

## Landsvirkjun

Die Gründung von Landsvirkjun im Jahr 1965 geht auf das Bestreben der isländischen Regierung zurück, die natürlichen isländischen Energieressourcen stärker zu nutzen, indem man ausländische Investoren für die stromintensiven Branchen Islands gewinnt. Landsvirkjun wurde damals eigens gegründet, um Kraftwerke zu bauen und zu betreiben, die nicht nur der stromintensiven Industrie die erforderliche Elektrizität, sondern auch dem restlichen Verbrauchermarkt im Inland elektrischen Strom zu günstigen Preisen liefern würde. Zu diesem Zeitpunkt lag die Elektrifizierung Islands bereits in der Hand der Regierung und der übers Land verstreuten Kommunen; die zugehörigen Versorgungsunternehmen konnten jedoch keine neuen Energieprojekte aus eigener Kraft finanzieren.

Seit 1965 kann Landsvirkjun seine Stromerzeugungssysteme aus eigenen Mitteln betreiben und hat seine installierte Kapazität seitdem von 90 Megawatt auf über 1.900 MW gesteigert. Gleichzeitig sind die Strompreise auf dem Verbrauchermarkt effektiv gesunken, während die Elektrizitätsverkäufe in Fremdwährung an die stromintensiven Branchen auf über 80 % der Gesamtproduktion des Unternehmens gesteigert werden konnten. Darüber hinaus gilt die Qualität und Zuverlässigkeit der Stromversorgung von Landsvirkjun als eine der besten der Welt.



## Stromerzeugung und Nachfrage

Seit seiner Gründung bis zum Ende der 1970er Jahre hat das Unternehmen drei Kraftwerke an den Flüssen Thjórsá und Tungnaá errichtet. Während dieser Anfangsjahre erhöhten sich die Stromverkäufe an das Aluminiumwerk Straumsvík; außerdem liefen bereits Verkaufsverhandlungen mit dem Legierungswerk Icelandic Alloys in Grundartangi. Am Ende dieses Zeitraums führten die Wetterbedingungen und die enorm gestiegene Stromnachfrage zu einer Energieverknappung in Island, sodass die Errichtung der beiden neuen Kraftwerke Sigalda und Hrauneyjafoss in den späten 1970ern zu einem Wettlauf mit der Zeit geriet.

1983 wurde das Unternehmen Landsvirkjun, das bislang nur in Süd- und Westisland aktiv war, in einen landesweiten Energieversorger umgewandelt. Der Zeitraum zwischen 1982 und 1996 war nur von einem geringen Anstieg der Stromnachfrage und einer Stagnation beim Gewinn ausländischer Investoren für stromintensive Industrieprojekte in Island geprägt. Gleichzeitig errichtete Landsvirkjun das Wasserkraftwerk in Blanda und wurde damals für den resultierenden Elektrizitätsüberschuss stark kritisiert.

Zwischen 1995 und 1996 änderten sich die Bedingungen jedoch plötzlich wieder, und es konnten gleich mehrere ausländische Investoren für die Schwerindustrie gewonnen werden. Landsvirkjun handelte die Verträge für die steigenden Energiekäufe durch das Aluminiumwerk Straumsvík, das Legierungswerk Icelandic Alloys und das neue Aluminiumwerk Nordurál aus. Sämtliche Verträge wurden innerhalb eines Jahres abgeschlossen. In den folgenden fünf Jahren konnte sich Landsvirkjun enorm weiter entwickeln und seine Energieproduktion um beinahe 60 % steigern. Die Kraftwerke in Blanda und Búrfell und das Geothermiekraftwerk in Krafla, die seinerzeit noch der isländische Staat errichtet hatte, wurden vergrößert, und an den südisländischen Standorten Sultartangi und Vatnsfell wurden neue Kraftwerke gebaut.

2002 konnten die Vertragsverhandlungen für die Elektrizitätsverkäufe

an Alcoa Fjarðaál in Reydarfjörður erfolgreich abgeschlossen werden. Anfang 2003 begannen deshalb die Bauarbeiten für das Kraftwerk in Kárahnjúkar, mit dem Landsvirkjun seine Stromproduktion erneut um 60 % steigern konnte.

