

Zusammenfassung

Der Verein Kultur am Mühlebach [v-kmb](#) ist der Besitzer von Europas grösstem oberflächigen Holz-Wasserrad (d=10 Meter) in einem Gebäude. Das heute 80-jährige Rad steht kurz vor dem Totalzerfall. Am 3. April 2023 hat der v-kmb die Baubewilligung erhalten, welche den Ersatz dieses alten Wasserrades durch einen Neubau beinhaltet.

Bis im Jahr 1973 wurde mit diesem Wasserrad die Untere Getreide-Mühle Böttstein angetrieben. Der v-kmb klärt zurzeit ab in welchem Umfang und auf welche Art wieder gemahlen werden soll. Bis dieser Entscheid vorliegt aber auch danach, möchte der v-kmb die Wasserrad-Energie, von ca. 1kW, in elektrische Energie umwandeln.

Mit dem hier vorliegende Lastenheft soll ein Satz Herstellunterlagen für ein Strom-Generatorsystem SGS erstellt werden in welchem alle notwendigen Komponenten bestimmt sind, inklusive notwendiger Regelkreise und Sicherheitselemente, um eine Batterie zu laden welche anschliessend über einen Wechselrichter am Hausanschluss angeschlossen werden kann. Zudem sind notwendigen Kommunikationsnahtstellen zu einem Energiemanagementsystem zu definieren.



Das Wasserrad aus dem Jahr 1932

Datum:

3. Juni 2023

Name Autor

Peter Ming

Unterschrift Autor



Inhaltsverzeichnis

1	Informationen und allgemeine Anforderungen	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Zweck von diesem Dokument	4
1.3	Lieferobjekte SGS	4
1.4	Mitgeltende Unterlagen	4
1.4.1	Zeichnungen	4
1.4.2	Schriftdokumente	5
1.5	Interpretation der Anforderung-Niveaus	5
2	Anforderungen	6
2.1	Anforderungen allgemein	6
2.1.1	Verwendungszweck	6
2.1.2	Leistung Wasserrad	6
2.1.3	Koordinatensystem und Drehsinn	8
2.2	Anforderungen Produkt	8
2.2.1	Block-Diagramm.....	8
2.2.2	Strom-Generatorsystem	9
2.2.3	Regelsystem	9
2.2.4	Verkabelung.....	9
2.2.5	Drehsinn-Kontrolle	10
2.2.6	Standard-Einstellungen	10
2.2.7	Aufstellort der Komponenten.....	10
2.3	NST Nahtstellen	11
2.3.1	NST-T Nahtstellen Technik	11
2.3.2	NST-M Nahtstellen Management.....	13
2.4	Umgebungsbedingungen für Betrieb und Unterhalt	14
2.4.1	Energieversorgung im Mühlenraum	14
2.4.2	Raumklima Mühlenraum	14
2.4.3	Raum und Gebäude.....	14
2.5	Sicherheit (Personen / Technik / Umgebung).....	14
2.5.1	NOT-AUS.....	15
2.6	Prüf- und Testanforderungen Inbetriebnahme	15
3	Projektmanagement.....	16
3.1	Künstliche Intelligenz	16

3.2	Allgemeine Anforderungen.....	16
3.3	MS01 Kickoff Meeting	16
3.4	MS02 Evaluation Review Meeting mit folgenden Lieferobjekten:.....	16
3.5	MS03 Konzept-Review.....	17
3.6	MS04 Design-Review = Projektende.....	17
3.7	Technische Dokumentation.....	17
3.7.1	Allgemeine Anforderungen.....	17
4	Acronyms.....	19

1 Informationen und allgemeine Anforderungen

1.1 Ausgangslage

Am 21.09. 2017 wurde der Verein Kultur am Mühlebach Böttstein v-kmb gegründet. Seitdem engagiert sich der Verein gemäss seiner [Vision](#) und der daraus abgeleiteten Mission und Ziele.

Eines der Ziele ist, das zerfallene grösste oberflächliche Holz-Wasserrad Europas in einem Gebäude, durch eine Neues zu ersetzen. Die Baubewilligung wurde am 3. April 2023 erteilt. Nebst dem Ersatz ist geplant, dass die Energie wieder zum Mahlen von Getreide oder zur Speisung einer Batterie genutzt werden soll.

Die Umsetzung der in diesem Lastenheft formulierten 'SGS-Lieferobjekte' sollte durch Lernende firmenübergreifend von regionalen Betrieben realisiert werden können.

1.2 Zweck von diesem Dokument

Dieses Dokument legt die Anforderungen an das/die zu liefernde(n) Produkt(e) und Dienstleistung(en) einschließlich des Projektmanagements und der Qualitätssicherungsaspekte fest.

