Konzept Regenwasserrückhalt AP-Platz

MM Gernsbach GmbH

1 Ausgangssituation

Die Firma MM Gernsbach GmbH, im Folgenden MM Gernsbach genannt, ist auf uns zu gegangen um bei der Auslegung eines Regenrückhaltebeckens Unterstützung zu leisten. TBP Upcon hat kürzlich sehr ähnliche Fragestellungen bei der PF Albert Köhler in Gengenbach (Regierungspräsidium Freiburg) bearbeitet. Auch in der Vergangenheit hat sich unser Büro schon mit der Gestaltung von Regenrückhaltungen beschäftigt, u.a. bei der Pappenfabrik Kurz in Trauchgau oder auch bei Fa. Aviretta in Ettringen.

Hintergrund ist das Auslaufen der aktuellen Betriebserlaubnis des Regenüberlaufbeckens (RÜB). Aktuell fördern aus dem RÜB im Anwendungsfall zwei kleine Pumpen mit einer Leistung von jeweils 36 m³/h das anfallende Regenwasser in die interne Wasserreinigung der Stoffaufbereitung. Die allgemeine Verfahrensweise eines RÜB entspricht laut Frau Wandler vom Regierungspräsidium Karlsruhe nicht dem Stand der Technik und zudem gab es in der Vergangenheit Probleme mit der Kläranlage. Dass es bei Starkregen zu einer hydraulischen Überlast der Kläranlage kommen kann, wurde seitens MM Gernsbach von Herrn Bussmann bestätigt, der Aussage, dass das RÜB nicht dem Stand der Technik entspräche, wurde jedoch widersprochen. Wir denken jedoch, dass sich Frau Wandler mit Ihrer Aussage auf einen Durchführungsbeschluss der Europäischen Kommission vom 26.9.2014 bezieht, wonach der Regenrückhalt (RRB) von Altpapierplätzen als „Beste Verfügbare Technologie" eingestuft wurde.

2 Zielstellung

Vor diesem Hintergrund ist es anzuraten den Betrieb des RÜB auf ein RRB umzustellen und darauf basierend ein Konzept zum Regenwasserrückhalt, welches den zukünftigen Anforderungen auch bei Starkregenereignissen gerecht wird, zu erstellen. Die Umstellung des RÜB auf ein RRB durch TBP planen zu lassen, ist auch dahingehend sinnvoll, weil wir ein ähnliches Konzept zum Regenwasserrückhalt bereits für die PF Albert Köhler in Gengenbach erarbeitet haben und daher davon ausgehen, dass die vom zuständigen Regierungspräsidium Freiburg erteilte Genehmigung als Präzedenzfall herangezogen werden kann, so dass letztlich das Regierungspräsidium Karlsruhe das Konzept ebenfalls anerkennen wird.

Der für die Erstellung des Konzepts zum Regenwasserrückhalt erforderliche Lösungsweg sieht vor das vorhandene Regenüberlaufbecken (RÜB) mit einem Fassungsvermögen von 92,4 m³ zukünftig als Regenrückhaltebecken (RRB) zu nutzen. Um sicherzustellen, dass das gesamte Niederschlagswasser in das RRB geleitet wird, ist es zudem notwendig, den Altpapierplatz an den noch nicht vorhandenen Stellen vollständig zu umranden und gegebenenfalls Gullys und unterirdischen Kanäle zum zielgerichteten Regenwasserabfluss in das RRB zu installieren.

Um zukünftig zu verhindern, dass auf dem Altpapierlagerplatz anfallendes Niederschlagswasser in den Vorfluter gelangt, ist es erforderlich basierend auf den anfallenden Niederschlagsmengen bei ausgewählten Worst-Case-Starkregenereignissen den Nachweis zu erbringen, dass durch Auswahl einer entsprechenden Pumpenleistung (Drosselabflussspende) die Wassermengen aus dem RRB so ausreichend weitergeleitet und in nachfolgenden

Pufferbehältern zwischengespeichert werden können, dass sie im Papiererzeugungsprozess verbraucht werden und zu keiner hydraulischen Überlast führen.

