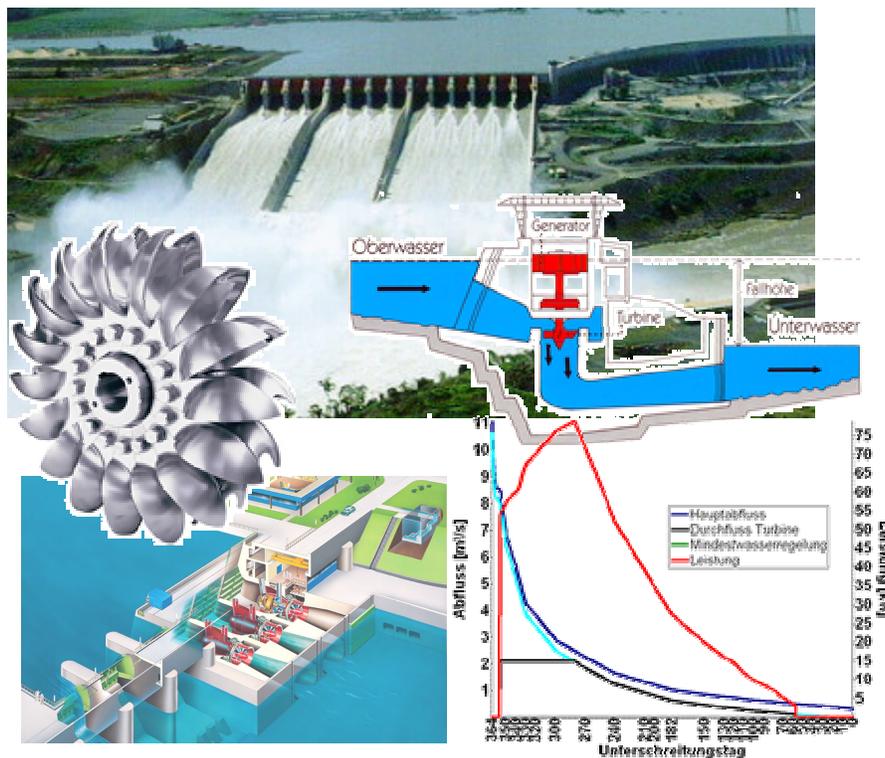


# Handbuch für das Habitatsimulationsmodell

CASiMiR

## Modul: CASiMiR-HYDROPOWER



## Copyright und Lizenzbedingungen

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Handbuch und die dazugehörigen Programme enthalten urheberrechtlich geschützte Informationen. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Herausgebers ist es nicht gestattet, die Dokumentation oder die Programme (auch teilweise) zu reproduzieren, zu übersetzen, zu dekompileieren oder in irgendeiner anderen Form zu übertragen, zu vervielfältigen oder zu verbreiten.

Bei in dieser Schrift verwendeten Namen und Bezeichnungen kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie frei von gewerblichen Schutzrechten sind. So sind z.B. "Microsoft Windows" und "MS-DOS" Waren der Microsoft Corporation.

Über die ausführlichen Lizenzbedingungen werden Sie bei der Installation der Software informiert.

## Hinweise

Sowohl die sje Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH als auch die Universität Stuttgart übernehmen für den Inhalt dieser Kurzanleitung oder die dazugehörigen Programme keinerlei Haftung. Etwaige Schadensersatzansprüche bestehen nur bei nachweislichem Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit.

Änderungen, die der technischen Weiterentwicklung dienen, und Irrtum bleiben vorbehalten.

## Kontaktdaten:

sje - Schneider & Jorde  
Ecological Engineering GmbH  
Viereichenweg 12  
D-70569 Stuttgart

Fon: +49-(0)711-677-3435  
Fax: +49-(0)711-677-3436  
e-mail: mailbox@sjeweb.de  
URL: <http://www.sjeweb.de>  
URL: <http://casimir-software.de>

Universität Stuttgart  
Institut für Wasserbau  
Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft  
Pfaffenwaldring 61  
D-70569 Stuttgart

Fon: +49-(0)711-685-64752  
Fax: +49-(0)711-685-64746  
e-mail: casimir@iws.uni-stuttgart.de  
URL: <http://www.iws.uni-stuttgart.de>  
URL: <http://casimir-software.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 EINFÜHRUNG .....</b>	<b>4</b>
1.1 Energiewirtschaftliche Untersuchungen an Wasserkraftanlagen.....	4
1.2 Entwicklung von CASiMiR-Hydropower.....	4
<b>2 INSTALLATION UND START.....</b>	<b>5</b>
2.1 Programminstallation.....	5
2.2 Programm starten.....	5
2.3 Programm beenden.....	5
2.4 Programm deinstallieren.....	6
<b>3 CASIMIR-HYDROPOWER.....</b>	<b>7</b>
3.1 Erstellung der Eingangsdaten.....	7
3.1.1 Eingabe der Abflussdaten.....	8
3.1.2 Eingabe Mindestwasserregelung.....	9
3.1.3 Eingabe der abflussabhängigen Fallhöhe .....	9
3.1.4 Eingabe des abflussabhängigen Wirkungsgrades.....	9
3.1.5 Eingabe von anlagenspezifischen Schaltpunkten.....	10
3.1.6 Erzeugen einer CASiMiR-Hydropower Projekt-Datei .....	10
3.2. Ergebnisse aus CASiMiR-Hydropower.....	11
3.2.1 Tabellarische Auswertung .....	11
3.2.2 Graphische Auswertung .....	12
3.2.3 Erlösberechnung.....	13
<b>4. BERECHNUNGSBEISPIEL.....</b>	<b>14</b>
4.1 Einlesen der Eingangsdaten.....	14
4.2 Starten der Berechnung.....	16
4.3 Auslesen der Ergebnisdateien.....	17

# 1 Einführung

## 1.1 Energiewirtschaftliche Untersuchungen an Wasserkraftanlagen

Die Energieerzeugung von Wasserkraftanlagen (WKA) ist neben dem anlagenspezifischen Wirkungsgrad  $\eta$  in erster Linie abhängig vom verfügbaren Abfluss  $Q$  und von der vorhandenen Fallhöhe am jeweiligen Wasserkraftstandort. Die Formel für die Berechnung der Leistung verdeutlicht den Zusammenhang zwischen diesen Größen:

$$P = \eta_{tot} \cdot \frac{\rho_w \cdot g}{10^3} \cdot Q \cdot h_f \quad [kW]$$

mit

$P$	=	Leistung [kW]
$\eta_{tot}$	=	Gesamtwirkungsgrad der WKA [-]
$\rho_w$	=	Dichte des Wassers [kg/m <sup>3</sup> ]
$g$	=	Erdbeschleunigung = 9,81 [m/s <sup>2</sup> ]
$Q$	=	Durchfluss [m <sup>3</sup> /s]
$h_f$	=	Fallhöhe [m]

Das Arbeitsvermögen  $E_a$  ergibt sich indem die jeweils erzeugte Leistung über ein bestimmtes Zeitintervall integriert wird:

$$E_a = \int_0^t P(t) dt = \eta_{tot} \cdot 9,81 \cdot \int_0^t Q(t) \cdot h_f(t) dt \quad [kWh]$$

mit

$E_a$	=	Arbeitsvermögen [kWh]
$t$	=	Zeitpanne der Produktion [h]
$Q(t)$	=	zeitlich veränderlicher Durchfluss [m <sup>3</sup> /s]
$h_f(t)$	=	zeitlich veränderliche Fallhöhe [m]

Basierend auf diesen zwei Formeln können die Auswirkungen von verändertem Wasserangebot bzw. die Veränderung von anlagenspezifischen Kenndaten auf die Energieproduktion untersucht werden.

