

# **Ergänzungen, Präzisierungen, Erweiterungen des Salzach-Hochwasser-Papieres**

**„Breitwasser statt Hochwasser“**

**Stand 31. 1. 2016**

Vielleicht sollten wir die Überschrift „**Breitwasser statt Hochwasser**“ ändern, da sie eigentlich nur Teilen des Inhalts entspricht, z.B.:

**„Nachhaltiger Hochwasserschutz:**

**Aufnahmefähige Böden/Flächen und Breitwasser statt Hochwasser“**

Folgende Punkte könnten weiter ausgeführt werden:

a) Hochwasserschäden an Mensch und Gut können verringert werden, wenn die **Hochwassermenge durch eine hohe Wasseraufnahme im gesamten Einzugsgebiet verringert** und die dennoch entstehende **Hochwasserwelle in Fließrichtung verbreitert** und damit die Pegelspitze erniedrigt wird. Eine hohe flächige Wasseraufnahme und eine Verbreiterung der Hochwasserwelle in Fließrichtung ist hauptsächliches Ziel der ökologischen Maßnahmen. Punktuelle technische Schutzmaßnahmen bleiben daneben notwendig, siehe auch d).

b) Für eine **Berechnung des Verlaufs von Hochwässern** kann/muss man das ganze Einzugsgebiet eines Flusses in kleinere Flächeneinheiten aufteilen, die in sich einigermaßen homogen und in Bezug auf die drei folgenden Qualitäten unterschiedlich groß sein können. Entsprechend müssen Maßnahmen gegen Hochwässer auf all diesen Flächeneinheiten überdacht und durchgeführt werden.

**b1) Wasserbeaufschlagung:** Großflächige Starkregenereignisse beaufschlagen Flächen über einen längeren Zeitraum mit örtlich und zeitlich unterschiedlich hohen Niederschlagsmengen; diese Wassermenge pro Fläche ist eine Funktion der Zeit, des Ortes und der Höhe (Schnee-Regen). Siehe dazu auch k)

(Zwei weitere Parameter dieser Flächen beschreiben die Abflussgeschwindigkeit, mit der Wasser über diese Fläche nach unten strömen kann (b2) und die Aufnahmefähigkeit für Wasser (b3))

**b2) Abflussgeschwindigkeit:** Flächen unterscheiden sich auch bezüglich der Abflussgeschwindigkeit, mit der Wasser von "oberhalb" über sie abläuft, wenn die Aufnahmefähigkeit erschöpft ist; diese Qualität ist vor allem im Bereich der Flüsse und Bäche und ihrer Überschwemmungsflächen wichtig. Maßnahmen in den letzten Jahrhunderten, die diese Geschwindigkeit erhöht haben, sind etwa die Begradigungen und Eindämmung von Flüssen und Bächen, die Einengung der Überschwemmungsflächen durch Dämme, Wiesenumbruch zu Ackerflächen, .... Dieser Punkt ist mit „**Breitwasser statt Hochwasser**“ gemeint. Der Titel dieses Papieres ist diesem Slogan geschuldet, der die mögliche Verbreiterung der Salzach in den österreichischen Salzachauen propagiert, die wir dort und ebenso auf bayrischer Seite unterstützen.

Hier kommen rheologische Berechnungen zum Tragen, wie sie z.B. unter „Strömung in offenen Gerinnen“ durchgeführt werden (siehe Punkt o)).

**b3) Wasseraufnahmefähigkeit:** Flächen unterscheiden sich bezüglich der zeitlich variablen Aufnahmefähigkeit für Wasser und "laufen irgendwann einmal über" (Wasserflächen mit Zugang zur Salzach sofort und versiegelte Flächen ganz schnell, Moore speichern am besten und geben deutlich langsamer ab). Diese Aufnahmefähigkeit wurde in den letzten Jahrhunderten in Siedlungs- und Wirtschaftsgebieten massiv verringert (Siedlungs- und Straßenbau, Zerstörung der Moore, Drainage von Wiesen, humöse landwirtschaftliche

Flächen („Grünland statt Mais“), Schneisen im Bergwald für Skiabfahrten, ...).  
Die entsprechenden Werte sind derzeit weniger quantitativ als qualitativ erfassbar.