1.3 Lieferobjekte SGS

Position	Menge	Beschreibung	Wunschtermin
10	1	Herstellunterlagen für den Bau eines Strom-Generatorsystems	24.12.2023
20	1	Technische Betriebsanleitung für das Strom-Generatorsystem	
30	1	Technische Funktionsbeschreibung der Lastenregelung Wasserrad / Stromgenerator	
40	1	Prüf- und Testprozedur für die Abnahme des Stromgenerator-Systems	
<u>41</u>	<u>1</u>	<u>Kosten- und Terminplan für die Realisierung des Stromgenerator-Systems</u>	
50	1	Bericht pro Meilenstein Review Meeting	Nach Absprache

1.4 Mitgeltende Unterlagen

1.4.1 Zeichnungen

Die nachstehenden Zeichnungen sind Bestandteil dieses Lastenheftes:

Nr.	Zeichnungsnummer	Revision	Titel	Typ
1.	VKMB-EXT-103	V1.0	Wasserrad 2023 - Ansicht Schnitte	pdf
2.	VKMB-EXT-104	V1.0	Wasserrad_2023 - Details	pdf

1.4.2 Schriftdokumente

Die nachstehenden Schriftdokumente sind Bestandteil des Lastenheftes

Nr.	Dokumenten-Nummer	Revision	Titel	Typ
1.	VKMB-EXT-020	V1.0	Gebäudegruppe Mühle	pdf
2.	VKMB-EXT-088	V1.1	Leistung und Mechanik der unteren Mühle Böttstein	pdf
3.	VKMB-EXT-099	V1.0	Auslegung Generator	docx
4.	VKMB-EXT-100	V0.2	Energiekonzept	pdf

1.5 Interpretation der Anforderung-Niveaus

Die Schlüsselwörter in diesem Dokument: „muss/müssen & soll/sollen“, sowie „sollte & kann/könnte“ sind wie folgt zu interpretieren:

1. **muss** oder **soll** weist auf eine unbedingte Anforderung hin
2. **sollte** oder „**kann, könnte**“ bedeutet, dass es unter bestimmten Umständen triftige Gründe geben kann, bestimmte Punkte zu ignorieren oder eine Anforderung abzuschwächen. Die Auswirkungen sollten jedoch verstanden und sorgfältig abgewogen und die neuen Formulierung gemeinsam vereinbart werden, bevor die Originalanforderung angepasst wird.

2 Anforderungen

2.1 Anforderungen allgemein

Die Auslegung sollte in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Energiekonzept VKMB-EXT-100 sein.

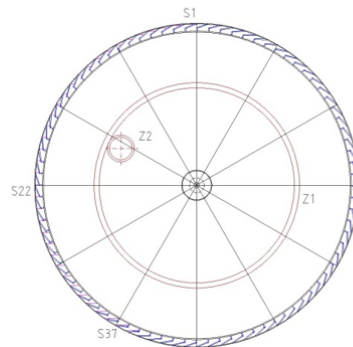
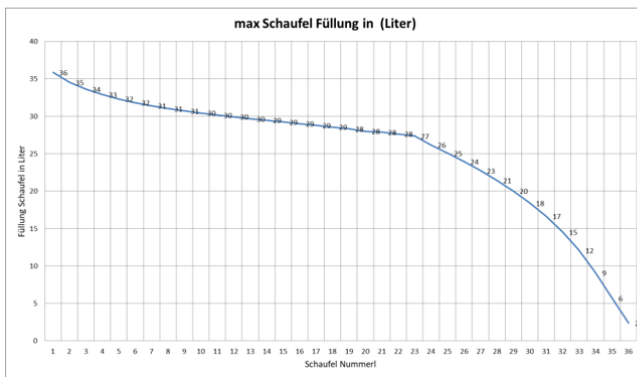
2.1.1 Verwendungszweck

Das Strom-Generatorsystem soll in der Unteren Mühle Böttstein an die Antriebswelle vom grossen Wasserrad $D = 10$ Meter gekoppelt werden und mit der erzeugten Energie eine Batterie speisen.

2.1.2 Leistung Wasserrad

Die nachstehenden Angaben stammen aus dem Grundlagenpapier 'Leistung und Mechanik der unteren Mühle Böttstein VKMB-EXT-088.

Die Füllmenge nimmt durch Drehung kontinuierlich ab, bis die Schaufeln bei 160° komplett entleert sind.



