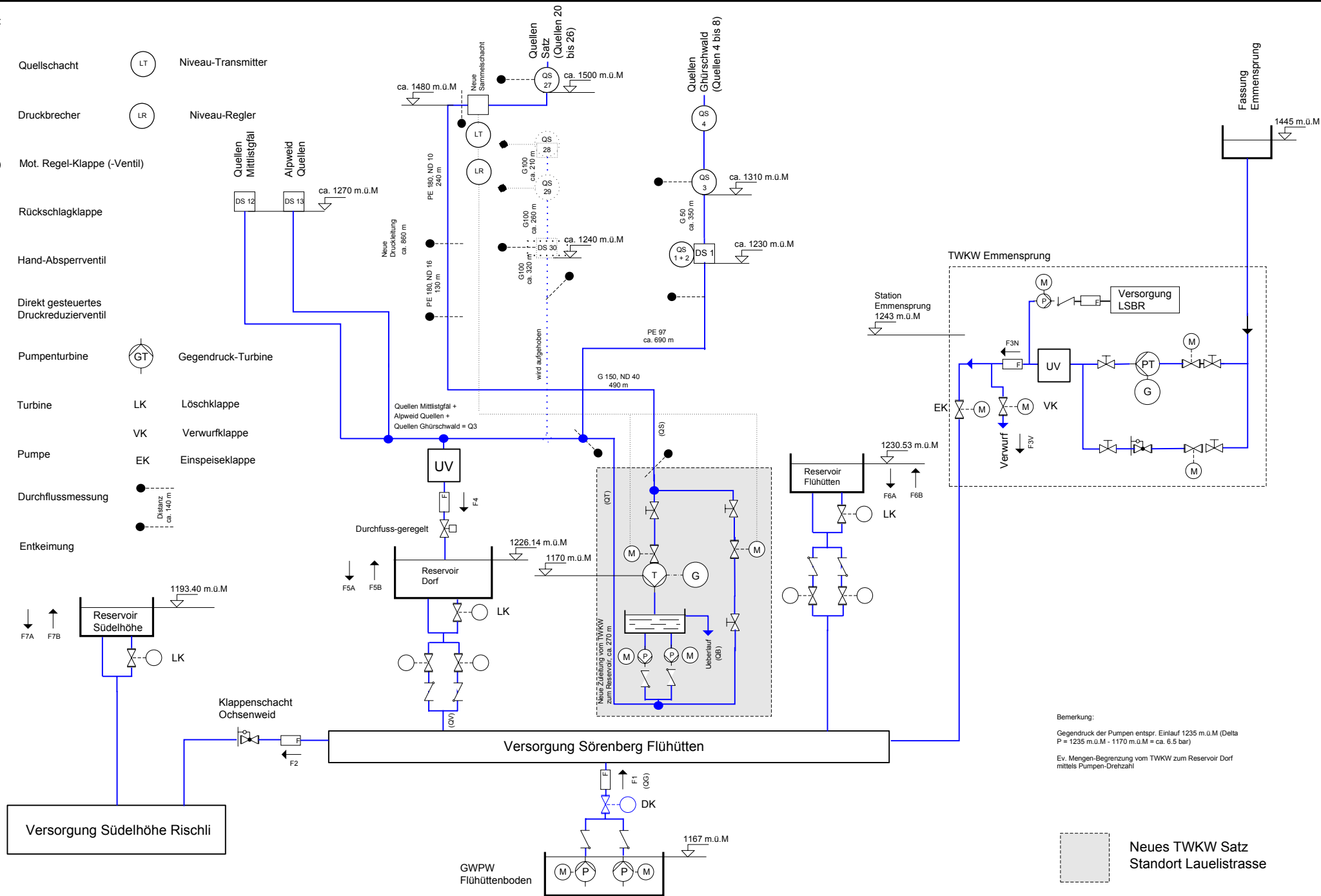


Legende:

- Quellschacht
- Niveau-Transmitter
- Druckbrecher
- Niveau-Regler
- Mot. Regel-Klappe (-Ventil)
- Rückschlagklappe
- Hand-Absperrventil
- Direkt gesteuertes Druckreduzierventil
- Pumpenturbine
- Gegendruck-Turbine
- Turbine
- Löschklappe
- Verwurfklappe
- Pumpe
- Einspeiseklappe
- Durchflussmessung
- Entkeimung

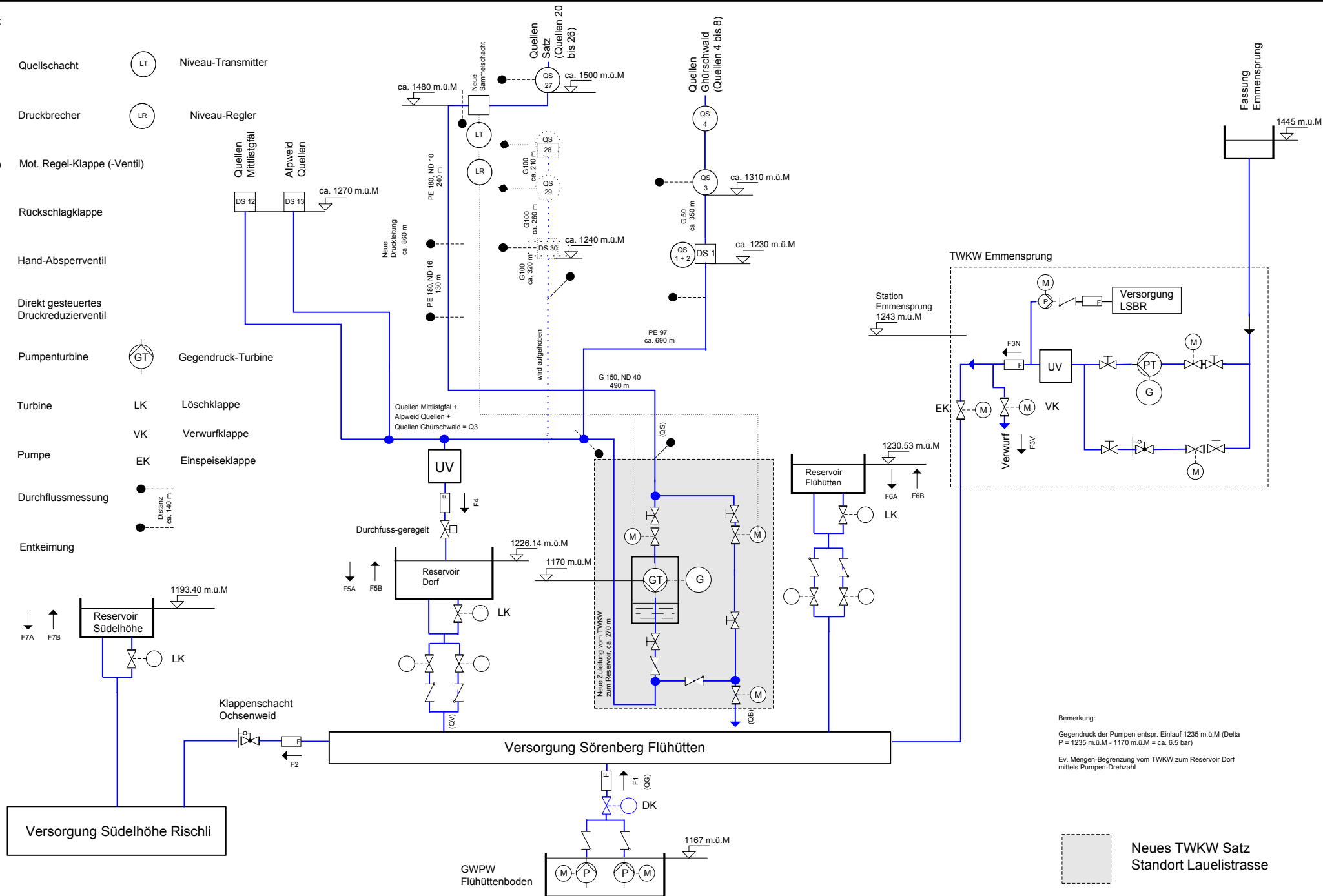


Bemerkung:
 Gegendruck der Pumpen entspr. Einlauf 1235 m.ü.M (Delta P = 1235 m.ü.M - 1170 m.ü.M = ca. 6.5 bar)
 Ev. Mengen-Begrenzung vom TWKW zum Reservoir Dorf mittels Pumpen-Drehzahl

Neues TWKW Satz Standort Lauelistrasse

Legende:

- | | | | |
|--|--|--|--------------------|
| | Quellschacht | | Niveau-Transmitter |
| | Druckbrecher | | Niveau-Regler |
| | Mot. Regel-Klappe (-Ventil) | | |
| | Rückschlagklappe | | |
| | Hand-Absperrventil | | |
| | Direkt gesteuertes Druckreduzierventil | | |
| | Pumpenturbine | | Gegendruck-Turbine |
| | Turbine | | Löschklappe |
| | Pumpe | | Verwurfklappe |
| | Durchflussmessung | | Einspeiseklappe |
| | Entkeimung | | |

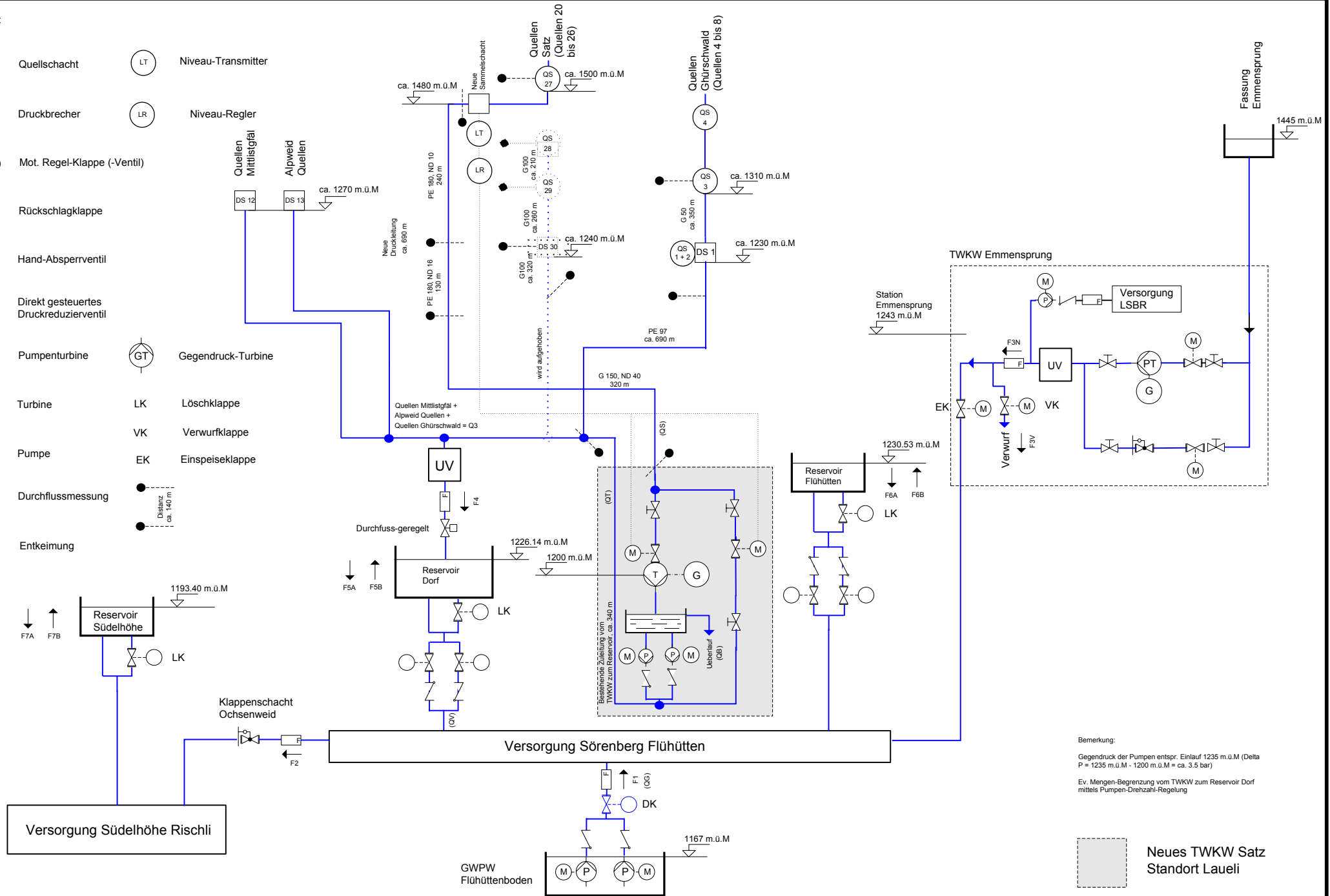


Bemerkung:
 Gegendruck der Pumpen entspr. Einlauf 1235 m.ü.M (Delta P = 1235 m.ü.M - 1170 m.ü.M = ca. 6.5 bar)
 Ev. Mengen-Begrenzung vom TWKW zum Reservoir Dorf mittels Pumpen-Drehzahl

Neues TWKW Satz Standort Lauelistrasse

Legende:

- | | | | |
|--|--|--|--------------------|
| | Quellschacht | | Niveau-Transmitter |
| | Druckbrecher | | Niveau-Regler |
| | Mot. Regel-Klappe (-Ventil) | | |
| | Rückschlagklappe | | |
| | Hand-Absperrventil | | |
| | Direkt gesteuertes Druckreduzierventil | | |
| | Pumpenturbine | | Gegendruck-Turbine |
| | Turbine | | Löschklappe |
| | Pumpe | | Verwurfklappe |
| | Durchflussmessung | | Einspeiseklappe |
| | Entkeimung | | |



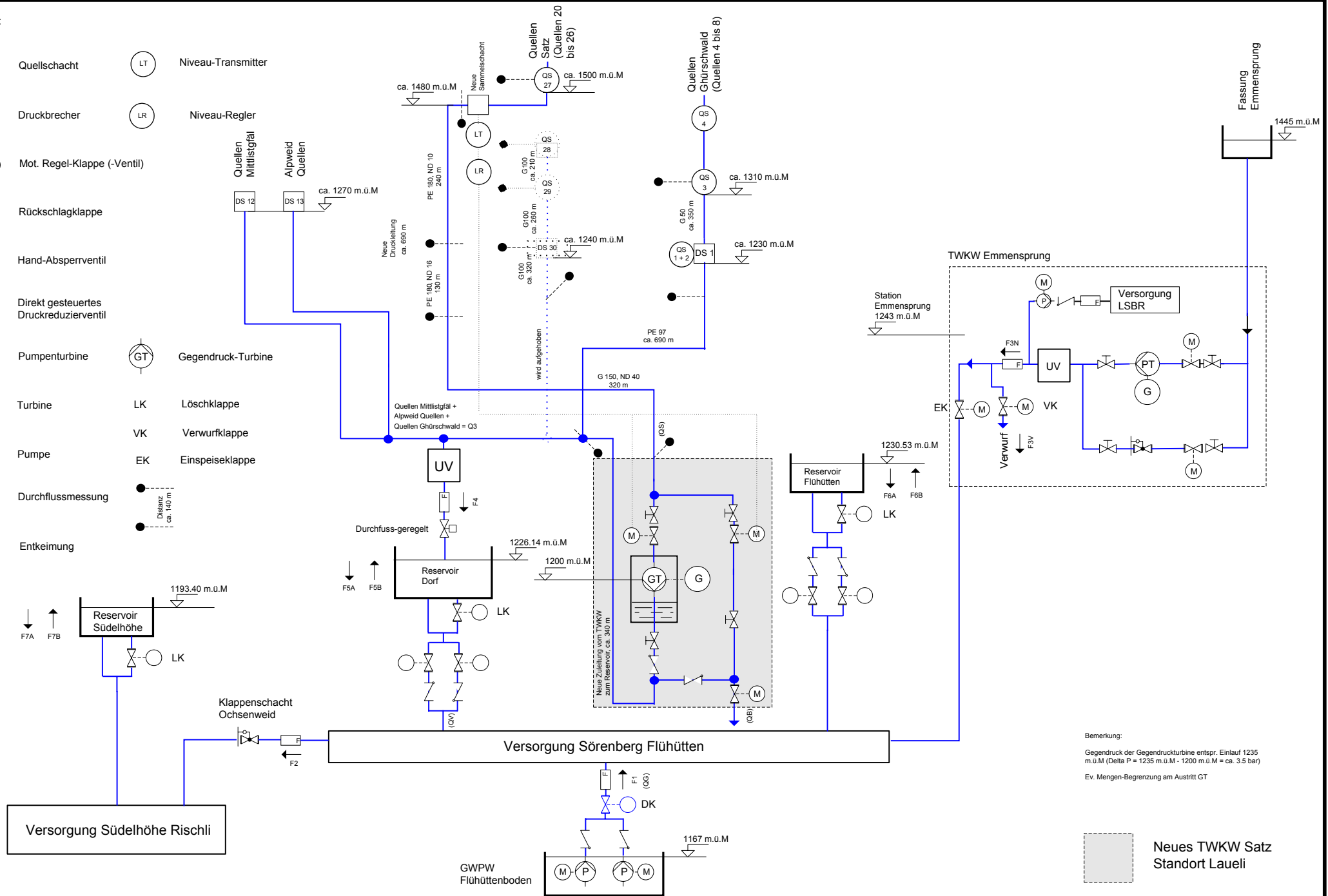
Bemerkung:
 Gegendruck der Pumpen entspr. Einlauf 1235 m.ü.M (Delta P = 1235 m.ü.M - 1200 m.ü.M = ca. 3.5 bar)
 Ev. Mengen-Begrenzung vom TWKW zum Reservoir Dorf mittels Pumpen-Drehzahl-Regelung

Neues TWKW Satz Standort Laueli

Wasserversorgungs-Genossenschaft Sörenberg (LU)
 TWKW Satz, Standort Lauelistrasse (Pelton-Turbine und Pumpen)
 Übersicht hydraulische Situation

Legende:

- Quellschacht
- Niveau-Transmitter
- Druckbrecher
- Niveau-Regler
- Mot. Regel-Klappe (-Ventil)
- Rückschlagklappe
- Hand-Absperrventil
- Direkt gesteuertes Druckreduzierventil
- Pumpenturbine
- Gegendruck-Turbine
- Turbine
- Löschklappe
- Pumpe
- Verwurfklappe
- Einspeiseklappe
- Durchflussmessung
- Entkeimung



Bemerkung:
 Gegendruck der Gegendruckturbine entspr. Einlauf 1235 m.ü.M (Delta P = 1235 m.ü.M - 1200 m.ü.M = ca. 3.5 bar)
 Ev. Mengen-Begrenzung am Austritt GT

Neues TWKW Satz Standort Laueli

Wasserversorgungs-Genossenschaft Sörenberg (LU)
 TWKW Satz, Standort Laueli (Gegendruck-T)
 Übersicht hydraulische Situation

Gewichtung der Standorte

Gewichtung relativ	Faktor rel.	Gewichtung relativ	Faktor rel.	Gewichtung relativ	Faktor rel.	Gewichtung relativ
Zentralen Ausbau / Standort	0.30					
		Zentrale	0.500			
				Projekt Schutzwall	0.050	0.0075
				Integrierte Betriebszentrale	0.250	0.0375
				Integriertes Archiv	0.250	0.0375
				Platzbedarf Turbinensystem	0.350	0.0525
				Ausbaumöglichkeiten	0.100	0.0150
				Summe:	1.000	
		Zufahrt zur Zentrale	0.300			
				Sommer, Asphalt trocken	0.150	0.0135
				Sommer, Asphalt nass	0.200	0.0180
				Sommer, Natur, trocken	0.150	0.0135
				Sommer, Natur, nass	0.200	0.0180
				Winter, Schnee, Eis	0.300	0.0270
				Summe:	1.000	
		Erschliessung	0.050			
				Elektrische Erschliessung	0.400	0.0060
				Wasser und Abwasser	0.300	0.0045
				Kommunikation	0.300	0.0045
				Summe:	1.000	
		Ausnutzungsziffer am Standort	0.050			
				Ausnutzung	0.500	0.0075
				Einzonung-Plan	0.500	0.0075
				Summe:	1.000	
		Landpreis	0.100			
				Verfügbarkeit	0.400	0.0120
				Preis pro m ²	0.600	0.0180
				Summe:	1.000	
		Umweltverträglichkeit Bau	0.100			
				Natur- und Landschaftschutz	0.400	0.0120
				Emissionen	0.600	0.0180
				Summe:	1.000	
		Unterhalt	0.100			
				Zufahrtsstrasse	0.350	0.0105
				Gebäude	0.300	0.0090
				Gebäude-Installationen	0.200	0.0060
				Umgebung	0.150	0.0045
				Summe:	1.000	

Gewichtung relativ	Faktor rel.	Gewichtung relativ	Faktor rel.	Gewichtung relativ	Faktor rel.	Gewichtung relativ
Druckleitung ab Schacht Nr. 30	0.15					
		Länge 1	0.100			
				Nennweite	0.300	0.0045
				Material	0.200	0.0030
				Verlegung	0.250	0.0038
				Durchleitungsrecht	0.250	0.0038
				Summe:	1.000	
Zuleitung zum Reservoir Dorf	0.15					
		Länge 2	0.150			
				Nennweite	0.300	0.0068
				Material	0.200	0.0045
				Verlegung	0.300	0.0068
				Durchleitungsrecht	0.200	0.0045
				Summe:	1.000	
Baukosten (± 25%) und Kostenvergleich	0.40					
		Bauliche Einrichtungen	0.500			
				Zentralengebäude	0.200	0.0400
				Erschliessung	0.300	0.0600
				Landerwerb	0.100	0.0200
				Sammelschacht	0.200	0.0400
				Bufferspeicher (Zwischenreser.)	0.200	0.0400
				Summe:	1.000	
		Elektro-Mechanik	0.300			
				Turbine/Generator	0.500	0.0600
				Pumpen	0.500	0.0600
				Summe:	1.000	
		Druckleitungen / Armaturen	0.250			
				Druckleitung	0.600	0.0600
				Zuleitung Turb.-Reservoir	0.400	0.0400
				Summe:	1.000	
		Gesamtkosten	0.450			
				Stromgestehungskosten	0.650	0.1170
				Kosten-Nutzenverhältnis	0.350	0.0630
				Kosten-Nutzenverhältnis der ganzheitlichen Betrachtung	0.300	0.0540
				Summe:	1.000	
	Summe:	1.00		Summe:	2.950	