## Umwelt

Eine ausreichende Stromversorgung bildet einen der Grundpfeiler des hohen Lebensstandards in unserer modernen Gesellschaft. Glücklicherweise kann Island seinen Strombedarf im Gegensatz zu den meisten anderen Ländern vollständig aus der sauberen, natürlichen und erneuerbaren Kraft des Wassers decken. Dadurch muss Island keine Elektrizität aus anderen Energiequellen gewinnen, die die Atmosphäre verschmutzen oder ökologische Schäden verursachen, keine fossilen Brennstoffe einsetzen und auch keine radioaktive Verseuchung fürchten, die latent immer von Kernreaktoren ausgeht. Der Bau von Wasserkraftwerken führt natürlich vor Ort auch zu einer gewissen Beeinträchtigung und Veränderung der natürlichen Landschaft und Vegetation. Wasserkraftwerke erfordern den Bau großer Rückhaltebecken, um die täglichen und jahreszeitlich bedingten Schwankungen in der verfügbaren Wassermenge auszugleichen; außerdem müssen Kanäle angelegt werden, die das Wasser zu den Kraftwerksturbinen und anschließend wieder zurück in den Fluss leiten. Landsvirkjun ist stets darum bemüht, seine Projekte so zu entwickeln und umzusetzen, dass die Umwelt nur minimal beeinträchtigt und das bestehende ökologische Gleichgewicht nicht gestört wird.



## Tourismus und Kraftwerk

Die Überlegung besteht, im Gebiet Bjarnarflag bei Námaskarð ein für Touristen zugängliches Kraftwerk zu errichten. Eine solche Anlage hätte dann eine doppelte Funktion, zum einen diene sie der Stromerzeugung und zum anderen wäre sie für Besucher geöffnet. Der Kraftwerksbetrieb befände sich im unteren Gebäudekomplex und die Besucher könnten vom Hang aus oberhalb der Gebäude in sie gelangen und in einem Rundgang den gesamten Prozess der Stromerzeugung mitverfolgen. Die Besichtigung könnte dann im Dampfbad der örtlichen Badgesellschaft enden, welches sich etwas südlich von der geplanten Anlage befindet.

Des Weiteren ist auch der Bau eines Empfangshauses in der Nähe des Parkplatzes vorgesehen, in dem die Gäste sich über den Kraftwerksbetrieb informieren könnten und womöglich auch über die Geschichte der Umgebung, vulkanische Aktivitäten (Mývatn -Eruptionsperiode 1724-1746, Kraflaeruptionen 1975 – 1984) sowie über die Natur und das Leben in dieser Gegend. Die endgültige Gestaltung der Informationsarbeit fände aber letztendlich erst in Abstimmung mit örtlichen Touristenunternehmen und den Einheimischen statt.

Geplant ist, den geothermalen Austritt aus den Bohrlöchern am Parkplatz und am Empfangsgebäude zu bündeln und zu einer Trennanlage zu leiten, in der der Dampf dann vom Wasser getrennt wird. Teilweise soll der Dampf zur Kieselgurherstellung genutzt werden. Der größte Teil wird jedoch durch einen Feuchtigkeitsfilter zu einer Dampfturbine im Kraftwerksgebäude geleitet. Ein Dampfdruckventil regelt den Druck der Dampzufuhr, und bei zu hohem Druck entweicht der Dampf über einen Abzug.

Für das eigentlichen Kraftwerksgebäude sind entweder eine 40 MW Dampfturbinenanlage oder zwei 20 MW Anlagen vorgesehen. Die Kraft, die entsteht, wenn die Temperatur des Dampfes in der Turbine absinkt, würde mittels Generatoren in Elektrizität umgewandelt. Aus der Dampfturbine gelangte der Dampf dann in einen Kondensator, in dem er gekühlt und verdichtet würde. Das Kühlwasser soll in einen Kreislauf zwischen Kondensator und Kühlturm geleitet werden.

