

# Die Klever Kaskade

## Hangrutschung, Sanierungsmaßnahmen und Szenarien für die Zukunft



<b>Inhalt:</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Vorwort</b>	<b>2</b>
<b>2 Grundlegende Zusammenhänge</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Vorgeschichte</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Die Ursache der Hangrutschung, Erklärung des Stadtsprechers</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Endmoränen aus geologischer Sicht</b>	<b>2</b>
<b>2.4 Endmoränen: Sicherheit und Rutschungen aus bergmännischer Sicht</b>	<b>3</b>
<b>2.5 Oberstadtentwässerung: Zuführende Kanäle und Stufenkaskade</b>	<b>4</b>
<b>3 Bisherige Maßnahmen zur Böschungssicherung und aktueller Stand</b>	<b>5</b>
<b>4 Bewertung der Einzelmaßnahmen</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Wegfall des Trockenunterlaufs</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Die drei Spundwand-Reihen</b>	<b>8</b>
<b>4.3 Das neue Überlaufbauwerk</b>	<b>9</b>
<b>4.4 Das neue Unterlaufrohr des alten Tosbeckens</b>	<b>12</b>
<b>4.5 Die Spritzbetonauflage</b>	<b>12</b>
<b>4.6 Messtechnische Überwachung</b>	<b>13</b>
<b>5 Notwendige, bisher nicht angegangene Sanierungsmaßnahme</b>	<b>14</b>
<b>6 Vier mögliche Szenarien für die Zukunft der Kaskade</b>	<b>14</b>
<b>6.1 Szenario 1: Augen zu und durch</b>	<b>14</b>
<b>6.2 Szenario 2: Bündelung verschiedener Einzelmaßnahmen</b>	<b>15</b>
<b>6.3 Szenario 3: Die Große Betonlösung</b>	<b>15</b>
<b>6.4 Szenario 4: Schaffung eines neuen Bypasses</b>	<b>16</b>
<b>7 Schlusswort</b>	<b>16</b>
<b>--- Zu meiner Person</b>	<b>17</b>

# 1 Vorwort

Die folgende Stellungnahme ist meine persönliche Sichtweise zum Themenkomplex Klever Kaskade. Für eine genauere Ausarbeitung fehlen mir viele Unterlagen aus dem Bereich der Stadtverwaltung (vor allem die Gutachten im Wortlaut) und auch Bilder zur Situation vor der Böschungsrutschung.

In diesem Papier fehlen die Sichtweisen von Hochbau- und Tiefbauingenieuren, und die Spezialkenntnisse von Hydrologen und Wasserbauingenieuren. Ergänzungen erwünscht. Für die Übermittlung von aktuellen Dokumenten und historischen Fotos wäre ich sehr dankbar.

## 2 Grundlegende Zusammenhänge

### 2.1 Vorgeschichte

Am Kaskadenmundloch kommt das gesamte niedergehende Regenwasser aus dem Gebiet der Klever Oberstadt einschließlich Materborns an.

Zitat: *Durch die immer stärker werdenden Regenfälle (Starkregen) ist die Beanspruchung der Kaskade enorm gestiegen (.....)Diese Auswirkungen des Klimawandels waren zum Zeitpunkt der Errichtung der Kaskade noch nicht bekannt.* Quelle: <https://kleve.de/de/inhalt/klever-kaskade/>

Das stimmt zwar, ist aber nur die halbe Wahrheit. Die stark gestiegene Oberflächenversiegelung in Kleve/Materborn wird als zweite Hauptursache nicht erwähnt. Am 4.Mai 2017 rutschte dann der Hang direkt rechts neben der Kaskadenrinne ab.

Zitat: *Auf der Grundlage der Empfehlungen eines eingeschalteten Baugrundgutachters sowie einer Statikerin wurden folgende Sicherungsmaßnahmen umgesetzt....* Quelle: ebenda.

Naheliegender wäre die Hinzuziehung eines **Wasserbauingenieurs** gewesen.

### 2.2 Die Ursache der Hangrutschung, Erklärung des Stadtsprechers

*Grund für den Erdrutsch, bei dem insgesamt 400 Kubikmeter Erdreich in den Kermisdahl gespült worden sind, ist nach Angaben der Stadt Kleve offenbar ein defekter Kanal. Dieser leitet linksseitig der Kaskade Regenwasser in den Kermisdahl. "Wahrscheinlich wurde ein Kanalrohr, aus welchem Grund auch immer, abgerissen. Durch diesen Defekt wurde der Hang unterspült. Er war anscheinend von der Feuchtigkeit so gesättigt, dass nahezu die komplette Böschung linksseitig der Kaskade gestern Nachmittag in den Kermisdahl gerutscht ist", erklärt Jörg Boltersdorf. (Quelle: RP-online, 5.Mai 2017)*

Herr Boltersdorf meint mit dem Begriff „Kanalrohr“ den Trockenunterlauf der Kaskade. Seine Aussage ist weitgehend korrekt. Ich werde in Kapitel 4.1 noch wichtige Details ergänzen und dabei ausführlich auf den Trockenunterlauf eingehen.

### 2.3 Endmoränen aus geologischer Sicht

Wie ist der Hang unter und neben der Kaskade geologisch zu bewerten? Der Hang als Teil des Niederrheinischen Höhenzugs entstand vor circa 250.000 Jahren während der Saale-

Eiszeit. Die Gletscher schoben dabei wie eine Planierraupe große Massen Lockermaterial vor sich her, dieses blieb nach dem Rückzug der Gletscher als Höhenzug liegen.

Endmoränen verhalten sich – über geologische Zeiträume gesehen – wie Pudding: Sie zerfließen seitlich. So sind die Naturgesetze, das ist Physik. Menschliche Bautätigkeit kann das nur kurzzeitig und zu hohen Kosten aufhalten.