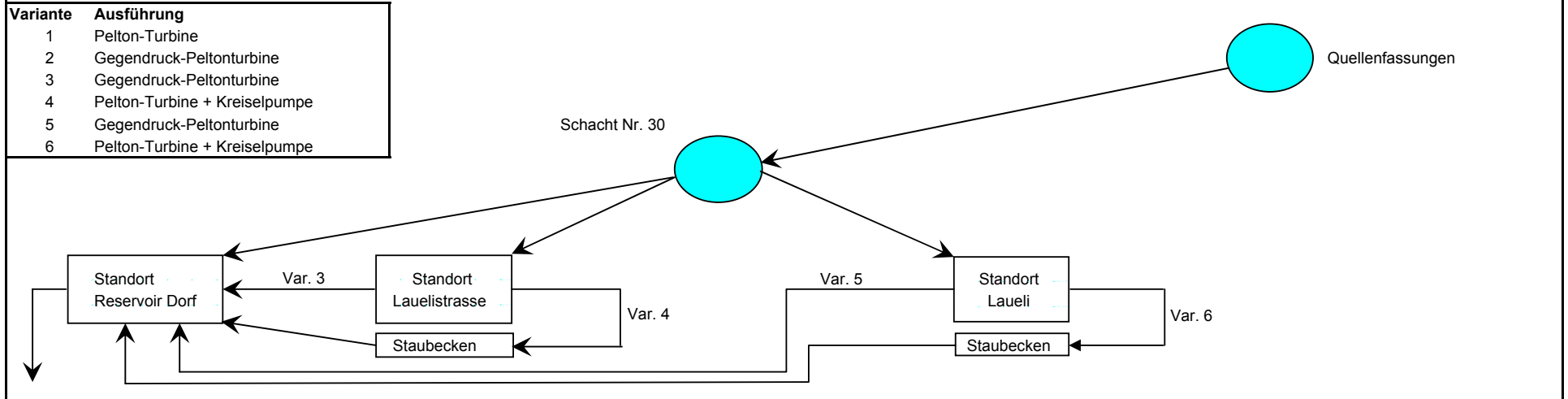
Punktebewertung aller Standorte.																	
Varianten				1		2		3		4		5		6			
				Satz Reservoir Dorf				Satz Lauelistrasse				Satz Laueli					
Quellen Standort				Pelton		Gegendruck-Turbine		Gegendruck-Turbine		Pelton-Turbine und Kreiselpumpen		Gegendruck-Turbine		Pelton-Turbine und Kreiselpumpen			
Elektro-mechanische Ausrüstung																	
Brutto-Nutzgefälle				m		260		274		330		330		300		300	
Gegendruck				m		0		9		65		65		35		35	
Zuflussmenge				l/s		31		31		31		31		31		31	
Leistung ca.				kW		55.91		56.99		56.99		56.99		56.99		56.99	
Energieproduktion				kWh													
Pumpenleistung				kW		0		0		0		28.24		0.00		15.21	
Leistung verfügbar				kW		56		56.99		56.99		28.75		56.99		41.78	
Energieverbrauch				kWh													
Energiebilanz																	
Qualitative Beurteilung				Reservoir Dorf				Lauelistrasse				Laueli					
Gewichtung der Ausrüstung absolut (Horizontale Gewichtung)				Korr. Faktor	Max. Punkte	Punktzahl	Gewichtung relativ	Punktzahl	Gewichtung relativ	Punktzahl	Werte	Punktzahl	Gewichtung relativ	Punktzahl	Gewichtung relativ		
Zentralen Ausbau / Standort																	
Zentrale	Projekt Schutzwall			0.0500	10	2	0.0100	2	0.0100	1	0.0050	1	0.0050	10	0.0500	10	0.0500
	integrierte Betriebszentrale WV			0.2500	10	1	0.0250	1	0.0250	8	0.2000	8	0.2000	8	0.2000	8	0.2000
	integriertes Archiv WV			0.2500	10	1	0.0250	1	0.0250	8	0.2000	8	0.2000	8	0.2000	8	0.2000
	Platzbedarf Turbinensystem			0.3500	10	6	0.2100	7	0.2450	6	0.2100	5	0.1750	7	0.2450	6	0.2100
	Ausbaumöglichkeiten			0.1000	10	5	0.0500	5	0.0500	8	0.0800	8	0.0800	8	0.0800	8	0.0800
Zufahrt Zentralse	Sommer, Asphalt trocken			0.1500	10	1	0.0150	1	0.0150	9	0.1350	9	0.1350	8	0.1200	8	0.1200
	Sommer, Asphalt nass			0.2000	10	1	0.0200	1	0.0200	8	0.1600	8	0.1600	7	0.1400	7	0.1400
	Sommer, Natur, trocken			0.1500	10	1	0.0150	1	0.0150	9	0.1350	9	0.1350	6	0.0900	6	0.0900
	Sommer, Natur, nass			0.2000	10	1	0.0200	1	0.0200	7	0.1400	7	0.1400	5	0.1000	5	0.1000
	Winter, Schnee, Eis			0.3000	10	0	0.0000	0	0.0000	5	0.1500	5	0.1500	5	0.1500	5	0.1500

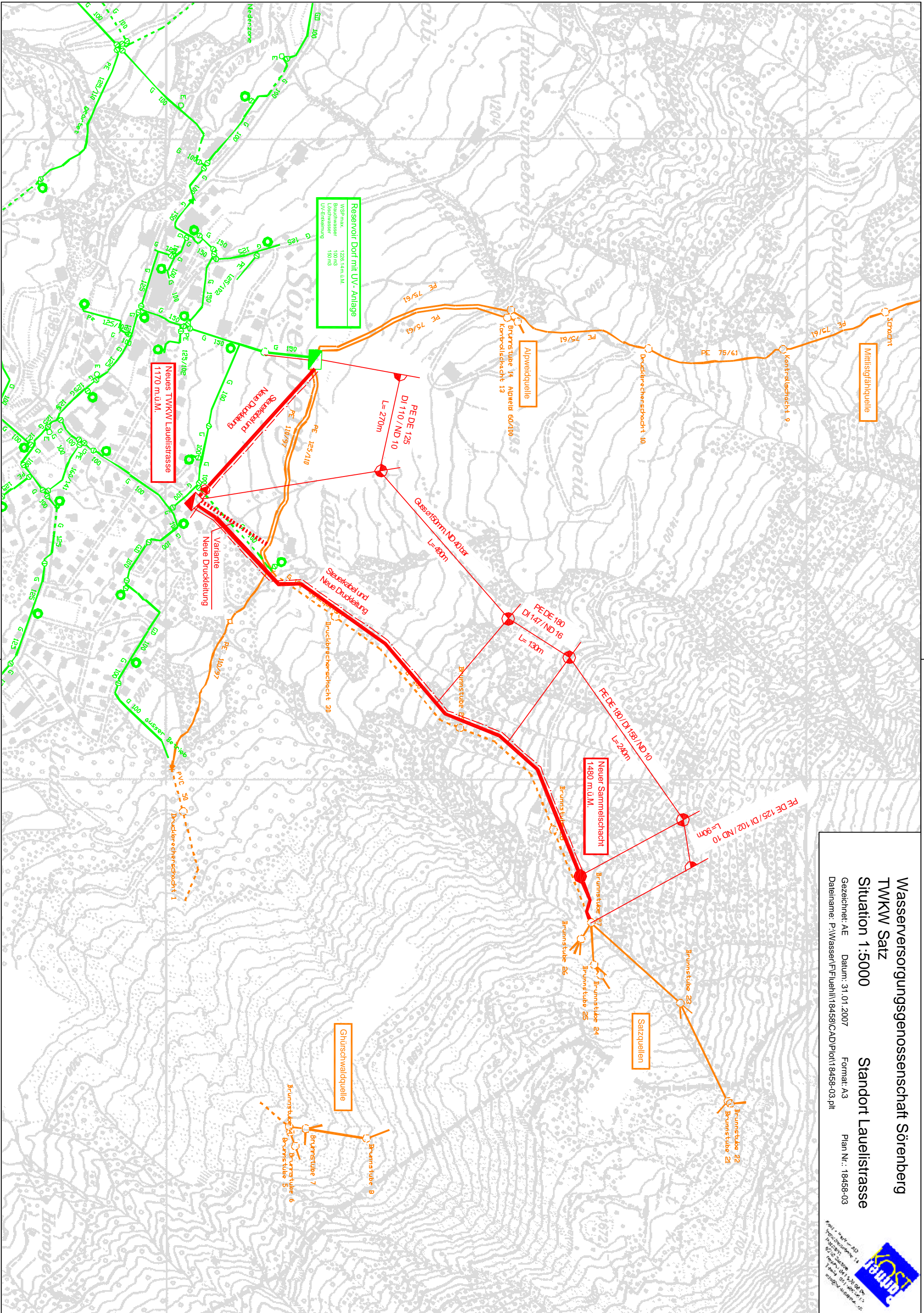
Varianten				1	2	3	4	5	6						
		Quellen Standort		Satz Reservoir Dorf		Satz Lauelistrasse		Satz Laueli							
				Pelton	Gegendruck-Turbine	Gegendruck-Turbine	Pelton-Turbine und Kreiselpumpen	Gegendruck-Turbine	Pelton-Turbine und Kreiselpumpen						
Elektro-mechanische Ausrüstung	Elektrische Erschliessung	0.4000	10	2	0.0800	2	0.0800	7	0.2800	7	0.2800	6	0.2400	6	0.2400
	Wasser und Abwasser	0.3000	10	2	0.0600	2	0.0600	6	0.1800	6	0.1800	6	0.1800	6	0.1800
	Kommunikation	0.3000	10	1	0.0300	1	0.0300	4	0.1200	4	0.1200	5	0.1500	5	0.1500
Ausnützungsziffer am	Ausnützung	0.5000	10	4	0.2000	6	0.3000	7	0.3500	7	0.3500	7	0.3500	7	0.3500
	Einzonung-Plan	0.5000	10	3	0.1500	3	0.1500	4	0.2000	4	0.2000	4	0.2000	4	0.2000
Landpreis	Verfügbarkeit	0.4000	10	8	0.3200	8	0.3200	3	0.1200	3	0.1200	4	0.1600	4	0.1600
	Preis pro m2	0.6000	10	7	0.4200	7	0.4200	2	0.1200	2	0.1200	4	0.2400	4	0.2400
Umweltverträglichkeit	Natur- und Landschaftschutz	0.4000	10	8	0.3200	8	0.3200	5	0.2000	5	0.2000	5	0.2000	5	0.2000
	Emissionen	0.6000	10	7	0.4200	7	0.4200	7	0.4200	7	0.4200	7	0.4200	7	0.4200
Unterhalt	Zufahrtsstrasse	0.3500	10	1	0.0350	1	0.0350	8	0.2800	8	0.2800	8	0.2800	8	0.2800
	Gebäude	0.3000	10	5	0.1500	5	0.1500	8	0.2400	8	0.2400	8	0.2400	8	0.2400
	Gebäude-Installationen	0.0060	10	6	0.0036	6	0.0036	8	0.0048	8	0.0048	8	0.0048	8	0.0048
	Umgebung	0.1500	10	4	0.0600	4	0.0600	6	0.0900	6	0.0900	5	0.0750	5	0.0750
Total Zentralen Ausbau / Standort		0.3000	230	77	0.1004	80	0.1043	144	0.1878	143	0.1865	149	0.1943	148	0.1930
Druckleitung ab Schacht Nr. 30	Nennweite	0.3000	10	6	0.1800	6	0.1800	7	0.2100	7	0.2100	6	0.1800	6	0.1800
	Material	0.2000	10	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600
	Verlegung	0.2500	10	8	0.2000	8	0.2000	7	0.1750	7	0.1750	7	0.1750	7	0.1750
	Durchleitungsrecht	0.2500	10	5	0.1250	5	0.1250	5	0.1250	5	0.1250	7	0.1750	7	0.1750
Zuleitung zum Reservoir Dorf	Nennweite	0.3000	10	9	0.2700	9	0.2700	7	0.2100	7	0.2100	8	0.2400	8	0.2400
	Material	0.2000	10	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600	8	0.1600
	Verlegung	0.3000	10	8	0.2400	8	0.2400	6	0.1800	6	0.1800	7	0.2100	7	0.2100
	Durchleitungsrecht	0.2000	10	5	0.1000	5	0.1000	5	0.1000	5	0.1000	5	0.1000	5	0.1000
Total Druck-und Zuleitungen		0.3000	80	57	0.2138	57	0.2138	53	0.1988	53	0.1988	56	0.2100	56	0.2100
Baukosten (± 25%) und Kostenvergleich															
Zentralengebäude		0.2000	10	4	0.0800	4	0.0800	6	0.1200	6	0.1200	7	0.1400	7	0.1400

Varianten				1		2		3		4		5		6	
Quellen Standort				Satz Reservoir Dorf				Satz Lauelistrasse				Satz Laeli			
Elektro-mechanische Ausrüstung				Pelton		Gegendruck-Turbine		Gegendruck-Turbine		Pelton-Turbine und Kreiselpumpen		Gegendruck-Turbine		Pelton-Turbine und Kreiselpumpen	
Bauliche Einrichtungen	Erschliessung	0.3000	10	2	0.0600	2	0.0600	5	0.1500	5	0.1500	4	0.1200	4	0.1200
	Landerwerb	0.1000	10	7	0.0700	7	0.0700	4	0.0400	4	0.0400	4	0.0400	4	0.0400
	Sammelschacht	0.2000	10		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000
	Bufferspeicher	0.2000	10		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000
Elektro-Mechanik	Turbine/Generator	0.5000	10	7	0.3500	8	0.4000	8	0.4000	8	0.4000	8	0.4000	8	0.4000
	Pumpen	0.5000	10	7	0.3500	8	0.4000	8	0.4000	8	0.4000	8	0.4000	8	0.4000
Druckleitung / Armaten	Druckleitung	0.6000	10	8	0.4800	8	0.4800	8	0.4800	8	0.4800	8	0.4800	8	0.4800
	Zuleitung Turb.-Reservoir	0.4000	10	8	0.3200	8	0.3200	8	0.3200	8	0.3200	8	0.3200	8	0.3200
Gesamt-Kosten	Stromgestehungskosten	0.6500	10	6	0.3900	6	0.3900	6	0.3900	6	0.3900	6	0.3900	6	0.3900
	Kosten-Nutzenverhältnis	0.3500	10	7	0.2450	7	0.2450	7	0.2450	7	0.2450	8	0.2800	7	0.2450
	Kosten-Nutzenverhältnis der ganzheitlichen Betrachtung	0.3000	10	7	0.2100	7	0.0045	7	0.0000	7	0.0053	7	0.00525	7	0.0053
Total Baukosten und Kostenvergleich		0.4000	120	63	0.2100	65	0.2167	67	0.2233	67	0.2233	68	0.2267	67	0.2233
Gesamtpunktzahl und rel. Gewichtung		1.0000	430	197	0.4581	202	0.4698	264	0.6140	263	0.6116	273	0.6349	271	0.6302
Beurteilung der Konzepte				6. Rang		5. Rang		3. Rang		4. Rang		1. Rang		2. Rang	
Empfehlung															

Varianten	1	2	3	4	5	6
Quellen Standort	Satz Reservoir Dorf		Satz Lauelistrasse		Satz Lauei	
Elektro-mechanische Ausrüstung	Pelton	Gegendruck-Turbine	Gegendruck-Turbine	Pelton-Turbine und Kreiselpumpen	Gegendruck-Turbine	Pelton-Turbine und Kreiselpumpen

Variante	Ausführung
1	Pelton-Turbine
2	Gegendruck-Peltonturbine
3	Gegendruck-Peltonturbine
4	Pelton-Turbine + Kreiselpumpe
5	Gegendruck-Peltonturbine
6	Pelton-Turbine + Kreiselpumpe





Reservoir Dorf mit UV-Anlage
 VSP max. 126,14 m ü.M.
 Brauchwasser 100 m³
 Löschwasser 150 m³
 UV-Erklärung

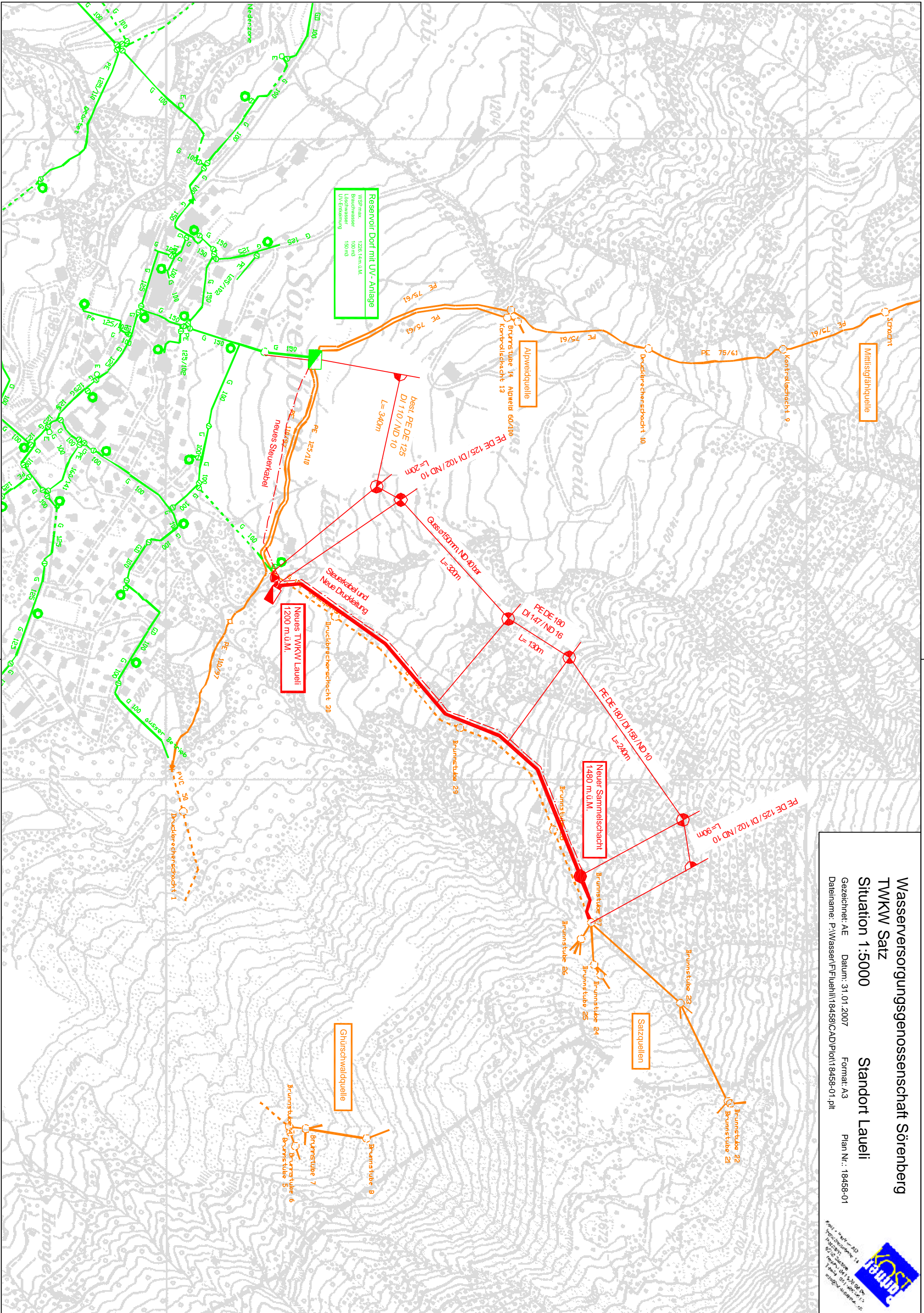
Neues TWKW Lauelistrasse
 1170 m ü.M.

Neuer Sammelanschacht
 1480 m ü.M.

Wasserversorgungsgenossenschaft Sörenberg
TWKW Satz
Situation 1:5000 **Standort Lauelistrasse**

Gezeichnet: AE Datum: 31.01.2007 Format: A3 Plan Nr.: 18458-03
 Dateiname: P:\Wasser\F\Flueh\18458\CAD\Plot1\8458-03.plt





Reservoir Dorf mit UV-Anlage
 WSP max. 1226,14m ü.M.
 Brauchwasser 100m³
 UVEinleistung 150m³

Neues TWKW Lauei
 1200 m.ü.M.

Neuer Sammeltschacht
 1480 m.ü.M.