## 1.2 Entwicklung von CASiMiR-Hydropower

Das in CASiMiR-BASE implementierte Modul CASiMiR-HYDROPOWER wurde am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart (IWS) ursprünglich entwickelt, um im Rahmen von Mindestwasseruntersuchungen die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Mindestwasserregelungen quantitativ gegenüber stellen zu können.

In der hier vorliegenden Version von CASiMiR-HYDROPOWER lassen sich generell Leistungen und Arbeitsvermögen für beliebige Kombinationen von Abflussganglinien, abflussabhängigen Fallhöhen sowie anlagenspezifischen, abflussabhängigen Wirkungsgraden und Schaltpunkten (Anlaufdurchfluss, Hochwasserabschaltpunkt) berechnen. Dadurch können unterschiedliche Szenarien einfach und übersichtlich berechnet und gegenübergestellt werden.

## 2 Installation und Start

### 2.1 Programminstallation

- ☞ Schalten Sie Ihren Rechner ein und starten Sie MS Windows.
- ☞ Legen Sie die mitgelieferte CD-Rom in Ihr CD-Laufwerk ein.
- ☞ Wählen Sie das CD-Laufwerk in einem Datei-Manager (Windows-Explorer o.ä.) aus. Auf der CD-Rom befindet sich die Datei **setup.exe**. Wenn Sie dieses Programm ausführen (durch Doppelklick), werden Sie automatisch durch den Installationsvorgang geführt.

oder

- ☞ Wählen Sie im **Startmenü** den Befehl **ausführen**. Geben Sie den Befehl **D:setup** ein (bzw. E:setup“ oder „F:setup“... entsprechend dem zugeordneten Buchstaben Ihres CD-Laufwerks) und wählen Sie dann **OK**.
- ☞ Folgen Sie den Installationshinweisen auf dem Bildschirm.

Nach erfolgreicher Installation sollte auf Ihrer Windows Basisoberfläche (Desktop) ein Symbol mit dem Namen **CASiMiR-HYDROPOWER** erscheinen.

### 2.2 Programm starten

Während der Installation hat das Setup-Programm eine neue Programmgruppe erstellt und das „CASiMiR-Hydropower“ Programmsymbol in die angegebene Programmgruppe kopiert.

Das Programm wird folgendermaßen gestartet:

- ☞ Doppelklicken sie auf das Symbol **Verknüpfung mit CASiMiR-HYDROPOWER** auf dem Desktop

oder

- ☞ Wählen Sie im Startmenü den Unterpunkt **Programme**, dann die Programmgruppe **CASiMiR-Base** (bzw. den von Ihnen bei der Installation gewählten Namen), und wählen Sie das Programmsymbol **CASiMiR-Hydropower**

oder

- ☞ Wählen Sie im Verzeichnis **Programme/CASIMIR-BASE** die Datei **casimir\_hydropower.exe**.

### 2.3 Programm beenden

Zur beenden von CASiMiR-Hydropower gehen Sie wie folgt vor:

- ☞ wählen Sie im Menü **Datei** den Befehl **HYDROPOWER beenden** (Abb. 2).

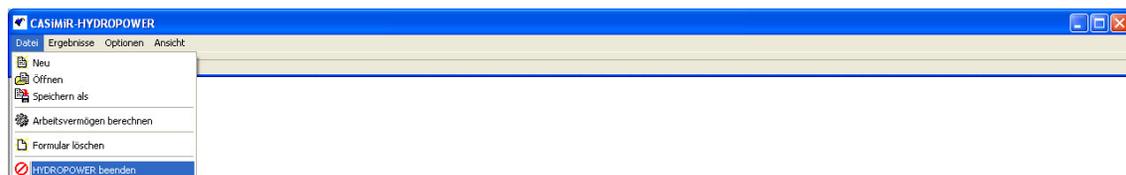


Abb. 1: Beenden von CASiMiR-Hydropower

## 2.4 Programm deinstallieren

Über das Windows **Startmenü** gelangen Sie zum Untermenü **Systemsteuerung**. Unter der Auswahlmöglichkeit **Software** werden Ihnen derzeit installierte Programme angezeigt, darunter auch **CASiMiR-BASE**. Nach Auswahl der Option „entfernen“ wird das Programm deinstalliert. Beachten Sie, dass bei Deinstallierung von CASiMiR-Base ebenfalls das Modul CASiMiR-Fish deinstalliert wird.

## 3 CASiMiR-HYDROPOWER

### 3.1 Erstellung der Eingangsdaten

Nachdem Sie das Programm gestartet haben erscheint die folgende Basismenüleiste „CASiMiR-HYDROPOWER“ auf Ihrem Bildschirm.

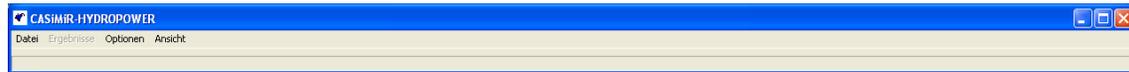


Abb. 2: Basismenüleiste von CASiMiR-Hydropower

Um zur Benutzeroberfläche von CASiMiR-Hydropower für die Eingabe der benötigten Input-Daten zu gelangen muss zunächst eine neue CASiMiR-Hydropower-Datei angelegt werden:

☞ Wählen Sie hierfür unter der Schaltfläche **Datei** → **Neu**



Abb. 3: Erzeugen einer neuer CASiMiR-Hydropower Datei

Abbildung 5 zeigt die allgemeine Benutzeroberfläche zur Eingabe der benötigten Daten. In der ersten Spalte werden die Angaben zum Abfluss im Hauptgerinne eingegeben. Es kann zwischen einem konstanten Abfluss, einer Abflussdauerlinie oder einer Abflussganglinie ausgewählt werden, abhängig von der verfügbaren Datengrundlage und der notwendigen Rechengenauigkeit. Die zweite Spalte bietet die Möglichkeit Mindestwasserregelungen für Ausleitungsstrecken bzw. Fischaufstiege zu berücksichtigen. Zur Auswahl stehen eine konstante, eine abflussabhängige und eine zeitlich gestaffelte Mindestwasserregelung. In der dritten Spalte können Angaben zur Fallhöhe (konstant / abflussabhängig) in das Programm eingegeben werden. Die vierte Spalte widmet sich den technischen Angaben der Wasserkraftanlage. Zunächst kann der Gesamtwirkungsgrad der Anlage (bestehend aus den Teilwirkungsgraden für Turbine, Triebwasserleitung, Generator, Umspannanlage) entweder als konstanter Wert oder abflussabhängig eingegeben werden. Im unteren Teil der Spalte 4 sind Angaben zu Anlaufdurchfluss, Ausbaudurchfluss und Hochwasserabschaltpunkten erforderlich.