*Bewegung in der Endmoräne unmittelbar neben der Kaskade. Alter des Zauns circa 20 Jahre.*

Wichtiger Fakt: Bei der Moränenentstehung wurde das Material, welches die Gletscher vor sich herschoben, nicht vollständig wie im Labor durchmischt. Es handelt sich bei dem Hang **nicht** um eine **homogene Schüttung**. Das hat zur Folge, dass sich kleinräumig, innerhalb weniger Meter, die bodenmechanischen Eigenschaften ändern können. Probebohrungen haben daher eine geringere Aussagekraft als in homogenen Schüttungen, Planungsingenieure müssen höhere Sicherheitsmargen berücksichtigen.

Für den Laien erscheint die Klever Endmoräne „sandig“. Dieser Begriff ist jedoch ungeeignet, einen Bodentyp und seine Eigenschaften zu charakterisieren. Geologen, Bodenmechaniker und Landwirte benutzen daher das Begriffspaar **bindig** oder **nichtbindig**. In starker Vergrößerung betrachtet, sind die Einzelkörner bindiger Böden abgeplattet und linsenförmig. Die Körner nichtbindiger Böden haben Ecken und Kanten, sie sind daher besser miteinander verzahnt. Bindige Böden sind hoch anfällig für Rutschungen und quellen bei Wasserzutritt auf. Nichtbindige Böden rutschen zwar auch, aber nicht so leicht, sie sind wasserdurchlässig.

Die Klever Endmoräne ist zu charakterisieren als **überwiegend nichtbindiger Bodentyp mit der Möglichkeit kleinräumiger bindiger Einlagerungen**. Bodenklasse (gerade noch) Typ G1.

### **2.3 Böschungen: Sicherheit und Rutschungen aus bergmännischer Sicht**

Wichtig für Bergleute ist die Art der Schüttung. Für homogene Schüttungen wie z.B. Baugrund oder künstliche Böschungen, Deiche, usw. wird zur Berechnung von Tragfähigkeit und Rutschungsgefahr die DIN 4084 genutzt. Bei inhomogenen Schüttungen wie einer Endmoräne verlieren die Berechnungsverfahren stark an Aussagekraft. Gutachten auf Grundlage von Bodenproben können aufs Glatteis führen. Hier sind Vorsicht und Erfahrung wichtig.

Bei Böschungsrutschungen ist der Zeitfaktor kritisch. Folgende drei Maßnahmen werden meist direkt aufeinander folgend – oder besser noch gleichzeitig, je nach Situation – durchgeführt:

- Der Bereich wird wieder aufgefüllt, z.B. durch scharfkantigen groben Sand. Anschließend erfolgt eine Abdeckung mit Geotextil und Maschendraht. Diese Auflage wird mit Stahlseilen in Situ gehalten und durch lange Erdnägel im Hang verankert.

- Mehrere Reihen aus Spundwandbohlen werden in den Böschungsfuß getrieben, die Höhe der obersten Reihe ist durch die maximale Reichweite der Arbeitsgeräte begrenzt.
- Oft wird auch noch als unmittelbare Sofortmaßnahme der Böschungsfuß durch ein künstliches Widerlager hohen Eigengewichts verstärkt (Im Bergbau: Möglichst große Felsbrocken).

Bewertung: Die ersten beiden Maßnahmen sind ein absolutes Muss, die Wirksamkeit ist unbestritten. Kritik an der dritten Maßnahme (Widerlager): Die Wirksamkeit ist begrenzt, solche Widerlager versagen gerne bei Anwesenheit von **Gleitflächen (bindiger Boden)** im Untergrund. Wesentlich wirksamer sind Spundwände, welche diese Gleitflächen senkrecht durchschneiden. Trotzdem werden oft solche Widerlager geschaffen, nach dem Motto: Vielleicht hilft's ja was. Wenn es um Sicherheitsfragen geht, lohnt sich der Kampf um jedes Prozent.

## **2.4 Oberstadtentwässerung: Zuführende Kanäle und Stufenkaskade**

Die zu bewältigende Wassermenge hat während der letzten Jahrzehnte stetig zugenommen.

### Offene Fragen:

1. Welche Wassermenge kann das zuführende Kanalsystem maximal liefern?
2. Wurde diese Maximalmenge in der Vergangenheit bereits manchmal erreicht?
3. Gibt es einen Flaschenhals im Gesamtsystem, und wo liegt dieser?

Zu 1): Das weiß niemand, und es lässt sich auch nur unter Einsatz sehr hoher Kosten messtechnisch bestimmen. Die Schwierigkeit bei Messungen: Nach Starkregen liegt an Flaschenhälsen in der Kanalisation keine **laminare Strömung** mehr vor. Laminare Strömungen fließen gleichmäßig. Es reicht aus, einfach die durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit (die ist hier noch leicht zu messen) mit dem Kanalquerschnitt zu multiplizieren, um die maximale Durchflussmenge in m<sup>3</sup>/sek zu berechnen. Bei Starkregen und vollem Kanal liegt an Flaschenhälsen eine **turbulente Strömung** mit Wirbelbildung vor. Hier braucht man viele Messpunkte verteilt über den Kanalquerschnitt, bevor man anschließend hochkomplizierte Differentialgleichungen lösen kann. Die Messungen müssen live in einer für Menschen tödlichen Umgebung erfolgen. Das wird niemand bezahlen wollen.

Zu 2): Die Antwort ergibt sich aus Frage 1. Möglicherweise wurde diese Maximalmenge schon erreicht. Sicherheitshalber ist jedoch anzunehmen, und es ist auch meine Vermutung, dass das noch nicht der Fall war. Dafür gibt es ein Indiz, wie ich gleich schildern werde.

Zu 3): Jetzt muss ich ein Geständnis machen. Als circa 12-jähriger leichtsinniger Bengel bin ich zweimal mit Freunden an der Kaskade in die Kanalisation eingestiegen (eine Gitterstange war bequemerweise schon durchgesägt und hochgebogen), ich kenne die Situation daher aus eigener Anschauung. Wir konnten anfangs noch aufrecht laufen. Nach wenigen dutzend Metern verengte sich der Kanalquerschnitt, kurz dahinter teilte sich der Kanal Y-förmig. Das kurze Stück zwischen der Verengung und der Rohrkreuzung ist der wichtigste Flaschenhals bezüglich der Kaskade – er liegt ungefähr auf Höhe der Nassauer Allee neben der Sternbuschklinik. Exakt kann das nur das Tiefbauamt sagen, in deren Plänen müssen die Kanalquerschnitte enthalten sein.

