

## 1. Zusammenfassung

Mit der in ++SYSTEMS neu implementierten Funktion „Messstellen“ können nun gemessene Werte (=Messungen) mit den Ergebnissen der Simulation verglichen werden. Im Moment ist dies mit dem Durchfluss durch einen Abschnitt sowie dem Wasserstand in einem Knoten realisierbar. Die visuelle Darstellung der Gegenüberstellung von Messung und Simulation geschieht durch ein PDF-Programm (z.B. Adobe Reader). Natürlich stehen die Ergebnisse auch als Textdatei bereit.

Um die „Messstellen“ in Ihrem Programm freizuschalten, müssen sie nur ++SYSTEMS auf die neuste Version (10.04.19) updaten. Anschließend steht Ihnen die Funktion zur Verfügung.

Allerdings benötigen Sie zur Nutzung der „Messstellen“ noch das Programm „R“. „R“ ist eine Freeware und kann aus dem Internet heruntergeladen werden. Nachdem „R“ installiert wurde müssen noch ein paar Einstellungen, die im Nachhinein erläutert werden, vorgenommen werden. Wenn nun auch ein PDF-Programm auf dem PC vorhanden ist, dann steht dem Arbeiten mit der Funktion „Messstellen“ nichts mehr im Weg.

## 2. Vorbereitungen

### 2.1. Programm „R“

Hierbei wird davon ausgegangen, dass schon ein PDF-Programm auf dem PC installiert wurde, und nur noch das Programm „R“ benötigt wird. Es gibt zwei Möglichkeiten „R“ zu installieren. Entweder Sie laden das Programm aus dem Internet herunter, oder Sie führen die von tandler.com mitgelieferte Installationsdatei von R aus.

Sie können „R“ auf folgender Internetseite herunterladen: <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>

Die Installationsdatei (R-3.3.3-win.exe) befindet sich in dem Order R, welcher in Ihrem ++SYSTEMS Ordner zu finden ist. Sie können entweder die exe-Datei in diesem Ordner ausführen, oder Sie verwenden das Shortcut in Ihrem ++SYSTEM Ordner im Startmenü.



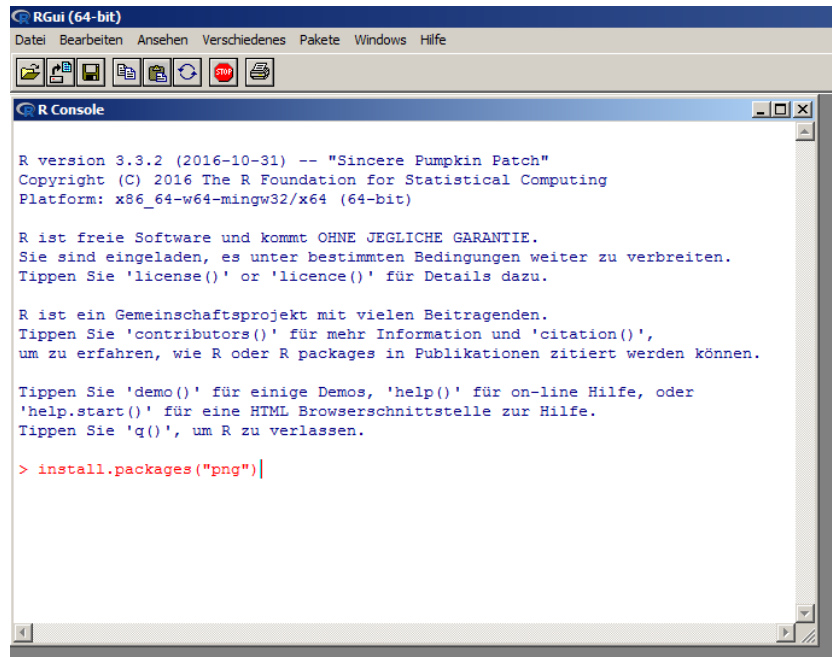
Sie müssen zusätzlich zu dem Programm „R“ ein R Paket „png“ installieren. Hierfür öffnen Sie nach der Installation von „R“ die Rgui.exe. Diese Datei befindet sich in dem Installationsverzeichnis Ihres „R“-Ordners in dem bin Ordner.

