

## **Standortspezifikation und -evaluation**

Faktoren für die Standortwahl des Technologiezentrums mit Batteriespeicher und Rechenzentrum für künstliche Intelligenz

### **Auszug aus dem Betriebskonzept**

**Inhaltsverzeichnis**

1	Ausgangslage .....	3
2	Anforderungen an einen Standort .....	3
2.1	Muss-Anforderungen .....	3
2.2	Soll-Anforderungen .....	5
3	Erwägungen und Fazit .....	5
4	Einordnung in Bezug auf Richtplan, Umwelt und Energiestrategie Kanton Aargau .....	7
5	Anhang A - Exkurs zu Batteriespeichern .....	9
6	Anhang B - Darstellungen .....	11

## 1 Ausgangslage

FlexBase plant in einem Neubau ein Technologiezentrum, das insbesondere einen sehr grossen Batteriespeicher in Kombination mit einem grossen Rechenzentrum für künstliche Intelligenz enthält. Diese Kombination eines Batteriespeichers der geplanten Grössenordnung mit einem Rechenzentrum für künstliche Intelligenz stellt eine einzigartige Symbiose von modernsten Technologien dar, die bis dato weder in der Schweiz noch weltweit realisiert wurde. Insbesondere ist dabei der grosse Batteriespeicher hervorzuheben, der aufgrund seiner Kapazität und seinem Standort beim «Stern von Laufenburg» einen substanziellen Beitrag zur Netzstabilität in der ganzen Schweiz und ganz Mitteleuropa leisten wird (vgl. dazu Anhang A - Exkurs zu Batteriespeichern). Der Wahl des Standorts kommt also eine zentrale Rolle hinzu; die dazu notwendigen Faktoren resp. Anforderungen sind nachstehend beschrieben, anschliessend wird der beabsichtigte Standort Laufenburg gemäss diesen beurteilt.

## 2 Anforderungen an einen Standort

Die Anforderungen an den Standort für das vorliegende Projekt sind entsprechend hoch; die wichtigsten daraus sind nachfolgend (gegliedert nach Muss- und Kann-Anforderungen) aufgeführt.

### 2.1 Muss-Anforderungen

Muss-Anforderungen sind zwingend und vollständig zu erfüllen, um den Erfolg des Projekts zu gewährleisten.

- **Standort Schweiz**

Der Standort muss in der Schweiz liegen, die Gründe dafür sind die Neutralität, die politische Situation und Stabilität der Schweiz sowie unser Datenschutzgesetz.

- **Anschluss an das Stromnetz**

Die beabsichtigte Nutzung als Rechenzentrum für künstliche Intelligenz ist auf die Versorgung mit ausreichend elektrischer Energie angewiesen; gleichzeitig müssen die Übertragungsverluste bis zum Rechenzentrum minimal gehalten werden (kurze geografische Distanz). Ebenso muss der grosse Batteriespeicher geografisch möglichst nahe an einem möglichst grossen und internationalen Stromknotenpunkt liegen und an die höchste Netzebene (Netzebene 1) angebunden sein, um seinen Nutzen optimal zu erbringen. Daraus ergeben sich die folgenden Kriterien:

- Direkter Anschluss von Batteriespeicher und Rechenzentrum an die Netzebene 1 (ohne neue Übertragungsleitungen bauen zu müssen)
- Platzierung möglichst nahe an einem möglichst grossen Stromknotenpunkt.

- **Kommunikationsanbindung**

Wie eine optimale Anbindung an das Stromnetz ist auch eine hochperformante und hochverfügbare Anbindung an die nationalen und internationalen Breitband-Kommunikationsnetze zwingend. Daraus ergeben sich die folgenden Kriterien:

- Hochperformante Glasfaseranbindungen
- Georedundante Anbindungen in mehrere Richtungen in verschiedenen Rohrböcken
- Redundanz der angeschlossenen Kommunikationsnetze (verschiedene «Carrier»)
- Möglichst alle der unterschiedlichen Anbindungen müssen «CH-dunkel-tauglich» sein. D.h. sie müssen auch bei längeren regionalen, schweizweiten oder gar europäischen Stromausfällen (Tage oder Wochen) uneingeschränkt funktionsfähig sein.