3 Konzept zum Rückhalt von Niederschlagswasser vom Altpapierplatz

Die Grundfläche des Altpapierplatzes, die durch vorhandene und neue Platzeinfassungen begrenzt wird, beträgt insgesamt 8.900 m². Abzüglich der überdachten Fläche von 600 m² ergibt sich eine relevante Entwässerungsfläche von 8.300 m². Abhängig von den Möglichkeiten der Gefälle werden oberirdische oder unterirdische Abflussrinnen mit Zwischengullys verwendet, um einen zielgerichteten Abfluss des Niederschlagwassers in das 92,4 m³ fassende Rückhaltebecken zu gewährleisten.

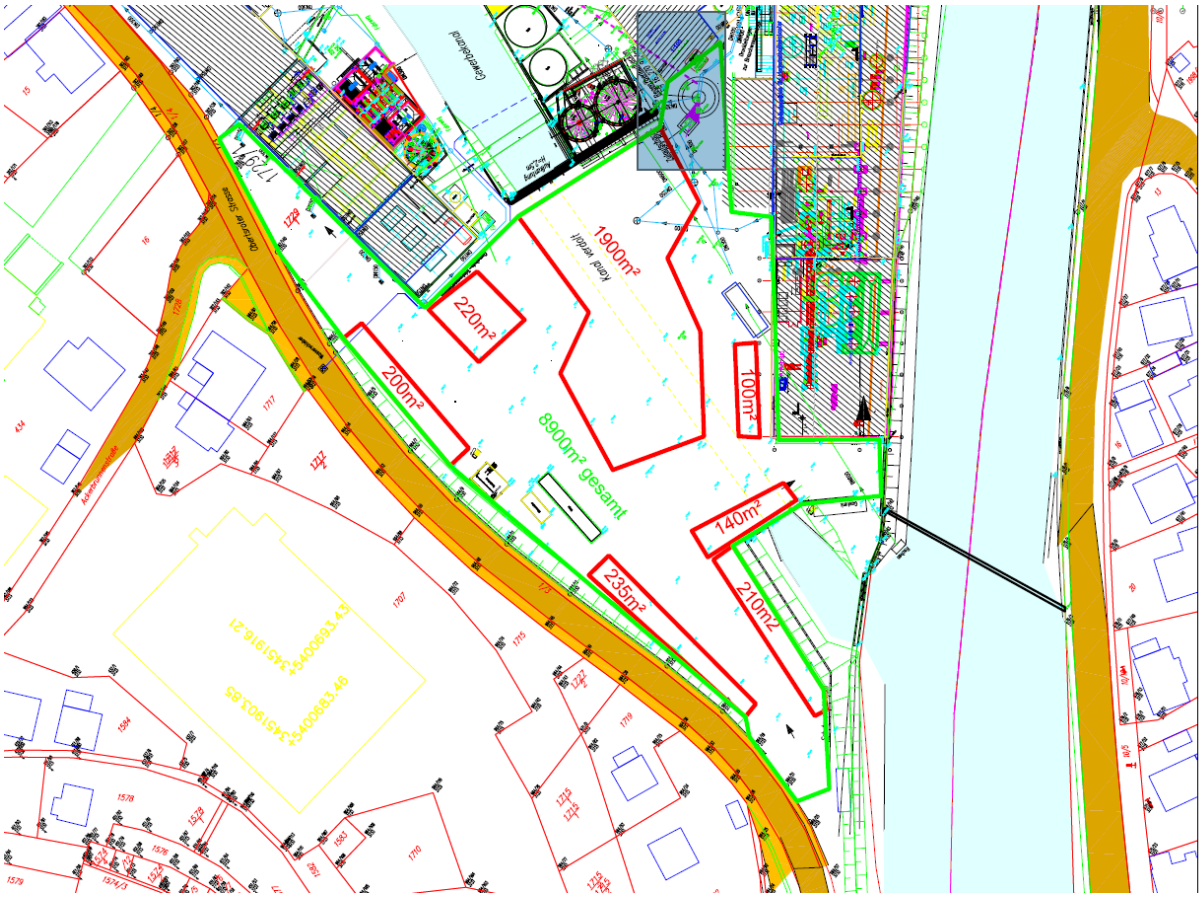

Abbildung 1: Entwässerungsfläche des Altpapierplatzes von 8.900 m²

Sobald in Folge eines Regenereignisses ein Mindestfüllstand des RRB erreicht ist, wird das Niederschlagswasser durch eine niveaugeregelte Pumpe (Drosselabflussspende) aus dem RRB in zwei Pufferspeicher (SW Bütte alt + neu) gefördert, von wo aus es in den ohnehin stark wasserzehrenden Papierherstellungsprozess weitergeleitet wird.