Ghürschwaldquelle

Satzquellen

Mittelsgränquelle

Alpweidquelle

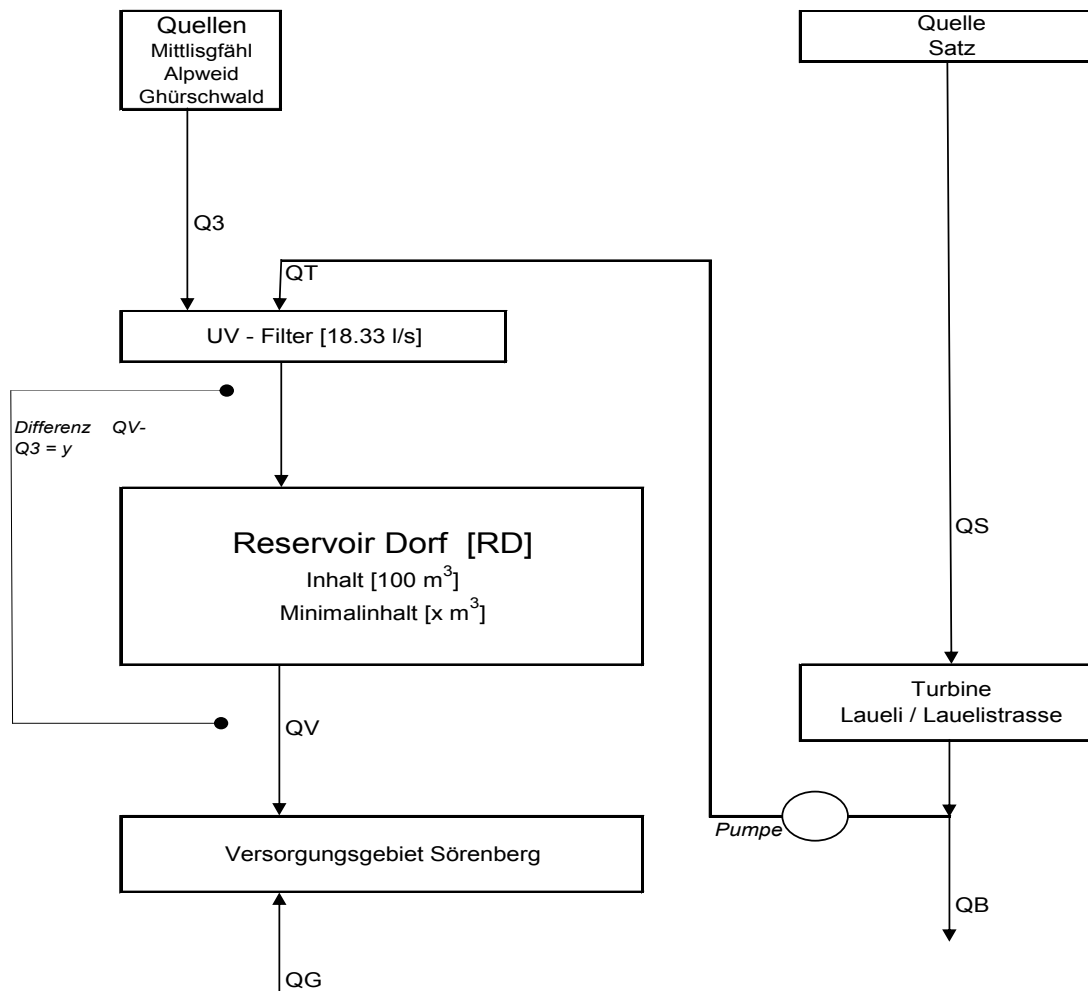
Wasserversorgungsgenossenschaft Sörenberg
TWKW Satz
Situation 1:5000 **Standort Lauei**
 Gezeichnet: AE Datum: 31.01.2007 Format: A3 Plan Nr.: 18458-01
 Dateiname: P:\Wasser\F\Flueh\18458\CAD\Plot1\8458-01.plt



Bericht und Erklärung des Programms zur Reservoirbewirtschaftung

Für die Berechnung und Simulation des Wasserganges habe ich bei der CKW ein Programm entwickelt. Dieses basiert im Grunde auf MS EXCEL und der Scriptsprache VBA (Visual Basic for Applications).

Grundsätzlich muss noch angemerkt werden, dass bei der Erstellung des Programms (Februar 07) noch keine aktuellen Wasserdaten vorlagen, und die eingegebenen Daten auf Schätzwerten basieren. Sowie ein aktueller Datensatz vorliegt, können die neuen Daten relativ einfach eingegeben werden, und das Tool berechnet die neuen Ergebnisse automatisch. Das Grundprinzip der Betrachtung ist in folgendem Diagramm dargestellt:



Man erkennt mehrere Parameter, diese sollen im Folgenden erklärt werden:

- Q3 - Summe des Wasserflusses aus den 3 Quellen Mittlistgöhl, Alpweid, Ghürschenen (m³/s)
- QS - Wasserfluss aus Quelle Satz (m³/s)

- QT - von der Turbine turbinieretes, und zum Reservoir Satz zurück gepumptes Wasser aus Quelle Satz (QS)
- QB - von der Turbine turbinieretes, und **nicht** zum Reservoir Satz zurück gepumptes Wasser aus Quelle Satz (QS) - wird am Turbinenstandort Verworfen.
- QV - Verbrauchsfluss, der von der Bevölkerung Sörenbergs entnommene Wasserstrom
- QG - Zufluss von Emmensprung, resp. Grundwasserpumpwerk, sollte aufgrund des Verbrauches der Wasservorrat im Reservoir aufgebraucht sein, dann wird das fehlende Wasser von hier zugeführt.
(Anmerkung: Ziel des Tools ist es diese hier zugeführte Wassermenge möglichst gering zu halten, da sie extra bezahlt werden muss)
- UV Anlage - Schon installierte Wasserreinigungsanlage. Da sie "nur" 18,3 l/s verarbeiten kann, stellt sie eine der Grenzen des Systems dar .
- Reservoir - Wichtigste Variable im Programm der aktuelle Wasserstand wird stündlich Dorf berechnet, der Maximal- und Minimalwert können als Parameter festgelegt werden

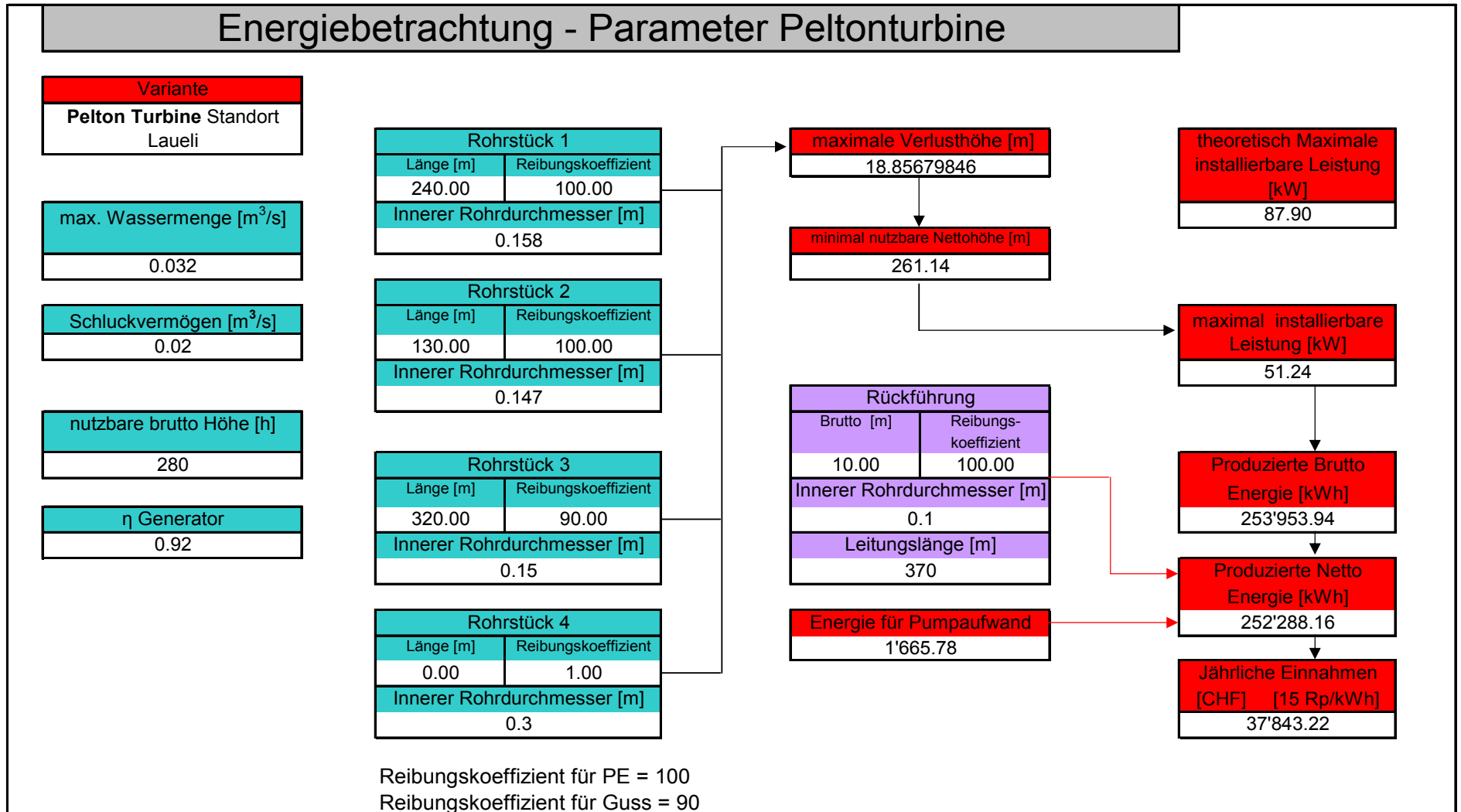
Wie man erkennen kann, steht der Füllstand im Reservoir Satz im Mittelpunkt. Dieser ist die Zentrale Grösse, und wird vom Programm für jede Stunde im Jahr berechnet. Die Berechnung des stündlichen Wasserstandes erfolgt in Abhängigkeit von 2 Parametern. Zum einen wäre dies der Wasserstand in der Stunde zuvor, zum anderen ein aus Zufluss und Abfluss berechneter Schwund. Beide Werte dürfen bestimmte Maximal-, bzw. Minimal- Werte nicht unter- bzw. überschreiten. Die Parameter für die Reservoirbewirtschaftung lassen sich im ersten Blatt unter folgendem Menu eingeben:

Speicherbewirtschaftung - Parameter		
Speicherinhalt am 1. Oktober [m ³]	Speichermaximum	Grundlastverbrauch [l/s]
100	100	2
minimaler Wasserstand	Maximaler Schwund [m ³ /h]	
50	30	
"Schluckvermögen" der Pumpe [l/s]	Maximal zu pumpender Fluss [m ³ /s]	
9	9.93	

Wenn also der Wasserstand eine Stunde zuvor unter einen vorher festgelegten Wert fällt (hier sind es 50 m³), dann wird in der Berechnung zur aktuellen Stunde die gesamte am Turbinenstandort turbinierte Wassermenge in das Reservoir Satz gepumpt. Dies geschieht ebenfalls, wenn die Differenz zwischen Zufluss und Abfluss grösser als 30m³ (ca. 8.33 l/s) ist.

Mit den hier dargestellten Berechnungen kann das Programm zu jeder Stunde die zu Verfügung stehende Wassermenge, und die damit produzierte Energie berechnen. Des Weiteren kann die zum Zurückpumpen ins Reservoir Satz benötigte Energie bestimmt, und somit eine umfassende Energiebilanz erstellt werden.

Den Energieausstoss, und den Energieverbrauch der Pumpen, sowie die dafür notwendigen Parameter können im nächsten Menu eingegeben werden:



Das Ziel des Nutzer sollte es sein, mithilfe der Parameter den Energieausstoss zu maximieren. Hierzu eignet sich besonders gut die Wahl des Schluckvermögens an den Wirkungsgrad der Turbine anzupassen. Dies ist wichtig, da sich der Wirkungsgrad der Turbine in Abhängigkeit von der Beaufschlagung verändert.

Aber auch die Eigenschaften der Druckrohleitungen (Länge, Bruttohöhe, Durchmesser, Reibungskoeffizient) spielen eine grosse Rolle bei der Energiebetrachtung. Der Druckverlust wird nach STRICKLER ermittelt, die Formel hierfür lautet:

$$\Delta H_{Rohr} = \frac{4^{\frac{10}{3}}}{\pi^2} * \frac{Q^2 L}{k^3 * D^{\frac{10}{3}}}$$

Interessant ist dabei u.a. die extreme Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser: verdoppelt man ihn, verringert sich der Verlust um das vierzigfache, halbiert man ihn, erhöht sich der Verlust um das vierzigfache!

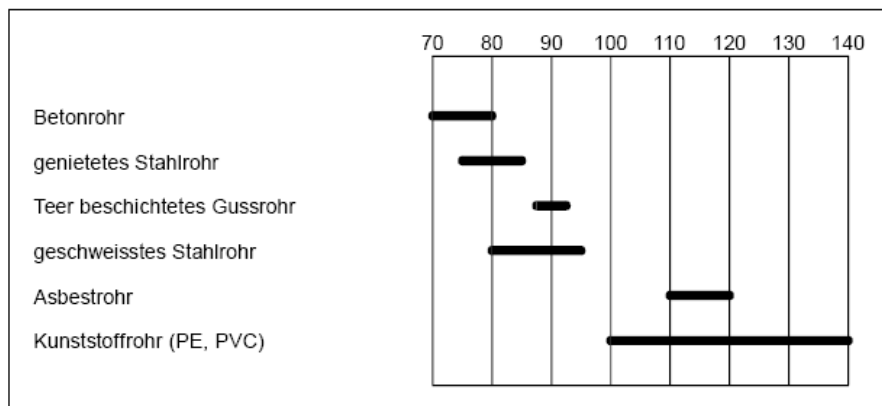


Abbildung 3.2: k Werte für verschiedene Rohrmaterialien

Als letzter Menüpunkt ist noch die Wirkungsgradkurve der Turbine, respektive der Pumpe anzugeben:

Turbinen Daten		Pumpendaten	
Wirkungsgrad nach Angabe des Herstellers		Wirkungsgrad nach Angabe des Herstellers	
Q / Q _{max}	η / η _{max}	Q [l/s]	η / η _{max} [%]
100%	86.50%	0	1
90%	86.50%	4	52
80%	84.70%	5	57
70%	84.70%	5.6	59
60%	83.00%	6	61
50%	80.80%	7	64.6
40%	80.50%	8	67
30%	75.00%	9	68
20%	70.60%	10	70
10%	70.60%	12	68
<10%	0.00%		

Die Daten wurden für den vorliegenden Fall vom Hersteller angegeben.

Mit den eingegebenen Daten lässt sich im nächsten Schritt die Energiebilanz erstellen. Die stündlich zur Verfügung stehende Energie berechnet sich nach folgender Formel:

$$E = H_{Netto} * \eta_{Turbine} * \eta_{Generator} * Q * g * t \quad [\text{kWh}]$$

g = Erdbeschleunigung = 9.81 m/s^2

H_{netto} = $H_{Brutto} - H$ [m]

$\eta_{Turbine}$ = $f(Q/Q_{max})$ → Angaben vom Hersteller [%]

t = Betrachtete Zeiteinheit, (hier in Stunden) [h]

Die Energie wird in kWh berechnet.

Die zum Pumpen nötige Energie berechnet sich nach fast der selben Formel:

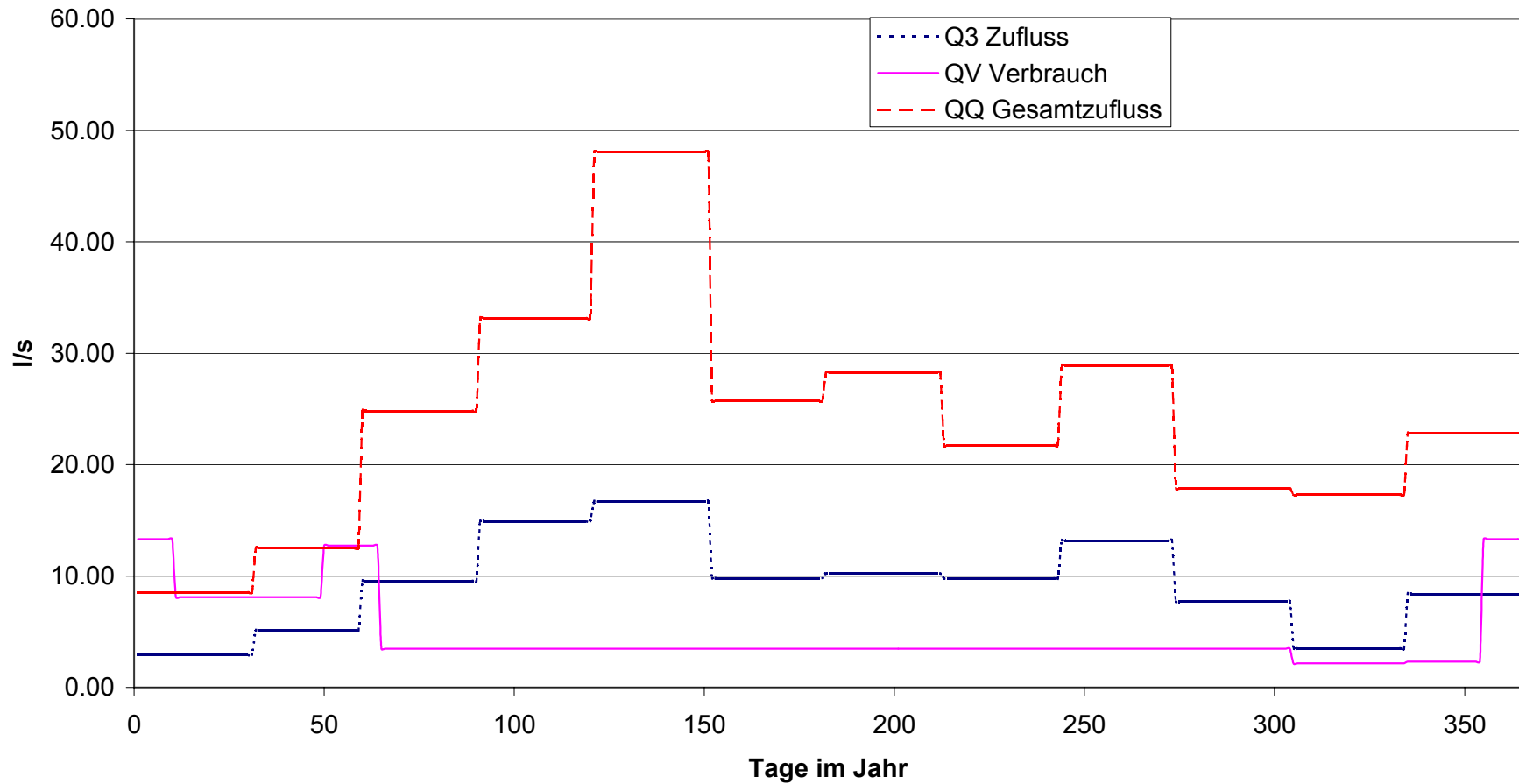
$$E = \frac{H_{Netto} * Q_P * g * t}{\eta_{Pumpe}}$$

H_{Netto} = $H_{Brutto} + H$ [m]

