

Durchlässige Holzpfahlbuhnen sind wirkungslos – eine Kritik

Veröffentlicht am [26. November 2017](#) von [Niclas Boldt](#) — [1 Kommentar](#) ↓

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit einem sehr detaillierten Blick auf das hydromechanische Geschehen in und dicht bei einer „durchlässigen Holzpfahlbuhne“. Sozusagen „durch die Lupe“. Die Ergebnisse dieser Detailbetrachtung sind zum Ende dieses Beitrages in einem [Fazit](#) zusammengefasst.

Ich zeige auf, warum dieses mittlerweile in vielen dutzenden Bauausführungen vornehmlich an den Stränden Mecklenburgs und weiter nach Osten und nun auch in der Lübecker Bucht umgesetzte Konzept keineswegs dem Anspruch genügt, abschließend den Stand wissenschaftlicher Erkenntnis zu repräsentieren. So wird dieses von Herrn Olaf Eggers, selbstberufener Berater des für die Baumaßnahme verantwortlichen Eigenbetriebes „HVB GmbH&Co.KG“ der Stadt Heiligenhafen, verbissen propagiert, weshalb eine kritische und umfängliche Untersuchung eines solchen Standpunktes notwendig ist.

In weiteren Beiträgen zu diesem Thema schreibe ich von mehr als zehn gravierenden fachlichen Fehlern in den nach der Strandsaison 2016 umgesetzten Maßnahmen zur Küstensicherung und Verbesserung der touristischen Qualität der Badestrände. Hier wird **ein** weiterer davon dargestellt.

Dieser Artikel wird zusammen mit den bereits geschriebenen Texten und noch folgenden in eine Übersicht eingebunden, die in der Gesamtschau belegt, dass die aktuellen Maßnahmen und analog angestrebten weiteren Vorhaben nicht nur wirkungslos und damit vergeudete Ressourcen an Geld, Material und Zeit sind, sondern vielmehr **direkt eine gravierende Verschlechterung der ohnehin kritischen Situation insbesondere für die historischen Graswarder-Villen** wie auch den östlich der Neuen Seebrücke gelegenen Strandwall darstellen.

Das Ziel ist, der kleinstädtischen Politik die Möglichkeit an die Hand zu geben, durch eigenständiges Hinterfragen und Bewerten sowohl meiner wie auch der bislang von diversen anderen Fachleuten oder auch selbstberufenen Experten vertretenen Einschätzung der Lage zu besseren, nachhaltigen und überhaupt wirksamen Entscheidungen zu gelangen.

Verschiedentlich habe ich von Mitgliedern der städtischen Gremien die Ausflucht gehört, sie alle wären Laien, könnten selbst die gesamten Maßnahmen nicht vollständig überblicken und müssten sich deshalb auf hinzugekaufte Expertise verlassen. Das ist –bedingt– richtig und zu akzeptieren. Dennoch fordere ich von den Entscheidern, durch eigenständiges Denken und Prüfen der ggf. ihnen vorgelegten Unterlagen kritisch zu hinterfragen, ob die jeweils vorgeschlagenen Maßnahmen wenigstens den Anschein kompetenter Analyse erfüllen. Wenigstens zugängliches Material zu lesen...

Wie ich durch den >>>[Beitrag](#)<<< zur schlichtweg fahrlässig übersehenen sehr großen, alten, versunkenen Mole der einstigen „Fischerrinne“ zwischen den lange Zeit voneinander getrennten Wardern bereits aufgezeigt habe, hätte schon geringste Sorgfalt im Lesen der zur letzten Maßnahme erstellten Entwurfs- und Ausführungsplanung den verantwortlichen Entscheidern aufzeigen müssen, dem so nicht zustimmen zu können. Ein Spaziergang bei Niedrigwasser oder eine zumindest öffentlich als „erwünscht“ dargestellte Aufforderung in Richtung der heimischen Bevölkerung hätte diesen gravierenden Fehler (unter mehreren) von vornherein sichtbar werden lassen.

Da mir nicht die Ressourcen zur Verfügung stehen, eine globale Aussage über die Vielfalt andernorts realisierter Küstensicherungskonzepte und Bühnenfelder zu treffen, bezieht sich dieser Text zunächst allein auf die meiner laufenden Beobachtung zugänglichen Maßnahmen an den Stränden vor Heiligenhafen. Dieses umfasst den Küstenverlauf von der westlich Heiligenhafens zur Hohwachter Bucht hin gelegenen Abbruch-/Steilküste „Hohes Ufer“ entlang des im Zuge der Errichtung des „Ferienzentrum Heiligenhafen“ Ende der 60er Jahre massiv befestigten „Seeparks“, weiter entlang des „Hauptstrandes“ vor dem Steinwarder und dem seit ca. 70 Jahren angebundenen Graswarder mit seinen das Landschaftsbild prägenden Wardervillen, und zuletzt im Osten der Sedimentationszone an der Warderspitze.

Es ist für jeden Besucher der Webseiten unter www.niclas-boldt.de wohl „schwere Kost“ wenn ich schreibe, dass schon Höher- und Hochwasserstände von unterschiedlicher Art sind: Handelt es sich um Hochwasserstände durch windinduzierte Stauzustände, oder verbergen sich dahinter Strömungswellen, die zu einer ganz anders beschaffenen hydromechanischen Belastung der Strände und Küstenbefestigungen führen? Meist handelt es sich dann auch noch um Mischformen, die zudem von Wind- und Wetter überlagert sind und sich so der direkten Beobachtung entziehen.

Selbst bei totaler Flaute und dennoch höherem Wasserstand habe ich Strömungen beobachten können, die den Sandstränden durchaus sehr zugesetzt haben. Offenbar bleiben solche Vorgänge und Veränderungen der Wahrnehmung der Öffentlichkeit weitgehend verborgen.