Der maximale Füllgrad der Wasserschaukeln entspricht einer Wassermenge von

$$V_{\text{max}} = 919 \text{ l}$$

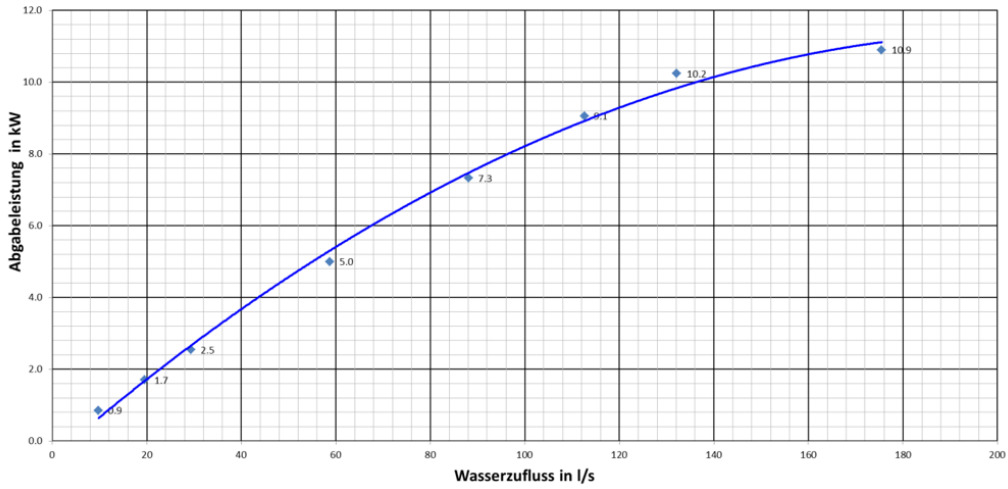
Das Drehmoment bei maximalem Füllgrad ist

$$M_{\text{max}} = 29760 \text{ Nm}$$

Dieser Zustand wird am ehesten beim Anfahren der Mühle und bei stillstehendem Wasserrad erreicht. Er kann als maximales Anlaufmoment der Mühlenanlage und maximale statische Belastung der Getriebezähne betrachtet werden.

Die Füllung der Wasserschaukeln hängt von der Wassermenge V (l/s) und von der Drehzahl n (U/min) des Wasserades ab.