## Kennzahlen:

**Kraftwerksleistung:** 60 MW (2x30 MW)  
**Regelarbeitsvermögen:** 480 GWh

Bei vollem Betrieb benutzt das Kraftwerk etwa 110 kg pro Stunde von 7,7 Bar gesättigtem Hochdrucksdampf und 36 kg pro Stunde von 2,2 Bar gesättigtem Niederdrucksdampf.

## Hauptgase im geothermischen Dampf:

Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) 90-98%  
Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) 2-10%

Im Herbst 1999 waren insgesamt 34 Bohrungen gemacht worden. Davon hat man schon drei Löcher wiederbohren lassen. Insgesamt gibt es 17 Hochdrucksbohrungen, 5 Niederdrucksbohrungen und 12 Bohrungen die unbenutzbar sind. Die tiefste Bohrung ist 2.222 m.

## Ursprünglicher Entwurf:

**Elektrische Anlage:** VST hf., Rafttekning hf. und Rogers Engineering Co. Inc.

**Dampfwerk:** VST hf. und Vírkir hf.

**Architekten:** Manfred Vilhjálmsson und Thorvaldur Thorvaldsson

**Geothermische Untersuchungen und Bohraufsicht:**

Orkustofnun (National Energy Authority of Iceland)

## Maschinenhersteller:

**Turbinen, Generatoren und Maschinerie:**

Mitsubishi Heavy Industries, Japan

**Kühltürme:** Marley, USA

## Hauptunternehmer 1975-77:

**Bodenvorbereitung und Bauarbeit:** Snidill hf., BSHSTh, Midfell hf.

**Bohrungen:** Icelandic State Drilling Company

## Installation von Maschine Nummer 2 und Vergrößerungsarbeit des Dampfsystems 1996-1998:

**Entwurf und Übersicht:** VGK und Rafttekning hf.

**Hauptunternehmer:**

**Bohrung:** Icelandic Drilling Company Ltd.

**Maschinerie:** Mitsubishi Heavy Industries, Alstom

www.landsvirkjun.com

# Krafla Kraftwerk



Landsvirkjun

## Krafla Kraftwerk



1974 gab es in der Krafla-Region erste Versuchsbohrungen, mit dem Ziel geothermischen Dampf zu nutzen. Im Sommer 1975 begann man dann mit Bohrungen von nutzbaren Bohrlöchern und dem Bau des Kraftwerkes sowie mit Vorbereitungsarbeiten für eine 132 kV Leitung nach Akureyri. Es wurden zwei 30 MW Maschinenanlagen für das Kraftwerk gekauft und die Gebäude wurden den Anlagen angepasst.

Der isländische Staat ließ das Kraftwerk entwerfen und errichten. Zunächst lag der Betrieb in den Händen des Krafla-Komitees. Ab 1. 1. 1979 bis Ende 1985 wurde das Werk von der staatlichen Elektrizitätsversorgung betrieben. Landsvirkjun erwarb dann das Werk und betreibt es seitdem.

Im August 1977 wurde die erste Maschinenanlage in Betrieb genommen. Da nicht genügend Dampf vorhanden war, begann die Stromerzeugung erst im Februar 1978. Anfangs war der Betrieb nur auf eine Maschinenanlage beschränkt, aber in den letzten Jahren wurden die Anlagen voll ausgenutzt mit Ausnahme der Sommerzeit, die der Wartung dient.

Zu Beginn gab es hauptsächlich wegen vulkanischer Aktivitäten Schwierigkeiten bei den Bohrungen und bei der Erschließung von Dampf. Diese wurden durch ätzendes Gas verursacht, das aus der Magma in die geothermische Anlage gelangte und die Ummantelung der Bohrlöcher zerstörte. Die erste Eruption von 9 Ausbrüchen begann am 20.12.1975 und die letzte endete im September 1984. Die Störungen haben seither stark abgenommen.

