | 0,5342 | 1432,9 | |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,98 | 0,1100 | 0,7122 | 1910,5 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,98 | 0,1100 | 0,8903 | 2388,2 | |

Tabelle 4: Innerste vom Abgabepegel Lindthal bis zum Pegel Hohenrode

| Bewegungsrisiko ca. 10 % | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|--------|----------------|------|--------|---------------|--------|------------------------------|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m²] | h [cm] | Q [m³/s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,09 | 0,0550 | 0,0089 | 32,4 | 0,200 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,09 | 0,0550 | 0,0178 | 64,8 | 0,400 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,09 | 0,0550 | 0,0267 | 97,2 | 0,620 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,09 | 0,0550 | 0,0356 | 129,6 | 0,820 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,09 | 0,0550 | 0,0445 | 162,1 | 1,000 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,09 | 0,0550 | 0,0890 | 324,1 | 20,000 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,09 | 0,0550 | 0,1781 | 648,2 | 145,000 |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,09 | 0,0550 | 0,2671 | 972,3 | |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,09 | 0,0550 | 0,3561 | 1296,4 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,09 | 0,0550 | 0,4451 | 1620,5 | |

| Bewegungsrisiko nahezu 100 % | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|--------|----------------|------|--------|---------------|--------|------------------------------|
| dk [mm] | D* | Fr cr* | Tau cr [kN/m²] | R | Fr 0 | Tau 0 [kN/m²] | h [cm] | Q [m³/s] nach Abflusstabelle |
| 10 | 212,36784 | 0,055 | 0,0089 | 0,98 | 0,1100 | 0,0178 | 64,8 | 0,400 |
| 20 | 424,73568 | 0,055 | 0,0178 | 0,98 | 0,1100 | 0,0356 | 129,6 | 0,820 |
| 30 | 637,10352 | 0,055 | 0,0267 | 0,98 | 0,1100 | 0,0534 | 194,5 | 1,400 |
| 40 | 849,47136 | 0,055 | 0,0356 | 0,98 | 0,1100 | 0,0712 | 259,3 | 7,800 |
| 50 | 1061,83920 | 0,055 | 0,0445 | 0,98 | 0,1100 | 0,0890 | 324,1 | 20,000 |
| 100 | 2123,67840 | 0,055 | 0,0890 | 0,98 | 0,1100 | 0,1781 | 648,2 | 145,000 |
| 200 | 4247,35679 | 0,055 | 0,1781 | 0,98 | 0,1100 | 0,3561 | 1296,4 | |
| 300 | 6371,03519 | 0,055 | 0,2671 | 0,98 | 0,1100 | 0,5342 | 1944,6 | |
| 400 | 8494,71358 | 0,055 | 0,3561 | 0,98 | 0,1100 | 0,7122 | 2592,9 | |
| 500 | 10618,39198 | 0,055 | 0,4451 | 0,98 | 0,1100 | 0,8903 | 3241,1 | |

Tabelle 5: Innerste vom Abgabepegel Lindthal bis zum Pegel Heinde

Betrachtet man an allen 3 Gewässern Oker, Grane und Innerste die Korngrößen mit einem Durchmesser von $dk > 50$ mm bzw. 100 mm, sieht man, dass zu deren möglicher Bewegung (Tabellenbereich Bewegungsrisiko nahezu 100%) sehr hohe Abflussmengen von Nöten sind. Diese hohen Abflussmengen liegen oberhalb der in den Betriebsplänen festgelegten maximalen Abgaben. Des Weiteren sind auch die Leistungsfähigkeiten der Talsperrenverschlussorgane (z. B. Grundablass) begrenzt. Somit sind

die benötigten hohen Abflussmengen nicht durch die Talsperren einstellbar. Extreme Abflussmengen durch die Talsperren zu erzeugen ist nur bei Betrieb der Hochwasserentlastungsanlagen möglich.

An den tatsächlichen Abflussverhältnissen im nördlichen Harzvorland (siehe auch die Grafiken 4 bis 7 Bereich Abgabedynamisierung) kann man erkennen, dass das tatsächlich vorhandene Abflussgeschehen mit seinen Hochwasserereignissen Abflussmengen erzeugt, welche für den Geschiebetransport und die damit einhergehende Auflockerung des Kieslückensystems bzw. der Gewässersohlen von weit aus größerer Bedeutung ist. Die in den Gewässern zu findenden tatsächlichen Abflussmengen (obwohl durch die Talsperren beeinflusst, Hochwasserschutz) liegen deutlich oberhalb der Mengen, die durch die Talsperren eingestellt werden können.

5 Abgabedynamisierung

Anhand der folgenden Erläuterungen und der Grafiken 2 bis 7 soll auf die Abgabedynamisierung an den Talsperren eingegangen werden. Hierbei wird deutlich, dass die Abgaben aus den Talsperren nur eine geringe Rolle im Vergleich zu dem schon in Absatz 4 genannten tatsächlichen Abflussgeschehen spielen. Dies wird noch in den Karten 3 und 4 untermauert, wo aufgezeigt ist, dass die Auswirkungen der Abflussmengen auf die FFH-Gebiete bzw. Natura 2000 Gebiete erst bei hohen Abflüssen von entscheidender Bedeutung sind. In diesen Karten wurden die FFH-Gebiete (braun-, grüngestrichelt) überlagert mit den Überschwemmungsgebieten aus der Berechnung des jeweils ersten Lastfalls (blaue Flächen) für die Oker HQ₂₀ und Innerste HQ₂₅. Die Abflussmengen, die diesen Berechnungen zu Grunde liegen (siehe Abs. 3), sind ein Vielfaches von dem, was durch die normal einstellbaren Talsperrenabgaben hervorgerufen werden kann.