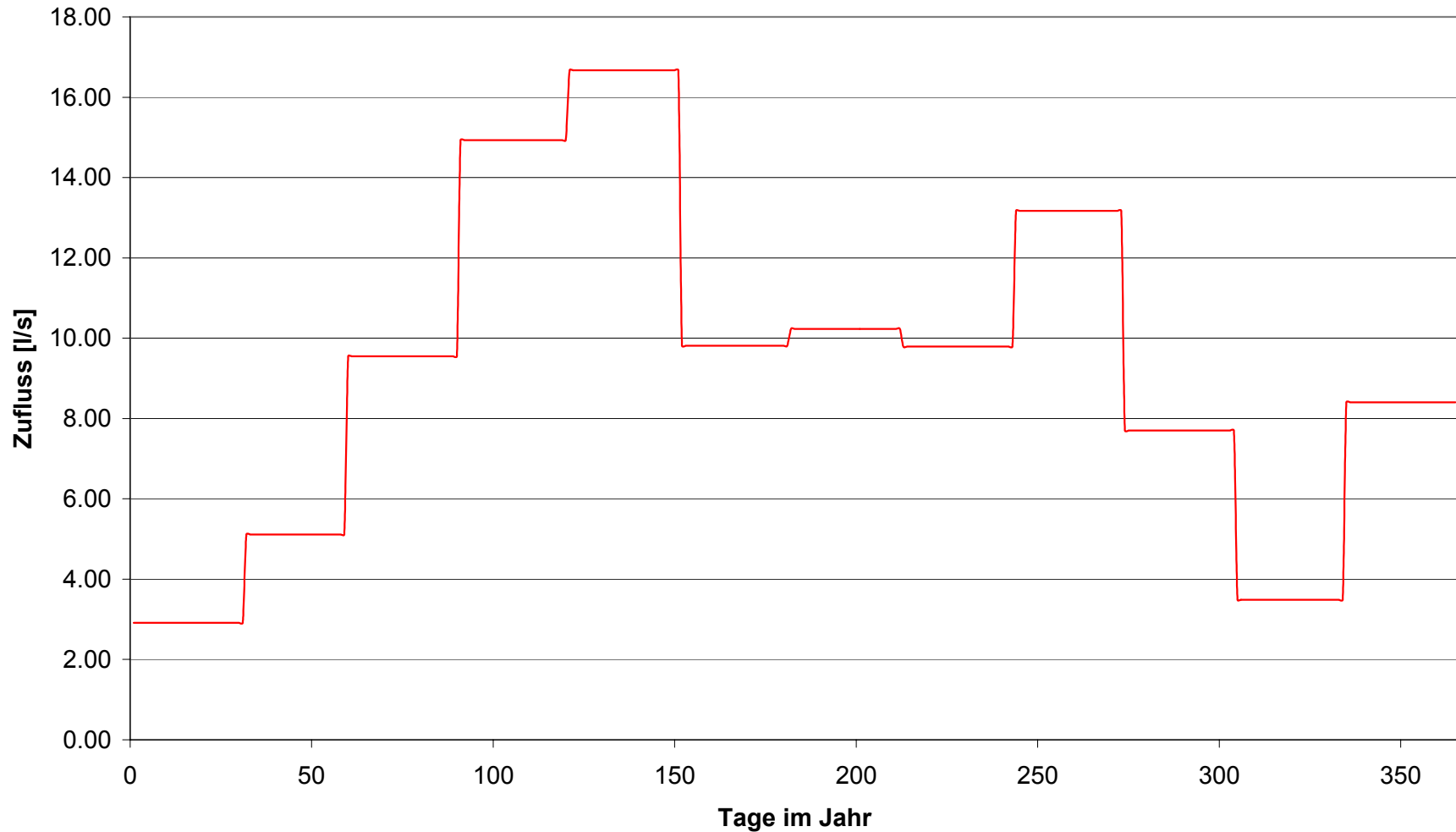
Q_P = nötiger Pumpfluss

η_{Pumpe} = $f(Q/Q_{max})$ → Angaben des Herstellers

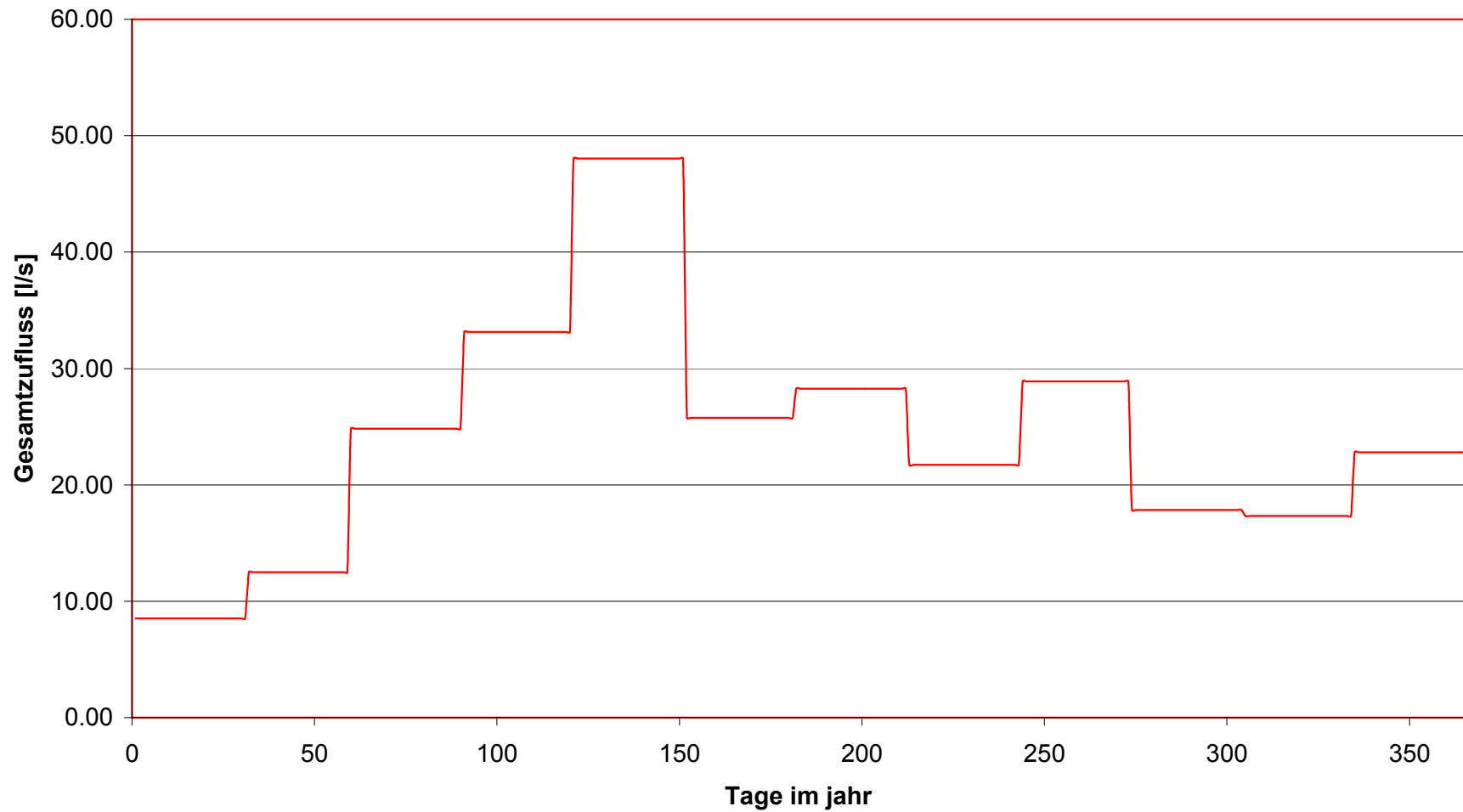
Gesamtübersicht



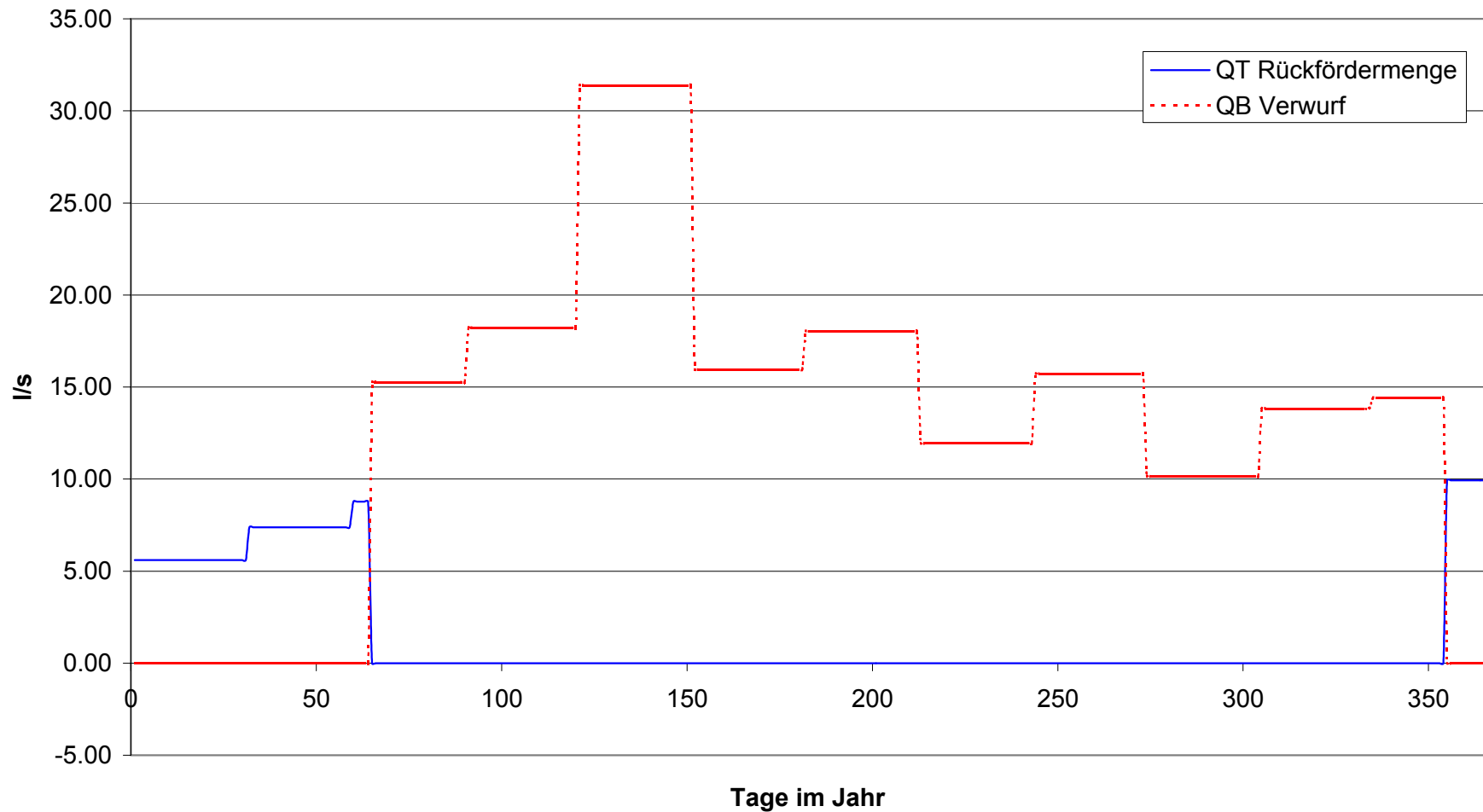
Q3 Zufluss der Quellen Mittlistgfäll, Alpweid, Ghürschwald