- **Kühlung und Entwärmung**

Es ist das erklärte Ziel, möglichst alle der im Rechenzentrum verbrauchten Energie in effizient transportierbare Wärmeenergie umzuwandeln und ein zweites Mal zu nutzen. Dabei sollen insbesondere möglichst viele fossile Energieträger in der Region substituiert werden. Es gilt somit, diese anfallende Wärmeenergie effizient «aufzufangen» und an Industrie, öffentliche Gebäude, Private (Wärmeverbände), etc. weiterzugeben. Zusätzlich soll auch mit Wasser gekühlt werden können<sup>1</sup>. Daraus ergeben sich die folgenden Kriterien:

- Ausreichend potenzielle Wärmeabnehmer im Umfeld von bis zu 7km
- Insbesondere industrielle (Gross-)Abnehmer, die für ihre Prozesse heute fossile Energie einsetzen (CO<sub>2</sub>-Absenkpfad)
- Ausreichend Wasservorrat für die Kühlung

- **Bauland**

Ebenes und erschlossenes Bauland in der Gewerbe- resp. Arbeitszone

- Minimale Fläche: 18'500m<sup>2</sup>

- **Bauvolumen, Bauhöhe und Bautiefe**

Das maximal realisierbare und nutzbare Bauvolumen und darin die Anordnung von Batteriespeicher und Rechenzentrum sind entscheidend für die Rentabilität und somit den Erfolg des gesamten Projekts:

- Der Batteriespeicher muss aus betrieblichen Gründen in den Boden versenkt werden. Dazu werden drei Stockwerke mit einer gesamten Tiefe von mindestens 15 Metern - ideal wären 20 bis 25 Meter - nach unten gebaut.
- In Rechenzentren für künstliche Intelligenz wird mit viel höheren Energiedichten gearbeitet, als dies in herkömmlichen Rechenzentren der Fall ist. Dies bedeutet, dass auf kleinem Raum wesentlich mehr Abwärme anfällt als in herkömmlichen Rechenzentren. Dies bringt den immensen Vorteil mit sich, dass diese Abwärme «wertvoller» ist, da sie einfacher und effizienter «aufgefangen», abgeführt und weiterverwendet werden kann. Damit dies jedoch funktioniert, braucht es eine spezielle (zirkuläre) Wasserkühlung, was zur Konsequenz hat, dass die Bauhöhe einer einzelnen Etage wesentlich höher ausfällt. Technische und betriebswirtschaftliche Betrachtungen haben gezeigt, dass eine Bauhöhe von 30m notwendig ist, um den rentablen Betrieb zu ermöglichen.

---

<sup>1</sup> Das Wasser wird nicht entnommen und kühlt in einem separaten Kühlkreislauf via Plattentauscher den internen Wasserkreislauf des Batteriespeichers und des Rechenzentrums. Es dient dazu, den Effizienzwert des Batteriespeichers und des Rechenzentrums zu erhöhen, um die Nachhaltigkeit weiter zu steigern.

## 2.2 Soll-Anforderungen

Soll-Anforderungen sind zu erfüllen, in gut begründbaren Ausnahmen kann davon abgewichen werden.

- **Verkehrstechnische Anbindung**

Der Standort muss verkehrstechnisch gut erschlossen sein und mit möglichst kurzen Wegen von den grösseren Ballungszentren erreichbar sein.

## 3 Erwägungen und Fazit

In Bezug auf die oben definierten Kriterien lässt sich der gewählte Standort (Werkstrasse 10/12 in Laufenburg, vis-à-vis des ehemaligen Swissgrid-Gebäudes) folgendermassen beurteilen:

- **Standort Schweiz**

Erfüllt.

- **Anschluss an das Stromnetz**

Erfüllt, denn der «Stern von Laufenburg» ist seit jeher das «Stromherz der Schweiz» resp. von ganz Mitteleuropa (siehe dazu die beiden Pläne in Anhang B). Er ist die zentrale Hochspannungs-Schaltanlage im europäischen Verbundnetz, welches aktuell rund 470 Millionen Menschen mit Strom versorgt und weltweit das grösste Verbundnetz ist. Es gibt keine bessere und performantere Anbindung in ganz Mitteleuropa. Insbesondere kann dadurch der Batteriespeicher seinen maximalen Nutzen entfalten, optimal zur nationalen und internationalen Netzstabilität beitragen und gleichzeitig können die Stromübertragungsverluste minimal gehalten werden.