Wasserrad Leistungskennlinie bei 3.5 U/min

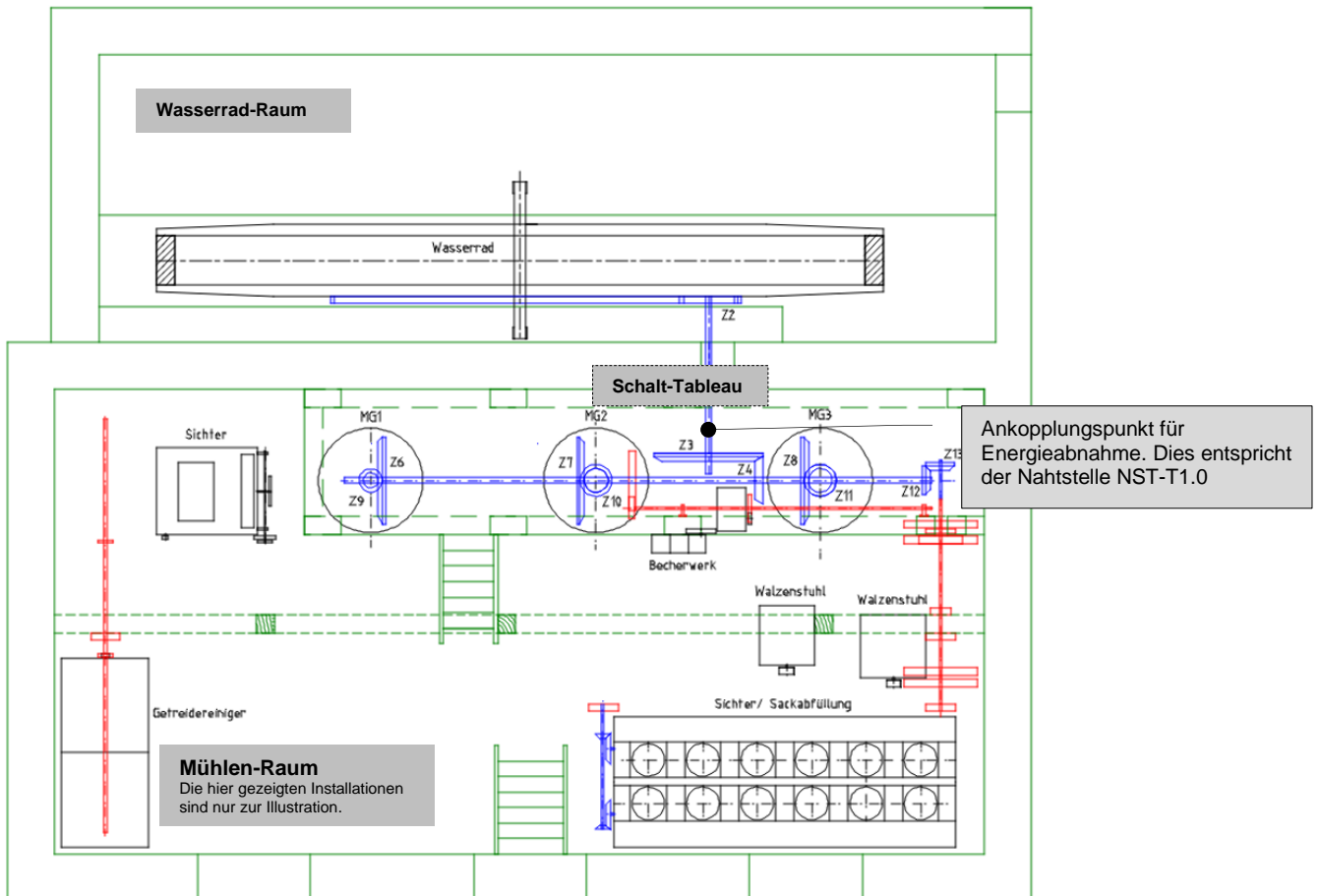


Minimale Wassermenge: ¶

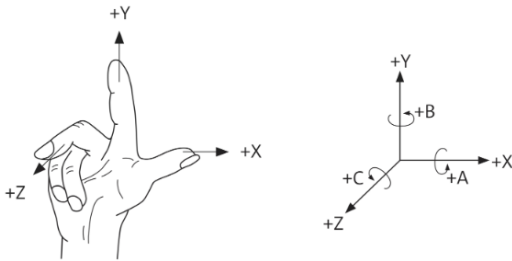
$P_{min} = 0,9 \text{ kW}$ → bei 10 l/s und einer Drehzahl des Wasserrades von 3,5 U/min ¶

Mit Nutzung des Stauvolumens und bei begrenzter Arbeitszeit kann die Leistung bis zu einem Maximum gesteigert werden: ¶

$P_{max} = 11 \text{ kW}$ → bei 168 l/s und einer Drehzahl des Wasserrades von 3,5 U/min ¶