In der Untersuchung der Wirkungsweise von „durchlässigen Holzpfahlbuhnen“ ist das ähnlich:

Die **Kernaussage** zur vorgeblichen Wirkungsweise von ganzen Staffeln durchlässiger Holzpfahlbuhnen ist, diese Bühnenfelder würden die küstenparallele Strömung sukzessive vermindern, wodurch der Sandverlust durch Erosion und Abtransport verringert wird. Zwar könnten diese zarten, optisch sehr wohl überaus präsenten Bauwerke (wenn sie denn zu Dutzenden aufeinander folgen und man den freien Blick auf's Wasser vor lauter Bäumen nicht mehr hat...) keinen S(tr)and produzieren, doch zumindest die „Verweildauer“ des im Wasser mobilen Sedimentes erhöhen. **Um regelmäßige Sandaufspülungen käme man deshalb nicht herum.**

Dann wollen wir doch einmal darüber nachdenken, ob „durchlässige Holzpfahlbuhnen“ überhaupt in der Lage sind, die schädliche Belastung der Strände durch Strömung sowie windinduzierten Seegang zu vermindern:

Sollte also ein ganzes „Bühnenfeld“ diese erhoffte Wirkung zeigen, muss also jede einzelne Pfahlreihe einen Anteil dazu beisteuern. Weil die derzeit als *„Endergebnis der wissenschaftlichen Erforschung“* dargestellte Wirkungsweise vorgeblich auf einem „System“ beruht, sollte zudem eine Interaktion der einzelnen Pfahlreihen im Sinne einer aufeinanderfolgenden Teilwirksamkeit bestehen. Diese wird angeblich durch (mir bislang nicht zugängliche) „Berechnung“ implementiert. Im Ergebnis werden über die aufeinanderfolgenden Pfahlbuhnen verteilte variierende Abstände der einzelnen (runden!) Holzpfähle zueinander berechnet. Das wäre angeblich *„der schwierigste Teil“* in der Bemessung der „durchlässigen Holzpfahlbuhnen“, so Olaf Eggers bei → Facebook ...

Um einer Gesamt-Wirksamkeit „auf die Spur“ zu kommen, müssen wir also zunächst eine einzelne Pfahlreihe betrachten. Schon das ist nicht ganz trivial:

Die Protagonisten des in Heiligenhafen in zwei Test-Bühnenfeldern umgesetzten Vorhabens verfolgen zugleich das Ziel, einen geraden Verlauf der Brandungskante herbeizuführen. Stellt sich dieser ein, wäre damit der vorgeblich so fatale „Sägezahn-Effekt“ ausgeschaltet. Warum nicht ein „gezahnter“ Küstenverlauf geduldet werden kann, wenn dieser gleichwohl mit insgesamt einem größeren Sand-Volumen vornehmlich auch oberhalb der Normal-Null-Bezugsebene verbunden wäre, entzieht sich bislang einer von mir gesuchten Begründung. Der „Sägezahn-Effekt“ soll ansonsten auch das Ergebnis von „Rippströmungen“ [Brandungs-Rückströmungen] sein, die in Stromlee von geschlossenen/undurchlässigen Staubauwerken den Sand senkrecht vom Ufersaum weg seewärts abtransportieren. Aufgrund der Teildurchlässigkeit der Holzpfahlreihen würden diese

schädlichen, leeseitigen Strömungen unterbunden. Die Sedimentation mitgeführter sandiger Bestandteile würde durch die insgesamt abnehmende küstenparallele Strömung zudem begünstigt. Zudem würden „Unterwasser-Terrassen“ durch die Pfahlbuhnen entstehen, welche die eigentliche Uferzone vor der Kraft der Wellen schützen würden.

Soweit in der Zusammenfassung die vorgebliche Wirkung der in Bühnenfeldern organisierten durchlässigen Holzpahlbuhnen.

Lesen Sie dazu bitte dort nach: <https://izw.baw.de/publikationen/die-kueste/0/k064108.pdf>

Diese vermeintlich existenten Wirkungen sollen letztlich alle auf der durch die Bühnen herbeigeführte Verminderung der Strömung beruhen.

Blenden wir also alle Folgewirkungen und -effekte aus und betrachten nur die einzelne Pfahlreihe selbst: Führt eine „durchlässige Holzpahlbuhne“ überhaupt zu einer Verminderung der Strömung? Wenn „ja“, dürften die daraus resultierenden, vorgeblich existenten erhofften Wirkungen damit in Verbindung stehen, was dann ebenso zu untersuchen ist. Wenn „nein“, haben andere zu beobachtende Vorgänge wohl andere Grundlagen.

Um das zu untersuchen nehmen wir weitere Vereinfachungen vor. Darin folge ich –zunächst– dem Fachaufsatz „*Wirkungsweise durchlässiger Pfahlbuhnen für den Küstenschutz*“ von Thomas Trampenau und Hocine Oumeraci, veröffentlicht in der wasserbaulichen Zentralbibliothek der Bundesanstalt für Wasserbau BAW in „Die Küste“ Nr. 64 (2001) auf den Seiten 235 bis 275. → <https://izw.baw.de/publikationen/die-kueste/0/k064108.pdf>

Sie finden diese und wenige andere Publikationen in der Datenbank „Hydraulic Engineering Repository“ [→<https://henry.baw.de/>], indem Sie dort das Wort „Pfahlbuhnen“ in die Suchmaske geben. Sehr breit ist die Quellenlage zu diesem Thema dort allerdings nicht.

Gleichwohl wird von dem hier in Heiligenhafen seit Jahren sehr umtriebigen Herrn Olaf Eggers immer wieder diese Arbeit als die maßgebliche Quelle aller Erkenntnis [siehe: <http://www.niclas-boldt.de/2016/02/20/der-quell-der-erkenntnis/>] angeführt, und ebenso ist vorstehende Publikation auch Basis der Ausführungsplanung für die Umsetzung der Test-Bühnenfelder in 2016 unter Ausführungsverantwortung des städtischen Eigenbetriebes **HVB-GmbH&Co.KG**.

Doch zeigen sich neben den Schwächen der zugrundeliegenden Publikation zahlreiche zusätzliche Lücken in der Entwurfsplanung vom 18.08.2015.

So steht dort → http://www.hvbkg.de/pdf/Vorplanung_Web.pdf#page=13 ...was der *Textseite 10* entspricht, geschrieben: [Zitat:]

„Durch die Erhöhung des Strandprofils brechen Wellen in größerer Entfernung zur Uferlinie.“
[Zitatende].

Versuchen Sie einmal zu recherchieren, ob irgendwo etwas dazu geschrieben steht, wie es denn zu besagter „Erhöhung des Strandprofils“ kommen soll.