- **Kommunikationsanbindung**

Erfüllt, denn das bestehende Betriebsgebäude ist siebenfach mit Glasfaser erschlossen:

- Vier separate Rohrböcke in den Strassen zu den Gemeinden Kaisten, Laufenburg CH, Laufenburg D sowie nach Stein terminieren in den Swisscom-Zentralen und einer Zentrale der Deutschen Telekom.
- Die fünfte Leitung geht ins SBB-Trasse und terminiert in der SBB-Zentrale in Basel.
- Die sechste Leitung geht via Kraftwerk Laufenburg zu weiteren Unterwerken, die wiederum schweizweit miteinander verbunden sind.
- Die siebte Leitung geht zu Swissgrid und von da in den Erdseilen der Hochspannungsleitungen in alle Himmelsrichtungen in die Schweiz, und zu den anderen Europäischen Ländern.
- Sämtliche Leitungen sind CH-dunkel-tauglich.
- Zudem hat das Betriebsgebäude einen eigenen Antennenturm mit Richtfunk-Anbindung ans Swissgrid-Höhennetz. Damit sind zusätzlich verschiedene Richtfunk-Anbindungen zu Punkten innerhalb der Schweiz und Europa möglich.

- **Kühlung und Entwärmung**

Im Umkreis des spezifizierten Radius von 7km (inkl. Deutschland) befinden sich grosse

potenzielle Wärmeabnehmer. So auch die Stadt Laufenburg, die ihren geplanten Wärmeverbund damit speisen will. Besonders ist die Firma BASF in Kaisten zu erwähnen, die heute für ihre thermischen Prozesse grosse Mengen an fossilen Energieträgern einsetzt, die substituiert werden können. Ebenso kann mit unserer Abwärme das gesamte Sisslerfeld resp. die dort ansässige Industrie versorgt werden. Zudem liegt das Areal des Technologiezentrums direkt über dem mächtigen Grundwasserstrom des Rheins und dem ehemaligen inzwischen stillgelegten Kühlbrunnen des Kraftwerks Laufenburg, welcher reaktiviert werden soll. Dabei wird kein Wasser entnommen. Das vorhandene Wasser kühlt mittels separatem Kühlkreislauf via Plattentauscher den internen Wasserkreislauf des Batteriespeichers und des Rechenzentrums und erlaubt den Effizienzwert des Batteriespeichers und des Rechenzentrums weiter zu erhöhen.

- **Bauland**

Erfüllt, die minimale Fläche 18'500m<sup>2</sup> ist vorhanden.

- **Bauvolumen, Bauhöhe und Bautiefe**

Bedingt erfüllt. Sofern der Bau nicht auf eine Gesamthöhe von 30m realisiert werden kann, sind die technischen Möglichkeiten und die Rentabilität und somit die Realisierung des Projekts fraglich.

- **Verkehrstechnische Anbindung**

Erfüllt.

## Fazit

Die vorstehende Beurteilung des Standorts in Laufenburg zeigt klar und deutlich, dass der **Standort Laufenburg der beste und gleichzeitig der einzig sinnvolle Standort in der Schweiz** ist:

- Der Batteriespeicher kann seinen maximalen Nutzen entfalten.
- Ausreichend Strom ist vorhanden und die elektrischen Übertragungsverluste können minimal gehalten werden.
- Die im Rechenzentrum für künstliche Intelligenz erzeugte Abwärme resp. Wärmeenergie kann an sehr viele Abnehmer weitergegeben und dadurch die CO<sub>2</sub>-Problematik der Industrie und der Gemeinden im Umkreis von 7km gelöst werden.

Allerdings ist das Kriterium der Baugrösse resp. der **Bauhöhe von 30m von kritischer Relevanz**. Einschränkungen in der benötigten Bauhöhe von 30m reduzieren die Möglichkeiten und die Flexibilität bei der technischen Realisierung, was wiederum die Rentabilität und die Realisierung des Projekts in Frage stellen kann.

