

Umweltdeklaration

Hochdruck-Speicherkraftwerk am Löntsch



Zusammenfassung

Unternehmer

Die Axpo AG, eine Tochtergesellschaft der Axpo Holding AG, ist die führende Stromproduzentin der Schweiz und garantiert die zuverlässige Stromversorgung der Nordostschweiz. Die Grundlast wird mit Kernkraftwerken und Flusskraftwerken gesichert. Zur Bewältigung von Bedarfsschwankungen und Spitzenlastzeiten werden Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke eingesetzt.

Gegenstand der Umweltdeklaration

Das Hochdruck-Speicherkraftwerk am Löntsch ist zu hundert Prozent im Besitz der Axpo AG. Mit einer Leistung von 60 Megawatt (MW) nutzt das Kraftwerk am Löntsch ein Gefälle von 370 m, um wertvolle Spitzenenergie zu produzieren, und leistet so einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Elektrizitätsversorgung im Gebiet der Nordostschweiz.

Gegenstand der Umweltdeklaration ist das Produkt von 1 Kilowattstunde (kWh) im Kraftwerk am Löntsch erzeugter Nettoelektrizität mit anschliessender Lieferung an einen an das Stromnetz der Axpo AG angeschlossenen Kunden im Referenzjahr 2009/10 (1. Oktober bis 30. September).

Das internationale EPD®-System

Das internationale EPD®-System des International EPD Consortium (IEC) ist ein Typ-III-Umweltdeklarationsprogramm gemäss ISO 14025. Die anwendbaren Regeldokumente in hierarchischer Reihenfolge sind: PKR-CPC 17 (Produktkategorieregeln für Elektrizität), allgemeine Programmanweisungen zur Umweltdeklaration (EPD) sowie die Normen ISO 14025 und ISO 14044. Elektrizität gehört zur Produktkategorie UNCPC Code 17, Gruppe 171 – elektrische Energie.

Überprüfung der vorgestellten Ergebnisse

Sämtliche in dieser Umweltdeklaration aufgeführten Resultate wurden von der unabhängigen, akkreditierten Zertifizierungsstelle Bureau Veritas Certification (Schweden) überprüft und zertifiziert.

Umweltauswirkung des Speicherkraftwerks am Löntsch

Zur Quantifizierung der Umweltauswirkung wurde das Verfahren der Lebenszyklusanalyse (Ökobilanz) angewandt. Es berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus der Elektrizitätserzeugung und alle zugehörigen Prozesse «von der Wiege bis zur Bahre». Die wichtigsten Ergebnisse der Ökobilanz sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst. Weitere Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch oder Landnutzung sowie Informationen zu Biodiversität oder Hydrologie werden in der Umweltdeklaration aufgezeigt.

Umweltauswirkung	Einheit	1 kWh Nettoelektrizität ab Kraftwerk am Löntsch	1 kWh Nettoelektrizität beim Kunden der Axpo AG
Treibhausgase	g CO ₂ -Äquivalente	4,68 (4,13 bis 6,28)	4,90 (4,39 bis 6,53)
Ozonabbauende Gase	g CFC-11-Äquivalente	$2,66 \cdot 10^{-7}$ ($1,78 \cdot 10^{-7}$ bis $4,63 \cdot 10^{-7}$)	$2,75 \cdot 10^{-7}$ ($1,83 \cdot 10^{-7}$ bis $4,55 \cdot 10^{-7}$)
Smogbildung (bodennahes Ozon)	g Ethylen-Äquivalente	$2,97 \cdot 10^{-3}$ ($2,42 \cdot 10^{-3}$ bis $4,24 \cdot 10^{-3}$)	$3,09 \cdot 10^{-3}$ ($2,54 \cdot 10^{-3}$ bis $4,54 \cdot 10^{-3}$)
Versauerung	g SO ₂ -Äquivalente	$1,80 \cdot 10^{-2}$ ($1,53 \cdot 10^{-2}$ bis $2,28 \cdot 10^{-2}$)	$1,88 \cdot 10^{-2}$ ($1,61 \cdot 10^{-2}$ bis $2,34 \cdot 10^{-2}$)
Überdüngung (Eutrophierung)	g PO ₄ ³⁻ -Äquivalente	$4,58 \cdot 10^{-3}$ ($1,85 \cdot 10^{-3}$ bis $1,75 \cdot 10^{-2}$)	$4,74 \cdot 10^{-3}$ ($1,99 \cdot 10^{-3}$ bis $1,84 \cdot 10^{-2}$)
Abbau fossiler Ressourcen	MJ-Äquivalente	$5,61 \cdot 10^{-2}$ ($4,79 \cdot 10^{-2}$ bis $7,07 \cdot 10^{-2}$)	$5,85 \cdot 10^{-2}$ ($5,07 \cdot 10^{-2}$ bis $7,32 \cdot 10^{-2}$)

Die Tabelle zeigt gerundete Ergebnisse.

1	Einführung	5
1.1	Gegenstand der Umweltdeklaration (Produkt)	5
1.2	Die Umweltdeklaration und das internationale EPD®-System	5
1.3	Axpo AG, Ökobilanzen und EPD®	5
2	Hersteller und Produkt	6
2.1	Axpo AG	6
2.2	Produktsystembeschreibung	6
2.2.1	Das Kraftwerk am Löntsch	6
2.2.2	Lebenszyklus der Elektrizitätsproduktion im Kraftwerk am Löntsch	8
3	Deklaration der Umweltauswirkungen	9
3.1	Das Verfahren der Ökobilanz (LCA)	9
3.2	Systemgrenzen, Allokationen und Datenquellen	9
3.2.1	Hauptprozesse	10
3.2.2	Vorgelagerte Prozesse	10
3.2.3	Nachgelagerte Prozesse	11
3.3	Ökoprofil der Elektrizitätserzeugung	11
3.4	Unsicherheitsanalyse	15
3.5	Dominanzanalyse und Schlussfolgerungen	16
4	Zusätzliche Umweltinformationen	18
4.1	Flächennutzung	18
4.2	Hydrologie, Gewässermorphologie und Hydrogeologie	18
4.2.1	Hydrologie	18
4.2.2	Gewässermorphologie	19
4.2.3	Grund- und Quellwasser	19
4.3	Biologische Vielfalt	20
4.3.1	Bundesinventare von nationaler Bedeutung im Klöntal	20
4.3.2	Auswirkungen des Kraftwerks auf seine Umgebung	21
4.4	Umweltrisiken	22
4.5	Elektromagnetische Felder	22
4.6	Lärm und Erschütterungen	22
5	Zertifizierungsstelle und Pflichtenklärungen	23
5.1	Informationen der Zertifizierungsstelle	23
5.2	Pflichtenklärungen	23
5.2.1	Allgemeine Erklärungen	23
5.2.2	Nicht berücksichtigte Lebenszyklusphasen	23
5.2.3	Zugang zu erläuternden Materialien	23
5.2.4	Informationen zur Überprüfung	23
6	Links und Referenzen	24
7	Häufig verwendete Abkürzungen	25

1 Einführung

1.1 Gegenstand der Umweltdeklaration (Produkt)

Dieses Dokument stellt die zertifizierte Umweltdeklaration (EPD^{®1}) für Elektrizität des Hochdruck-Speicherkraftwerks am Löntsch dar. Das Kraftwerk am Löntsch ist zu hundert Prozent im Besitz der Axpo AG, einer Tochtergesellschaft der Axpo Holding AG.

Gegenstand der Umweltdeklaration ist das Produkt von 1 kWh im Hochdruck-Speicherkraftwerk am Löntsch erzeugter Nettoelektrizität mitsamt anschliessender Lieferung an einen an das Stromnetz der Axpo AG angeschlossenen Kunden im Referenzjahr 2009/10 (1. Oktober bis 30. September).

Das Kraftwerk am Löntsch wurde zwischen 1905 und 1908 erbaut. Zusammen mit dem im unteren Aaretal gelegenen hydraulischen Kraftwerk Beznau bildete das Kraftwerk am Löntsch zu Beginn des 20. Jahrhunderts den ersten bedeutenden Verbundbetrieb zwischen einem Hochdruck-Speicherkraftwerk und einem Niederdruck-Laufwasserkraftwerk in der Schweiz. Das Kraftwerk am Löntsch nutzt ein Gefälle von 370 m, um maximal 60 MW wertvolle Spitzenenergie zu produzieren.

1.2 Die Umweltdeklaration und das internationale EPD[®]-System

Das internationale EPD[®]-System hat in erster Linie die Aufgabe, Unternehmen bei der Aufzeichnung und Veröffentlichung der Umweltleistungen ihrer Produkte (Waren und Dienstleistungen) in glaubwürdiger und verständlicher Form zu unterstützen.

- Hierzu betreibt das internationale EPD[®]-System ein Typ-III-Umweltdeklarationsprogramm, das interessierten Unternehmen in allen Ländern die Erarbeitung und Veröffentlichung von EPDs nach ISO 14025 ermöglicht.
- Zusätzlich unterstützt das internationale EPD[®]-System durch Kooperation und Vereinheitlichung andere (landes-, branchenspezifische usw.) EPD-Programme und hilft Unternehmen, ihre EPDs auf dem Weltmarkt vorteilhaft einzusetzen.

Diese Umweltdeklaration ist eine EPD[®] nach Massgabe des International EPD Consortium (IEC), www.environdec.com. EPD[®] ist ein System zur internationalen Anwendung von Typ-III-Umweltdeklarationen nach ISO 14025. Das internationale EPD[®]-System und seine Anwendungen sind in den allgemeinen Programmanweisungen beschrieben.

Die grundlegendsten Dokumente für das internationale EPD[®]-System sind (in hierarchischer Reihenfolge):

- Produktkategorieregeln, PKR-CPC 17 (Produktkategorieregeln zur Abfassung einer Umweltdeklaration für die Erzeugung und Verteilung von Elektrizität, Dampf, Heiss- und Kaltwasser), Version 2.01.
- Allgemeine Programmanweisungen für Umweltdeklarationen, EPD, Version 1.0.
- ISO 14025 für Typ-III-Umweltdeklarationen.
- ISO 14040 und ISO 14044 für Ökobilanzen (Lebenszyklusanalysen).

Diese EPD[®] beinhaltet eine Deklaration der Umweltleistung auf Basis einer Ökobilanz. Entsprechend den PKR werden zudem zusätzliche Umweltinformationen unterbreitet:

- Informationen zur Landtransformation entsprechend der Kategorisierung des EU-Programms CORINE²-Landnutzungsklassen.
- Informationen zur biologischen Artenvielfalt.
- Informationen zu Hydrologie, Hydrogeologie und Gewässermorphologie.
- Informationen zu relevanten Umweltrisiken.
- Informationen zu elektromagnetischen Feldern.
- Informationen zur Lärmentwicklung.

1.3 Axpo AG, Ökobilanzen und EPD[®]

Es gibt mehrere Gründe, die Umweltauswirkungen der Stromerzeugung aufzuzeigen. Für die Axpo AG sind die folgenden Gründe massgeblich:

- Die Produktion von Elektrizität ist ein integraler Bestandteil der modernen Gesellschaft, da Elektrizität die Grundlage nahezu sämtlicher Dienstleistungen und eine Voraussetzung für die Güterproduktion darstellt. Daher will die Axpo AG als grösste Elektrizitätsproduzentin der Schweiz ihre Verantwortung wahrnehmen und ihre Kunden auf verlässliche und verständliche Weise informieren.
- Die wissenschaftlich fundierte Erfassung und die konsequente Verringerung von Umweltauswirkungen gehören zu den wichtigsten Bestandteilen der Nachhaltigkeitspolitik der Axpo AG. Eine Umweltdeklaration EPD[®] bietet eine verlässliche Grundlage zur quantitativen Darstellung von Umweltauswirkungen anhand verschiedener Umweltindikatoren für den gesamten Produktionszyklus.

