

## Bald sind Maschinen intelligenter als wir. Werden sie ... **Freund oder Feind?**

### Blitz-Rekord

Die hellen Nächte  
am Maracaibo-See

### Medizin

Ein neues Gesicht  
für Richard Norris

### Abheben

Der Mann, der Schiffen  
das Fliegen beibringt

### Leben im Dorf

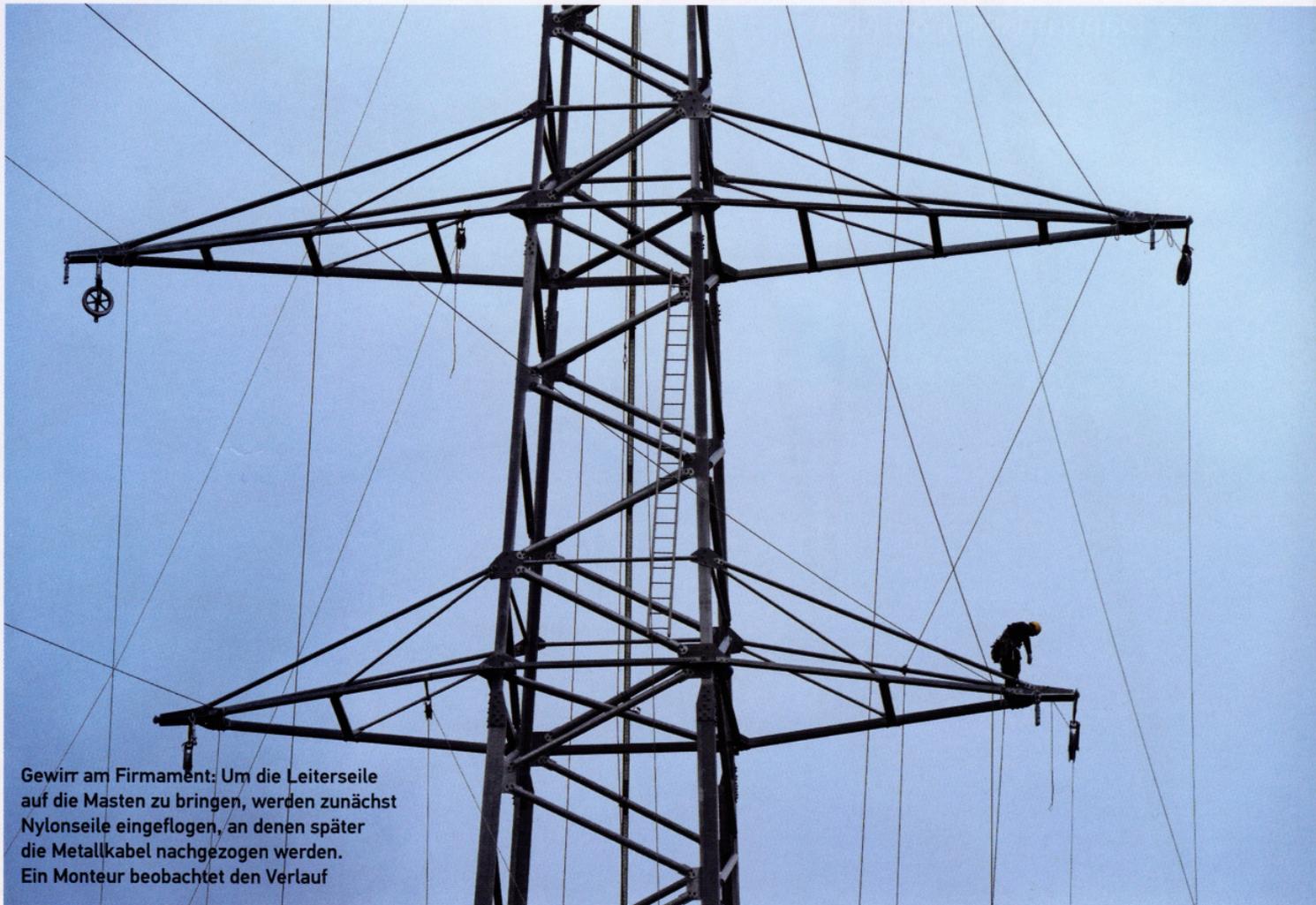
Kleine Orte,  
große Fragen



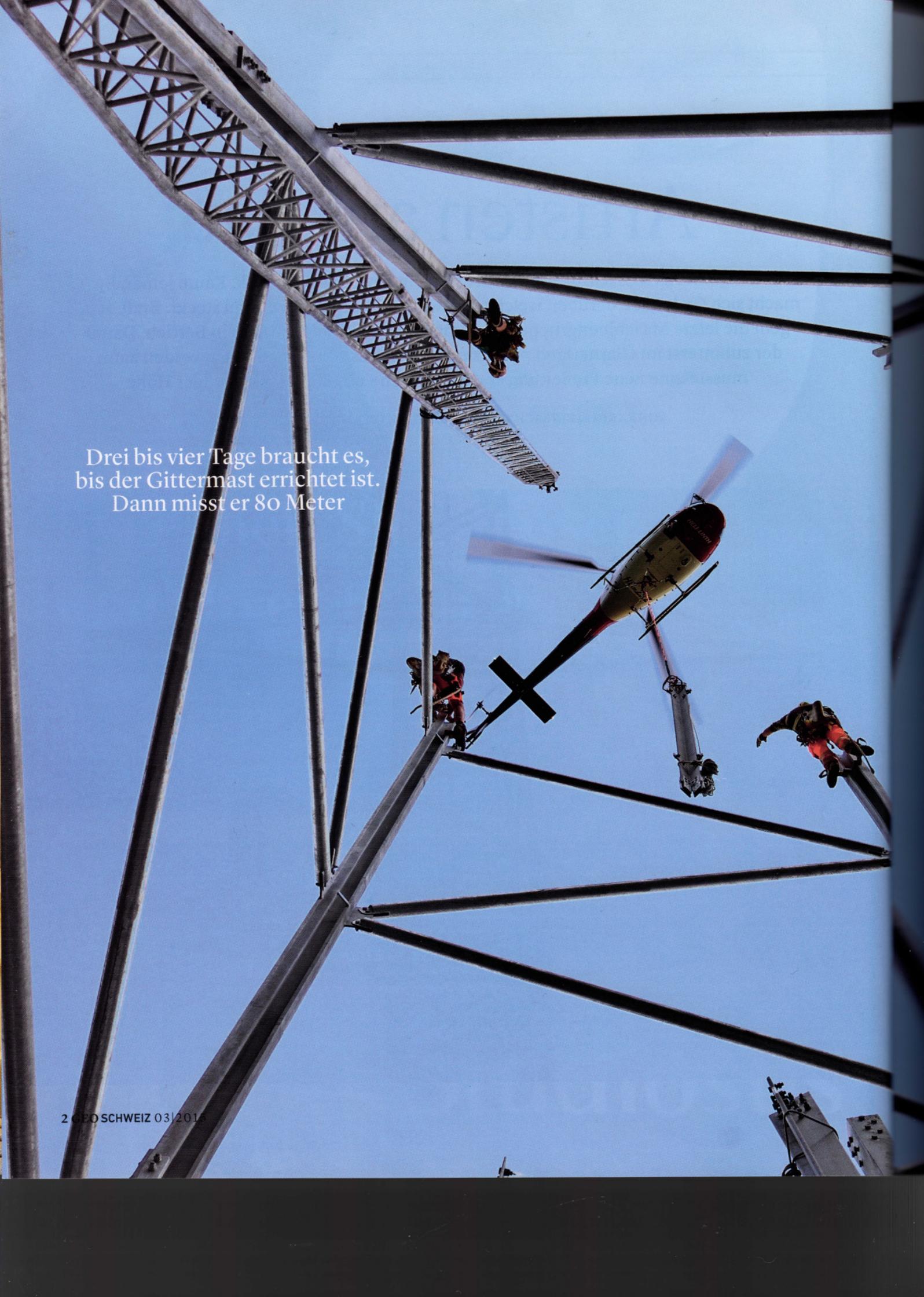
# Artisten am Bau

HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN sind ein gewohnter Anblick. Kaum jemand macht sich Gedanken darüber, welcher Aufwand hinter ihrem Aufbau steckt. Ende 2016 geht die letzte Maschinengruppe des Pumpspeicherwerks Limmern in Betrieb. Damit der zuhinterst im Glarnerland produzierte Strom ins Netz eingespeist werden kann, musste eine neue Freileitung erstellt werden – ein Bauplatz in luftiger Höhe

VON KARIN STEINBACH TARNUTZER [TEXT] UND ROBERT BÖSCH [FOTO]



Gewirr am Firmament: Um die Leiterseile auf die Masten zu bringen, werden zunächst Nylonseile eingeflogen, an denen später die Metallkabel nachgezogen werden. Ein Monteur beobachtet den Verlauf