The screenshot shows the CASiMiR-HYDROPOWER software interface with four main input panels:

- Abfluss Hauptgerinne:** Radio buttons for 'Konstant' (selected, value 0.00), 'Dauerlinie', and 'Ganglinie'.
- Mindestwasserregelung:** Radio buttons for 'Konstant' (selected, value 0.00 m³/s), 'Abflussabhängig', and 'Zeitlich gestaffelt'.
- Fallhöhe:** Radio buttons for 'Konstant' (selected, value 0.00 m) and 'Abflussabhängig'.
- Gesamtwirkungsgrad:** Radio buttons for 'Konstant' (selected, value 0.00 Q...1) and 'Abflussabhängig'.

Below these panels is a 'Schaltpunkte' section with input fields for 'Q min.' (0.00 m³/s), 'Q max.' (0.00 m³/s), and 'Q HW-Abschalt.' (0.00 m³/s). A central button reads 'Arbeitsvermögen berechnen'. At the bottom, there are buttons for 'Schliessen', 'Jahreswerte', 'Tageswerte', and 'Tageswerte'.

Abb. 4: Allgemeine Benutzeroberfläche zur Eingabe von Input-Daten

Mit der vorliegenden Version sind Ihnen exemplarische Eingabedaten für energiewirtschaftliche Untersuchung einer Wasserkraftanlage (Bsp. Sägemühle) mitgeliefert worden. Diese wurden bei der Programminstallation automatisch in dem Verzeichnis „...CASIMIR-Base/CASiMiR-Hydropower/Examples“ abgelegt. Auf das Beispiel wird in Kapitel 4 dieses Handbuchs näher eingegangen und eine energiewirtschaftliche Berechnung mit CASiMiR-HYDROPOWER Schritt für Schritt durchgeführt.

### 3.1.1 Eingabe der Abflussdaten

Die Abflussdaten an den Gewässern werden für die öffentlichen Pegelstandorte fortlaufend aufgezeichnet. Darstellungsformen dieser Abflussdaten sind in der Regel

- ☞ *Abfluss-Ganglinien (Darstellung z. B. der mittleren Tageswerte mit Datum),*
- ☞ *Abfluss-Dauerlinien (Darstellung z. B. der durchschnittlichen jährlichen Unterschreitungstage von jeweiligen Abflüssen)*

In CASiMiR-Hydropower können die Abflussdaten auf drei unterschiedliche Arten eingelesen werden:

- ☞ *Konstanter Abfluss*
- ☞ *Beliebige Abflussganglinie*
- ☞ *Abflussdauerlinie*

Der integrierte Eingabeditor ist in der Form angelegt, dass die Abflussdaten direkt aus anderen Programmen, wie z. B. Microsoft Excel®, hineinkopiert werden können.

Hierbei ist zu beachten, dass die Abflussdaten in der Einheit  $\text{m}^3/\text{s}$  vorhanden sind, und dass als Dezimaltrennzeichen ein Punkt anstatt einem Komma verwendet wird. (siehe: →Start →Einstellungen →Systemsteuerung →Ländereinstellungen →Zahlen)

Die Abflussganglinie bzw. die Abflussdauerlinie kann über die rechte Maustaste abgespeichert werden (Dateierweiterung: „.wsab“).

### 3.1.2 Eingabe Mindestwasserregelung

Zu den Abflussdaten gehört im weitesten Sinne auch die Mindestwasserregelung an Ausleitungskraftwerken, da der im Mutterbett belassene Abfluss nicht zur Energieerzeugung herangezogen werden kann. Die Mindestwasserregelung kann in CASiMiR-Hydropower in drei unterschiedlichen Arten berücksichtigt werden:

- ☞ *Konstante Mindestwasserregelung*
- ☞ *Dynamische Mindestwasserregelung*  
(geringer Abfluss → geringe MW-Regelung, hoher Abfluss → hohe MW-Regelung)
- ☞ *Jahreszeitlich gestaffelte Mindestwasserregelung*  
(z. B. an Laich- oder Brutzeit angepasste Mindestwasser-Regelung)

Die dynamische bzw. die gestaffelte Mindestwasserregelung kann über die rechte Maustaste abgespeichert werden (Dateierweiterung: „.wsmwr“).

### 3.1.3 Eingabe der abflussabhängigen Fallhöhe

Die für die Energiegewinnung nutzbare Fallhöhe stellt ein maßgebliches Kriterium in energiewirtschaftlichen Untersuchungen einer Wasserkraftanlage dar. Häufig kann bei Wasserkraftanlagen mit beweglicher Wehranlage von einem konstanten Stauziel im Oberwasser ausgegangen werden. Der Wasserstand im Unterwasser wird durch die Gewässercharakteristik des nachfolgenden Gewässerabschnitts bestimmt. In der Regel fallen die Wasserstandsschwankungen hier wesentlich größer aus, als dies im Oberwasser der Fall ist. Je geringer die Fallhöhe eines Wasserkraftstandortes ist, desto mehr gewinnt die korrekte Eingabe der abflussabhängigen Fallhöhe für die korrekte Berechnung an Bedeutung.

CASiMiR-Hydropower verfügt über zwei Eingabemöglichkeiten der Fallhöhe:

- ☞ *Konstante Fallhöhe (mittlere Fallhöhe)*
- ☞ *Abflussabhängige Fallhöhe*

Der abflussabhängige Verlauf der nutzbaren Fallhöhe kann über die rechte Maustaste abgespeichert werden (Dateierweiterung: „.wsfhd“).

### 3.1.4 Eingabe des abflussabhängigen Wirkungsgrades

Der Gesamtwirkungsgrad einer Wasserkraftanlage ist abhängig von der Beaufschlagung der Turbinen (zeitlich variabler Durchfluss durch die Turbinen), der Triebwasserzuleitung, dem Generator und der Umspannanlage. Für die jeweiligen Turbinentypen sind in aller Regel Wirkungsgradverläufe vorhanden, aus denen die Abflussabhängigkeit herausgelesen werden kann.