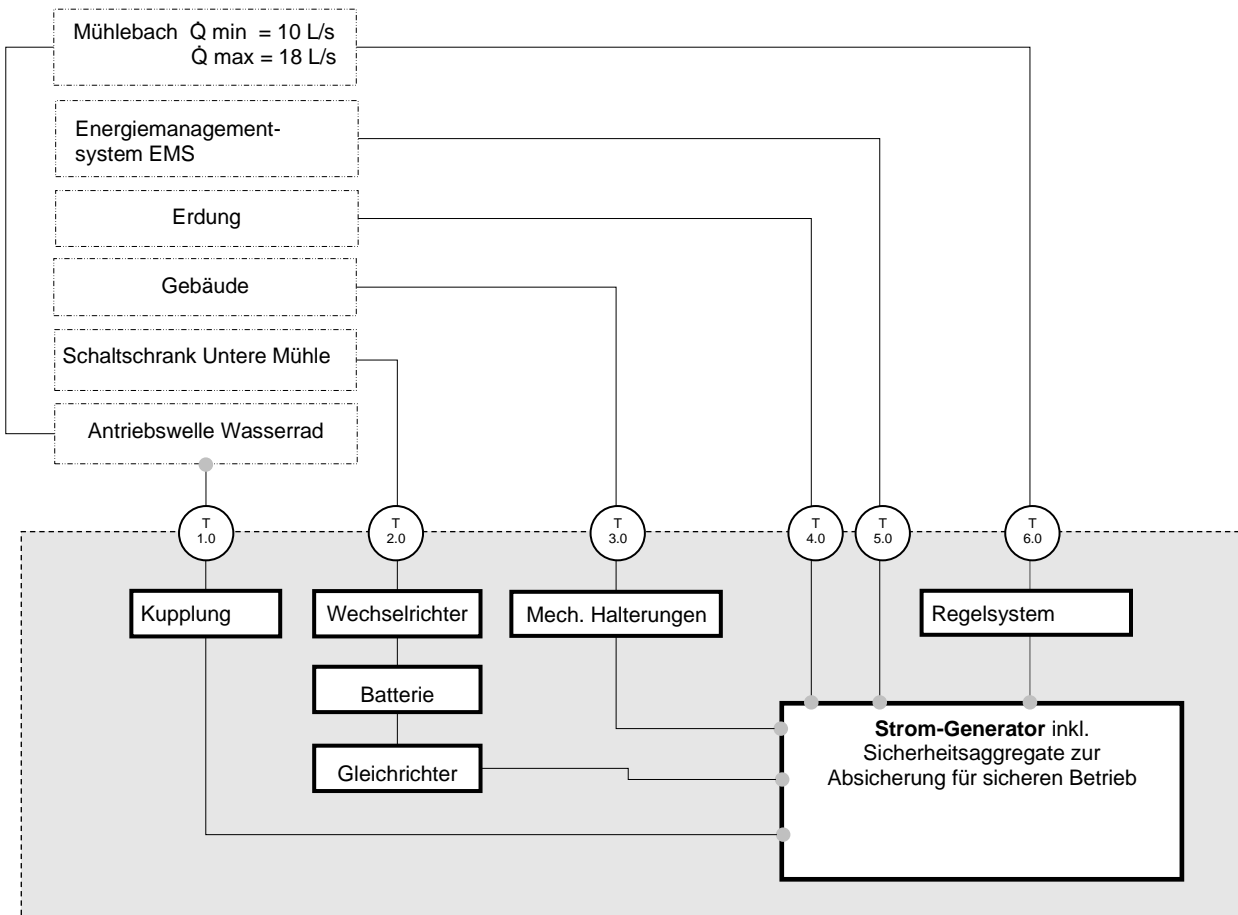
2.1.3 Koordinatensystem und Drehsinn



2.2 Anforderungen Produkt

2.2.1 Block-Diagramm

Das Blockdiagramm zeigt die Hauptkomponenten als Blöcke und die Linien dessen gegenseitigen Beziehungen/Verbindungen sowie die Nahtstellen 'Sn' der Angebotsgrenze.



Prozess / System / Funktion
nicht Teil Lastenheft

○ Nahtstelle 'Technik' (NST-T)

Produktumfang SGS

2.2.2 Strom-Generatorsystem

1. Die in der Herstell-Unterlagen verwendeten Komponenten / Betriebsmittel sollen Standard-Produkte und auf dem europäischen Markt erhältlich sein.
2. Das Strom-Generatorsystem soll für einen Betrieb von 24/7/365 ausgelegt sein. Hinweis: Jeweils Ende März gibt es für den Frühlingsputz am Mühlebach eine Stillstandszeit von 3 Tagen. Allerdings kann es unvorhergesehene Situationen geben, wo der Wasserzufluss abnehmen kann. Das kann z.B. beim Verstopfen des Durchleitungsrohres unter der Strasse eintreten.
3. Das Stromgeneratorsystem soll folgende Betriebsmodi abdecken
 - a. Anfahren nach Wasserradstillstand
 - b. Geregelter Standardbetrieb 24/7/365
 - c. Abstellen des Generatorsystems
4. Der Betrieb des Generator-Systems soll vollautomatisch sein
5. Folgende Parameter müssen über eine Kommunikationsnahtstelle dem Energiemanagementsystem in geeigneter Form zur Verfügung stehen:
 - a. Drehzahl Strom-Generator
 - b. Strom und Spannung am Strom-Generatorausgang (= Eingangswerte für die Batterie)
 - c. Strom und Spannung nach dem Wechselrichter bei Einspeisung ins Netz
6. Folgende ferngesteuerte Eingriffe müssen gewährleistet sein:
 - a. Abstellen des Strom-Generators
7. Not-Aus Schalter vor Ort (diese Anforderung ist auf Sinnhaftigkeit zu prüfen)

2.2.3 Regelsystem

1. Anhand des Dokumentes VKMB-EXT-099 v1.0 von Lutz Lohmann ist das anzuwendende Regelprinzip zu definieren und in eine technische machbare Lösung umzusetzen.
2. Für das ausgewählte Regelsystem sind die Nahtstellen NST zu definieren.

2.2.4 Verkabelung

1. All Kabel und ihre Dimensionierung müssen nach den anzuwendenden aktuell gültigen IEC-Normen ausgewählt und dimensioniert werden.
2. Alle Leistungs-, Mess-, Steuer- und Hilfskabel müssen aus Kupfer sein, außer wenn Lichtwellenleiter verwendet, werden.
3. Die Kabelisolierung muss 'LSZH – Low Smoke Zero Halogen' sein. Insbesondere muss es folgende Anforderungen erfüllen:
 - a. Außenmantel: halogenfreies Material
 - b. Säuregasgehalt: halogenfrei, gemäß IEC 60754
 - c. feuerhemmend: nach IEC 60332.