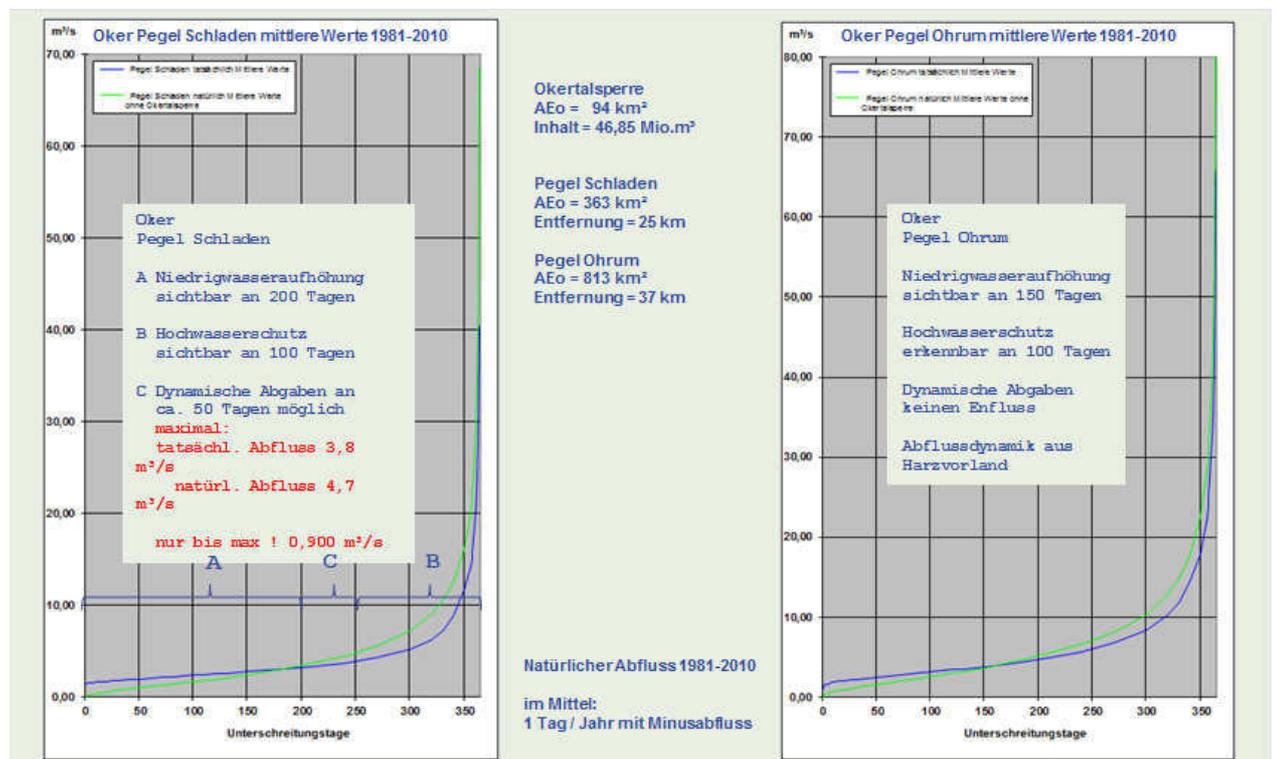
Grundvoraussetzung für die nachfolgenden Betrachtungen war die Berechnung des natürlichen Abflusses für die Okerpegel Schladen und Ohrum sowie für die Innerstepegel Hohenrode und Heinde. Hierzu wurde aus den Abflussmengen an den Pegelanlagen für den Zeitraum von 30 Jahren (1981-2010) auf Basis der Tageswerte der Einfluss der Talsperrensteuerung herausgerechnet. Also so, als ob die Talsperren nicht existent gewesen wären.

Berechnung:

natürlicher Abfluss Q [m³/s] = tatsächlicher Abfluss Q [m³/s] – Talsperrenabgabe Q [m³/s] + Talsperrenzufluss Q [m³/s]

