

**Die Zukunft der Gräften
von Burg Vischering**
Machbarkeitsuntersuchung



U Plan GmbH
Stuttgarterstraße 3
44143 Dortmund
tel. 0231/5311055
fax 0231/5311057

Die Zukunft der Gräfen von Burg Vischering

Machbarkeitsuntersuchung

1. Veranlassung

Gräfen sind in den letzten Jahren vom Schmuckstück und Grundlage des Charmes der meisten Wasserburgen zum massiven Problemfall mutiert. Burg Vischering macht da keine Ausnahme.



Abb. 1: Außengräfte, oben 2007, obwohl vor der Entschlammung waren sämtliche Inseln noch nicht nur vorhanden, sondern Teil des Röhrichtbestandes, die Ansicht exakt 15 Jahre später zeigt die Insel von den Wasservögeln vollständig abgetragen und zur Sandbank gemacht; das Röhricht wurde abgefressen.

Neben einer schon nach 25 Jahren notwendigen Entfernung von über 3000 cbm Faulschlamm aus der Außengräfte (2008) zeigen sich erneut Zeichen von hoher Nährstofffracht und Sauerstoffmangel, mündend in wiederholtes Sterben von Wasservögeln.

Abb. 2: Vollkommene Bedeckung der Außengräfte mit Wasserlinsen im Herbst 2016, gerade mal acht Jahre nach der Entschlammung, unten nochmals eine weitere Insel, die ebenfalls ihren Röhrichtgürtel eingebüßt hat



Vor diesem Hintergrund ist zu prüfen,

- ◆ welche Ursachen benannt werden können, die diesen Niedergang so vieler Gräften und dabei auch den Gräften um Burg Vischering bewirkt haben,
- ◆ wie diese Ursachen die künftige Entwicklung beeinflussen dürften,
- ◆ wie dieser Entwicklung kurz-, mittel- und langfristig begegnet werden könnte,
- ◆ was sich hieraus für die Gräften der Burg Vischering ableiten lässt,
- ◆ wie konkrete Lösungsansätze aussehen und mit welchen Investitionen und Folgelasten sie verbunden sind.



Abb. 3: Entschlammung 2007/2008 mit Spülbeet unterhalb der Stauanlage

2. Gräftengeschichte

Gräften sind ein traditioneller Bestandteil von Burgen und Schlössern, allerdings auch von größeren Bauernhöfen. Gräften dienten zu allererst der Sicherung in Zeiten ohne oder nur schwacher Gewaltmonopole lokaler und regionaler Behörden. Der Wassergraben bietet einen effektiven Schutz gegen unerwartete Angriffe. Davon ausgehend wurde der Wasserspeicher als Mühlteich genutzt sowie zur Fisch- und Entenzucht. Generell ist eine Gräfte damit in der Form variabel und oftmals an die lokale Topographie angepasst. Die Situation der derzeitigen Gräften bei Burg Vischering ist in Abb. 4 dargestellt:

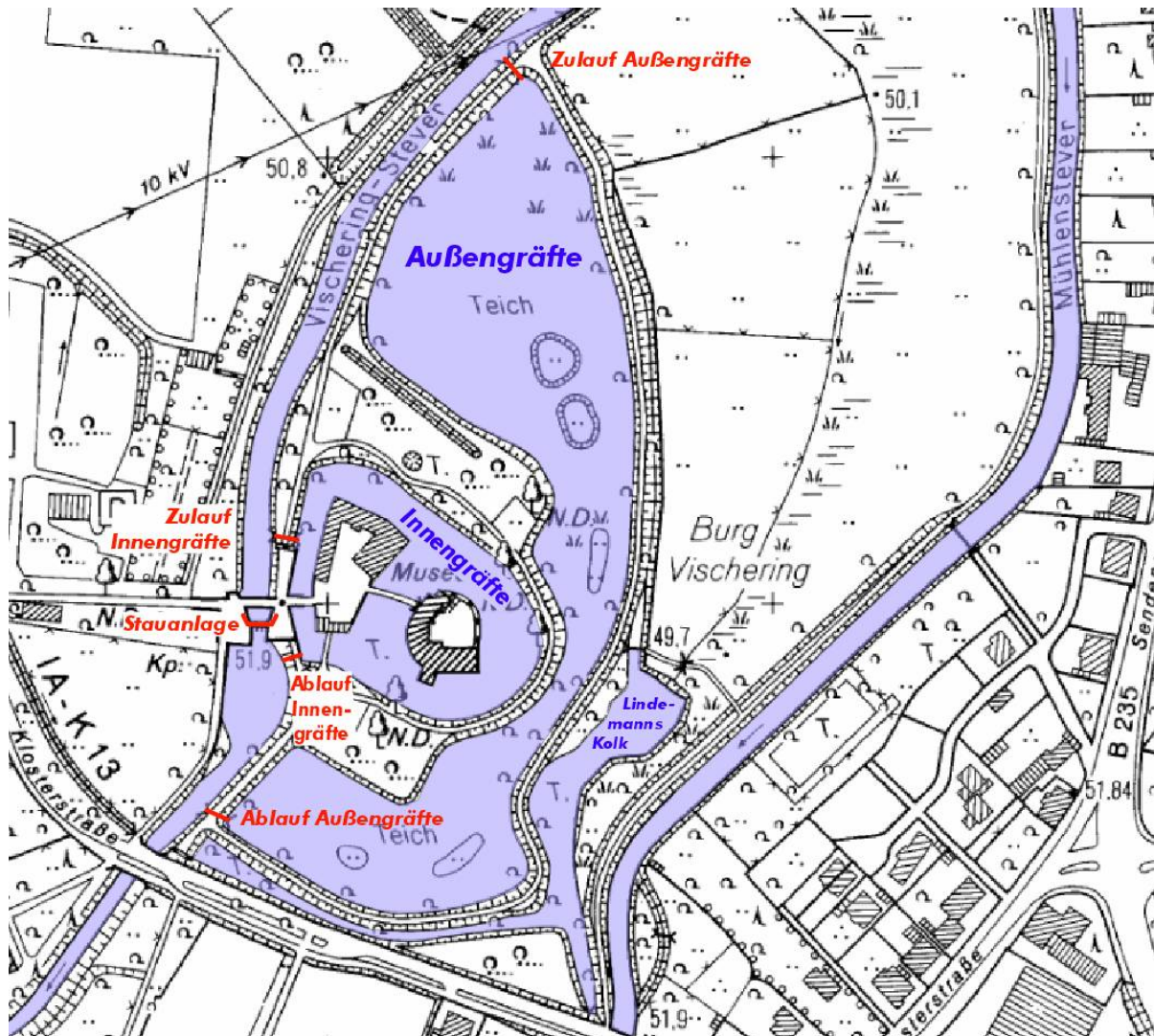


Abb. 4: Derzeitige Situation des Gräftensystems der Burg Vischering



Abb. 6: Zustand der Gräfe in einer Karte von 1817 mit Mühlenteichen westlich der gestauten Vischeringstever, vgl. Zeichnung Bökmann



Abb. 7: Ansichtskarte von Burg Vischering, Anton Engels Verlag, Lüdinghausen, 1930

Die Außengräfte wurde erst in den 1980er Jahren angelegt. Die dort befindlichen Wiesen wurden ummodelliert und mit Wasser bespannt. Diese Außengräfte wurde 2007/08 entschlammt. Die Probleme mit der Wasserqualität haben es danach aber sogar bis in kommerzielle Photodatenbanken geschafft, vgl. Abb. 8:



Aerial view of the medieval castle vischering in luedinghausen, germany, europe



Abb. 8: Sogenannte Stock-Fotos der Burg Vischering, die im Internet zeitweise als eine der zehn schönsten Mittelalter-Burgen Europas gehyped wird; hier aber gut erkennbar die flächige Ausbreitung der Wasserlinse in der Außengräfte und die Trübung des Wassers der Innengräfte

2.2 Gräftensteuerung

Grundsätzlich erfolgt der Aufstau der Stever mittlerweile über drei Wehre, wobei die Steuerung des Wasserstands im Detail und die Abfuhr von Hochwasser im Allgemeinen über die Grüne Schleuse erfolgt, vgl. Abb. 9:

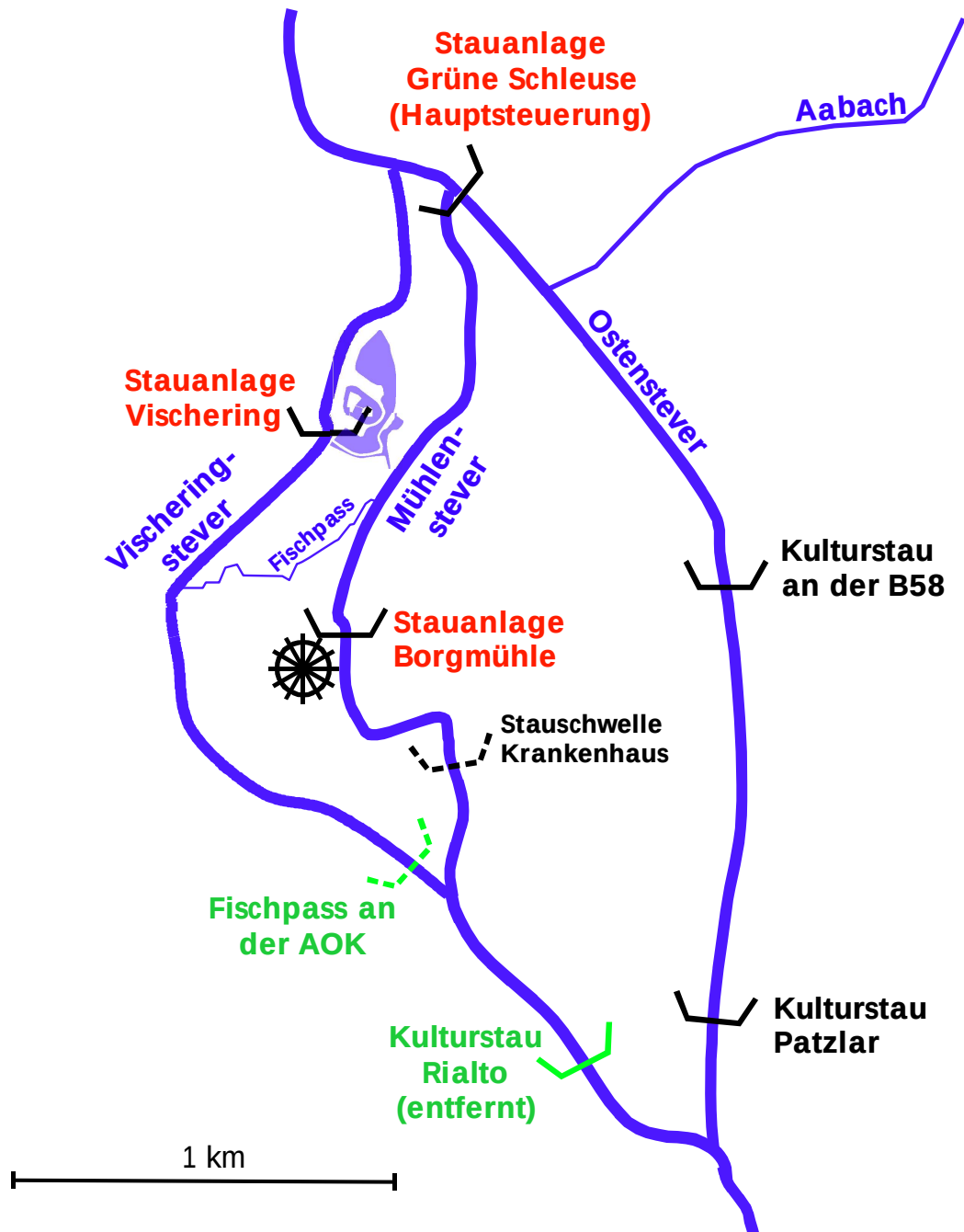


Abb. 9: Steuerung der Stever in Lüdinghausen, die von Norden nach Süden fließt. Die Grüne Schleuse, die vor hundert Jahren zum Hochwasserabschlag eingerichtet wurde, wurde dann vor 50 Jahren zusammen mit einem leistungsfähigen Gerinne (Ostenstever) weiter für den Hochwasserschutz ausgebaut und dient seitdem der Steuerung auch der Mühlen- und Gräftenstauung

Von den Stauwehren hat allein das Wehr an der Burg Vischering noch die historische Gestalt. Ein Umbau zu einer massiven Fischbauchklappe war zwar in den 1970er Jahren geplant, wurde dann aber nicht umgesetzt, vgl. Abb. 10.

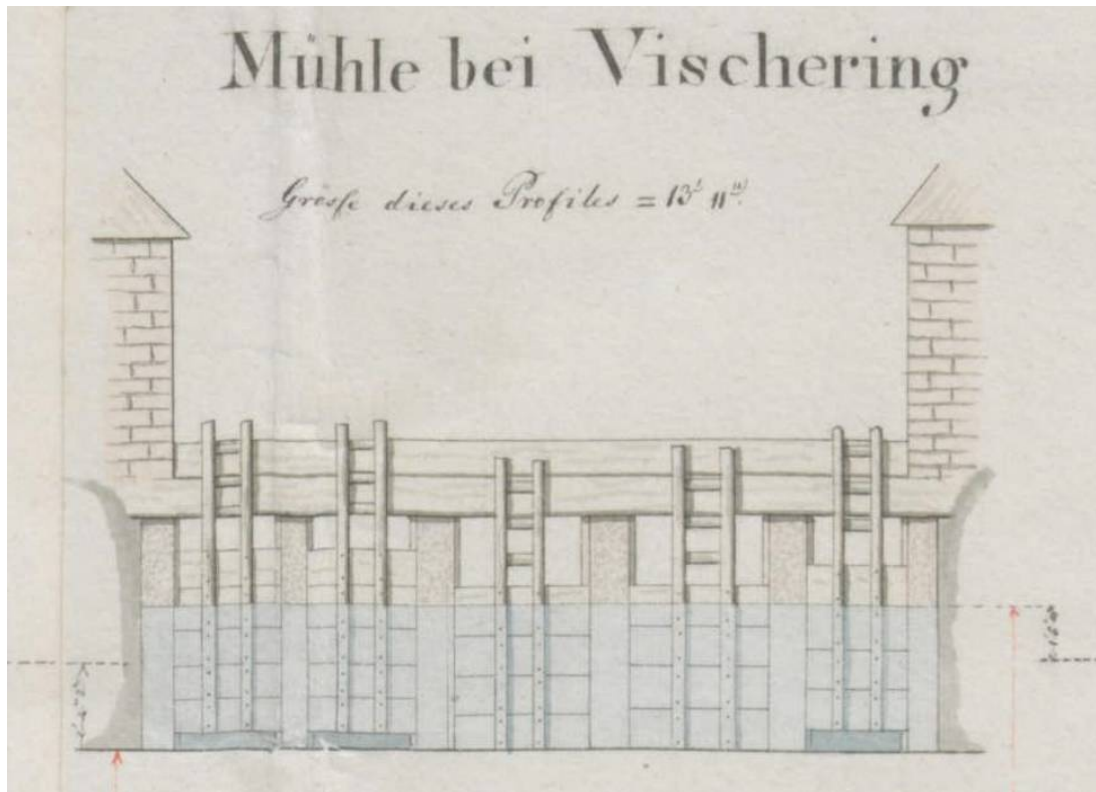


Abb. 10: Darstellung des Vischeringwehrs, oben im Jahr 1818, unten heute; oben gut erkennbar unterschiedliche Höhen der Schütten, was auf Sommer- und Winterstaumargen hindeutet

2.2.1 Zulauf Außengräfte

Der Zulauf der Außengräfte erfolgt über die gestaute Vischeringstever. Zwischen Vischeringstever und Außengräfte wurde ein Rohr DN 300 verlegt. Die Wasserspiegeldifferenz zwischen Vischeringstever und Außengräfte drückt eine Wassermenge von meist 15 bis 25 l/s durch das Rohr. Auf der Seite der Außengräfte ist ein Mönchsbauwerk eingerichtet. Mönche werden Schächte genannt, die über Staubretter Wasserstände und Durchflussmengen regeln lassen. Über die Jahre wurde die Steuerung der Zuflussmengen in die Außengräfte aufgegeben, vgl. Abb. 11. Es sind keine Staubretter mehr vorhanden.