#### 4 Einordnung in Bezug auf Richtplan, Umwelt und Energiestrategie Kanton Aargau

Im Zuge der Standortspezifikation und -evaluation stellt sich zusätzlich die Frage einer allfälligen Richtplaneintragungspflicht sowie nach der Umweltverträglichkeit des Vorhabens resp. nach einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

Wie aus Kapitel 1 zu entnehmen ist, handelt es sich beim geplanten Bauvorhaben um drei wesentliche funktionale Bauvorhaben:

1. Batteriespeicher von nationaler Bedeutung
2. KI-Rechenzentrum mit Wasserkühlung und daraus entstehender Abwärme
3. PV-Anlage mit einer Leistung von 2-3 MW, am Gebäude installiert und zum Eigenverbrauch

In Bezug auf diese 3 Bauvorhaben kann aus energetischer und umweltrelevanter Sicht Folgendes festgehalten werden:

- **Batteriespeicher**

Im Batteriespeicher wird grundsätzlich keine Energie erzeugt, sondern Strom von Swissgrid bezogen, zwischengespeichert und dann wieder ins Netz zurück gespiesen, wenn Swissgrid Strom benötigt. Der geplante Batteriespeicher kann von seiner Kapazität das Notkraftwerk in Birr (500 MW) ohne fossile Energieträger adäquat ersetzen, was im Sinne der Energiestrategie des Kantons, aber auch der ganzen Schweiz ist.

FlexBase arbeitet bei der Batterietechnologie «RedoxFlow» (die weder brennbar noch explosiv ist) direkt mit dem Deutschen Fraunhofer-Institut (Peter Fischer) und der EMPA in Dübendorf (David Räber) zusammen.

- **Rechenzentrum für künstliche Intelligenz**

Die Entwicklung der Stromaufnahme des Rechenzentrums für künstliche Intelligenz kann derzeit noch nicht fundiert abgeschätzt werden. Dies einerseits, weil das Rechenzentrum für ein Wachstum über die nächsten 10 - 20 Jahre ausgelegt wird, und der Energiebedarf dabei sukzessive ansteigen wird. Andererseits wird jedoch die technologische Entwicklung den Energiebedarf kontinuierlich bei gleichzeitig steigender Rechenleistung senken. Betreffend Kühlung ist geplant, dass die Rechner wassergekühlt werden, wodurch Abwärme entsteht, die wiederum genutzt werden kann. Es wird dabei jedoch keine Energie erzeugt, wie beispielsweise bei einem (Biomasse)-Kraftwerk.

- **PV-Anlage**

Es ist geplant, eine grosse PV-Anlage mit 9'000m<sup>2</sup> an der Fassade des Gebäudes anzubringen. Der anfallende Strom wird jedoch ausschliesslich für den Eigengebrauch verwendet.

Hinsichtlich einer Richtplaneintragungspflicht gemäss Kapitel 1.5 (Energieerzeugungsanlagen) ist ausschliesslich die geplante PV-Anlage als Energieerzeugungsanlage von Relevanz. Hierzu wird im Richtplan erwähnt, dass solche Anlage mit Priorität auf Bauten und Anlagen zu realisieren sind, was im geplanten Bauvorhaben auch der Fall ist. Der Batteriespeicher und das KI-Rechenzentrum können unter keiner Prämisse als Energieerzeugungsanlage bezeichnet werden. Dazu ist aus Projektsicht folgendes festzuhalten:

- **Energieerzeugungsanlage**

FlexBase benötigt weder in den bestehenden Gebäuden noch im neuen Technologiezentrum eine Energieerzeugungsanlage. Alle FlexBase-Gebäude werden mit der Abwärme des Batteriespeichers und des Rechenzentrums für künstliche Intelligenz, falls nötig, beheizt.

Im Anhang zur bundesrätlichen Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV, 814.011) sind die relevanten Bauvorhaben abschliessend aufgeführt. Da ist weder ein Batteriespeicher (Anhang Kapitel 21) noch ein Rechenzentrum (Kapitel 7 oder 8) aufgeführt. Bezüglich der PV-Anlage wird in Punkt 21.9 ausdrücklich erwähnt, «Anlagen die nicht an Gebäuden angebracht werden». Das trifft bei unserem Vorhaben nicht zu.