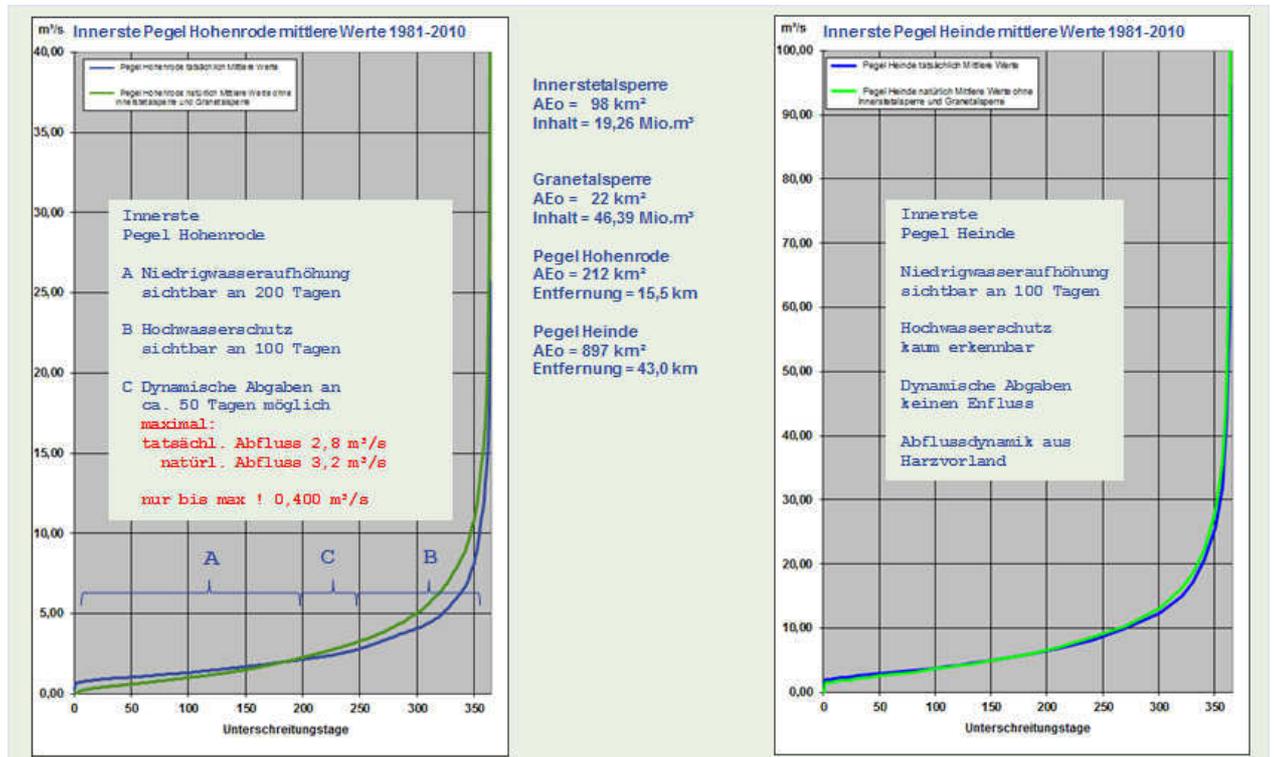
Zum Beispiel: der natürliche Abfluss der Innerste am Pegel Hohenrode = der tatsächliche Abfluss der Innerste am Pegel Hohenrode minus der Talsperrenabgabe von Innerste- und Granetalsperre plus dem Talsperrenzufluss von Innerste- und Granetalsperre.

Die in Grafik 2 und 3 dargestellten Dauerlinien zeigen das mittlere Abflussgeschehen an den jeweiligen Pegeln für die tatsächlichen und natürlichen Abflüsse. Dargestellt ist die Abflussmenge $Q[m^3/s]$ die im Mittel an X Tagen unter- bzw. überschritten wird. Die Daten werden hierbei der Größe nach für die Menge und die Anzahl der Tage sortiert. Zu erkennen ist die Beeinflussung des Abflusses an den Pegeln durch die Talsperren z.B. in der Grafik 3 für die Innerstepegel Hohenrode und Heinde. Die tatsächlichen Dauerlinien (blau) liegen im unteren Abflussbereich (Bereich A) deutlich über den natürlichen Dauerlinien (grün). Hieran erkennt man die Niedrigwasseraufhöhung durch die Talsperren. Im oberen Abflussbereich (Bereich B) liegen die tatsächlichen Dauerlinien unterhalb der natürlichen Dauerlinien. Dies ist eindeutig mit der Hochwasserschutzwirkung durch die Talsperre zu erklären. In der Grafikmitte bei den Unter- bzw. Überschreitungstagen ca. zwischen Tag 150 und 200 sind beide Linien fast identisch. Dies ist der mittlere Abflussbereich (Bereich C), der sich tatsächlich und natürlich kaum von einander unterscheidet. Die Mengen des mittleren Abflusses sind in rot auf den Grafiken vermerkt. In diesem Bereich sind dynamisierte Unterwasserabgaben an den Talsperren denkbar, da dies nicht den Talsperrenaufgaben z. B. dem Hochwasserschutz entgegenstehen würde. Wie an der Innerste ist dieses Abflussgeschehen auch an der Oker deutlich zu erkennen. In der Detailgrafik 4 wird dies noch einmal untermauert. An den Pegeln, die den Talsperren am nächsten liegen, ist der Einfluss durch die Talsperrensteuerung deutlich ausgeprägter als an den weiter entfernten Messanlagen.