Die Leistung der Drosselabflussspende (Pumpenleistung) aus dem RRB und das nachgeschaltete freie Speichervolumen sind dabei so abgestimmt, dass auch ein sehr seltenes Starkregenereignis aufgenommen werden kann. Da für die Auswahl der Bemessungsgrundlage keine konkreten Vorgaben existieren, wurde das Starkregenereignis auf Grundlage von vergleichbaren Genehmigungsverfahren festgelegt. So war für die Auslegung des

Regenrückhalts bei der PF Albert Köhler in Gengenbach ein 5-jähriges 5-Minuten Starkregenereignis (Wiederkehrperiode 5 Jahre, 5-minütige Regenspende) als Bemessungsgrundlage vom zuständigen Regierungspräsidium in Freiburg als ausreichend anerkannt worden. Im vorliegenden Konzept wurde für die Dimensionierung des Regenrückalts zur Sicherheit ein 10-jähriges 10–Minuten Starkregenereignis als Worst-Case-Szenario herangezogen (Wiederkehrperiode 10 Jahre, 10-minütige Regenspende), sodass die Bemessung des Speichervolumens in jeden Fall ausreichend sein sollte.

Nur bei einem Überflutungsereignis für eine Bemessungsregenwiderkehrzeit über dem Auslegungsereignis kann es zu einem kontrollierten Überlaufen kommen, wobei in dem Fall ein Überlauf vom Pufferspeicher in die ARA existiert bzw. der AP-Platz bereits abgereinigt wurde, so dass nur unbelastetes Wasser in den Vorfluter gelangen würde.

Zur Dimensionierung der erforderlichen Pumpenleistung (Drosselabflussspende $q_{Dr,R,u}$) ist bei gegebenem Rückhaltevolumen (V) und gegebener Entwässerungsfläche ($A_{E,u}$) die Betrachtung maximaler Niederschlagsereignisse erforderlich, wobei für die Berechnung ein 10-jähriges 10–Minuten Starkregenereignis ausgewählt wurde.

Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung der Niederschlagsmengen ist im DWA-Merkblatt A117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen" in Abschnitt 5.4 dargestellt. Demnach werden im vereinfachten Verfahren unter Einbeziehung von Zuschlags- und Abminderungsfaktoren die Niederschlagsmengen für eine bestimmte Wiederkehrperiode (Jährlichkeit) und für verschiedene Regendauern (5 bis 120 Minuten) berechnet, die zurückgehalten und zwischengespeichert werden müssen. Wie bereits erläutert wurde für die Berechnung eine Wiederkehrperiode von 10 Jahren ausgewählt. In der gewählten Wiederkehrperiode ist dann das Maximum entscheidend, wobei bei den gegebenen Randbedingungen das Maximum bei 10 Minuten liegt, so dass für die Betrachtung ein 10-jähriges 10–Minuten Starkregenereignis ausgewählt wurde.

Als Eingangsdaten für Starkregen wurden nach DIN 1986-100:2016-12 die Kostra-Regendaten für Gernsbach herangezogen (Siehe Anhang „Lacunosa Wetterberatung", Daten: KOSTRA-DWD). Der nach DWA A117 vorgesehene Zuschlagsfaktor f_Z bei Anwendung des „vereinfachten Verfahrens" liegt bei 1,10 bis 1,20. Für die Berechnung wurde sicherheitshalber der empfohlene Maximalbetrag von 1,20 berücksichtigt. Der Abminderungsfaktor f_A für Dämpfungsprozesse im Entwässerungssystem wurde für die geringste angegebene Fließzeit t_f von 5 min und der geringsten Überschreitungshäufigkeit n von 0,1 aus den Tabellenwerten (siehe nachfolgende Tabelle 1) des DWA Merkblatts A117 für die beim gewählten Starkregenereignis theoretisch notwendige Drosselabflussspende von $q_{Dr,R,u}$ = 149,5 l/(s*ha) des RRB nach der weiter unten stehenden Gleichung interpoliert und mit 0,96 berücksichtigt. Da Altpapierballen in der Realität aufgrund ihrer sehr hohen Wasseraufnahmefähigkeit ein deutlich stärkeres Dämpfungsverhalten aufweisen und davon auszugehen ist, dass der Altpapierplatz niemals „leer" sein wird, wurden demnach für die Zuschlags- und Abminderungsfaktoren Worst-Case-Werte angenommen.