4. Die Verkabelung für Steuersignale zwischen den verschiedenen Subsystemen muss abgeschirmt sein. Grundsätzlich muss der Schirm an beiden Enden des Kabels mit der örtlichen Erde verbunden werden.
5. Die Erdverbindung muss niederinduktiv erfolgen, vorzugsweise durch direktes Anklemmen des Schirms an eine Erdungsschiene oder, falls dies nicht möglich ist, mit einem kurzen Draht.
6. Jedes Kabel zwischen Untereinheiten des Systems muss an beiden Enden mit einer Kabelnummer gekennzeichnet sein. Das Etikett muss auch die Referenzbezeichnung der Klemme oder Buchse angeben, an der das Kabel angeschlossen werden soll.

2.2.5 Drehsinn-Kontrolle

Das Verkabelungsschema muss sicherstellen, dass der Stromgenerator gemäss seiner Funktion den richtigen Drehsinn hat.

2.2.6 Standard-Einstellungen

Falls es für die verschiedenen Betriebsmodi, siehe Kap. 2.2.2, Standardeinstellungen gibt, sind diese zu benennen und in einer Liste aufzuführen, welche Bestandteil der technischen Betriebsdokumentation sein muss.

2.2.7 Aufstellort der Komponenten

Folgende Aufstellorte sind bezogen auf die zu erfüllende Funktion in gegenseitiger Absprache mit dem v-kmb festzulegen:

1. Genauer Kopplungspunkt mit Antriebswelle Wasserrad (T 1.0)
2. Standort Stromgenerator
3. Standort Batterie

2.3 NST Nahtstellen

Es gibt folgende Typen von Nahtstellen: Technik (NST-T) und Management (NST-M)

Hinweis: Jede NST muss in den Zusammenstellungszeichnungen / Schemas / Blockdiagrammen angegeben werden.

2.3.1 NST-T Nahtstellen Technik

NST-T	Name	Seite: v-kmb Nahtstellen Spezifikation	Seite: Auftragnehmer Nahtstellen Spezifikation	Bemerkungen
T1.0	Mechanische Energieübertragung von Wasserrad auf Strom-Generator			
T1.1	Antriebswelle Seite Wasserrad / mechanische Kupplung auf Strom-Generator	Stahlwelle d = 90 mm	Kupplungstyp / Kupplungsart	Die Antriebswelle Seite Wasserrad ist fix und nicht verstellbar
T1.1	Halterung Kupplungswelle	Rohe Natursteinfläche Wasserradraum	Halterung	
T2.0	Elektrische Energieübertragung von Wechselrichter auf Netzeinspeisung			
T2.1	Elektrisches Kabel	Einspeisepunkt am Schalttableau Haupthaus	Elektrisches Kabel Typ: ???	
T3.0	Mechanische Halterungen			
T3.1	Halterung Kupplungswelle	Boden Mühlenraum	Halterung	Exakte Position ist in Absprache festzulegen
T3.2	Halterung Strom-Generator	Boden Mühlenraum	Befestigungslaschen Strom-Generator	Exakte Position ist in Absprache festzulegen
T3.3	Halterung Batterie	Mühlenraum	Befestigungslaschen Batterie	Exakte Position ist in Absprache festzulegen

NST-T	Name	Seite: v-kmb Nahtstellen Spezifikation	Seite: Auftragnehmer Nahtstellen Spezifikation	Bemerkungen
T3.4	Halterung Gleichrichter	Mühlenraum	Befestigungslaschen Gleichrichter	Exakte Position ist in Absprache festzulegen
T3.5	Halterung Wechselrichter	Mühlenraum	Befestigungslaschen Wechselrichter	Exakte Position ist in Absprache festzulegen
T3.6	Halterung elektr. Installationsrohre	Mühlenraum	Rohrschellen / Kabelkanäle	Exakte Position ist in Absprache festzulegen
T4.0	Erdung Strom-Generator			
T4.1	Erdungskabel	Erdungskabel d = ???	M8 Gewinde am Strom-Generator	
T5.0	Kommunikation mit Energiemanagementsystem EMS			
T5.1	Ethernet Verbindung	?	?	Das EMS ist noch nicht definiert. Zur Zeit steht folgendes im Vordergrund
T6.0	Regelsystem			
T6.1	Systeme benennen	Nahtstelle noch zu definieren	Nahtstelle noch zu definieren	

2.3.2 NST-M Nahtstellen Management

NST-M	Name	Seite: v-kmb Nahtstellen Spezifikation	Seite: Auftragnehmer Nahtstellen Spezifikation	Bemerkungen
M1.0	Software-Werkzeuge			
M1.1	Schriftdokumente	Microsoft 365 (Office)		
M1.2	Datenablage	Microsoft OneDrive		
M1.3	CAD	SketchUp		
M2.0	Ansprechpersonen			
M2.1	Projektverantwortliche Person	Peter Ming +01 79 751 02 64 depeming@gmail.com		
M2.2	Untere Mühle Böttstein / Wasserrad	Walter Hess +41 79 664 40 63 wb.hess@bluewin.ch		

2.4 Umgebungsbedingungen für Betrieb und Unterhalt

Der Installationsort für das Strom-Generatorsystem ist der Mühlenraum im Haupthaus auf der Parzelle 709 in 5315 Böttstein.