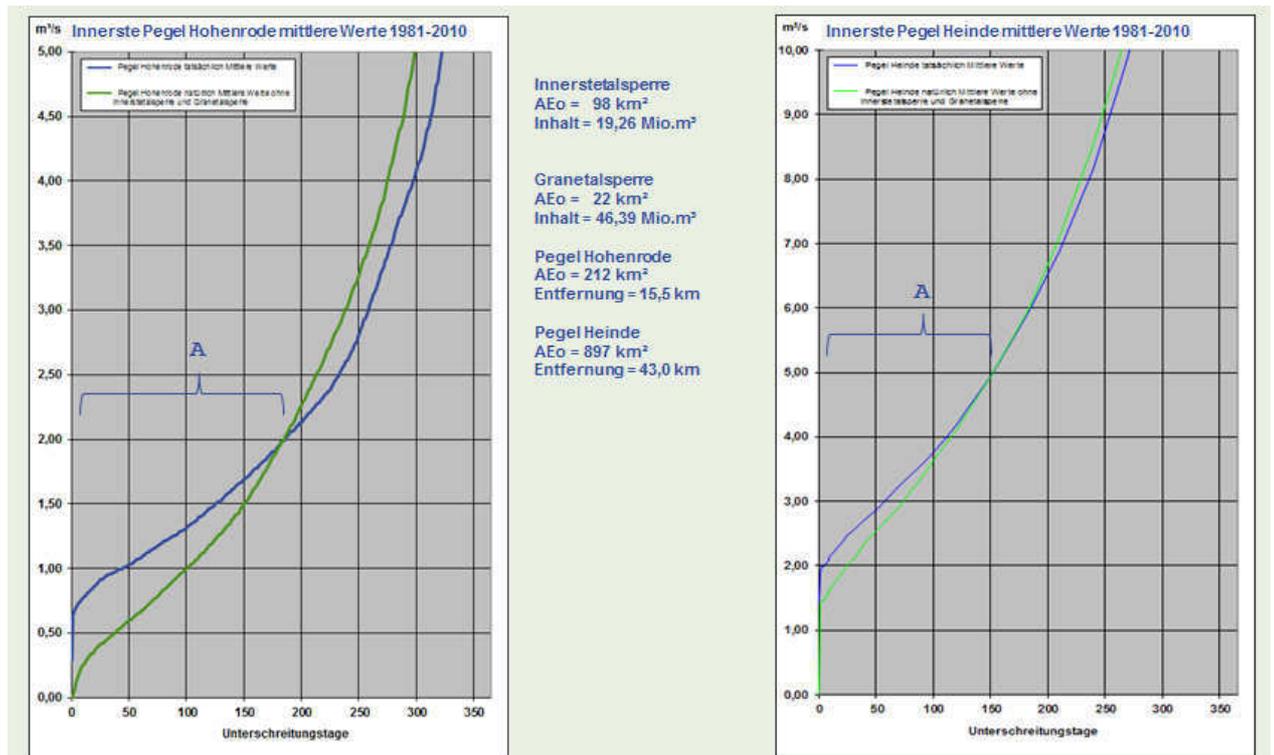


Grafik 2: Oker - Dauerlinien der Pegel Schladen und Pegel Ohrum

Der in der Grafik 2 angeführte Text „im Mittel: 1 Tag/Jahr mit Minusabfluss“ bedeutet, dass tatsächlich Weise ohne Niedrigwasseraufhöhung durch die Talsperre das Gewässer in trockenen Jahren trocken fallen könnte.



Grafik 3: Innerste – Dauerlinien der Pegel Hohenrode und Pegel Heinde



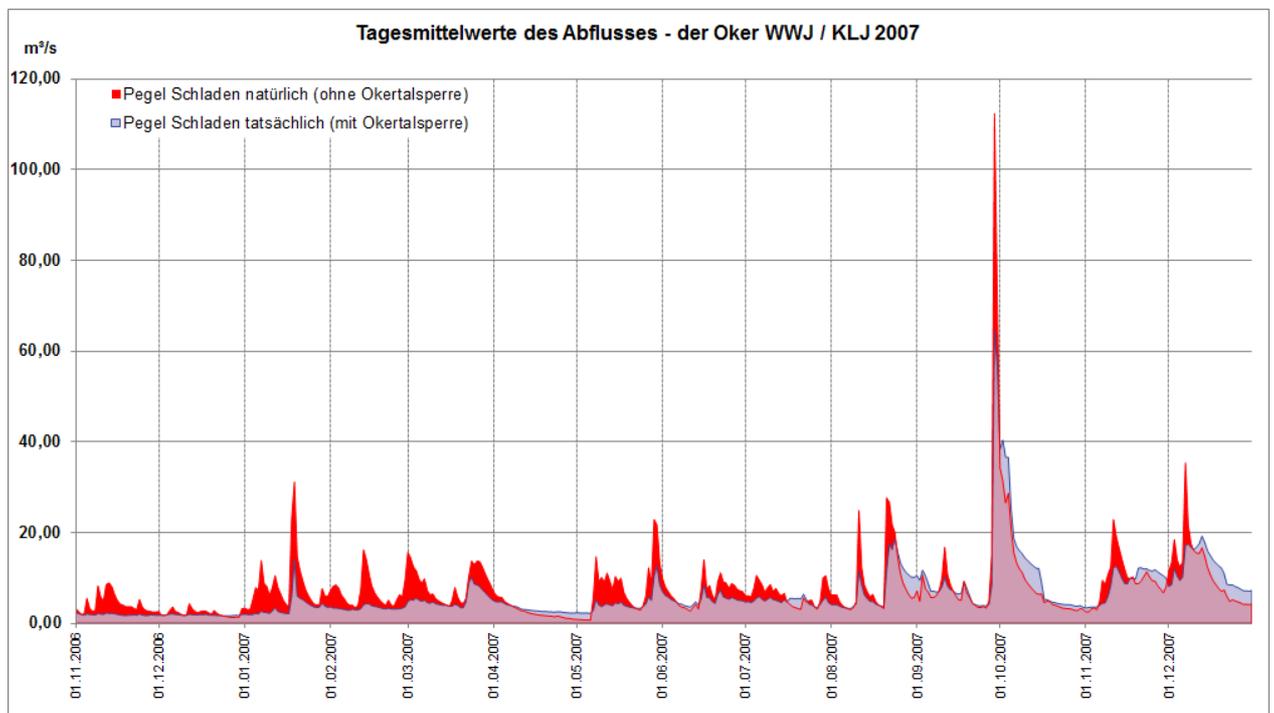
Grafik 4: Innerste – Detail der Dauerlinien der Pegel Hohenrode und Pegel Heinde