Bei Fragen zu dieser EPD[®] wenden Sie sich bitte an: Axpo AG, Nachhaltigkeit, nachhaltigkeit@axpo.ch. Weiterführende Informationen über die Axpo AG finden Sie auf unserer Website www.axpo.ch.

¹ EPD: Environmental Product Declaration (Umweltdeklaration)

² Coordination of Information on the Environment: <http://terrestrial.eionet.europa.eu/CLC2000/classes>

2 Hersteller und Produkt

2.1 Axpo AG

Die Axpo AG ist eine Tochtergesellschaft der Axpo Holding AG. Axpo gehört zu den führenden Energieunternehmen der Schweiz und beliefert rund 3 Millionen Menschen mit Elektrizität. Die Axpo AG sichert die Stromversorgung der Nordostschweiz mit Kernkraftwerken und Flusskraftwerken.

Zur Bewältigung von Bedarfsschwankungen und Spitzenlastzeiten werden Speicher- und Pumpspeicherwerke eingesetzt. In nachstehender Tabelle sind die wesentlichen Kennzahlen zur Energiebeschaffung der Axpo AG im Geschäftsjahr 2009/10 zusammengefasst.

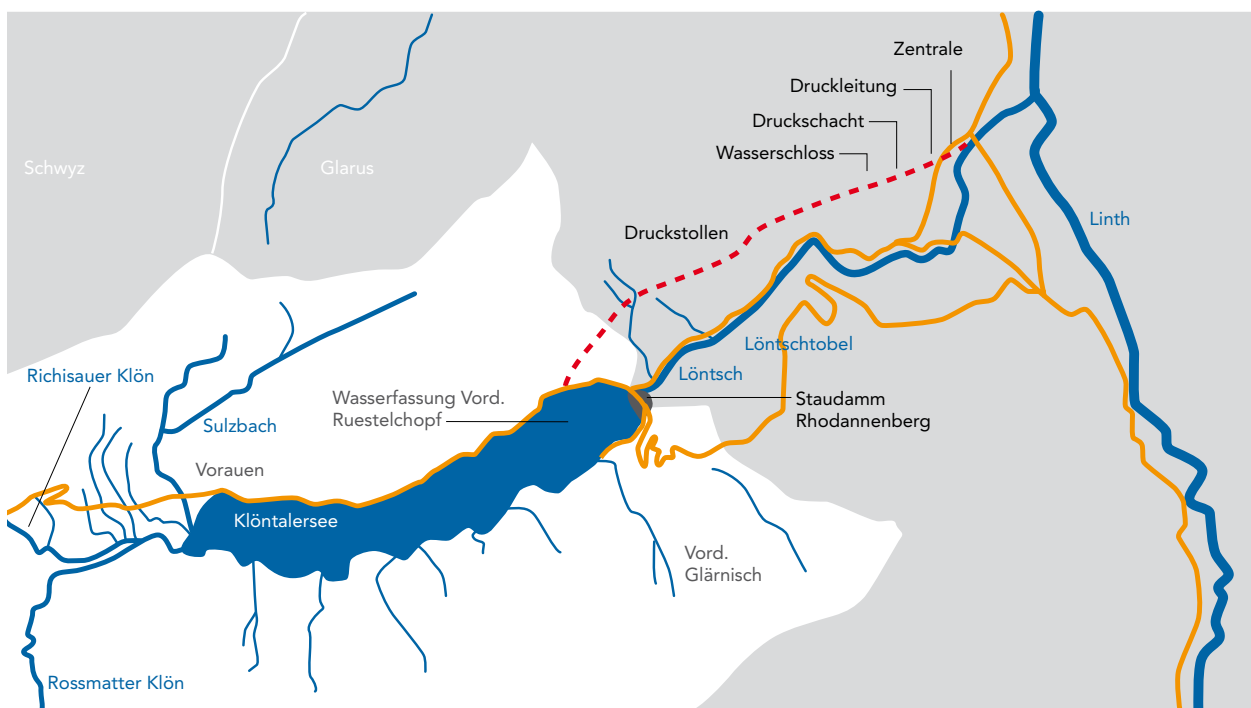
Energiebeschaffung 2009/10	Axpo AG [GWh]
Kernkraftwerke	16377
Wasserkraftwerke	5565
Neue erneuerbare Energien	105
Gas- und andere konventionelle Wärmekraftwerke	0
Drittunternehmen und Energiehandel	9840
Gesamt	31887

2.2 Produktsystembeschreibung

2.2.1 Das Kraftwerk am Löntsch

Das Kraftwerk am Löntsch wurde in den Jahren 1905 bis 1908 als erstes Hochdruck-Speicherkraftwerk der Schweiz gebaut. Nach über 60-jähriger Betriebszeit wurde das Kraftwerk in den Jahren 1971 bis 1975 umfassend erneuert. Gleichzeitig konnte die laufende

100-jährige Konzession mit den Konzessionsgemeinden um 30 Jahre bis zum Jahr 2038 verlängert werden. Das Kraftwerk am Löntsch nutzt die Abflüsse eines Einzugsgebietes von 83 km² mit einem durchschnittlichen Jahresabfluss von 143 Mio. m³ über ein maximales Bruttogefälle von rund 372 m mit einer Ausbaumwassermenge von 20 m³/s.



Übersicht über die Anlagen des Kraftwerks am Löntsch.

Die Stauanlage

Der ursprüngliche Klöntalersee entstand durch einen mächtigen prähistorischen Bergsturz aus dem Wiggimassiv. Für den Aufstau des Sees wurde bei der Verengung des Klöntals zwischen Rhodannenberg und Sackberg auf dem durch natürliche Schlammablagerungen abgedichteten Schuttkegel ein Erddamm mit einem dichtenden Lehmkern von bis zu 10 m Stärke errichtet. Die Dammkrone ist 6 m breit und 220 m lang, die maximale Dammhöhe beträgt 21,5 m, der nutzbare Speicherinhalt 39,8 Mio. m³. Zur Energieerzeugung wird nur das zusätzlich zum ursprünglichen See aufgestaute Volumen genutzt. Die Restwasserstrecke des Löntsch führt vom Damm Rhodannenberg über rund 5,1 km bis zur Wasserrückgabe in Netstal. Nach einem weiteren Kilometer fliesst der Löntsch in die Linth. Ein Überlaufturm im Klöntalersee leitet Hochwasser in den Grundablassstollen. Zur vorsorglichen Absenkung sind 2 Kegelstrahlschieber mit einer maximalen Durchflusskapazität von 47 m³/s installiert. Damit wird ein Überfluten des Damms bei Hochwasser und vollem See verhindert. Rund 740 m westlich des Staudamms Rhodannenberg liegt am Vorderen Ruestelchopf die Wasserfassung des Kraftwerks am Löntsch. Nach der Wasserfassung fliesst das nutzbare Wasser durch den 4 km langen Druckstollen in das Wasserschloss. Über einen gepanzerten Druckschacht fliesst das Wasser weiter durch eine Druckleitung in die Verteilleitung der Zentrale. Nach der Turbinierung in der Zentrale gelangt das Wasser über einen kurzen Unterwasserkanal zurück in den Löntsch oder wird direkt vom unterhalb liegenden Kraftwerk am Dorfbach übernommen.

Die Zentrale

Im Maschinenhaus sind zwei vertikalachsige Francis-turbinen mit je 40 MW maximaler Leistung installiert. Im Weiteren arbeitet eine horizontalachsige Peltonturbine mit 8 MW Leistung als Dotier- und Eigenbedarfsmaschine. Aufgrund der Transportkapazität im Druckstollen ist die Ausbauwassermenge auf 20 m³/s beschränkt. Bei Betrieb der beiden Hauptmaschinen beträgt deshalb die maximal mögliche Leistungsabgabe 60 MW. Im Mittel werden im Kraftwerk am Löntsch pro Jahr 120 Mio. kWh produziert. Die Einsatzdauer der maximalen Generatorleistung liegt bei 2000 Stunden pro Jahr. Der Abtransport der erzeugten Energie erfolgt in das 50-kV- und 16-kV-Netz der Axpo AG.

Unterhalt und Pflege

Die Seestrasse entlang dem Klöntalersee wird in Zusammenarbeit mit dem Kanton unterhalten. Ebenso ist das Kraftwerkspersonal für die Reinigung des Seeufers mit seinen vielen Picknickplätzen verantwortlich. So wird zum Schutz der nahe den Feuerstellen wachsenden Bäume in den Sommermonaten Feuerholz für Touristen und Wanderer bereitgelegt. Ebenso ist das Kraftwerk für den Unterhalt der Wanderwege im Seegebiet besorgt. Für den Unterhalt und den Betrieb steht neben der Strassenverbindung zum Klöntalersee auch eine Seilbahn zum Wasserschloss zur Verfügung.

2 Hersteller und Produkt

2.2.2 Lebenszyklus der Elektrizitätsproduktion im Kraftwerk am Löntsch

Hauptprozesse:

Bau, Rückbau und Betrieb des Kraftwerks

Die Hauptprozesse umfassen Betrieb, Bau und Rückbau des Kraftwerks sowie Installationen in den Kraftwerksanlagen. Der Bau beinhaltet die Errichtung sämtlicher Bauten im Staugebiet inklusive der Herstellung der dafür nötigen Materialien: den Bau des Staudamms, der Wasserfassung, der Druckleitung, der Zentrale und des Wasserschlosses inklusive Transportseilbahn sowie das Ausbrechen des Druckstollens. Ebenfalls wird die für den Bau benötigte Energie, hauptsächlich Diesel, in den Hauptprozessen verbucht. Das Kraftwerk wurde zwischen 1905 und 1908 erbaut. 1975 wurden Teile davon erneuert. So wurden Zentrale, Wasserschloss und Druckstollen neu gebaut. Als Installationen werden die nach dem Bau installierten Komponenten berücksichtigt. Dies sind u. a. Turbinen, Kraneinrichtungen, Generatoren, Transformatoren, Notstromgruppen und die Elektrotechnik im Allgemeinen. Betriebsaufwendungen im Referenzjahr sind der Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge und der Notstromgruppen, der Ölbedarf für die Gebäudeheizung sowie der Aufwand an Betriebschemikalien, hauptsächlich Schmieröl.

Ebenfalls zu den Hauptprozessen werden Methanemissionen gezählt. Methan bildet sich grösstenteils in den Sedimenten eines Sees und kann durch die Wassersäule an die Oberfläche diffundieren oder auf Grund der Turbinierung freigesetzt werden. Im

Klöntalersee resultieren Methanemissionen über die Wasseroberfläche aber nur teilweise durch die anthropogene Nutzung der Wasserkraft, da sich der See bereits zuvor durch einen natürlichen Felssturz gebildet hat.

Vorgelagerte Prozesse:

Bereitstellung der Betriebsmittel

Als vorgelagerte Prozesse werden in dieser Studie die Herstellung von Elektrizität und Schmieröl berücksichtigt.