2.4.1 Energieversorgung im Mühlenraum

Am Stromtableau gibt es folgende Anschlüsse:

- 1 phasig: 220 to 240 VAC
- 3 phasig: 380 to 400 VAC

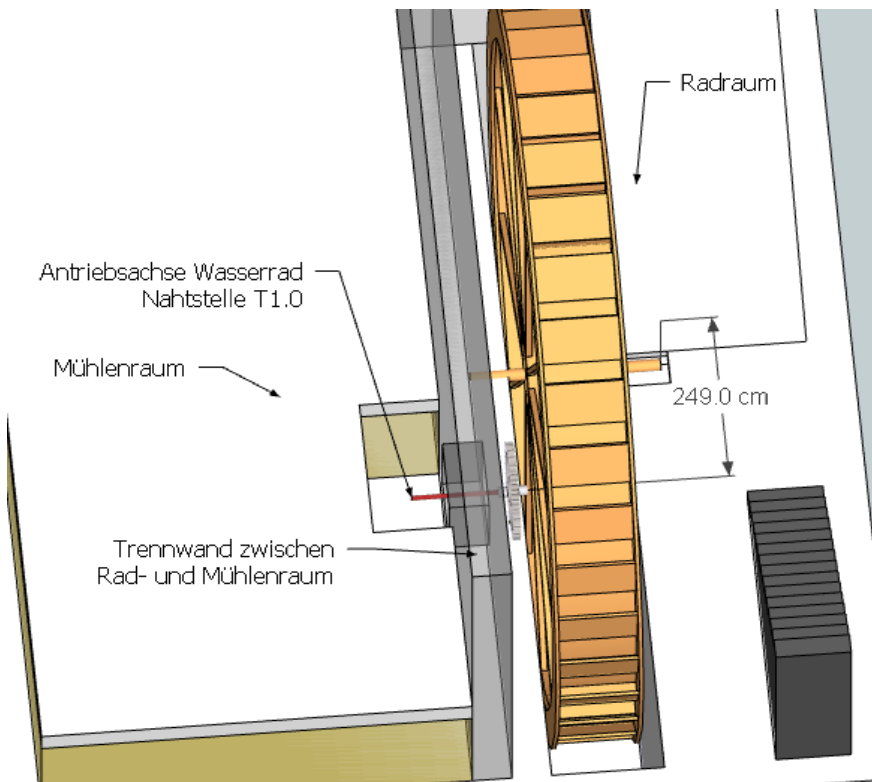
Die Anschlussleistung der Parzelle 709 ist 75 Ampère.

2.4.2 Raumklima Mühlenraum

Das Raumklima kann schwanken zwischen 10 Grad und 35 Grad. Die rel. Luftfeuchte bewegt sich zwischen den in diesen Breitengraden üblichen Werten von ca. 40% bis ca. 80%.

2.4.3 Raum und Gebäude

Nachstehend eine schematische Situationsskizze



2.5 Sicherheit (Personen / Technik / Umgebung)

1. Für das Strom-Generatorsystem sind die zum heutigen Zeitpunkt einzuhaltenden Normen bezüglich:
 - a. Personensicherheit
 - b. Herstell-Standards
 zu benennen welche für Beschaffung und Realisierung anzuwenden sind.

2.5.1 NOT-AUS

Das Strom-Generatorsystem muss über einen NOT-AUS Knopf vor Ort vom Wasserradantrieb entkoppelt werden können.

2.6 Prüf- und Testanforderungen Inbetriebnahme

1. Für die Inbetriebnahme des SGS ist eine Prüf- und Testprozedur zu erstellen.

3 Projektmanagement

3.1 Künstliche Intelligenz

Von Seite v-kmb wäre es interessant, wenn dieses Lastenheft mit Hilfe von KI z.B. ChatGPT umgesetzt wird. Falls KI zur Anwendung kommt, sollte:

- a. dies in den Lieferobjekten gemäss Kap. 1.3 ersichtlich sein. Das heisst, der Eingabetext und das von der KI erzeugte Ergebnis muss als solches klar erkenntlich, sowie 1:1 abgebildet sein.
- b. Die KI-Ergebnisse sind auf Plausibilität und Richtigkeit zu prüfen.
- c. Die KI-Nutzung kann in Englisch oder Deutsch gemacht werden