Zur Einordnung des zentralen Projektvorhabens, dem Batteriespeicher von nationaler Bedeutung, sei in Bezug auf die Energiestrategie des Kantons Aargau noch erwähnt, dass in Kapitel 3.7 «Handlungsfeld: Versorgungssicherheit und Energiespeicherung» bei weiterführenden Massnahmen für Pilotprojekte im Energiebereich explizit aufgeführt ist, dass «zukunftsweisende Pilotprojekte im Bereich der Speichertechnologie, welche das Potenzial haben, einen wesentlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit zu leisten, optimale Rahmenbedingungen erhalten sollen».

Auch hier wird nicht von Energieerzeugung, sondern von Energiespeicherung gesprochen. Unter optimalen Rahmenbedingungen soll das Bauvorhaben von schlanken Abläufen profitieren.

### **Fazit**

Aus Investorensicht besteht daher weder eine Richtplaneintragungspflicht noch eine UVP-Pflicht.

## 5 Anhang A - Exkurs zu Batteriespeichern

Batteriespeicher spielen eine wichtige Rolle bei der Stabilisierung eines modernen Stromnetzes im Kontext der Energiewende und damit verbunden bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050 der Schweiz. Zur Erläuterung siehe nachfolgende Zusammenfassung von Teilen des Artikels «Netzstabilität durch Dezentralisierung<sup>2</sup>».

### **Energiewende und dezentrale Strukturen**

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Struktur von Stromnetzen tiefgreifend gewandelt. Früher basierte die Stromerzeugung auf einem reinen Wechselspannungssystem mit einseitigen Energieflüssen: Zentrale Kraftwerke produzierten elektrischen Strom, der in eine Richtung zu den Lastzentren und weiter zu den Verbrauchern floss. Heute hingegen bietet sich ein deutlich komplexeres Bild: So geht der unumkehrbare Trend zu dezentralen Energiesystemen. Regenerative Energiequellen beeinflussen jedoch die Netzqualität, etwa durch Netzwirkungen von Photovoltaik-Anlagen. Gleiches gilt auf Verbraucherseite für moderne Leistungselektronik wie beispielsweise Frequenzumrichter oder energiesparende Haushaltsgeräte. Und nicht zuletzt bringt die Elektromobilität neue potenzielle Störfaktoren mit sich, zum Beispiel durch das Risiko von Überlast-Situationen während besonders gefragter Ladezeiten.

Dennoch müssen die Stromnetze heute und auch in Zukunft mindestens dieselbe hohe Verfügbarkeit bzw. Ausfallsicherheit bieten wie bisher. Gleichzeitig steigen die Ansprüche an die Versorgungsqualität bzw. die «Power Quality» (PQ) mit zunehmend komplexeren Prozessen und dem steigenden Einsatz sensibler elektronischer Geräte. Denn typische Probleme wie Abweichung der Versorgungsspannung, Oberschwingungen, Spannungseinbrüche oder transiente Störungen können erhebliche Schäden verursachen. Die Netzbetreiber sind damit in mehrfacher Hinsicht gefordert, diese hohen Ansprüche an die Netzstabilität auf allen Spannungsebenen der Netze dauerhaft zu gewährleisten.

### **Netzstabilität durch Speichertechnologien**

Energiespeicher spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle, weil sie elektrische Energie aus Erzeugungsspitzen zwischenspeichern und später wieder abgeben können. Die zu übertragende Leistung und dementsprechend auch die Netzauslastung bleiben damit immer konstant. Diese Fähigkeit, fluktuierende Energieeinspeisungen auszugleichen, ist keineswegs nur im Hinblick auf die Nutzung regenerativer Energiequellen interessant. Vielmehr können Energiespeicher durch ihre charakteristischen Stärken **einen wesentlichen Beitrag zur Netzstabilität** insgesamt leisten.