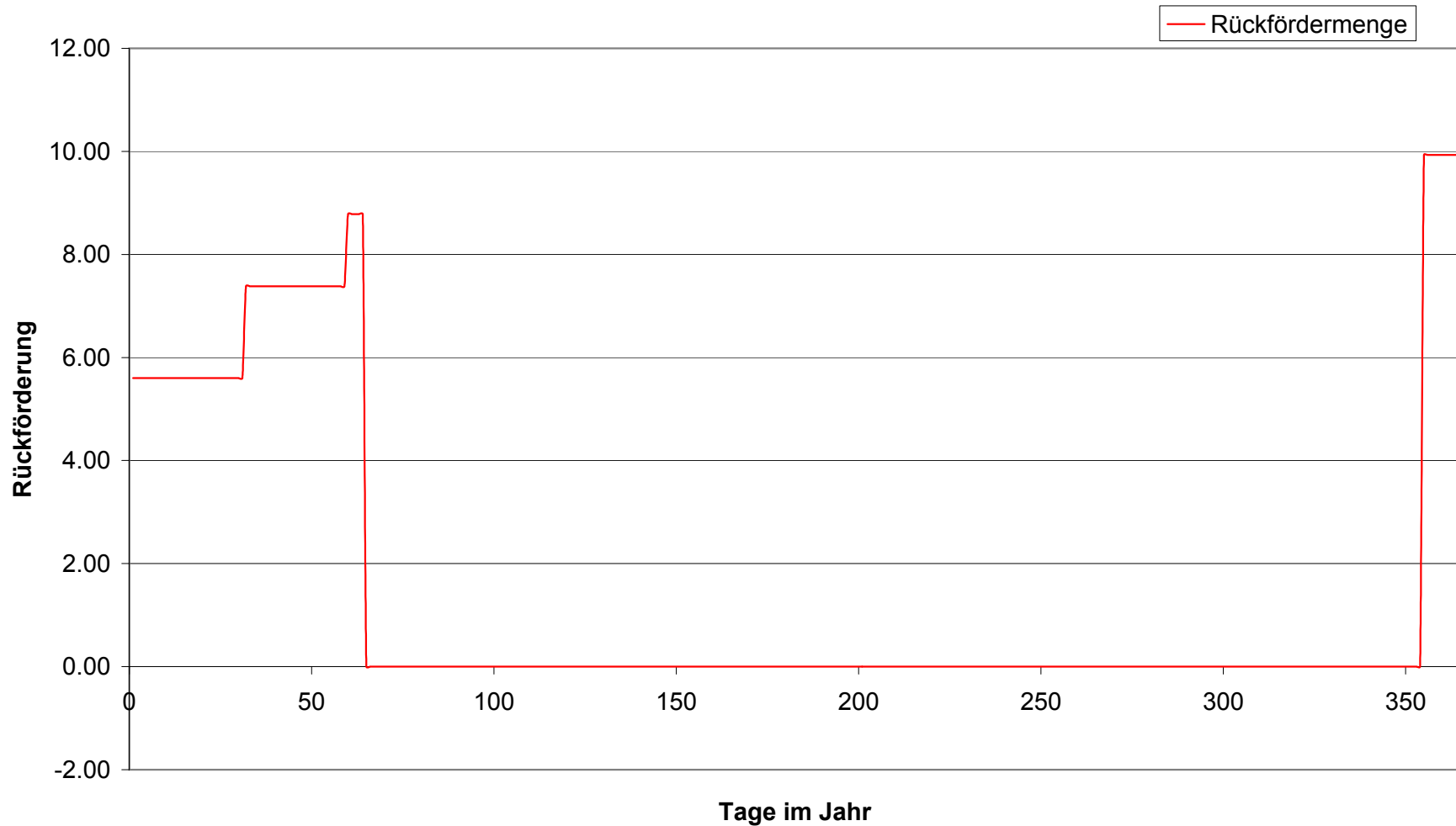
Gesamtzufluss



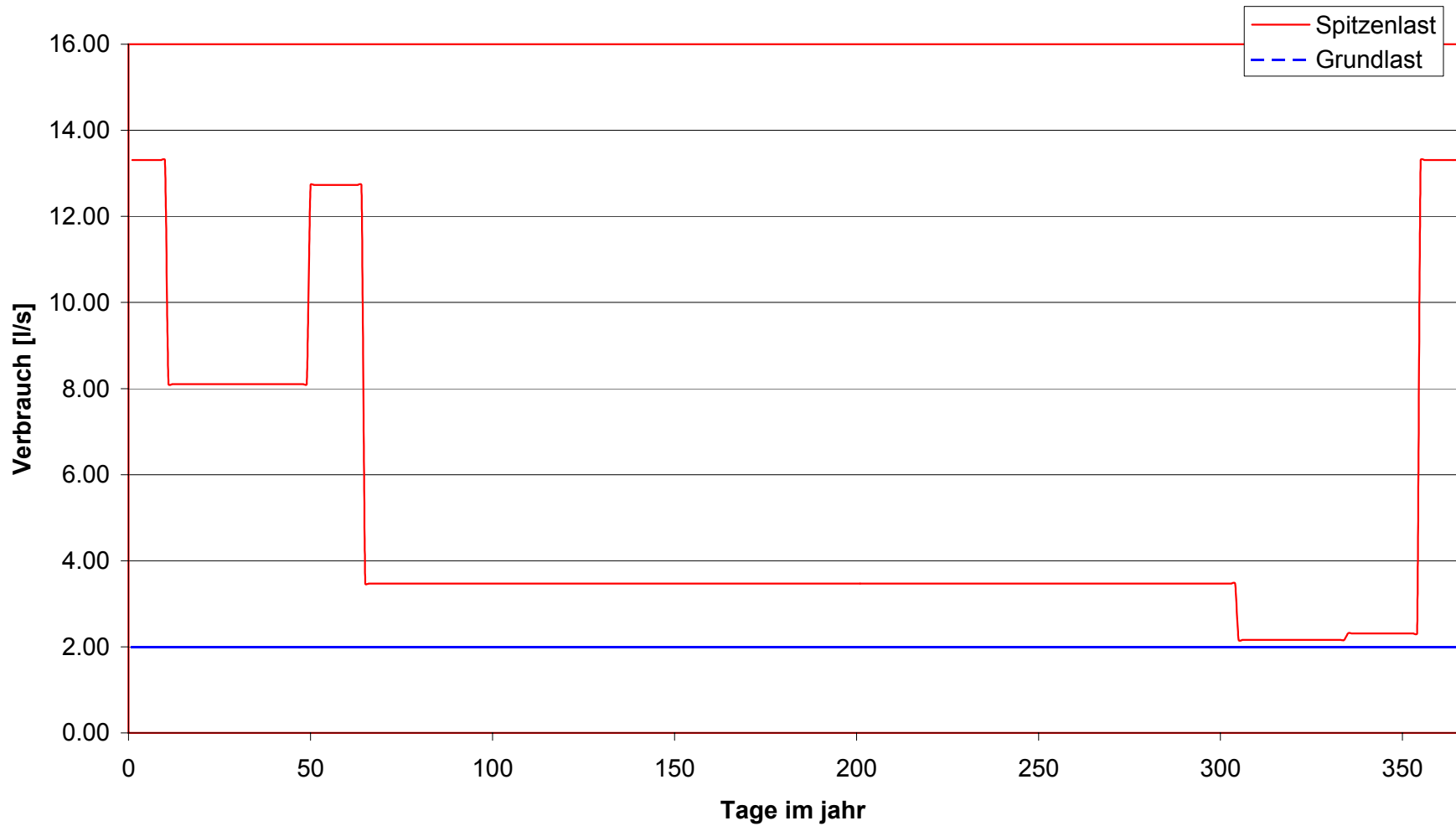
Rückfördermenge & Verwurf



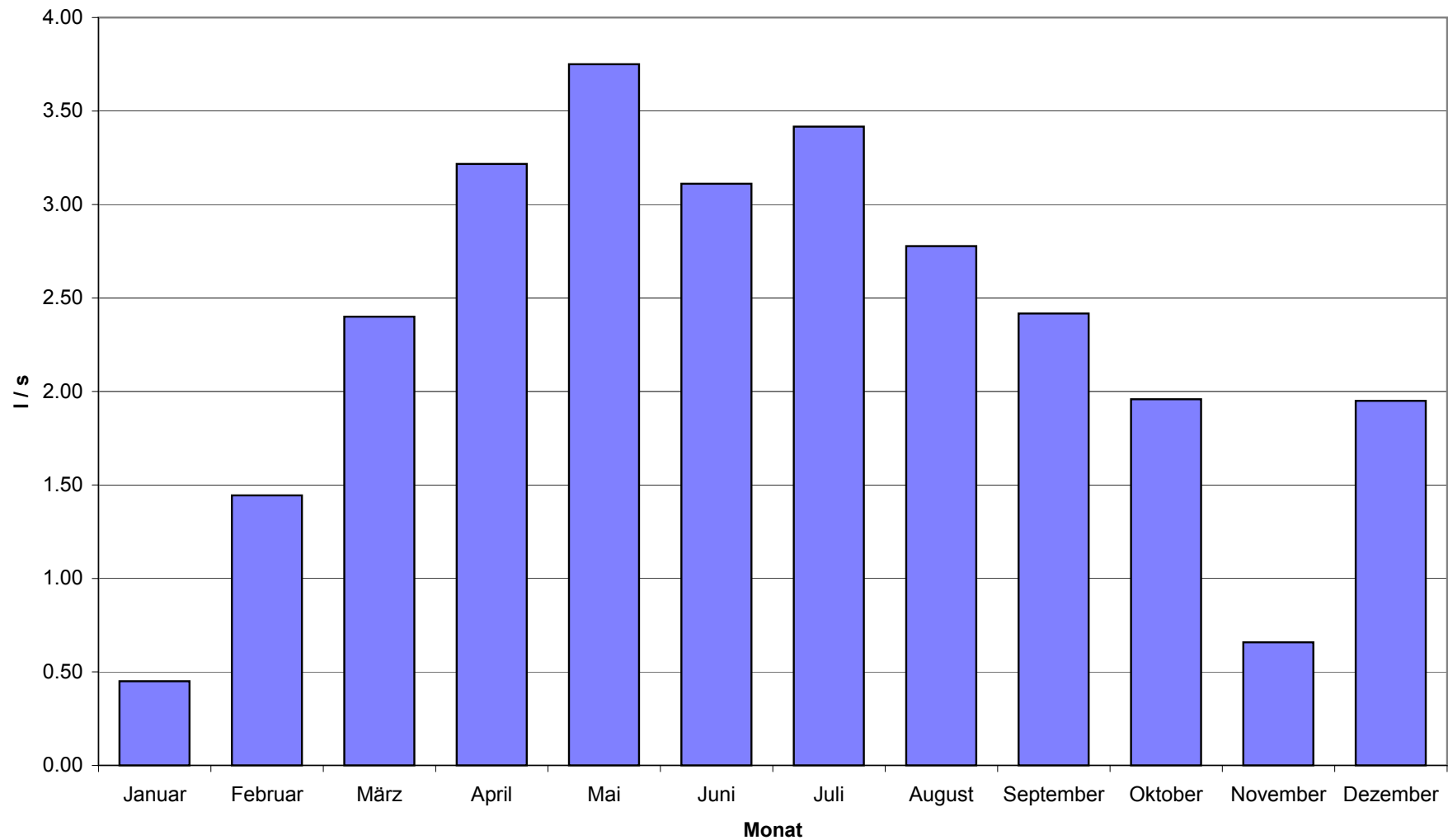
Rückfördermenge



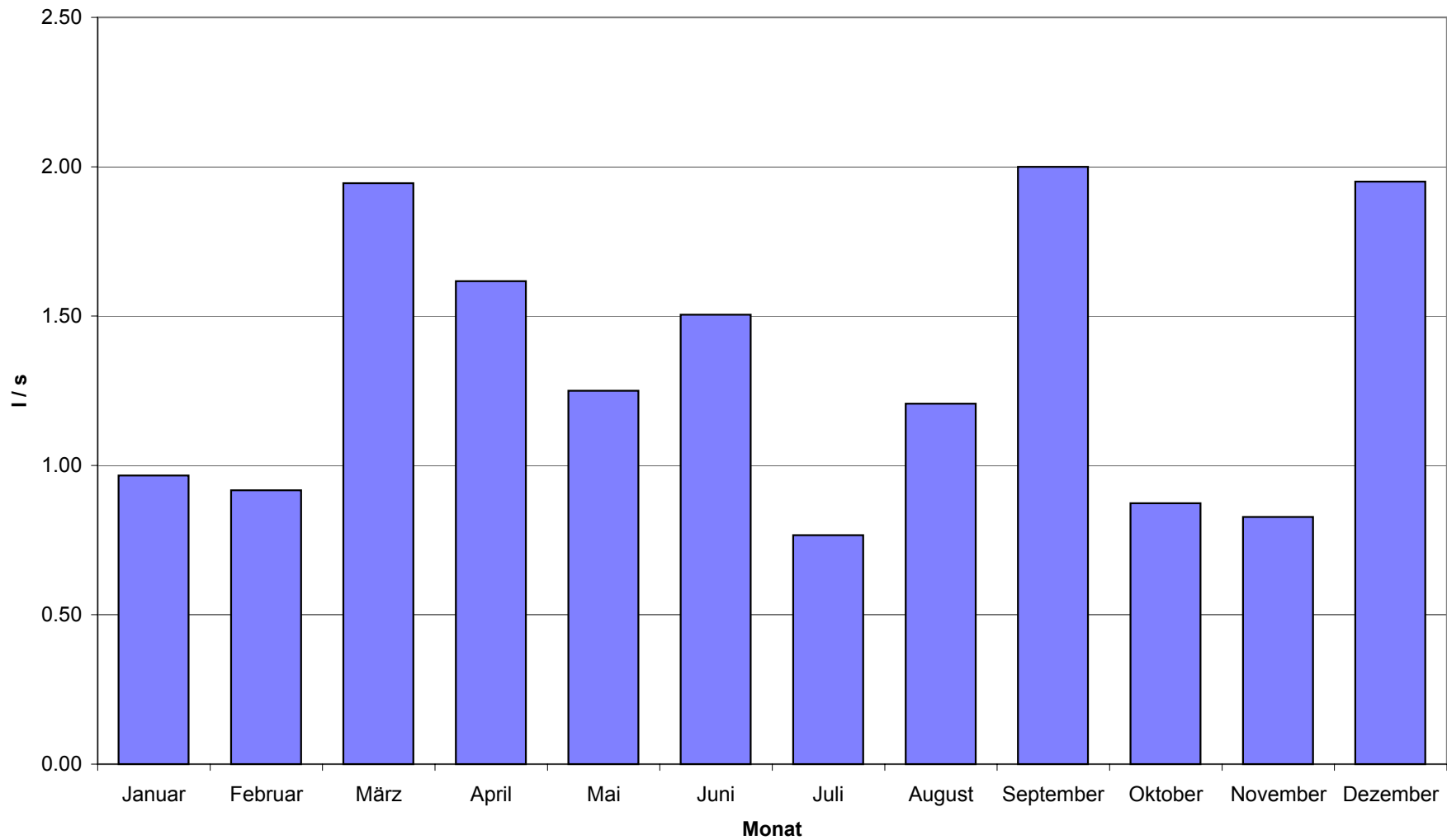
Verbrauchsdaten



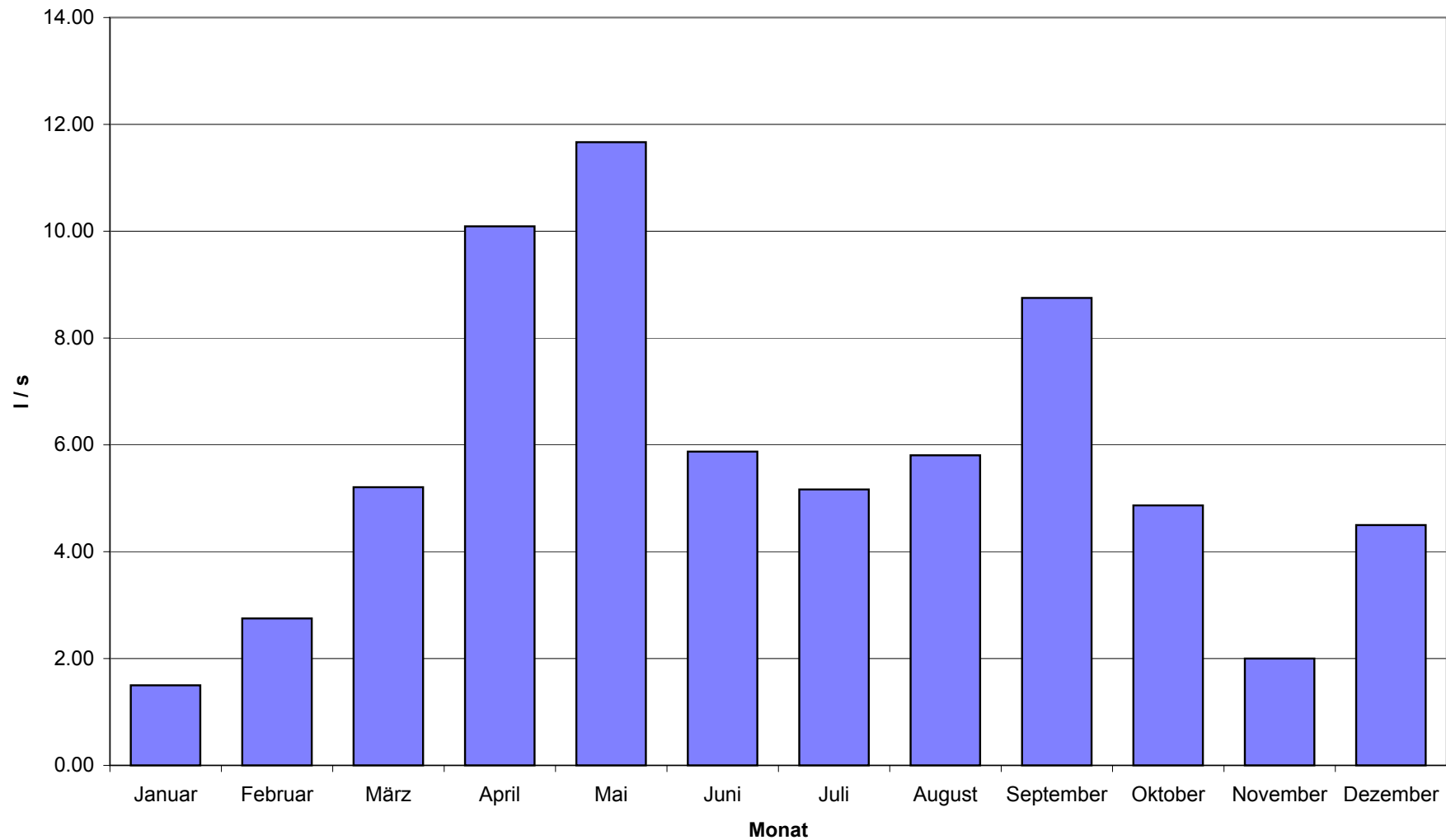
Monatliche Quellschüttunge, Quellen Mittlisgfähl



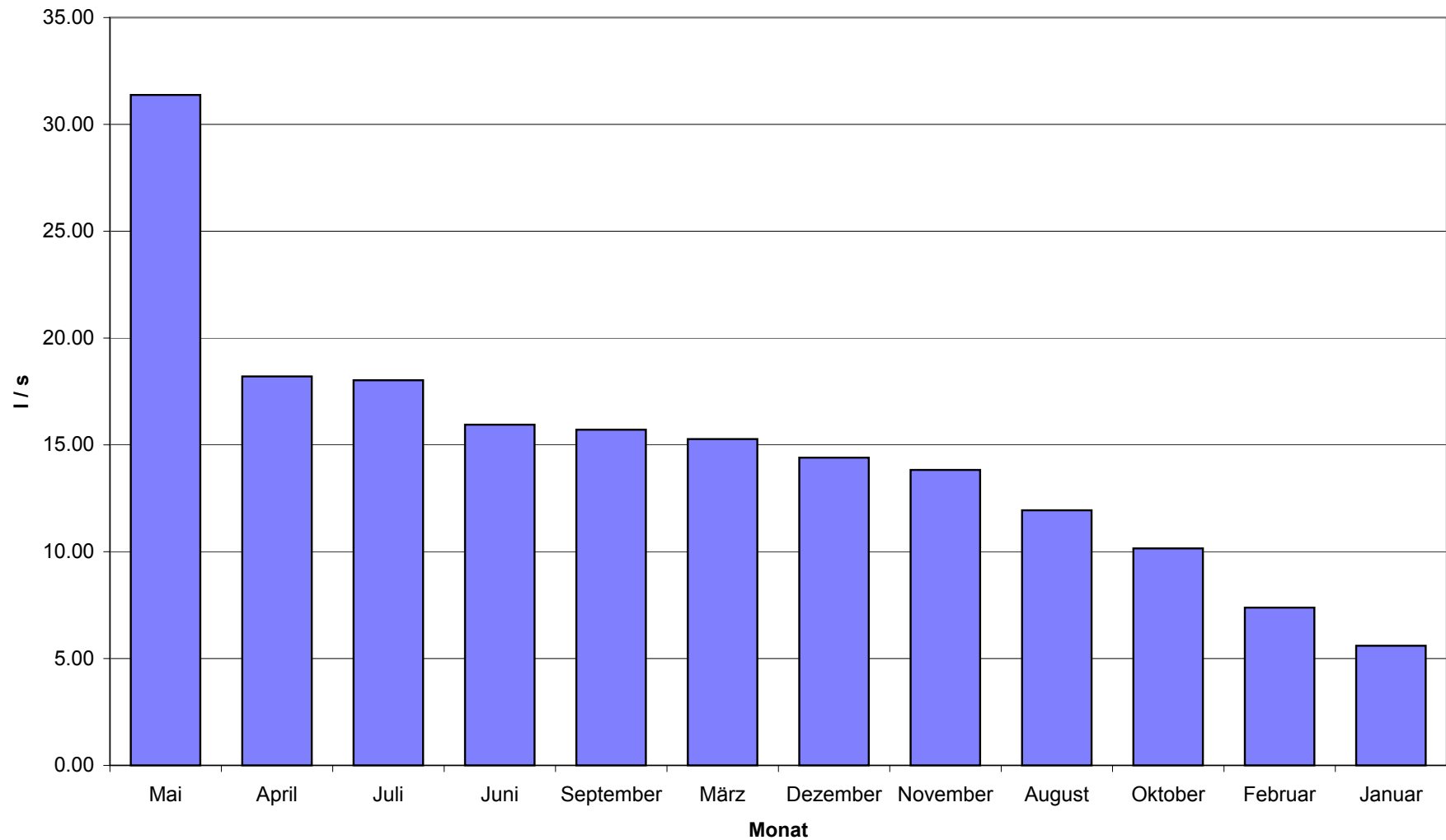
Monatliche Quellschüttunge, Quellen Alpweid



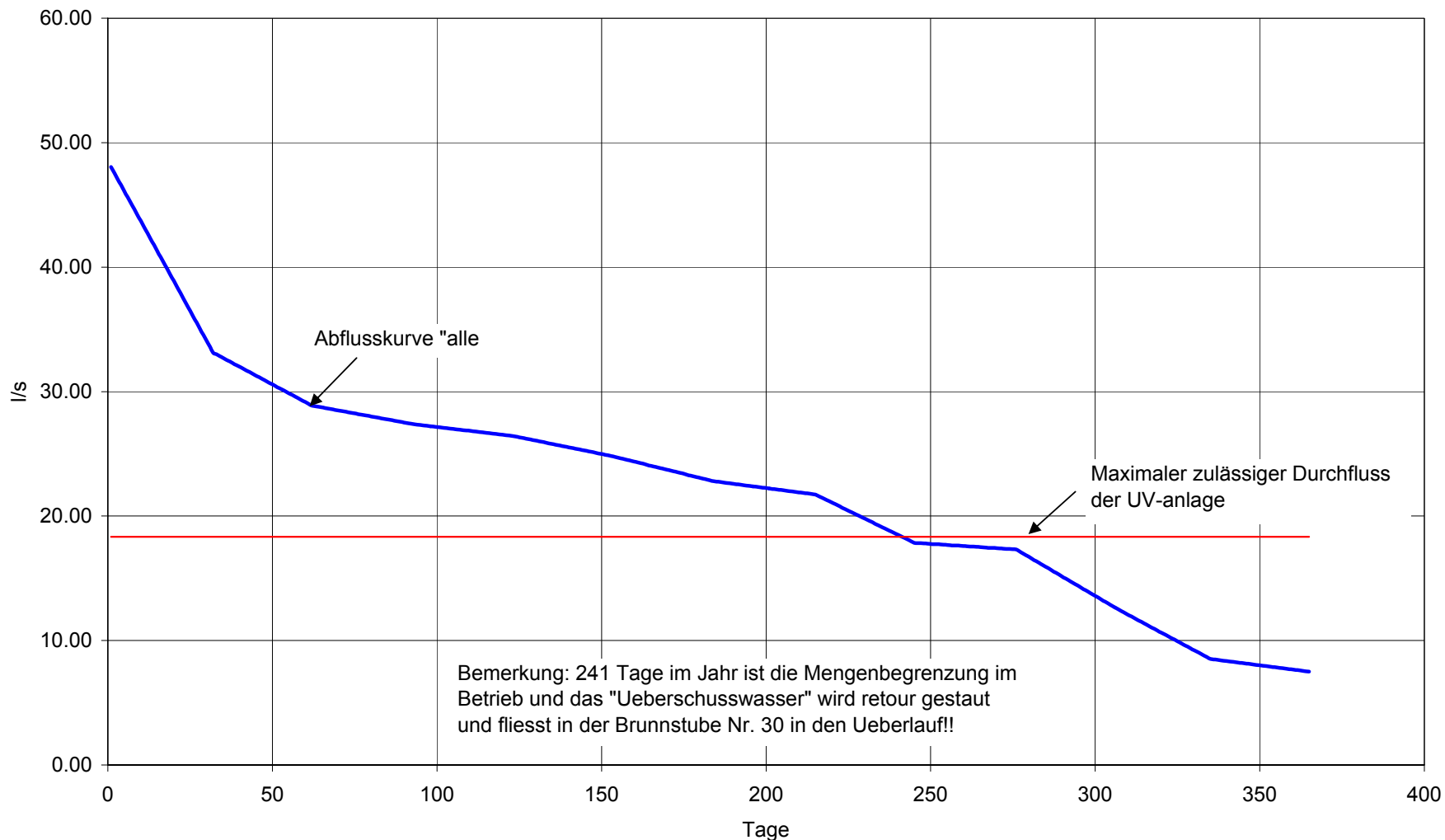
Monatliche Quellschüttunge, Quellen Ghürschwald



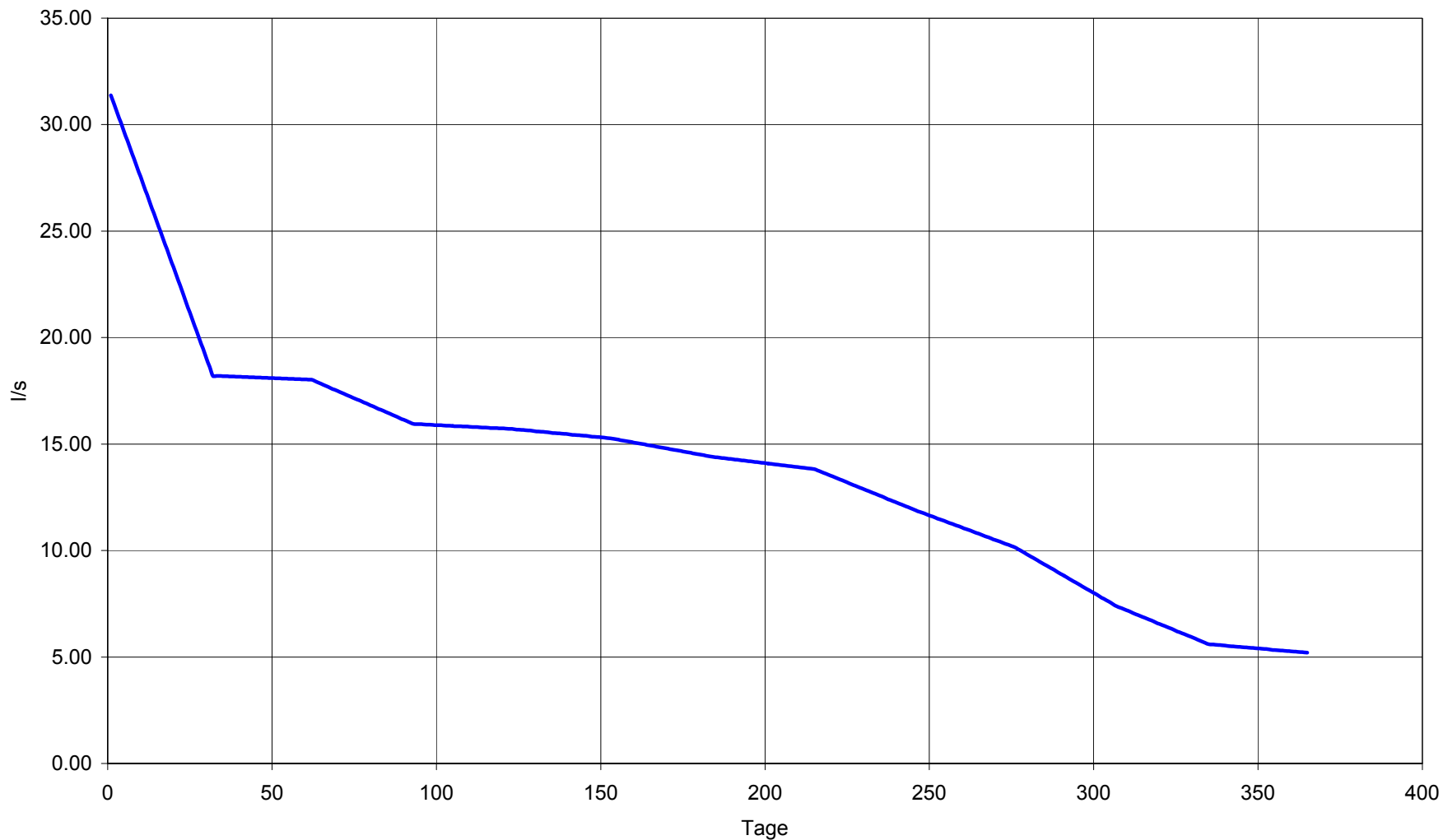
Monatliche Quellschüttunge, Quellen Satz



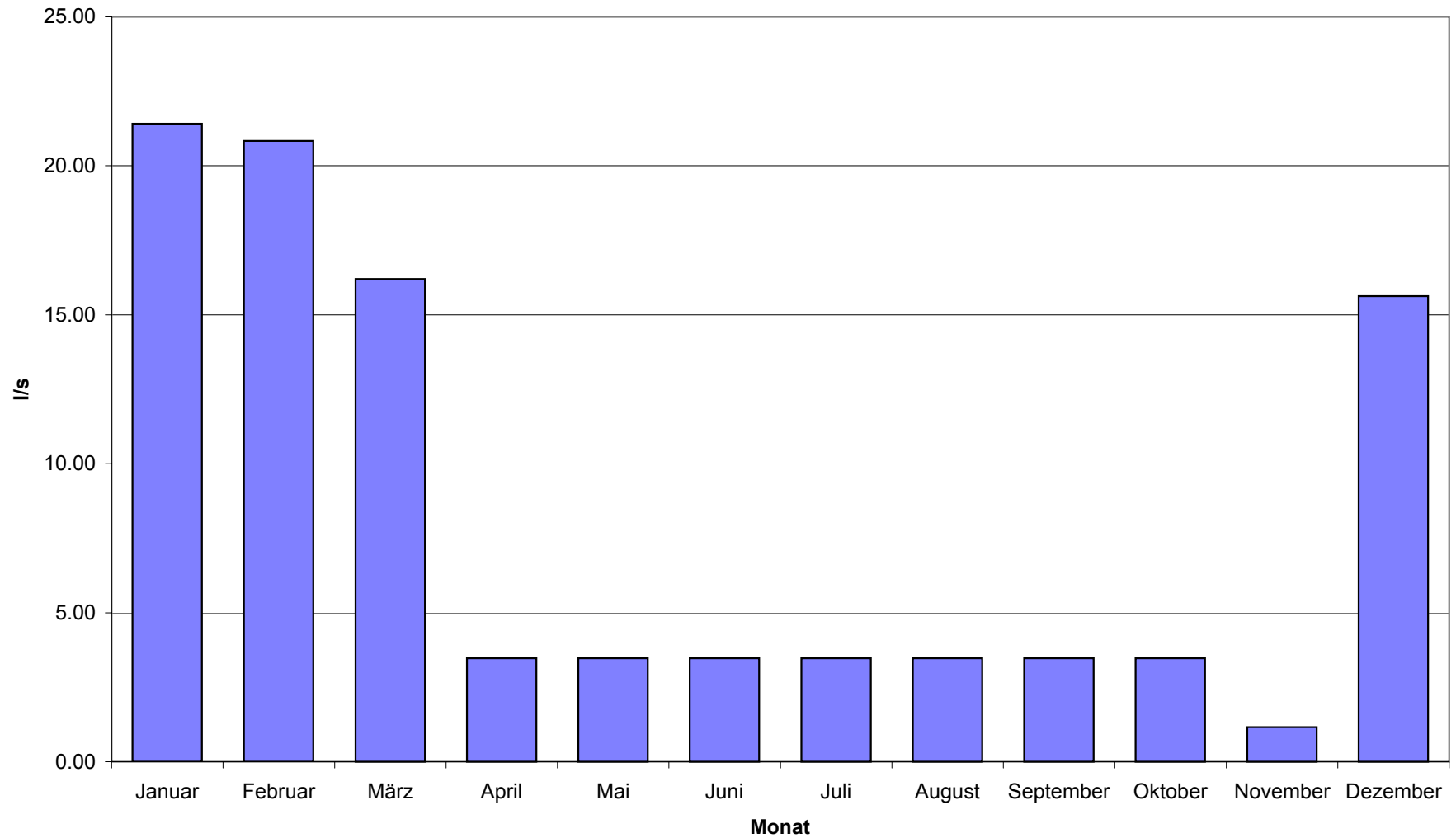
Jahresabflusskurve "Alle Quellen" und Mengenbegrenzung "UV-Anlage"



Jahresabflusskurve Quellen Satz



Monatlicher, durchschnittlicher Wasserverbrauch



OBJEKT : SPEICHER - BS

TYP D-2400-DE-0 SPEZ.