Abb. 11: Zulauf der Außengräfte, der gleiche Korpus wie beim Ablauf, der Zulauf erfolgt unter Wasser aus der gestauten Vischeringstever

2.2.1 Ablauf Außengräfte

Zu- und Abfluss der Gräften wurde in der Vergangenheit immer wieder umgestellt. Was aber bislang nicht vorhanden ist, zumindest nicht dokumentiert, ist ein echter Grundablass, auch wenn beide Mönchsbauwerke auf eine deutliche Wasserabsenkung ausgerichtet sind bzw. waren.



Abb. 12: Mönch der Außengräfte, leider defekt, die Tiefe für einen Grundablass ist vorhanden, aber die Gräfte als solche läuft bei einer Öffnung des Mönchs nicht in allen Bereichen leer

2.2.3 Steuerung Innengräfte

Der Zulauf der Innengräfte erfolgt über eine einfache Rohrverbindung mit einem manuell zu bedienenden Absperrschieber auf der Seite der Innengräfte. Wurde der Schieber nicht bedient, dann konnte die Innengräfte beim Absinken des Mühlenstaus leerlaufen. Deshalb wurde vor rund 10 Jahren eine Rücklaufsperrung eingebaut, die bei Mühlenanstau überspült wird, bei Stauabfall aber das Wasser in der Innengräfte hält, vgl. Abb.13. Der Ablaufmönch in Abb. 14 zeigt die verfügbaren Höhenreserven, die aber auch nicht auf einen klassischen Grundablass hindeuten:



Abb. 13: Rücklaufsperrung im Zulauf der Innengräfte



Abb. 14: Ablauf der Innengräfte

2.3 Gräftenfunktion(en)

Gräften hatten historisch ein ganzes Bündel an Aufgaben:

2.3.1 Sicherheit

Eine Gräfte diente zu allererst der Sicherheit für das Schloss und seine Bewohnerinnen und Bewohner. Da im Münsterland für einen Standort von Burgen keine schwer einnehmbaren Felsen zur Verfügung standen, übernahm dort der Wassergraben, die Gräfte, die Funktion der erschwerten Zugänglichkeit für Feinde. Entsprechend wurde bei erwarteten Angriffen die Gräfte besonders hoch eingestaut. Auf Haus Stapel bei Havixbeck konnte nach einer Räumung des Gräftenzulaufs zuletzt beobachtet werden, wie hoch sich Gräften einstauen ließen, vgl. Abb. 15:



Abb. 15: Links der Regelstau, auch am Bolzen knapp unter der Wasserlinie erkennbar, daneben der Zustand bei voller Gräftenbeschickung und zusätzlichem Aufstau, der allerdings noch nicht das Maximum darstellt

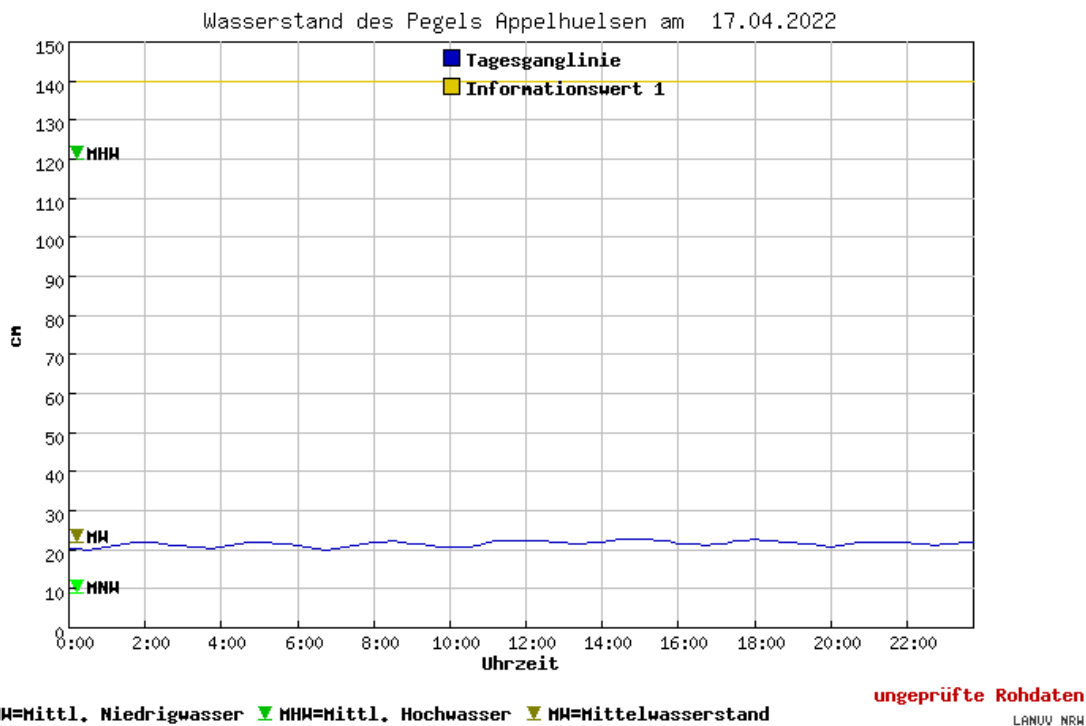
2.3.2 Flößung

Mit einem regulierbaren Wasserkörper konnte die Gräfte so hoch gestaut werden, dass sie gezielt tiefer liegende Flächen fluten konnte. Dies wurde im Frühjahr auch eingesetzt, um Wiesen zum einen über die Sedimente im Wasser zu düngen, zum anderen um die Wiesen aufzutauen, dabei die Bodentemperatur zu erhöhen und umso die Vegetationsperiode zu verlängern.

2.3.3 Energiequelle

Alle Gräften dienten als Mühlteiche. Allerdings sind fast alle Wassermühlen im Münsterland mittlerweile stillgelegt oder wie bei Burg Vischering nach Kriegszerstörung nicht wieder aufgebaut. Daraus resultiert ein völlig statischer Betrieb von Stauhaltungen, Gräften und Mühlteichen. Eine der wenigen Mühlen,

die ihre Funktion zumindest im Nebenerwerbsbetrieb bis ins 21. Jahrhundert gerettet hatten, die Sägemühle von Stevern, zeigt, dass die Stever damit bis Appelhülsen einen stetig schwankenden Abfluss aufweist, wenn das Sägewerk



betrieben wird (Sunk- und Schwallbetrieb):

Abb. 16: Typisches Muster des Steverwasserspiegels in Appelhülsen, was mit ziemlicher Sicherheit auf den Betrieb des Mühlenteichs in Stevern zurückgeht.

Letztlich war der Wasserstand vor Stauanlagen bis zur Aufgabe der Nutzung praktisch nie konstant.

2.3.4 Ernährung

Gräften wurden befischt und dienten der Zucht von Wasservögeln. Abb. 17 zeigt institutionalisierte Vogelkästen an der Außenwand von Haus Stapel, direkt über der Gräfte.

Durch das Abfischen wurden der Gräfte letztlich Nährstoffe entnommen, durch die Vogelzucht wurden Nährstoffe in der Gräfte abgelagert. Deshalb wurde gleichzeitig zum Leerfischen auch gleich Sediment entnommen, was als Dünger die Erträge auf den Feldern verbessern sollte und auch damit der Ernährung diente, wie das Flößen, das der Ernährung durch die Verlängerung der Vegetationsperiode diente. Gräften waren damit fest in die Nahrungsmittelversorgung, insbesondere des Adels, eingebunden:



Abb. 17: Vogelkästen an der Außenmauer von Haus Stapel, die Einrichtung mit Dachziegeln zeigt die Kästen als feste Institution und Teil des Schlossensembles

2.3.5 Sicherung der Gründung am Beispiel der Burg Vischering

Die Anlage von Burgen mit einem Wassergraben erzeugt eine Wechselwirkung zwischen Gründung und Wassereinfluss. Zum einen erzwingt der intensive Wassereinfluss eine Pfahlgründung, die mit Eichenpfählen ausgeführt wurde. Gleichzeitig schützt das Wasser dann die Pfähle durch den Luftabschluss vor schneller Fäulnis. In der Regel liegt die Gründung unter der Gräftensohle und die Burg auf einer Lehminsel, damit die Gräfte ohne Restriktionen bewirtschaftet werden kann.

Allerdings zeigt Burg Vischering eine Besonderheit, die ggf. auch zu den in den 1920er Jahren massiven Schäden geführt hat. Die Gründung ist zum einen nur auf der Wasserseite bei einer Absenkung des Wasserstandes benetzt, im Lehmkern der Burginsel kann es zu einem ersten Abtrocknen kommen. Zum anderen liegt die tiefste Sohle der Gräfte deutlich unter allen Pfahlköpfen, vgl. Abb. 18.

Das bedeutet, dass auch historisch immer wieder Luft an einzelne Pfahlköpfe gekommen sein dürfte. Durch die Fäulnis der Pfahlköpfe senkte sich das Mauerwerk und je nach Verrottung natürlich auch unterschiedlich stark. Das führte zu gewaltigen Rissen im Mauerwerk und den Gewölben.

Das wurde 1929 umfangreich saniert, die Pegelentwicklung seitdem ist aber nicht gerade beruhigend und Folge der schleichenden Absenkung aller Stauziele, u.a. zur besseren Dränung von Flächen seit den 1950er Jahren und mit Aufgabe der Wiesenflößung, so dass seitdem die Mehrzahl der Anlieger der Stever an sinkenden Wasserständen interessiert ist, vgl. Abb. 19:

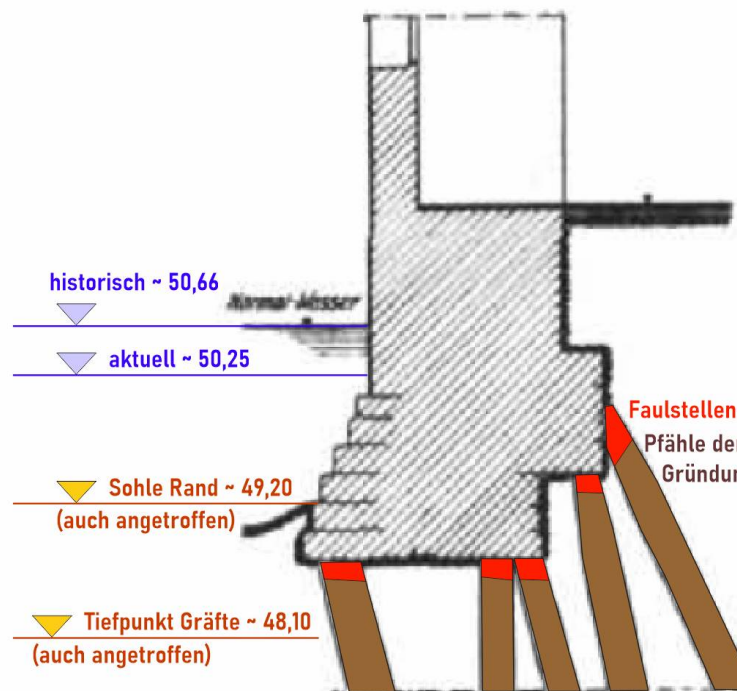


Abb. 18: Gründung von Burg Vischering, auf Basis der angegebenen Bemaßung Rekonstruktion aller Höhen und Verknüpfung mit Messdaten; Darstellung der Gründung von Rüth, Zentralblatt der Bauverwaltung, 24. April 1929, nachkoloriert, rot schematisch die Faulstellen (noch unter Wasser)

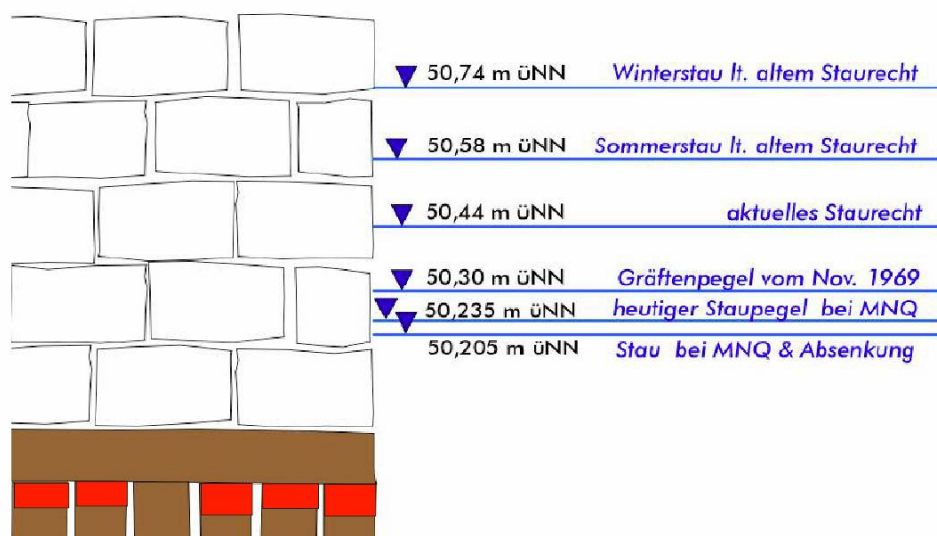


Abb. 19: Wasserstandsentwicklung an Burg Vischering in den letzten Jahrzehnten, Abb. 10 zeigt, dass die Stautafeln auch entsprechend in unterschiedlicher Höhe vorgehalten und eingesetzt wurden

2.3.6 Situation der Wasserwirtschaft heute

Insgesamt zeigt sich, dass Gräfen außer der Gründungssicherung keine der anderen Aufgaben mehr erfüllen, damit jede Dynamik und Nährstoffentnahme eingebüßt haben und damit wie Denkmäler ohne Nutzung verfallen. Auch die Gründungssicherung wird durch fallende Wasserstände immer weiter geschwächt. Die heutige Aufgabe ist allein eine statische und optische, wie die Rankings im Internet unterstreichen. Der völlig konstante Wasserstand ist eine Erfindung der

Nachkriegszeit und eben Folge der Aufgabe jeder Nutzung des Wasserkörpers geschuldet und der Durchsetzung anderer Interessen an Fließgewässern.