Es gibt noch weitere Flaschenhälse in den Klever Regenwasserkanälen, aber die sind weiter stadteinwärts (stromaufwärts) und deshalb für die Kaskade nicht relevant.

Wie erkennt man einen Flaschenhals? Ganz einfach: Wenn bei einem Starkregen die Kanaldeckel angehoben werden und ein Wasserpilz nach oben schießt, dann fließt mehr Wasser zu als abfließen kann. Sowas ist bereits in der Vergangenheit auf dem EOC-Parkplatz geschehen, und auch der „Lokalkompass“ hat vor anderthalb Jahren ein beeindruckendes Foto von solch einem Ereignis in Kleve veröffentlicht.

Aber das war stromaufwärts in der Stadt, in Nebenarmen des Kanalnetzwerks. Aus der Gegend rund um die Sternbuschlinik sind mir keine hochgedrückten Kanaldeckel und herausschießenden pilzförmigen Wasserfontänen bekannt. Das ist für mich ein **Indiz, dass am einzigen für die Kaskade relevanten Flaschenhals der maximal mögliche Wasserzufluss noch nie erreicht wurde.**

Ich will hier nicht als Unglücksprophet auftreten. Wenn jemand Informationen über hochgedrückte Kanaldeckel bei Starkregen im Bereich Sternbuschlinik hat, dann bitte ich um Information, das würde mich beruhigen.

Selbstverständlich muss eine weitere **Flächenversiegelung** in Kleve zeitnah gestoppt werden, zusätzlich müssen vorhandene Versiegelungen entschärft werden. Das ist zwar auf meinem Beobachtungsradar, aber nicht Thema dieses Dokuments.

### 3 Kleve: Durchgeführte Maßnahmen zur Böschungssicherung

Ich unterlasse es hier, zwischen sofortigen Notmaßnahmen und geplanten Folgemaßnahmen zu unterscheiden. Gründe: Erstens habe ich die Bautätigkeiten damals nicht selbst beobachtet und nur unregelmäßig Medienberichte dazu gelesen. Zweitens ist es für mich nicht wichtig, Entscheidungsfindungs-Archäologie betreiben.

Es sei mir aber eine persönliche Bemerkung gestattet: Mich verwundern die Zeitdauern. Erklärungen dazu sind mir teilweise bekannt, z.B. klimatische Unbillen, insbesondere der zwischenzeitliche Winter. Kleve liegt nicht in Sibirien. Stichworte Krisenmanagement und Öffentlichkeitsarbeit.

Zur Sache:



*Oberflächensicherung: Geotextil, Maschendraht, Stahlseile, Erdnägel*

Es wurde die notwendige Infrastruktur erstellt – Fahrweg durch die Galeien, Bereitstellfläche am jenseitigen Kermisdahlufer, Zugangsdamm quer durchs Wasser. Der abgerutschte Hangbereich wurde mit geeignetem Material wieder aufgefüllt. Diese Fläche und die angrenzenden Flächen neben und oberhalb der Rutschung wurden abgedeckt und die Abdeckungen durch Erdnägel gesichert. Es wurden Spundwände ins Erdreich getrieben – eine Reihe direkt an der nach vorne vorgezogenen heutigen Uferböschung, und je eine Reihe weiter oberhalb rechts und links der Kaskadenrinne.

*Stadtsprecher Boltersdorf im Interview mit der NRZ, veröffentlicht am 26. Mai 2018: Im Bereich des Böschungskopfes (Kanzel) soll eine dreireihige Vernagelung mit einer Mindestlänge von 13 Metern und im unteren Böschungsdrittel eine zweireihige Vernagelung mit einer Mindestlänge von sieben Meter eingebracht werden.*

(Anmerkung: Mit der zweireihigen Vernagelung von mindestens 7 m Länge meint Herr Boltersdorf die Spundwandbohlen.)

*Zur Sicherung des Hanges wurden Spezialgeräte aus Frankfurt angefordert, damit die Spundwanddielen bis zu 12 Meter tief in den Hang eingebracht werden konnten. Quelle: <https://kleve.de/de/inhalt/klever-kaskade/>*

Soweit ist alles ok und fachlich korrekt. Ich hätte es genauso gemacht, bis auf eine Ausnahme: Die Verlagerung der Uferböschung weiter in den Kermisdahl hinein erscheint mir fragwürdig. Ein Wermutstropfen ist die schlampige Ausführung der oberen Spundwand rechts der Kaskade (bergauf gesehen).

Insgesamt aber **bis hierhin** ein Lob in Richtung Stadtverwaltung.

Die eben erwähnte rechte Spundwand ragt etwa 2,5 Meter über das Erdreich hinaus und wurde mit mittelkörnigem Schotter schräg angeschüttet.

Weiterhin wurden vor dem alten Tosbecken ein neues Überlaufbauwerk und ein neuer Fußweg betoniert. Dazu musste auch die Unterlauföffnung des alten Tosbeckens geändert werden. Die runde Öffnung in der Beckenwand wurde mit einem dicken Plastikrohr verlängert, das Rohr wurde durch die neue Spundwand hindurch geführt und knickte dann nach wenigen Zentimetern seitlich ab. Geringe Wassermengen werden dadurch aus dem alten Tosbecken abgeleitet, erst später füllt sich das Tosbecken und läuft in das neue Überlaufbauwerk über.

Später wurde dann rechts und links von Tosbecken und Überlaufbauwerk großflächig Spritzbeton aufgetragen, da sich zwischenzeitlich neben beiden Becken Erosionsrinnen gebildet hatten.

Aktueller Stand seit Mitte Juli 2019:

Der Böschungsfuß links der Kaskade wurde mit Mutterboden saniert, es wurden Grassamen aufgetragen. Ebenso wurde rechts der Kaskade Mutterboden + Grassamen dünn auf die schräge Schotterschüttung aufgetragen, jedoch ohne den Spritzbeton darunter zu entfernen.