Nachgelagerte Prozesse:

Verteilung der Elektrizität

Die im Kraftwerk am Löntsch erzeugte Elektrizität wird in das überregionale Verteilnetz der Axpo AG eingespeist, das die Elektrizitätsversorgung im gesamten Versorgungsgebiet der Axpo AG sicherstellt. Für die Elektrizitätsverteilung stehen insgesamt 2006 km 110-/50-kV-Leitungen sowie 60 km 16-kV-Leitungen zur Verfügung. Kunden der Axpo AG sind meist öffentlich-rechtliche Stromversorgungsunternehmen in der Schweiz, welche die Elektrizität weiter transformieren und bis zum Endkunden verteilen. Das Volumen der Versorgungsenergie der Axpo AG betrug 2009/10 rund 16,5 Terawattstunden (TWh). Der Gesamtverlust aus der Verteilung im Netz der Axpo AG belief sich auf rund 130 Gigawattstunden (GWh), was 0,8 Prozent entspricht.

3 Deklaration der Umweltauswirkungen

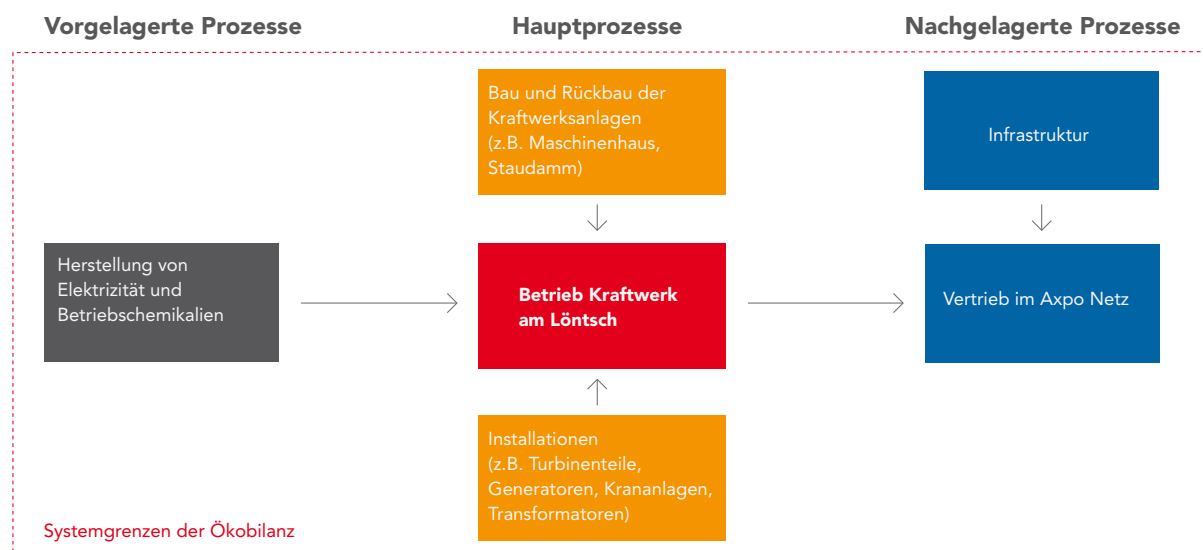
3.1 Das Verfahren der Ökobilanz (LCA)

Entsprechend der Norm ISO 14025 wurde eine Ökobilanz (auch Lebenszyklusanalyse, LCA) durchgeführt, um Umweltauswirkungen quantitativ zu bestimmen. Die Ökobilanz ist eine klar strukturierte Methode auf Basis internationaler Normen³, welche die Quantifizierung und Bewertung der Emissionen in die Umwelt und der Ressourcennutzung über die gesamte Produktionskette hinweg ermöglicht. Die Ökobilanz liefert umfassende Ergebnisse zu den gesamten Energie-, Massen- und Emissionsflüssen und zu den Anteilen der wichtigsten beteiligten Prozesse. Zudem ermöglicht sie die Quantifizierung wesentlicher Umweltindikatoren wie z. B. Treibhausgasemissionen. Neben diesen Vorteilen gibt es aber auch Aspekte, die mit einer Ökobilanz nicht oder nur teilweise erfasst werden können. So berücksichtigt eine Ökobilanz beispielsweise nur den Normalbetrieb. Aussergewöhnliche Betriebszustände oder gar Unfälle sind nicht Gegenstand einer Ökobilanz. Ausserdem können durch die Betrachtung der gesamten

Prozesskette örtliche Auswirkungen auf die Umwelt aus dem Blickfeld geraten, wie z. B. die Auswirkungen auf Flora und Fauna in unmittelbarer Nähe des Kraftwerks. Und schliesslich liefert eine Ökobilanz nur Ergebnisse über Umweltauswirkungen. Nicht berücksichtigt werden wirtschaftliche, soziale und ethische Aspekte.

3.2 Systemgrenzen, Allokationen und Datenquellen

Die Ökobilanz berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus und alle zugehörigen Prozesse «von der Wiege bis zur Bahre», beginnend mit dem Bau der Kraftwerksanlagen den Installationen in den Kraftwerksanlagen über den Betrieb bis hin zum Rückbau des Kraftwerks. Referenzzeitraum ist das Jahr 2009/10. Diese Periode umfasst ein Geschäftsjahr des Kraftwerks am Löntsch. Nachstehendes Diagramm ist ein vereinfachtes Prozessschema, das die Systemgrenzen der Ökobilanz aufzeigt.



Vereinfachtes Prozessschema der Elektrizitätserzeugung und -verteilung des Kraftwerks am Löntsch im Referenzjahr 2009/10.

³ ISO 14040 und ISO 14044 sowie die Produktkategorieeregeln PKR-CPC 17

3 Deklaration der Umweltauswirkungen

Die Daten für alle Prozesse in der vorher aufgezeigten Prozesskette wurden Original-Bauaufzeichnungen entnommen, direkt vom Betriebspersonal des Kraftwerks am Löntsch erfasst oder von Experten der Bauabteilung der Axpo AG geschätzt. Diese Daten bilden eine verlässliche Basis für eine Ökobilanz. Für die Berechnung der Ökobilanz wurden alle verfügbaren Daten benutzt; es wurde kein «Cut-off» von unbedeutenden Daten gemacht. Daten für die Bereitstellung von Energie (z. B. Strommix), die Herstellung von Materialien (z. B. Beton-, Stahlproduktion), Transportdienstleistungen und Abfallbehandlung wurden der ecoinvent-Datenbank⁴ entnommen. Die ecoinvent-Datenbank wird durch Institute der ETH betrieben und enthält harmonisierte, transparente und qualitätsgesicherte Inventardatensätze.

3.2.1 Hauptprozesse

Angaben zu den für den Bau des Kraftwerks am Löntsch verwendeten Materialien (Gesteinsmengen, Lehm) sowie die aufgewendete Energie für den Ausbruch des Druckstollens wurden ausführlich erfasst und bereits 1910 in einem Sonderdruck der Schweizerischen Bauzeitung veröffentlicht.⁵ Kubaturen und Materialien für die 1975 neu erstellten Kraftwerksbauten konnten durch Experten

detailliert abgeschätzt werden. Für die Lebensdauer der Kraftwerksanlage werden ab dem Ausbau von 1975 80 Jahre angenommen. Die Art und die Mengen der Materialien für Installationen in der Kraftwerksanlage (Turbinen, Generatoren, Elektrotechnik usw.) wurden vom Betriebspersonal erhoben. Für jede Installation wurde zudem eine spezifische technische Lebensdauer geschätzt. Die Mengen an Strombezug ab Netz, Heizöl, Treibstoff und Betriebsmitteln wurden internen Buchungssystemen entnommen.

Methanemissionen wurden 2011 systematisch mit verschiedenen Methoden gemessen. Das Messprogramm wurde durch das Wasserforschungsinstitut Eawag der ETH durchgeführt⁶. Die spezifischen Methanemissionen liegen je nach Messmethode zwischen 0,3 und 3,1 mg CH₄ m⁻² d⁻¹. Dies entspricht gemäss Einschätzung der Eawag typischen Emissionsmengen aus alpinen Seen.

3.2.2 Vorgelagerte Prozesse

Die Herstellung von Heizöl, Treibstoff und Betriebsmitteln sowie Annahmen zum Strommix für den Eigenbedarf im Kraftwerk wurden der ecoinvent-Datenbank entnommen.

⁴ ecoinvent-Datenbank, Schweizer Zentrum für Ökoinventare, <http://www.ecoinvent.org>

⁵ Elektrizitätswerk am Löntsch, Baden, in: Schweizerische Bauzeitung, Band LV und LVI, 1910

⁶ Bericht Methanemissionen aus dem Klöntalersee, Eawag, Januar 2012

3.2.3 Nachgelagerte Prozesse

Zum Betrieb des Netzes der Axpo AG waren umfassende Daten verfügbar, etwa die Übertragungsverluste oder die Schwefelhexafluorid-(SF₆)-Emissionen. Für die Schweiz spezifische Daten über den Bau und Rückbau des Verteilnetzes wurden der ecoinvent-Datenbank entnommen. Für den Transport von Hilfsstoffen und Materialien wurden generische Transportdistanzen angenommen, wie sie auch in der ecoinvent-Datenbank verwendet werden.

3.3 Ökopprofil der Elektrizitätserzeugung

Die Ergebnisse der Ökobilanz sind in den nachstehenden Tabellen aufgeführt und werden anschliessend eingehend erläutert. Der Zertifizierungsstelle standen noch detailliertere Ökobilanzergebnisse sowie Grundlagendaten zur Verfügung. Die Mengenangaben beziehen sich auf eine Masseinheit von 1 kWh (netto) erzeugter Elektrizität im Kraftwerk am Löntsch im Referenzjahr 2009/10. Da die jährliche Stromerzeugung im Speicherkraftwerk am Löntsch stark von den meteorologischen Bedingungen und somit von den Wasserzuflüssen im Einzugsgebiet

des Klöntalersees abhängig ist, wird in dieser Umweltdeklaration zusätzlich auch 1 kWh durchschnittlich (netto) erzeugte Elektrizität im Kraftwerk am Löntsch angegeben. Dabei wird die gemittelte (netto) Elektrizitätserzeugung der vergangenen zehn Jahre berücksichtigt.

Das Ökopprofil umfasst verschiedene Arten von Ökobilanzergebnissen, die sich in drei Kategorien zusammenfassen lassen.

- **Sachbilanzergebnisse (Life Cycle Inventory)**

Sachbilanzergebnisse sind direkte Emissionen in die Ressourcenentnahmen aus der Umwelt. Zu diesen Ergebnissen gehören z. B. CO₂-Emissionen oder der Kupferverbrauch.

- **Ergebnisse aus der Wirkungsabschätzung (Life Cycle Impact Assessment)**

Bei der Wirkungsabschätzung (Impact Assessment) werden Sachbilanzergebnisse, die zur selben Umweltauswirkung beitragen (z. B. Klimaveränderung durch zunehmende Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre), in Gruppen zusammengefasst, und ihre Bedeutung im Zusammenhang mit einer bestimmten Referenzsubstanz wird mit einem Faktor gewichtet (z. B. globales Erwärmungspotenzial von Treibhausgasen im Vergleich zu demjenigen von CO₂).

- **Materialströme**

In dieser Kategorie werden Abfallströme aufgeführt oder Materialien ausgewiesen, die wiederverwendet (rezykliert) werden.