2.4 Gräftenabflüsse

Beide Gräften der Burg Vischering sind derzeit im Durchlaufmodus geschaltet. Das bedeutet, dass nicht allein Verluste durch Verdunstung, Versickerung und bei der Außengräfte auch Abflüsse in Lindemanns Kolk ausgeglichen werden, sondern bei beiden Gräften stets kontinuierlich wieder Wasser abfließt. Es fließt deshalb permanent Wasser zu- und ab. Für die Innengräfte zeigen das die Abb. 13 und 14 sehr deutlich.

Dieser Zustand hat sich so eingebürgert, ist aber nicht unbedingt notwendig. Wie historisch gezeigt kann eine Gräfte dynamischer betrieben werden. Es liegt aber auch die Vermutung nahe, dass durch die schrittweise Absenkung der Wasserstände mit dem Durchlaufsystem eine noch weitere Absenkung insbesondere in der Innengräfte vermieden werden sollte, da der Pegel schon deutlich unter früheren Staurechten liegt.

Bei der Außengräfte sind die Bedingungen vergleichbar, allerdings mit noch mehr Variablen. Neben dem Überlauf im Mönch gibt es Undichtigkeiten im Bereich der Verwallung durch das alte »Gebücker«, die heckenartige Hainbuchenreihe entlang der Ostseite der Außengräfte, die auch historisch stets bestand. Insgesamt ist von 15 l/s an Durchfluss im Sommer und 25 l/s im Winterhalbjahr auszugehen, jeweils bei beiden Gräften, davon fließen 5 bis 10 l/s durch Undichtigkeiten in Lindemanns Kolk und im Hochsommer verdunsten in der Spitze bis zu 2 l/s im Tagesmittel. Wenn Nachtstunden abgerechnet werden kann die Verdunstung nachmittags auf bis zu 3 bis 4 l/s anwachsen.

3. Rahmenbedingungen

3.1 Nährstoffe

Für die Stever liegen aus den letzten zehn Jahren für den Bereich unterhalb von Senden und damit im Zulauf der Gräften von Burg Vischering relativ viele Messdaten vor. Die Auswertung der Nitrat-Mengen zeigt, dass Anpassungskurven die Nitratmenge zu einem hohen Grad erklären, wenn die Messdaten der Landesverwaltung dahingehend geordnet werden, ob die Wasserstände zum Messpunkt stiegen oder fielen, vgl. Abb. 20. Ziel der Auswertung der Nährstoffmengen ist eine Frachtberechnung, um zu erfassen, welche Stickstoff- und Phosphormengen in die Gräften gelangen, in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform.

In Bezug auf Stickstoff fällt auf, dass aus dem Einzugsgebiet bis Senden der Nitratgehalt nie unter 10 mg/l absinkt und damit das Steverwasser eine sehr große Stickstoffquelle darstellt. Das große Einzugsgebiet des Kleuterbachs wurde etwas seltener gemessen, der Mittelwert der Nitratmenge liegt hier mit 20 statt 23 mg/l etwas niedriger. Bei einem Anteil des Kleuterbachs am Abfluss von etwa einem Drittel lässt sich der Nitratgehalt im Mittel auf 22 mg/l und damit um rund 4,5 % niedriger einstufen.

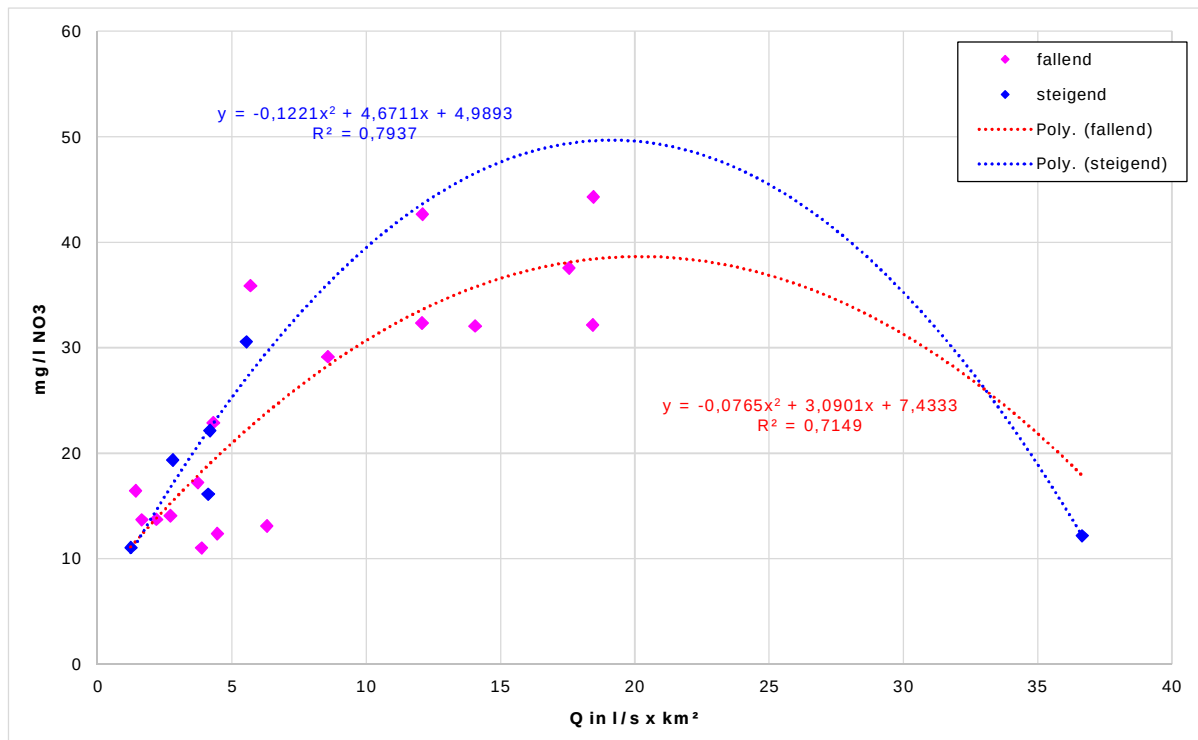


Abb. 20: Nitratgehalt in der Stever zwischen 2012 und 2021, Messstation Senden-Schölling, unterhalb der Kläranlage Senden; die Kurven unterscheiden nach sinkenden und steigenden Abflussmengen der Stever

Abb. 20 zeigt letztlich, dass es mit steigenden Abflüssen zunächst zu Auswaschungen von Nitrat kommt, was dann allmählich bei noch höheren Abflüssen von Verdünnungseffekten wieder kompensiert wird.

Die Anpassungskurven und die Korrektur wurden mit den Abflussdaten der Stever verschnitten sowie mit den Zuflussmengen in die Außengräfte, für die Messungen vorliegen und die sich weitgehend auf die Innengräfte übertragen lassen, vgl. Abb. 14. Dabei wurde schon berücksichtigt, dass von den Winterzuflüssen mangels Photosynthese und Vegetationsruhe nur 20 % zur Stickstoffbindung in Frage kommen.

Trotzdem ergibt sich in der Summe ein Stickstoffangebot, welches durch die geringeren Abflüsse der vergangenen Jahre etwas gesunken ist, aber immer noch fast beim Dreifachen der Stickstoffmenge bei der Maisdüngung liegt, vgl. Abb. 21. Die 210 bis 220 kg N/ha und Jahr in Abb. 21 sind den Empfehlungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft von 2015 entnommen.

Abb. 21 zeigt den Stickstoffeintrag in die Gräfte bei der heutigen Bewirtschaftung und kann je nach Steuerung der Zuflussmenge entsprechend verringert oder auch noch erhöht werden. Die Stickstoffmengen der Stever werden dabei erstmal in Bezug auf Abb. 20 angesetzt. Auch dort werden die Stickstoffeinträge nicht konstant sein, aber hier sind Prognosen sehr schwer. Entsprechend geht es hier nur darum zu sehen, wie sich bei der derzeitigen Wasserqualität der Stever die Gräftensteuerung auf die Nährstoffmengen auswirkt.

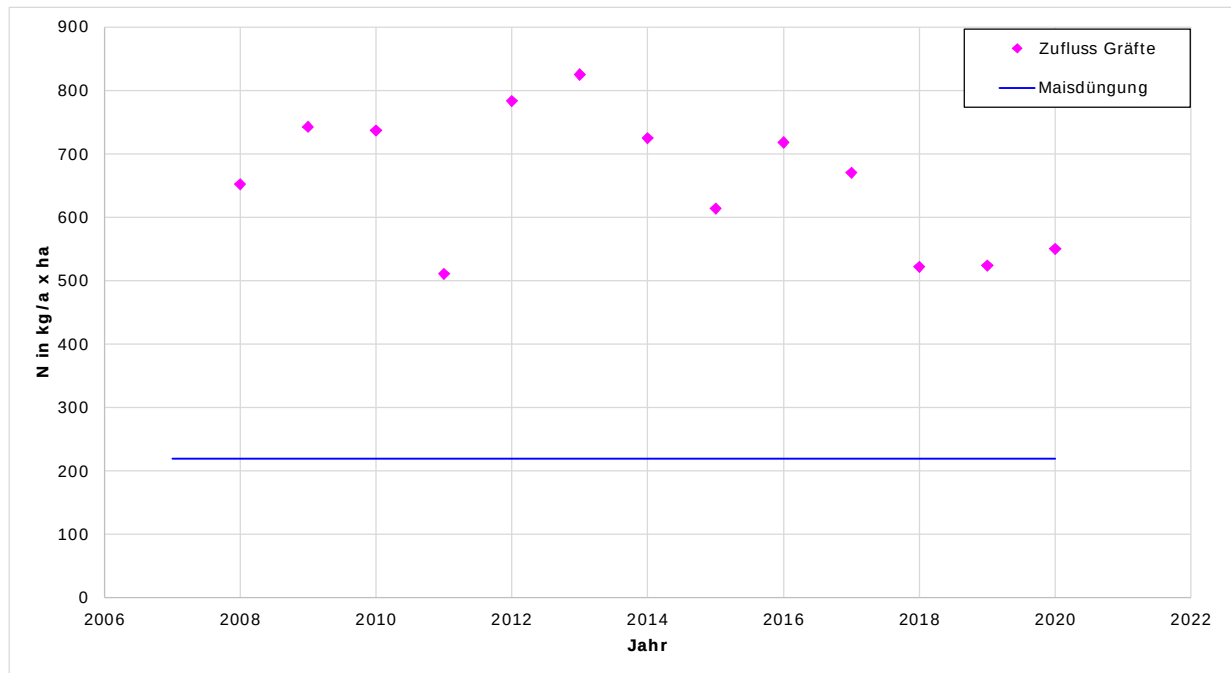


Abb. 21: Stickstoffangebot je ha Außengräfte aus einer Zuflussmenge von 15 l/s im Sommer und von (für die Nährstoffbindung) relevanten 5 l/s im Winter im Vergleich mit der Stickstoffmenge bei der Maisdüngung; im Jahr 2007 war die Menge rechnerisch exorbitant, aufgrund der hohen Abflüsse den ganzen Sommer über, aber da Verdünnungseffekte eingetreten sein dürften, wurde der Wert hier nicht wiedergegeben

Beim Phosphor besteht ebenfalls ein gravierender Nährstoffüberschuss. Allein durch Orthophosphat wird das Doppelte bis Fünffache an Fracht bezogen auf die Eutrophierungsgrenze von 0,03 mg/l PO₄-P registriert, vgl. Abb. 22.

Nach der gleichartigen Auswertung wie beim Nitrat ergibt sich aber beim Phosphat nicht ein Vielfaches der Düngerempfehlung, sondern rund die Hälfte, vgl. Abb.23.

Im Prinzip hat dieses Verhältnis von N zu P mit 44 zu 1 und damit weit über dem Idealverhältnis von 16 zu 1 dazu geführt, dass die Gräfen zwar jahrelang sehr starken Nährstoffzufuhren aus der Stever unterlagen, aber es zu keinen Blaualgenbildungen kam. Algen und Makrophyten hatten nie die Möglichkeit, sämtliches Nitrat zu binden, um Blaualgen damit einen Standortvorteil zu bieten.