Wie gesagt, Herr Eggers schreibt am 10.11.2017 auf der Facebook-Plattform in einem Post in der Heiligenhafen-Gruppe: [Zitat:] *„Seit Ende der 90er Jahre ist sogar wissenschaftlich erforscht, wie die Bühnen beschaffen sein müssen damit sie funktionieren (Durchlässigkeit)“* ...{und weiter...}
*„Nun ist der Zeitpunkt gekommen, diese alte aber endlich berechenbare Methode auch wieder am **Graswarder** einzusetzen.“* [Zitatende]. Gleich anschließend daran beschreibt der Bühnenberater der HVB das Ziel: [Zitatanfang:] *„Mindestens 30 m breit muss der Strand vor den Häusern sein, mindestens 50 m nochmal der flache Vorstrand. Erst wenn das erreicht ist, vor jedem Haus, mit gerader Küstenlinie, erst dann sind **die Villen** einigermaßen sicher. Mehr Strand wäre noch besser.“*
[Zitatende.]

Damit also Strand –zu verstehen als die trockenen Sandmassen, die deutlich oberhalb auch der normalen Wechselwasserstände gelagert sind– (wie auch immer) „entsteht“, ist zweifellos **wesentliche Voraussetzung**, dass sich in der Uferzone im Wasser unmittelbar davor überhaupt Sedimente ablagern. Oder zumindest aufgespülte Sandmassen länger dort verbleiben als ohne Bühnen.

Und wenn bei den Maßnahmen hier vor den Wardern schon unklar bleibt, wie es denn zu solchem Strandaufbau kommen soll, gilt es zumindest zu untersuchen, ob denn im Wasser der Sand wenigstens gehalten bleibt.

Also betrachten wir eine einzelne Reihe von „auf Lücke“ mit definierten Abständen gesetzten Holzpählen. Dieses wird regelmäßig senkrecht vom Uferverlauf ausgehend durch Einrammen oder Einspülen in den Seeboden ausgeführt.

Soweit die Pfähle eingespült werden können, brauchen sie eine erhebliche Einbindetiefe, damit sie nicht unter Strömungs- und Wellenbelastung wieder freigespült werden und so verloren gehen. In gewachsenen, bindigen Böden etwa aus Lehm, Ton und Geschiebemergel (wie an unseren Küsten häufig anzutreffen) kann man die Bühnenpfähle nicht einspülen – sie müssen mit Rammhären eingeschlagen oder hydraulisch eingerüttelt werden.

Es ist also immer eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Das gehört dann auch in die Durchführungsplanung. Die unterschiedliche Beschaffenheit des anstehenden, vorgefundenen Seebodens ist also ein wichtiges Kriterium.

Dem „festen“, also nicht so ohne weiteren Energieeintrag lösbaren Seeboden, entspricht in Tankversuchen zur Erforschung der Wirkungsweise solcher Küstenbauwerke die „*feste Sohle*“. Anderes ist aus ersichtlichen Gründen und hinsichtlich reproduzierbarer Erkenntnisse und Ergebnisse kaum zu realisieren. Bitte lesen Sie unter diesem Aspekt aufmerksam die Arbeit „Wirkungsweise durchlässiger Pfahlbuhnen“: In der gesamten Betrachtung wird von einer „festen Sohle“ ausgegangen. **Bitte lesen Sie das!** Verwenden Sie insbesondere den Suchbegriff „Sohle“!

[Zitat:] *Die Laborexperimente von KRESSNUR (1928) und FLEMING (1990) haben gezeigt, dass es, aufgrund der vielen Modell- und Maßstabeffekte, von Vorteil ist, die Versuche mit fester Sohle durchzuführen. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist es im Labor nicht möglich, eine dreidimensionale Nachbildung aller Sedimenttransportvorgänge und die quantitative Übertragung der Ergebnisse auf die Natur vorzunehmen (KAMPUIS, 1975).* [Zitatende] → Quelle: <https://izw.baw.de/publikationen/die-kueste/0/k064108.pdf> Seite 247 (13 von 41).

Bei Niedrigwasserständen lassen sich bis weit, sehr weit über die gesetzten Pfahlbuhnen hinaus die anstehenden Bodenkörper trockenen Fußes inspizieren. Insbesondere östlich der versunkenen Mole der einstigen Fischerrinne bei DLRG-„Turm 5“ (Restaurant „Sutsche“ / Lesehalle) beidseitig der Neuen Seebrücke bis bald an das einstige Ferienlager der Sportjugend Berlin heran hat sich über viele Jahrzehnte **ein riesiges Geröllfeld**, aufgelagert auf den ursprünglichen lehmigen Untergründen, gebildet. Mit Wassertiefen kaum über 1,2 m. Sie können das in meiner Webseite etwa dem Bild [→ „[Der Buhnist](#)“] entnehmen.

Auch wenn anderes in Widerspruch zu der jedermann, wenn auch selten zugänglichen Inaugenscheinnahme behauptet wird: Auf dieser plateauartigen, viele Hektar großen Geröllfläche spült die immer wieder als Schicht überströmende Wassermasse alle Feinsand- und Kleinkieselanteile fort. Nur die größeren Geröllanteile bleiben liegen, soweit durch Auffächerung der Strömung in die Breite die Strömungsgeschwindigkeiten abnehmen. Die durchlässig gesetzten Teile der Pfahlbuhnen im Test-Buhnenfeld „Ost“ können daran –erkennbar– nichts ändern. Das ist sogar in Übereinstimmung mit der hier zur Debatte stehenden wissenschaftlichen Arbeit.

So ist bei Trampenau/Oumeraci auf Seite 272 [Die Küste, 64 (2001)] zur „indirekten Wirkungsweise“ der Buhnen zu lesen: [Zitat] „*Die Ausführungen lassen aber auch erkennen, dass das so für Sturmflutverhältnisse künstlich geschaffene „Küstenschutzbauwerk“ empfindlich*

gegenüber äußeren Einflüssen ist. So zeigen die Naturuntersuchungen, dass bereits mittlere Seegangsverhältnisse, verbunden mit niedrigen Wasserständen, in der Lage sind, die abgelagerten feinen Sedimente zu mobilisieren und in tiefere Regionen umzulagern. [Zitatende]

Übertragen auf die Verhältnisse im östlichen Testbuhnenfeld bedeutet dieses: Die sich **auf dem Geröllplateau** temporär absetzenden Sedimente der kleinen Kornfraktionen sind unter Einfluss von windinduzierter Seegangbelastung wie auch Strömungen (aus unterschiedlicher Genese!) schnell wieder mobilisiert und somit dem Weitertransport durch (ich sage hier: vor allem küstenparallele!) Strömungen unterworfen. Rippströmungen, also Brandungs-Rückströmungen senkrecht zum Küstenverlauf spielen aus in diesem Beitrag nicht aufgeschlüsselten Gründen keine Rolle.