Hinweis: Stehen Angaben zu erzeugten Jahresarbeitsvermögen in zurückliegenden Jahren zur Verfügung, und liegen für diese Jahre auch Betriebszeiten und Abflussdaten vor, so kann auch der mittlere Gesamtwirkungsgrad der Anlage in diesen Zeiträumen mit CASiMiR-Hydropower bestimmt werden, indem ein konstanter Wirkungsgrad von 1,0 eingegeben wird. Das Ergebnis liefert dann das theoretisch erzeugbare Jahresarbeitsvermögen. Die

Gegenüberstellung mit den tatsächlich erzeugten Jahresarbeitsvermögen ergibt den mittleren Gesamtwirkungsgrad der Anlage für die betrachteten Jahre.

In CASiMiR-Hydropower kann der Gesamtwirkungsgrad in zwei Formen eingegeben werden.

- ☞ *Konstanter Wirkungsgrad (gemittelter Wirkungsgrad)*
- ☞ *Abflussabhängiger Wirkungsgrad*

Der Wirkungsgradverlauf kann über die rechte Maustaste abgespeichert werden (Dateierweiterung: „.wswgd“).

### 3.1.5 Eingabe von anlagenspezifischen Schaltpunkten

Für die Berechnung des Arbeitsvermögens einer Anlage müssen Angaben zum Mindestdurchfluss der Turbinen angegeben werden, ab dem die Anlage in Betrieb gehen kann. Ebenso muss der maximale Abfluss – in der Regel der Ausbauabfluss – und der Hochwassererschaltpunkt spezifiziert werden.

Die Angaben erfolgen jeweils in  $m^3/s$  und können über die rechte Maustaste (→ Schaltpunktinformationen) abgespeichert werden (Dateierweiterung: „.wsspt“).

### 3.1.6 Erzeugen einer CASiMiR-Hydropower Projekt-Datei

Die Projektdatei legt fest, welche Eingangsdateien und –parameter bei der energiewirtschaftlichen Berechnung mit CASiMiR-Hydropower berücksichtigt werden sollen. Diese Struktur ermöglicht es, unterschiedliche Eingangsdaten/Betriebsweisen beliebig miteinander zu kombinieren und die Auswirkungen auf die Energieproduktion zu untersuchen. Um eine Projektdatei abzuspeichern gehen Sie wie folgt vor:

- ☞ *Wählen Sie im Menü **Datei** → **Speichern als***

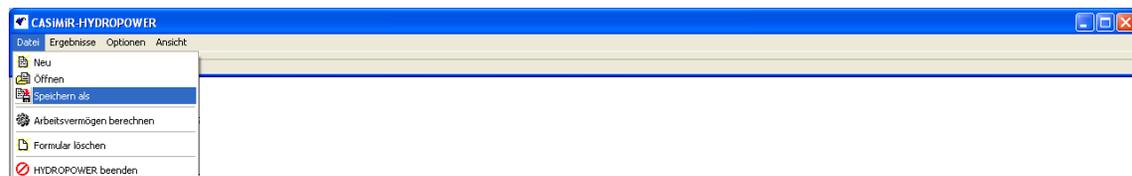


Abb. 5: Speichern einer Projektdatei in CASiMiR-Hydropower

- ☞ *Wählen Sie neben dem Speichort die separat gesicherten Eingangsdaten aus, welche in der Projektdatei („\*.wsdat“) zusammengefasst werden sollen (rot markierter Bereich).*

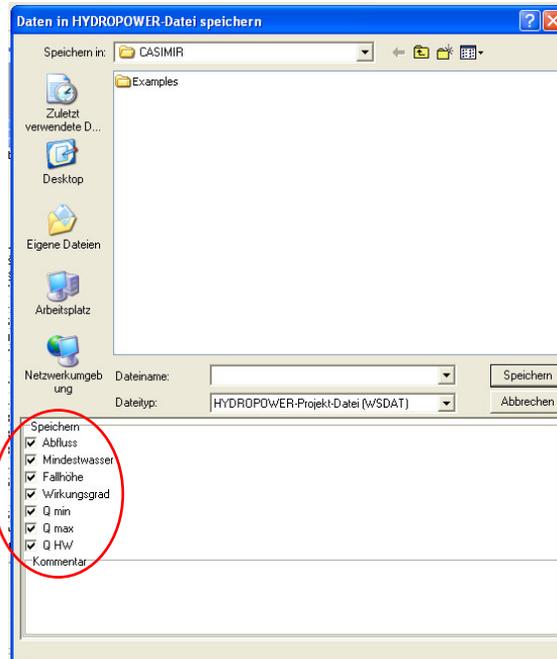


Abb. 6: Auswahl der separat gesicherten Eingangsdaten zum Speichern der Projektdatei

Beim Öffnen einer Projektdatei, werden die entsprechenden Eingangsdaten automatisch in die CASiMiR-Hydropower Benutzeroberfläche geladen.

## 3.2. Ergebnisse aus CASiMiR-Hydropower

Die Ergebnisse der energiewirtschaftlichen Berechnungen mit CASiMiR-Hydropower können tabellarisch in Tages- oder Jahreswerten angezeigt werden. Des Weiteren können die Tageswerte in einer interaktiven graphischen Darstellung miteinander kombiniert werden, um somit einen charakteristischen Leistungsplan zu erstellen. Zusätzlich bestehen die Optionen der Erlösberechnung durch Definition einer Einspeisevergütung pro kWh, sowie der Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen mit alternativen Energiequellen.

Sind alle Daten erfolgreich eingelesen, kann über die Schaltfläche „Arbeitsvermögen berechnen“ die Energieproduktion berechnet werden. Die tabellarischen und graphischen Visualisierungen der Berechnungsergebnisse werden über die entsprechenden Schaltflächen dargestellt. Eine weitere Möglichkeit die Berechnungsergebnisse auszugeben besteht über die Menüführung:

- ☞ Wählen Sie im Menü *Ergebnisse* → **Tageswerte graphisch** oder **Tageswerte Tabelle** oder **Jahreswerte**

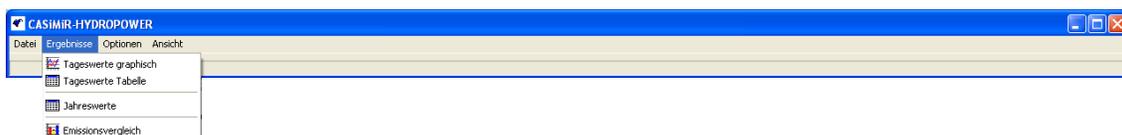


Abb. 7: Ausgabe der energiewirtschaftlichen Berechnungsergebnisse über die Menüleiste

### 3.2.1 Tabellarische Auswertung

Die tabellarische Auswertung der Jahres – bzw. der Tageswerte kann als Textdatei gesichert werden. Aufgrund des tabellarischen Aufbaus der Ergebnisdateien können diese einfach in ein externes Programm übertragen werden. Hierfür müssen lediglich die Ergebnisse kopiert und im externen Programm eingefügt werden.