1996 entschloss Landsvirkjun sich zur Montage und Inbetriebnahme der zweiten Maschinenanlage sowie zur Erschließung von dazu nö-

tigem Dampf. Mit verbesserter Technik, u.a. mit Schrägbohrungen, war man bereits erfolgreich gewesen. Man hatte sowohl neue Löcher gebohrt wie auch alte wieder instand gesetzt. Das Ergebnis übertraf sogar die Erwartungen, so dass jetzt genug Dampf vorhanden ist, um das Werk über die ursprünglich vorgesehenen 60 MW hinaus vergrößern zu können.



Die Stromherstellung mit der zweiten Maschinenanlage wurde 1997 mit halber Kraft in Gang gesetzt. Nach dem Abschluss der Bohrungen und der Verbesserung der Dampfversorgung 1999 begann das Krafla-Kraftwerk dann mit voller Kapazität von 60MW zu arbeiten. Sollte es zu zusätzlichem Bedarf an Elektrizität kommen, so wird wohl in den nächsten Jahren eine dritte Maschinenanlage hinzugefügt werden.

### Wie wird Elektrizität erzeugt?

Wenn man an einem Ort, der so reich an Energie ist wie das Krafla-Gebiet, bohrt, schießt Dampf mit großer Kraft empor. Der Dampf enthält Wärmeenergie. Der Dampfdruck ist je nach Tiefe der Bohrlöcher verschieden.

In einem geothermischen Dampfkraftwerk wird Wärmeenergie nutzbar gemacht, indem man den Dampf ein Turbinenrad antreiben lässt, nachdem man alle Feuchtigkeit aus ihm entfernt hat. Der Dampf, der zur Turbine geleitet wird, steht unter verschiedenem Druck. Der Nied-

rigdruckdampf treibt die größeren Räder der Turbine und der Hochdruckdampf die kleineren an. Durch rasche Abkühlung unter der Turbine kondensiert der Dampf, und es entsteht sogar Unterdruck, der den Dampf von oben anzieht und somit die Drehkraft der Turbine erhöht.

Ein Turbinenrad dreht ein magnetisches Rad im Generator. Außen herum befindet sich eine Kupferspule und mit der Bewegung des Magneten beginnt durch die Spule Strom zu fließen. Der elektrische Strom wird dann über Hochspannungsleitungen ins Stromnetz gespeist.

### Geologie im Krafla-Gebiete

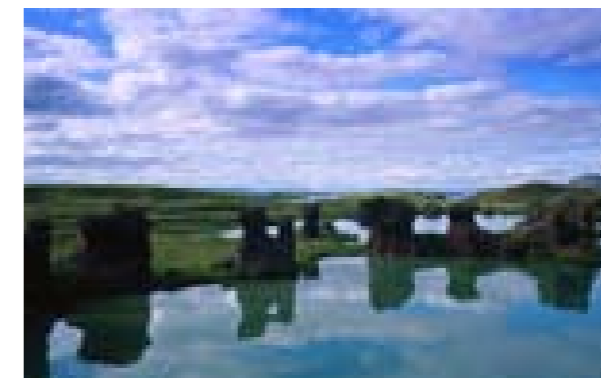
Island ist Teil des Meeresbodens, der unter besonderen geologischen Verhältnissen über den Meeresspiegel angehoben wurde. Die außergewöhnlich hohe Temperatur unter dem Land, die dabei eine große Rolle gespielt hat, kommt unter anderem im Krafla-Gebiet zu Tage, wo sie für die Energiegewinnung zugänglich ist. Das Ringen verschiedener Kräfte in der Natur ist immer noch präsent und zeigt sich in vielerlei Gestalt: Dampf aus kochenden Quellen, Krater in allen Größen und Ausformungen, Lavafelder große und kleine, zerklüftete und glatte, Land zerrissen in Felsinseln.

Das Krafla-Gebiet ist ein vulkanisch hochaktives Gebiet. Gewaltige Kräfte ziehen die Erdkruste auseinander und reißen in sie deutlich sichtbare Spalten. Sie sind um die 100 km lang und ziehen sich nach Norden bis zum Öxarfjörður und nach Süden bis zum Bláfjall-Gebirgszug. Das Land westlich davon treibt ständig nach Westen, das Land östlich davon drifft nach Osten. Im Durchschnitt bewegt sich diese Zone im Jahr 2 cm auseinander. Die Schlucht Stóragjá ist ein schönes Beispiel für das Auseinanderdriften. Unterschiedliches Absinken an manchen Spalten ließen eine stufenförmige Landschaft entstehen. Der Bergrücken Dalífall ist auf diese Weise entstanden.