An dieser Stelle gilt es stattdessen zu prüfen, ob es durch die durchlässigen Pfahlreihen überhaupt zu einer Strömungsberuhigung und damit dauerhaften Sedimentation kommen kann.

Wir können das im westlichen Test-Buhnenfeld tatsächlich beobachten und einer Prüfung unterziehen: Dort finden sich ja (Reste der) Sandmassen, die im Frühjahr 2016 mit LKW herangefahren, im Oktober 2016 aufgespült, im Januar 2017 aus dem Küstensaum aufgebaggert und per Planierraupe aufgeschoben, und um Ostern 2017 herum erneut in einer aufwändigen Aktion entlang des Strandes verteilt wurden. Die sich dort bei Niedrigwasser noch zeigenden Sände werden ja nach wie vor als „Erfolg“ und herausragende Wirkung der Testbuhnen gefeiert.

Wie dem auch sei – es ist zu hinterfragen, was denn genau dort an den Buhnen passiert:

Können die Buhnen den Sand tatsächlich dort halten?

Oder zumindest die „Verweildauer“ dort signifikant erhöhen?

Lässt sich die vorgeblich wissenschaftlich abschließend [so Eggers] untersuchte und verstandene Wirkung nachvollziehen?

Da diese Wirkung auf der **vorgeblich genau berechenbaren** [Zusatz: siehe auch :: Leserbrief von Eggers in der HEILIGENHAFENER POST vom 07.01.2019] **Verteilung** der verschiedenen Durchlässigkeiten der Pfahlreihen beruhen soll, bleibt in der hier umschriebenen detaillierten Betrachtung also zu fragen, was es denn mit der „Durchlässigkeit“ auf sich hat.

So werden in der Arbeit von Trampenau und Oumeraci immer wieder sehr dediziert bestimmte Durchlässigkeiten mit bestimmten Effekten, Vorzügen und Nachteilen in Verbindung gebracht.

Klären wir hier den Begriff der prozentualen „Durchlässigkeit“ anhand der diesbezüglich wohl maßgebenden Arbeit von Trampenau und Oumeraci:

Die in der Arbeit verwendete Durchlässigkeit „P“ ist definiert als der Quotient der Abstände der Lücken in Bezug auf die gesamte Prüflänge der Modellbuhne auf fester Sohle. Da oberhalb der festen Sohle die Lücken im Wasser genau so weit hoch reichen wie die Projektionsflächen der runden Pfähle, also jeweils von der festen Sohle bis zum Wasserspiegel, gilt analog: Die Durchlässigkeit „P“ entspricht dem Quotienten („Bruch“) aus der *Gesamtfläche der zu betrachtenden Lücken* gegenüber der *gesamten Projektionsfläche des zu betrachtenden Abschnittes*.

Nehmen wir völlig willkürlich einen Abschnitt mit zwölf Zwischenräumen. Diese liegen zwischen zwei „halbierten“ Randpfählen an jedem Ende und elf Rampppfählen mit gemitteltem Abstand zueinander.

Auf nachstehendem Bild sehen Sie einen solchen Abschnitt. Es handelt sich um einen Ausschnitt der Buhnen-Pfahlreihe gleich östlich neben „Turm 5“:



Die blaue Linie entspricht dem mittleren Wasserstand NN (Normal-Null). Orange ist die Oberkante, bis zu der die Buhnen überhaupt wirken können. Je höher die Wasserstände ausfallen, um so geringer ist der Wirkanteil der Buhnen in Bezug auf Wasserstände oberhalb der orangenen Linie. Die lila-farbene Linie soll den Seeboden repräsentieren.

(Auf den roten, gekümmten Pfeil kommt der [spätere Text](#) noch zu sprechen.)

Wäre der Seeboden eine „feste Sohle“, bliebe unabhängig vom Wasserpegel das Verhältnis zwischen der Gesamtfläche der Lücken zu den Projektionsflächen der runden Pfähle konstant. Die nur geometrisch so zu betrachtende „Fläche“ eines jeden der Pfähle ergibt sich aus dem Durchmesser und der Höhe des Pfahles, wie er vom Seeboden aus bis zur Wasserlinie aufragt.

In dieser simplifizierenden Betrachtung bleibt also der die „Durchlässigkeit“ beschreibende Quotient „P“ konstant bei **25%, so in diesem Beispiel**. Unabhängig vom Wasserstand, solange dieser nicht oberhalb der orangenen Linie liegt. Für diese normalen Wasserstandsschwankungen von kaum mehr als +/- 30 cm sind die Pfahlbuhnen offenbar konzipiert.

Die Planer haben in ihren Auslegungen ganz offensichtlich höhere Wasserstände außerhalb der natürlichen Schwankungsbreite ignoriert.

Nun, auch wenn wir hier kein Gezeiten-Gewässer haben – von Zeit zu Zeit steht das Wasser eben doch deutlich höher an. Kann man das in einer seriösen Konzeption wirklich außer Betracht lassen?

Überlegen Sie selbst: Beobachten Sie, ob bei Wellengang die Wellen durch die Buhnen geteilt werden und entkoppelt weiterlaufen, oder ob sie so über bzw. auch durch die Pfahlreihen laufen, als ob die gar nicht da wären.

Die Protagonisten der Pfahlbuhnen-Felder behaupten nun, durch die „individuelle“ Anpassung der Durchlässigkeiten eine küstenparallele Strömung sukzessive beruhigen und vermindern zu können. Deshalb würde man zu Beginn eines Feldes die Durchlässigkeit höher wählen, und im weiteren nach und nach die Abstände der Pfähle zueinander verringern.