Das Unterlaufrohr des Tosbeckens wurde gekürzt, es entleert jetzt direkt vor der unteren Spundwand geradeaus in den Kermisdahl.

Der temporäre Zugangsdamm wurde vollständig entfernt. Wo Reste des Damms noch direkt am kermisdahlseitigen Ufer anschlossen, wurde mit Beton nachgeflickt.

Die bauausführende Firma hat die Bereitstellfläche am jenseitigen Ufer aufgelöst und den Zugangsweg durch die Galeien weitgehend rückgebaut.

Somit existiert jetzt für Fahrzeuge keine Zugangsmöglichkeit mehr. Das Klever Tiefbauamt kann die Kaskade zur Durchführung eventuell nötiger Reparaturmaßnahmen und für routinemässige Wartungsarbeiten höchstens noch mit Schubkarren über den Prinz-Moritz-Weg erreichen.

## 4 Bewertung der Einzelmaßnahmen

### 4.1 Wegfall des Trockenunterlaufs

Geringe Wassermengen, also Restwasser nach abgeklingenden Regenfällen, welche auch noch nach mehreren Tagen die Kaskade erreichen, wurden vor der Rutschung in einem Loch vor dem Kanalgitter abgefangen und im Trockenunterlaufrohr schräg seitlich ausgeleitet. Während Regenfällen war das Rohr immer komplett gefüllt (hydrostatischer Wasserdruck im Rohr geschätzt 1-2 Meter Wassersäule).

Das Rohr mündete schräg links vor der Aussichtskanzel in einem circa 6-8 Meter entfernten und von oben zugänglichen Service- und Kontrollschacht. Genau von dort konnte man früher, auch bei schönem Wetter, manchmal ein deutliches Gluckern hören. In diesem Bereich ist die Rohr/Schacht-Konstruktion undicht geworden und hat den Hang durchnässt. Folge: Der Porenwasserdruck hat den Hang langsam nach außen getrieben bis zum Rutschungsereignis. Ich werde hier keine Spekulationen über Kontrollintervalle am Trockenunterlauf äußern.

Auf direkt nach der Rutschung entstandenen Fotos ist ein Rest des Rohrs noch zu erkennen, der Serviceschacht aber nicht mehr. Vermutung: Der Schacht ist zerbrochen, die Bruchstücke sind im abgerutschten Material begraben.



*Feuchte Kaskadenrinne. Entfernung von Moos- und Pflanzenbewuchs ist dringend nötig.*

Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen wurde der **Trockenunterlauf ersatzlos entfernt**. Negative Folge: Die Stufenrinne ist seitdem dauerhaft wasserführend (außer nach mehrtägigen Trockenperioden), die Klinker haben kaum noch eine Chance, komplett durchzutrocknen. Langzeitfolge: Verringerte Lebensdauer der Klinker.

Regelmäßige Wartungen werden entweder nicht durchgeführt oder sind schon sehr lange her, wie am Pflanzen- und Moosbewuchs zu erkennen ist

#### Offene Fragen:

- Sind die Experten (Gutachter) auf die Existenz bzw. die Notwendigkeit des Trockenunterlaufs eingegangen?
- Wurde die Entscheidung, den Trockenunterlauf ersatzlos zu entfernen, in Abstimmung mit den Experten gefällt?

## 4.2 Die drei Spundwand-Reihen

Definition Spundwand: Mehrere einzelne längliche Metallprofilstangen (Bohlen) werden durch besondere Formgebung der Bohlenränder beim senkrechten Einbau fest miteinander verzahnt. Dadurch entsteht ein Flächenverbund. Der Gesamtwiderstand gegen Verformung durch rechtwinklig angreifenden Druck ist somit wesentlich höher als der Widerstand einzelner nicht miteinander verbundener Bohlen.

Als Material kommt unlegierter Baustahl zum Einsatz, welcher natürlich im Laufe der Zeit durch Rost geschwächt wird. Als Faustwert für Einbau in trockene Böden wird ein Schwächungswert von einem hundertstel Millimeter pro Jahr angenommen, in wasserführenden Böden bis zu drei hundertstel Millimeter pro Jahr. Schlussfolgerung: Bei der Dicke der in Kleve verwendeten Bohlen besteht für deutlich **mehr als 100 Jahre Sicherheit gegen Versagen aufgrund von Durchrostung.**

Davon zu unterscheiden ist die Sicherheit gegen Versagen durch Druck auf die Fläche. Diese hängt wesentlich von korrekter Verzahnung der Einzelbohlen und von der Eindringtiefe in den Untergrund ab. Eventuell vorhandene Gleitflächen im Untergrund müssen dabei durchschnitten werden, damit der Fuß der Bohlenwand sicheren Halt in einem standfesteren Bodentyp findet.

Zwei von drei Spundwänden an der Kaskade scheinen korrekt gesetzt zu sein, die dritte Spundwand rechts der Kaskade ist es jedoch auf keinen Fall. **Diese „Spundwand“ ist geschwächt aufgrund grober Fehler beim Einbau.** Mehrere Einzelbohlen sind nicht miteinander verzahnt, fast alle stehen deutlich schief und weisen klaffende Lücken auf, welche aber durch die schräge Anschüttung von Schotter nicht mehr offen sichtbar sind.

Die Gründe für den schiefen Einbau der Bohlen sind an dieser Stelle unerheblich, es sind verschiedene Ursachen denkbar. Wichtig ist für mich einzig das Resultat: Die normale Standfestigkeit ist nicht gegeben.

Und es bleiben **Fragen** offen:

- Wurde zur Einbringung der Spundwände ein Subunternehmer beauftragt, oder hat Baufirma Siebers die Geräte lediglich gemietet und mit eigenem Personal bemannt?
- Wurde diese Spundwand bei der Bauabnahme durchgewinkt, und ist der Auftragnehmer somit aus der Haftung raus?
- Hat der Auftragnehmer bei den ersten Anzeichen von Problemen sofort die Bauaufsicht informiert?
- Wurde gemeinsam zwischen Auftragnehmer, Verwaltung, und evtl. Experten, das weitere Vorgehen festgelegt?
- Falls nein, wurde gegenüber dem Auftragnehmer ein deutlicher Preisnachlass eingefordert?
- Hat ein Experte danach nochmals die fertige „Spundwand“ bewertet? Ergebnis?
- Ist alles beweissicher dokumentiert, falls nach einem eventuellen Versagen der Spundwand unangenehme Fragen von Versicherungen gestellt werden?