**c) Die Stärke von Hochwässern** hängt vor allem von b1 und b3 ab; b1 können wir nicht beeinflussen. Die Verbreiterung der Hochwasserwelle in Flussrichtung hängt stark von b1, b2 und b3 ab. Hier gilt es,

c1) einmal möglichst viel Regenwasser in der gesamten Fläche zu speichern (b3)

c2) möglichst große Anteile der abfließenden Wasserströme aus den Hauptgerinnen (größte Geschwindigkeit) in Nebengerinne (geringere Geschwindigkeit, längere Wege) ab- und umzuleiten und damit die Geschwindigkeitsverteilung in Fließrichtung zu verbreitern.

**d) Ökologische und technische Maßnahmen** zum Hochwasserschutz. Technische:

d1) Dämme schützen nur die unmittelbar dahinter liegenden Bereiche, erhöhen die Geschwindigkeit der Hochwasserwelle und erhöhen das Hochwasser auf ev. ungedämmten, gegenüberliegenden Bereichen, an den Ufern unterhalb der Dämme.

d2) Polder in Höhe der Hochwasserwellen (optimal zur Erniedrigung des Wellenmaximums) speichern Anteile des HWs.

d3) Eine lokale Sicherung von Menschen, umweltgefährdenden Einrichtungen, wertvollem Sachgut (z.B. durch Sicherung von Heizöltanks vor dem Aufschwimmen und Umkippen und Auslaufen, von Türen und Fenstern vor Zerstörung durch treibende Baumstämme) ist notwendig, aber immer noch nicht selbstverständlich.

**f) Talauenprojekt BN im südlichen Steigerwald:** Es verknüpft „dezentralen Hochwasserschutz mit Regionalentwicklung. In einem modellhaften Gemeinschaftsprojekt von Kommunen, Amt für Ländliche Entwicklung Ansbach (ALE), Wasserwirtschaftsamt Ansbach (WWA), Landschaftspflegeverband Mittelfranken, Landwirten und BN wurden Talräume naturnah gestaltet und mit Leben erfüllt, durch ein System von landschaftsangepassten Grünbecken die dezentrale Hochwasserrückhaltung aufgebaut, der sanfte Tourismus und regionale Wirtschaftskreisläufe gefördert.“

„Der BN fordert gemeinsam mit dem Landesfischereiverband Bayern (LFV), zudem einen landesweit **gesetzlich vorgeschriebenen Gewässerrandstreifen** von mindestens fünf Metern Breite zum Schutz der heimischen Fischwelt, der Artenvielfalt und der Hochwasserprävention.“ Dieser Gewässerrandstreifen könnten mit bremsendem Gebüsch etc. bepflanzt werden.

**h) Einige Daten zur Hochwasserwelle Juni 2013 bei Burghausen und zur Salzach:**

h1) Bei Abzug des mittleren Sommer/Jahresabflusses (332/251 m<sup>3</sup>/sec) komme ich auf etwa 460/487 Mio m<sup>3</sup> Gesamtmenge.

h2) Die Halbwertsbreite beträgt ca. 19 Stunden

h3) Bei Abzug des mittleren Sommer/Jahresabflusses (332/251 m<sup>3</sup>/sec) ist die Pegelspitze 3550/3630 m<sup>3</sup>/sec.

h4) Wasserfläche im Einzugsbereich der Salzach mit Zufluss zu ihr: Salzach hat ca. 13 km<sup>2</sup> Oberfläche, der Waginger-See ca. 10 km<sup>2</sup>, übrige Seen (36 km<sup>2</sup>, teils mit Google ausgemessen bzw. nachgesehen Wikipedia) und zufließende Bäche (??9 km<sup>2</sup>) = 70 km<sup>2</sup> (???). Das sind immerhin 1% des Einzugsgebietes. Diese Fläche hat kein Wasserrückhaltevermögen, wie die versiegelte Fläche.