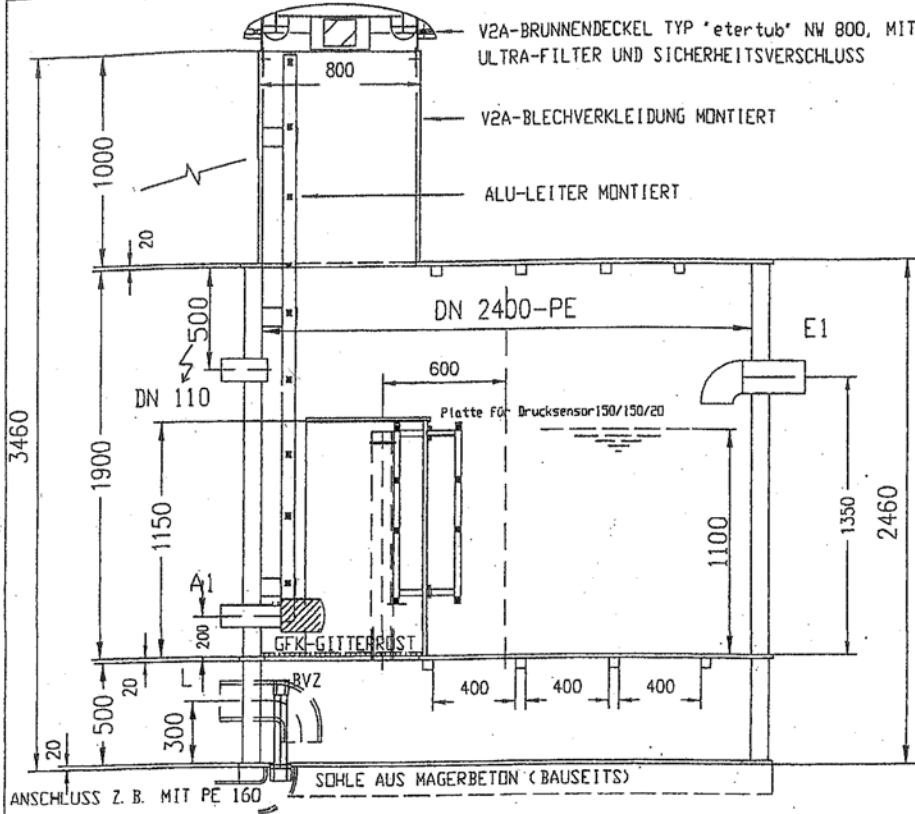
BAUHERR: WASSERVERSORGUNG

PLANUNG: IB. KOST+PARTNER AG, HERR WOBMANN, 6210 SURSEE LU

etertub

Etertub AG Tel. +41 (0)55 617 40 50
CH-8867 NIEDERURNEN Fax. +41 (0)55 617 40 51
www.etertub.com info@etertub.com

Gezeichnet: 18.09.2006. Jack oertli CAD
Revidiert: 26.09.2006. Jack oertli CAD



GEWICHT: ca. 1600 KG

LEGENDE

EINLAUFE:

E1: HD-PE 160 PN 10
AUSSEN GLATTENDIG
INNEN MIT BOGEN 90°

AUSLAUF:

A1: *TURBINE* HD-PE 160 PN 10
AUSSEN GLATTENDIG
INNEN MIT SEIHER STECKBAR

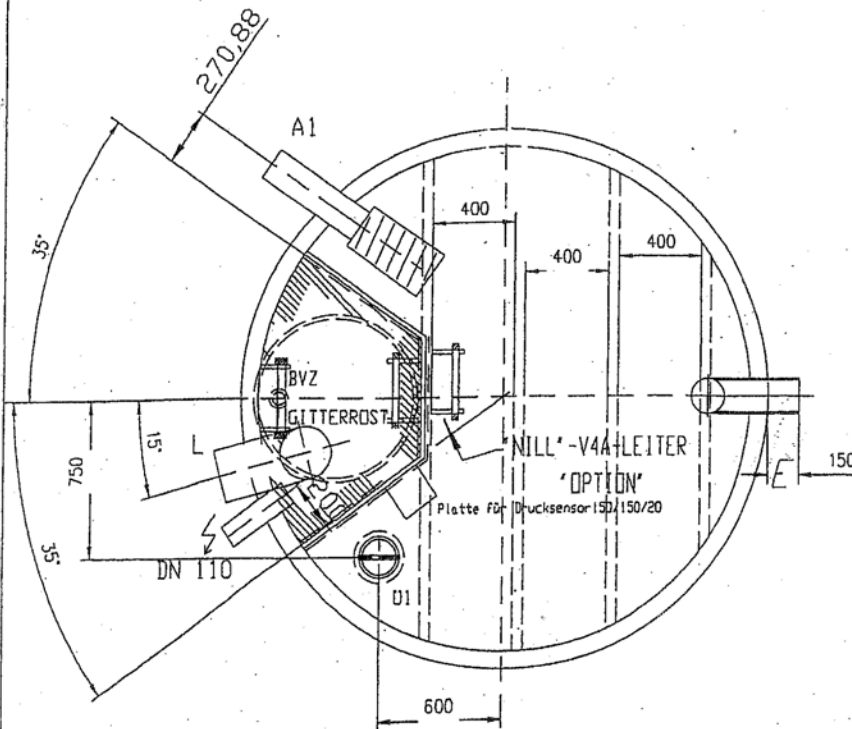
ÜBERLAUFE:

D1: PE 200
MIT V4A-HANDGRIFF ZIEHBAR
H = 1100 MM

LEERLAUF:

L: HD-PE 200
AUSSEN GLATTENDIG
INNEN SIFONIERT

SPEICHERVOLUMEN = ca. 3.5 m³/m'



Plan. Nr. 2006 \ DE 068AB

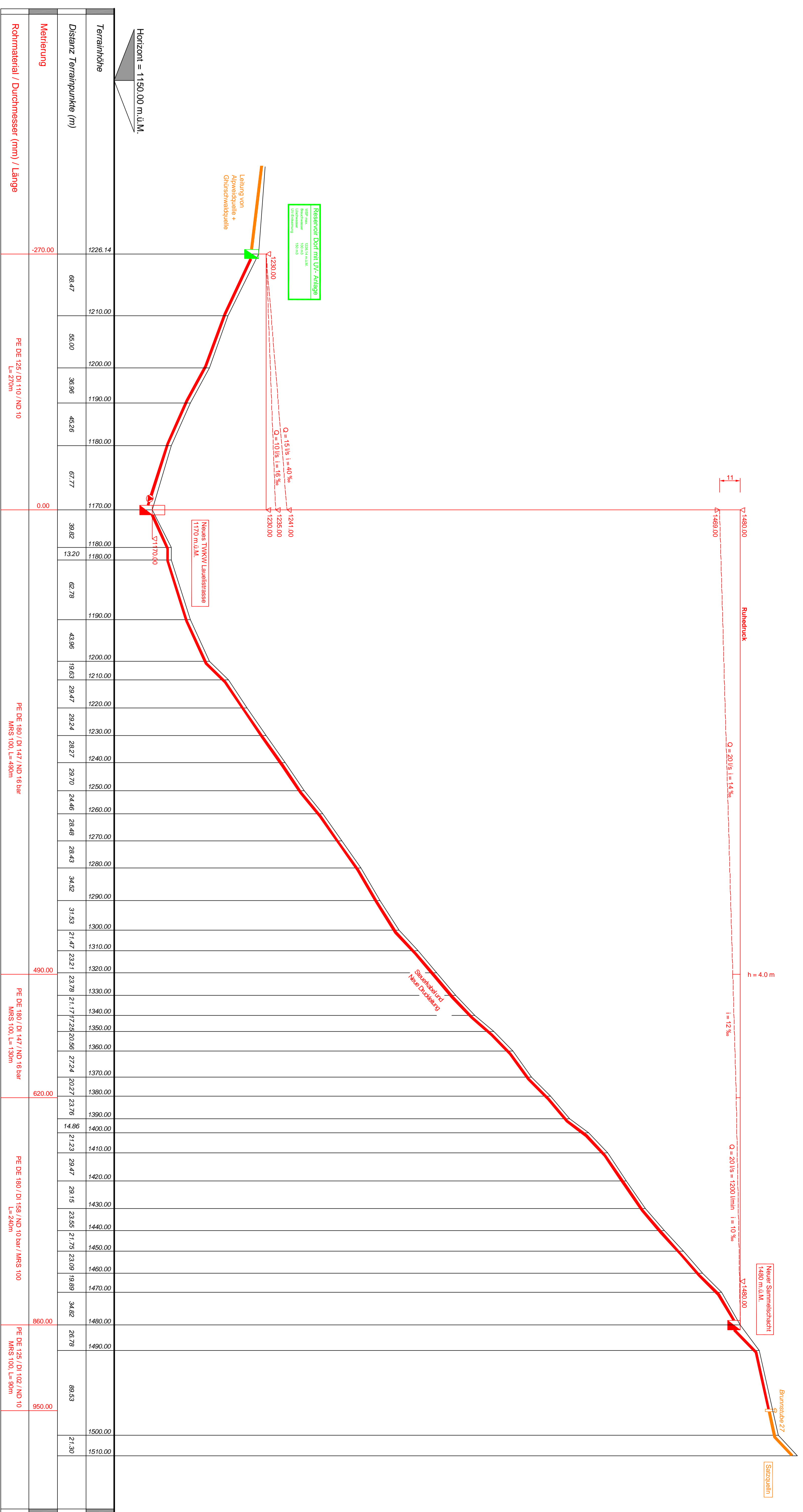
AUSFÜHRUNG: Nach SVGW - Richtlinien W10.
ZULASSUNG: SVGW 9603-3523



TKKW Satz
Längenprofil 1:2000/1000
 Standort Lauenstrasse

Phase: Vorprojekt
Wasserversorgungsgenossenschaft Sörenberg

Plan-Nr.:	18450-04	Format:	80/105	Bearbeiter:	AE	Datum:	31.01.2007	Prüfung/Freigabe:	AE/NO
Revision a								Prüfung/Freigabe:	
Revision b								Prüfung/Freigabe:	
Revision c								Prüfung/Freigabe:	
Revision d								Prüfung/Freigabe:	
Detailname	P:\Wasser\F\uehnt\18450\CAD\Plan\18450-04.dwg								



Terrainhöhe	1226.14	1210.00	1200.00	1190.00	1180.00	1170.00	1180.00	1180.00	1190.00	1200.00	1210.00	1220.00	1230.00	1240.00	1250.00	1260.00	1270.00	1280.00	1290.00	1300.00	1310.00	1320.00	1330.00	1340.00	1350.00	1360.00	1370.00	1380.00	1390.00	1400.00	1410.00	1420.00	1430.00	1440.00	1450.00	1460.00	1470.00	1480.00	1490.00	1500.00	1510.00
Distanz Terrainpunkte (m)	68.47	56.00	36.96	45.28	67.77	38.82	13.20	62.78	43.96	19.63	29.47	29.24	28.27	29.70	24.46	28.48	28.43	34.52	31.53	21.47	23.21	23.78	21.17	20.56	27.24	20.27	23.76	14.86	21.23	28.47	28.15	23.55	21.75	23.09	19.89	34.82	26.78	88.53	21.30		
Meßführung	-270.00					0.00																																			
Rohmaterial / Durchmesser (mm) / Länge	PE DE 125 / DI 110 / ND 10 L=270m										PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L=490m										PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L=130m			PE DE 180 / DI 158 / ND 10 bar / MRS 100 L=240m						PE DE 125 / DI 102 / ND 10 MRS 100, L=90m											



Phase: Vorprojekt

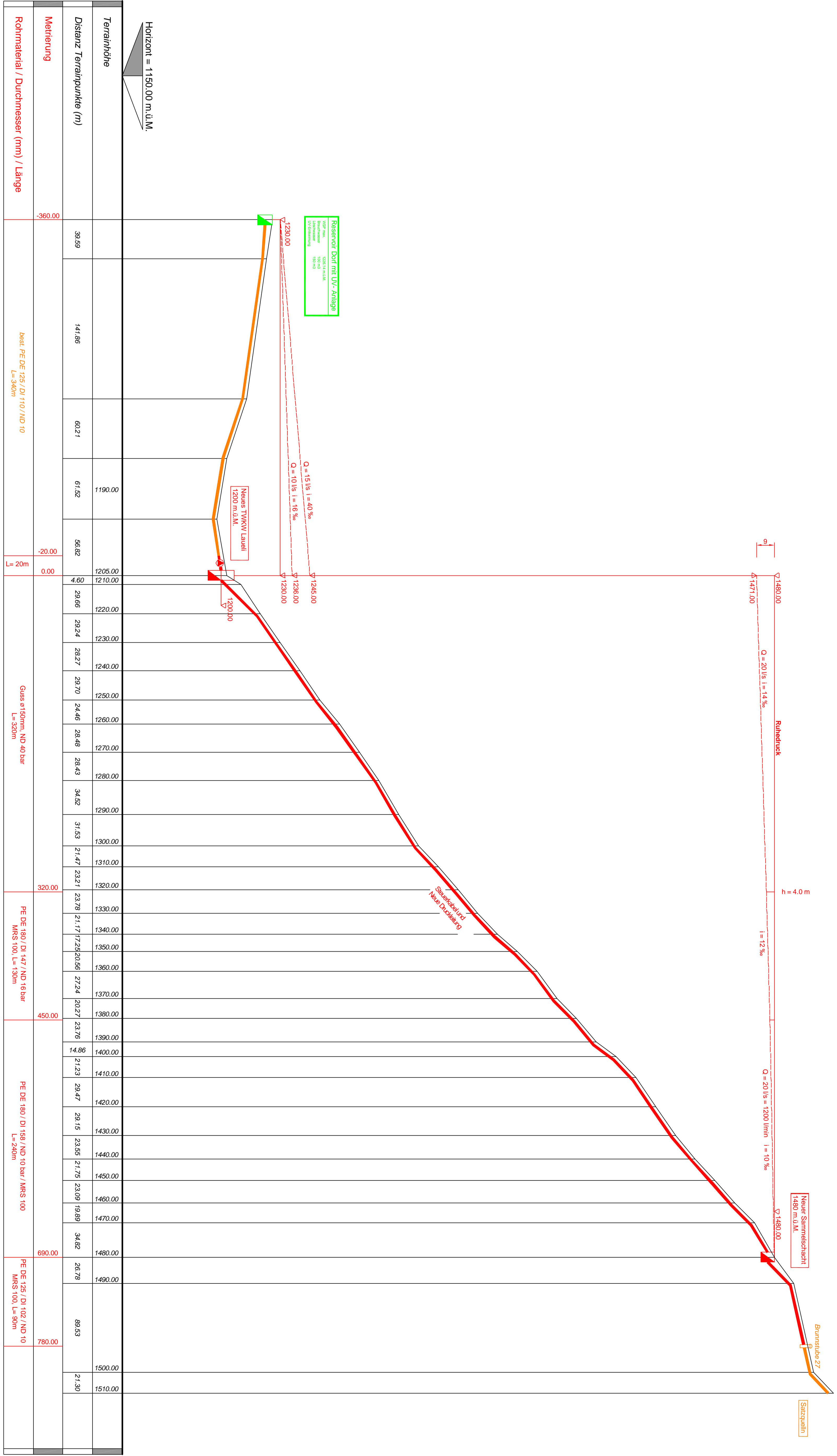
Wasserversorgungsgenossenschaft Sörenberg

TWKW Satz

Längenprofil 1:2000/1000

Standort Lauenl

Plan-Nr.:	18458-Q2	Formt:	80/105	Bezeichnung:	AE	Datum:	31.01.2007	Prüfung/Freigabe:	AE/MO
Revision a								Prüfung/Freigabe:	
Revision b								Prüfung/Freigabe:	
Revision c								Prüfung/Freigabe:	
Revision d								Prüfung/Freigabe:	
Datellname	P:\Wasser\F\uehnt\18458\CAD\Plan\18458-Q2.dtl								

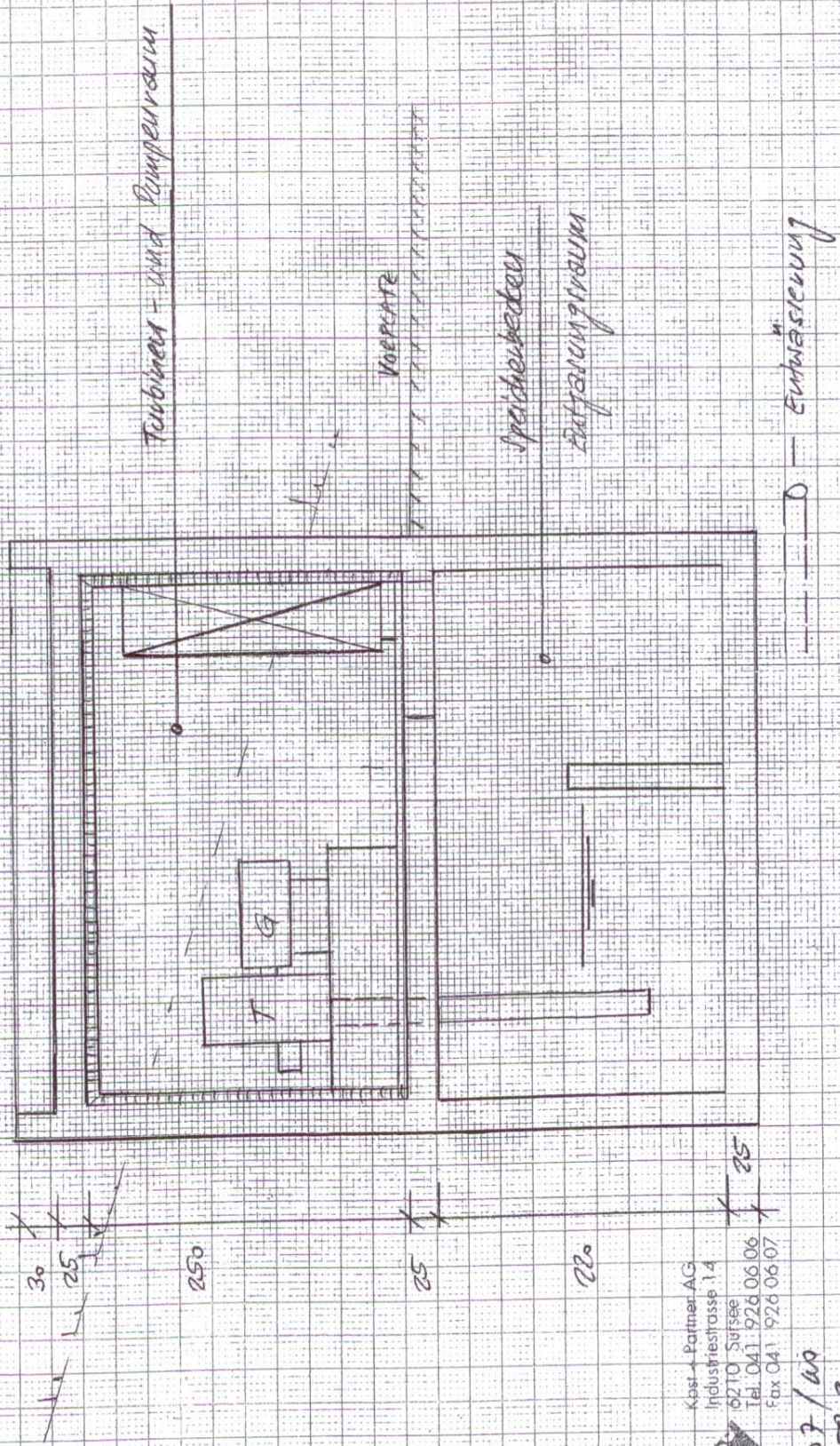


Terrainhöhe	Distanz Terrainpunkte (m)	Methierung	Rohmaterial / Durchmesser (mm) / Länge
38.59	141.86	60.21	best. PE DE 125 / DI 110 / ND 10 L= 340m
61.52	56.62	4.60	Guss ø150mm ND 40 bar L= 320m
1190.00	29.66	29.66	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1205.00	23.24	23.24	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1210.00	28.27	28.27	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1220.00	29.70	29.70	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1230.00	24.46	24.46	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1240.00	28.43	28.43	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1250.00	34.52	34.52	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1260.00	31.53	31.53	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1270.00	21.47	21.47	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1280.00	23.21	23.21	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1290.00	23.78	23.78	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1300.00	21.17	21.17	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1310.00	17.25	17.25	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1320.00	20.27	20.27	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1330.00	23.76	23.76	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1340.00	14.86	14.86	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1350.00	21.23	21.23	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1360.00	29.47	29.47	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1370.00	29.15	29.15	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1380.00	23.35	23.35	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1390.00	21.75	21.75	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1400.00	23.09	23.09	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1410.00	19.89	19.89	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1420.00	34.82	34.82	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1430.00	26.78	26.78	PE DE 180 / DI 147 / ND 16 bar MRS 100, L= 130m
1440.00	89.53	89.53	PE DE 125 / DI 102 / ND 10 MRS 100, L= 90m
1450.00	21.30	21.30	
1460.00			
1470.00			
1480.00			
1490.00			
1500.00			
1510.00			

NEUBAU TÜRBEIHEIMHAUS

TWKW NATE

WVG SÖRENBERG



Keser + Partner AG
 Industriestrasse 14
 6210 Sursee
 Tel. 041 926 06 06
 Fax 041 926 06 07



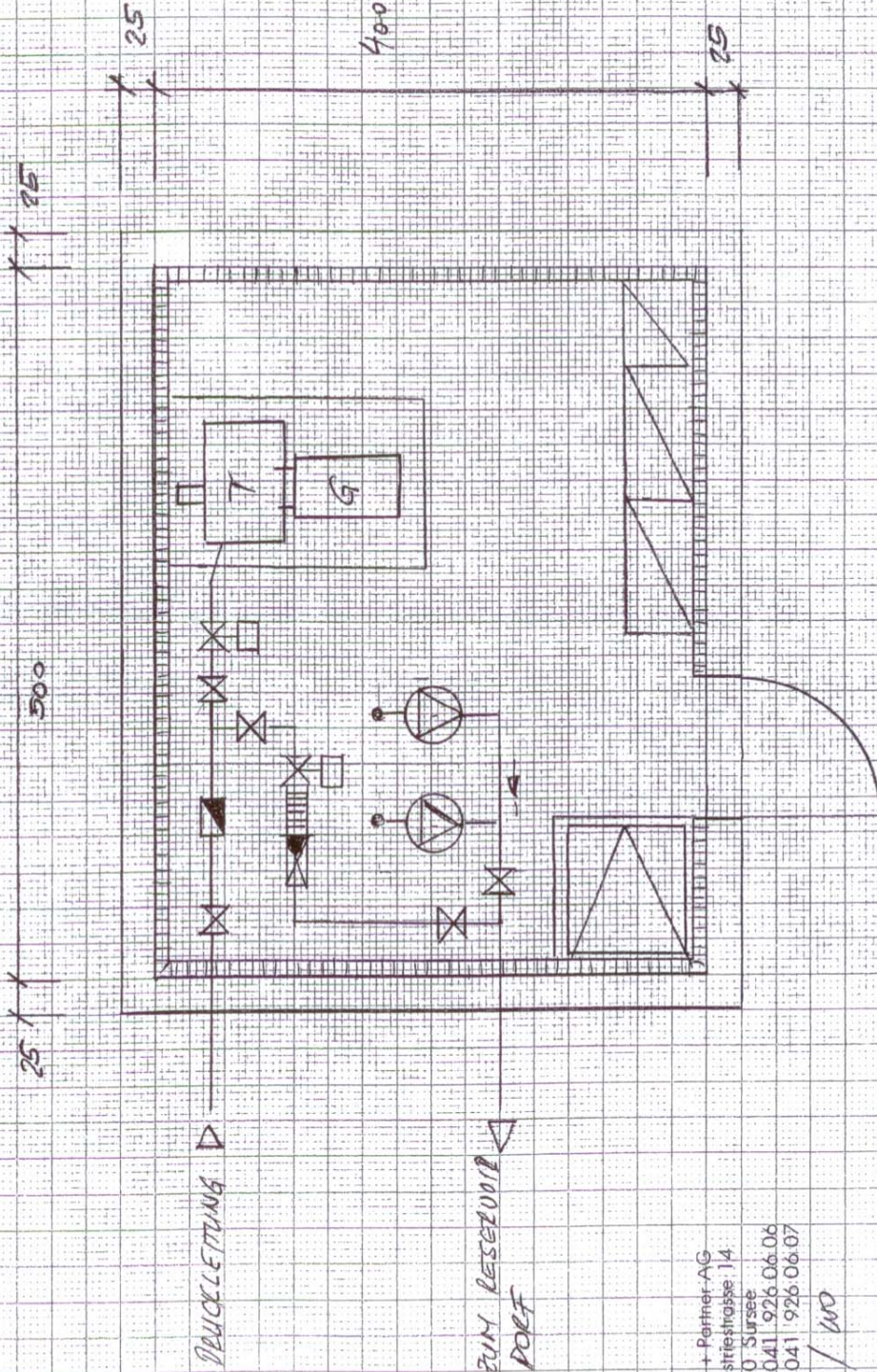
31.107/00
 18'458 Z.