Nehmen wir einmal an, das würde so tatsächlich funktionieren:

Dann würde von Feld zu Feld die Strömung zwischen je zwei Pfahlreihen abnehmen. Wasser ist bekanntlich nicht kompressibel, nicht zusammendrückbar. Nun stellen wir uns anströmende Wassermengen vor wie eine lange Schlange von PKW, die zwischen zwei Leitplanken Stoßstange an Stoßstange dicht hintereinander her fahren. Was passiert, wenn die vorderen Fahrzeuge dann stärker abgebremst werden als die hinten nachdrängenden Fahrzeuge?

Würde der behauptete Effekt der Verringerung der Strömung eintreten, müssten wir doch an den aufeinander folgenden Pfahlreihen beobachten, dass die Wassermassen sich (wie im KFZ-Beispiel naheliegend) „aufbäumen“ und in einer zusehends höheren Welle über die „orangene Linie“ hinweg ins nächste Feld vorarbeiten. Da die andrängenden Wassermassen ja angeblich verlangsamt werden, also der Abfluss „Q“ aus einem Bereich zwischen zwei Buhnen geringer sei als bei der vorhergehenden, offeneren Buhne eingeströmt ist, müssten die Bereiche zwischen zwei Buhnenreihen ja irgendwie „überlaufen“.

Auch das ist nicht zu beobachten.

Ein gedanklicher Ausweg wäre, anzunehmen, dass ein Teil der überschüssigen Wassermenge nach See hinaus abströmt. Ob das passiert, können Sie ebenfalls selbst vor Ort beobachten und nachprüfen: Wie das? Achten Sie auf an der Oberfläche treibenden Meerscham!

Es müsste doch zu sehen sein, wie vor einer jeweiligen Pfahlreihe der Meerscham zusehends zur offenen Seite nach See hinaus abgelenkt wird. Wird er aber nicht!

Vielmehr können Sie beobachten, wie Schaumblasen oder sonstiges Treibgut zusehends schneller auf die einzelnen Lücken zutreiben und mit sehr deutlich erhöhter Geschwindigkeit durch die Lücken zwischen den Pfählen hindurchgerissen werden.

So, nun könnten wir uns ausgiebig mit Strömungslehre und Düsenwirkungen beschäftigen. Wir können uns das aber weitgehend sparen, denn: Stellen Sie sich einmal vor, die Pfahlreihen wären „unendlich“ lang, würden bis nach Fehmarn hinüber reichen. Oder noch anders: Nicht nur durch die Landseite, sondern auch seeseitig wäre eine Begrenzung, eine einfassende Mauer.

Die gibt es tatsächlich! Sie ist jedoch keine „Mauer“ im Sinne einer Grundstückseinfriedigung, sondern besteht vielmehr aus **energetischer Betrachtung**: Das Energiepotential aus Bewegungsenergie und Trägheit der Wassermassen, die bei den für Heiligenhafen in Hochwasser-Situationen relevanten Wind- und Strömungsrichtungen vorwiegend aus nordwestlicher Richtung herandrängen, ist nichts anderes als die seewärtige Begrenzung. **Gegen diese Kräfte läuft nichts.**

Fassen wir zusammen:

Wir können einen beliebigen Abschnitt einer Pfahlreihe als beidseitig begrenzt betrachten. Im Extremfall wäre diese Reihe „unendlich lang“, im anderen besteht dieser repräsentative Abschnitt nur aus zwei halbierten Pfählen und einer dazwischen liegenden Durchströmungs-Lücke. Es macht keinen Unterschied.

Und offensichtlich strömt genau so viel Wasser an dem einen Ende in ein gestaffeltes Bühnenfeld hinein, wie am anderen Ende wieder herauskommt. Nur genau und eng begrenzt zwischen zwei Pfählen nimmt die Strömungsgeschwindigkeit lokal zu, abhängig von dem jeweils zwischen einzelnen Pfählen oder auch ganzen Reihen (im Grunde willkürlich) gewählten Durchlässigkeits-Koeffizienten „**P**“. Dieser Wert ist demnach allein nur für das Geschehen im unmittelbaren Durchgangsbereich gemäß der Gesetzmäßigkeiten der Düsenströmung hinsichtlich der Lücken in einer Pfahlreihe von Bedeutung. In den Bereichen zwischen zwei Pfahlreihen kann die aus den vorhergehenden Überlegungen und Gesetzmäßigkeiten heraus von Pfahlreihe zu Pfahlreihe „durchgereichte“ Wassermenge nicht differieren.

Würde durch Sedimentation der Durchflussquerschnitt, also das Produkt aus „*Wassertiefe x Breite der Strömungsschicht*“ in einem Zwischengebiet betragsmäßig abnehmen, müsste entsprechend der Verengung die Strömungsgeschwindigkeit zunehmen. Sonst würde Wasser irgendwie „verschwinden“, und das kann nicht sein.

Erfolgt also in einem Feld die Ablagerung mitgeführter Sedimente bei ruhigen Wetterbedingungen, steigt genau deshalb sofort die Strömungsgeschwindigkeit sobald aus lebhafterem Wetter- und/oder Wasserstandswechsel die andrängenden Wassermengen zunehmen. Und schon werden die also nur temporär abgelagerten Sände wieder fortgerissen. **Insgesamt verhalten sich die Pfahlreihen in ihren durchlässigen Abschnitten also so, als ob sie gar nicht vorhanden wären!**

Das glauben Sie so jetzt nicht?

Gehen wir im Blick kurz zurück auf die tatsächlich ebene, aus „Kattenköpp“ bestehende „feste Sohle“, wie im [östlichen Testbuhnenfeld](#):

Wenn die in einem beliebig gewählten Querschnitt dort von Westen andrängenden Wassermassen am anderen Ende, also knapp vor dem ehemaligen Ferienlager der Berliner Sportjugend, in gleicher Menge wieder herauskommen, müssen die Wassermassen überall auch die gleiche Geschwindigkeit haben.

Lagert sich im Wasser vor den Buhnen oder auch hinter dem Buhnenfeld kein Sand ab, kann dieses auch nicht im Testbuhnenfeld selbst dazu kommen. Denn: Sobald sich Sand absetzen würde, nähme wegen der Querschnittsverengung die Durchflussgeschwindigkeit sofort zu und spülte den Sand zügig wieder hinaus. Wegen des Massen-/Mengenerhaltes vor und hinter den Buhnen kann die Strömungsgeschwindigkeit eben nicht geringer sein als in den Bereichen ohne Buhnen, in denen sich — siehe dort — ohnehin nichts absetzt.