h5) Großer Einfluss der Bergregionen bei der Salzach, da diese ca. 80 % des Einzugsgebietes ausmachen. **Einzugsgebiet der Salzach+Saalach im Gebirge** = etwa 5400 km<sup>2</sup>, bei Burghausen 6650 km<sup>2</sup>, d.h. außerhalb der Berge ca. 1150 km<sup>2</sup>, d.h. ca. 1/6 des gesamten

Einzugsgebietes. Diese Zahlen müssen nicht unbedingt den Einfluss der Flächen auf Hochwässer wiedergeben, da im Gebirge z.B. ab einer bestimmten Höhe Schnee fällt (während des 2013 Hochwassers lag die Schneefallgrenze bei 1500 - 1800 m Höhe; der Flächenanteil im Gebirge mit höher 1500 m Höhe ist sicherlich bekannt.) und die Regenmengen nicht überall gleich sind.

h6) **Niederschlagshöhe beim Hochwasser 2013**: In dem Feuerwehrbericht ist auch eine Niederschlagssumme von 180 mm gezeigt, in Laufen an einer anderen Stelle von 140 mm, also deutlich mehr als ich für Abschätzungen angenommen habe. Bei wikipedia "Hochwasser 2013 in Mitteleuropa" ist für Aschau die Niederschlagsmenge von 400 mm angegeben; dämpfend hat die für die Zeit niedrige Schneefallhöhe von 1500 - 1800 m gewirkt.

403,6 mm/4 d<sup>[2]</sup> (30. Mai, 12:00 Uhr – 3. Juni, 12:00 Uhr, [Aschau](#), Bayern)

h7) **Geschwindigkeit der Hochwasserwelle 2013** zwischen Laufen und Burghausen (Brücke bis Alte Brücke): Aus Pegelmessungen 9 h Dauer, mit Google-Maps Länge 37,4 km ergibt 4,16 km/h.

i) **Intakte Moore**: Nicht nur hohe Speicherfähigkeit für Regenwasser, sondern auch für Kohlenstoff; pro km<sup>2</sup> speichern Äcker ca. 8 000 t C und Moore 108 000 t (effizienteste Speicherböden) (Bodenatlas).

l) **Im Wikipediaartikel "Hochwasser 2013 in Mitteleuropa" ist nach m.M. noch interessant (in rot):**

"**Auswirkungen auf die Hochwasserschutzplanung**[[Bearbeiten](#)]

Die aufgetretenen Schäden ließen sich analog der [Wettervorhersage](#) weder im Detail vorhersagen noch durch taktische Schutzmaßnahmen vollständig verhindern.

Etwa in Deutschland wurden noch vor der abschließenden Schadensregulierung Forderungen laut, derartigen zukünftigen Ereignissen durch strategische Maßnahmen entgegenzuwirken. **Zu dem von verschiedenen Seiten vorgeschlagenen Maßnahmenpaket gehörten die Schaffung von Polderflächen, die Rückverlegung von Deichen, das Zulassen ufernaher Auwälder, die Umsiedlung flutgefährdeter Bebauung, die Renaturierung von Bächen, die Inbetriebnahme weiterer Rückhaltebecken, die Begrenzung der Entwässerung der Flusseinzugsgebiete und der generelle Rückbau der Flächenversiegelung.**<sup>[262][263][264]</sup> [*Hier werden technische und ökologische Maßnahmen gemischt*] Derartigen Forderungen standen in der Vergangenheit im Wesentlichen die Interessen der Landwirtschaft und der Anrainer entgegen.<sup>[265]</sup> Beispielsweise ist bemerkenswert, dass 2010 in Sachsen-Anhalt EU-Mittel für den Hochwasserschutz in andere Bereiche umgeschichtet werden konnten.<sup>[266]</sup> Mit dem [Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe](#) konnte bisher nur ein Großprojekt verwirklicht werden. Somit machte das aktuelle Ereignis deutlich, dass die Zuständigkeiten für die Vorbeugung wegen des [Eigentumsrechtes](#) auf lokaler Ebene verbleiben und nur einzelne Hilfsaktionen auf [Bundesebene](#) koordiniert werden können. Im September 2013 beschlossen die Umweltminister ein nationales Hochwasserschutz-Programm.<sup>[267]</sup>