Die 32 bit Version finden Sie hier: `R\R-3.3.2\bin\i386`

Die 64 bit Version finden Sie hier: `R\R-3.3.2\bin\x64`

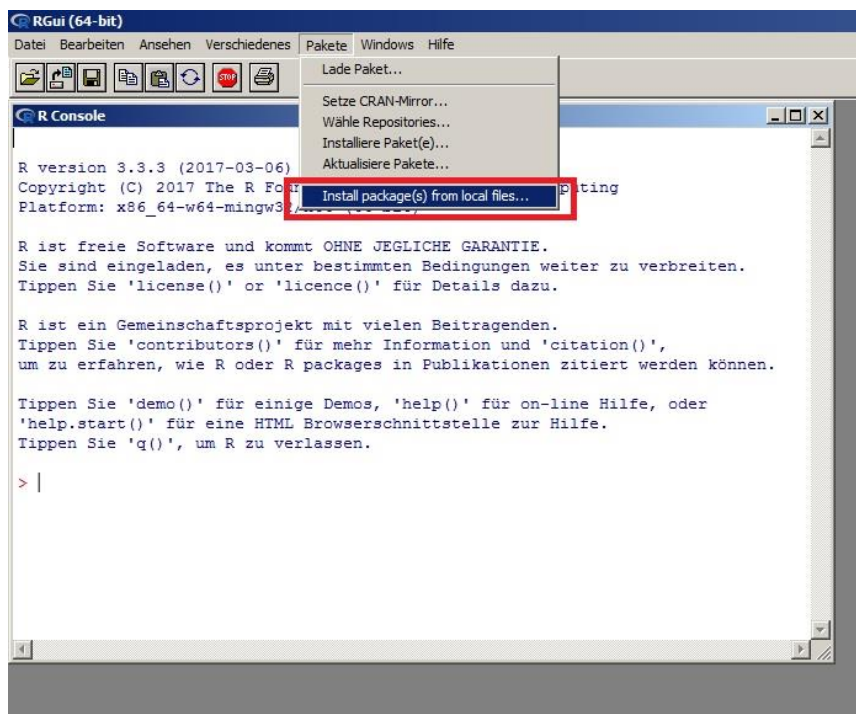
Hier gibt es wieder zwei Möglichkeiten das Paket zu installieren. Entweder Sie laden es aus dem Internet herunter, oder Sie verweisen auf das schon mitgelieferte Paket, welches sich in dem R Ordner im ++SYSTEMS Ordner befindet.

Nun zur ersten Möglichkeit. Wenn Sie diese Datei nun geöffnet haben, dann erscheint im Programm eine Textbox. In diese Textbox müssen Sie nun „install.packages(“png““) schreiben. Dies ist der Befehl zum Download und Installation dieses R Paket „png“.

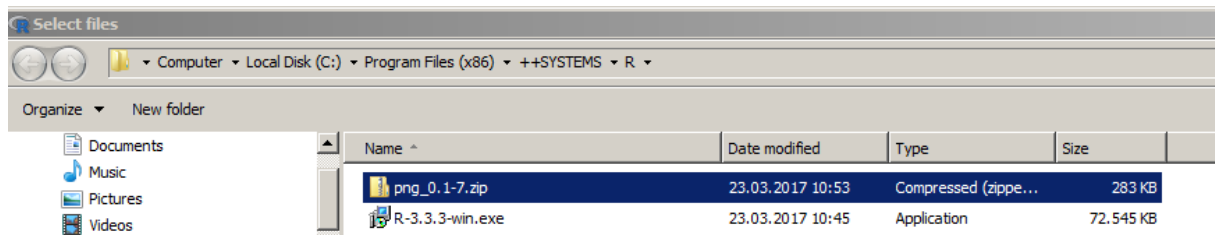


Mit Drücken der ENTER-Taste führen Sie diesen Befehl aus. Nun müssen Sie noch einen „mirror“ wählen. Im Prinzip ist es egal welchen. Wenn Sie nun mit OKEY bestätigen, dann wird das „R package.png“ heruntergeladen und installiert.

Sie können aber auch im Projektmenü unter „Pakete“ die Aktion „Install package(s) from local files...“ verwenden.