### 4.3 Das neue Überlaufbauwerk

Vor das alte Tosbecken wurde ein weiteres halboffenes Becken neu betoniert. Um dafür Platz zu schaffen, wurde das Ufer um mehrere Meter weiter in den Kermisdahl hinein verlegt.



*Höhenabstand zwischen altem Tosbecken und Überlaufbauwerk.*

Der Gedanke dahinter war wahrscheinlich, das Tosbecken durch die Einbringung eines vorgelagerten hohen Gewichts zusätzlich abzusichern – ein anderer Grund fällt mir nicht ein. Es wirkt nicht nur das Eigengewicht des neuen Beckens. Das gesamte Niveau vor dem alten Tosbecken bis hin zur vorderen Spundwand (uferseitige Kante des neuen Fußwegs) wurde durch eine Schotterfüllung angehoben, diese wirkt ebenfalls durch ihr Eigengewicht als Widerlager.

Durch diese Niveauanhebung liegt das neue Überlaufbauwerk nur 25 cm unterhalb der Überlaufmauer des alten Tosbeckens. Ein

folgeschwerer Fehler, wie ich noch zeigen werde.

Des Weiteren wurde, auf gleicher Höhe wie der Boden des neuen Überlaufbauwerks, ein neuer Fußweg betoniert. Dieser ist also ebenfalls, im Vergleich zum alten Fußweg, höhergelegt. Die Uferkante des neuen Fußwegs liegt auf der vorderen Spundbohlenwand



*Der neue Wasserfall nach einen relativ leichten Regen.*

auf, von dieser Kante ergießt sich das ankommende Regenwasser wasserfallartig in den Kermisdahl. Und genau hier liegt eine Hauptschwäche der Gesamtkonstruktion. Man beachte die **Sturzhöhe des Wassers**, das war früher nicht so, das ist neu. Logisch, dass sich dabei vor der Spundwand eine **Auskolkung** bildet – es entsteht ein Spültrichter im Kermisdahl. Die Fehlstelle im Gewässergrund **schwächt die Standfestigkeit** der Spundwand. Dumm gelaufen! Aber es ist nun mal passiert, eine Nachbesserung ist möglich, aber das wird teuer. Darüber mehr in Kapitel 5.

Zurück zum Überlaufbauwerk. Die eigenwillige Form und der Gesamtquerschnitt der Auslauföffnung, (inclusive Berücksichtigung freien Abschnitte über den schrägen vorderen Mauern), und ebenso die recht niedrigen Seitenwände von nur 50 cm Höhe, müssen ja das Ergebnis von Berechnungen in der Planungsphase gewesen sein. Und dabei ist ein weiterer schwerer Fehler passiert.

Der Gesamtquerschnitt der Auslauföffnung beträgt fast exakt 1,6 m<sup>2</sup> - ich habe nachgemessen. Das dürfte etwa gleich sein mit dem Querschnitt des Zuflussrohrs der Kanalisation, welches ich aus eigener Anschauung kenne, auch wenn meine Erinnerungen

mehr als 50 Jahre alt sind. Wer eine genaue Bestätigung oder Widerlegung will, der frage bitte beim Tiefbauamt nach.

Aber egal ob meine Vermutung stimmt oder nicht, in den Berechnungen zur notwendigen Leistungsfähigkeit des Bauwerks sind **nur laminare** Strömungsverhältnisse innerhalb des Bauwerks berücksichtigt worden, wie sie nach in der Realität nur nach leichten Regenfällen zu beobachten sind. Schon bei mittelstarkem Regen treten im Auslaufbauwerk aber turbulente und chaotische Wirbel mit hohem Wellenschlag auf. Dieser Wellenschlag wurde nie und nimmer in den Berechnungen berücksichtigt, sonst wären die Seitenwände höher und die Auslauföffnung größer. **Das Auslaufbauwerk ist eine Fehlkonstruktion, weil unterdimensioniert.**

Folge dieses Fehlers: Schon bei mittlerem Regen beginnen einzelne Wellen über die Seitenwände des Beckens zu schlagen und treffen auf die Uferböschung.

Dritter Fehler: Wenn das Regenwasser durch die Auslauföffnung das Becken verlässt, fließt es nicht nur geradeaus nach vorne ab. Es breitet sich auch seitlich auf dem betonierten Fußweg aus und läuft ebenfalls auf die Uferböschung. Die Verhältnisse im und rund um das Becken sind auf den Bildern unten dokumentiert.



*Nach leichtem Regen, noch ist alles ok, nahezu laminare Verhältnisse im Becken.*



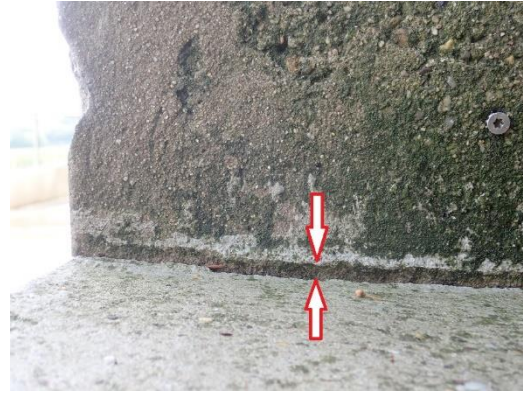
*Nach mittlerem Regen. Das Wasser im Becken bewegt sich turbulent, erste Wellenkämme schlagen über die Seitenwand.*



*Der gleiche Regenfall wie im vorherigen Bild, einige Minuten später.*

Nochmals: Diese Fotos zeigen nur die Situation nach einem mittleren Regenfall. Ich besitze keine eigenen Bilder von einem Starkregenereignis, wie z.B. das Unwetter vom 29. Mai 2018. Allerdings habe ich einen Screenshot aus einem fremden Video über dieses Gewitter herauskopiert. Auf dem Screenshot ist sichtbar, wie eine starke Welle wasserfallähnlich über die Seitenwand des Bauwerks schwappt. Leider besitze ich das Copyright nicht und möchte hier keine Urheberrechte verletzen.