m) Nun noch die Frage eines **temporären Wehrs** am Beispiel des Waginger Sees; hier handelt es sich nach m.M. um einen „landschaftsangepasstes Grünbecken“, allerdings ein extrem großes (Talauenprojekt oben f)): Bei Hochwasserwarnung könnte es geschlossen werden, womit eine der Sünden des 19. Jh., die Seetieferlegungen, für kurze Zeit teilweise rückgängig gemacht würde.

Wird der Wagingersee (9 km<sup>2</sup> Fläche) bei Petting um die Starkregenhöhe (100 mm) aufgestaut, ergeben sich rückgehaltene 0,9 Mio m<sup>3</sup>. Die Götzinger Ache (mittlerer Abfluss = 2,9 m<sup>3</sup>/sec) wird damit natürlich gleichzeitig aufgestaut. D.h. der Seespiegel steigt insgesamt um knapp 200 mm, etwa 1,65 Mio m<sup>3</sup> (ca. 3 Promille der Hochwasserspitze von 2013) werden dort zurückgehalten. Klar ist, dass für die Hochwasserspitze weniger gewonnen ist, da das Wehr nach Überschreiten der Spitze ja schon wieder geöffnet werden kann. Das ist dennoch ein Ergebnis, das diskutiert werden sollte. (Auch im Bereich der Götzinger Ache hat es und gibt es wohl immer noch teils schlimme Hochwässer.)

(Beim Waginger-Tachinger See dürfte es keine Stelle am Ufer geben, an der ein Seespiegelanstieg um 200 mm zu größeren Problemen führt; ein privates Grundstück am See bei Gaden war beim Hochwasser von 2013 etwa um 1 m Höhe überschwemmt. Auch am Wörnersee gibt es ein Wehr, und bezüglich Problemen beim moderaten Aufstauen fällt mir auch hier nichts ein.)

Temporäre Wehre und unsere Forderung nach frei fließenden Flüssen: Wehre, die in 20 Jahren einmal für ca. 4 Tage geschlossen werden, dürften unproblematisch sein. Es gibt ja auch keine Fischhäckselturbine, und auch die Durchgängigkeit für Fische etc. ist nicht wesentlich gestört.

#### n) **Polder und ihre Wirkung:**

**Tief gelegene Polder:** Ein schon beim Anstieg der Flutwelle überfluteter Polder, wie er mit einem temporären Wehr für den Bach unterhalb Klaffmühle möglich wäre, wirkt natürlich nur auf die Anstiegsgeschwindigkeit in einem frühen Bereich der Flutwelle. Er wird im Hochwasserverlauf überflutet, wobei eventuell die Geschwindigkeit des darüberströmenden Hochwassers reduziert ist:

**Hoch gelegene Polder** als Möglichkeit, die Flutspitze zu erniedrigen: Wenn man die Flutspitze (Juni 2013) von maximal 4000 m<sup>3</sup>/sec auf 3750 m<sup>3</sup>/sec reduzieren will, muss man ca. 2,7 Mio m<sup>3</sup> Wasser speichern, ein genügend hoch gelegener Polder müsste bei 1 m Wassertiefe 2,7 km<sup>2</sup> groß sein. Was spricht gegen Dämme mit Sielen im landwirtschaftlichen Bereich entsprechend weit oberhalb der Salzach?