3 Deklaration der Umweltauswirkungen

Ökopprofil – Ressourcennutzung	Einheit	Vorgelagerte Prozesse	Hauptprozesse Betrieb	Hauptprozesse Infrastruktur	Pro kWh ab Kraftwerk	Pro kWh beim Kunden
Nicht erneuerbare Materialressourcen						
Sand und Kies	g	$1,71 \cdot 10^{-1}$	$7,89 \cdot 10^{-3}$	$2,81 \cdot 10^1$	$2,83 \cdot 10^1$	$2,85 \cdot 10^1$
Kalkspat	g	$3,36 \cdot 10^{-2}$	$8,88 \cdot 10^{-4}$	1,79	1,83	1,85
Eisen	g	$8,36 \cdot 10^{-3}$	$8,33 \cdot 10^{-4}$	$4,85 \cdot 10^{-1}$	$4,95 \cdot 10^{-1}$	$5,28 \cdot 10^{-1}$
Ton	g	$8,89 \cdot 10^{-3}$	$2,83 \cdot 10^{-4}$	6,59	6,60	6,66
Nickel	g	$7,92 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-5}$	$2,70 \cdot 10^{-2}$	$2,79 \cdot 10^{-2}$	$2,84 \cdot 10^{-2}$
Chrom	g	$3,38 \cdot 10^{-4}$	$6,41 \cdot 10^{-6}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$	$1,06 \cdot 10^{-2}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$
Schwerspat	g	$4,62 \cdot 10^{-4}$	$3,44 \cdot 10^{-4}$	$7,76 \cdot 10^{-4}$	$1,58 \cdot 10^{-3}$	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Aluminium	g	$5,95 \cdot 10^{-4}$	$6,24 \cdot 10^{-6}$	$6,80 \cdot 10^{-3}$	$7,40 \cdot 10^{-3}$	$1,54 \cdot 10^{-2}$
Flussspat	g	$1,97 \cdot 10^{-4}$	$5,72 \cdot 10^{-6}$	$1,67 \cdot 10^{-4}$	$3,70 \cdot 10^{-4}$	$3,99 \cdot 10^{-4}$
Kupfer	g	$6,53 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-5}$	$2,60 \cdot 10^{-2}$	$2,67 \cdot 10^{-2}$	$2,77 \cdot 10^{-2}$
Magnesit	g	$9,47 \cdot 10^{-5}$	$1,10 \cdot 10^{-5}$	$7,16 \cdot 10^{-3}$	$7,27 \cdot 10^{-3}$	$7,34 \cdot 10^{-3}$
Zink	g	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$2,31 \cdot 10^{-6}$	$2,63 \cdot 10^{-4}$	$2,76 \cdot 10^{-4}$	$3,64 \cdot 10^{-4}$
Kaolinit	g	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$5,91 \cdot 10^{-8}$	$5,88 \cdot 10^{-5}$	$6,94 \cdot 10^{-5}$	$7,09 \cdot 10^{-5}$
Uran	g	$1,46 \cdot 10^{-4}$	$1,41 \cdot 10^{-7}$	$7,14 \cdot 10^{-6}$	$1,53 \cdot 10^{-4}$	$1,55 \cdot 10^{-4}$
Zirkonium	g	$1,07 \cdot 10^{-9}$	$1,02 \cdot 10^{-10}$	$3,96 \cdot 10^{-9}$	$5,13 \cdot 10^{-9}$	$5,36 \cdot 10^{-9}$
Erneuerbare Materialressourcen						
Holz	m ³	$7,88 \cdot 10^{-8}$	$2,25 \cdot 10^{-10}$	$2,04 \cdot 10^{-8}$	$9,18 \cdot 10^{-8}$	$9,53 \cdot 10^{-8}$
Nicht erneuerbare fossile Energieressourcen						
Steinkohle	MJ-Äquivalente	$8,34 \cdot 10^{-3}$	$6,04 \cdot 10^{-5}$	$1,62 \cdot 10^{-2}$	$2,46 \cdot 10^{-2}$	$2,59 \cdot 10^{-2}$
Rohöl	MJ-Äquivalente	$2,78 \cdot 10^{-3}$	$3,99 \cdot 10^{-3}$	$7,95 \cdot 10^{-3}$	$1,47 \cdot 10^{-2}$	$1,53 \cdot 10^{-2}$
Erdgas	MJ-Äquivalente	$6,34 \cdot 10^{-3}$	$2,47 \cdot 10^{-4}$	$4,06 \cdot 10^{-3}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$	$1,10 \cdot 10^{-2}$
Braunkohle	MJ-Äquivalente	$4,66 \cdot 10^{-3}$	$2,38 \cdot 10^{-5}$	$1,10 \cdot 10^{-3}$	$5,79 \cdot 10^{-3}$	$5,94 \cdot 10^{-3}$
Erneuerbare Energieressourcen						
Energie (in Biomasse)	kWh	$2,02 \cdot 10^{-4}$	$6,64 \cdot 10^{-7}$	$5,98 \cdot 10^{-5}$	$2,63 \cdot 10^{-4}$	$2,72 \cdot 10^{-4}$
In Windkraft umgewandelte kinetische Energie	kWh	$5,38 \cdot 10^{-5}$	$2,74 \cdot 10^{-7}$	$1,22 \cdot 10^{-5}$	$6,62 \cdot 10^{-5}$	$6,72 \cdot 10^{-5}$
In Wasserkraft umgewandelte potenzielle Energie	kWh	$4,17 \cdot 10^{-3}$	1,23	$3,85 \cdot 10^{-4}$	1,23	1,24
Umgewandelte Solarenergie	kWh	$3,85 \cdot 10^{-6}$	$5,02 \cdot 10^{-9}$	$2,41 \cdot 10^{-7}$	$4,10 \cdot 10^{-6}$	$4,14 \cdot 10^{-6}$
Elektrizitätsverbrauch im Kraftwerk (Eigenbedarf)	kWh	–	$2,44 \cdot 10^{-2}$	–	$2,44 \cdot 10^{-2}$	$2,71 \cdot 10^{-2}$
Materialien, die wiederverwendet (recyclet) werden						
Aluminiumschrott	g	$2,27 \cdot 10^{-4}$	$3,38 \cdot 10^{-6}$	$2,44 \cdot 10^{-3}$	$2,67 \cdot 10^{-3}$	$5,92 \cdot 10^{-3}$
Eisenschrott	g	$4,99 \cdot 10^{-3}$	$5,39 \cdot 10^{-4}$	$3,30 \cdot 10^{-1}$	$3,36 \cdot 10^{-1}$	$3,46 \cdot 10^{-1}$
Kupferschrott	g	$2,06 \cdot 10^{-4}$	$3,20 \cdot 10^{-6}$	$8,24 \cdot 10^{-3}$	$8,45 \cdot 10^{-3}$	$8,76 \cdot 10^{-3}$
Bleischrott	g	$1,18 \cdot 10^{-4}$	$1,81 \cdot 10^{-6}$	$2,68 \cdot 10^{-5}$	$1,47 \cdot 10^{-4}$	$4,69 \cdot 10^{-4}$
Sonstiger Schrott aus elektronischen Geräten	g	$1,49 \cdot 10^{-7}$	$2,28 \cdot 10^{-8}$	$3,38 \cdot 10^{-2}$	$3,38 \cdot 10^{-2}$	$3,41 \cdot 10^{-2}$
Andere recycelte Metalle	g	$3,65 \cdot 10^{-9}$	$1,17 \cdot 10^{-10}$	$3,05 \cdot 10^{-9}$	$6,81 \cdot 10^{-9}$	$7,01 \cdot 10^{-9}$
Wasserverbrauch						
Süßwasserverbrauch	g	$1,01 \cdot 10^2$	$9,64 \cdot 10^{-1}$	$6,91 \cdot 10^1$	$1,71 \cdot 10^2$	$1,76 \cdot 10^2$
Salzwasserverbrauch	g	4,79	$8,53 \cdot 10^{-2}$	$5,80 \cdot 10^{-1}$	5,46	5,55
Wasser zur Turbinierung	m ³	$9,23 \cdot 10^{-2}$	1,20	$1,33 \cdot 10^{-2}$	1,30	1,31

Ökopprofil – Schadstoffemissionen	Einheit	Vorgelagerte Prozesse	Hauptprozesse Betrieb	Hauptprozesse Infrastruktur	Pro kWh ab Kraftwerk	Pro kWh beim Kunden
Emissionen in die Luft – Ergebnisse der Wirkungsabschätzung						
Treibhausgase (100 Jahre)	g CO ₂ -Äquivalente	1,54	4,99 · 10 ⁻¹	2,64	4,68	4,90
Ozonabbauende Gase	g CFC-11-Äquivalente	1,05 · 10 ⁻⁷	3,87 · 10 ⁻⁸	1,22 · 10 ⁻⁷	2,66 · 10 ⁻⁷	2,75 · 10 ⁻⁷
Smogbildung	g Äthylen-Äquivalente	5,99 · 10 ⁻⁴	2,95 · 10 ⁻⁴	2,07 · 10 ⁻³	2,97 · 10 ⁻³	3,09 · 10 ⁻³
Versauerung	g SO ₂ -Äquivalente	6,19 · 10 ⁻³	6,21 · 10 ⁻⁴	1,12 · 10 ⁻²	1,80 · 10 ⁻²	1,88 · 10 ⁻²
Emissionen in die Luft, die massgeblich zu den Ergebnissen der Wirkungsabschätzung beitragen						
Ammoniak	g	2,92 · 10 ⁻⁵	5,35 · 10 ⁻⁶	2,29 · 10 ⁻⁴	2,63 · 10 ⁻⁴	2,74 · 10 ⁻⁴
Kohlendioxid, fossil	g	1,44	2,97 · 10 ⁻¹	2,49	4,22	4,37
Kohlenmonoxid, biogen	g	1,75 · 10 ⁻⁵	4,74 · 10 ⁻⁸	7,39 · 10 ⁻⁶	2,50 · 10 ⁻⁵	2,92 · 10 ⁻⁵
Kohlenmonoxid, fossil	g	7,81 · 10 ⁻⁴	7,24 · 10 ⁻⁴	1,58 · 10 ⁻²	1,73 · 10 ⁻²	1,89 · 10 ⁻²
Dinitrogenmonoxid	g	9,89 · 10 ⁻⁵	5,55 · 10 ⁻⁶	4,97 · 10 ⁻⁵	1,54 · 10 ⁻⁴	1,58 · 10 ⁻⁴
Bromdifluorchlormethan, Halon 1211	g	8,45 · 10 ⁻⁹	5,09 · 10 ⁻¹¹	4,77 · 10 ⁻⁹	1,33 · 10 ⁻⁸	1,36 · 10 ⁻⁸
Bromtrifluormethan, Halon 1301	g	2,16 · 10 ⁻⁹	3,64 · 10 ⁻⁹	7,08 · 10 ⁻⁹	1,29 · 10 ⁻⁸	1,34 · 10 ⁻⁸
Methan, biogen, total	g	2,13 · 10 ⁻⁴	8,39 · 10 ⁻³	1,84 · 10 ⁻⁵	8,62 · 10 ⁻³	8,69 · 10 ⁻³
Methan, biogen, aus dem Klöntalersee und Kraftwerk	g	–	8,39 · 10 ⁻³	–	8,39 · 10 ⁻³	8,46 · 10 ⁻³
Methan, fossil	g	2,63 · 10 ⁻³	2,79 · 10 ⁻⁴	4,29 · 10 ⁻³	7,19 · 10 ⁻³	7,51 · 10 ⁻³
Stickoxide	g	2,68 · 10 ⁻³	5,38 · 10 ⁻⁴	6,69 · 10 ⁻³	9,90 · 10 ⁻³	1,02 · 10 ⁻²
Nichtmethanische flüchtige organische Verbindungen (NMVOC)	g	3,04 · 10 ⁻⁴	1,93 · 10 ⁻⁴	1,22 · 10 ⁻³	1,72 · 10 ⁻³	1,77 · 10 ⁻³
Schwefeldioxid	g	4,80 · 10 ⁻³	3,43 · 10 ⁻⁴	7,49 · 10 ⁻³	1,26 · 10 ⁻²	1,32 · 10 ⁻²
Weitere relevante, nicht radioaktive Emissionen in die Luft						
Kohlendioxid, biogen	g	9,20 · 10 ⁻²	2,57 · 10 ⁻⁴	3,69 · 10 ⁻²	1,29 · 10 ⁻¹	1,32 · 10 ⁻¹
Partikel, <10 µm	g	1,29 · 10 ⁻⁴	1,43 · 10 ⁻⁵	3,12 · 10 ⁻³	3,27 · 10 ⁻³	3,44 · 10 ⁻³
Partikel, <2,5 µm	g	3,99 · 10 ⁻⁴	4,22 · 10 ⁻⁵	1,77 · 10 ⁻³	2,21 · 10 ⁻³	2,30 · 10 ⁻³
Partikel, >10 µm	g	9,55 · 10 ⁻⁴	2,02 · 10 ⁻⁵	4,29 · 10 ⁻³	5,27 · 10 ⁻³	5,54 · 10 ⁻³
Arsen	g	2,25 · 10 ⁻⁷	4,48 · 10 ⁻⁹	6,77 · 10 ⁻⁶	7,00 · 10 ⁻⁶	7,26 · 10 ⁻⁶
Cadmium	g	7,11 · 10 ⁻⁸	4,46 · 10 ⁻⁹	2,26 · 10 ⁻⁶	2,34 · 10 ⁻⁶	2,42 · 10 ⁻⁶
Dioxine	g	2,05 · 10 ⁻¹³	1,60 · 10 ⁻¹⁴	5,88 · 10 ⁻¹²	6,10 · 10 ⁻¹²	6,36 · 10 ⁻¹²
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	g	1,28 · 10 ⁻⁷	4,26 · 10 ⁻⁹	9,30 · 10 ⁻⁷	1,06 · 10 ⁻⁶	1,69 · 10 ⁻⁶
Radioaktive Emissionen in die Luft						
Kohlenstoff 14	kBq	2,84 · 10 ⁻⁴	2,60 · 10 ⁻⁷	1,31 · 10 ⁻⁵	2,98 · 10 ⁻⁴	3,01 · 10 ⁻⁴
Krypton (alle Isotope)	kBq	1,01 · 10 ⁻⁴	1,06 · 10 ⁻⁷	5,21 · 10 ⁻⁶	1,06 · 10 ⁻⁴	1,07 · 10 ⁻⁴
Radon (alle Isotope)	kBq	1,11 · 10 ⁻¹	1,09 · 10 ⁻⁴	5,39 · 10 ⁻³	1,16 · 10 ⁻¹	1,17 · 10 ⁻¹
Emissionen ins Wasser – Ergebnisse der Wirkungsabschätzung						
Überdüngung (Eutrophierung)	g PO ₄ ³⁻ -Äquivalente	8,87 · 10 ⁻⁴	9,56 · 10 ⁻⁵	3,59 · 10 ⁻³	4,58 · 10 ⁻³	4,74 · 10 ⁻³
Emissionen ins Wasser, die massgeblich zu den Ergebnissen der Wirkungsabschätzung beitragen						
Phosphat	g	4,77 · 10 ⁻⁴	3,40 · 10 ⁻⁶	2,58 · 10 ⁻³	3,06 · 10 ⁻³	3,17 · 10 ⁻³
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	g	8,12 · 10 ⁻⁴	8,60 · 10 ⁻⁴	1,97 · 10 ⁻³	3,65 · 10 ⁻³	3,81 · 10 ⁻³