Dahinter steckt das „Kontinuitätsgesetz“ für inkompressible Fluide, zu dem Sie etwa bei Wikipedia zumindest einen Einstieg finden:

→ <https://de.wikipedia.org/wiki/Kontinuit%C3%A4tsgesetz>

Dazu ein ganz klein wenig Mathematik und Physik, um die Buhnisten vom reinen Glauben weg etwas **näher an wissenschaftliches Denken** zu bringen. [*Wenn ich hier schon so trockenen Stoff vortrage, sei mir dieses Späßchen bitte zugestanden.*]

Wir brauchen dazu nur die Basis-Einheiten für den Meter [**m**], das Kilogramm [**kg**] und die Zeit [**s**]. Davon abgeleitet trägt die Geschwindigkeit „**v**“ (velocity) die Einheit [**m/s**].

Klar, die *Geschwindigkeit* ergibt sich aus der zurückgelegten *Wegstrecke pro Zeiteinheit*.

Die Fläche „A“ ergibt sich hier aus dem rechteckigen Querschnitt (idealisiert) in *Breite x Höhe* der betrachteten Wasserschicht, also $[m] \times [m] = [m^2]$.

Der Volumenstrom „Q“ fragt nach den Kubikmetern, die pro Zeit durch die Lücken (entsprechend der Summe „A“ der einzelnen Teilöffnungen „A₁, A₂, ..., A_n“) in den Pfahlbuhnen strömen:

Übersetzt also in „ $Q = A \times v$ “ bzw. Volumenstrom $[m^3/s] =$ Strömungsquerschnitt $[m^2] \times$ Strömungsgeschwindigkeit $[m/s]$.

Alles soweit klar?

Der „Volumenstrom“ [Q] ist eine sogenannte „Erhaltungsgröße“:

$$Q = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = \dots = A_n \times v_n$$

„Erhaltungsgröße“ deshalb, weil **die Menge des insgesamt strömenden Wassers gleich bleibt**, ein Massendefekt nicht auftritt.

Bezeichnenderweise steht in der Hydrologie der Begriff Volumenstrom „Q“ für den „Abfluss“.

Kurzum: **Was am einen Ende hineinströmt, kommt am anderen Ende wieder hinaus.**

Und deshalb macht es überhaupt keinen Sinn, über unterschiedliche Buhnen-durchlässigkeiten zu streiten, weil in Bezug auf einen querschnittsgleichen, unverbauten Küstenabschnitt durchlässige Holzpfahlbuhnen überhaupt keine Wirkung haben.

Durchlässige Holzpfahlbuhnen sehen nur nach etwa aus, vielleicht nach Systematik. Sie stützen nur einen fraglichen oder sogar hilflosen Aktionismus, und sind ein beständig lukratives Geschäftsmodell für einen kleinen Kreis involvierter Experten.

Sie wollen mir darin nicht folgen? Dann folgt nun noch „eine Schippe d’rauf“:

Nach diesem kurzen Rückgriff auf die Situation „feste Sohle“, so wie es tatsächlich die morphologische Gegebenheit im östlichen Test-Buhnenfeld II ist, komme ich zurück auf das bei „Turm 5“ und westlich davon gelegene Test-Buhnenfeld I:

Wie bereits in älteren Beiträgen in meiner Website ausgeführt, finden sich in diesem Feld noch immer erhebliche Sandmengen. Die allerdings sind nicht ein „Erfolg“ oder gar „Beweis“ für deren hydromechanische Wirksamkeit, sondern der Sand dort ist vielmehr (noch) anzutreffen, weil die fahrlässig von den Planern übersehene, versunkene alte Mole der ehemaligen Fischerrinne nach Westen einen Stillwasser-/Stauwasserbereich schafft, der selbst bei harter Belastung dieses Strandabschnittes ein vollständiges Fortreißen des Vorstrandbereiches verhindert.

Zudem muss immer berücksichtigt werden, woher dieser zeitweise sichtbare Sand stammt:

Konnte das Testbuhnenfeld tatsächlich Sedimente aus den seeseitig vorbeilaufenden Sediment-Transportbändern zur Ablagerung bringen, oder handelt es sich nur um die Sandmassen, die zuvor mit Geld und Technik zur „Modellierung eines touristisch nutzbaren Strandes“ aufgeschüttet wurden? Die nun im Grunde nur zufällig dort noch liegen, weil das Wasser vorübergehend weder Kraft noch Zeit hatte, um diese Bodenmengen wieder zu mobilisieren und schließlich an der Warderspitze final abzuschneiden?

Ich wage zu behaupten, dass auch in dem westlichen Testbuhnenfeld alle nicht kompakt gelagerten Bodenteile längst bis auf den gewachsenen Seeboden fortgeschwemmt worden wären, gäbe es dort die alte versunkene Mole nicht. (siehe weiter: → www.niclas-boldt.de)

Worauf gründet sich vorstehende Annahme?

Herausgearbeitet ist in diesem Text bislang, dass die statische Einstufung der „Durchlässigkeit“ durch den Quotienten aus der Fläche der Lücken in Bezug auf die gesamte Projektionsfläche der Bühne „von der Seite aus betrachtet“ nicht zielführend ist. Allein schon die deutliche Zunahme der Durchfluss-Strömung infolge von Düsenwirkungen verbietet diese lineare Vergleichbarkeit.

Nun nehmen wir einfach einmal einen 24 m langen Bühnenabschnitt, dessen Pfähle durchschnittlich 50 cm über den Seeboden frei bis zum Wasserspiegel aufragen. Das entspräche einer Fläche von 12 m². 3 m² davon sind Lücken, womit diese Pfahlbühne eine Durchlässigkeit von 25% hat. Der im betrachteten Bereich von der nächsten Reihe aus gesehene, weitgehend ebene Seeboden sei durchschnittlich mit 50 cm Sand/Sediment bedeckt. Der gewachsene, kompakte Seeboden liegt demnach durchschnittlich einen Meter (50 plus 50 [cm]) unter dem Wasserspiegel.