Tabelle 1: Auswahl des Abminderungsfaktors in Abhängigkeit der Drosselabflussspende

Abminderungsfaktoren f_A für eine Drosselabflussspende $q_{Dr,R,u}$ = 120 l/(s · ha)

$q_{Dr,R,u}$ = 120 l/(s · ha)		rechnerische Fließzeit im Kanalnetz t_f [min]					
		5	10	15	20	25	30
Überschreitungs-häufigkeit n [1/a]	1,0	0,82	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5	0,93	0,43	0,07	0,00	0,00	0,00
	0,2	0,97	0,72	0,43	0,22	0,08	0,02
	0,1	0,98	0,80	0,56	0,37	0,23	0,14

Abminderungsfaktoren f_A für eine Drosselabflussspende $q_{Dr,R,u}$ = 240 l/(s · ha)

$q_{Dr,R,u}$ = 240 l/(s · ha)		rechnerische Fließzeit im Kanalnetz t_f [min]					
		5	10	15	20	25	30
Überschreitungs-häufigkeit n [1/a]	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,5	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,2	0,69	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,1	0,90	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00

$$Abminderungsfaktor\ f_A(149{,}5) = 0{,}98 + \frac{0{,}9-0{,}98}{240-120} * (149{,}5 - 120) = 0{,}96$$

Das notwendige spezifische Speichervolumen bezogen auf die Einzugsfläche errechnet sich mit Hilfe des einfachen Bemessungsverfahrens über die nachfolgende Volumenbilanzierung:

$$V_{S,u} = \left(r_{D,n} - q_{Dr,R,u}\right) * D * f_Z * f_A * 0{,}06$$

Das notwendige Volumen des RRB errechnet sich dann wie folgt:

$$V = V_{S,u} * A_{E,u}$$

V	Volumen des Rückhaltebeckens (RRB) [m³]
$V_{S,u}$	spezifisches Speichervolumen [m³/ha]
$r_{D,n}$	Regenspende der Dauerstufe D und Häufigkeit n [l/(s*ha)]
$q_{Dr,R,u}$	Drosselabflussspende, bezogen auf $A_{E,u}$ [l/(s*ha)]
D	Dauerstufe [min]
f_Z	Zuschlagsfaktor
f_A	Abminderungsfaktor in Abhängigkeit der Fließzeit t_f, $q_{Dr,R,u}$

0,06 Dimensionierungsfaktor zur Umrechnung von l/s in m³/min

$A_{E,u}$ undurchlässige Einzugsgebietsfläche [ha]

Der Rechenwert „undurchlässige Einzugsgebietsfläche" $A_{E,u}$ beinhaltet alle Teilflächen, die zum Abflussgeschehen beitragen. Das heißt sowohl die befestigten Flächen $A_{E,b}$ als auch die nicht befestigten Flächen $A_{E,nb}$ sind zu berücksichtigen, wenn deren Abflüsse in das zu bemessende Regenrückhaltebecken gelangen. Im einfachen Verfahren lässt sich die undurchlässige Fläche nach der folgenden Gleichung berechnen:

$$A_{E,u} = A_{E,b} \cdot \psi_{m,b} + A_{E,nb} \cdot \psi_{m,nb}$$

Da die mittleren Abflussbeiwerte $\psi_m < 1$ sind (für Hofflächen zum Beispiel 0,9) und sich so der Rechenwert der undurchlässigen Einzugsgebietsfläche $A_{E,u}$ verkleinern würde, wurde für die undurchlässige Einzugsgebietsfläche $A_{E,u}$ vereinfacht die relevante unbedachte Entwässerungsfläche des Altpapierplatzes von 8.300 m² angenommen.