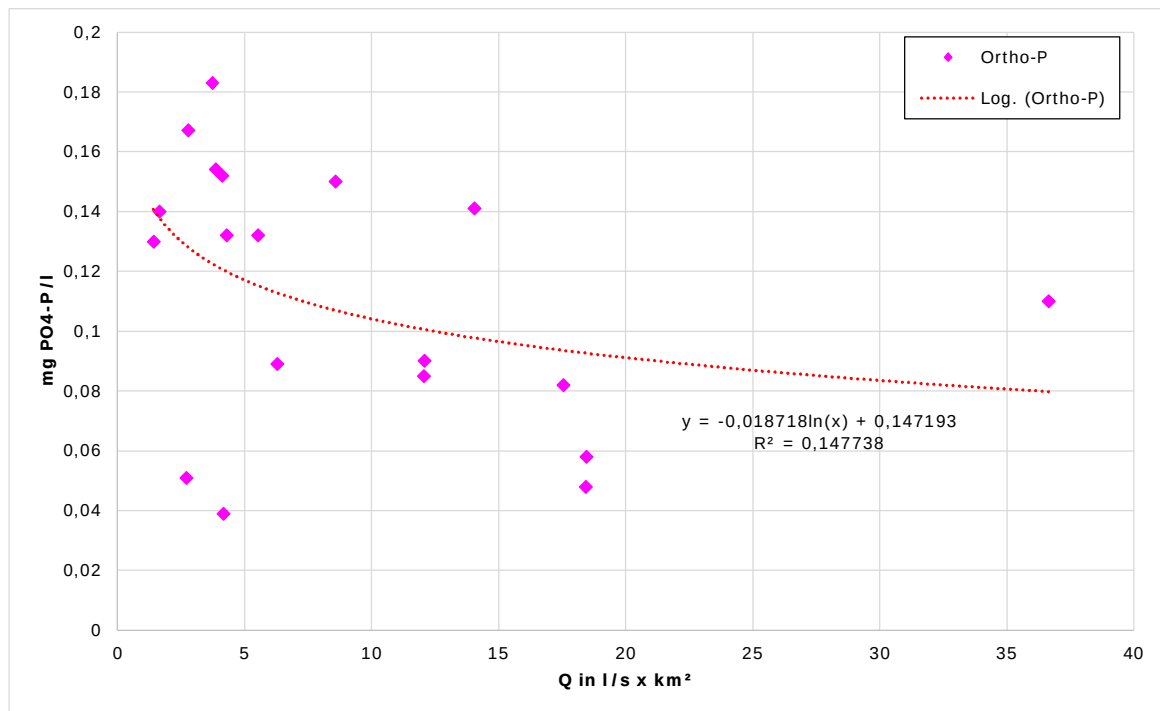


Abb. 22: Ortho-Phosphat-Angebot im Steverwasser

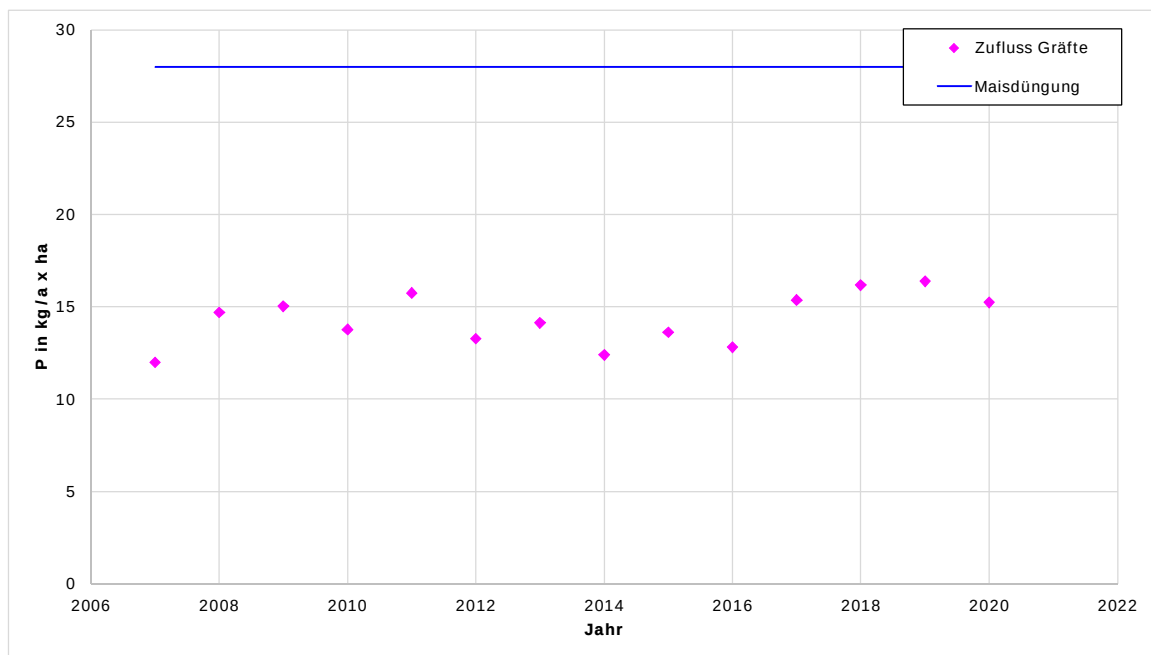


Abb. 23: Phosphatangebot je ha aus einer Zuflussmenge von 15 l/s im Sommer und von düngewirksamen 5 l/s im Winter im Vergleich mit der Phosphatmenge bei der Maisdüngung; im Jahr 2007 war hier die Menge rechnerisch nicht auffällig durch eine andere Anpassungskurve, auch hier mit angegeben der Phosphatbedarf von Maiskulturen nach der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft

3.2 Verlängerung der Vegetationsperiode

Die wie beschrieben hohen Nährstoffmengen der Stever (wie auch anderer Flüsse) treffen durch den Klimawandel auf höhere Temperaturen. Da für die Stever keine

Wassertemperatur gemessen wird, wird hier die Werse herangezogen, die in Albersloh ein Einzugsgebiet ziemlich exakt der Größe und Beschaffenheit der Stever in Lüdinghausen hat. Die dort gemessenen Wassertemperaturen sind in Abb. 24 wiedergegeben:

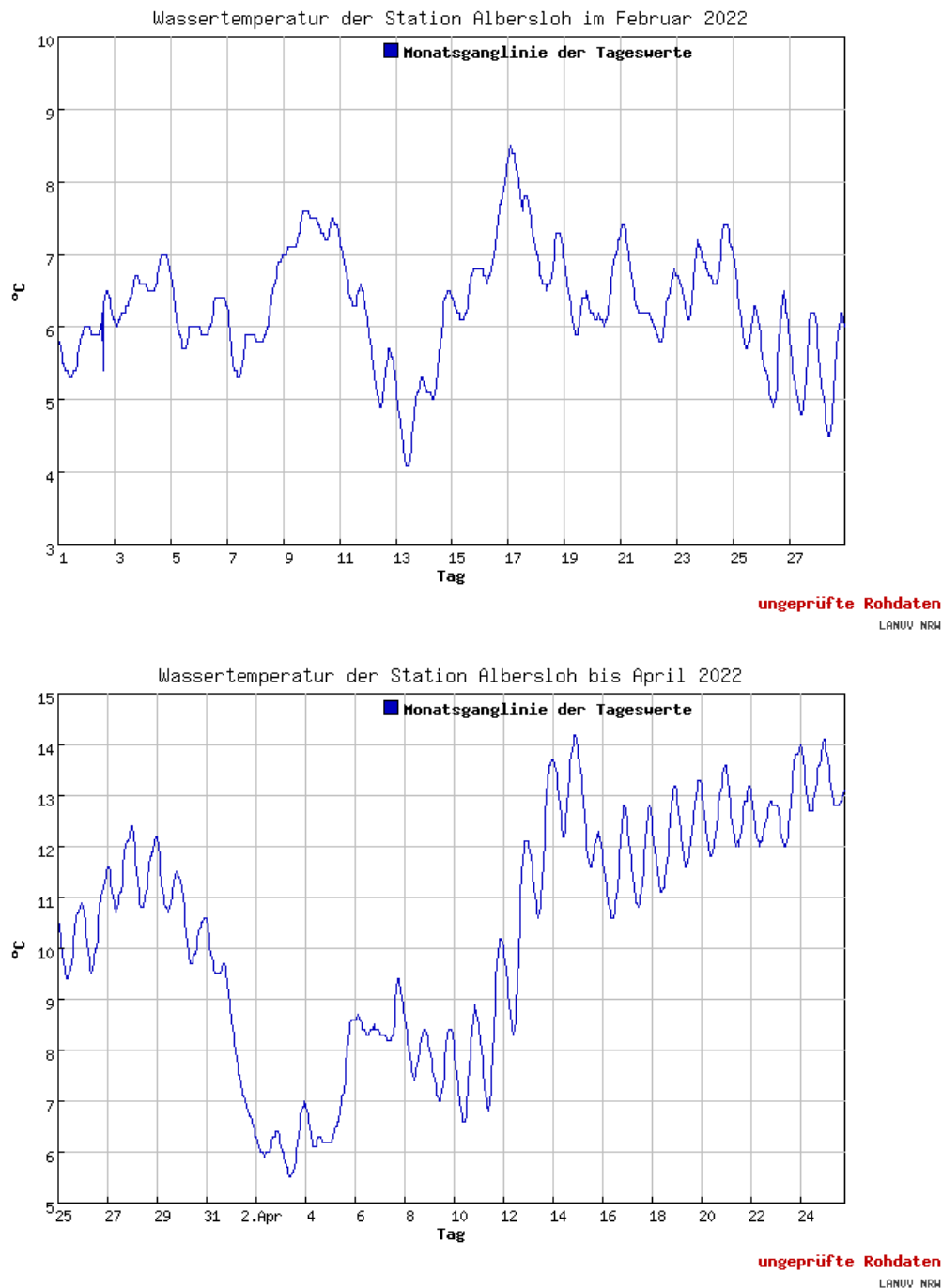


Abb. 24: Wassertemperaturen im Februar und Ende März/ Ende April 2022 der Werse bei Alberloh

Es zeigt sich, dass bereits im Februar die 5°C mit Ausnahme von wenigen Stunden in fünf Nächten überschritten waren. Ab 5°C sind Grünalgen zur Photosynthese fähig und mangels Wachstum von Makrophyten, auch wenn diese auch früher mit dem Wachstum starten als vor 100 oder 200 Jahren, haben gerade Grünalgen

einen großen Vorsprung beim Wachstum, was sich seit etwa zehn Jahren auch massiv praktisch in jedem Straßenseitengraben zeigt, vgl. Abb. 25:



Abb. 25: Massives Algenwachstum im Umflutgerinne zwischen Mühlen- und Vischeringstever, bereits im zeitigen Frühjahr 2022

Selbstredend sind die hohen Nährstoffüberschüsse ein Kernproblem. Aber diese waren auch schon vor 20 Jahren gegeben, ohne Algenblüten in praktisch allen Gräben, gerade von Januar bis März. Es dürfte diese Erhöhung der Wassertemperaturen sein, die den Algen einen krassen Entwicklungsvorsprung gibt, bis die Makrophyten ab April dann selbst Nährstoffe binden.

Diese Entwicklung ist für Gräften umso schädlicher, weil so bereits im Winterhalbjahr viel mehr Nährstoffe in Biomasse gebunden werden und in der Gräfte verbleiben und dort die Nährstoffmengen und Sedimentablagerungen noch weiter erhöhen.

3.3 Schadstoffe im Gräftenschlamm

Bei der Anreicherung des Gräftenschlammes mit Schadstoffen ist sehr gut die unterschiedliche Bestandsdauer und Entschlammungsfrequenz abzulesen: Schlamm der Außengräfte ist unbelastet, vgl. Tab. 1:

Tab. 1: Schadstoffanalyse nach LAGA zum Schlamm der Außengräfte

Parameter Feststoff	Wert	Einheit	LAGA Z	Grenze 0	Grenze 1.1	Grenze 1.2	Grenze 2
pH-Wert	8,0		0	9	9,5	12	12
EOX	< 1,0	mg/kg	0	1	1	3	10
KW 10-22	< 100	mg/kg	0	100	300	500	1000
Cyanid	< 0,5	mg/kg	0	1	3	3	10
Arsen	5,2	mg/kg	0	20	15	45	150
Blei	17,7	mg/kg	0	100	200	210	700
Cadmium	0,3	mg/kg	0	0,6	1	3	10
Chrom	9,7	mg/kg	0	50	100	180	600
Kupfer	12,2	mg/kg	0	40	100	200	400
Nickel	13,8	mg/kg	0	40	100	200	500
Quecksilber	< 0,1	mg/kg	0	0,3	1	1,5	5
Thallium	< 0,1	mg/kg	0	0,5	0,7	2,1	7
Zink	39	mg/kg	0	120	300	450	1.500
BTEX	0	mg/kg	0	< 1	1	1	1
LHKW	0	mg/kg	0	< 1	1	1	1
Naphtalin	< 0,1	mg/kg	0		0,5		
Benzo(a)pyren	< 0,1	mg/kg	0	0,3	0,5	0,9	3
PAK nach EPA	0	mg/kg	0	1	5		
PCB	0	mg/kg	0				
TOC bei Ablagerung*	3,2	%	2			1,5	5
* nur bei Ablagerung problematisch, Schlamm vor Ort zu verwerten							
Parameter Eluat	Wert	Einheit	LAGA Z	Grenze 0	Grenze 1.1	Grenze 1.2	Grenze 2
Leitfähigkeit	186,0	µS/cm	0	250	250	1500	2000
Chlorid	2,5	mg/l	0	30	30	50	100
Cyanid	< 5	µg/l	0	5	5	10	20
Sulfat	10,9	mg/l	0	20	20	50	200
Arsen	12	µg/l	0	14	14	20	60
Blei	< 10	µg/l	0	40	40	80	200
Cadmium	< 1	µg/l	0	1,5	1,5	3	6
Chrom	< 10	µg/l	0	12,5	12,5	25	60
Kupfer	< 10	µg/l	0	20	20	60	100
Nickel	< 10	µg/l	0	15	15	20	70
Quecksilber	< 0,2	µg/l	0	0,5	0,5	1	2
Zink	< 10	µg/l	0	150	150	200	600

Schlamm der Innengräfte hingegen weist bei zahlreichen Stoffen Anreicherungen auf, die eine Entsorgung auf einer Deponie zwingend erfordert. Der Gehalt an Kohlenstoff erlaubt dabei eine Ablagerung, aber auch hier im Bereich der LAGA-Klasse Z0, was mit entsprechenden Entsorgungskosten verbunden ist, die bei rund 40 €/t liegen. Auch ist nicht unmittelbar einsichtig, wo die einzelnen Belastungen ihre Ursache haben könnten:

Die Schwermetalle Blei und Cadmium könnten aus der Dacheindeckung stammen. Hier wurde historisch Blei eingesetzt, was mit einer entsprechenden Cadmium-Fracht oft einhergeht. Chrom ist schwerer einzuordnen. Zusammen mit dem exorbitanten Zink-Gehalt könnte aber der vor einigen Jahren eingebaute Fluchtsteg eine Rolle spielen. Eine rostschutzbehandelte Metallkonstruktion führt durch natürliche Auslaugungsprozesse zusammen mit der Aktivität von Bakterien durchaus zu Emissionen ins Wasser. Zink stammt oft aus Fallrohren, aber in dieser Menge dürfte der Metallsteg eine Rolle spielen.