### **Jahreswerte:**

Das Tabellenblatt Jahreswerte enthält neben dem Jahresarbeitsvermögen, dem Jahreserlös und dem energetischen Nutzungsgrad folgende Auswertungen aufgeteilt nach maximalen, mittleren und minimalen Werten:

- |                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| ☞ <i>Leistung</i>             | ☞ <i>Fallhöhe</i>           |
| ☞ <i>Wirkungsgrad</i>         | ☞ <i>Tagesarbeit</i>        |
| ☞ <i>Hauptabfluss</i>         | ☞ <i>Turbinendurchfluss</i> |
| ☞ <i>Verwertbarer Abfluss</i> | ☞ <i>Wehrüberlauf</i>       |

Zusätzlich werden nachstehende Abflussvolumina ausgegeben:

- ☞ *Jahresabfluss*
- ☞ *Verwertbarer Abfluss*
- ☞ *Turbinendurchfluss*
- ☞ *Wehrüberlauf*

### **Tagesswerte:**

Das Tabellenblatt mit den Tageswerten enthält die oben genannten Auswertungen entsprechend für jeden Tag aufgelistet.

### **Begriffserläuterungen:**

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| Jahresabfluss:        | Gesamtvolumen des Abfluss innerhalb eines Jahres   |
| Verwertbarer Abfluss: | Volumen des Abflusses, der den Mindestdurchfluss der Turbinen überschreitet                              |
| Turbinendurchfluss:   | Abflussvolumen, das zur Stromerzeugung über die Turbinen genutzt wird.                                   |
| Wehrüberlauf:         | Volumen des Abfluss, der nicht zur Stromerzeugung genutzt werden kann und über das Wehr abgeleitet wird. |

## **3.2.2 Graphische Auswertung**

Die oben genannten Ergebnisse können graphisch visualisiert werden. Die maßgebenden Faktoren können dabei einzeln betrachtet werden oder beliebig über interaktive Schaltflächen miteinander kombiniert werden, um einen übersichtlichen Leistungsplan einer Wasserkraftanlage darzustellen.

### 3.2.3 Erlösberechnung

Um den Jahreserlös zu berechnen kann über die Schaltfläche Optionen eine Einspeisevergütung je kWh definiert werden.

☞ *Schaltfläche **Optionen** → **Erlösberechnung***



Abb. 8: Definition der Einspeisevergütung für eine Kilowattstunde zur Berechnung der Erlöse

Das Ergebnis der Erlösberechnung wird in der tabellarischen Auswertung (Jahres- bzw. Tageswerte) ausgegeben und kann über die interaktiven Schaltflächen in der graphischen Auswertung visualisiert werden.

## 4. Berechnungsbeispiel

Anhand dem folgenden Berechnungsbeispiel werden die oben erläuterten Eingangsdaten in CASiMiR-Hydropower eingelesen, die energiewirtschaftlichen Berechnungen durchgeführt sowie die Ergebnisse dargestellt und interpretiert. Alle benötigten Daten befinden sich in dem installierten Verzeichnis „...CASiMiR-Base/CASiMiR-Hydropower/Examples“.

### 4.1 Einlesen der Eingangsdaten

#### Abflussdaten:

Insgesamt befinden sich drei unterschiedliche Abflussdateien im Beispielsordner:

- ☞ **Bsp\_Q-Ganglinie\_2001.WSABF**  
(Ganglinie aus mittleren Tageswerten für das Jahr 2001)
- ☞ **Bsp\_Q-Dauerlinie\_2001.WSABF**  
(Dauerlinie aus mittleren Tageswerten für das Jahr 2001)
- ☞ **Bsp\_Q-Dauerlinie\_1989-2001.WSABF**  
(Jahresdauerlinie aus mittleren Tageswerten für die Periode 1989-2001)

Die Berechnung kann jeweils immer nur für eine Datei separat stattfinden. Zum Einlesen der Dateien gehen Sie wie folgt vor:

- ☞ *Rechte Maustaste* → *Einlesen aus* → **Bsp\_Q-Dauerlinie\_2001.WSABF**

Die folgende Abbildung zeigt die eingelesenen Abflussdaten aus der Dauerlinie für das Jahr 2001 (Bsp\_Q-Dauerlinie\_2001.WSABF):

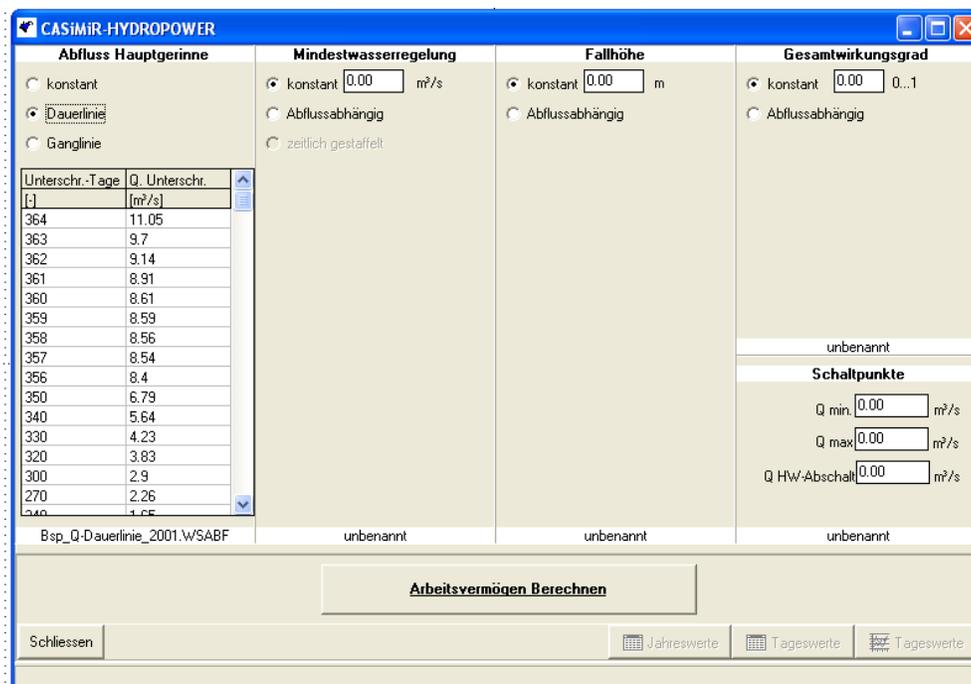


Abb. 9: Eingabe/Einlesen der Abflussdaten

### Mindestwasserregelung:

Für die Mindestwasserregelung befinden sich zwei verschiedene Dateien im Beispielsordner:

- ☞ **Bsp\_MWR\_gestaffelt.WSMWR**  
(gestaffelte Mindestwasserregelung)
- ☞ **Bsp\_MiWR\_Q-abhängig.WSMWR**  
(abflussabhängige Mindestwasserregelung)

Analog zu den Abflussdateien kann für eine Berechnung jeweils nur eine Mindestwasserregelung ausgewählt werden.