Hierbei müssen Sie nun das mitgelieferte png-Paket auswählen. Das png-Paket liegt als Zip-Datei in dem R Ordner im ++SYSTEMS Ordner vor.



Nach Auswahl dieser Zip-Datei wird das Paket installiert.

## 2.2. Einzeldateien (.R und .bat)

Damit das Programm „R“ korrekt ausgeführt wird, benötigen Sie noch die Datei visualize\_messtellen.R. Außerdem sind noch zwei .bat-Dateien (visualize\_messtellen.bat und visualize\_messtellen\_all.bat) und zwei .png-Dateien (tandler.png und ++SYSTEMS.png) erforderlich.

Diese Dateien stehen in unserem Downloadbereich auf tandler.com für Sie bereit. Sie können diese entweder durch eine Komplettinstallation (=Installationsimage), oder durch das Update via Einzeldateien runterladen. Wichtig ist nun, dass Sie diese 5 Dateien in den bin bzw. bin64 Ordner im ++SYSTEMS Verzeichnis reinkopieren.

Mit diesen .bat-Dateien werden mit Hilfe des Programms „R“ die PDF Dokumente erstellt. Hierfür muss aber in den .bat-Dateien auf „R“ und das PDF-Programm verwiesen werden.

Klicken Sie nun mit der rechten Maustaste auf eine dieser .bat-Dateien und wählen „Bearbeiten“. Diese .bat-Datei wird nun in einem Editor (z.B. Notepad) geöffnet. Die eingetragenen Pfade für „R“ und für das PDF-Programm müssen nun überprüft und auf Ihr System angepasst werden.

Ergänzend hierzu muss in diesen .bat-Dateien auch das PDF-Programm, also die .exe, aufgeführt werden.

Zum besseren Verständnis sind anschließend zwei Screenshots von den beiden .bat-Dateien mit den Programmpfaden und der PDF-Programm.exe dargestellt. Bei dem Programm „R“ muss auf den bin-Ordner, bei dem PDF-Programm auf den Ordner, der die PDF-Programm.exe enthält, verwiesen werden.

```

visualize_messtellen.bat - Notepad
File Edit Format View Help
cd %~dp0
set PATH=C:\Program Files\R\R-3.3.2\bin;C:\Program Files (x86)\Adobe\Acrobat Reader DC\Reader;%PATH%
R CMD BATCH visualize_messtellen.R
AcroRd32.exe %1
pause

```

```

visualize_messtellen_all.bat - Notepad
File Edit Format View Help
cd %~dp0
set PATH=C:\Program Files\R\R-3.3.2\bin;C:\Program Files (x86)\Adobe\Acrobat Reader DC\Reader;%PATH%
R CMD BATCH visualize_messtellen.R
for /r . %%R in (*.pdf) do (
    START AcroRd32.exe %%R
)
pause

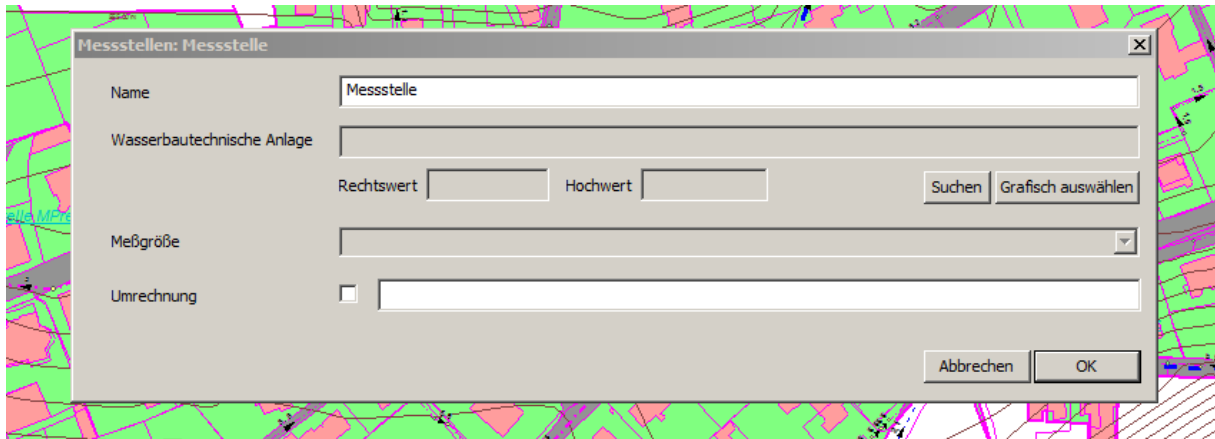
```

Ist dies geschehen, dann ist die Funktion „Messstellen“ in vollem Umfang verfügbar.