**o) Strömung in offenen Gerinnen:** Relativ einfache, verständliche Näherungen in der Strömungsphysik machen klar, wie die Geschwindigkeit von Hochwasserwellen beeinflusst werden kann; daraus lassen sich einige Maßnahmen erkennen. Und das gilt dann auch für alle anderen Seitenbäche, die in so einem Fall natürlich meist auch Hochwasser führen.

o1) Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit (siehe unten) hängt ab von der Rauigkeit/Beschaffenheit des Bodens und der Uferflächen des Gewässers über  $k_{st}$ ; die beigefügte Tabelle zeigt z.B., dass  $k_{st}$  für bewachsene Böden deutlich niedriger ist als für glatte, was ja für die Auen zutrifft. Durch dichtbewachsene Auwälder fließt das Wasser deutlich langsamer als etwa über Wiesen.

o2) Sie hängt auch ab vom Gefälle der Bahn, je steiler, je schneller. D.h. jede Ausleitung, jeder Weg abseits des Hauptgerinnes bedeutet ein (leicht) geringeres Gefälle und damit eine geringere Geschwindigkeit; und natürlich auch ein weiterer Weg, was insgesamt wahrscheinlich mehr ausmacht.

o3) Die Abhängigkeit vom hydraulischen Faktor  $R$  ist eine Abhängigkeit von der Gewässertiefe, je tiefer, je schneller. D.h. im Vergleich zum Hauptgerinne ist jede Ausleitung im Durchschnitt weniger tief und damit langsamer und ein breiterer Fluss durch

Dammrückverlegung auch ein flacheres Hauptgerinne. Die geringer als lineare Abhängigkeit von der Gewässertiefe sollte sich auf die Schnelligkeit der Hochwasserwellen auswirken. Fleißarbeit für verschieden hohe Hochwässer aus den Pegelmessungen.

In Summe gilt es also im Bereich der überflutbaren Uferbereiche zu erreichen:

1. Möglichst viele Ausleitströme (großer Anteil der Neben- zum Hauptgerinne) mit
2. geringerer Wassertiefe (automatisch) und
3. möglichst durch verbuschtes Gelände (spezielle Aufforstung landwirtschaftlich genutzter Flächen (nicht von Orchideenwiesen, ...) mit hydraulisch wirksamer Vegetation)
4. möglichst weite Ausleitstrecken (niedrigeres Gefälle und weiterer Weg).
5. Jede Dammrückverlegung verbreitert und erniedrigt das Hauptgerinne und damit die Geschwindigkeit im Hauptgerinne.
6. Aufgrund des positiven Einflusses der geringeren Wassertiefe lohnt es dann höchstwahrscheinlich auch, tiefgelegene Polder nicht zu durchströmen, sondern sie nach unten abzusperrern, da die Wassertiefe des darüber strömenden Hochwassers dann von der Höhe des oben "unbewegten (??)" Polderwassers beeinflusst wird.
7. Hochliegende Polder, die durch die Hochwasserspitze aufgefüllt werden können, sind natürlich besonders wirksam.

**Anhang:** Über "**Strömungen in offenen Gerinnen**" berichtet etwa Wikipedia

[https://de.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mungen\\_in\\_offenen\\_Gerinnen](https://de.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mungen_in_offenen_Gerinnen)

und dann die dort anklickbare

Näherungsformel <https://de.wikipedia.org/wiki/Flie%C3%9Fformel> nach Gauckler-Manning-Strickler.