Für einen (tauchenden) Betrachter wäre nicht zu sehen – ginge sein Blick von irgendwo in diesem Gebiet nur wenige Zentimeter höher als der sandige Seeboden zu der einige Distanz entfernten Holzpfahlreihe – wenn kurz davor eine Vertiefung entlang der Bühne läge.

Ja?

Egal wie tief ein Graben, eine Auskolkung im sandigen Seeboden direkt vor der Pfahlreihe wäre, der Taucher würde immer nur die 12 m³ des hier betrachteten Bühnenabschnittes sehen.

Gesetzt den Fall, die parallel zu der Pfahlreihe entstandene Auskolkung würde bis auf den gewachsenen, bindigen Seeboden hinunter reichen, dann würden die Lücken in den Pfählen vom Wasserspiegel aus betrachtet nicht mehr nur 50 cm, sondern doppelt dann schon 1 m tief reichen.

Bitte scrollen Sie ein Stück „nach oben“ — in dem kommentierten Bild eines Abschnittes ist das mit dem unter einer Durchströmungslücke eingezeichnete roten Rechteck und in der Lage unterhalb des Seebodens mit dem kräftigen roten Pfeil ([siehe oben](#)) angedeutet.

Das bedeutet, die Gesamtfläche der Bühnenlücken würde sich entsprechend verdoppeln und so von drei auf sechs Quadratmeter zunehmen. Natürlich rücken die Pfähle nicht auseinander, doch in Bezug auf die entsprechend der eingangs angenommenen Fläche von zwölf Quadratmetern anströmende Wasserschicht von 50 cm Dicke steht nun eine offene Durchtrittsfläche von 6 m² zur Verfügung. **Die Durchlässigkeit der Bühne hätte also auf 50 % zugenommen!**

In Verbindung mit der aufgrund der Düsenwirkung erheblich größeren Durchtrittsgeschwindigkeit des anströmenden Wassers genau zwischen den runden Holzpfählen, stellt sich ein dynamisches Gleichgewicht ein:

Nehmen wir nur einmal an, die Durchströmungsgeschwindigkeit jeweils genau zwischen zwei benachbarten Pfählen würde in dieser Düse auf (lediglich) die doppelte Geschwindigkeit zunehmen, würde sich die **Durchlässigkeit von eben schon 50 % auf 100% erhöhen!**

Über eine Differentialgleichung wäre dieses Gleichgewicht einer mathematischen Beschreibung zugänglich: Verdoppelt sich beispielsweise die jeweilige Höhe einer untersuchten Pfahl-Lücke nicht ganz, dürfte bei gleichbleibendem Wasserspiegel die Durchtrittsgeschwindigkeit innerhalb der Düse dann bei mehr als dem Doppelten der im davorliegenden Feld zu messenden Strömung liegen.

Wem das nicht einleuchtet, der kann sich gerne auch selbst an eine der Pfahlreihen stellen und nachmessen, was nachfolgendes, nur beispielhaftes Photo zeigt:



Kurz nach einer kräftigeren Durchströmung sind im stillen Wasser die Strömungstrichter beidseits einer Pfahlreihe zu erkennen. Allerdings sind diese bei größeren Böschungswinkeln, die sich dynamisch während der Durchströmung einstellen, nicht stabil. Schnell fallen diese Strömungstrichter wieder zusammen. Zuletzt zeigt sich der Seeboden wieder auf beiden Seiten einer jeden Pfahlreihe topfeben, als wäre der beschriebene Effekt gar nicht gewesen.

Ist solch ein Vorgang von ständig mit Fragen des Wasserbaus beschäftigten Wissenschaftlern schon einmal bemerkt oder gar untersucht worden? Unter den hier vor Heiligenhafen bislang tätigen Fachleuten scheint solches Wissen jedenfalls nicht vorhanden zu sein. Es ist ja auch schwierig, im Moment großer Strömungen und starker Wellen das Geschehen in den Strömungstrichtern entlang der Holzpfehlreihe zu beobachten.

Fazit :

Wie bereits von mir im Zuge der letzten Sandaufspülung beschrieben, haben durchlässige Holzpfehlbuhnen tatsächlich keine bessere Wirkung als ob sie gar nicht vorhanden wären:

HeiPo, Freitag d. 14.10.2016 [Durch >>KLICK<< auf die Grafik zum Volltext]

DER HP-LESER HAT DAS WORT

Halten die Testbuhnen den aufgespülten Sand?

Niclas Boldt äußert aufgrund aktueller Beobachtungen Bedenken bezüglich der Ablagerung des Seesandes am Heiligenhafener Testbuhnenfeld.

Mittlerweile reichen westlich von Turm 5, beziehungsweise der Lesehalle, vier gerade neu gesetzte Pfahlreihen so weit in die Ostsee hinaus, wie auch die Badebrücke vor der DLRG-Hauptwache ins Wasser hineinragt. Genau jetzt lässt sich vor Ort einmalig beobachten, was später in der küstenparallelen Strömung so plakativ nicht mehr zugänglich ist: Per Hopperbagger wird Seesand in ein Spülfeld entlang des Testbuhnenfeldes gepumpt. Aus dem mächtigen Rohr strömt Wasser mit einem in der Strömung vor den

Stränden so nicht vorkommenden hohen Sandanteil. Im Spülfeld lagert dieser Sand als Sediment ab, sobald durch Auffächerung in die Breite die Strömungsgeschwindigkeit des Spülgutes abnimmt, der Ablagerung in der Schale eines Goldsuchers nicht unähnlich. Zum Ende des Spülfeldes läuft das flächig strömende Spülwasser auch durch die Kopfbereiche einer Testbuhne. Wenn diese wie geplant oder erhofft wirken würde, sollte sich mitgeführter Sand doch deutlich durch die Pfahlreihe beeinflusst ablagern, oder?

Sehen Sie, liebe Leserin, lieber Leser, mal genau hin, wenn der Spülbagger gerade von der Leitung abgekoppelt ist: Das neu abgelagerte Baggergut liegt so, als ob die Pfahlreihen gar nicht im Wege stünden. Und was sich noch erkennen lässt, in den Lücken zwischen den Pfählen nimmt die Strömungsgeschwindigkeit lokal deutlich zu und kompensiert die Querschnittsverengung. Das nennt sich gemeinhin Düsenwirkung und ist an dem unmittelbar vor der Pfahlreihe sichtbaren kleinen Graben wie auch dahinter an dem Verwirbelungsmuster zu erkennen.

Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die durchlässigen Testbuhnen den Sand weder halten noch neu einfangen werden. Der küstenparallele Sand-(Ab-)Transport läuft einfach durch die Testbuhnen hindurch, sofern diese nicht ungeplant von größerem Geröll zugesetzt werden – was zu hoffen wäre und zu erwarten ist. Den jetzt eingebrachten feinen Sand wird dies jedoch nicht mehr halten. Wird also zu Saisonbeginn 2017 erneut per Lkw Kies herangekarrt, weil das jetzige Spülgut dann längst schon am Warderhaken liegt?

Niclas Boldt
Jägersmühle 21
23774 Heiligenhafen

Leserbriefe geben die Meinung ihrer Verfasser wieder. Kürzungen vorbehalten.

Durchlässige Systeme von Holzpfehlbuhnen sind auf „fester Sohle“, also auf festem, nur sehr bedingt mobilisierbarem Seeboden nicht in der Lage, bei stilleren Bedingungen abgelagerte Sedimente dauerhaft und nachhaltig zu halten.

Wird vor oder nach einem solchen Feld kein oder nur vorübergehend Sediment abgelagert, erfolgt dieses auch nicht in einem Buhnenfeld, da dort die signifikante Strömungsbelastung im günstigsten Fall nur gleich, regelmäßig aufgrund der zeitweisen Verringerung des verfügbaren Durchströmungs-Querschnittes durch Sedimente aber höher ist als außerhalb des Systems.

Der Durchlässigkeitswert von Pfahlreihen läßt sich keineswegs als Konstante definieren:

Solange leicht mobilisierbares Sediment im Wirkungsbereich einer durchlässigen Holzpfahlbuhne verfügbar ist, öffnen sich unterhalb des sonst anstehenden Seebodens zusätzliche Durchströmungs-Querschnitte, die zusammen mit Düsenwirkungen und daraus resultierenden Strömungserhöhungen ohnehin eine größere Durchlässigkeit haben als es die zweidimensionale, rein geometrische Betrachtung hergibt.

Im Fall größerer Strömungsbelastung, ob durch Wellengang oder weiträumig anströmende Wassermassen induziert, nimmt die Durchlässigkeit aus der hier beschriebenen Mechanik so zu, dass sich letztlich **eine Durchlässigkeit von 100 % einstellt**, womit die Pfahlreihen dann **ohne jede Wirkung** sind.

Die Arbeit von Trampenau / Oumeraci ist keineswegs der herausragende Stand der Wissenschaft bzw. die finale Erkenntnis, nach der nun Buhnenprojekte der hier vorangetriebenen Art „berechenbar“ geworden sein sollen.

Vielmehr ist diese Arbeit eher nur eine Standortbestimmung und der Versuch, zukünftige Forschungsfelder und Fragestellungen zu definieren. Die Vielzahl offener Randbedingungen sind beileibe noch lange nicht umfänglich erfasst geschweige denn analysiert. Insbesondere lassen sich diverse Ergebnisse keineswegs pauschal an individuelle Problemstellungen konkreter Küstenabschnitte anpassen oder übertragen. Die Arbeit beschäftigt sich zudem im Schwerpunkt mit dem Versuch, auftretende Strömungen und Änderungen der Wasserspiegel zu beschreiben oder zu verstehen. **Die Prozesse der Umlagerung oder zielgerichteten Sedimentation von Sand sind im Wesentlichen nicht beschrieben. *Positive Effekte können von durchlässigen Holzpfahlbuhnen ausgehen, durchaus aber auch nur reine Folge von Sandeinspülungen sein***, so lautet eine beiläufig im Text von Trampenau / Oumeraci (Seite 269) erwähnte Erkenntnis.

Wie touristisch nutzbarer Strand, der zugleich bei erhöhten Wasserständen auch die Funktion des nötigen Küstenschutzes leistet, **entstehen soll, bleibt vollständig offen**. Das aber ist die **zentrale Fragestellung**, die **bisher keine Antwort** erfahren hat.

Die darauf aufsetzende, den Test-Buhnenfeldern zugrunde liegende Ausführungsplanung ist tatsächlich von einer Vielzahl getroffener Annahmen durchsetzt, die einer Ableitung aus wissenschaftlicher Erkenntnis nicht zugänglich sind. **Insbesondere fehlen vollständig tatsächlich den Küstenschutz verbessernde Komponenten, die für ein Erreichen der Projektziele von herausragender Bedeutung sind.**

Verlassen sich die **Eigentümer der gefährdeten Graswarder-Villen** auf das hinsichtlich der inneren Mechanik keineswegs verstandene oder gar nachgewiesene taugliche „Konzept“ des Herrn Olaf Eggers, wird es den erhofften Erfolg nicht geben. Sie **werden** „nackt“ dastehen und mittelfristig **ihre Häuser verlieren**.

In der wiederholt in meiner Webseite benutzten Analogie zum Märchen „Des Kaisers neue Kleider“ erscheint mir der alle anderen oder kritischen Sichtweisen niederkämpfende Protagonist weiterer Buhnenfelder in „durchlässiger“ Bauart als eine Art Hofschranze, die dem staunenden Publikum lauthals verkündet, persönlich die sagenhaften „Schneider“ zu unser aller Wohl gefunden zu haben.

Dem ist nicht so!

Dieser Beitrag wurde veröffentlicht in Allgemein, HVB, Strand und Tourismus und gekennzeichnet mit Buhnen, Durchlässigkeit, Graswarder, HVB, relativ, Villen, wirkungslos von Niclas Boldt.

Dieser ursprünglich nur in HTML codierte Artikel unter dem Hyperlink

<http://www.niclas-boldt.de/2017/11/26/durchlaessige-holzpfaehl-buhnen-sind-wirkungslos-eine-kritik/>

wurde angesichts erneut hochaktueller Geschehnisse durch zwei aufeinanderfolgende Hochwasserereignisse am 09.01.2019 vom Autor in dieses PDF übertragen und zwecks besserer Zugänglichkeit und leichter Verbreitung in Form von Ausdrucken gesondert in meiner Internetpräsenz bereitgestellt.

[Permalink](#)