3.2 Allgemeine Anforderungen

- d. Bezüglich der Projektabwicklung sollte ein Zeitplan mit nachstehenden Meilensteinen (MSnn) und den dazugehörigen Phasen erstellt werden.
- e. Es ist eine Pendenzenliste zu führen, welche auch als Protokoll verwendet werden kann
- f. Die Review-Termine sind durch den Auftragnehmer abzusprechen und festzulegen
- g. Die Lieferobjekte zu den einzelnen Meilensteinen sollten 1 Woche vor dem Review-Termin den v-kmb zugestellt sein
- h. Der Bericht zum jeweiligen Meeting sollte 14 Tage nach dem Meeting-Termin an den v-kmb zugestellt sein
- i. Das Kickoff-Meeting soll vor Ort in der Unteren Mühle Böttstein stattfinden. Bei den restlichen Termin kann der Ort frei gewählt werden.

3.3 MS01 Kickoff Meeting

- a. Diskussion & Freigabe der Projektspezifikation basierend auf diesem Lastenheft
- b. Diskussion & Freigabe der Nahtstellen
- c. Projektplan mit Meilensteinen
- d. Handhabung Pendenzenliste
- e. Handhabung Datenaustausch
- f. Diskussion / Vereinbarung der nächste Schritte

3.4 MS02 Evaluation Review Meeting mit folgenden Lieferobjekten:

- a. 3 Lösungsvorschläge für ein Stromgenerator-System mit qualitativer z.B. ++/+/=-/-/- Bewertung folgender Merkmale:
 - i. Nutzbare Leistung für Eigenverbrauch / Netzeinspeisung via Batterie
 - ii. Lebensdauer Batterie
 - iii. Aktualisierte Nahtstellenübersicht mit Beschreibung der Parameter
 - iv. Leistungsregelung

- v. Sicherheit gegen Überlastung
 - vi. Betriebssicherheit
 - vii. Wartungsaufwand
 - viii. Realisierungskosten
- b. Gewählter Lösungsvorschlag mit Begründung und der Benennung der Hauptfunktionen und deren Komponenten
 - c. Aktualisierter Projektplan
 - d. Diskussion / Vereinbarung der nächste Schritte

3.5 MS03 Konzept-Review

Abgabe eines Konzept-Berichtes welcher folgenden Inhalt haben sollte:

- a. Konzept der technischen Umsetzung der Lösung
- b. Blockdiagramm der Hauptfunktionen mit deren Abhängigkeiten für die Betriebsmodi: Anfahren, Normalbetrieb, Abstellen
- c. Detailliertes Blockdiagramm für die Leistungsregelung mit Lade- und Entladekurven
- d. Liste der Komponenten mit der Unterscheidung: Kaufteil / Herstellung erforderlich
- e. Angaben zu Komponenten mit langen Lieferfristen
- f. Kosten- und Terminplan für die Realisierung
- g. Aktualisierter Projektplan
- h. Diskussion / Vereinbarung der nächste Schritte

3.6 MS04 Design-Review = Projektende

Abgabe eines Design-Berichtes welcher folgenden Inhalt haben sollte:

- a. Technische Systembeschreibung wie das SGS umgesetzt werden sollte
- b. Mess- Steuer- und Regelschema
- c. Mechanische Zeichnung mit Lager und Aufstellorten
- d. Betriebsvorschrift
- e. Aktualisierter Kosten- und Terminplan für die Realisierung

3.7 Technische Dokumentation

3.7.1 Allgemeine Anforderungen

Folgende Arten der Dokumentation sollte abgegeben werden.

1. Alle Dokumente als Papier Kopie (PK) 1x
2. Alle Dokumente elektronisch, als pdf e-Kopie (EK) 1x

Die Dokumentation sollte folgenden Inhalt haben:

Kap.	Inhalt
I.	Dokumentenliste
II.	Technische Systembeschreibung für Umsetzung
III.	<u>Definitiver Kosten- und Terminplan für die Realisierung</u>
IV.	Sicherheitsanweisungen
V.	Systemübersicht als Blockdiagramm
VI.	Teile-Liste mit Angabe (Kaufteil / Herstellung erforderlich)
VII.	Herstellzeichnungen
VIII.	Verdrahtung- und Kableschematas
IX.	Prüf- und Testprozedur für Abnahme

4 Acronyms

Acronym	Description
ChatGPT	Chatbot Generative Pretrained Transformer“ resp. frei übersetzt «Allgemeiner vortrainierter Umwandler»
KI	Künstliche Intelligenz
NST-T	Nahtstelle Technik
NST-M	Nahtstelle Management
SGS	Strom-Generatorsystem
v-kmb	Verein Kultur am Mühlebach Böttstein https://www.v-kmb.ch/