Drei bis vier Tage braucht es,  
bis der Gittermast errichtet ist.  
Dann misst er 80 Meter

**D**as Schlagen der Rotoren hält durch das Tal, noch bevor der Helikopter zu sehen ist. Dann tauchen aus dem Nebel Positionslichter und Scheinwerfer auf. Mit zwei Stahlträgern an der Leine hält der Pilot auf den Mastfuß zu, der im Wald oberhalb von Tierfehd in einer Schneise steht. Bisher ist er nur ein kümmerliches Stahlgerippe: vier Pfeiler, die sogenannten Eckstiele, die 15 Meter in die Höhe ragen, dazwischen schräge Verstrebungen, die ihnen Stabilität verleihen. Drei bis vier Arbeitstage braucht es, bis der Gittermast aufgebaut ist. Dann wird er 80 Meter hoch sein.

Der Helikopter nimmt die Stahlrohre für den Ausbau beim Ausgleichsbecken in Tierfehd auf und platziert sie in der richtigen Reihenfolge innerhalb des Masts. Für den Piloten bedeutet das Präzisionsarbeit, muss er doch die Teile behutsam austarieren, bevor er sie einfädeln und absetzen kann. Noch anspruchsvoller wird seine Aufgabe, wenn er schwere Verlängerungsstücke für die Eckstiele einfliegt, die von den Monteuren vor Ort in Empfang genommen und direkt angeschraubt werden.

An diesem Septembormorgen 2013 scheint die Crew um den Chefmonteur Heiri Rhyner wenig Glück zu haben. Noch keine Viertelstunde ist vergangen, als sich die Wolken bis zum Boden senken. Gerade noch war der Pilot dabei, die dritte Last in den Mastkorpus einzupassen, nun unterbricht er das Manöver und dreht ab. „Wenn der Nebel kommt, kann er nichts mehr machen, er hat keine Orientierung mehr“, sagt Rhyner. Kaffeepause. Abwarten, ob das Wetter sich bessert.

**R**hyners Montagegruppe gehört zur Eduard Steiner AG, einer von vier Firmen, die mit dem Bau der neuen Höchstspannungsleitung zwischen Tierfehd und Schwanden zuhinterst im Glarnerland beauftragt sind. Sie wird den Anschluss des neuen Pumpspeicherwerks Limmern an die 380-Kilovolt-Übertra-

Präzisionsarbeit: Der Helikopterpilot senkt ein Verlängerungsstück eines Eckstiels ab, das der Monteur rechts entgegennimmt. Das Gewicht des Teils ist zu groß, um es mit der Stellnadel aufzuziehen (am Eckstiel links oben erkennbar)



Einfach, aber sicher: Beim Ausbau mit Rohrdiagonalen und seitlichen Auslegern finden die Monteure dank Tritteisen Halt an den Eckstielen und schlingen eine Seilschleife um den Stahlträger, um sich zu sichern

gungsleitung gewährleisten. Nachdem im Vorjahr die Fundamente erstellt worden waren, konnte im Frühsommer 2013 der Aufbau der insgesamt 65 Strommasten beginnen. Die Eckstiele, die ins Fundament einbetoniert sind, werden durch Stahlrohre miteinander verbunden und stabilisiert. Ist das obere Ende der vier Eckstiele erreicht, werden Verlängerungen angeschraubt; danach kann weiter mit Rohrdiagonalen ausgebaut werden. Um die im Mastfuß aufgestapelten schweren Einzelteile aufzuziehen, verwenden die Monteure einen Behelfskran, die Stellnadel, über die ein motorgetriebener Flaschenzug läuft. Wächst der Mast nach oben, bringen sie die Nadel entsprechend höher an.

Wer unter Höhenangst leidet, ist für diese Arbeit definitiv nicht geeignet. 89 Meter misst der höchste Mast – nicht ganz die Höhe des Berner Münsters, dafür filigraner und luftiger als dieses. Um sich auf den Masten bewegen zu können, tragen die Männer Tritteisen an den Schuhen, die sie an den Stahlträgern verklemmen, gesichert sind sie an einer um den Eckstiel gelegten Seilschlinge. Ist der Mast fertig aufgebaut, wird eine Steigschiene montiert, deren einrastende Tritte einen einfachen Auf- und Abstieg ermöglichen. Hinauf und hinunter werden die Arbeiter noch oft steigen, bis die Leiterseile hängen und gespannt sind. Nicht nur Schwindelfreiheit ist gefragt, sondern auch Kondition.