WVG SÖRENBERG

TKWK SATZ

NEUBAU TURBINENHAUS

GRUNDRISS 1:50 EG




 KOST+PARTNER AG
 Industriestrasse 14
 6210 Sursee
 Tel. 041 926 06 06
 Fax 041 926 06 07
 31.1.2007 / W0
 18458 Z.

Monatliches Q im Durchschnitt der Jahre 1998, 99, 2000, 2001, 2002 und 2003; Wirkungsgrad berücksichtigt

(Abflusskurve: "Quellschüttung_Satz.xls")

Die Investitionskosten Pos 1 basieren auf Unternehmer-Offerten., Pos 2 und 4 basiert auf Bauprojekt von Kost&Partner

Die Aufwendungen für die einzelnen Komponenten des Trinkwasserkraftwerkes können wie folgt zusammengefasst werden:

Wirtschaftlichkeit, Peltonturbine, Standort Laueli			Wirtschaftlichkeit, Gegendruck-Peltonturbine, Standort Laueli		
Pos.		Fr.	Pos.		Fr.
1. Elektromechanische Einrichtungen			1. Elektromechanische Einrichtungen		
1.1	Turbine/Generator/Steuerung inkl. Monate und IBS	165'000	1.1	Turbine/Generator/Steuerung inkl. Monate und IBS	210'000
1.2	Armaturen, Rohrleitungen im Maschinenhaus	20'000	1.2	Armaturen, Rohrleitungen	20'000
1.3	Rückförderpumpen inkl. Armaturen	12'000			0
	Saldo 1	197'000		Saldo 1	230'000
2. Bauliche Einrichtungen			2. Bauliche Einrichtungen		
2.1	Neuer Sammelschacht / Ausgleichsbecken	33'000	2.1	Neuer Sammelschacht / Ausgleichsbecken	33'000
2.2	Rohrleitungsbau (Druckleitung)	110'000	2.2	Rohrleitungsbau (Druckleitung)	110'000
2.3	Grabenbau (Für neue Rohrleitung und für sep. Steuerkabel)	90'000	2.3	Grabenbau (Für neue Rohrleitung und für sep. Steuerkabel)	90'000
2.3.1	Zusatz für Rohrleitung mir Betonkies 20'000.00	20'000	2.3.1	Zusatz für Rohrleitung mir Betonkies 20'000.00	20'000
2.4	Steuerkabel (Sammelschacht Turb.-Haus, Trub.-Haus- Res. Dorf)	30'000	2.4	Steuerkabel (Sammelschacht Turb.-Haus, Trub.-Haus- Res. Dorf)	30'000
2.5	Neubau Turbinen-Haus Laueli, mit Speicherbecken	90'000	2.5	Neubau Turbinen-Haus Laueli	60'000
2.6	Ergänzung Steuerung (Schnittstellen mit best. Steuerung/neuem Leitsystem)	20'000	2.6	Ergänzung Steuerung (Schnittstellen mit best. Steuerung/neuem Leitsystem)	20'000
	Saldo 2	393'000		Saldo 2	363'000
3. Elektrische Einrichtungen			3. Elektrische Einrichtungen		
3.1	Verteil- und Steuerschrank in Pos. 1 enthalten	0	3.1	Verteil- und Steuerschrank in Pos. 1 enthalten	0
3.1.1	Verteil - und Steuerschrank Gen.-Schalter, Hauptsicherungen 5 Anzeigeräte (Strom, Spannung, Leistung, Niveau, Durchfluss) Vollwertige elektrische Schutzfunktionen: Über- und Unterspannung, Über- und Unterfrequenz, Netzausfall/Vektorsprung, Überstrom		3.1.1	Verteil - und Steuerschrank Gen.-Schalter, Hauptsicherungen 5 Anzeigeräte (Strom, Spannung, Leistung, Niveau, Durchfluss) Vollwertige elektrische Schutzfunktionen: Über- und Unterspannung, Über- und Unterfrequenz, Netzausfall/Vektorsprung, Überstrom	

3.1.2	Drehzahlregelung und Frequenzregelung, online parametrierbar ja Wasserstandsregelung und Leistungsregelung mit einstellbarer Droop- Charakteristik, online parametrierbar Redundante Überwachung der kritischen Sensoren AutoQuit-Funktion mit der Möglichkeit des automatischen Wiederanlaufs nach unbedenklichen Fehlern Fernalarmierung, Voice oder SMS		3.1.2	Drehzahlregelung und Frequenzregelung, online parametrierbar ja Wasserstandsregelung und Leistungsregelung mit einstellbarer Droop- Charakteristik, online parametrierbar Redundante Überwachung der kritischen Sensoren AutoQuit-Funktion mit der Möglichkeit des automatischen Wiederanlaufs nach unbedenklichen Fehlern Fernalarmierung, Voice oder SMS	
	CKW-Messung	2'100		CKW-Messung	2'100
3.1.3	Elektro-Installationen	3'500	3.1.3	Elektro-Installationen	3'500
3.1.4	Installation und Inbetriebnahme	1'600	3.1.4	Installation und Inbetriebnahme	1'600
3.2	Elektr. Erschliessung	8'000	3.2	Elektr. Erschliessung	8'000
	Saldo 3	15'200.00		Saldo 3	15'200.00
4. Projektierung und Bauleitung			4. Projektierung und Bauleitung		
4.1	Projektierung und Bauleitung elektro-mech. Einrichtungen		4.1	Projektierung und Bauleitung elektro-mech. Einrichtungen	
4.1.1	Projektierung und Bauleitung Pos. 1. und 3 inkl. Gesuche-, und Bewilligungen-Aus-u. Bearbeitung	16'000	4.1.1	Projektierung und Bauleitung Pos. 1. und 3 inkl. Gesuche-, und Bewilligungen-Aus-u. Bearbeitung	16'000
4.2.	Projektierung und Bauleitung "Bau"		4.2.	Projektierung und Bauleitung "Bau"	
4.2.1	Druckleitung, Turbinenhaus, Absetzbecken, Zusatz WL, Um-Inst.	35'000	4.2.1	Druckleitung, Turbinenhaus, Absetzbecken, Zusatz WL, Um-Inst.	35'000
	Saldo 4	51'000.00		Saldo 4	51'000.00
5. Mehrwertsteuer			5. Mehrwertsteuer		
5.1	Mehrwertsteuer auf Pos. 1	14'972.00	5.1	Mehrwertsteuer auf Pos. 1	17'480.00
5.2	Mehrwertsteuer auf Pos. 2	29'868.00	5.2	Mehrwertsteuer auf Pos. 2	27'588.00
5.3	Mehrwertsteuer auf Pos. 3	1'155.20	5.3	Mehrwertsteuer auf Pos. 3	1'155.20
5.4	Mehrwertsteuer auf Pos. 4	3'876.00	5.4	Mehrwertsteuer auf Pos. 4	3'876.00
	Saldo 5	51'391.20		Saldo 5	51'619.20
Die Wasserversorgungsgenossenschaft ist nicht MWSt-pflichtig			Die Wasserversorgungsgenossenschaft ist nicht MWSt-pflichtig		
6. Totale Investitionskosten		656'200	6. Totale Investitionskosten		659'200
7. Jährliche Energieproduktion			7. Jährliche Energieproduktion		
(Detailberechnung der Leistung siehe File:System 160307.xls)			(Detailberechnung der Leistung siehe File:System 160307.xls)		

8. Total Energieproduktion, netto (100% verfügbar)	kWh/Jahr	251'531	8. Total Energieproduktion pro Jahr (100% verfügbar)	kWh/Jahr	245'838
9. Betriebs- und Unterhaltskosten			9. Betriebs- und Unterhaltskosten		
9.1 Betriebspersonal (nur zusätzliche Einsätze nach Pannen und für jährliche Reinigung, normale Überwachung im Rahmen der Trinkwasserversorgung)		700	9.1 Betriebspersonal (nur zusätzliche Einsätze nach Pannen und für jährliche Reinigung, normale Überwachung im Rahmen der Trinkwasserversorgung)		700
9.2 Turbine und elektr. Teil 2% der Investitionskosten des Anlageteils)		4'244	9.2 Turbine und elektr. Teil und Bypassarmaturen (2% der Investitionskosten des Anlageteils)		4'904
9.3 Fassung Druckleitung (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		3'030	9.3 Fassung Druckleitung (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		3'030
9.4 Zentralengebäude und Nebenanlagen (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		900	9.4 Zentralengebäude und Nebenanlagen (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		600
9.5 Steuern, Versicherung Administration (Buchhaltung) Kraftwerksbetreiber (0.8% der Investitionskosten des Anlageteils)		5'250	9.5 Steuern, Versicherung Administration (Buchhaltung) Kraftwerksbetreiber (0.8% der Investitionskosten des Anlageteils)		5'274
Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		14'124	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		14'508
10. Kapitalkosten bei 100% Fremdfinanzierung keine Eigenfinanzierung			10. Kapitalkosten bei 100% Fremdfinanzierung keine Eigenfinanzierung		
- Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen			- Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen		
10.1 Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301		11'393	10.1 Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301		13'301
10.2 Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) 50 Annuität = 0.0465502		18'294	10.2 Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) 50 Annuität = 0.0465502		16'898
10.3 Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos.3 x Annuität) Nutzungsdauer = 25 Annuität = 0.06401196		973	10.3 Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) Nutzungsdauer = 25 Jahre (Kapital Pos.3 x Annuität) 25 Annuität = 0.06401196		973
10.4 Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4)			10.4 Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4)		

	(Kapital Pos. 4 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411	4'587		Nutzungsdauer = 15 Jahre (Kapital Pos. 4 x Annuität) 15 Annuität = 0.0899411	4'587
10.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 5 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0		Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) Nutzungsdauer = 15 Jahre (Kapital Pos. 5 x Annuität) 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0
	Saldo Kapitalkosten	35'246.74	35'247	Saldo Kapitalkosten	35'758.62
11.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)		49'370	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	50'266
12.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)			Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	
	(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)	37'730		(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)	36'876
13.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand		-11'641	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	-13'391
14.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.20	Stromgestehungskosten	Fr./kWh 0.20
15.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.31	Kosten-Nutzen-Verhältnis	1.36
16.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten			Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten	
	Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 251'531 kWh = 12'576.55	50'306		Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 245'838 kWh = 12'291.88	49'168
17.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.98	Kosten-Nutzen-Verhältnis	1.02
18.	Rentabilität bei 25% Eigenfinanzierung 75% Fremdfinanzierung			Rentabilität bei 25% Eigenfinanzierung 75% Fremdfinanzierung	
	Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben) Fr. 164'050.00 Investitionskosten 492'150.00 - Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen Annuität in Fr. bei 75% Fremdfinanzierung			Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben) Fr. 164'800.00 Investitionskosten 494'400.00 - Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen Annuität in Fr. bei 75% Fremdfinanzierung	

18.1	Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301	8'544	18.1	Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301	9'976
18.2	Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502	13'721	18.2	Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502	12'673
18.3	Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos.3 x Annuität) Nutzungsdauer = 25 Annuität = 0.06401196	730	18.3	Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos.3 x Annuität) Nutzungsdauer = 25 Annuität = 0.06401196	730
18.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) (Kapital Pos. 4 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411	3'440	18.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) (Kapital Pos. 4 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411	3'440
18.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 5 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0	18.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 5 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0
	Saldo Kapitalkosten	26'435.05	26'435	Saldo Kapitalkosten	26'818.97
19.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	37'028	19.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	37'700
20.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag) (Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)	37'730	20.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag) (Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)	36'876
21.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	702	21.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	-824
22.	Stromgestehungskosten	0.15	22.	Stromgestehungskosten	0.15
23.	Kosten-Nutzen-Verhältnis	0.98	23.	Kosten-Nutzen-Verhältnis	1.02
24.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert		24.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert	

	von 5 Rp./kWh, bei 251'531 kWh = 12'576.55	50'306		von 5 Rp./kWh, bei 245'838 kWh = 12'291.88	49'168	
25. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.74		25. Kosten-Nutzen-Verhältnis	0.77	
26. Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre			26. Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre	
27. Rentabilität bei	50% Eigenfinanzierung			27. Rentabilität bei	50% Eigenfinanzierung	
	50% Fremdfinanzierung				50% Fremdfinanzierung	
	Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)			Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)		
	Fr.	328'100.00		Fr.	329'600.00	
	Investitionskosten	328'100.00		Investitionskosten	329'600.00	
	- Kalkulationssatz (real): 4%			- Kalkulationssatz (real): 4%		
	- mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen			- mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen		
	Annuität in Fr. bei 50% Fremdfinanzierung			Annuität in Fr. bei 50% Fremdfinanzierung		
27.1	Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.0578301	30 5'696		27.1	Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.0578301	30 6'650
27.2	Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502	50 9'147		27.2	Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502	50 8'449
27.3	Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.06401196	25 486		27.3	Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.06401196	25 486
27.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.0899411	15 2'293		27.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.0899411	15 2'293
27.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	15 0		27.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	15 0

	Saldo Kapitalkosten	17'623.37	17'623		Saldo Kapitalkosten	17'879.31	17'879
28.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)		24'685	28.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)		25'133
29.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)			29.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)		
	(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)		37'730		(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)		36'876
30.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand		13'044	30.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand		11'743
31.	Stromgestehungskosten		0.10	31.	Stromgestehungskosten		0.10
32.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.65	32.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.68
33.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten			33.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten		
	Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 251'531 kWh = 12'576.55		50'306		Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 245'838 kWh = 7'750.00		44'626
34.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.49	34.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.56
35.	Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre		35.	Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre	

Bemerkungen:

- In der Kostenrechnung sind keine Landschaden-Entschädigungen berücksichtigt.
- Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten:

Die Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp/kWh als nicht amortisierbare Investitionen bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Die ausgezeichnete Ökobilanz der Energieproduktion in Trinkwasserkraftwerken ist ein gutes zusätzliches Argument, um Politiker und Stimmvolk für den Ausbau von TWKW zu gewinnen und um Bauherren vom Bau von TWKW zu überzeugen. Dieses Argument hat an Gewicht noch gewonnen, seit die SIA 480 diesen ökologischen Mehrwert über die externen Kosten monetarisiert und als Entscheidungskriterium für Bauherren vorgibt.

Monatliches Q im Durchschnitt der Jahre 1998, 99, 2000, 2001, 2002 und 2003; Wirkungsgrad berücksichtigt

(Abflusskurve: "Quellschüttung_Satz.xls")

Die Investitionskosten Pos 1 basieren auf Unternehmer-Offerten., Pos 2 und 4 basiert auf Bauprojekt von Kost&Partner

Die Aufwendungen für die einzelnen Komponenten des Trinkwasserkraftwerkes können wie folgt zusammengefasst werden:

Wirtschaftlichkeit, Peltonturbine, Standort Lauelistrasse			Wirtschaftlichkeit, Gegendruck-Peltonturbine, Standort Lauelistrasse		
Pos.		Fr.	Pos.		Fr.
1. Elektromechanische Einrichtungen			1. Elektromechanische Einrichtungen		
1.1	Turbine/Generator/Steuerung inkl. Monate und IBS	165'000	1.1	Turbine/Generator/Steuerung inkl. Monate und IBS	210'000
1.2	Armaturen, Rohrleitungen im Maschinenhaus	20'000	1.2	Armaturen, Rohrleitungen	20'000
1.3	Rückförderpumpen inkl. Armaturen	16'600			0
	Saldo 1	201'600		Saldo 1	230'000
2. Bauliche Einrichtungen			2. Bauliche Einrichtungen		
2.1	Neuer Sammelschacht / Ausgleichsbecken	33'000	2.1	Neuer Sammelschacht / Ausgleichsbecken	33'000
2.2	Rohrleitungsbau (Druckleitung)	155'000	2.2	Rohrleitungsbau (Druckleitung)	155'000
2.3	Grabenbau (Für neue Rohrleitung und für sep. Steuerkabel)	105'000	2.3	Grabenbau (Für neue Rohrleitung und für sep. Steuerkabel)	105'000
2.3.1	Zusatz für Rohrleitung mir Betonkies 20'000.00	30'000	2.3.1	Zusatz für Rohrleitung mir Betonkies 20'000.00	30'000
2.4	Steuerkabel (Sammelschacht Turb.-Haus, Trub.-Haus- Res. Dorf)	30'000	2.4	Steuerkabel (Sammelschacht Turb.-Haus, Trub.-Haus- Res. Dorf)	30'000
2.5	Neubau Turbinen-Haus Laueli, mit Speicherbecken	90'000	2.5	Neubau Turbinen-Haus Laueli	60'000
2.6	Ergänzung Steuerung (Schnittstellen mit best. Steuerung/neuem Leitsystem)	20'000	2.6	Ergänzung Steuerung (Schnittstellen mit best. Steuerung/neuem Leitsystem)	20'000
	Saldo 2	463'000		Saldo 2	433'000
3. Elektrische Einrichtungen			3. Elektrische Einrichtungen		
3.1	Verteil- und Steuerschrank in Pos. 1 enthalten	0	3.1	Verteil- und Steuerschrank in Pos. 1 enthalten	0
3.1.1	Verteil - und Steuerschrank Gen.-Schalter, Hauptsicherungen 5 Anzeigeräte (Strom, Spannung, Leistung, Niveau, Durchfluss) Vollwertige elektrische Schutzfunktionen: Über- und Unterspannung, Über- und Unterfrequenz, Netzausfall/Vektorsprung, Überstrom		3.1.1	Verteil - und Steuerschrank Gen.-Schalter, Hauptsicherungen 5 Anzeigeräte (Strom, Spannung, Leistung, Niveau, Durchfluss) Vollwertige elektrische Schutzfunktionen: Über- und Unterspannung, Über- und Unterfrequenz, Netzausfall/Vektorsprung, Überstrom	

3.1.2	Drehzahlregelung und Frequenzregelung, online parametrierbar ja Wasserstandsregelung und Leistungsregelung mit einstellbarer Droop- Charakteristik, online parametrierbar Redundante Überwachung der kritischen Sensoren AutoQuit-Funktion mit der Möglichkeit des automatischen Wiederanlaufs nach unbedenklichen Fehlern Fernalarmierung, Voice oder SMS		3.1.2	Drehzahlregelung und Frequenzregelung, online parametrierbar ja Wasserstandsregelung und Leistungsregelung mit einstellbarer Droop- Charakteristik, online parametrierbar Redundante Überwachung der kritischen Sensoren AutoQuit-Funktion mit der Möglichkeit des automatischen Wiederanlaufs nach unbedenklichen Fehlern Fernalarmierung, Voice oder SMS	
	CKW-Messung	2'100		CKW-Messung	2'100
3.1.3	Elektro-Installationen	3'500	3.1.3	Elektro-Installationen	3'500
3.1.4	Installation und Inbetriebnahme	1'600	3.1.4	Installation und Inbetriebnahme	1'600
3.2	Elektr. Erschliessung	8'000	3.2	Elektr. Erschliessung	8'000
	Saldo 3	15'200.00		Saldo 3	15'200.00
4. Projektierung und Bauleitung			4. Projektierung und Bauleitung		
4.1	Projektierung und Bauleitung elektro-mech. Einrichtungen		4.1	Projektierung und Bauleitung elektro-mech. Einrichtungen	
4.1.1	Projektierung und Bauleitung Pos. 1. und 3 inkl. Gesuche-, und Bewilligungen-Aus-u. Bearbeitung	16'000	4.1.1	Projektierung und Bauleitung Pos. 1. und 3 inkl. Gesuche-, und Bewilligungen-Aus-u. Bearbeitung	16'000
4.2.	Projektierung und Bauleitung "Bau"		4.2.	Projektierung und Bauleitung "Bau"	
4.2.1	Druckleitung, Turbinenhaus, Absetzbecken, Zusatz WL, Um-Inst.	35'000	4.2.1	Druckleitung, Turbinenhaus, Absetzbecken, Zusatz WL, Um-Inst.	35'000
	Saldo 4	51'000.00		Saldo 4	51'000.00
5. Mehrwertsteuer			5. Mehrwertsteuer		
5.1	Mehrwertsteuer auf Pos. 1	15'321.60	5.1	Mehrwertsteuer auf Pos. 1	17'480.00
5.2	Mehrwertsteuer auf Pos. 2	35'188.00	5.2	Mehrwertsteuer auf Pos. 2	32'908.00
5.3	Mehrwertsteuer auf Pos. 3	1'155.20	5.3	Mehrwertsteuer auf Pos. 3	1'155.20
5.4	Mehrwertsteuer auf Pos. 4	3'876.00	5.4	Mehrwertsteuer auf Pos. 4	3'876.00
	Saldo 5	57'060.80		Saldo 5	56'939.20
Die Wasserversorgungsgenossenschaft ist nicht MWSt-pflichtig			Die Wasserversorgungsgenossenschaft ist nicht MWSt-pflichtig		
6. Totale Investitionskosten		730'800	6. Totale Investitionskosten		729'200
7. Jährliche Energieproduktion			7. Jährliche Energieproduktion		
(Detailberechnung der Leistung siehe File:System 160307.xls)			(Detailberechnung der Leistung siehe File:System 160307.xls)		