Darüber hinaus **hat sich das Becken inclusive neuem Fußweg in Bewegung gesetzt**. Das Gesamtbauwerk vor dem Tosbecken ist im letzten Jahr um circa **1 cm** nach unten abgerutscht. Zudem hat sich an der Verbindungsstelle beider Bauwerke über die gesamte Länge ein durchschnittlich **2 mm breiter Spalt geöffnet**. Es läuft somit regelmäßig Wasser aus dem Bauwerk senkrecht nach unten in den Schotter.



*Abplatzungen und Spaltbildung zwischen den Bauwerken (links), Setzungsbewegung (rechts)*

Ich fasse zusammen: Das Überlaufbauwerk ist insgesamt ungeeignet, den Planern sind drei schwere Fehler unterlaufen. Das neue Bauwerk ist in Bewegung, und es ist undicht. Es wurden Fakten geschaffen, die nur schwer rückgängig zu machen zu machen sind. Hier **muss** mit hohem Kostenwand nachgearbeitet werden um Zukunftssicherheit herzustellen. Untätigkeit wäre nicht billiger.

#### **4.4 Das neue Unterlaufrohr des alten Tosbeckens**

Der alte Zustand vor den Baumaßnahmen: Das Tosbecken hatte eine runde Auslauföffnung in der vorderen Mauer, kleinere Wassermengen wurden direkt über den damals noch tiefer liegenden Fußweg in Kermisdahl abgeleitet.

Nach dem Neubau: Die Auslauföffnung wurde durch ein dickes Plastikrohr (!) nach vorne durch das Fundament des neuen Fußwegs (loser Schotter) hindurch verlängert, und durch ein ausgeschnittenes Loch durch die Spundwand gesteckt. Also ein **Plastikrohr durch spitzen, scharfkantigen Schotter hindurch, der von oben druckbelastet und zudem auch in Bewegung ist.**

Wie lange soll das halten?

#### **4.5 Die Spritzbetonauflage**

Die großräumige Spritzbetonauflage rechts und links des neuen Kaskadenfußes wurde aufgebracht, nachdem es im Jahr 2018 zu Auskolkungen mit Bildung von Erosionsrinnen direkt neben den Seitenwänden des Überlaufbauwerks und des Fußwegs gekommen war. Die Kolke waren dabei derart breit und tief, dass sie von Fußgängern nur noch mit einem Sprung überwunden werden konnten. **Eine Notmaßnahme, welche die Symptome bekämpft, aber nicht die Ursachen beseitigt.** Ursache sind große Wassermengen, welche über die Seitenwände des Auslaufbauwerks überschlagen und seitlich am Fußweg in die Böschung laufen.

Der Spritzbeton ist nur in unmittelbarer Nähe des Bauwerks kurzfristig wirksam, dort kann und darf er keine langfristige Sicherungsmaßnahme sein. Ihn - wie geschehen - derart weit rechts und links in den Prinz-Moritz-Weg auszudehnen ist sachlich nicht gerechtfertigt. Die weitaus größte Fläche des Spritzbetons ist bodenmechanisch unwirksam, auf diesen Flächen kann er ersatzlos entfernt werden.



*Hohlraum unter dem Spritzbeton. Es gibt noch weitere ähnliche Stellen. Datum: 6. Juni 2019*

Auch in direkter Nachbarschaft zum Bauwerk ist der Spritzbeton keine dauerhafte Lösung. Er ist schon jetzt löchrig geworden und wird unterspült – mit der Folge, dass sich unter ihm Hohlräume gebildet haben. Das gesamte Ausmaß dieser Hohlräume ist momentan nicht sichtbar, mittelfristig wird die dünne Betonschicht zerbrechen und unwirksam werden. Die gute Nachricht für den Stadtrat: Dies wird nicht mehr im Laufe dieser Legislaturperiode geschehen. Kostspielige Sanierungsmaßnahmen werden in jedem Fall nötig sein.

#### **4.6 Messtechnische Überwachung**

Eine derart sensible Stelle wie die Endmoräne an der Kaskade, und auch die Bauwerke selbst, müssen selbstverständlich genauestens überwacht werden.

*Zitat: Oberhalb der Kaskade war bereits veranlasst worden, die Höhenentwicklung im Auge zu behalten, erst in kurzen Abständen, monatlich, dann vierteljährlich soll der Prüfzyklus ausgedehnt werden. Wie gut hat die Sanierung nach dem Erdbeben (und der Beton-Sicherung, wie berichtet) funktioniert?* Quelle: Technischer Beigeordneter Rauer auf Anfrage der NRZ, veröffentlicht online vom Klever Verein am 28. März 2019.

Meine These: Auch ein halbes Jahr nach dieser Ankündigung **wurde der Bereich der Kaskade noch nie erneut kontrolliert**. Die Stadtverwaltung operiert hier im Blindflug.

Beweis: Direkt am Kaskadenfuß und am neuen Bauwerk ist **kein einziger Vermessungspunkt** gesetzt. Das ist jedoch zwingend erforderlich für eine präzise messtechnische Überwachung, sowohl für konventionelle Theodolite, als auch für Messungen aus der Luft. Mit LIDAR-Sensoren ausgerüstete Drohnen benötigen mehrere solcher Referenzpunkte, sonst sind die Aussagen zu ungenau. Verschiebungen innerhalb des Messgebiets können so nicht rechtzeitig erkannt werden.

## 5 Eine notwendige, bisher nicht angegangene Sanierungsmaßnahme.



*Spritzwasserüberschlag nach mittlerem Regen am 12. Juni 2019. Das Spritzwasser läuft fast komplett in die linke Böschung hinein*

Die seitlichen Oberkanten der alten gestuften Kaskadenrinne sind beschädigt. Es fehlen bereits jetzt größere flache Betonbrocken. Die Seitenwände der Rinne sind in der Nähe des alten Tosbeckens zu niedrig.