Da das Volumen des RRB im vorliegenden Fall gegeben ist, muss die notwendige Drosselabflussspende mindestens so groß dimensioniert werden, damit das erforderliche errechnete Rückhaltevolumen (Soll-Wert) inklusive der Zuschlags- und Abminderungsfaktoren mindestens dem tatsächlichen Rückhaltevolumen (Ist-Wert) entspricht. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Grün hervorgehoben ist das gewählte 10-jährige 10–Minuten Starkregenereignis.

	Dauer-stufe D in min	Regen-spende $r_{D,n}$ in l/s*ha	Drosselabfluss-spende $q_{Dr,R,u}$ in l/s*ha	spez. Speichervolumen $V_{S,u}$ in m³/ha	Rückhaltevolumen Soll in m³	Ist in m³	Differenz in m³
Jährlichkeit 2 a	5	283,3	173,9	37,8	31,4	92,4	61,0
	10	213,3	173,9	27,3	22,6	92,4	69,8
	15	174,4	173,9	0,6	0,5	92,4	91,9
	20	148,3	173,9				
	30	115,6	173,9				
	45	87,4	173,9				
	60	70,6	173,9				
	90	52,6	173,9				
	120	42,8	173,9				

	Dauer-stufe D in min	Regen-spende $r_{D,n}$ in l/s*ha	Drosselabfluss-spende $q_{Dr,R,u}$ in l/s*ha	spez. Speichervolumen $V_{S,u}$ in m³/ha	Rückhaltevolumen Soll in m³	Ist in m³	Differenz in m³
Jährlichkeit 3 a	5	326,7	173,9	52,8	43,8	92,4	48,6
	10	243,3	173,9	48,0	39,8	92,4	52,6
	15	198,9	173,9	25,9	21,5	92,4	70,9
	20	169,2	173,9				
	30	131,7	173,9				
	45	100,0	173,9				
	60	81,7	173,9				
	90	60,4	173,9				
	120	48,9	173,9				

	Dauer-stufe D in min	Regen-spende $r_{D,n}$ in l/s*ha	Drosselabfluss-spende $q_{Dr,R,u}$ in l/s*ha	spez. Speichervolumen $V_{S,u}$ in m³/ha	Rückhaltevolumen Soll in m³	Ist in m³	Differenz in m³
Jährlichkeit 5 a	5	383,3	173,9	72,4	60,1	92,4	32,3
	10	281,7	173,9	74,5	61,8	92,4	30,6
	15	228,9	173,9	57,0	47,3	92,4	45,1
	20	195,0	173,9	29,2	24,2	92,4	68,2
	30	152,2	173,9				
	45	116,3	173,9				
	60	95,3	173,9				
	90	70,2	173,9				
	120	56,4	173,9				

	Dauer-stufe D in min	Regen-spende $r_{D,n}$ in l/s*ha	Drosselabfluss-spende $q_{Dr,R,u}$ in l/s*ha	spez. Speichervolumen $V_{S,u}$ in m³/ha	Rückhaltevolumen Soll in m³	Ist in m³	Differenz in m³
Jährlichkeit 10 a	5	463,3	173,9	100,0	83,0	92,4	9,4
	10	335,0	173,9	111,4	92,4	92,4	0,0
	15	271,1	173,9	100,8	83,7	92,4	8,7
	20	230,0	173,9	77,6	64,4	92,4	28,0
	30	180,0	173,9	12,7	10,5	92,4	81,9
	45	138,5	173,9				
	60	113,9	173,9				
	90	83,3	173,9				
	120	66,7	173,9				

Im 10-jährigen 10 Minuten Maximum fällt eine Regenmenge von insgesamt 166,8 m³/10 min. Abzüglich des RRB-Volumens von 92,4 m³ müsste die Drosselabflussspende eine theoretische spezifische Leistung von 74,4 m³/10 min bzw. 149,5 l/s*ha aufweisen, damit es zu keinem Überlaufen kommt.