### 3. Messstellen in SYSTEMS++

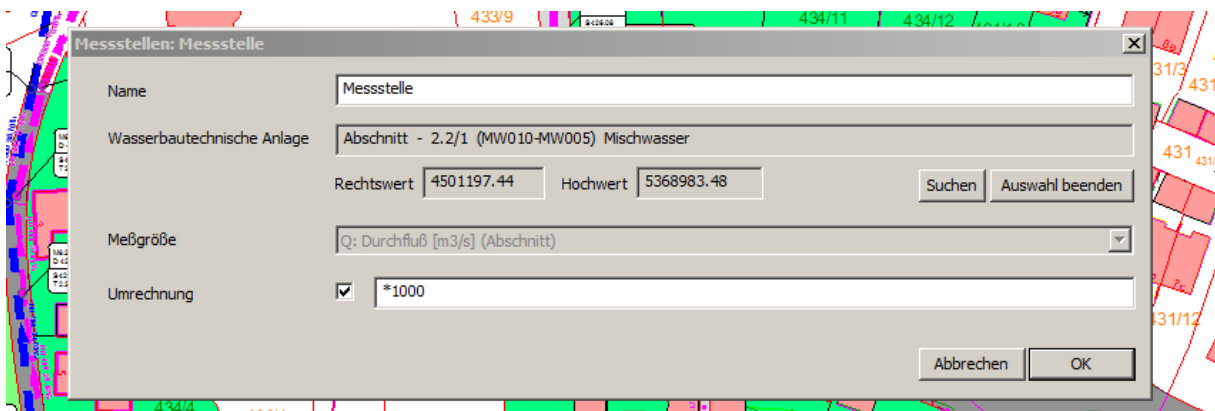
#### 3.1. Messstelle anlegen

Die Funktion „Messstellen“ ist in ++SYSTEMS im Projektbaum zu finden. Zur Erstellung einer neuen Messstelle müssen Sie auf den Oberpunkt Messstelle mit der rechten Maustaste klicken und „neu“ auswählen. Es erscheint folgender Dialog.



Sie müssen nun ein Objekt (Abschnitt oder Knoten) auswählen. Sie können das Objekt entweder per Eingabe des Namens direkt über „Suchen“, oder durch Anklicken des Objektes im Bearbeitungsbildschirm über „Grafisch auswählen“, wählen. Bei einem Knoten wird automatisch der Wasserstand [m], bei einem Abschnitt der Durchfluß [m<sup>3</sup>/s], als Messgröße angegeben.

Sie können sich die vorgeschlagene Einheit, also [m] oder [m<sup>3</sup>/s], mit Hilfe der Umrechnungsfunktion in eine andere Einheit ausgeben lassen. Also, wenn Sie sich z.B. den Durchfluß lieber in [l/s] anstatt in [m<sup>3</sup>/s] ausgeben lassen wollen, dann müssen Sie in dem Feld neben „Umrechnung“ \*1000 eingeben.






Der Haken neben dem Feld muss natürlich gesetzt sein.

### 3.2. Messungen hinterlegen

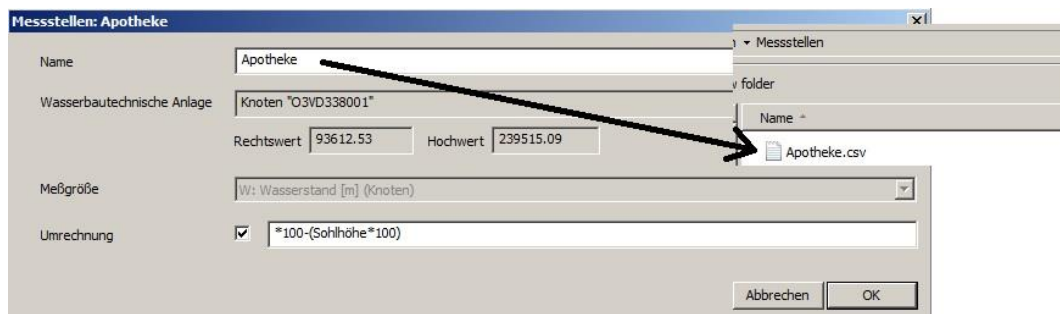
Wenn Sie gemessene Werte mit den Ergebnissen der Simulation vergleichen wollen, dann ist es sehr wichtig, dass die Datei, in der die gemessenen Werte stehen:

- an einem bestimmten Ort im Projektverzeichnis liegt
- denselben Namen wie die in ++SYSTEMS vergebene Messstelle hat
- in einem bestimmten Format vorliegt.

Die Datei muss in einem Ordner mit dem Namen „Messstellen“ liegen. Dieser Ordner Messstellen (orange) befindet sich im gleichen Ordner, also auf der gleichen Orderebene, wie die Projektdatei (grün).

 Messstellen	28.02.2017 10:08	File folder	
 symbol	27.02.2017 16:40	File folder	
 Messung_kpp.kpp	28.02.2017 10:11	KPP File	11.938 KB

Zum Vergleich der Simulation mit der Messung, muss die Messstelle in ++SYSTEMS den gleichen Namen, wie die Datei mit den gemessenen Werten haben. Dieser Name dient quasi der Identifikation zwischen Messung und Messstelle. Als Beispiel hat die vergebene Messstelle in ++SYSTEMS den Namen „Apotheke“, weshalb die Messungsdatei auch „Apotheke“ heißen muss.



Die Messungsdatei muss eine Textdatei im csv-Format sein. Sie besteht im Prinzip aus 3 Spalten, die durch ein „;“ getrennt sind. In der ersten Spalte (rot) muss das Datum tt.mm.jj, in der zweiten Spalte (grün) die Uhrzeit hh:mm:ss und in der dritten Spalte (orange) der Messwert stehen.

Datum	Uhrzeit	Messwert
01.07.2015	00:00:00	2,1
01.07.2015	00:01:00	2
01.07.2015	00:02:00	2
01.07.2015	00:03:00	2,1
01.07.2015	00:04:00	2,2
01.07.2015	00:05:00	2
01.07.2015	00:06:00	2,1
01.07.2015	00:07:00	2,1
01.07.2015	00:08:00	2,1
01.07.2015	00:09:00	2
01.07.2015	00:10:00	2

### 3.3. Messung auswerten

Nachdem die Messstelle definiert und die Messungsdatei hinterlegt wurde, kann mit Hilfe einer hydraulischen Berechnung die Messung mit der Simulation verglichen werden.

Zu beachten ist jedoch noch folgendes. Der Regen der gerechnet wird, sei es ein Gebietsniederschlag oder ein Einzelregen, muss zeitlich auf die Messung abgestimmt sein. Das heißt, es sollte innerhalb der Messungsaufzeichnung regnen. Am besten wäre es natürlich, wenn der Zeitpunkt der Messaufzeichnung identisch mit dem Regenbeginn ist.

Der Regenbeginn ist für Gebietsniederschläge in der jeweiligen Regenmesstation definiert.

Regenmesstation | Attribute

Nummer: 1 | Name: Juli2015 | Lage: Rechtswert: 93300.406 | Hochwert: 239561.078

Messreihe  
 Beginn Datum und Uhrzeit (tt.mm.jj hh:mm:ss): 01.07.2015 00:00:00  
 Juli\_2015 | Summenlinie anzeigen

Zeit [min]	Intensität [l/s*ha]
1.00000	0.00000
2.00000	0.00000
3.00000	0.00000
4.00000	0.00000
5.00000	0.00000
6.00000	0.00000
7.00000	0.00000
8.00000	0.00000
9.00000	0.00000
10.00000	0.00000
11.00000	0.00000
12.00000	0.00000
13.00000	0.00000
14.00000	0.00000