Dass auch noch Benzo(a)pyren und PAKs in überhöhten Mengen auftreten, ist auf den ersten Blick nur schwer zu erklären, aber bei einer Wasserburg dann doch nicht zu überraschend. Vermutlich wird Ruß aus dem Kamin über Kondenswasser ausgefiltert und landet dann mit der Dachentwässerung auch in der Gräfte und reichert sich im Schlamm an, vgl. Tab. 2:

Tab. 2: Schadstoffanalyse nach LAGA zum Schlamm der Innengräfte

Parameter Feststoff	Wert	Einheit	LAGA Z	Grenze 0	Grenze 1.1	Grenze 1.2	Grenze 2
pH-Wert	8,3		0	9	9,5	12	12
EOX	< 1,0	mg/kg	0	1	1	3	10
KW 10-22	< 100	mg/kg	0	100	300	500	1000
Cyanid	< 0,5	mg/kg	0	1	3	3	10
Arsen	3,7	mg/kg	0	20	15	45	150
Blei	204	mg/kg	1.2	100	200	210	700
Cadmium	0,69	mg/kg	1.1	0,6	1	3	10
Chrom	127	mg/kg	1.2	50	100	180	600
Kupfer	30,8	mg/kg	0	40	100	200	400
Nickel	37	mg/kg	0	40	100	200	500
Quecksilber	< 0,1	mg/kg	0	0,3	1	1,5	5
Thallium	< 0,1	mg/kg	0	0,5	0,7	2,1	7
Zink	2.250	mg/kg	DKI 1	120	300	450	1.500
BTEX	0	mg/kg	0	< 1	1	1	1
LHKW	0	mg/kg	0	< 1	1	1	1
Naphtalin	< 0,1	mg/kg	0		0,5		
Benzo(a)pyren	1,5	mg/kg	2	0,3	0,5	0,9	3
PAK nach EPA	8,62	mg/kg	1.2	1	5		
PCB	0	mg/kg	0				
TOC bei Ablagerung*	2,8	%	2			1,5	5
* nur bei Ablagerung problematisch, Schlamm vor Ort zu verwerten							
Parameter Eluat	Wert	Einheit	LAGA Z	Grenze 0	Grenze 1.1	Grenze 1.2	Grenze 2
Leitfähigkeit	152,0	µS/cm	1.1	100	300		
Chlorid	2	mg/l	0	10	10	20	30
Cyanid	< 5	µg/l	0	5	5	10	20
Sulfat	6,3	µg/l	0	20	20	50	200
Arsen	< 10	µg/l	0	14	14	20	60
Blei	< 10	µg/l	0	40	40	80	200
Cadmium	< 1,0	µg/l	0	1,5	1,5	3	6
Chrom	< 10	µg/l	0	12,5	12,5	25	60
Kupfer	< 10	µg/l	0	20	20	60	100
Nickel	< 10	µg/l	0	15	15	20	70
Quecksilber	< 0,2	µg/l	0	0,5	0,5	1	2
Zink	150	µg/l	0	150	150	200	600

Der hohe Zinkgehalt dürfte neben der fortwährenden Durchleitung von nitrat-reichem Steverwasser ebenfalls das Grünalgenwachstum stark begrenzen. Einen Hinweis ergibt ein Artikel aus dem International Journal of Fisheries and Aquaculture 2014 von Dinesh et al., vgl. Abb. 26:

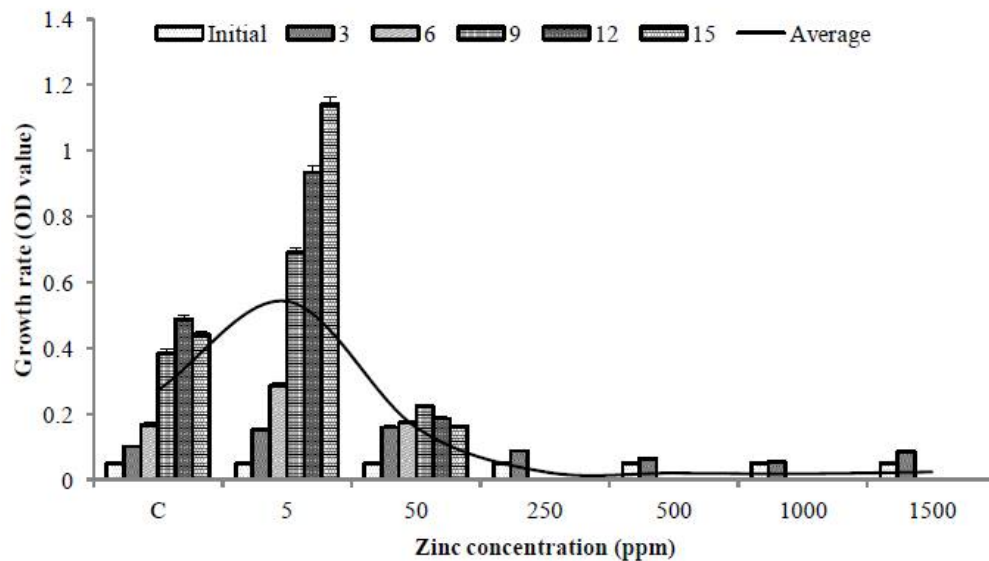


Abb. 26: Einfluss der Zinkgehalts auf eine Grünalgenart nach Dinesh et al. 2014, so hohe Zinkgehalte wie in der Innengräfte wirken wachstumshemmend, während geringe Konzentrationen sogar wachstumsfördernd sind

3.4 Wassermenge

3.4.1 Allgemeine Situation

Über die Abflüsse der Stever liegen im Prinzip langjährige Daten vor, allerdings über unterschiedlich lange und auch im Messzeitraum nicht deckungsgleiche Zeitreihen von einzelnen Pegeln, die zum Teil auch wieder im Datenbestand nicht öffentlich zugänglich sind (z.B. Steverpegel Füchteln). Immerhin überdeckt der Pegel Senden-Schölling mittlerweile 45 Jahre und liegt zudem im Zufluss der Gräfen bei Burg Vischering, so dass sich hieraus mittelfristige Tendenzen in Bezug auf generelle Abflüsse ablesen lassen. Hierfür wird auch der Zeitraum ab 2008 getrennt betrachtet, da im Münsterland das letzte Jahr mit deutlich überdurchschnittlichem Regen 2007 war und Jahre mit geringem Niederschlag allein 2014, 2016 und 2021 und dann auch nicht überall unterbrochen wurden mit durch- oder leicht überdurchschnittlichen Niederschlägen.

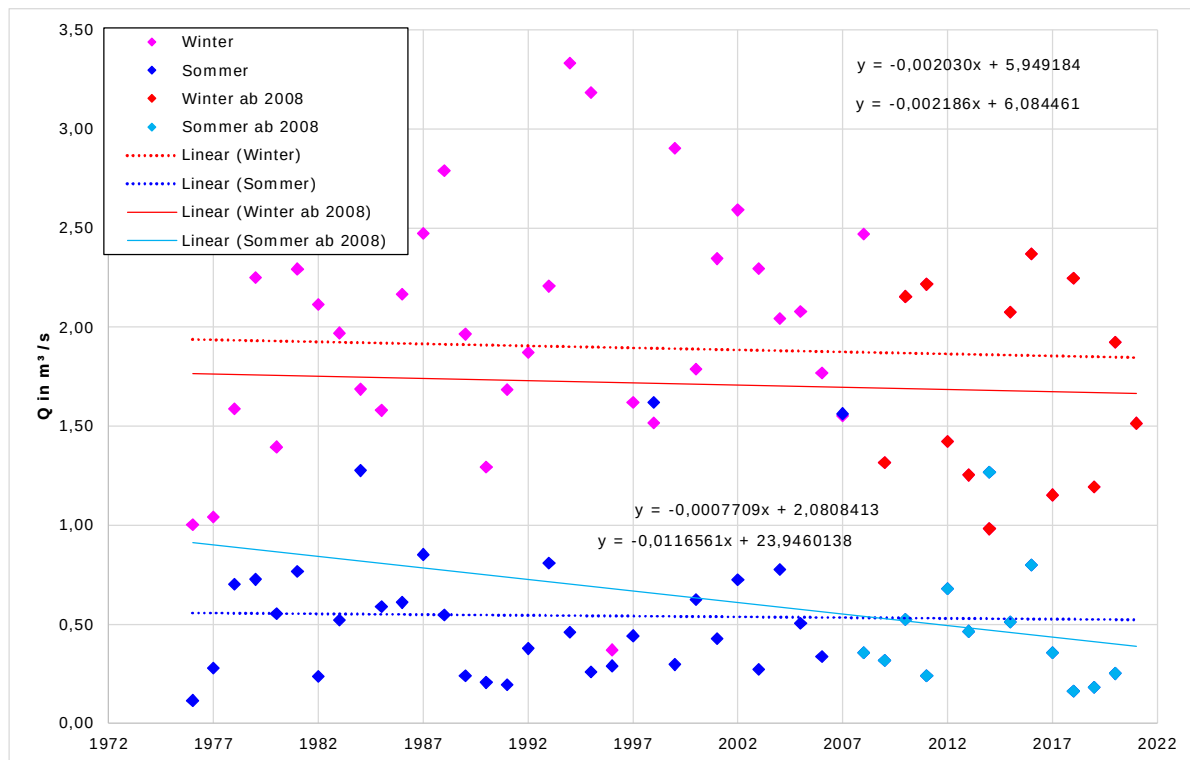


Abb. 27: Mittlere Abflüsse nach Sommer- und Winterhalbjahr und bis 2007 und ab 2008

Die Zeitreihen zeigen über 45 Jahre, und beschleunigt in den vergangenen 15 Jahren, einen Rückgang der durchschnittlichen Abflüsse, in den ersten 30 Jahren sowohl im Winter als auch im Sommer um 5 % und damit kaum merklich, in den weiteren 10 bis 15 Jahren dann aber im Winter um 14 % gegenüber dem Mittelwert bezogen auf 1976 und im Sommer sogar um 30 %, vgl. Tab. 3:

Tab. 3: Abflussentwicklung der Stever in 45 Jahren nach linearer Regression

Winterhalbjahr			Sommerhalbjahr		
Daten	bis 2007	Index	Daten	bis 2007	Index
1975	1,940	100,00%	1975	0,558	100,00%
2021	1,847	95,19%	2010	0,531	95,17%
Daten	ab 2008		2021	0,523	93,65%
2021	1,667	85,91%	Daten	ab 2008	Index
	[m³/s]		2010	0,517	92,65%
			2021	0,389	69,68%
				[m³/s]	

Einerseits sind die Daten noch nicht in Stein gemeißelt, da ein oder zwei Jahre mit hohem Abfluss aufgrund der kurzen Zeitreihen die Mittelwerte stark beeinflussen. Abflussrückgänge werden dann rasch im Mittel ausgeglichen.

Umgekehrt sind die Daten für die knapp 15 Jahre seit 2007 durchaus valide und zeigen, dass die vergangenen eineinhalb Jahrzehnte für die Gräften durchaus schwierig waren.

Für die Burg Vischering bedeutet das, dass die dauerhaften Durchflüsse, die derzeit die Gräften durch die Nitratspeisung noch vor Blaualgen schützen, gerade im Sommer zunehmend ausfallen – aufgrund konkurrierender Wassernutzungen oder in Bezug auf die Innengräfte immer dann, wenn der Wasserstand sich nicht mehr halten lässt, vgl. Abb. 28.



Abb. 28: Niedrigwasser der Stever, hier 2011 an der Borgmühle, gut erkennbar das Oberwasser rund 10 cm unter Oberkante der Schütztafeln. Da kein Wasserüberfall mehr stattfand, fließt bei solchen Wasserständen auch kein Wasser mehr in die Innengräfte – vgl. Abb.13

Insgesamt stehen vier bis sechs Wochen im Jahr im bisherigen langjährigen Mittel in der gesamten Stever nur rund 315 l/s zur Verfügung, die sich in etwa wie folgt auf die einzelnen Wasserläufe verteilen, vgl. Tab. 4:

Tab. 4: Knappe Wasserverteilung beim Q30, also vier bis sechs Wochen im Jahr (Q30 ist der Abfluss, der nur an 30 Tagen im Jahr unterschritten wird, das ist noch etwas weniger als mittleres Niedrigwasser)

Ostenstever, Aalpass	140 l/s
Umflut, Burggraben	60 l/s
Innengräfte	10 l/s
Außengräfte	15 l/s
Borgmühle	15 l/s
Wehr Vischering	75 l/s
Summe, Q30	315 l/s

3.4.2 Besondere Einflüsse

Die Stever weist eine Besonderheit auf, die dem Mittel- und Oberlauf schon in einigen Sommern ökologisch zu Gute gekommen ist:

Die Gelsenwasser AG besitzt das Recht, der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung im Hochsommer Wasser abzukaufen, um damit die Wasserstände im Halterner und Hullerner Stausee bei Trockenheit zu stabilisieren und um damit die Grundwasseranreicherung ohne Unterbrechung durchführen zu können.

Der Dortmund-Ems-Kanal wird über den Datteln-Hamm-Kanal mit Wasser versorgt, das bei Hamm aus der Lippe in das Kanalsystem übergepumpt wird, vgl. Abb. 29:



Abb. 29: Wasserabgabe in den Datteln-Hamm-Kanal links, rechts die Entnahme aus der Lippe in direkter Nachbarschaft

Dadurch verfügt das Kanalsystem stets über etwas Überschusswasser, um alle Schleusen problemlos betreiben zu können. Von diesem Überschuss darf die Gelsenwasser profitieren und entnimmt bei Bedarf bis zu 2 m³/s aus dem Dortmund-Ems-Kanal bei Senden, da dort der Kanal über dem Niveau der Stever liegt und das Wasser damit durch eine einfache Schleuse in die Stever abgeleitet werden kann. Damit profitieren Lüdinghausen und Olfen massiv von diesen Entnahmen, da damit der Niedrigwasserabfluss verdrei- bis versechsfacht wird, vgl. Abb. 30. Das bedeutet auch für die Gräften von Burg Vischering einen höheren Durchfluss. Dieser Sondereffekt hat in 2012, 2013, 2018-2022 und damit schon fast jährlich in einigen Hochsommerwochen das Gräftensystem stabilisiert.