In den nun folgenden Grafiken 5 bis 8 sind die Abflussganglinien an den Gewässern Oker für die Pegel Schladen und Pegel Ohrum sowie Innerste für die Pegel Hohenrode und Pegel Heinde dargestellt. Die roten Ganglinien bzw. Flächendiagramme sind die jeweiligen natürlichen Abflüsse (berechnet), die blauen Ganglinien die jeweiligen tatsächlichen Abflüsse. Dargestellt ist hier das Abflussjahr WWJ (Nov. bis Okt.) und das Kalenderjahr KLJ (Jan. bis Dez.) 2007 in einer Grafik.

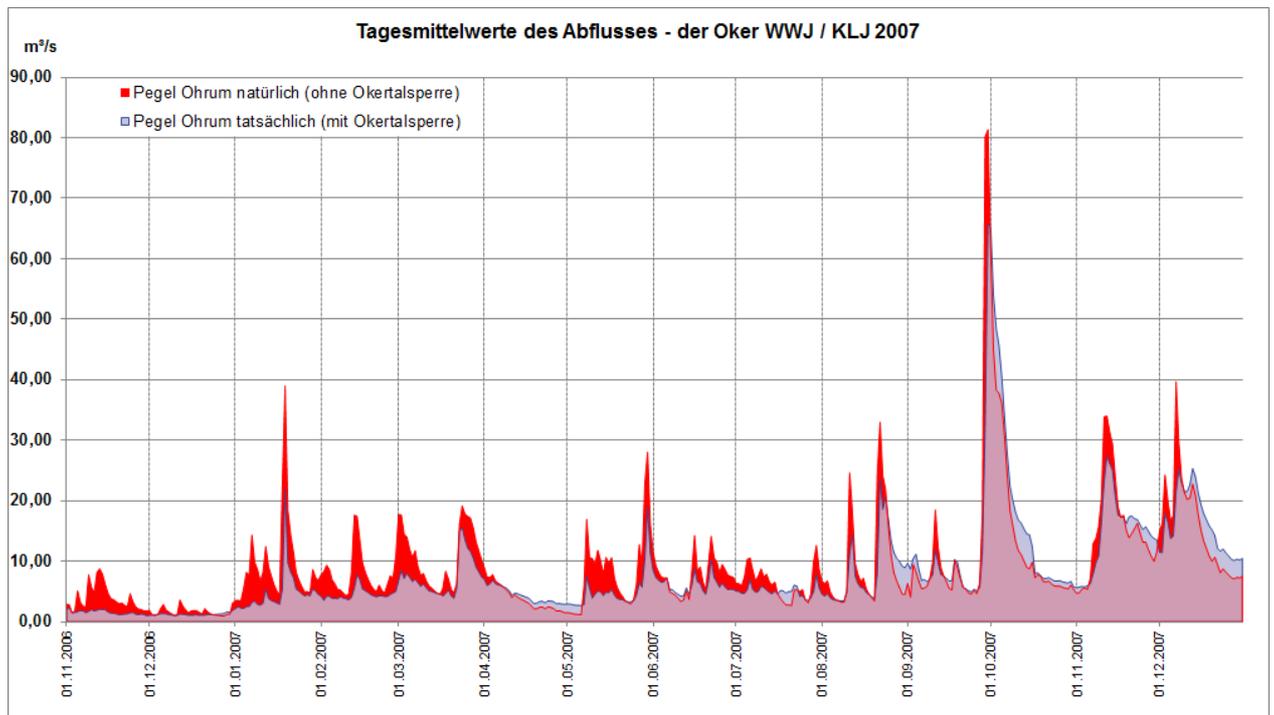
An diesen Ganglinien erkennt man zum einen die Hochwasserschutzwirkung durch die Talsperren und zum anderen den dynamischen Abfluss im Harzvorland.

Diese auf Grund der Abflussmenge vorhandene Abflussdynamik hat eindeutig einen höheren Einfluss auf die Harzvorlandgewässer als die Abgabemöglichkeiten an den Talsperren. Die auftretenden Abflussspitzen (durch die in den Einzugsgebieten gefallenen Niederschläge) übersteigen ein Vielfaches der einstellbaren Abgaben an den Sperren. Sichtbar wird hieran auch die Hochwasserschutzwirkung durch die Talsperren. Hochwasserschutz, eine der Aufgaben der Multifunktionsspeicher, um das Harzvorland vor noch größeren Überschwemmungen bzw. Zerstörungen zu bewahren.