8. Total Energieproduktion, netto (100% verfügbar)	kWh/Jahr	273'374	8. Total Energieproduktion pro Jahr (100% verfügbar)	kWh/Jahr	271'619
9. Betriebs- und Unterhaltskosten			9. Betriebs- und Unterhaltskosten		
9.1 Betriebspersonal (nur zusätzliche Einsätze nach Pannen und für jährliche Reinigung, normale Überwachung im Rahmen der Trinkwasserversorgung)		700	9.1 Betriebspersonal (nur zusätzliche Einsätze nach Pannen und für jährliche Reinigung, normale Überwachung im Rahmen der Trinkwasserversorgung)		700
9.2 Turbine und elektr. Teil 2% der Investitionskosten des Anlageteils)		4'336	9.2 Turbine und elektr. Teil und Bypassarmaturen (2% der Investitionskosten des Anlageteils)		4'904
9.3 Fassung Druckleitung (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		3'730	9.3 Fassung Druckleitung (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		3'730
9.4 Zentralengebäude und Nebenanlagen (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		900	9.4 Zentralengebäude und Nebenanlagen (1% der Investitionskosten des Anlageteils)		600
9.5 Steuern, Versicherung Administration (Buchhaltung) Kraftwerksbetreiber (0.8% der Investitionskosten des Anlageteils)		5'846	9.5 Steuern, Versicherung Administration (Buchhaltung) Kraftwerksbetreiber (0.8% der Investitionskosten des Anlageteils)		5'834
Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		15'512	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		15'768
10. Kapitalkosten bei 100% Fremdfinanzierung keine Eigenfinanzierung			10. Kapitalkosten bei 100% Fremdfinanzierung keine Eigenfinanzierung		
- Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen			- Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen		
10.1 Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301		11'659	10.1 Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301		13'301
10.2 Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502		21'553	10.2 Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502		20'156
10.3 Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos.3 x Annuität) Nutzungsdauer = 25 Annuität = 0.06401196		973	10.3 Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) Nutzungsdauer = 25 Jahre (Kapital Pos.3 x Annuität) Annuität = 0.06401196		973

10.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) (Kapital Pos. 4 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411	4'587	10.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) Nutzungsdauer = 15 Jahre (Kapital Pos. 4 x Annuität) 15 Annuität = 0.0899411	4'587
10.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 5 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0	10.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) Nutzungsdauer = 15 Jahre (Kapital Pos. 5 x Annuität) 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0
	Saldo Kapitalkosten	38'771.27	38'771	Saldo Kapitalkosten	39'017.14
11.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	54'284	11.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	54'785
12.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)		12.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	
	(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)	41'006		(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)	40'743
13.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	-13'278	13.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	-14'042
14.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.20	14.	Stromgestehungskosten
					Fr./kWh
15.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.32	15.	Kosten-Nutzen-Verhältnis
16.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten		16.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten	
	Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 273'374 kWh = 13'668.68	54'675		Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 271'619 kWh = 13'580.97	54'324
17.	Kosten-Nutzen-Verhältnis	0.99	17.	Kosten-Nutzen-Verhältnis	1.01
18.	Rentabilität bei	25% Eigenfinanzierung 75% Fremdfinanzierung	18.	Rentabilität bei	25% Eigenfinanzierung 75% Fremdfinanzierung
	Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben) Fr. 182'700.00 Investitionskosten 548'100.00 - Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen			Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben) Fr. 182'300.00 Investitionskosten 546'900.00 - Kalkulationssatz (real): 4% - mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen	

	Annuität in Fr. bei 75% Fremdfinanzierung			Annuität in Fr. bei 75% Fremdfinanzierung		
18.1	Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301		8'744	18.1 Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1) (Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer = 30 Annuität = 0.0578301		9'976
18.2	Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502	50	16'165	18.2 Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2) Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität) Annuität = 0.0465502	50	15'117
18.3	Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos.3 x Annuität) Nutzungsdauer = 25 Annuität = 0.06401196	25	730	18.3 Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3) (Kapital Pos.3 x Annuität) Nutzungsdauer = 25 Annuität = 0.06401196	25	730
18.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) (Kapital Pos. 4 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411	15	3'440	18.4 Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4) (Kapital Pos. 4 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411	15	3'440
18.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 5 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	15	0	18.5 Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5) (Kapital Pos. 5 x Annuität) Nutzungsdauer = 15 Annuität = 0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	15	0
	Saldo Kapitalkosten	29'078.45	29'078	Saldo Kapitalkosten	29'262.85	29'263
19.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)		40'713	19. Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)		41'089
20.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag) (Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)		41'006	20. Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag) (Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)		40'743
21.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand		293	21. Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand		-346
22.	Stromgestehungskosten		0.15	22. Stromgestehungskosten		0.15
23.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.99	23. Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.01
24.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten			24. Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten		

Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 273'374 kWh = 13'668.68 54'675)				Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 271'619 kWh = 13'580.97 54'324)			
25. Kosten-Nutzen-Verhältnis			0.74	25. Kosten-Nutzen-Verhältnis			0.76
26. Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre			26. Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre		
27. Rentabilität bei	50% Eigenfinanzierung 50% Fremdfinanzierung			27. Rentabilität bei	50% Eigenfinanzierung 50% Fremdfinanzierung		
Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)				Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)			
Fr. 365'400.00				Fr. 364'600.00			
Investitionskosten 365'400.00				Investitionskosten 364'600.00			
- Kalkulationssatz (real): 4%				- Kalkulationssatz (real): 4%			
- mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen				- mit der Teuerung von 1% wird der nominale Kalkulationssatz für öffentliche Trägerschaft zu 5% angenommen			
Annuität in Fr. bei 50% Fremdfinanzierung				Annuität in Fr. bei 50% Fremdfinanzierung			
27.1	Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1)			27.1	Kapitalkosten Turbine und Generator (Pos. 1)		
	(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	30			(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	30	
	Annuität = 0.0578301		5'829		Annuität = 0.0578301		6'650
27.2	Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2)			27.2	Kapitalkosten bauliche Einrichtungen (Pos. 2)		
	Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität)	50			Nutzungsdauer = 50 Jahre (Kapital Pos. 2 x Annuität)	50	
	Annuität = 0.0465502		10'776		Annuität = 0.0465502		10'078
27.3	Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3)			27.3	Kapitalkosten elektrische Einrichtungen (Pos. 3)		
	(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	25			(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	25	
	Annuität = 0.06401196		486		Annuität = 0.06401196		486
27.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4)			27.4	Kapitalkosten Projektierung und Bauleitung (Pos. 4)		
	(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	15			(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	15	
	Annuität = 0.0899411		2'293		Annuität = 0.0899411		2'293
27.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5)			27.5	Kapitalkosten Mehrwertsteuer (Pos. 5)		
	(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	15			(Kapital Pos. 1 x Annuität) Nutzungsdauer =	15	

Annuität =	0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0	Annuität =	0.0899411 siehe Bem. Pos 5.4	0
Saldo Kapitalkosten	19'385.63	19'386	Saldo Kapitalkosten	19'508.57	19'509
28. Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)		27'142	28. Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)		27'392
29. Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)			29. Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)		
(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)		41'006	(Vergütung gerechnet aus HT und NT, Winter, Sommer) (Vergütung gerechnet Vergütungs-Gesetz = 15 Rp./kWh)		40'743
30. Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand		13'864	30. Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand		13'351
31. Stromgestehungskosten		0.10	31. Stromgestehungskosten		0.10
32. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.66	32. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.67
33. Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten			33. Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten		
Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 273'374 kWh = 13'668.68		54'675	Nach SIA Norm 480 (Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp./kWh, bei 271'619 kWh = 7'750.00		48'493
34. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.50	34. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.56
35. Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre		35. Durchschnittliche Nutzungsdauer	27 Jahre	

Bemerkungen:

-- In der Kostenrechnung sind keine Landschaden-Entscheidungen berücksichtigt.

-- Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten:

Die Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp/kWh als nicht amortisierbare Investitionen bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Die ausgezeichnete Ökobilanz der Energieproduktion in Trinkwasserkraftwerken ist ein gutes zusätzliches Argument, um Politiker und Stimmvolk für den Ausbau von TWKW zu gewinnen und um Bauherren vom Bau von TWKW zu überzeugen. Dieses Argument hat an Gewicht noch gewonnen, seit die SIA 480 diesen ökologischen Mehrwert über die externen Kosten monetarisiert und als Entscheidungskriterium für Bauherren vorgibt.

Wirtschaftlichkeit, Peltonturbine, Standort Laueli				Wirtschaftlichkeit, Gegendruck-Peltonturbine, Standort Laueli			
6.	Totale Investitionskosten	Fr.	656'200	6.	Totale Investitionskosten	Fr.	659'200
7.	Jährliche Energieproduktion, (100% verfügbar)	251'531		7.	Jährliche Energieproduktion, (100% verfügbar)	245'838	
	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	14'124			Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	14'508	
	Kapitalkosten	35'247			Kapitalkosten	35'759	
11.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	49'370	11.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	50'266
12.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	37'730	12.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	36'876
13.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	-11'641	13.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	-13'391
14.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.20	14.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.20
15.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.31	15.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.36
16.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	50'306.20	16.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	49'167.54
17.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.98	17.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.02

18.	Rentabilität bei	25% Eigenfinanzierung		18.	Rentabilität bei	25% Eigenfinanzierung	
		75% Fremdfinanzierung				75% Fremdfinanzierung	
	Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)				Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)		
		Fr.	164'050			Fr.	164'800
6.	Totale Investitionskosten 100%	Fr.	656'200	6.	Totale Investitionskosten 100%	Fr.	659'200
	Total Investitionskosten 75%		492'150		Total Investitionskosten 75%		494'400
7.	Jährliche Energieproduktion			7.	Jährliche Energieproduktion		
	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	14'124			Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	14'508	
	Kapitalkosten	26'435			Kapitalkosten	26'819	
19.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	37'028	19.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	37'700
20.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	37'730	20.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	36'876
21.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	702	21.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	-824
22.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.15	22.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.15
23.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.98	23.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.02
24.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	50'306.20	24.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	49'167.54
25.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.74	25.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.77

27. Rentabilität bei 50% Eigenfinanzierung 50% Fremdfinanzierung			27. Rentabilität bei 50% Eigenfinanzierung 50% Fremdfinanzierung		
Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)			Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)		
	Fr.	328'100		Fr.	329'600
6. Totale Investitionskosten 100%	Fr.	656'200	6. Totale Investitionskosten 100%	Fr.	659'200
Total Investitionskosten 50%		328'100	Total Investitionskosten 50%		329'600
7. Jährliche Energieproduktion			7. Jährliche Energieproduktion		
Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		14'124	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		14'508
Kapitalkosten		17'623	Kapitalkosten		17'879
19. Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	24'685	19. Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	25'133
20. Mittlerer Rückliefertarif (Ertrag)	Fr.	37'730	20. Mittlerer Rückliefertarif (Ertrag)	Fr.	36'876
21. Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	13'044	21. Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	11'743
22. Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.10	22. Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.10
23. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.65	23. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.68
24. Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	50'306.20	24. Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	44'625.65
25. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.49	25. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.56

Bemerkungen:

- In der Kostenrechnung sind keine Landschafts-Entschädigungen berücksichtigt.
- Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten:

Die Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp/kWh als nicht amortisierbare Investitionen bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Die ausgezeichnete Ökobilanz der Energieproduktion in Trinkwasserkraftwerken ist ein gutes zusätzliches Argument, um Politiker und Stimmvolk für den Ausbau von TWKW zu gewinnen und um Bauherren vom Bau von TWKW zu überzeugen. Dieses Argument hat an Gewicht noch gewonnen, seit die SIA 480 diesen ökologischen Mehrwert über die externen Kosten monetarisiert und als Entscheidungskriterium für Bauherren vorgibt.

Wirtschaftlichkeit, Peltonturbine, Standort Lauelistrasse				Wirtschaftlichkeit, Gegendruck-Peltonturbine, Standort Lauelistrasse			
Pos.		Fr		Pos.		Fr.	
6.	Totale Investitionskosten	Fr	730'800	6.	Totale Investitionskosten	Fr.	729'200
7.	Jährliche Energieproduktion, (100% verfügbar)	273'374		7.	Jährliche Energieproduktion, (100% verfügbar)	271'619	
	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	15'512			Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	15'768	
	Kapitalkosten	38'771			Kapitalkosten	39'017	
11.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	54'284	11.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	54'785
12.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	41'006	12.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	40'743
13.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	-13'278	13.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	-14'042
14.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.20	14.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.20
15.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.32	15.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.34
16.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	54'674.74	16.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	54'323.87
17.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.99	17.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.01
18.	Rentabilität bei 25% Eigenfinanzierung 75% Fremdfinanzierung			18.	Rentabilität bei 25% Eigenfinanzierung 75% Fremdfinanzierung		
	Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)	Fr.	182'700		Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)	Fr.	182'300
6.	Totale Investitionskosten 100%	Fr.	730'800	6.	Totale Investitionskosten 100%	Fr.	729'200
	Total Investitionskosten 75%		548'100		Total Investitionskosten 75%		546'900
7.	Jährliche Energieproduktion			7.	Jährliche Energieproduktion		
	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	15'512			Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)	15'768	
	Kapitalkosten	29'078			Kapitalkosten	29'263	
19.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr	40'713	19.	Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr	41'089
20.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr	41'006	20.	Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr	40'743
21.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr	293	21.	Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr	-346
22.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.15	22.	Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.15
23.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.99	23.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		1.01
24.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr	54'674.74	24.	Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr	54'323.87
25.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.74	25.	Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.76

27. Rentabilität bei 50% Eigenfinanzierung 50% Fremdfinanzierung			27. Rentabilität bei 50% Eigenfinanzierung 50% Fremdfinanzierung		
Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)			Eigenkapital (Einmalinvestition abgeschrieben)		
	Fr.	365'400		Fr.	364'600
6. Totale Investitionskosten 100%	Fr.	730'800	6. Totale Investitionskosten 100%	Fr.	729'200
Total Investitionskosten 50%		365'400	Total Investitionskosten 50%		364'600
7. Jährliche Energieproduktion			7. Jährliche Energieproduktion		
Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		15'512	Jahreskosten (Total Betriebs- und Unterhaltskosten)		15'768
Kapitalkosten		19'386	Kapitalkosten		19'509
19. Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	27'142	19. Total Aufwand (Kapitalkosten + Jahreskosten)	Fr.	27'392
20. Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	41'006	20. Mittlerer Rücklieferarif (Ertrag)	Fr.	40'743
21. Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	13'864	21. Gewinn pro Jahr: Ertrag - Aufwand	Fr.	13'351
22. Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.10	22. Stromgestehungskosten	Fr./kWh	0.10
23. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.66	23. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.67
24. Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	54'674.74	24. Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten, Ertrag	Fr.	48'492.90
25. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.50	25. Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.56

Bemerkungen:

-- In der Kostenrechnung sind keine Landschafts-Entschädigungen berücksichtigt.

-- Ganzheitliche Betrachtung mit externen Kosten:

Die Bundesbehörden anerkennen einen Wert von 5 Rp/kWh als nicht amortisierbare Investitionen bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Die ausgezeichnete Ökobilanz der Energieproduktion in Trinkwasserkraftwerken ist ein gutes zusätzliches Argument, um Politiker und Stimmvolk für den Ausbau von TWKW zu gewinnen und um Bauherren vom Bau von TWKW zu überzeugen. Dieses Argument hat an Gewicht noch gewonnen, seit die SIA 480 diesen ökologischen Mehrwert über die externen Kosten monetarisiert und als Entscheidungskriterium für Bauherren vorgibt.

Wirtschaftlichkeitsanalyse Lauelistrasse								
Sensitivität Kennzahlen bei 100% Fremdfinanzierung								
	Peltonturbine				Gegendruck-Peltonturbine			
	Int. Zinssatz (%)	Energie Gestehungskosten (Rp/kWh)	Jährlicher Gewinn	Bemerk	Int. Zinssatz (%)	Energie Gestehungskosten (Rp/kWh)	Jährlicher Gewinn	Bemerk
Basis Fall	4.00	0.20	-13'278		4.00	0.20	-14'042	
Kostensensitivität								
Kosten +10%		0.22	-18'681			0.21	-17'521	
Kosten +5%		0.21	-15'978			0.21	-15'780	
Kosten -5%		0.19	-10'579			0.20	-12'305	
Kosten -10%		0.18	-7'883			0.19	-10'571	
Kosten -15%		0.17	-5'188			0.18	-8'838	
Durchschnittswerte		0.19	-11'662			0.20	-13'003	
Kosten		0.15	0	Null Gewinn bei -24.63% Investition		0.15	0	Null Gewinn bei -40.5% Investition
Sensitivität nach der Amortisationszeit der EM Ausrüstung								
Dauer -10 Jahre		0.24	-23'716			0.24	-24'928	
Dauer -5 Jahre		0.21	-16'370			0.21	-17'310	
Dauer +5 Jahre		0.19	-11'492			0.19	-12'135	
Dauer +10 Jahre		0.19	-10'324			0.19	-10'880	
Durchschnittswerte Dauer		0.21	-15'476	Null Gewinn ¹⁾		0.21	-16'313	Null Gewinn ¹⁾
Sensitivität nach dem kalk. Zinssatz								
Kalkulatorischer Zins +1% = 5%		0.22	-18'974			0.22	-19'697	
Kalkulatorischer Zins +0.5% = 4.5%		0.21	-16'086			0.21	-16'829	
Kalkulatorischer Zins -0.5% = 3.5%		0.19	-10'557			0.19	-11'341	
Kalkulatorischer Zins -1% = 3%		0.18	-7'932			0.18	-8'733	
Kalkulatorischer Zins -1.5% = 2.5%		0.17	-5'407			0.17	-6'224	
Kalkulatorischer Zins -2% = 2%		0.16	-2'990			0.16	-3'821	
Durchschnittswerte Kalkulatorischer Zins		0.19	-10'324			0.19	-11'108	
		1.35	0	Null Gewinn		1.15	0	Null Gewinn

1) Eine Erhöhung der Amortisationszeit nur für die EM-Einrichtungen wirkt sich zu wenig stark aus. Die Amortisationszeit der baulichen Einrichtungen muss ebenfalls für eine entspr. Wirkung erhöht werden

Z.B: die Kombination von "Kosten, Amortisationszeit und Zinssatz", z.B. -10%, +10 Jahre, 3 % Zins ergibt Stromgestehungskosten von 15 Rp/kWh

Wirtschaftlichkeitsanalyse Laeli								
Sensitivität Kennzahlen bei 100% Fremdfinanzierung								
	Pelton turbine				Gegendruck-Pelton turbine			
	Int. Zinssatz (%)	Energie Gestehtungskosten (Rp/kWh)	Jährlicher Gewinn	Bemerk	Int. Zinssatz (%)	Energie Gestehtungskosten (Rp/kWh)	Jährlicher Gewinn	Bemerk
Basis Fall	4.00	0.20	-11'641		4.00	0.20	-13'391	
Kostensensitivität								
Kosten +10%		0.22	-16'553			0.22	-16'418	
Kosten +5%		0.21	-14'096			0.21	-14'903	
Kosten -5%		0.19	-9'188			0.20	-11'880	
Kosten -10%		0.18	-6'737			0.19	-10'371	
Kosten -15%		0.17	-4'288			0.19	-8'865	
Durchschnittswerte		0.19	-10'172			0.20	-12'487	
Kosten		0.15	0	Null Gewinn bei -23.8% Investition		0.15	0	Null Gewinn bei -44.6% Investition
Sensitivität nach der Amortisationszeit der EM Ausrüstung								
Dauer -10 Jahre		0.24	-22'007			0.25	-24'277	
Dauer -5 Jahre		0.21	-14'705			0.22	-16'659	
Dauer +5 Jahre		0.19	-9'875			0.20	-11'484	
Dauer +10 Jahre		0.18	-8'720			0.19	-10'229	
Durchschnittswerte		0.20	-13'827			0.21	-15'662	
Dauer				Null Gewinn ¹⁾				Null Gewinn ¹⁾
Sensitivität nach dem kalk. Zinssatz								
Kalkulatorischer Zins +1% = 5%		0.22	-16'728			0.23	-18'470	
Kalkulatorischer Zins +0.5% = 4.5%		0.21	-14'149			0.21	-15'894	
Kalkulatorischer Zins -0.5% = 3.5%		0.19	-9'210			0.19	-10'964	
Kalkulatorischer Zins -1% = 3%		0.18	-6'864			0.19	-8'620	
Kalkulatorischer Zins -1.5% = 2.5%		0.17	-4'607			0.18	-6'364	
Kalkulatorischer Zins -2% = 2%		0.16	-2'444			0.17	-4'201	
Durchschnittswerte		0.19	-9'000			0.19	-10'752	
Kalkulatorischer Zins		1.40	0	Null Gewinn		0.95	0	Null Gewinn

1) Eine Erhöhung der Amortisationszeit nur für die EM-Einrichtungen wirkt sich zu wenig stark aus. Die Amortisationszeit der baulichen Einrichtungen muss ebenfalls für eine entspr. Wirkung erhöht werden

Z.B: die Kombination von "Kosten, Amortisationszeit und Zinssatz", z.B. -10%, +10 Jahre, 3 % Zins ergibt Stromgestehungskosten von 15 Rp/kWh