- ☞ Rechte Maustaste → Einlesen aus → **Bsp\_MWR\_Q-abhängig.WSMWR**

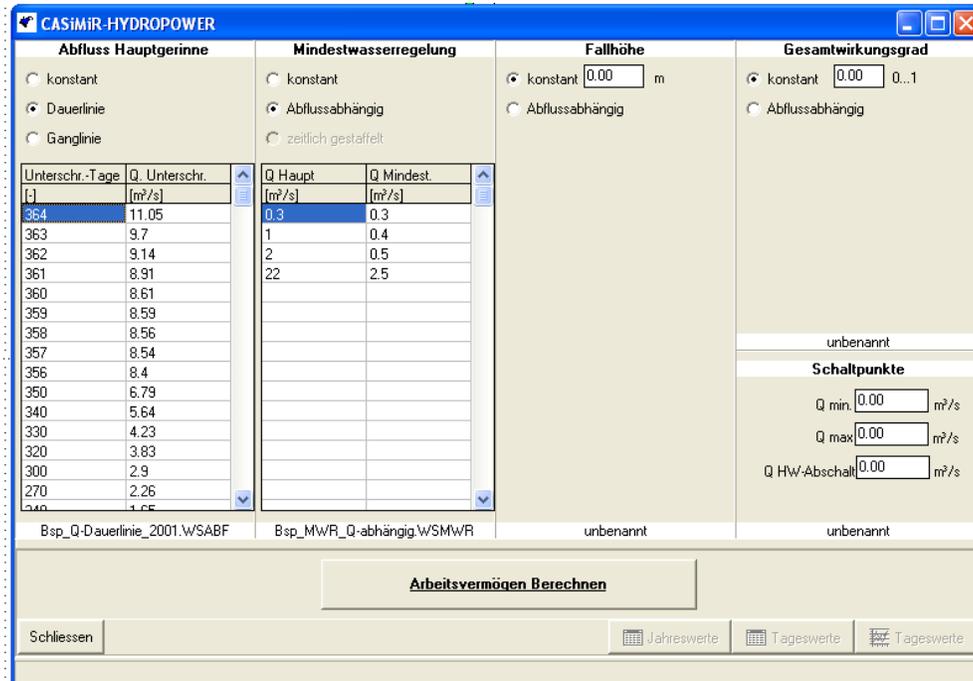


Abb. 10: Eingabe/Einlesen der gestaffelten Mindestwasserregelung

### Abflussabhängige Fallhöhe, Wirkungsgrad und Schaltpunktinformationen:

Im vorliegenden Beispiel ist jeweils eine abflussabhängige Fallhöhe, ein Wirkungsgradsverlauf und eine Schaltpunktinformationsdatei gegeben:

- ☞ Rechte Maustaste → Einlesen aus → **Bsp\_Fallhöhe\_Q-abhängig.WSFHD**
- ☞ Rechte Maustaste → Einlesen aus → **Bsp\_Wirkungsgrad\_Q-abhängig.WSWG**
- ☞ Rechte Maustaste → Einlesen aus → **Bsp\_Schaltpunkte.WSSPT**

Nachdem alle Eingangsdaten eingelesen wurden, stellt sich die Casimir-Hydropower-Benutzeroberfläche wie folgt dar.

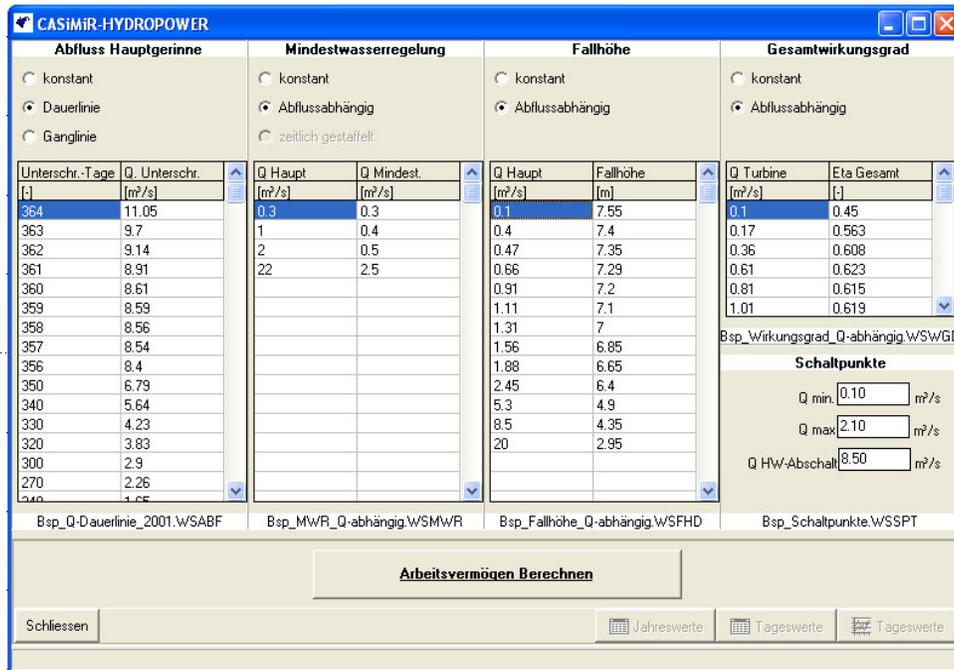


Abb. 11: Übersicht über die benötigten Eingabedaten

## 4.2 Starten der Berechnung

Um die energiewirtschaftliche Berechnung zu starten gehen Sie wie folgt vor:

- ☞ Betätigen Sie das rot markierte Schaltfeld **Arbeitsvermögen berechnen** in Abb. 14