3 Deklaration der Umweltauswirkungen

Ökopprofil – Schadstoffemissionen	Einheit	Vorgelagerte Prozesse	Hauptprozesse Betrieb	Hauptprozesse Infrastruktur	Pro kWh ab Kraftwerk	Pro kWh beim Kunden
Weitere relevante, nicht radioaktive Emissionen ins Wasser						
Ammonium, Ion	g	$1,73 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-7}$	$6,37 \cdot 10^{-6}$	$2,41 \cdot 10^{-5}$	$2,47 \cdot 10^{-5}$
Nitrat	g	$6,48 \cdot 10^{-5}$	$8,46 \cdot 10^{-7}$	$8,02 \cdot 10^{-5}$	$1,46 \cdot 10^{-4}$	$1,51 \cdot 10^{-4}$
Sulfat	g	$8,78 \cdot 10^{-3}$	$5,53 \cdot 10^{-5}$	$2,79 \cdot 10^{-2}$	$3,68 \cdot 10^{-2}$	$3,80 \cdot 10^{-2}$
Öl	g	$2,52 \cdot 10^{-4}$	$2,69 \cdot 10^{-4}$	$5,57 \cdot 10^{-4}$	$1,08 \cdot 10^{-3}$	$1,13 \cdot 10^{-3}$
Radioaktive Emissionen ins Wasser						
Tritium H ₃	kBq	$8,24 \cdot 10^{-2}$	$9,83 \cdot 10^{-5}$	$4,85 \cdot 10^{-3}$	$8,74 \cdot 10^{-2}$	$8,84 \cdot 10^{-2}$
Weitere relevante, nicht radioaktive Emissionen in die Erde						
Öl	g	$2,63 \cdot 10^{-4}$	$2,74 \cdot 10^{-4}$	$5,45 \cdot 10^{-4}$	$1,08 \cdot 10^{-3}$	$1,13 \cdot 10^{-3}$

Ökopprofil – Abfälle und Materialien zur Wiedergewinnung	Einheit	Vorgelagerte Prozesse	Hauptprozesse Betrieb	Hauptprozesse Infrastruktur	Pro kWh ab Kraftwerk	Pro kWh beim Kunden
Sonderabfall – radioaktiv						
BE/HAA/LMA in geologischem Tiefenlager	m ³	$6,47 \cdot 10^{-11}$	$6,93 \cdot 10^{-14}$	$3,46 \cdot 10^{-12}$	$6,82 \cdot 10^{-11}$	$6,90 \cdot 10^{-11}$
SMA in geologischem Tiefenlager	m ³	$3,01 \cdot 10^{-10}$	$2,90 \cdot 10^{-13}$	$1,46 \cdot 10^{-11}$	$3,16 \cdot 10^{-10}$	$3,19 \cdot 10^{-10}$
Sonderabfall – nicht radioaktiv						
Sonderabfall zur Verbrennung	g	$5,03 \cdot 10^{-4}$	$2,32 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-2}$	$1,49 \cdot 10^{-2}$	$1,53 \cdot 10^{-2}$
Sonstiger Abfall						
Nicht gefährlicher Abfall zur Deponierung	g	$1,66 \cdot 10^{-1}$	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$5,16 \cdot 10^{-1}$	$6,84 \cdot 10^{-1}$	$7,21 \cdot 10^{-1}$
Nicht gefährlicher Abfall zum Recycling	g	$2,02 \cdot 10^{-14}$	$4,39 \cdot 10^{-15}$	$1,41 \cdot 10^1$	$1,41 \cdot 10^1$	$1,42 \cdot 10^1$
Nicht gefährlicher Abfall zur Verbrennung	g	$5,03 \cdot 10^{-4}$	$2,32 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-2}$	$1,49 \cdot 10^{-2}$	$1,53 \cdot 10^{-2}$

3.4 Unsicherheitsanalyse

Das Ziel dieser Analyse ist eine quantitative Abschätzung, in welchem Unsicherheitsbereich die berechneten Resultate der Ökobilanz liegen. Eine Variabilität der berechneten Resultate kommt dadurch zustande, dass Input- und Output-Grössen in der gesamten Prozesskette (z.B. jährliche Energieerzeugung oder Methanemissionen) keine genauen Werte sind, sondern auch Schwankungen aufweisen. Zur Durchführung der Unsicherheitsanalyse wurden Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Werte der Input- und Output-Grössen definiert. Für alle Hintergrundprozesse wurden Wahrscheinlichkeitsverteilungen aus der ecoinvent-Datenbank⁷ übernommen. Zusätzlich wurden Wahrscheinlichkeitsverteilungen

definiert für Input- und Output-Grössen dominanter Prozesse, welche in der vorliegenden Studie modelliert wurden. So dominieren beispielsweise die jährliche Stromerzeugung im Kraftwerk am Löntsch und die Methanemissionen aus dem Klöntalersee die Resultate. Um die Wahrscheinlichkeitsverteilungen für diese Parameter festzulegen, wurden die erzeugten Strommengen über die vergangenen 10 Jahre bzw. die Emissionsfaktoren für Methan der verschiedenen Messmethoden als Grundlage verwendet. Zudem wurden unterschiedliche Einflüsse der anthropogenen Nutzung des Klöntalersees auf die Methanemissionen angenommen. Die folgende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung der wichtigsten Annahmen für die Szenarien der Unsicherheitsanalyse.

	Referenzszenario für das Betriebsjahr 2009/10	Szenario minimale Umweltbelastung	Szenario maximale Umweltbelastung
Emissionsfaktor Methan	3 mg m ⁻² d ⁻¹	0,2 mg m ⁻² d ⁻¹	3 mg m ⁻² d ⁻¹
Oberfläche des Klöntalersees, welche für die Stromerzeugung beeinflusst wird	Veränderungen der Seeoberfläche auf Grund des Kraftwerksbetriebs (1,9 km ²)	Veränderungen der Seeoberfläche auf Grund des Kraftwerksbetriebs (1,9 km ²)	Gesamte Seeoberfläche (3,3 km ²)
Jährliche Methanemissionen	0,69 t	0,14 t	3,61 t
Stromerzeugung	104,9 GWh (Durchschnitt über 10a)	122,1 GWh (2010/11)	85,8 GWh (2009/10)

Die Tabelle zeigt gerundete Ergebnisse.

Die Berechnung der Unsicherheitsbereiche aller Wirkungskategorien wurde durch sich zufällig wiederholende Stichproben mittels eines Monte-Carlo-Algorithmus vorgenommen. In dieser Studie wird der Unsicherheitsbereich definiert als das

95-Prozent-Intervall der Verteilung der gesammelten Stichproben. Das 2,5te Perzentil wurde als Minimum und das 97,5te Perzentil als Maximum definiert. Die Resultate der Monte-Carlo-Berechnung werden in der folgenden Tabellen aufgezeigt.

1 kWh Nettoelektrizität ab Kraftwerk am Löntsch					
Umweltauswirkung	Einheit	Berechneter Wert ohne Unsicherheit	Median (50tes Perzentil)	Minimum (2,5tes Perzentil)	Maximum (97,5tes Perzentil)
Treibhausgase	g CO ₂ -Äquivalente	4,68	5,14	4,13	6,28
Ozonabbauende Gase	g CFC-11-Äquivalente	2,66 · 10 ⁻⁷	2,69 · 10 ⁻⁷	1,78 · 10 ⁻⁷	4,63 · 10 ⁻⁷
Smogbildung (bodennahes Ozon)	g Ethylen-Äquivalente	2,97 · 10 ⁻³	3,10 · 10 ⁻³	2,42 · 10 ⁻³	4,24 · 10 ⁻³
Versauerung	g SO ₂ -Äquivalente	1,80 · 10 ⁻²	1,87 · 10 ⁻²	1,53 · 10 ⁻²	2,28 · 10 ⁻²
Überdüngung (Eutrophierung)	g PO ₄ ³⁻ -Äquivalente	4,58 · 10 ⁻³	3,31 · 10 ⁻³	1,85 · 10 ⁻³	1,75 · 10 ⁻²
Abbau fossiler Ressourcen	MJ-Äquivalente	5,61 · 10 ⁻²	5,81 · 10 ⁻²	4,79 · 10 ⁻²	7,07 · 10 ⁻²

Die Tabelle zeigt gerundete Ergebnisse.