Die Kaskadenrinne ist nicht mehr der Lage, selbst bei nur mittelstarken Regenfällen, die anfallenden Wassermassen geordnet und sicher nach unten abzuleiten. Dies beeinträchtigt die Standfestigkeit der Endmoräne, zurzeit vor allem links der Rinne, in einem Hangbereich unterhalb der linken oberen Spundwand.

Ursache ist die über Jahrzehnte zugenommene Oberflächenversiegelung, zusätzlich zu neuen Siedlungsgebieten in der Oberstadt. Es ist also **dringend eine Sanierung der Kaskadenrinne erforderlich**. Diese Sanierung kann momentan nur mit Handwerkszeug und Schubkarren erfolgen, da der Zugangsdamm für Baumaschinen mittlerweile entfernt wurde.

## 6 Vier mögliche Szenarien für die Zukunft der Kaskade

Wichtig bei den hier genannten Szenarien 2 bis 4: Sie müssen intensiv fachlich begleitet werden, und zwar nicht nur durch Baugrundgutachter und Statiker. **Ich empfehle dringend die Hinzuziehung eines Ingenieurbüros mit speziellem Schwerpunkt und möglich großer Erfahrung in der Wasserbautechnik !**

In den Szenarien wird eine Sanierung der Stufenrinne nicht mehr explizit erwähnt - diese ist in jedem Fall erforderlich.

### 6.1 Szenario 1: Augen zu und durch.

Es werden immer nur anlassbezogen einzelne kleinere Reparaturmaßnahmen durchgeführt. Je kürzer die Reaktionszeit, desto besser die Wirkung.

Vorteil: Für einen kurzen Zeitraum (laufende Legislaturperiode) die kostengünstigste Lösung.

Nachteile: Mittelfristig (1-2 Legislaturperioden) teuer und riskant. Keine Beseitigung von Ursachen, nur Versuche zur Abmilderung von Symptomen. Dabei hoher Kostenaufwand aufgrund der Vielzahl bereits jetzt vorhandener Mängel.

## **6.2 Szenario 2: Bündelung einzelner Sanierungsmaßnahmen.**

Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen sind möglichst kurzfristig und gemeinsam oder in direkter Reihenfolge durchzuführen.

- Abdichtung und ständige Überwachung des Risses zwischen altem und neuem Bauwerk.
- Erhebliche Vergrößerung des Auslaufsquerschnitts am neuen Bauwerk, entweder per Betonsäge oder Preßlufthammer. Gleichzeitig Verlängerung der Seitenwände des Auflaufbauwerks bis hin zur uferseitigen Vorderkante des betonierten Fußwegs, um ein gleichmäßiges Abfließen auch hoher Wassermengen nach vorne in den Kermisdahl zu erzielen, ohne Beeinträchtigung des Prinz-Moritz-Wegs.
- Danach kann die dünne Auflage aus Spritzbeton vollständig entfernt werden, auch direkt neben dem Auslaufbauwerk.
- Für Fußgänger und Kinderwagen wird eine dreiteilige Brückenkonstruktion errichtet, welche auf den erhöhten Kanten des Fußwegs vor dem Auslaufbauwerk aufliegt, sowie rechts und links auf dem Prinz-Moritz-Weg (ähnlich der Luisenbrücke, nur ohne Aufwärtsbogen und konstruktiv einfacher).
- Der jetzige Ablauf des alten Tosbeckens wird komplett geschlossen. Stattdessen wird im Boden des Tosbeckens ein neuer Ablauf geschaffen, um von dort das Wasser kleinerer Regenfälle in einem neuen druckfesten(!) Rohr seitlich schräg in den Kermisdahl abzuführen.
- Die Sturzhöhe des Wasserfalls von heutigem Fußweg bis zum Kermisdahlpegel wird durch Anschüttung groben Schotters (Blockgrößen ähnlich der Emmericher Rheinpromenade) entschärft, um der Ausbildung eines Kolkes vor der Spundwand am Ufer entgegen zu wirken.

Vorteile: Das Überlaufbauwerk muss nicht vollständig rückgebaut werden, der Prinz-Moritz-Weg wird wieder ohne Hindernis begehbar. Standfestigkeit über mehrere Legislaturperioden hinweg, von mir geschätztes Minimum: 20-30 Jahre. Günstiges Verhalten bei langsam wirkenden Hangabtriebskräften (keine Großereignisse), da seitliche Brückenteile und Bauwerk nicht starr miteinander verbunden sind. Es wird nicht gegen die Natur und die Gesetze der Physik gearbeitet.

Nachteile: Hohe anfängliche Investitionen im Millionenbereich und nur prognostizierte mittlere Lebensdauer.

## **6.3 Szenario 3: Die Große Betonlösung.**

Diese Lösung erfordert keine Änderungen am neuen Überlaufbecken, ein Teil der in Szenario 2 erwähnten Maßnahmen muss jedoch trotzdem durchgeführt werden: Das Tosbecken muss ein neues Ablaufrohr erhalten, und der Bereich vor der uferseitigen Spundwand muss mit Grobschotter gesichert werden. Dieser Bereich muss jedoch breiter sein als in Szenario 2.

Der Spritzbeton wird nicht entfernt. Er wird überdeckt durch 2 neu zu erstellende dicke Stahlbetonplatten jeweils rechts und links der Kaskade. Dadurch werden überschwappendes Wasser und seitliches Abfließen über den Fußweg zugelassen, aber sicher beherrscht.

Vorteile: Keine Änderungen am neuen Überlaufbauwerk. Gleiche Standfestigkeit und Lebensdauer wie bei Szenario 2.

Nachteile: Höhere Reparaturkosten bei Schäden durch langsam wirkende Hangabtriebskräfte. Hohlraumbildung unter den Betonplatten wahrscheinlich. Hohe anfängliche Investitionen im Millionenbereich (wahrscheinlich ähnlich den Kosten von Szenario 2), ebenfalls nur prognostizierte mittlere Lebensdauer. Hier wird versucht, Natur und Physik Einhalt zu gebieten.