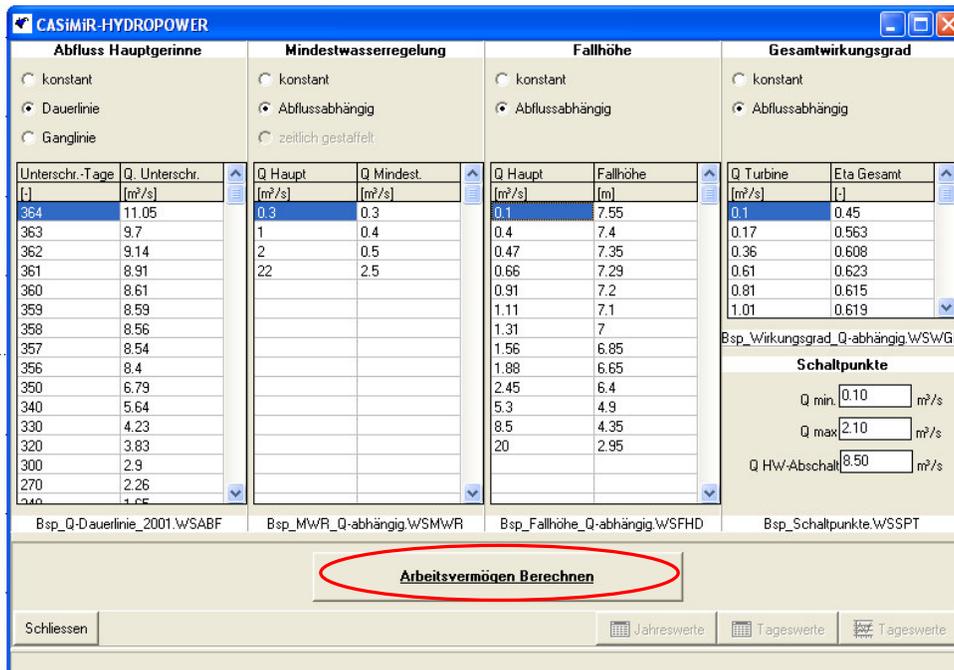


Abb. 12: Starten der energiewirtschaftlichen Berechnung

### 4.3 Auslesen der Ergebnisdateien

Die Ergebnisse aus der energiewirtschaftlichen Untersuchung lassen sich über die rot markierten Schaltflächen tabellarisch und graphisch in Jahreswerten bzw. in Tageswerten anzeigen.

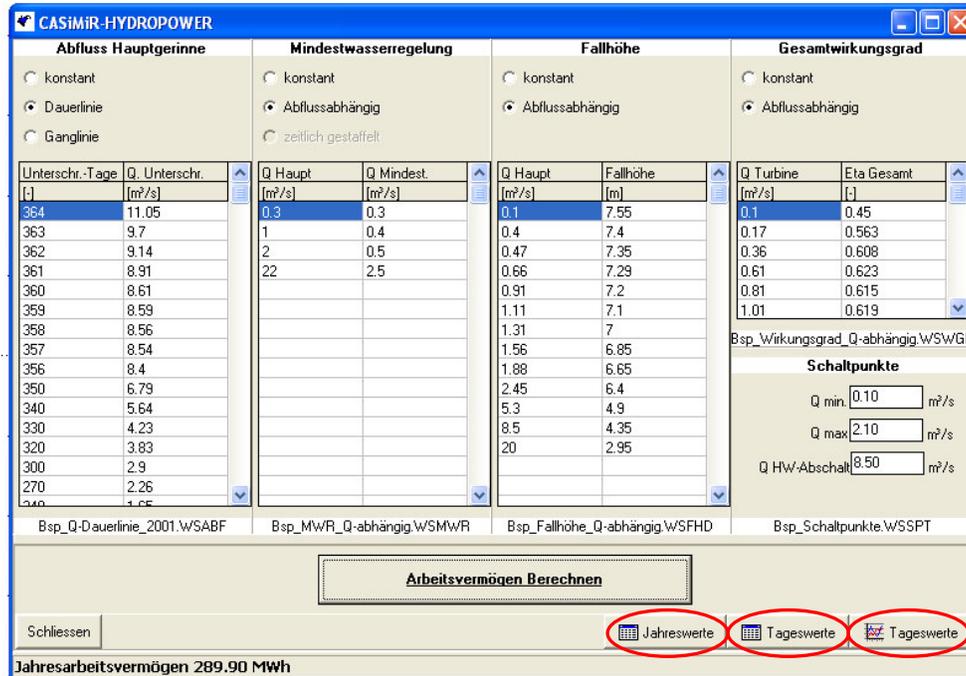


Abb. 13: Ausgabe der energiewirtschaftlichen Berechnungsergebnisse über die Benutzeroberfläche

Abb. 16 gibt einen Auszug der Jahreswerte wieder, während Abb. 17 einen Auszug der Auflistung der berechneten Tageswerte anzeigt.