⁷ Ecoinvent Report No 1, Overview and Methodology, veröffentlicht vom Schweizer Zentrum für Ökoinventare

3 Deklaration der Umweltauswirkungen

1 kWh Nettoelektrizität beim Kunden der Axpo AG					
Umweltauswirkung	Einheit	Berechneter Wert ohne Unsicherheit	Median (50tes Perzentil)	Minimum (2,5tes Perzentil)	Maximum (97,5tes Perzentil)
Treibhausgase	g CO ₂ -Äquivalente	4,90	5,34	4,39	6,53
Ozonabbauende Gase	g CFC-11-Äquivalente	2,75 · 10 ⁻⁷	2,79 · 10 ⁻⁷	1,83 · 10 ⁻⁷	4,55 · 10 ⁻⁷
Smogbildung (bodennahes Ozon)	g Ethylen-Äquivalente	3,09 · 10 ⁻³	3,24 · 10 ⁻³	2,54 · 10 ⁻³	4,54 · 10 ⁻³
Versauerung	g SO ₂ -Äquivalente	1,88 · 10 ⁻²	1,95 · 10 ⁻²	1,61 · 10 ⁻²	2,34 · 10 ⁻²
Überdüngung (Eutrophierung)	g PO ₄ ³⁻ -Äquivalente	4,74 · 10 ⁻³	3,41 · 10 ⁻³	1,99 · 10 ⁻³	1,84 · 10 ⁻²
Abbau fossiler Ressourcen	MJ-Äquivalente	5,85 · 10 ⁻²	6,08 · 10 ⁻²	5,07 · 10 ⁻²	7,32 · 10 ⁻²

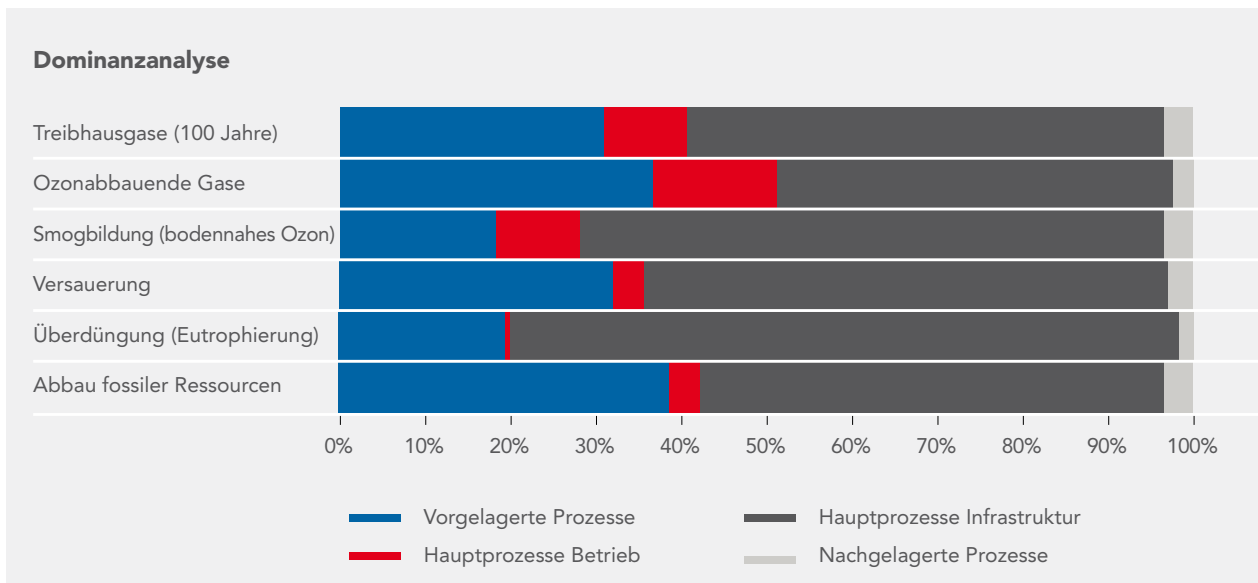
Die Tabelle zeigt gerundete Ergebnisse.

3.5 Dominanzanalyse und Schlussfolgerungen

Verschiedene Beiträge aus dem Lebenszyklus zu den gesamten Resultaten werden in der folgenden Abbildung für alle Wirkungskategorien dargestellt. Die Beiträge werden aufgeteilt:

- **Vorgelagerte Prozesse:** Herstellung von Strom und Betriebschemikalien.
- **Hauptprozesse Betrieb:** Einsatz von Heizöl oder Diesel sowie Methanemissionen aus dem Klöntalersee und dem turbinieren Wasser.

- **Hauptprozesse Infrastruktur:** Material- und Energieaufwendungen für den Bau und Rückbau der Kraftwerksanlagen (Staudamm, Druckstollen, Maschinenhaus etc.) sowie für die in den Kraftwerksanlagen installierten Komponenten (Turbines, Generatoren etc.).
- **Nachgelagerte Prozesse:** Vertrieb der Elektrizität im Verteilnetz der Axpo.



Der Gesamtvergleich über alle Lebenszyklusphasen zeigt, dass die vorgelagerten Prozesse sowie die Infrastruktur und die Installationen hohe Beiträge aufweisen.

Bei den vorgelagerten Prozessen ist insbesondere die Herstellung von Strom dominierend, welcher für den Eigenbedarf ab Netz bezogen wird. Das Speicherkraftwerk am Löntsch wird jährlich mit zirka 2000 Volllaststunden betrieben. Während dieser Zeit wird der Stromeigenbedarf durch die Produktion gedeckt. Während der übrigen Zeit bezieht das Kraftwerk den Strom für den Eigenbedarf aus dem Netz.

Bei der Infrastruktur ist der wichtigste Prozess die Herstellung von Zement für den Bau der Kraftwerksbauten. Bei den Installationen sind die Herstellung von Kupfer für Generatoren und Transformatoren

sowie die Stahlherstellung für Turbinen und die Druckleitung die ausschlaggebenden Prozesse.

Der Betrieb und die Verteilung der Elektrizität sind von untergeordneter Bedeutung. Der Betrieb beinhaltet auch die Methanemissionen aus dem Klöntalersee und aus der Turbinierung des Wassers. In der Wirkungskategorie Treibhausgase ist Kohlendioxid mit einem Anteil von 90 Prozent aber das dominierende Treibhausgas. Biogenes Methan trägt lediglich mit 4 Prozent zum Gesamtergebnis in dieser Wirkungskategorie bei.

4 Zusätzliche Umweltinformationen

4.1 Flächennutzung

Aufgrund von Betriebsaktivitäten im Zusammenhang mit der Elektrizitätserzeugung im Kraftwerk am Löntsch wurde Land gegenüber seinem ursprünglichen Zustand umgenutzt. Diese Flächentransformation wird entsprechend der PKR-Richtlinie anhand der Landnutzungsklassen (CLC) des EU-Programms CORINE systematisch quantifiziert.⁸ Die Europäische Kommission hat 1985 das CORINE-Programm gestartet, das u.a. die europaweite Landnutzung unter einheitlicher Nomenklatur erfasst. Das System umfasst 44 Klassen in drei hierarchischen Stufen (z.B. Nutzung von Industrie-, Minen- oder Waldflächen). Die Landtransformation, welche sich im Rahmen des

Betriebs des Kraftwerks am Löntsch ereignete, wird in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

In dieser Studie werden für die Zeit der Landnutzung durch das Kraftwerk am Löntsch 80 Jahre angenommen, was der technischen Lebensdauer des Kraftwerks entspricht. Die Hauptaktivität auf der genutzten Landfläche ist die Nutzung des künstlich vergrößerten Klöntalersees für die Produktion von elektrischer Energie. Die genutzte Industriefläche beinhaltet sowohl die Fläche des Damms sowie die Fläche des Maschinenhauses und anderer Gebäude, die für den Betrieb des Kraftwerks notwendig sind.

CORINE Landnutzungsklassen	Situation vor der Umnutzung	Situation nach der Umnutzung
Weideland	1,92 km ²	0 km ²
Natürliche Wasserfläche	1,4 km ²	1,4 km ²
Anthropogen geschaffene Wasserfläche	0 km ²	1,9 km ²
Industriefläche	0 km ²	0,02 km ²

Die Tabelle zeigt gerundete Ergebnisse.

4.2 Hydrologie, Gewässermorphologie und Hydrogeologie

4.2.1 Hydrologie

Der Klöntalersee dient als Saisonspeicher und wird im Jahresverlauf rund drei- bis viermal von neuem gefüllt. Die Seespiegelschwankungen bewegen sich ungefähr zwischen den Koten 829 m ü. M. und 847 m ü. M., wobei die maximale Absenkung nur bei Revisionsarbeiten vorgenommen wird. Die minimale

Kote, welche zwischen dem 1. Juli und dem 31. Oktober eingehalten wird, liegt bei 844,50 m ü. M. Ein Vergleich zwischen dem natürlichen Klöntalersee vor 1905 und dem heutigen See mit der maximal möglichen Staukote ist auf den Abbildungen unten ersichtlich. Auf dem Bild von vor 1905 ist der Einlass zu den Korporationsstollen der Bachgenossen (Zusammenschluss der durch Wasserkraft betriebenen Fabriken in Netstal) zu sehen, die das Wasser des Klöntalersees schon vor 1900 zum Betrieb der



Vergleich des natürlichen Klöntalersees um 1900 (links) mit dem heutigen See beim Höchststau im Juli 2010 (rechts). Auf dem linken Bild ist unten rechts der Einlauf zu den Korporationsstollen zu sehen.

⁸ Coordination of Information on the Environment: <http://terrestrial.eionet.europa.eu/CLC2000/classes>

Spinnereien und sonstigen Fabriken in Netstal nutzten.

Der Höherstau durch den Bau des Damms nahm vor allem bewirtschaftetes Land am südöstlichen Ufer sowie Wald am nordöstlichen Ufer in Anspruch. Insgesamt gingen rund 1,9 km² terrestrischer Lebensraum verloren. Ebenfalls wurde ein Teil der ehemaligen Mündungen der Richisauer und der Rossmatter Klön sowie des Sulzbachs am südwestlichen Ende des Sees eingestaut.

Ursprünglich führte der Löntsch ab dem durch den Felssturz entstandenen natürlichen Damm nur bei genügendem Zufluss der Klön (Zusammenfluss von Richisauer und Rossmatter Klön) und des Sulzbachs Wasser. Vor allem im Winter hatte der Klöntalersee früher, wie auch heute, teilweise keinen Zufluss. Dementsprechend führte der Löntsch ab dem natürlichen Damm nicht das ganze Jahr über Wasser. Heute wird nur der Höherstau des Sees zur Energieproduktion genutzt. Aufgrund der topografischen Verhältnisse (vom Felssturz hervorgerufener natürlicher Damm) kann gesagt werden, dass sich die Wassermenge in der Restwasserstrecke in den Wintermonaten nicht verändert hat, da der natürliche Damm den Klöntalersee im Winter aufstaute, sodass kein oder nur sehr wenig Wasser in den Löntsch gelangen konnte.

Aus dem Grundablassstollen des Sees werden ganzjährig rund 10 l/s zur Bewässerung eines Amphibienbiotops verwendet welches direkt hinter dem Damm liegt der Biotop wird dotiert. Anschliessend wird der Löntsch durch den rund 180 m unterhalb des Damms gelegenen Schletterbach und durch Quellen gespeist. Der Schletterbach führt vor allem während Niederschlägen und der Schneeschmelze Wasser. Entlang der Fließstrecke des Löntsch durch das Löntschobel liegen rund 20 Quellen, die in den Löntsch münden und seine Abflussmenge deutlich erhöhen. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen Quellen um Wasser, das aus dem Klöntalersee versickert. Bis zum Löntschobel fließen weitere kleine Bäche und Runsen, von denen die meisten nur bei Niederschlägen Wasser führen, dem Löntsch zu.