"Sie lautet in der üblichen Form

$$v_m = k_{st} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

wobei

- $v_m$  mittlere [Fließgeschwindigkeit](#) [m/s],
- $k_{st}$  [Rauheitsbeiwert](#) nach Strickler für die [Gerinnerauheit](#) [ $m^{1/3}/s$ ],
- $R$  [hydraulischer Radius](#) [m] ( $R = A/U$  mit  $A$  = durchflossener Querschnitt [ $m^2$ ],  $U$  = benetzter Umfang [m].  $R$  ist bei sehr breiten, flachen Fließquerschnitten ungefähr gleich der Wassertiefe),
- $I$  [Fließgefälle](#) (*Höhe pro Länge*) [m/m] "

und

"Typische Flussbett-Werte für  $k_{st}$ :

Oberfläche	$k_{st}$ in $m^{1/3}/s$
Glatter Beton	100
Gerades Fließgewässer	30-40

<u>Mäandrierendes</u> Flussbett mit Bodenbewuchs	20-30
<u>Wildbach</u> mit Geröll	10-20
Wildbach mit Unterholz	<10

Beispiel: Der Rhein fließt von Köln, Höhe ca. 50 m NHN, ca. 300 km bis zur Mündung. Er ist ca. 8 m tief und besitzt ein ausgewaschenes Flussbett mit  $k_{st} \sim 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Dann beträgt die Fließgeschwindigkeit nach *Gauckler-Manning-Strickler*:

$v = 1,5 \text{ m/s} = 5,4 \text{ km/h}$ , in guter Übereinstimmung mit der gemessenen mittleren Geschwindigkeit von 4 km/h. "

**p) Eine Zusammenfassung der Maßnahmen für Gemeinden:**

- p1) **Verankerung der Hochwasservorsorge** als wichtiger Eckpfeiler im gemeindlichen Handeln
- p2) **Überprüfung** der verschiedenen Möglichkeiten, die **Speichermöglichkeit für Wasser** und **Verzögerungen im Abfluss** auf dem Gemeindegrund zu verbessern.
- p3) Speichermöglichkeiten verbessern: Kann man **Moore renaturieren**, landschaftsangepasste **Grünbecken anlegen** (Talauenprojekt), **Speicherfähigkeit** denaturierter agrarischer Böden verbessern, **Drainagen entfernen**, **temporäre Polder** im Bereich der Hochwasserspitzen anlegen,
- p4) Abflussverzögerungen erhöhen: **Renaturierung der Bäche**, Bachufer mit **5 m breiten Buschrändern** bepflanzen, ev. **Dämme rückverlegen**, **Ausleitungen** anlegen,
- p5) Bei Gebäuden etc. im Hochwasserbereich spezielle **Sicherheit überprüfen und realisieren**

q) Bei welchen Punkten könnte **sich Burghausen beteiligen**? Finanziell bei allen, Wöhrsee als landschaftsangepasstes Grünbecken, Extensivierung städtischer Gründe, Entsiegelung von Flächen,

( \*\*\*\*\*

**j) Ein Beispiel für die positive Wirkung der Dammsanierung ??? müssen wir uns nochmal erklären lassen:**

<http://www.feuerwehr-laufen.de/einsaetze/?id=1066&nobar=1>

"Am Salzachdamm der Altstadt, war zum Wasserhöchststand noch ca. 1,20 Meter Luft bis zur Oberkante der Dammmauer. Hier merkte man, dass die bereits durchgeführte Maßnahme der Dammsanierung gegenüber dem Hochwasser 2002 seine Wirkung zeigte. Im Vergleich zu 2002 gelang dieses Mal viel weniger Wasser durch den Damm in die Altstadt, die Hochwasserpumpe hatte dementsprechend weniger Arbeitsstunden."

**Erich Prechtl:** "Triebenbach bei Laufen war schon immer bei Salzachhochwässern überflutet. 2013 hatte das Hochwasser in Laufen bei Scheitelhöhe 3750 m<sup>3</sup>/sec in einem Wohnzimmer 20 cm niedrigere Scheitelhöhe als 2002 bei 3000 m<sup>3</sup>/sec."

Diese großen Effekte haben wahrscheinlich (??) nichts mit der Verbreiterung zu tun, sondern nur mit der Dammsanierung; bei Erich Prechtl nachfragen.)