Entsprechend müssten beim skizzierten Starkregenereignis theoretisch 74,4 m³/10 min zwischengespeichert werden. Unter Einbeziehung der Zuschlags- und Abminderungsfaktoren erhöht sich der Wert auf 86 m³/10 min bzw. 173,9 l/s*ha. Die Aufnahmekapazität der Pufferspeicher (SW alt+ SW neu) beträgt selbst bei maximalen Füllständen noch 125 m³ und ist damit ausreichend. Im Notfall geht zusätzlich noch ein Überlauf zur ARA. Realistischer für den Füllstand der Pufferspeicher ist jedoch der 99-Perzentil-Wert oder der 95-Perzentil-Wert. In diesen Fällen beträgt das akkumulierte freie Speichervolumen mindestens 311 m³ (99-Perzentil) bzw. sogar 449 m³ (95-Perzentil), wobei sowohl die Speicherkapazität des SW alt (93 bzw. 130 m³ bei 99 bzw. 95-Perzentil) als auch die Speicherkapazität des SW neu (194 bzw. 307 m³ bei 99 bzw. 95-Perzentil) zur Aufnahme des skizzierten Starkregenereignisses ausreichend wäre.

Das freie Speichervolumen der Pufferbehälter SW alt + SW neu ist in Abhängigkeit des Füllstands in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Bei den Werten handelt es sich um Mittelwerte im Verlauf eines Jahres (Q4 2019 bis Q3 2020), wobei die jeweils geringsten Speichervolumina für die Betrachtung herangezogen wurden.

Tabelle 2: freies Speichervolumen SW alt + SW neu in m³

Füllstand in %	2019 Q4	2020 Q1	2020 Q2	2020 Q3	**MW Jahr**
Max	125	129	182	127	**141**
99-Perzentil	329	311	327	339	**327**
95-Perzentil	498	456	449	509	**478**
MW	842	800	775	1018	**859**

Notwendige Maßnahmen:

Um zu verhindern das Niederschlagswasser in den Vorfluter gelangt ist demnach die Installation einer Pumpenleistung von insgesamt mindestens 173,9 l/s*ha bzw. 484 m³/h bzw. 8.060 l/min erforderlich. Anstatt einer großen Pumpe ist die Installation von zwei mittleren Pumpen anzuraten.

Das nachfolgende vereinfachte Verfahrensfließbild veranschaulicht das Konzept für die Entwässerung des Altpapierplatzes:

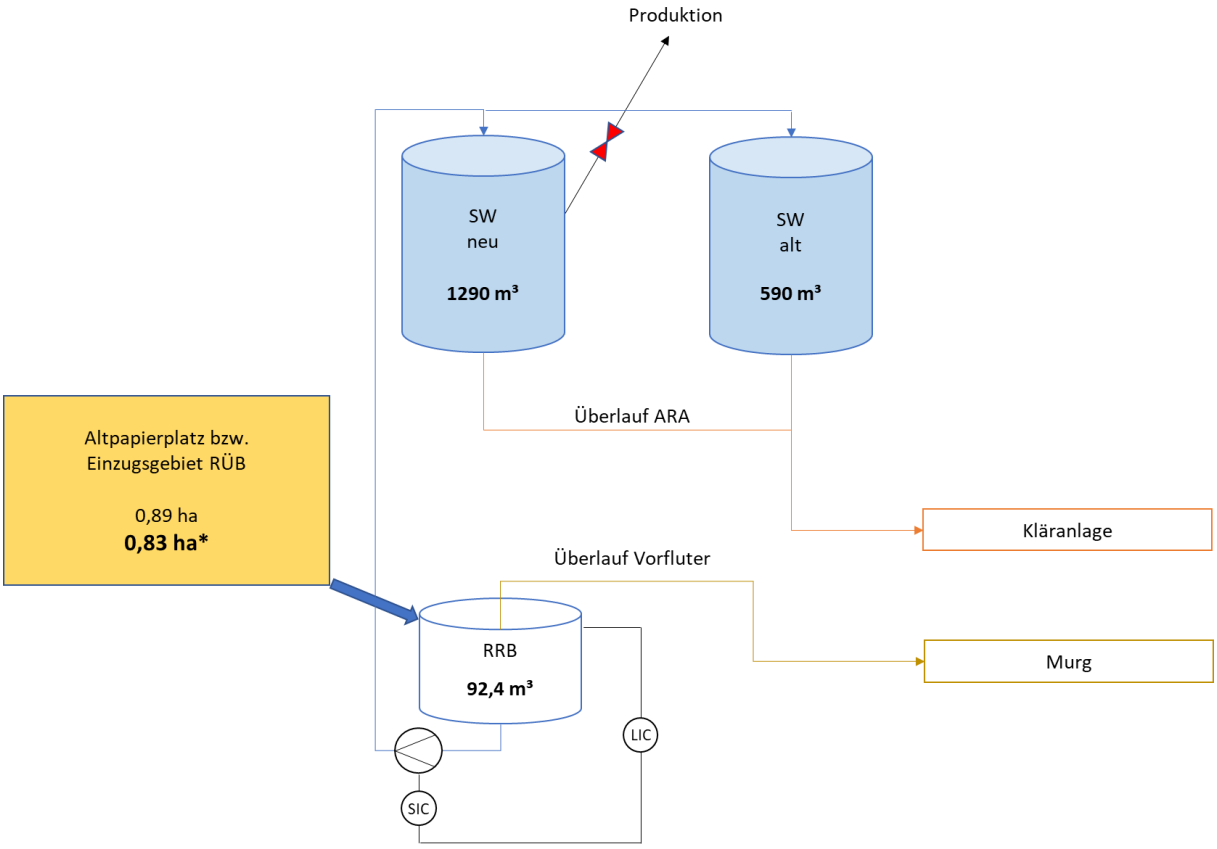

Abbildung 2: einfaches Verfahrensfließbild

Verfahrensbeschreibung:

Normalbetrieb ohne Regen:

Das RRB dient mit seinen 92,4 m³ als Regenrückhalt, wobei im Normalbetrieb kein Niederschlagswasser in das standardmäßig leere RRB eingetragen wird. Folglich wird auch kein Regenwasser zu den Pufferbütten SW alt + SW neu gefördert. Die Pufferbütten erfüllen dann ihre Standardfunktion als Auffang- und Vorlagebehälter, indem sie im Sinne der Wasserkreislaufführung kontinuierlich überschüssiges Prozesswasser aus dem Papierherstellungsprozess auffangen und als Prozesswasservorlage zum Auflösen der Einlage zu dienen.

Normalbetrieb mit Regen:

Im Regenfall läuft das Niederschlagswasser, welches auf dem Altpapier-Lagerplatz niedergeht, zum RRB und von dort zusätzlich zu den oben beschriebenen Prozesswässern zu den Pufferbütten SW alt + SW neu. Die Drehzahl der Pumpe(n) im RRB steigt mit zunehmendem Füllstand bis zu Ihrer Maximalkapazität. Die Pumpe(n) startet mit der Förderung bereits, sobald sie geringfügig überstaut ist.

Das Regenwasser wird dann im ohnehin stark wasserzehrenden Papierherstellungsprozess verwendet oder direkt der Betriebskläranlage zugeleitet.

Damit sich im RRB keine Fasern oder sonstigen Feststoffe absetzen, werden diese durch ein Tauchmotorrührwerk in Schwebe gehalten, so dass sie abgepumpt werden können.

Nach dem Regenereignis fördern die Pumpe(n) noch solange Wasser aus dem RRB bis der minimale Füllstand erreicht ist.