Die Rückgabe des verarbeiteten Wassers erfolgt bei der Zentrale in Netstal. Der Unterlieger des Kraftwerks am Löntsch bezieht sein Wasser direkt aus dem Unterwasserkanal, sodass nicht die gesamte turbinierte Wassermenge in den Löntsch

zurückgegeben wird. Unterhalb der Wasserrückgabe bis zur Mündung in die Linth variiert die Wasserführung im Löntsch auf einer Strecke von zirka 1 km je nach Betrieb des Kraftwerks. Solche kurzfristigen Änderungen des Wasserabflusses (Schwall/Sunk) werden nach Bedarf und Möglichkeit bei der Umsetzung der aktuellen Gesetzesentwürfe mit entsprechenden Massnahmen in Zukunft reduziert. Der kurze Abschnitt zwischen der Wasserrückgabe und der Mündung in die Linth verläuft durch das Dorf Netstal. Auf diesem Abschnitt sind die Gewässersohle und das Ufer aus Hochwasserschutzgründen weitestgehend verbaut. Ab der Mündung werden die Abflussschwankungen im Löntsch durch die grössere Wasserführung der Linth abgeschwächt.

4.2.2 Gewässermorphologie

Das Flussbett der Klön wurde bis zur Mündung in den Klöntalersee auf kurzen Strecken mit naturnahen Wasserbaumassnahmen verbaut. Die Gewässermorphologie des Löntsch ist ab dem Damm auf einer Fließstrecke von rund 800 m leicht beeinträchtigt. In diesem Abschnitt sind die Ufer teilweise auf kurzen Strecken mit Brückenfundamenten und Uferschutzmassnahmen künstlich verbaut. Die nachfolgende Fließstrecke bis Ausgang Schlucht in Riedern ist in einem weitgehend natürlichen Zustand. Die Breitenvariabilität ist ausgeprägt und die Gewässersohle – bis auf einen Rückstau durch eine Fischzuchtanlage – natürlich. Zahlreiche Rumsen und Anriss-hänge tragen vor allem bei starken Niederschlägen viel Geschiebe in den Löntsch ein. In der Schlucht mit steilen Felsplanken ist das Löntschufer praktisch bewuchsfrei. Ansonsten ist eine standortgerechte Flora mit Weichhölzern und einem Laubmischwald vorhanden. Von Riedern bis zur Mündung sind die Ufer des Löntsch aus Hochwasserschutzgründen grösstenteils künstlich verbaut.

4.2.3 Grund- und Quellwasser

Entlang der Restwasserstrecke des Löntsch wurden Grundwasserschutz-zonen zum Schutze der dortigen Quellen ausgeschieden.⁹ Die Wasserführung des Löntsch hat keinen Einfluss auf die Quellen, da die meisten offensichtlich durch Versickerungen aus dem Klöntalersee gespeist werden. Diese Quellen erfuhren nach dem Aufstau des Klöntalersees wahrscheinlich eine Schüttungszunahme. Die Wasserqualität der gefassten Quellen ist gut.

⁹ Ecogis, www.ecogis.admin.ch, vom 6. Oktober 2010

4 Zusätzliche Umweltinformationen

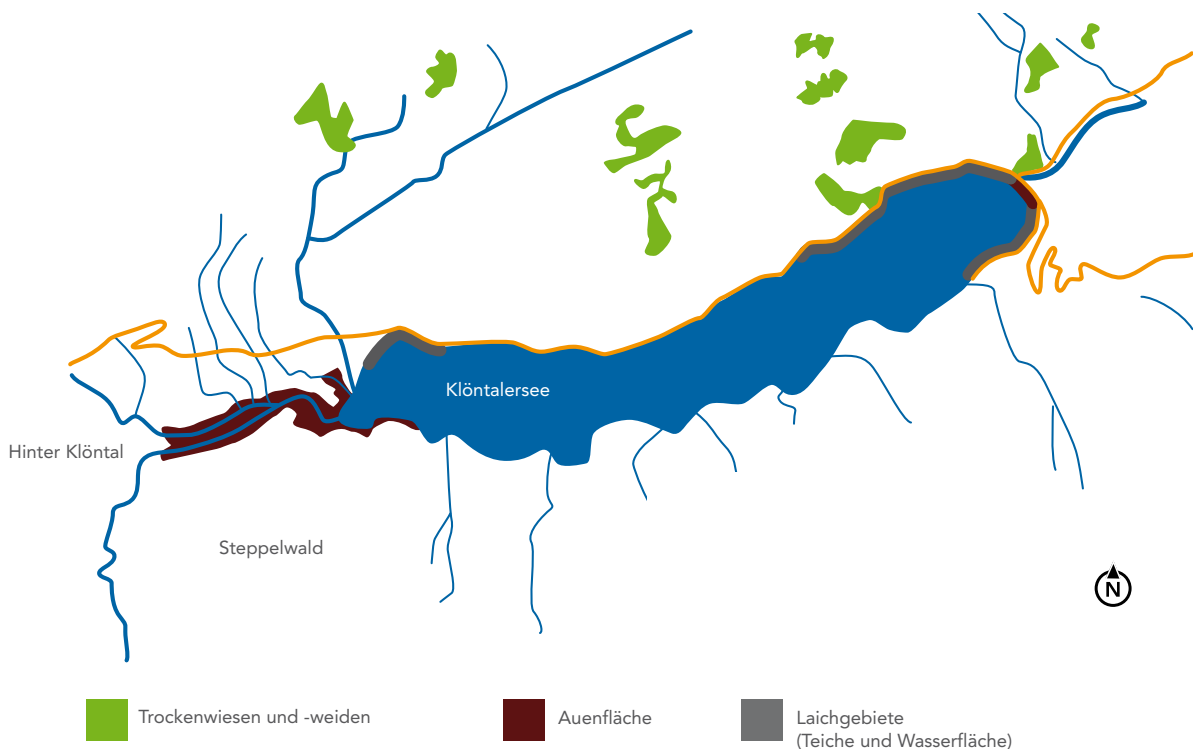
4.3 Biologische Vielfalt

4.3.1 Bundesinventare von nationaler Bedeutung im Klöntal

Das Klöntal bietet vielen verschiedenen Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum. Im Bereich Hinter Klöntal befindet sich ein Auengebiet mit rund 18 ha Fläche von nationaler Bedeutung¹⁰. Die Bildung des Auenwaldes wurde durch den Aufstau des Sees und den damit erhöhten Grundwasserspiegel begünstigt. Dieses Auengebiet umfasst die Zuflüsse des Klöntalersees, nämlich die Richisauer- und die Rossmatter Klön (Kernzone), den Sulzbach (Pufferzone) sowie die Quellgruppe Blaue Brunnen (Kernzone). Die Vegetation setzt sich v. a. aus Grauerlen- und Eschenwald sowie Pionierkrautfluren zusammen.¹¹ Auch einige kleine Flachmoore sind zu finden. Da die Zuflüsse zum See nicht gefasst werden, sind sie im natürlichen Zustand verblieben und versorgen die Aue mit den zur Erhaltung des Auencharakters benötigten periodischen Hochwassern. Die Ausmasse der Aue vor dem Aufstau des Sees sind nicht bekannt. Wahrscheinlich überschwemmten die Richisauer und die

Rossmatter Klön sowie der Sulzbach bei Hochwasser den gesamten Talboden. Es kann angenommen werden, dass das Niveau der beiden Zuflüsse Richisauer und Rossmatter Klön wesentlich tiefer lag als heute und die beiden Flüsse erst nach dem Aufstau des Sees ein gemeinsames Delta zu bilden anfangen. Die Vegetation besiedelte diese neu entstandenen Flächen vor der Mündung sehr rasch. Da die Umgebung der Aue stark anthropogen genutzt wird (Campingplatz/Abwasserreinigungsanlage), können sich die Zuflüsse mit ihren Mäandern nicht beliebig ausbreiten. Periodische Kiesentnahmen zum Schutz des Campingplatzes und der Abwasserreinigungsanlage vor Hochwasser wurden nötig und werden auch zukünftig erforderlich sein. Der Kieseintrag in den See von rund 4000 bis 5000 m³ pro Jahr ist bei einem Stauvolumen von knapp 40 Mio. m³ vernachlässigbar.

Weiter wurden im Klöntal mehrere Flächen mit Trockenwiesen und -weiden in Bundesinventaren von nationaler Bedeutung aufgenommen. Die Trockenwiesen und -weiden werden durch den Betrieb des Kraftwerks nicht beeinflusst.



Bundesinventare von nationaler Bedeutung im Klöntal: Amphibienlaichgebiet, Auenfläche sowie Trockenwiesen und -weiden.

¹⁰ Aueninventar Kanton Glarus, Stand Juli 2007

¹¹ Swiss Web Flora, www.wsl.ch, vom 6. Oktober 2010

4.3.2 Auswirkungen des Kraftwerks auf seine Umgebung

Flora

In der Umgebung des Kraftwerks wurden über 900 Pflanzenarten gefunden.¹¹ Darunter befinden sich einige nach roter Liste¹² bedrohte Arten, die unten aufgezählt sind. Drei der Arten wurden nur noch vor 1982 im Klöntal gefunden. Dieser Artenrückgang ist auf die allgemeine anthropogene Nutzung und Belastung des Gebiets zurückzuführen.

- **Potenziell gefährdet (NT):** Kanariengras, Sommerwurzkräuter, Sommerwurzefeu, Wiederbart (Fund vor 1982), Spitzorchis (Fund vor 1982), Französische Rampe, Ruhr- oder Sumpfkraut
- **Verletzlich (VU):** Quirlblättriges Johanniskraut (Fund vor 1982), Frauenschuh, Safranfarbene Feuerlilie, Einblatt-Weichorchis, Färberreseda, Bewimpertes Mastkraut, Sommerwendelähre
- **Stark gefährdet (EN):** Mariendistel
- **Vom Aussterben bedroht (CR):** Behaartfrüchtige Platterbse

Fauna

Im Klöntal liegen zahlreiche Tagfalterbeobachtungen bis 1994 vor.¹³ In dieser Zeit wurden 18 Arten innerhalb der Aue oder in ihrer unmittelbaren Umgebung nachgewiesen, bei 14 weiteren Arten ist das Vorkommen sehr wahrscheinlich. Weitere 8 Arten kommen heute noch in der näheren Umgebung der Aue vor. Zwei dieser Arten sind in der Nordschweiz, eine davon gesamt-europäisch stark bedroht. Beide Arten kommen noch an mehreren Fundorten im Bereich des Klöntalersees vor, sodass der Region eine grosse nationale und sogar internationale Bedeutung für die Sicherung dieser Arten zukommt. Die Lebensräume dieser Arten werden durch den Betrieb des Kraftwerks nicht gestört.

Amphibien wie Frösche, Molche und Salamander gehören zu den ältesten Wirbeltieren. Ihre Bestände sind in den letzten Jahrzehnten weltweit massiv zurückgegangen. Im Kanton Glarus kommen nur noch neun Amphibienarten vor. Jedes Jahr im Frühling ziehen Amphibien aus den Winterquartieren zu ihren Laichgewässern. Im Kanton Glarus sind in dieser Zeit Grasfrösche, Erdkröten und etwas seltener Bergmolche anzutreffen.¹⁴ Diese Amphibien verbringen den

Winter meist an geschützten Orten im Waldboden oder in Hecken. Zur Fortpflanzung müssen sie ein stehendes Gewässer wie den Klöntalersee aufsuchen, wo sie ihren Laich ablegen. Im Spätfrühling verlassen die erwachsenen Amphibien dann die Gewässer wieder und verbringen den Sommer im Grasland, in Hecken, Gärten oder im Wald.