#### **6.4 Szenario 4: Schaffung eines neuen Bypasses.**

Dieses Szenario folgt Überlegungen des Technischen Beigeordneten Rauer:

Zitat: ....sagt Rauer. Weitere Maßnahmen könnten noch folgen. So überlege die Verwaltung, ein Regenrückhaltebecken oben am Berg zu errichten und das Wasser unterirdisch kontrolliert abzulassen. „Vielleicht könnte man auch einen Bypass legen“, sagt Rauer.

Quelle: RP-online am 28. Dezember 2018

Ein Rückhaltebecken wäre meiner Ansicht nach bei einer realistischen Abschätzung des erforderlichen Volumens und einer Abwägung des Verhältnisses von Kosten zu Nutzen nicht zu rechtfertigen. Anders jedoch die Schaffung eines Bypasses. Stichwort: Microtunneling.

Dabei würde ausgehend vom Parkplatz neben der Sternbuschlinik ein neues zusätzliches Kanalrohr schräg abwärts durch die Endmoräne getrieben, welches in einigem Abstand von der Kaskade und dicht über dem Kermisdahlpegel endet. Methoden dazu existieren, und sie sind seit langem erprobt, auch in Lockermaterial. Die Kaskade bleibt erhalten und in Funktion, führt jedoch wesentlich weniger Wasser. Der Spritzbeton wird ersatzlos entfernt. Der Uferbereich vor der vorderen Spundwand muss ebenfalls wie in den Szenarien 2-3 gesichert werden. In einer aufwändigeren Variante könnte das Verhältnis beider Wasserströme durch einen motorisierten Schieber stufenlos eingestellt werden.

Vorteil: Nur relativ wenig Aufwand für Änderungen am jetzigen Kaskadenfuß, trotzdem optische Aufwertung. Hohe Sicherheit des neuen Kanalrohrs, bei nur geringem Aufwand für regelmäßige Kontrolle und Wartung. Keine zusätzliche Verringerung der Standfestigkeit der Endmoräne, verbunden mit einer nur geringen optischen Beeinträchtigung der Landschaft bei behutsamer Gestaltung des neuen Kanalmundlochs. **Höchste Langlebigkeit** aller Szenarien (geschätzt: bis 100 Jahre), daher gutes Kosten/Nutzen Verhältnis.

Nachteil: Höhere anfängliche Investitionen verglichen zu Szenarien 1-3, auch verursacht durch weiterhin nötige Maßnahmen am heutigen Kaskadenfuß. Die genaueren Kosten können erst während einer Projektevaluierung beziffert werden. Von mir geschätzt: Nahe 2 Millionen €, eher sogar darüber.

## **7 Schlusswort**

Ich habe mich bemüht, diese Darstellung der Vorgänge rund um die Klever Kaskade möglichst neutral zu formulieren, mit der naturwissenschaftlich/technischen Betrachtungsweise eines Ingenieurs. Wirtschaftliche Gesichtspunkte und Sicherheitsaspekte sind dabei - soweit mir möglich - ebenfalls berücksichtigt.



Selbstverständlich sind andere Sichtweisen, vor allem aus den Reihen der Stadtverwaltung und von Landschafts-/Denkmalschützern, möglich und berechtigt.

Als Ingenieur bevorzuge ich eine Verwirklichung der genannten Szenarien 2 oder 4. Ich hoffe, dass dieses Papier zu einer sachlichen Debatte beiträgt und künftige Maßnahmen beschleunigt, nach wie vor herrscht Zeitdruck. Wünschenswert wäre eine Entscheidung des Stadtrates noch vor Ablauf der aktuellen Legislaturperiode, falls machbar.

Es gibt 3 Möglichkeiten:

- Entweder wurden bereits - am Stadtrat vorbei - größere Baumaßnahmen in Auftrag gegeben, was ich mir jedoch nicht vorstellen möchte. Das wäre eine Umgehung der Ausschreibungsrichtlinien.
- Die Planungsphase für weitere Baumaßnahmen steckt noch in den Anfängen. Um weiteren Zeitverlust zu vermeiden werden Gutachten nicht publiziert, der Stadtrat entscheidet abseits der Öffentlichkeit.
- Die Planungsphase für weitere Baumaßnahmen steckt noch in den Anfängen. Vor der Entscheidung des Stadtrates wird ein Ingenieurbüro mit Schwerpunkt Wasserbau hinzu gezogen. Weitere Meinungen werden eingeholt, z.B. von Interessenverbänden. Gutachten werden veröffentlicht und Entscheidungsprozesse offengelegt. Das Verfahren wird so weit wie möglich gestrafft, um unnötigen Zeitverlust zu vermeiden.

Ich erhebe keinen Copyright-Anspruch. Das Dokument kann in der vorliegenden Fassung ganz oder in Teilen genutzt und weiter verbreitet werden. Änderungen nur nach Absprache mit mir, ich werde die Freigabe prüfen und genehmigen oder ablehnen.

## **Zu meiner Person**

Ich bin Dipl.Ing. der Fachrichtung Bergbau (TU), vergleichbar mit dem heutigen „Master of Mining Engineering“. Heute bin ich Rentner. Schon vor langer Zeit habe ich aber den Beruf gewechselt und war anschließend als Systemadministrator in der Datenverarbeitung tätig. Dem Bergbau bin ich jedoch treu geblieben und habe mich in meiner Freizeit bezüglich Ingenieurwissenschaften und speziell Bergbau auf dem Laufenden gehalten.

In Wessel geboren, in Bedburg-Hau aufgewachsen, in Kleve zur Realschule gegangen, und in Warbeyen eine Handwerkslehre abgeschlossen. *Gej könnt ok Platt met min proote.*

Danach habe ich Kleve verlassen und bin erst vor 4,5 Jahren zurückgekommen. Zwischenstationen: Abitur auf dem Zweiten Bildungsweg und Studium, beides in Berlin.

Ich parteilos und gehöre auch keinem sonstigen Interessenverband an.

Kleve, den 20. August 2019

Kontakt: stefan\_schuster@web.de