Abb. 30: Wasserentnahme aus dem Dortmund-Ems-Kanal bei Senden links und rechts die Einleitung in die Stever

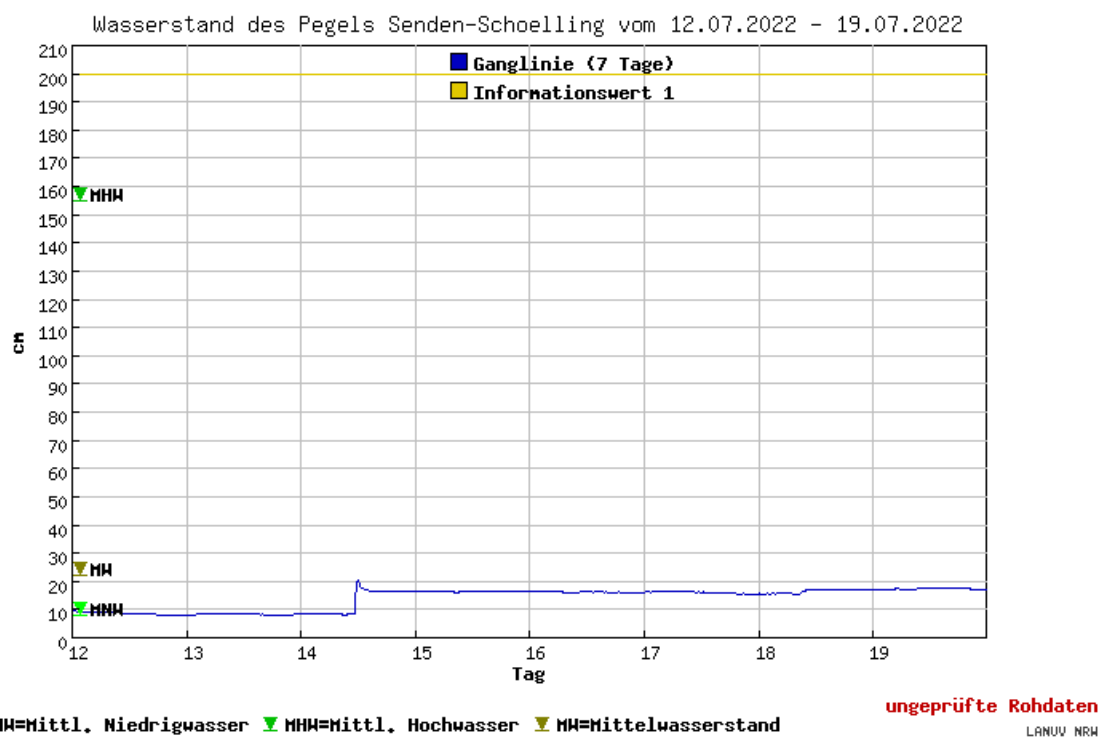


Abb. 31: Gut erkennbarer Einfluss der in 2022 beginnenden Entnahme auf den Pegel Schölling mit Erhöhung von Niedrigwasserstand auf fast Mittelwasserstand

3.5 Sedimente Innengräfte

In der Innengräfte ist von 2.000 m³ Nassschlamm und nach Trocknung noch von 1.000 m³ an abgetrockneten Sedimenten auszugehen. Messungen vor einigen Jahren ergaben diese Menge, die sich durch den Bau des Fluchtstegs vermindert hat, da der Schlamm in diesem Bereich zur Gründung des Stegs zu entnehmen war. Gleichzeitig sind bei 6.500 m² Gräftenfläche wiederum mindestens 500 m³ hinzugekommen, so dass die alte Ermittlung in jedem Fall noch einen guten Anhaltspunkt bietet, vgl. Abb. 32 und Tab. 5:

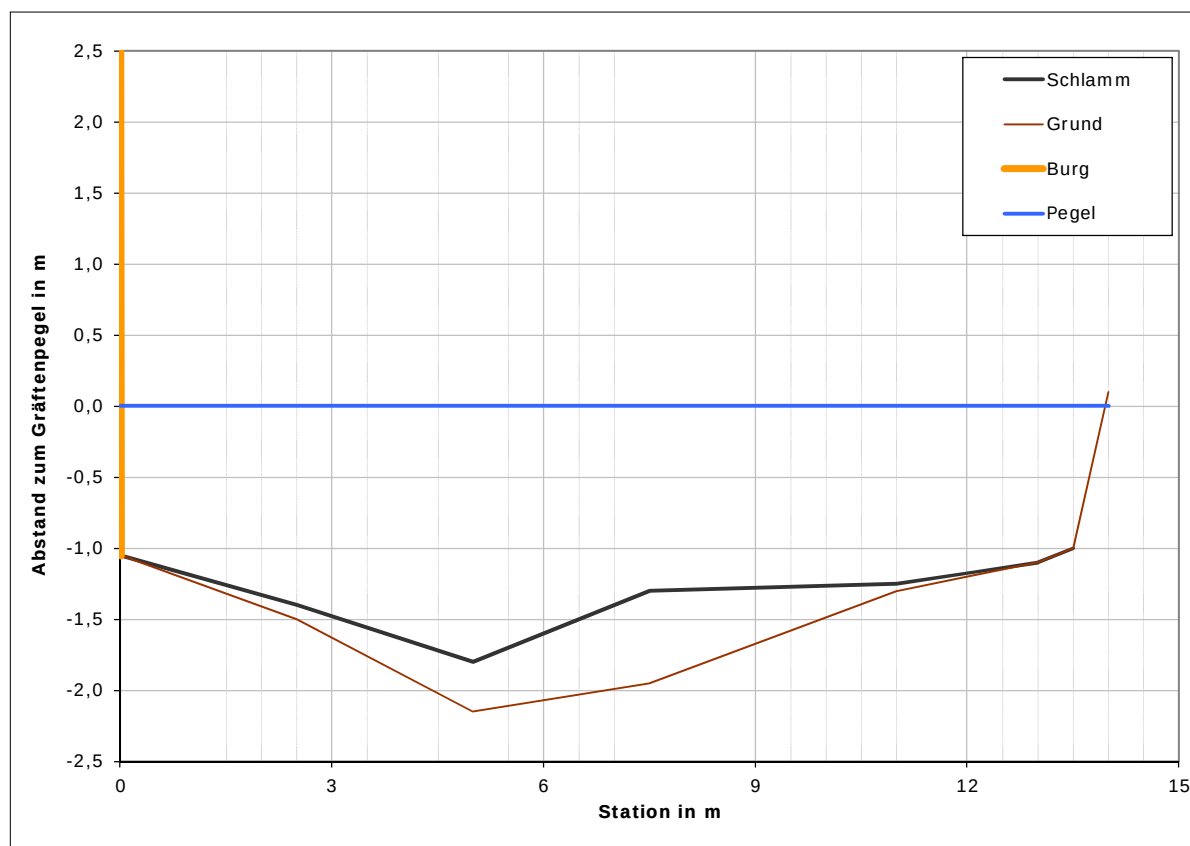


Abb. 32: Typisches Sedimentmuster der Innengräfte; die Sedimente werden durch den Karpfenbestand auf einer Höhe gehalten; die Gräfte ist v-förmig angelegt, vermutlich um früher Sedimente einfach entnehmen zu können. Dort sind jetzt Schlammansammlungen von einem Meter Mächtigkeit zu erwarten; zur Pfahlgründung siehe Abschnitt 2.3.5

Tab. 5: Schlammbestand der Innengräfte 2008

			Meßlänge	Schlamm - A	Mitteltiefe	Fläche	Volumen	
Innengräfte	9.035	m ²	14	3,212	0,229			
Abzug Vorburg	1.531	m ²	18	7,042	0,391			
Abzug Burg	1.057	m ²	27,5	8,400	0,305			
	6.447	m²	23	6,580	0,286			
	gewichtetes Mittel		82,50	25,23	0,306	6.447	1.972	cbm
			[m]	[m ²]	[m]	[m ²]	[m ³]	

Ein Inventar von 2.000 m³ Nassschlamm ist mit Bergungskosten mit Entsorgung nach LAGA-Klasse Z0 nach Abb. 33 von rund 101 €/m³ zu rechnen. Hinzu kommen hier aber noch 45 € für die Entsorgung nach LAGA-Klasse Z2 mit Deponieklasse 1, so dass rund 290.000 € reine Baukosten und rund 325.000 € Gesamtkosten anzusetzen sind:

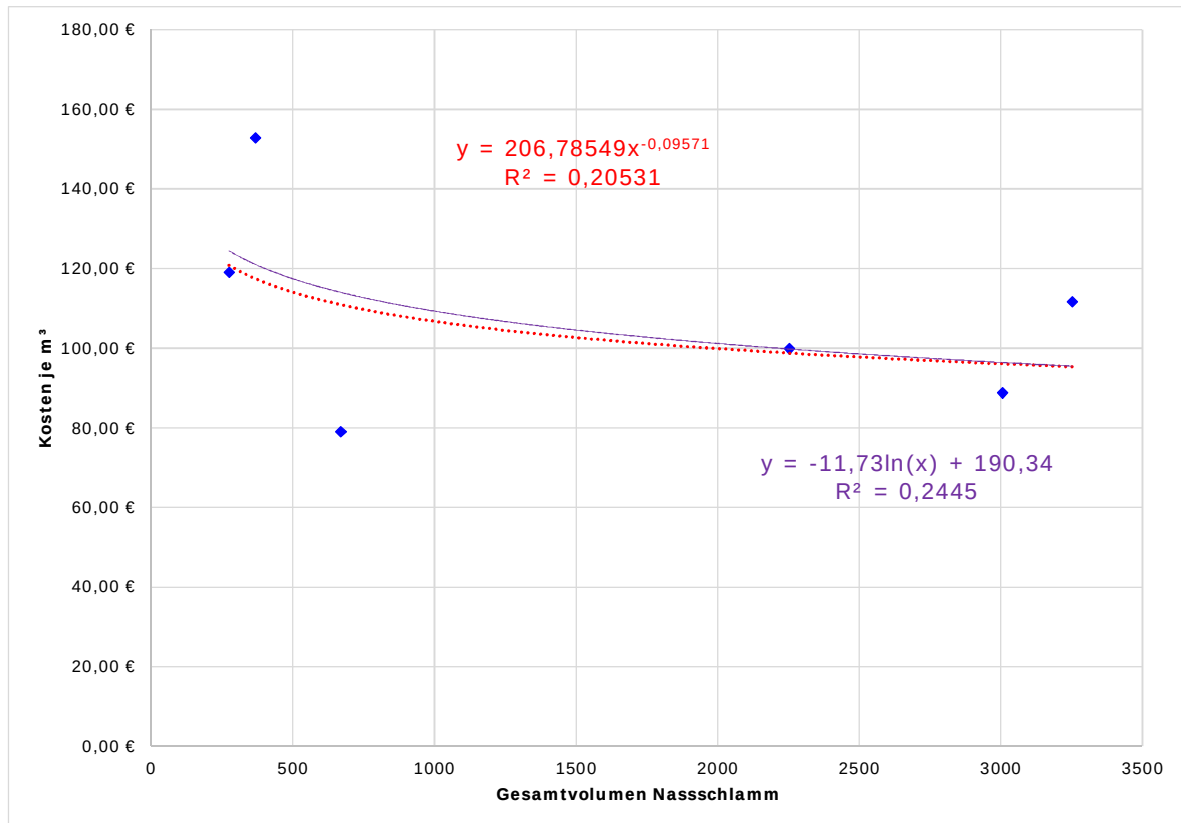


Abb. 33: Kostenauswertung bisheriger Entschlammungen, inflationskorrigiert einschließlich der 16 % Preissteigerung binnen Jahresfrist für Tiefbauarbeiten seit 2021

3.6 Sedimente und Schlamm in der Außengräfte

Nach der Entschlammung von 2007/08 wurden die Rahmenbedingungen nicht verändert, durch allmählichen Verlust der Staubretter am Zulauf sogar eher in Richtung etwas höherer Durchlaufmengen verändert.

Das blieb nicht ohne Folgen für den erneuten Aufbau von Schlamm-mengen. Im Zulaufbereich zeigen sich Ablagerungen zwischen 25 und 35 cm, vgl. Abb. 34. Dort sind die Ablagerungen ein Mix aus mineralischen Partikeln mit organischem Anteil.



Abb. 34: Ablagerungen im Zulaufbereich der Außengräfte; Gräftentiefe 35 cm, davon 25 cm Sedimente

Die Sedimente faulen – erkennbar an der Gasbildung – und liefern damit die Grundlage für das beobachtete Botulismusterben einiger Wasservögel, da Botulismen strikt anaerob leben.

Die Sedimente sind dabei nicht gleich verteilt. Im Zulauf liegen die Dicken bei 20 bis 30 cm, wo Undichtigkeiten der Außengräfte bestehen, steigen die Sedimentdicken auf bis zu 35 cm, während in Bereichen abseits der Zu- und Abflüsse auch Bereiche ohne Ablagerungen anzutreffen sind. Grundsätzlich bestätigt sich die Faustformel von 1 cm Ablagerungszuwachs pro Jahr, so dass bei 24.000 m² Wasserfläche von 3.500 cbm Nassschlamm auszugehen ist, der nach Trocknung auf rund 1.750 cbm schrumpft.

3.7 Einfluss der Wasservögel auf die Außengräfte

Die Inseln, die einst bei der Umlagerung des Gräfenbodens mit angelegt wurden, sind ein optimales Brut- und Rastgebiet für Gänse und andere Wasservögel, da unerreichbar für Füchse. Die stark zunehmenden Populationen führen zu einem Abfraß des Röhrichts, wie bei der Ufersanierung der Innengräfte bereits festzustellen. Der Vergleich des Gräfenzulaufs 2007 mit 2022 zeigt, dass Röhricht und Seggen (nicht nur) dort vollständig verschwunden sind, vgl. Abb. 35:



Abb. 35: oben Zulauf 2007, bei der Entschlammung ausdrücklich geschont, im Hintergrund auch noch das Schilf einer der Inseln, unten 2022, ohne jede Segge, stattdessen folgerichtig mit Grünalgenpaketen

Ferner ist ein zusätzlicher Nährstoffeintrag nicht zu unterschätzen. An Land, wie in Abb. 36 im Dortmunder Fredenbaumpark bei rund 90 Canada-Gänsen, wurden in einer Untersuchung zur Wiedernutzung einer Festwiese bis zu 78 Gänseköttel/m² gezählt. Übertragen auf die Außengräfte, die an Land vergleichbare Zustände zeigt wären das in wenigen Wochen (länger lassen sich diese nicht zählen) fast zwei Millionen Köttel. Das ist eine enorme Zusatzdüngung, selbst wenn sie sich im Wasser nicht so umfangreich manifestiert wie auf den Hauptfutterwiesen der Gänse:



Abb. 36: 78 Gänseköttel auf einem Quadratmeter, die typische Belastung der Festwiese im Dortmunder Fredenbaumpark im August 2016, ebenfalls bei hohem Bestand mit Canada-Gänsen, aber durchaus vergleichbar mit einigen Bereichen von Außen- und Innengräfte

Wie bereits in Abb. 1 anzutreffen hat sich insbesondere die Rastfunktion in den letzten Jahren nochmals stark erhöht, bevorzugt wird eine Sandbank, die aus einer von den Gänsen »abgewohnten« Insel hervorgegangen ist, vgl. Abb. 37. Das bedeutet eine entsprechend hohe Fracht an Nährstoffen in ein Gewässer, das durch die Stever schon sehr stark mit Nährstoffen versorgt wird:

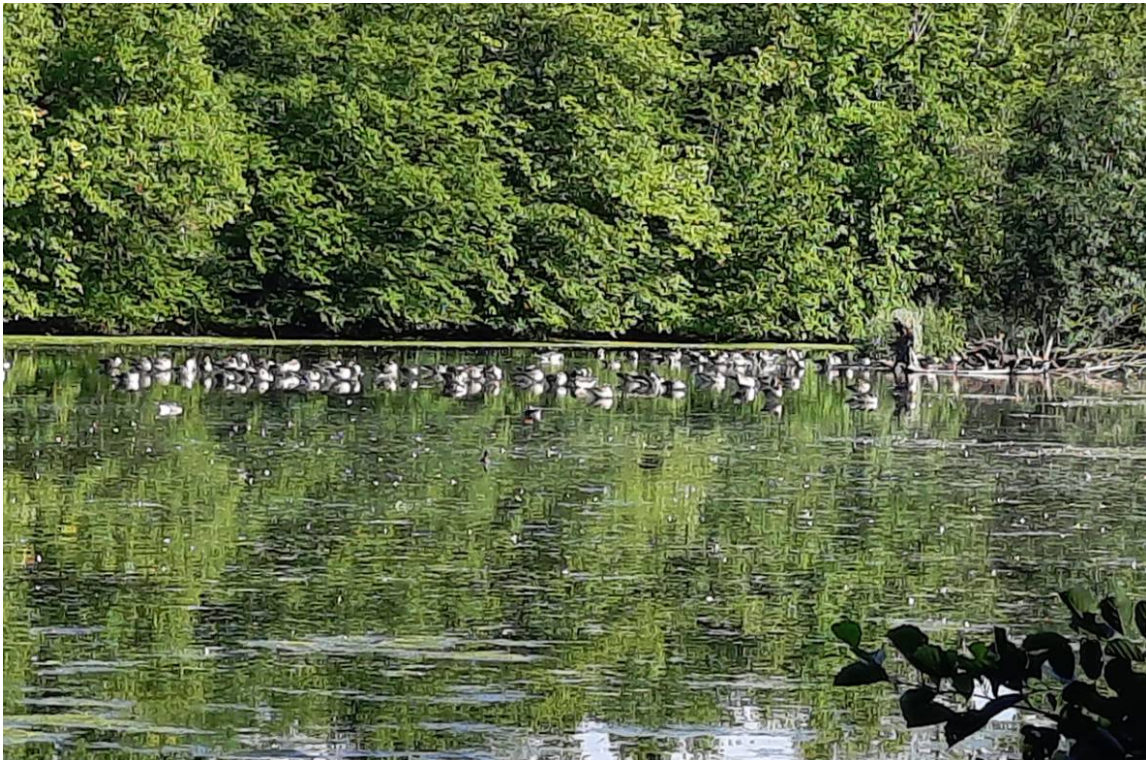


Abb. 37: Stark frequentierte Außengräfte als Rastplatz, Bild: Mollenhauer

3.8 Aktuelle Maßnahmen

Derzeit wird die Innengräfte belüftet, um angesichts der ausgeprägten Schlamm-mengen den Wasserkörper mit Sauerstoff zu versorgen, vgl. Abb. 38:



Abb. 38: Lüfterbetrieb, hier in der östlichen Innengräfte

Die Belüftung ist richtig, da sie starken Sauerstoffmangel im Wasserkörper verhindert und damit sowohl den Fischen und Wirbellosen ausreichende Überlebenschancen bietet als auch heftige Nährstofffreisetzungen aus dem

Sediment verhindert, auch durch leichte Kühlung des Wassers durch die höhere Verdunstung am Lüfter. Auch reduziert die Belüftung das Grünalgenwachstum.

Umgekehrt verhindert die Belüftung aber auch jede Art der Fixierung von Nährstoffen im Sediment und Schlamm, da durch die Belüftung die Zirkulation des Wassers gefördert wird.

Allerdings gilt in der Literatur, aber auch der Erfahrung nach die Belüftung als Übergangslösung. Sie verhindert ein Umkippen des Gewässers, bremst Eutrophierungsvorgänge, aber kann sie bei den heutigen Rahmenbedingungen nur selten wirklich aufhalten.

Ein Beispiel (von mehreren) hierfür ist ein größerer Zierteich in Aachen, in welchem in 2016 eine Schlauchbelüftung betrieben wurde. Diese zeigt die genannten Vorteile, hier gerade die Förderung von Makrophyten, zeigt aber am Rand auch die Begrenzung, so dass außerhalb des Lüftungsradius auch noch Algen gedeihen und insgesamt der Teich seinen hypertrophen Charakter nicht einbüßt:



Abb. 39: Schlauchbelüftung ohne Einfluss auf den Trophiegrad

Der Hiltruper See hat gezeigt, dass auch ein Wasserpflanzenaufkommen ohne Grünalgenbewuchs zum Umkippen eines Gewässers führen kann. Insofern ist eine Belüftung als Hilfsmittel richtig, aber keine Lösung im Sinne einer nachhaltigen Verbesserung oder dauerhaften Verhinderung einer langsamen Verschlechterung der Situation.

4. Lösungsansätze

4.1 Grundsätzliche Lösungsansätze

Vor dem Hintergrund der genannten Rahmenbedingungen werden folgende Lösungsansätze für eine möglichst nachhaltige Bewirtschaftung der Gräfe diskutiert. Dafür ist in kurz-, mittel- und langfristige Ansätze mit vergleichbarer Unterteilung in kurz-, mittel- und ggf. langfristige Wirksamkeit zu unterscheiden, wobei die Fristigkeit auch sehr stark davon abhängt, was vor Ort an einer konkreten Gräfe an Regelungsmöglichkeiten verfügbar ist, was aber in diesem Bericht bereits diskutiert wurde. Tab. 6 gibt einen Überblick mit Ersteinschätzung. Ansätze werden dann diskutiert und zu einem Lösungspaket zusammengestellt:

Tab. 6: Lösungsansätze für die Gräfen von Burg Vischering und Ersteinschätzung

Maßnahme		Fristigkeit	weil?	Umsetzung & Erfolg	
				innen	außen
Wintern	Ablassen der Gräfe im Winter zur Schlamm-Kompostierung	mittel	Grundablass fehlt, Umprofilierung der Sohle notwendig		
Sömmern	Ablassen der Gräfe im Sommer zur Schlamm-Kompostierung	mittel	Grundablass fehlt, Umprofilierung der Sohle notwendig		
Zufluss drosseln	Verringerung der Nährstoffeinträge	kurz	nur Staubretter einsetzen; allerdings höhere Bedienfrequenz nötig		
Zufluss filtern	Verringerung der Nährstoffeinträge	lang	nicht jedes Verfahren sinnvoll, lange Abwägung und hohe Kosten		
Zufluss-dynamik	Abstimmung Zuflüsse auf die Wasserqualität der Stever	mittel	Umbau von Zufluss- und Steuerung		
Brutinseln abtragen	Verringerung der Nährstoff-einträge und von Vogelfraß	mittel	Im Zuge der Umprofilierung der Sohle mit machbar	keine Inseln	
Abfischen	Erhöhung der Nährstoffausträge	kurz	jederzeit möglich		
Schlamm-Entnahme	Starke Reduzierung von Nährstoffen & Sauerstoffzehrung	mittel	jederzeit möglich, aber kostenintensiv und Vorbereitungsdauer		besser: Sömmern

Grün verweist auf eine grundsätzliche Umsetzbarkeit und zu erwartender Verbesserung der Situation differenziert nach Innen- und Außengräfe von Burg Vischering. Gelb sind Maßnahmen, die zwar prinzipiell in die richtige Richtung gehen, aber bei Veränderung des Biotops (z.B. mit dem Abfischen) unbekannte Wirkungen entfalten können und damit nicht immer zu einer Verbesserung führen oder wie bei der gezielten Wasserzufuhr oft nicht lange durchgehalten werden. Bei der Innengräfe tritt noch das Auftriebsproblem hinzu, so dass hier zur Entlastung der Fundamente der Wasserspiegel eher höher als durch längeres Aussperren belasteten Steverwassers noch niedriger werden sollte.

Orange sind Maßnahmen, die sich nur in der Minderzahl der Fälle bewährt haben und rot sind Ansätze, die konkret dann doch keine Lösung darstellen.

4.2 Filterung

Eine Filterung der Zuflüsse in die Gräften ist ein Lösungsansatz, hat allerdings so viele Nebenwirkungen, dass er auch gleich wieder ausgeschlossen werden muss.

Die natürliche Filterung wird seit 15 Jahren bei Haus Welbergen durchgeführt. Wasser des dortigen Gauxbachs wird auf eine alte Bleiche gepumpt, speist dort ein Feuchtgebiet und sickert von dort in eine Vorgräfte. Die Innengräfte wird ausschließlich von dieser Vorgräfte mit dann vorgefiltertem Wasser gespeist, um die Nährstoffbelastung zu reduzieren, die in 2007 zu einer vollständigen Pflanzenbedeckung der Gräfte geführt hat. Allerdings: Die natürliche Filterung mindert die Stoffeinträge in sehr unterschiedlicher Weise, vgl. Abb. 40:

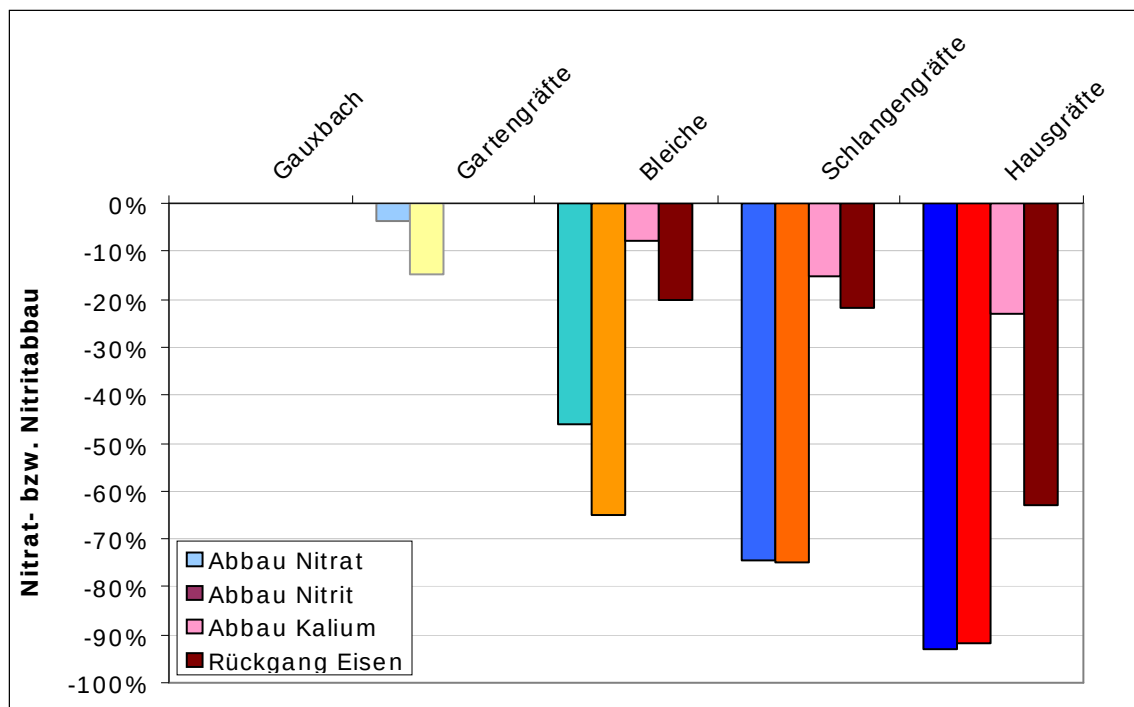


Abb. 40: Rückgänge von Stoffen ohne und mit der Filterung in der Bleiche und Zwischenspeicherung in der Schlangengräfte bis zum Zielpunkt der Hausgräfte (alles: Haus Welbergen)

Abbildung 34 zeigt die Gefahr, dass bei einer natürlichen Filterung des Wassers Nitrat auf 8 bis 10 % der ursprünglichen Menge reduziert wird, Phosphat, das sich analog wie Kalium verhält, aber nur auf 70 %. Das führt dann zu einem Verhältnis N zu P von 3 bis 6 zu 1 und dann aufgrund der hohen Phosphatverfügbarkeit fast sicher zu Blaualgenblüten im Hochsommer. Die Nährstoffmengen sind dermaßen überhöht, dass eine einfache Filterung nicht (mehr) möglich ist, ohne unkontrollierbare Entwicklungen zu riskieren.

In Haus Welbergen funktioniert die Filterung vermutlich deshalb über eineinhalb Jahrzehnte, weil der Gauxbach als Sandgewässer noch höhere Nitratmengen liefert, so dass das Verhältnis N zu P nicht zu gering wird.

Das wirft die Frage auf, warum dann nicht Phosphor gezielt entfernt wird. Aber nach fünf Erfahrungsberichten sind die Gräften nicht geeignet, dort eine Phosphatfällung zu initiieren und auch länger durchzuführen. Ein Beispiel ist der Aasee in Münster:

Dort wurde seit Mitte der 2000er Jahre eine Phosphatfällung am Zufluss der Aa in den Aasee vorgenommen. Die hohe Durchflussrate durch die Aa hat vor der Dürre 2018 zu einem enormen Phosphoraufbau im Sediment geführt. Die Daten von Burg Vischering zeigen ja auch die beträchtlichen Nährstofffrachten, auch bei Phosphor. Eine Fällung über dann 14 Jahre wie in Münster führt dann zu einem Phosphoraufbau von bis 1 bis 1,5 g/m² am Seeboden. Durch die hohen Temperaturen von 2018 und die anhaltende Sauerstofffreiheit der Sedimente durch starke Bakterienaktivitäten im Seeboden wurden schlagartig große Phosphormengen freigesetzt. Das führte zu ebenso schlagartigem Grünalgenwachstum und nach raschem Verbrauch des Nitrats zu Blaualgenaufkommen in großen Schwaden. Ein starkes Fischsterben war die Folge. Da die Gräften von Burg Vischering im Wasserumsatz dem Aasee durchaus gleichen, ist eine Fällung in dieser Form nicht ratsam.

4.3 Dynamik und Nährstofffracht: Außengräfte

Wird die Dynamik vergleichbar mit früherer Mühlennutzung erhöht, dann ergeben sich zwei Probleme: Zum einen steigt der Nachschub an Nährstoffen und damit das Risiko auf noch höhere Schlammablagerungen durch weiter verstärktes Pflanzenwachstum. Wird andererseits nur temporär Wasser nachgespeist bei langsamer Abnahme des Wasserspiegels, dann steigt das Risiko von Blaualgenwachstum. Denn immer gegen Ende des Zeitraums ohne Nachspeisung oder die Nachbeschickung mit Wasser ist das Nitrat im Wasserkörper zunehmend verbraucht, insbesondere in den Bereich weit entfernt vom Zufluss. Dort wird dann das Blaualgenwachstum gefördert.

Denkbar wäre damit eher, eine intermittierende Beschickung anzustreben mit Absperrung und Beschickung im 24 h Wechsel. Das würde die Nährstofffracht halbieren, und N zu P dann aber immer noch bei etwa 25 zu 1 halten, zugrunde gelegt, dass Nitrat erfahrungsgemäß deutlich schneller verbraucht wird als Phosphat. Der Gewinn liegt in der niedrigeren Düngung der Gräfte und damit einer Verringerung der jährlichen Schlammabildung.