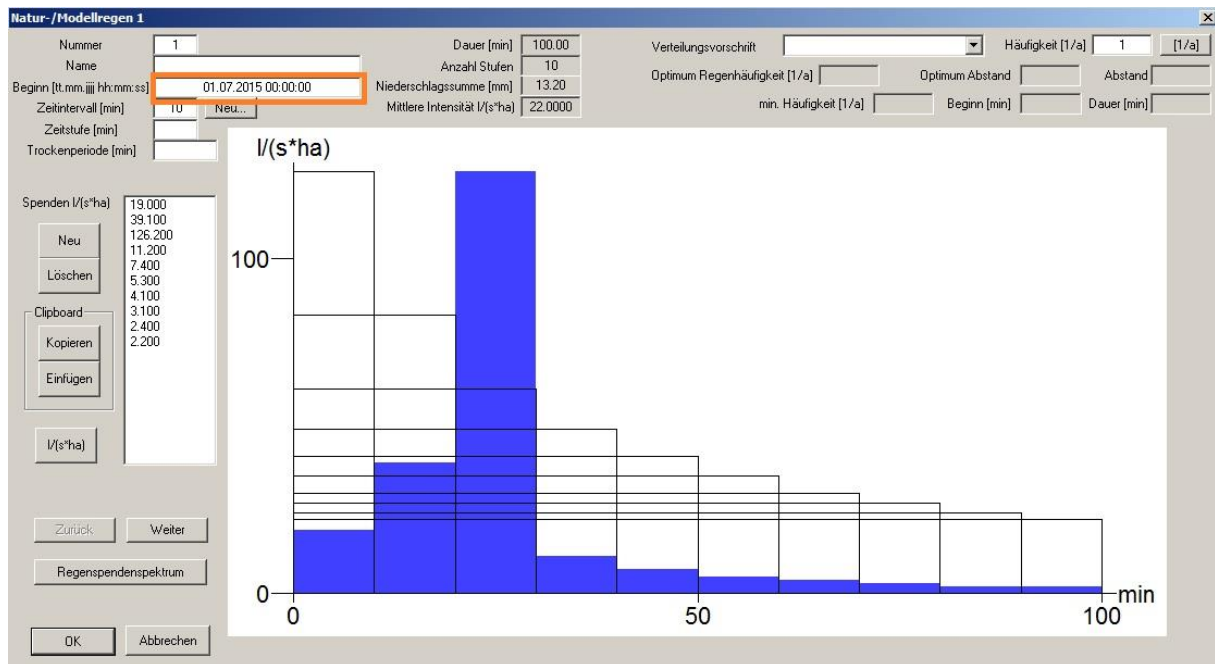
Buttons: Hinzufügen, Löschen

Calendar: Juli 2015 (1st highlighted)

Graph: Empty coordinate system with x-axis from 0 to 24 and y-axis from 0 to 1.



Für Natur-/Modellregen können Sie den Regenbeginn direkt in der jeweiligen Regeneingabemaske vergeben.



In der zu berechnenden Hydraulikvariante kann jetzt noch eingestellt werden, dass alle definierten Messstellen automatisch nach einer hydraulischen Berechnung ausgewertet werden. Diese Einstellung finden Sie im Reiter Ausgabe in der Hydraulikvariante.

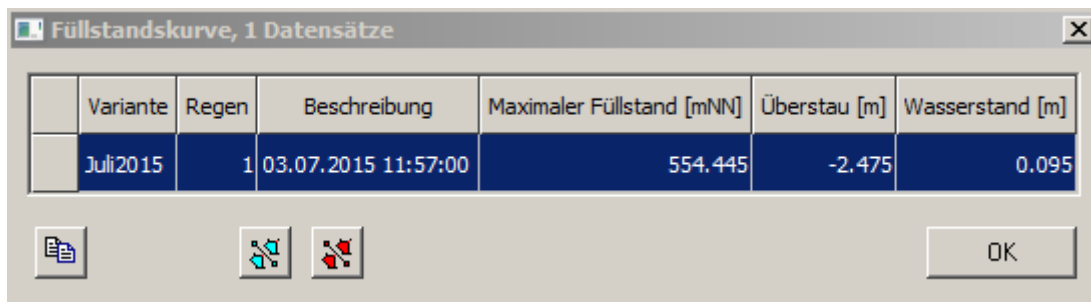
The screenshot shows the 'Hydraulikvariante "Juli2015" ändern' dialog box. The 'Ausgabe' tab is selected. The checkbox 'Messstellen nach Berechnungsende automatisch in R vergleichen' is highlighted with an orange box.