Besondere Vorteile bieten dabei Batteriespeicher, denn anders als andere Speichertechnologien oder Kraftwerke sind sie in wenigen Millisekunden unter Volllast einsatzbereit. Weicht beispielsweise die Netzfrequenz vom Nennwert (50 Hz) ab, signalisiert dies eine dynamische Differenz zwischen Energieerzeugung und aktueller Last. Batteriespeicher können in einem solchen Fall Regelenergie - bis zum Anlaufen der Kraftwerke für die Primärregelung - praktisch unverzögert, dezentral und mit ausreichender Leistung zur Verfügung stellen. Selbst die Dämpfung von kurzfristigen Oszillationen im Sekundenbereich ist damit möglich.

<sup>2</sup> Quelle: <https://energie.blog/netzstabilitaet-bewiesen-wie-das-deutsche-stromnetz-durch-den-fast-blackout-kam/>.

### **Sicherung Energiestrategie 2050 der Schweiz sowie der europäischen Energiewende**

Batteriespeicher können also (so effektiv und effizient wie keine andere Technologien) überschüssigen Strom sehr schnell speichern und wieder abgeben, um das Stromnetz zu stabilisieren. Hinzu kommt, dass sie einen höheren Wirkungsgrad haben als andere Technologien, sodass beim Speichern und Abrufen von Strom vergleichsweise wenig Energie verloren geht. Je nach Grösse kommen Batteriespeicher auf unterschiedlichen Ebenen zum Einsatz:

- **Kleinere Anlagen** können bei Verbrauchern zu Hause etwa lokal erzeugten Solarstrom zwischenspeichern. Werden mehrere davon in einer Nachbarschaft vernetzt, sind diese Speichernetze in der Lage, selbst kleinste Stromschwankungen in Quartieren oder sogar ganzen Gemeinden blitzschnell auszugleichen.
- Industrie und Gewerbe können **mittelgrosse Batteriespeicher** mit Angeboten zur Elektromobilität für ihre Mitarbeiter kombinieren.
- **Grosse und sehr grosse Batteriespeicherkraftwerke** – wie das von FlexBase geplante – kommen bei Netzbetreibern in der höchsten Netzebene zum Einsatz, die damit ihren Netzbetrieb regeln und stabilisieren. Dabei ist es entscheidend, dass sie an möglichst grossen nationalen oder gar internationalen Netzknotenpunkten eingesetzt werden.

***Aus diesem Gesichtspunkt heraus ist klar festzuhalten, dass der «Stern von Laufenburg», als der wichtigste Stromknotenpunkt in Mitteleuropa, der mit Abstand bestgeeignete Netzknoten in ganz Mitteleuropa ist (vgl. dazu Abbildung 1 und Abbildung 2).***

#### **Fazit:**

Insgesamt sind Batteriespeicher einer der wesentlichsten Bausteine für die Netzstabilität und die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende und der Energiestrategie 2050 der Schweiz. Der Standort Laufenburg ist dabei der bestgeeignete Standort in ganz Mitteleuropa.