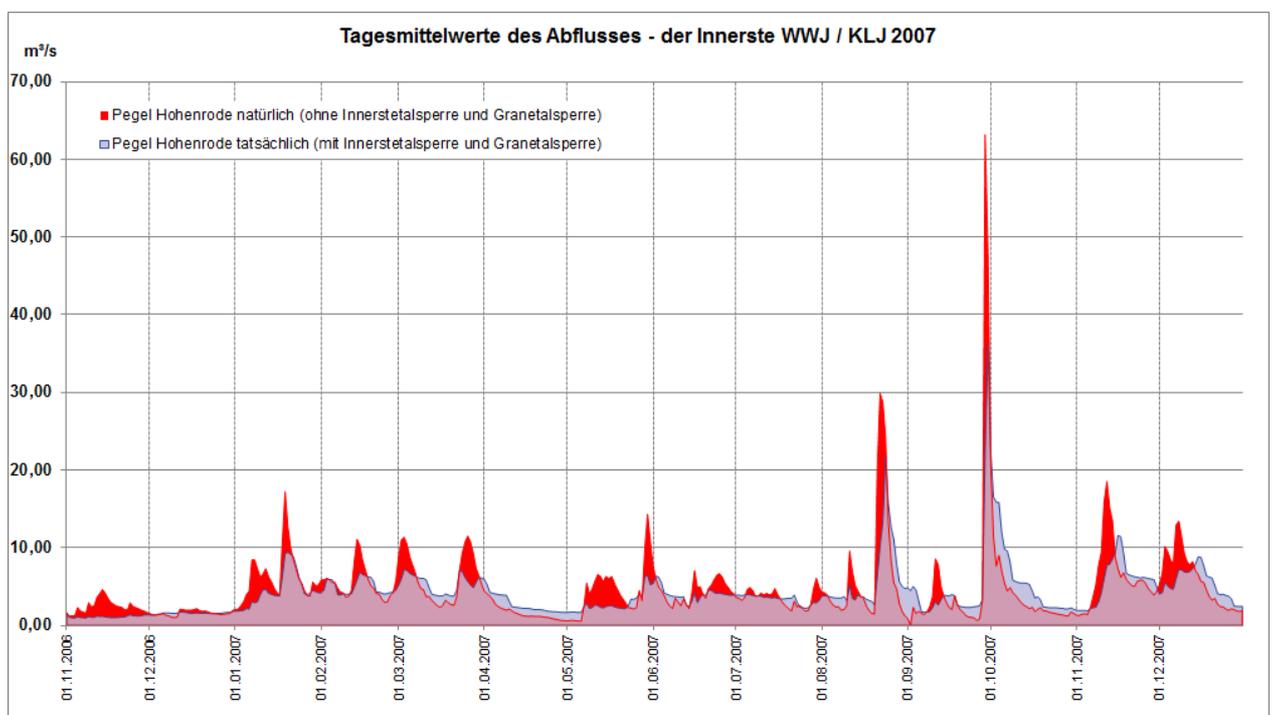
Es werden durch die Talsperren nur die Hochwasserspitzen gekappt nicht aber die Abflussdynamik verändert.



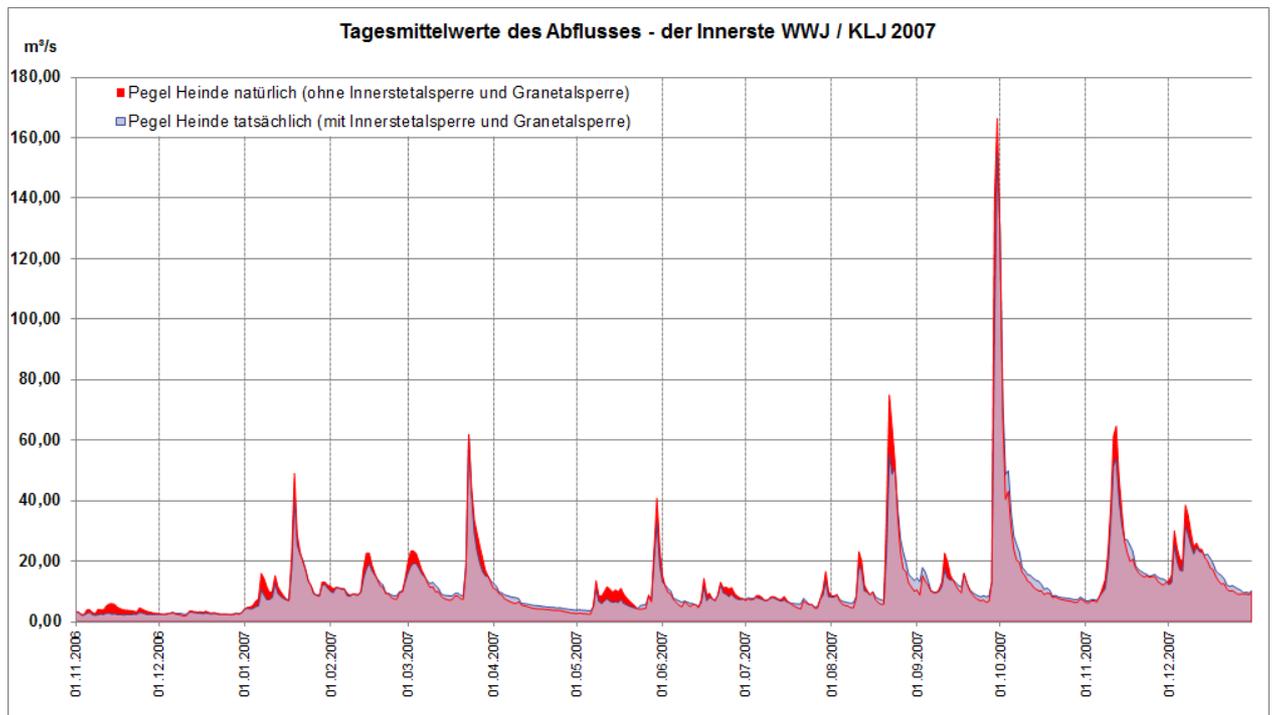
Grafik 5: Oker – Abflussganglinien Pegel Schladen natürlich / tatsächlich WWJ / KLJ 2007