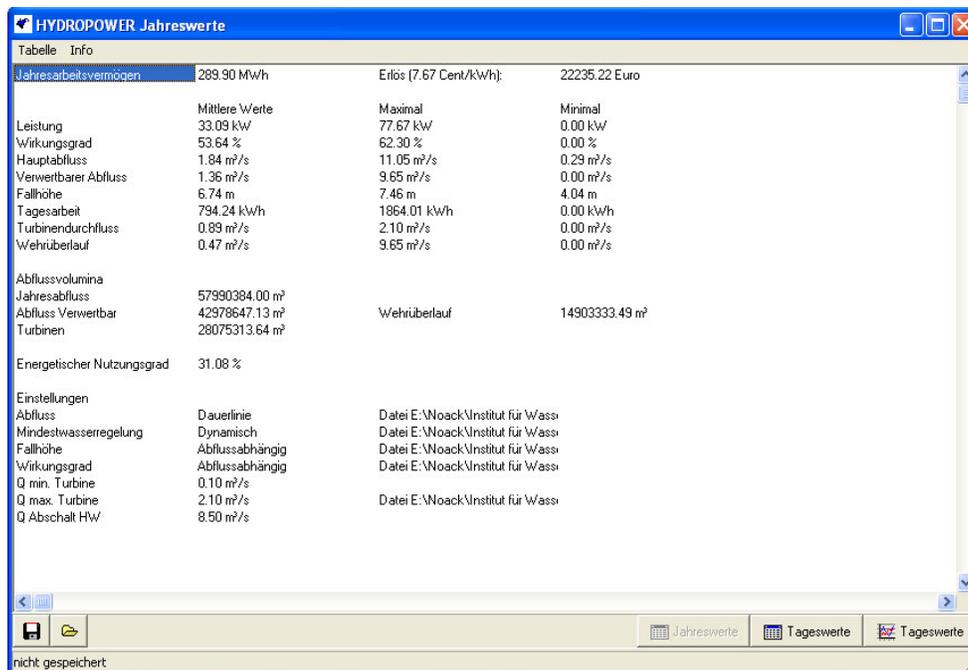


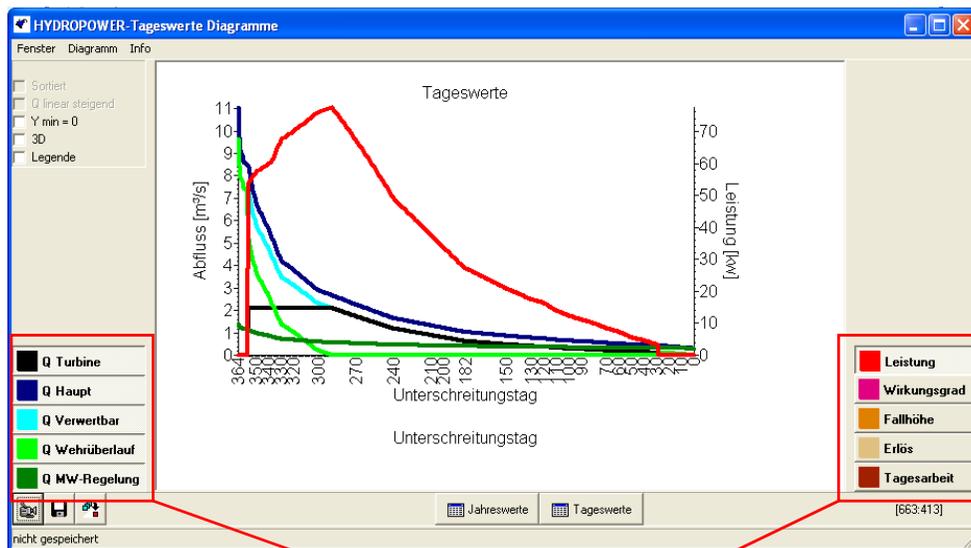
Abb. 14: Tabellarische Ausgabe der Jahreswerte

Unterschreitungstag	Q Unterschreitung [m³/s]	Q MW-Regel [m³/s]	Q Verwertbar [m³/s]	Q Wehrüberlauf [m³/s]	Q Turbine [m³/s]	Fallhöhe [m]	Wirkungsgrad [-]	Leistung [kw]	Erlös [k]
364	11.05	1.41	9.65	9.65	0.00	4.04	0.00	0.00	0.00
363	9.70	1.27	8.43	8.43	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00
362	9.14	1.21	7.93	7.93	0.00	4.27	0.00	0.00	0.00
361	8.91	1.19	7.72	7.72	0.00	4.30	0.00	0.00	0.00
360	8.61	1.16	7.45	7.45	0.00	4.34	0.00	0.00	0.00
359	8.59	1.16	7.43	7.43	0.00	4.34	0.00	0.00	0.00
358	8.56	1.16	7.40	7.40	0.00	4.34	0.00	0.00	0.00
357	8.54	1.15	7.39	7.39	0.00	4.35	0.00	0.00	0.00
356	8.40	1.14	7.26	5.16	2.10	4.37	0.60	53.98	12
355	8.13	1.11	7.02	4.92	2.10	4.41	0.60	54.55	13
354	7.86	1.09	6.78	4.68	2.10	4.46	0.60	55.12	13
353	7.60	1.06	6.54	4.44	2.10	4.51	0.60	55.69	13
352	7.33	1.03	6.29	4.19	2.10	4.55	0.60	56.26	13

Abb. 15: Tabellarische Ausgabe der Tageswerte

Die tabellarischen Daten können über „Copy and Paste“ in ein externes Tabellenprogramm, wie z. B. MS Excel, übertragen werden.

Die interaktive graphische Darstellung der Berechnungsergebnisse ermöglicht eine übersichtliche Darstellung eines Leistungsplans, in dem die Eingabedaten und berechneten Ergebnisse beliebig miteinander kombiniert werden können (Abb. 18).



Interaktive Schaltflächen

Abb. 16: Graphische Ausgabe der Tageswerte für die Abflussdauerlinie

In den Leistungsplan können beliebig die charakteristischen Abflüsse (Hauptabfluss, Turbinenabfluss, Mindestwasserabfluss) über interaktive Schaltflächen hinzugeschaltet werden und der Leistung, dem Wirkungsgrad, der Fallhöhe, dem Erlös oder der Tagesarbeit gegenübergestellt werden.

Abb. 19 zeigt die interaktive Graphik des Leistungsplans für eine beliebige Abflussganglinie mit gestaffelter Mindestwasserregelung. Die veränderten Eingangsdaten gegenüber Abb. 18 sind folgend aufgelistet

- **Bsp\_Q-Ganglinie\_2001.WSABF**
- **Bsp\_MWR\_gestaffelt.WSMWR**

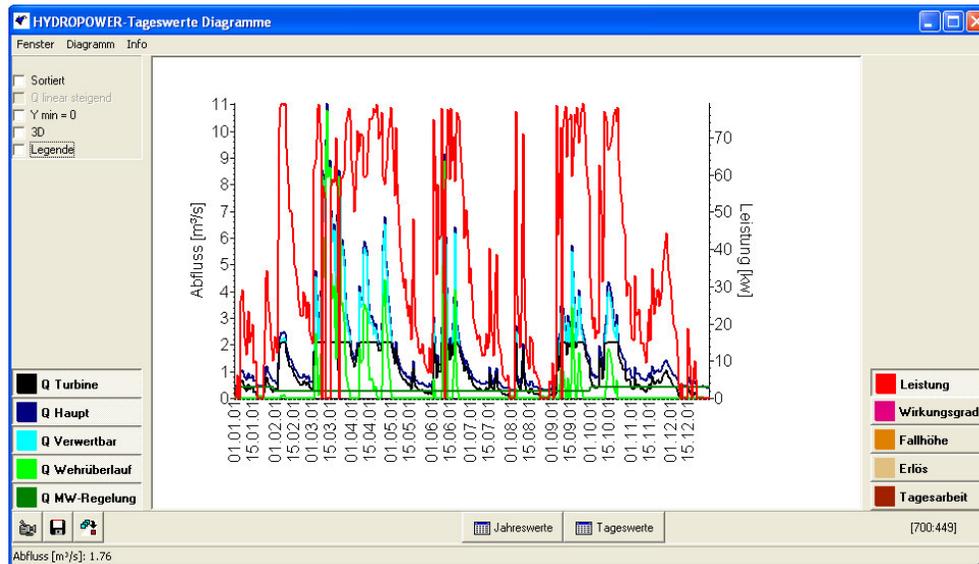


Abb. 17: Graphische Ausgabe der Tageswerte für die Abflussganglinie

Analog zum Leistungsplan für die Abflussdauerlinie können die charakteristischen Abflüssen beliebig über die interaktiven Schaltflächen miteinander kombiniert werden und den wasserkraftspezifischen Werten gegenübergestellt werden.