6 Anhang B - Darstellungen

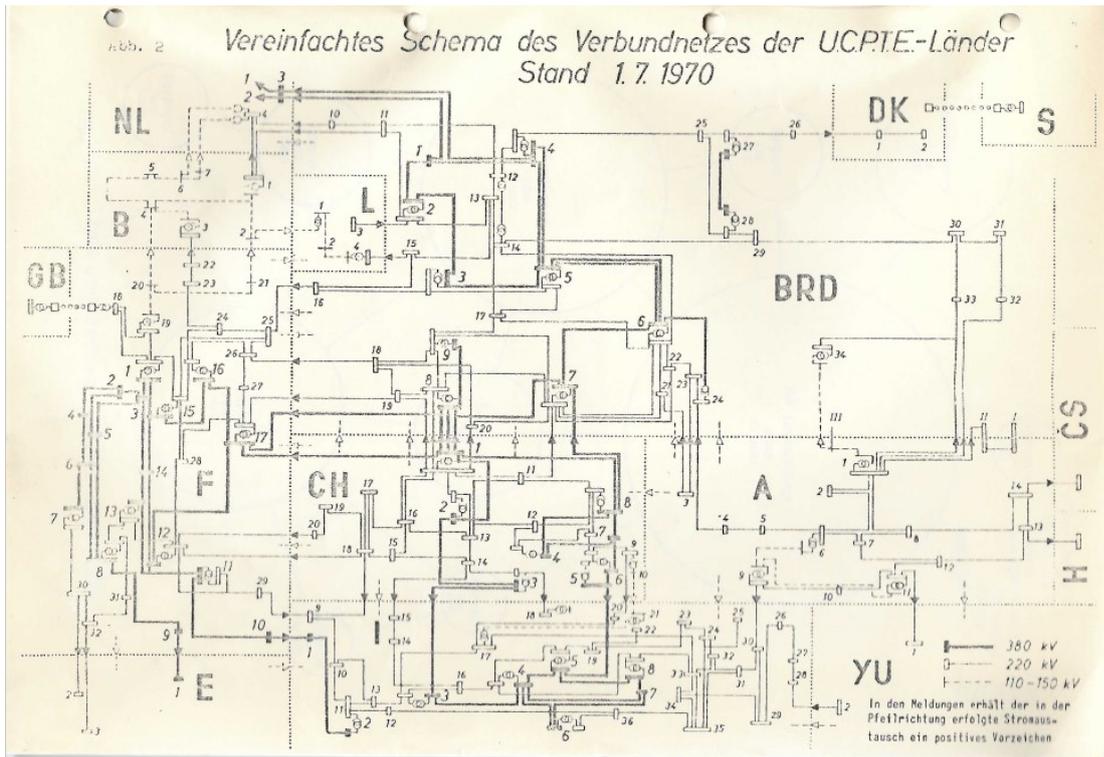


Abbildung 1: Darstellung des «Sterns von Laufenburg» von 1970

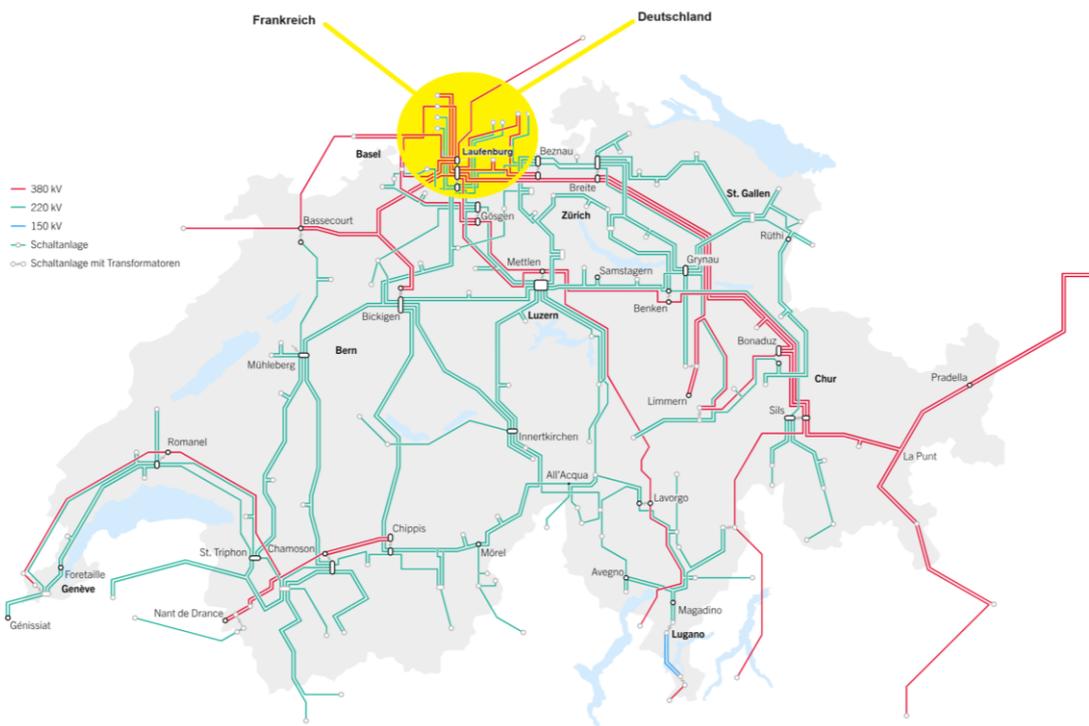


Abbildung 2: Heutiges Hochspannungsnetz der Swissgrid mit dem Stern von Laufenburg (Quelle: www.swiss-grid.ch)