Grafik 6: Oker – Abflussganglinien Pegel Ohrum natürlich / tatsächlich WWJ / KLJ 2007



Grafik 7: Innerste – Abflussganglinien Pegel Hohenrode natürlich / tatsächlich WWJ / KLJ 2007



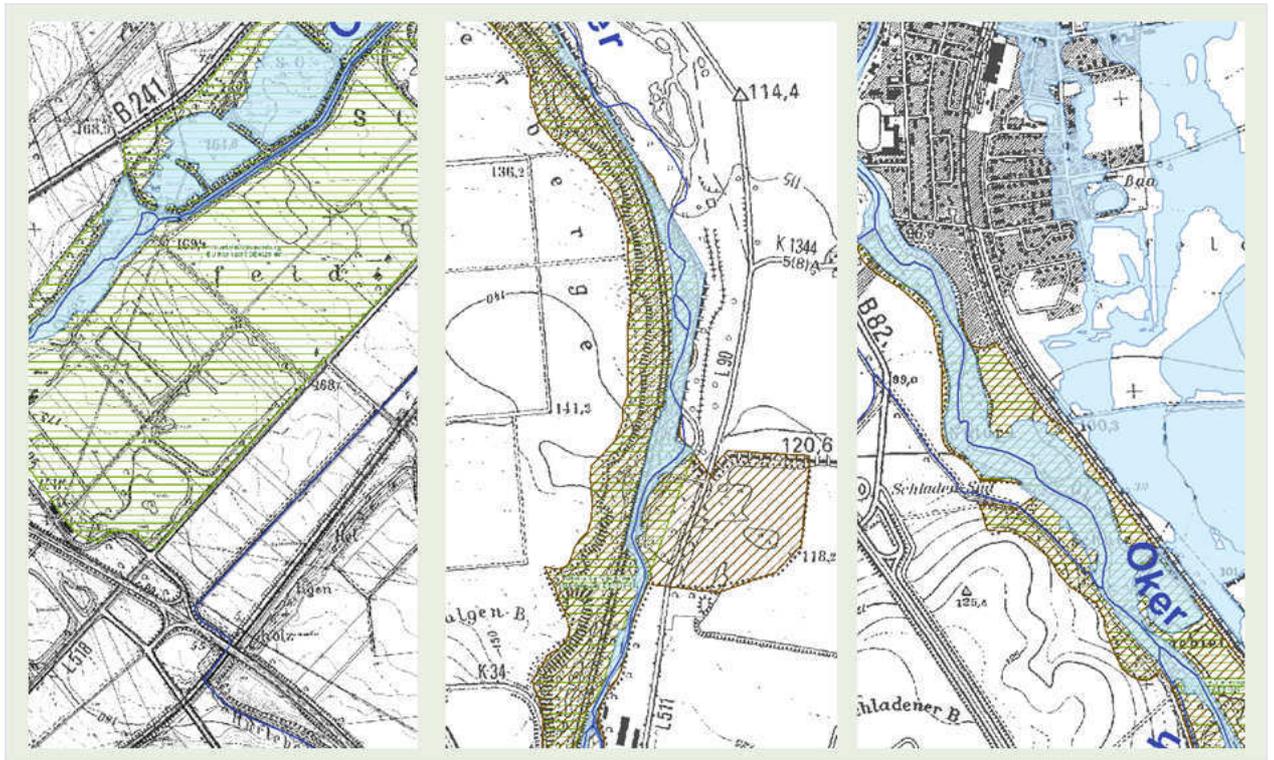
Grafik 8: Innerste – Abflussganglinien Pegel Heinde natürlich / tatsächlich WWJ / KLJ 2007

Bei den folgenden Karten 3 und 4 wurde im ersten Ansatz versucht, eine Aussage darüber zu treffen, ob die einstellbaren Talsperrenabgaben nennenswerte Auswirkungen auf die FFH- bzw. Natura 2000 Gebiet in Bezug auf die Hochwasserüberschwemmung bzw. die Abflusssdynamisierung haben können.

Hierzu wurde das Kartenmaterial des NLWKN aus dem Bereich der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie mit den Überschwemmungsgebieten für jeweils den niedrigsten bearbeiteten Lastfall Oker HQ₂₀ und Innerste HQ₂₅ (blaue Flächen) mit den FFH bzw. Natura 2000 Gebieten (grün braun gestrichelte Fläche) im GIS-System (Geographisches Informationssystem) verschnitten.

An den drei Kartenausschnitten je Flussgebiet erkennt man, dass selbst bei den schon hohen Abflussmengen der HQ₂₀, HQ₂₅ Abflüsse die Gebiete kaum überschwemmt bzw. beeinflusst werden.