Eruptionen ereignen sich häufig im Gebiet solcher Spaltungen. Dann bilden sich entweder Kraterreihen wie z.B. Þrengslaborgir oder Lava-

ströme wie im Beispiel von Eldá. Bei solchen Ausbrüchen entstanden ziemlich flache Stricklavafelder wie etwa Reykjahlíðarhraun oder unregelmäßige Blocklavafelder, die sich nicht leicht durchqueren lassen, wie etwa Nýjahraun.

Vor mehr als zehntausend Jahren bedeckte ein eiszeitlicher Gletscher dieses Gebiet. Er verhinderte den Abfluss der Lavaströme, welche sich zu Palagonitrücken wie z.B. Skógarmannafjöll anhäuferten. Búrfell hingegen ist ein Beispiel für einen Tafelberg, der entstand, als eine Eruption die Oberfläche des Gletschers durchbrach und Lava dann den Ausbruchkanal ausfüllte. In einigen Fällen bildete sich saure Lava unter dem Gletscher, woraus glänzender Obsidian wurde. Der Obsidianrücken Hrafninnuhryggur ist Beispiel für ein solches Phänomen.



Fast alle hier brodelnde heiße Quellen sind Schlammquellen wie z.B. im Gebiet Hverarönd. Aus ihnen entspringen keine heißen Bäche außer unterirdisch. Die Grotte Grjótagjá ist ein bekanntes Beispiel für einen solchen Bach. Im Geothermalgebiet Leirbotnar kann man oft starke Dampffontänen aus solchen Quellen aufsteigen sehen. Manchmal wird der unterirdische Dampfdruck so groß, dass er die Oberfläche sprengt und einen Schlammfuhl hinterlässt wie im Hveragil-Thermalgebiet. Víti ist ein großer Explosionskrater der durch eine vulkanische Explosion dieser Art entstand, und der Kraterberg Hverfjall (Hverfell) wurde durch eine Reihe solcher Explosionen angehäuft.

Ein Hauptmerkmal vulkanisch aktiver Gebiete ist eine Senkung, die sich gewöhnlich in deren Mitte bildet. Vor mehr als tausend Jahren ist die Mitte des Gebietes rund um Leirhnjúkur um hunderte von Meter in einem enormen vulkanischen Ausbruch gesunken und es bildete sich eine Senkung mit dem Durchmesser von 8 – 10 km. Im Verlauf der Zeit füllte sie sich allmählich mit Material aus Ausbrüchen, Lavafeldern und Asche. Heute ist diese Senkung fast verschwunden, und Spuren davon sind kaum noch sichtbar.

In der Tiefe von 3-8 km unter dem Bergrücken Leirhnjúkur befindet sich eine Magmakammer. Alle paar Jahrhunderte findet die Lava ihren Weg in die Spalten oder an die Oberfläche in einer Spalteneruption, und dann bewegt sich das Land um einige Meter auseinander. Solche Ausbrüche dauern meist länger, ja sogar ein Jahrzehnt wie in den Jahren 1975-1984.

### Touristen und Krafla

In der unmittelbaren Nähe des Krafla-Kraftwerkes befinden sich einige der schönsten und außergewöhnlichsten Stellen in der Mývatn-Region. Nicht weit oberhalb des Kraftwerkes ist ein Parkplatz, der als Ausgangspunkt für kleine Wanderungen zum Bergkamm Leirhnjúkur und zum neuen Lavafeld Nýjahraun dienen. Dort findet man auch eine Informationstafel und Toiletten, die von Landsvirkjun aufgestellt wurden. Nur etwas weiter oberhalb findet man den Explosionskrater Víti, der in der Nacht zum 17. Mai 1724 in einer gigantischen Explosion entstand.