Im nordöstlichen Uferbereich des Klöntalersees sowie im Bereich Vorauen befinden sich Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. Der Klöntalersee ist über weite Uferstrecken von Amphibien besiedelt und umfasst wahrscheinlich die grösste Dichte im Kanton. Um zu ihren Laichplätzen am Klöntalersee und wieder zurück in die Wälder zu gelangen, müssen die Amphibien die am nördlichen Ufer gelegene Strasse Rhodannenbergr–Vorauen überqueren. Wegen des relativ starken Verkehrs zu den beiden Campingplätzen wurden früher viele Frösche überfahren und getötet. Um dies zu verhindern, wurden im Auftrag vom kantonalen Amt für Umweltschutz zwischen 2007 und 2010 sechs Amphibiendurchlässe unter der Strasse hindurch gebaut.

Fisch- und Gewässerökologie

Der Klöntalersee ist ein beliebter Treffpunkt für Fischer. Der See wurde in der Vergangenheit teilweise stark mit heimischen und exotischen Fischarten besetzt. Heute werden nur noch Bach- und Seeforellen ausgesetzt. Die zahlreichen Fänge von Hecht, Egli und Felchen lassen auf eine erfolgreiche natürliche Reproduktion von früheren Besatzfischen schliessen. Im Weiteren kommen im Klöntalersee und in der Klön Groppe, Rotaugen, Elritze, Alet, Laube (natürliche Reproduktion) und die Kanadische Seeforelle (natürliche Reproduktion ungewiss) vor. Die Fischfauna im Löntsch setzt sich hauptsächlich aus Bachforellen und einzelnen Regenbogenforellen («Flüchtlinge» aus Fischzuchten) zusammen und wird fischereilich genutzt. Die Fische stammen grösstenteils aus Besatzmassnahmen, wobei eine natürliche Reproduktion nicht ausgeschlossen werden kann. Ursprünglich konnten Fische im Löntsch höchstens bis zum Eingang des Löntschobels wandern. In dieser Schlucht verhindern mehrere natürliche Abstürze mit einer Höhendifferenz von mehreren Metern eine natürliche Fischwanderung. Heute verhindern bereits

¹² Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz, BUWAL, Bern 2002

¹³ Schutzplanung Auenobjekt Hinter Klöntal, Forstdirektion des Kantons Glarus, 1995

¹⁴ Medienmitteilung 37101 des Kantons Glarus, Departement Bau und Umwelt, vom 16. März 2007

4 Zusätzliche Umweltinformationen

vor der Schlucht unüberwindbare Betonschwellen zur Sohlenstabilisierung eine Fischwanderung bis zur Schlucht. Der Löntsch führte vor der Dammerhöhung im Winter keinen bis nur einen sehr geringen Abfluss. Dies wird durch Erwähnungen in Berichten der Bachgenossen sowie den Bau der beiden Korporationsstollen durch die Bachgenossen (1856–1859 und 1895–1898) bestätigt, welche für den Betrieb der Fabriken in Netstal im Winterhalbjahr Wasser aus dem Klöntalersee leiteten. Die Wasserführung und der Gewässerlebensraum im Löntsch werden somit im Winter durch die Erhöhung des Dammes und die Kraftwerksnutzung nicht relevant beeinträchtigt. In den Sommermonaten wird die Wasserführung im Löntsch durch die Kraftwerksnutzung verringert, wobei die Wassermenge für eine intakte aquatische Lebensgemeinschaft durch die seitlichen Zuflüsse ab rund 500 m unterhalb des Dammes genügend ist.

4.4 Umweltrisiken

Als Umweltrisiken gelten umweltschädigende Emissionen, die von den Kraftwerksanlagen ausgehen und während nicht gewünschte Ereignisse auftreten. Emissionen, die von einem Unfall oder einer technischen Störung stammen, sind in der Regel sehr klein und richten meist keinen Umweltschaden an, da die Stoffe, wie z. B. Öl, nicht in die Umwelt gelangen, sondern durch technische Sicherheitsvorrichtungen in den Kraftwerksanlagen zurückgehalten werden. Ein weiteres Risiko-Ereignis wäre ein augenblicklicher Bruch des Dammes. Um dies zu verhindern, wird der Damm durch Spezialisten der Axpo AG sowie externe Experten überwacht. Erhöhte Sickerwassermengen würden sofort bemerkt und die entsprechenden Massnahmen eingeleitet.

4.5 Elektromagnetische Felder

Als elektromagnetisches Feld (EMF) gilt das untere Frequenzband des elektromagnetischen Spektrums (0 bis 300 GHz). EMF sind in unserer Umwelt überall vorhanden – ob natürlichen oder künstlichen Ursprungs –,

beispielsweise als Radiowellen erwünscht oder als Abfallprodukt von Elektrizitätsströmen. Aus technischer Sicht entstehen magnetische Felder durch die Bewegung elektrischer Ladungen. Die Stärke eines magnetischen Feldes wird in Ampère pro Meter (A/m) angegeben. In der Wissenschaft ist es üblicher, für elektromagnetische Felder eine verwandte Grösse anzugeben: die Flussdichte in Mikrottesla (μT). Je höher der Strom, desto höher die magnetische Feldstärke. Eines der Hauptmerkmale eines EMF ist seine Frequenz bzw. die zugehörige Wellenlänge. Felder unterschiedlicher Frequenz haben unterschiedliche Auswirkungen auf den menschlichen Körper. Zum Schutz der im Kraftwerk arbeitenden Personen hat die Suva¹⁵ einen EMF-Immissionsgrenzwert festgelegt, welcher gemäss ICNIRP¹⁶-Richtlinie 1998 bei 500 μT liegt. Dieser Grenzwert wird, bis auf den Kabelkanal, der von der Schaltanlage zur Zentrale führt, in allen Räumen eingehalten. Ab einer Entfernung von 20 cm zu den entsprechenden Kabeln wird dieser Grenzwert auch im Kabelkanal nicht überschritten, sodass für Arbeiter und Besucher keine Gefährdung besteht. Ausserhalb des Kraftwerks sind keine durch das Kraftwerk verursachten EMF vorhanden.¹⁷

4.6 Lärm und Erschütterungen

Die schweizerische Lärmschutz-Verordnung (LSV) hat die Immissionsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbegebiete auf 70 dB(A) am Tag und 60 dB(A) in der Nacht sowie für Wohn- und Gewerbegebiete auf 65 dB(A) am Tag und 55 dB(A) in der Nacht festgelegt. Das Kraftwerk am Löntsch liegt in der Industrie- und Gewerbezone, die Wasserrückgabe liegt in der Wohn- und Gewerbezone.¹⁸ Sowohl beim An- und Abfahren der Maschinen als auch im Betrieb unter Vollast werden alle Grenzwerte der schweizerischen Lärmschutz-Verordnung (Umwelt) und der Suva (Innenräume, Arbeitssicherheit) eingehalten.¹⁹ Die beim Betrieb der Turbinen entstehenden Erschütterungen sind ausserhalb des Kraftwerks nicht wahrnehmbar.

¹⁵ Suva: Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

¹⁶ ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

¹⁷ Nordostschweizerische Kraftwerke AG (heute Axpo AG), technischer Bericht EU 1876 vom 25. April 2003

¹⁸ Zonenplan Kanton Glarus

¹⁹ Suva-Schallmessprotokoll 519-647/01.04 vom 13. Januar 2004

5 Zertifizierungsstelle und Pflichtenklärungen

5.1 Informationen der Zertifizierungsstelle

Die Zertifizierung der Umweltdeklaration (Environmental Product Declaration, EPD®) für die Produktion von Elektrizität aus dem Hochdruck-Speicherkraftwerk am Löntsch wurde vom Bureau Veritas Certification (Schweden) durchgeführt. Bureau Veritas Certification bestätigt, dass sämtliche relevanten prozess- und produktbezogenen Richtlinien und Normen erfüllt worden sind. Diese Umweltdeklaration EPD® erfüllt die Anforderungen der allgemeinen Programmanweisungen für die Erstellung von Umweltdeklarationen (General Product Instructions), abgefasst vom internationalen EPD-Konsortium (International EPD Consortium), und die Vorgaben der Produktkategorieregeln PKR-CPC 17 (Produktkategorieregeln zur Abfassung einer Umweltdeklaration für die Erzeugung und Verteilung von Elektrizität, Dampf, Heiss- und Kaltwasser). Bureau Veritas Certification wurde akkreditiert vom SWEDAC (Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment), um Umweltdeklarationen (EPD®) zu zertifizieren. Diese Zertifizierung ist gültig bis 4. März 2015. Die Registrierungsnummer ist S-P-00332.

5.2 Pflichtenklärungen

5.2.1 Allgemeine Erklärungen

Umweltdeklarationen, die mit den Vorgaben aus anderen EPD-Programmen erstellt worden sind, sind möglicherweise nicht vergleichbar.

5.2.2 Nicht berücksichtigte Lebenszyklusphasen

In Übereinstimmung mit den PKR wurde die Phase des Verbrauchs der produzierten Elektrizität ausgeschlossen, da deren Anwendung unterschiedliche Zwecke unter verschiedenartigen Umständen erfüllt.

5.2.3 Zugang zu erläuternden Materialien

ISO 14025 schreibt vor, dass bei einer Veröffentlichung der Umweltdeklaration gegenüber Endverbrauchern erläuternde Materialien beigefügt werden müssen. Diese Umweltdeklaration richtet sich an gewerbliche Kunden und ist nicht für die B2C-Kommunikation (vom Hersteller zum Kunden) gedacht.

5.2.4 Informationen zur Überprüfung

EPD-Programm

Internationales EPD-Programm, betrieben durch das Internationale EPD-Konsortium (IEC).
<http://www.environdec.com>

Produktkategorieregeln

PKR-CPC 17, Produktkategorieregel zur Abfassung einer Umweltdeklaration (EPD®) für die Erzeugung und Verteilung von Elektrizität, Dampf, Heiss- und Kaltwasser, Version 2.01. Elektrizität gehört zur Produktkategorie UNCPC Code 17, Gruppe 171 – elektrische Energie.

PKR Review

Sven-Olof Ryding, Internationales EPD-Konsortium (IEC), info@environdec.com

Unabhängige Überprüfung

Unabhängige externe Überprüfung der Umweltdeklaration und der zugrunde liegenden Daten gemäss den Vorgaben von ISO 14025: Extern, Bureau Veritas Certification, Schweden.

6 Links und Referenzen

Weiterführende Informationen

über das Unternehmen:

www.axpo.ch

Über das internationale EPD-Programm:

www.environdec.com

Informationen zum internationalen EPD-Konsortium (IEC), zu den EPD®, PKR (PKR-CPC 17) und den allgemeinen Programmanweisungen, 2007

Hintergrunddaten zur Ökobilanz:

<http://www.ecoinvent.org>

Datenbank ecoinvent v2.2, veröffentlicht vom Schweizer Zentrum für Ökoinventare

7 Häufig verwendete Abkürzungen

CLC-Klassen	CORINE-Landnutzungsklassen
EPD	Umweltdeklaration (Environmental Product Declaration)
ISO	International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung)
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory
LCIA	Life Cycle Impact Assessment
NMVOG	Nichtmethanische flüchtige organische Verbindungen
PKR	Produktkategorieregeln

Axpo AG

Parkstrasse 23 | CH-5401 Baden

T +41 56 200 31 11 | F +41 56 200 37 55

www.axpo.ch