Durch eine Abgabedynamisierung (teilweise erhöhte Talsperrenabgabe Spülstoß) im Bereich der Niedrigwasser- bzw. Mittelwasserabflusssituation an den Harzvorland Gewässern ist der Gewinn für die FFH-Gebiete und Natura 2000 Gebiete gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen als eher gering einzuschätzen.



Karte 3: Oker – 3 Beispiele für die Lage der FFH- und Natura 2000 Gebiete mit den Überschwemmungsgebieten der Oker HQ₂₀



Karte 4: Innerste – 3 Beispiele für die Lage der FFH- und Natura 2000 Gebiete mit den Überschwemmungsgebieten der Innerste HQ₂₅

Es sind hauptsächlich die großen Hochwasserereignisse, wie sie z. B. im Mai 2013 oder im September 2007 aufgetreten sind, die der Natur in den Gewässerauen bzw. der Gewässerökologie wesentlich mehr Möglichkeiten bieten sich neu zu gestalten und sich weiter zu entwickeln.

Ein Extremhochwasser durch den Talsperrenbetrieb künstlich zu erzeugen – bei gleichzeitig vorhandenem Hochwasserabfluss im Harzvorland - stünde im Gegensatz zur Hochwasserschutzfunktion der Talsperren. Denn die Talsperren sind dafür gebaut worden, das Harzvorland vor schlimmen Überflutungen zu bewahren.

6 Bewertung

Inwieweit ein dynamischer Abgabebereich zur weiteren Verbesserung der Abgabesituationen für ggf. Teilbereiche der Vorlandgewässer in den künftigen Betriebsplänen sinnvoll verankert wird oder ob es eher zu besonderen Abgaberegulungen in Form von flexiblen Anweisungen durch die Talsperrenaufsicht NLWKN kommen soll, wird beim Aufstellen der zukünftigen Betriebspläne zu berücksichtigen sein. Besondere Abgaberegulungen sind auch heute, bei den bestehenden Betriebsplänen, möglich und werden schon dementsprechend vorgenommen. Hierbei handelt es sich um „Spülstöße“ (1- bis 4-mal jährlich), die alleine durch die Grundablassfunktionsprüfungen erzeugt werden. Dabei werden die maximal einstellbaren Abgaben der Anlagen getestet.

Es wurde weiterhin für die Unterwasserabgabe der Granetalsperre, zur Verbesserung der Ökologie des Gewässerabschnitts zwischen Granetalsperre und Einmündung der Grane in die Innerste bei Langelsheim, seitens des NLWKN eine zeitweise erhöhte Abgabe von 0,540 m³/s gewünscht. Diese soll möglichst mehrmals im Jahr nach Rücksprache mit der Talsperrenaufsicht erfolgen. Für den richtigen Zeitpunkt, um sich den tatsächlichen Begebenheiten anzupassen, ist die Definition der Harzwasserwerke für Hochwasser im Harz hilfreich, die besagt: Hochwasser = Talsperrenzufluss > 10 MQ. Bei dieser Vorgabe würde, nach Auswertung der langjährigen Zuflussdauerlinie zur Granetalsperre, eine erhöhte Abgabe in Situationen, wo schon tatsächlich mehr Wasser im Gewässer vorhanden ist, rund 1 – 2 mal pro Jahr zu erwarten bzw. zu veranlassen sein. Bei der Überlegung Talsperrenzufluss > 5 MQ würde sich eine Anzahl von rund 7-mal pro Jahr ergeben. Zusammengefasst mit den Prüfungen der Verschlussorgane würde dies für die Talsperrenabgabe an der Granetalsperre eine erhöhte Unterwasserabgabe an rund 6 bis 10 Tagen im Jahr bedeuten.

Die Auswertung der langjährigen Dauerlinien der Pegel Altenau I (Zuflusspegel zur Okertalsperre) und Pegel Rote Klippe (Zuflusspegel zur Innerstetalsperre) ergeben das gleiche Bild. Auch hier kann man von einer möglichen Anzahl sinnvoller kurzfristiger Erhöhungen der Unterwasserabgabe in der Größenordnung der mittleren Abgabebereiche von rund 6- bis 10-mal pro Jahr ausgehen.

Dies wäre nach dem heutigen Betriebsplan an der Okertalsperre der Bereich zwischen 1,3 m³/s (festgelegte Mindestabgabe) und 7,0 m³/s (festgelegte erste Höchstabgabe). Für die Innerste würde es den Bereich zwischen 0,600 m³/s und 3,0 m³/s betreffen.

7 Zusammenfassung

Bei den vorhandenen Abflussverhältnissen im nördlichen Harzvorland in den Gewässern Oker, Grane und Innerste ergeben die höheren Abflüsse bis hin zu extremen Hochwassersituationen ausreichend Potential für ökologische Veränderungen in den FFH-Gebieten bzw. Natura 2000 Gebieten mit Bezug auf den Geschiebetransport bzw. die Abflussdynamisierung. Die angestrebte zusätzliche Verbesserung der Abflusssituation durch eine teilweise dynamisierte Talsperrenunterwasserabgabe im Bereich zwischen den Mindest- und Hochwasserabgaben an der Oker, Grane und Innerste ergibt örtlich nur sehr begrenzte (im Nahbereich zu den Talsperren) zusätzliche Verbesserungsmöglichkeiten für die oben genannten Gewässer.