Der Nachteil liegt entweder in der regelmäßigen Bedienung des Zulaufs oder in einer Automatisierung, die zwar auf den ersten Blick oft die Lösung darstellt, am Ende dann aber durch Anfälligkeit und Ausfälle hohe Folgekosten mit sich bringt. Dies ist insbesondere die Wahl zu langer intermittierender Intervalle, was die Blaualgenblüte fördern würde und damit die Gefahr massiver Fischsterben und in der Folge erhöhter Botulismus und weitere Schäden durch die Gifte der Cyanobakterien, die eigentlich als »Blaualge« bezeichnet werden. Notwendig wären für diesen Lösungsansatz in jedem Fall:

- 💧 Umbau des Zulaufs von DN 300 auf DN 400 oder 500 für leistungsfähigere Beschickung;
- 💧 Umbau des Zulaufs für eine einfachere Handhabung.

Bei 15 m Rohrleitungsstrecke, aber einer überaus schwierigen Logistik, Gerät heranzuführen, ist allein die Baustelleneinrichtung mit 25.000 Euro anzusetzen. Hinzu kommen dann 12.000 Euro für den Rohrleitungsbau und 20.000 für ein angepasstes Mönchsbauwerk, so dass die Baukosten auf 57.000 Euro, die

Gesamtkosten auf 65.000 Euro zu veranschlagen sind. Bis zu einer Finanzierung kann die Maßnahme aber auch mit einfachen Staubrettern und manueller Bedienung erfolgen.

4.4 Weitere Senkung der Nährstofffracht der Außengräfte

An Stillgewässern in Parkanlagen ist seit etwa zwei Jahrzehnten zu beobachten, dass sich die Frequentierung durch Gänse massiv verändert hat. Hierfür sind zwei Aspekte ursächlich: Zum einen besitzen viele dieser Gewässer zur Zierde Inseln. Diese Inseln sind optimal für den Bruterfolg, da Gänse gerade Inseln zur Brut nutzen, um – wie angesprochen – geschützt gegen die meisten Prädatoren wie Füchse zu sein, vgl. Abb. 41. Das gilt auch für eine ungestörte Rast, siehe Abb. 37.

Zum Zweiten ist festzustellen, dass sich das Verhalten dieser Gänsegruppen an die Erholungsnutzung angepasst hat. Sie profitieren von den Besucherinnen und Besuchern, da diese entweder Essenreste hinterlassen oder Gänse aktiv füttern. Diese Verhaltensänderung lässt sich für jede und jeden gut selbst beweisen: Während Canada-Gänse in der freien Natur schon bei Annäherung auf 50 bis 100 m laut die Flucht ergreifen, sind Canada-Gänse in Parks stets mit der Beobachtung beschäftigt, ob Menschen, die die Parks besuchen, ihre Taschen öffnen (so erlebt in Gelsenkirchen) und damit ggf. Nahrung für die Gänse abfällt. (Letztlich sind sogar die Fische konditioniert, wer morgens die Brücke zwischen Vorburg und Burg Vischering betritt, wird von Karpfen beobachtet.....).



Abb. 41: Eine von früher fünf Brutinseln in der Außengräfte, von diesen sind noch zwei erhalten, zwei andere sind durch die intensive Nutzung mittlerweile nur noch Untiefen, die aber weiter zum Rasten genutzt werden; gut zu erkennen auch hier die Folgen der Frequentierung durch so viele Wasservögel

Die enorme Frequentierung gerade durch Gänse führt zu weiterer Düngung der Gräfte, da Gänse die Nährstoffe, die sie im Umfeld fressen, in Teilen wieder über Kot in die Gräfte eintragen. Ferner verhindern Wasservögel durch Fraß einen (größeren) Röhrichtbewuchs und damit auch noch einen Bestandteil der Selbstreinigung von Gewässern.

Die Kosten der Inselbeseitigung sind Teil einer Entschlammung oder Teil einer Umgestaltung der Sohle der Außengräfte.

4.5 Historische Gräftenbewirtschaftung für die Außengräfte

Ein noch klarerer Bruch mit dem Vorgehen seit 40 Jahren ist das Wintern oder Sömmern der Außengräfte, das vollständige Entleeren im Winter oder Sommer und damit das Belüften und Remineralisieren der Sedimente, so dass die Faulschlamm-bildung wieder aufgehoben wird, was auch Botulismusausbrüchen vorbeugt.

Aufgrund der touristischen Nutzung der Gräfte bietet sich generell (nach einer entsprechenden Vorbereitung) das Wintern an, so dass große Frachten an Nährstoffen im Winter die Gräfte erst gar nicht erreichen, der Schlamm mineralisiert und nicht ausgehoben werden muss und von April bis Oktober die Gräften aber befüllt sind und die dann zahlreicheren Tagesgäste die Gräften wie erwartet vorfinden.



Abb. 42: Wintern, hier an einem Teiche im Merfelder Bruch des Herzogs von Croy, gut zu erkennen die Algenablagerungen am Ufer; eine Geruchsbelästigung war nicht festzustellen

Ein weiterer Vorteil ist die vielfach sinkende Attraktivität für Wasservögel, so dass sich die Bestände auch hierdurch regulieren und weniger Nährstoffeinträge erwarten lassen.



Abb. 43: Sömmern, hier an einem Teiche von Haus Vogelsang. Das Sömmern war hier überfällig, die Schlammablagerungen sehr dick, Geruch ging keiner mehr davon aus, das gibt sich nach den ersten Tagen der Abtrocknung

Die Kosten sind allerdings erheblich:

Für den neuen Ablauf wurden in einer eigenen Betrachtung inflationsangepasst 45.000 Euro Baukosten und 52.500 Euro Gesamtkosten ermittelt. Der Zulauf wurde in Abschnitt 4.1 mit 65.000 Euro taxiert.

Hauptaufgabe ist jedoch die Neumodellierung der Sohle der Gräfe, um ein vollständiges Ablassen des Wassers zu ermöglichen.

Sinnvoll ist hier keine erneute Entschlammung, sondern ein Sömmern der Gräfe. Das Sömmern setzt durch die stärkere Abtrocknung, die massive Rissbildung und die hohen Temperaturen den Schlamm rasch in Oberboden um und gestattet dann, die Fläche wie mineralischen Boden zu bearbeiten. Das ermöglicht dann ein Ummodellieren mit einer Raupe. Bei 24.000 m² Fläche und einem Ab-/ Auftrag von im Mittel 20 cm entsprechend die Kosten wie bei freien Flächen dem des Abschiebens von Oberboden und dem neu Aufbringen von Oberboden. An dieser Leistung lassen sich dann auch die Kosten abschätzen. Kosten je m² liegen hier aufgrund der schwierigen Logistik für das Gerät bei 4,25 €/m² und damit als Baukosten bei rund 102.000 Euro, als Gesamtkosten bei 112.500 Euro. Insgesamt sind damit 230.000 Euro zu veranschlagen.

Hauptproblem ist die Innengräfe. Hier muss zunächst die Entschlammung erfolgen und dann ist auf das V-Profil der Sohle zu verzichten, um eine vollständige Entleerung zu ermöglichen. Der heutige Tiefpunkt lässt sich letztlich nicht durch einen noch so tiefen Mönch vollständig entleeren. Die Ummodellierung kostet rund 40.000 Euro, der Zulauf muss nicht ertüchtigt werden, da die Rücklaufsperrre genutzt werden kann, der Ablauf muss jedoch umgebaut

werden, analog zur Außengräfte mit Gesamtkosten von 50.000 Euro, so dass der Umbau der Innengräfte mit Entschlammung 415.000 Euro kosten dürfte.

Nicht lösbar bleibt, dass bei dieser Form der Bewirtschaftung die Burggründung als solche nicht gefährdet ist, da die Gründungspfähle sehr tief angeordnet sind. Problematisch ist aber, dass bei einer Absenkung der Innengräfte um 1 bis 1,5 m die Burg enorm an Auftrieb verliert und damit die alte Gründung weit mehr beansprucht wird. Das erhöht den Verschleiß der Gründung. Entsprechend ist es vermutlich sinnvoller, das Wintern für die Außengräfte vorzusehen und die Innengräfte nach einer Entschlammung auf eine intermittierende Zuleitung umzustellen, um den Schlammaufbau zu verlangsamen.

4.6 Empfohlene Lösung und Kostenrahmen

Damit zeichnet sich folgende sinnvolle Maßnahmenabfolge als Lösungsvorschlag ab, vgl. auch Abb. 44 und Tab. 7:

Tab. 7: Maßnahmen und Kostenansätze

Außengräfte			
Schritt	Erläuterung	Zeitraumen	Kosten
Sömmern	Sömmern der Außengräfte nach einem Abfischen, um für die weiteren Maßnahmen ein leicht bearbeitbares Arbeitsfeld vorzufinden;	Sommer 2023	5.000 €
Sohlprofil, Entfernung Inseln	Umprofilierung der Sohle der Außengräfte mit Entfernung der Inseln und der Sandbank zur Verhinderung einer massiven Wasservogel-frequentierung; dabei Herstellung einer Tiefe der Außengräfte von 0,3 m im Norden zur Förderung der Seggen und von 0,8 bis 1,0 m im Süden für ein gleichmäßiges Abfließen des Wassers für künftiges Wintern; Abfuhr überschüssiger und getrockneter Schlammengen (< 250 m³)	Herbst 2023	112.500 €
Steuerung	Ertüchtigung von Zu- und Ablauf der Außengräfte, um im weiteren ein vollständiges Ablassen für wiederholtes Wintern zu ermöglichen und für eine bessere Steuerung der Zuläufe	Winter 2023/24	117.500 €
stetiges Wintern	Konsequentes Wintern der Außengräfte;	ab Winter 2023/24	0 €
Nährstoff-drossel	Umstellung der Befüllung der Gräfte auf intermittierenden Betrieb (z.B. Mo, Mi, Fr je Woche; Kosten auf 10 Jahre	ab 2024	7.500 €
Kosten Außengräfte			242.500 €
Innengräfte			
Entschlammung	Entschlammung der Innengräfte und Teilprofilierung der Sohle, um zumindest vereinzelt ein weitgehend vollständiges Ablassen der Innengräfte zu ermöglichen;	Winter 2024/25	365.000 €
Grundablass	Einrichtung des Münchs der Innengräfte auf diese Grundablassfunktion;	Winter 2024/25	50.000 €
Nährstoff-drossel	Umstellung der Befüllung der Gräfte auf intermittierenden Betrieb (z.B. Mo, Mi, Fr je Woche; Kosten auf 10 Jahre	ab 2025	7.500 €
Spülung	Verzicht des Winterns bei der Innengräfte, um den Auftrieb der Burg nicht zu verlieren. Aber hohe Durchflüsse im Winter einstellen, um zusammen mit dem Grundablass Schlamm auch ohne volle Absenkung zu mobilisieren. Kosten auf 10a	ab 2025/26	2.500 €
Kosten Innengräfte			425.000 €

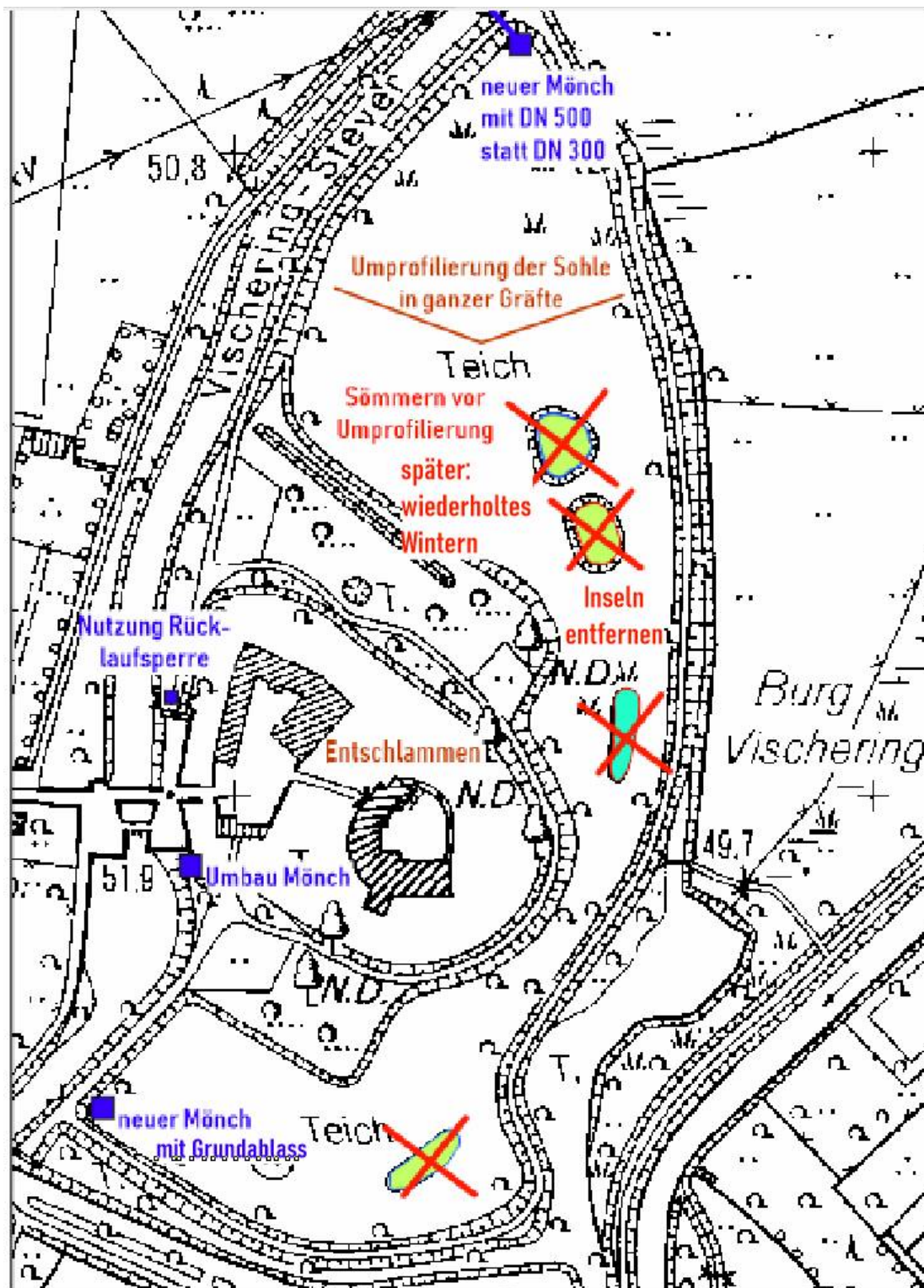


Abb. 44: Umbaukonzept für die Gräfen

Durch die Durchlaufsteuerung ist derzeit keine Gefahr in Bezug auf ein Umkippen der Gräften in Verzug, die Botulismusbildung in trockenen Sommern ist aber unvermeidbar. Entsprechend sind die vorgeschlagenen Lösungen mittelfristig ratsam und knüpfen letztlich an historischen Nutzungsmustern von Gräften an, wie sie im Merfelder Bruch noch erhalten und erfolgreich sind.

Dortmund, den 01. August 2022

Dr.-Ing. Gerold Caesperlein