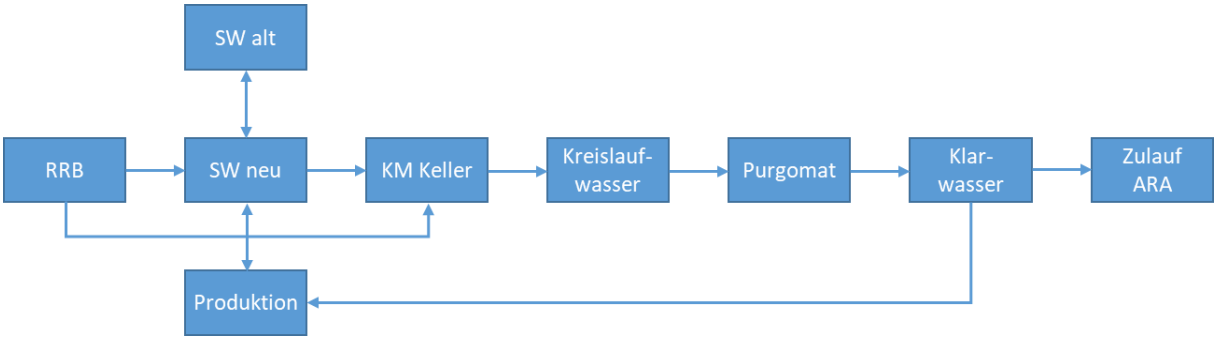

Abbildung 3: Einbindung des RRB in den Produktionsprozess

Notbetrieb bei Regenereignis über dem Auslegungsereignis:

Nur bei einem Überflutungsereignis für eine Bemessungsregenwiderkehrzeit über dem Auslegungsereignis, d.h. einer Wiederkehrperiode > 10 Jahre, kann es zu einem kontrollierten Überlaufen des RRB kommen, wobei in dem Fall ein Überlauf vom Pufferspeicher in die ARA existiert bzw. der AP-Platz bereits dermaßen abgereinigt wurde, so dass nur unbelastetes Wasser in den Vorfluter gelangen würde. Aus diesem Grund sowie der Tatsache, dass zur Sicherheit eine höhere Wiederkehrperiode von 10 Jahren gewählt wurde, sind am Überlauf keine weiteren Maßnahmen vorgesehen. Auch weil vor der Einleitung in den Vorfluter bereits durch eine Tauchwand vor dem Überlauf ein Abtrieb von Schwimmstoffen in den Überlauf verhindert wird. Hinzu kommt, dass über entsprechende Betriebsanweisungen sichergestellt wird, dass das RRB in regelmäßigen Abständen entleert und gereinigt wird. Unabhängig wird der Füllstand des RRB erfasst und im Prozessleitsystem dokumentiert, so dass bei Bedarf jederzeit die Häufigkeit und Dauer von Überlaufereignissen nachvollzogen werden kann.

Um die Belastung des Vorfluters mit Feststoffen vom Altpapierplatz so gering wie möglich zu halten, wird der Feststoffeintrag in das RRB ferner durch Grobschmutzfangeinsätze (Schmutzkörbe) in den Gullys minimiert. Die Grobschmutzfangeinsätze sollten dann mittels Betriebsanweisung im 14-Tagesrhythmus inspiziert und bei Bedarf gereinigt werden. Zudem sollte durch die richtige Pumpenauswahl das RRB so gestaltet werden, dass Feststoffe sich trotz des Rührers nicht absetzen können und somit vorwiegend zum Produktionsprozess zurückgepumpt werden. Hierfür kann zum Beispiel eine sogenannte Kanalradpumpe verwendet werden, die für hohe Feststoffbelastungen geeignet ist.

Durch Verwendung von zwei mittleren Pumpen anstelle einer großen Pumpe kann eine Redundanz geschaffen werden, so dass beim Defekt einer Pumpe zumindest die zweite Pumpe Regenwasser aus dem RRB in Richtung der Pufferspeicher fördert. Ersatzteile sollten im

Magazin vorgehalten werden und die Funktionalität des RRB inkl. der Pumpe(n) sollte regelmäßig bei den üblichen Niederschlagsverhältnissen überprüft werden (Betriebsanweisung RRB). Zudem sollte der Füllstand des RRB überwacht werden, so dass bei maximalem bzw. festgelegten Füllstand ein Alarm generiert wird.

Die aktuelle Vorgehensweise, wonach im Regenfall ein Hubdeckel manuell aufgefahren werden muss, damit das Wasser vom AP-Platz in das RRB abfließen kann, gilt es zu überdenken. Eine automatisierte Variante ist anzuraten. Auch sollten die Pumpe(n) im RRB bei einem Regenereignis bei Erreichen eines zuvor festgelegten Mindestfüllstands automatisch mit der Förderung beginnen.