Dieser Automatismus ist jedoch nicht zwingend relevant. Sie können auch nach einer hydraulischen Berechnung die Messstellen einzeln manuell auswerten.

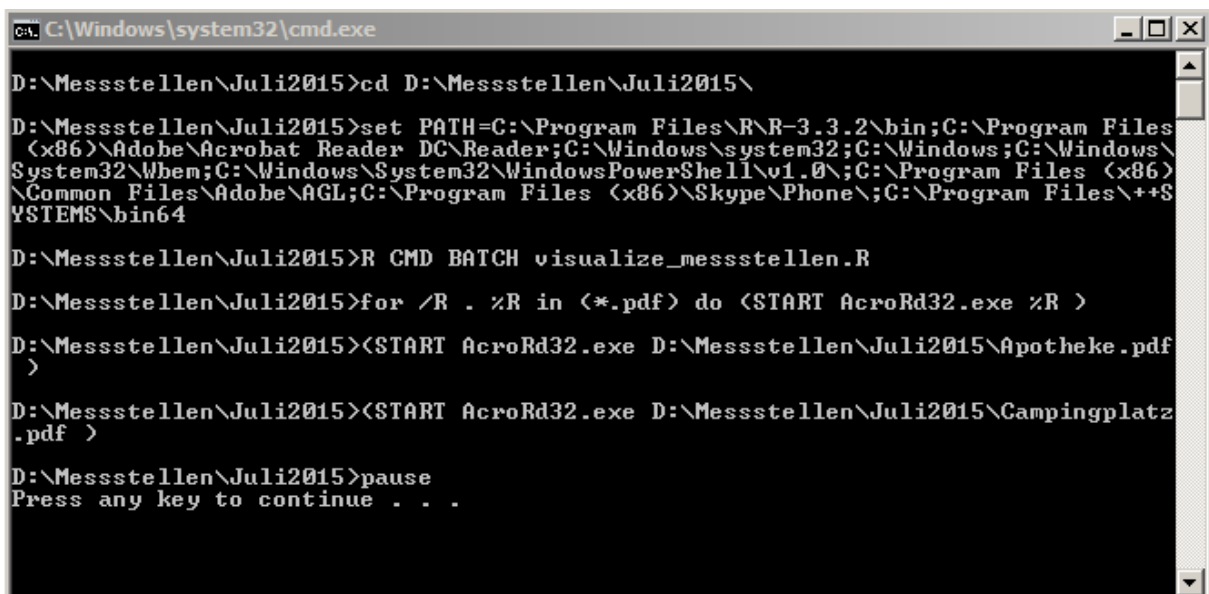
Hierzu müssen Sie mit der Maustaste auf die betroffene Messstelle rechtsklicken und die Funktion „Vergleichen in R“ auswählen. Auf den Vergleich in AquaZIS bzw. den Export im AquaZIS wird hier nicht näher eingegangen, da dies an AquaZIS gekoppelt ist.

Unabhängig, ob der manuelle Weg oder die Automatik gewählt wurde, werden für die einzelne bzw. die Messstellen zunächst ein paar Werte ausgegeben.



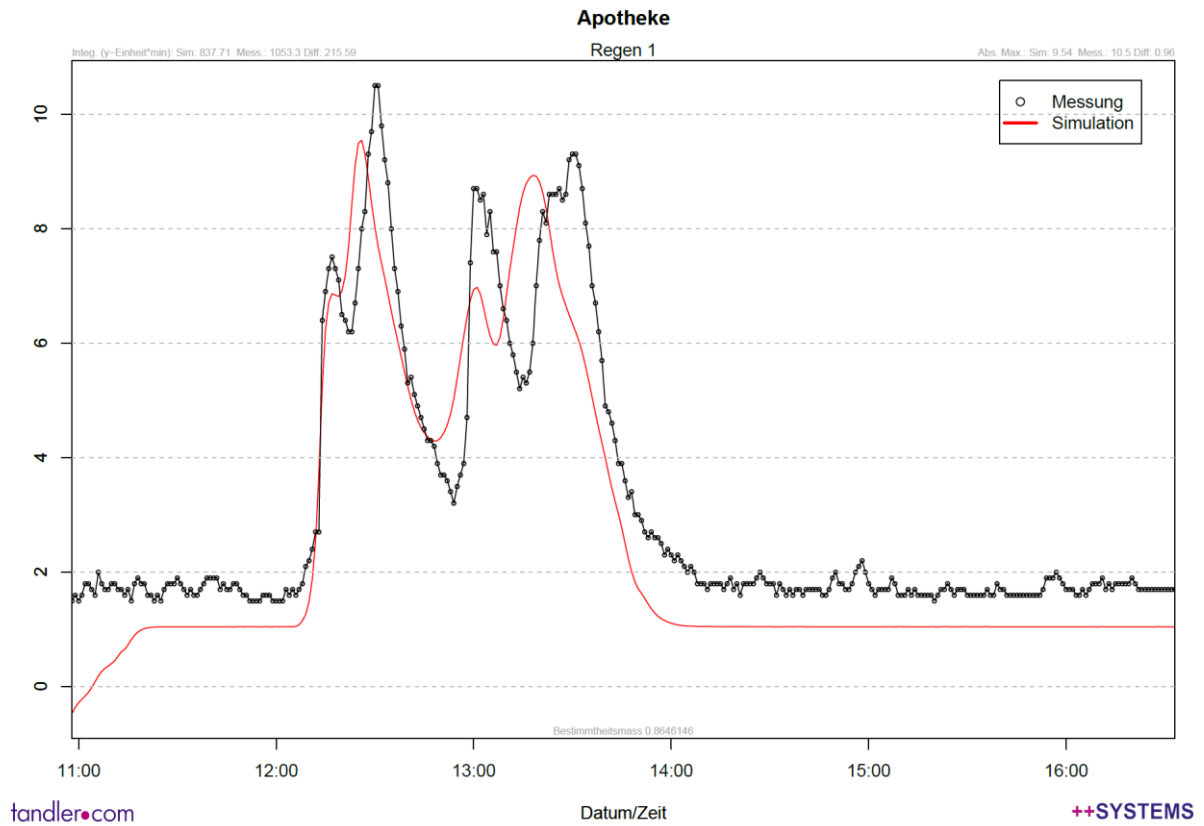
Variante	Regen	Beschreibung	Maximaler Füllstand [mNN]	Überstau [m]	Wasserstand [m]
Juli2015	1	03.07.2015 11:57:00	554.445	-2.475	0.095

Dieser Dialog gilt nur zur Info und kann durch Klicken von OK ausgeblendet werden. Anschließend wird die .bat Datei (siehe Punkt 2.2) mit Hilfe der cmd.exe (schwarzes Fenster) ausgeführt. Hierbei werden die PDF-Dokumente erstellt.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\Messstellen\Juli2015>cd D:\Messstellen\Juli2015\
D:\Messstellen\Juli2015>set PATH=C:\Program Files\R\R-3.3.2\bin;C:\Program Files
(x86)\Adobe\Acrobat Reader DC\Reader;C:\Windows\system32;C:\Windows;C:\Windows\
System32\Wbem;C:\Windows\System32\WindowsPowerShell\v1.0\;C:\Program Files (x86)
\Common Files\Adobe\AGL;C:\Program Files (x86)\Skype\Phone\;C:\Program Files\++S
YSTEMS\bin64
D:\Messstellen\Juli2015>R CMD BATCH visualize_messstellen.R
D:\Messstellen\Juli2015>for /R . %R in (*.pdf) do (START AcroRd32.exe %R )
D:\Messstellen\Juli2015>(START AcroRd32.exe D:\Messstellen\Juli2015\Apotheke.pdf
)
D:\Messstellen\Juli2015>(START AcroRd32.exe D:\Messstellen\Juli2015\Campingplatz
.pdf )
D:\Messstellen\Juli2015>pause
Press any key to continue . . .
```

Anschließend öffnet sich das PDF-Programm mit der jeweiligen Messstelle (=Simulation) und Messung.



Es gibt noch eine Besonderheit. Falls einer Messstelle keine Messung hinterlegt ist, dann wird nur die Simulation als PDF ausgegeben.