**G**egen zehn Uhr vormittags hat sich die Wolkendecke etwas gehoben, Christoph Fässler, der Pilot der Heli-Linth, wagt einen zweiten Anlauf. Er muss rund 50 Meter über den Mast fliegen, um seine Last einfahren zu können: Die Leine ist 30 Meter lang, das größte Stahlteil fast zehn Meter hoch. Als sich der Nebel wieder absenkt, wechselt er auf die 20-Meter-Leine, damit die Sicht ausreicht. Viel Platz hat es nicht mehr zwischen den Kufen des Helikopters und der Stellnadel. Nach einer Dreiviertelstunde stehen alle Teile im Mast, der Aufbau



Voraussetzung: schwindelfrei. Von einer Behelfsleiter aus werden die Isolatoren eines Abspannmasts am Leiterseil verschraubt, danach wird die Länge der Schläufe reguliert. Jedes benötigte Werkzeug muss griffbereit und absturzsicher aufgehängt werden.

## Im alpinen Gelände arbeitet man bis Oktober. Danach ist mit Schnee zu rechnen

kann fortgesetzt werden. Doch zuvor geht es zum Mittagessen nach Tierfehd.

Die Großbaustelle für das Pumpspeicherwerk hat die Streusiedlung in ein Materiallager verwandelt. Mittendrin steht das historische Hotel Tödi mit seinem neuen Anbau. 2006 erwarben die Kraftwerke Linth-Limmern das Hotel und bauten es um. Während der Realisierung des Kraftwerkprojekts dienen die Zimmer als Unterkunft für das Projektmanagement, der Saal als Besucherzentrum und das öffentliche Restaurant auch als Kantine. Dort treffen mittags Ingenieure, Bauleiter und Arbeiter aufeinander, je nach Bauphase mischen sich Förster und Statiker darunter, orange leuchtende Sicherheitskleidung überwiegt. An einem der Tische sitzt Richard Wid-

mer, der Projektleiter für den Netzanschluss bei der Axpo. Der nordostschweizerische Energiekonzern hat weiterhin die Bauherrschaft inne, auch wenn die nationale Netzgesellschaft Swissgrid Anfang 2013 das Übertragungsnetz übernommen hat. Die Abhängigkeit von der Witterung mache die Baustelle herausfordernd, erläutert Widmer, für zahlreiche Arbeiten sei der Einsatz des Helikopters unabdingbar. Im alpinen Gelände arbeiten könne man ohnehin nur bis Oktober, danach müsse man mit Schnee rechnen.

Ebenfalls als anspruchsvoll erwies sich die Topografie im Glarnerland. Um die 17 Kilometer lange Freileitung möglichst unauffällig in die Landschaft des Großtals einzubetten, wurden die Fun-



Arbeitsplatz mit Aussicht: Vor der Kulisse des Tödi, mit 3614 Meter über Meereshöhe der höchste Glarner Gipfel, schrauben die Monteure die Distanzhalter auf die Leiterseile

damente für die Masten teilweise in sehr steiles Gelände gebaut. Der große Waldanteil zog umfangreiche Rodungs- und Niederhaltungsarbeiten nach sich. Weil an mehreren Orten aufgrund der Leitung das Nutzholz zukünftig nicht mehr mit Seilbahnen abtransportiert werden kann, wurde im Bewilligungsverfahren die Auflage erteilt, als Ersatzerschließungen acht Zufahrtsstraßen für die Forstwirtschaft zu erstellen. Zudem mussten 13 Masten durch fünf Meter hohe Betonmauern vor Naturgefahren wie Steinerschlag, Murgang oder Lawinen geschützt werden.

Die äußeren Bedingungen sind aber nicht das Einzige, was das Entstehen der neuen Freileitung zu einer langwierigen

Sache macht – auf vier Jahre wird sich die Bauzeit am Ende belaufen. Noch länger dauerte zuvor das Plangenehmigungsverfahren: Im Oktober 2005 erfolgten die ersten Vorbereitungsarbeiten im Rahmen des Sachplans Übertragungsleitungen, wie das Planungsinstrument des Bundes für den Aus- und Neubau von Hochspannungsleitungen heißt. Rechtskräftig wurde die Bewilligung fünf Jahre später, im Januar 2011.

**A**m Firmenhauptsitz der Axpo in der Badener Parkstraße gibt Richard Widmer einen Überblick über den aufwendigen Genehmigungsprozess. Nachdem durch Behördenvertreter von Bund, Kanton und Gemeinden festge-

legt worden war, in welchem Korridor die Leitung verlaufen darf und welche Ersatzmaßnahmen getroffen werden müssen, begann im Juli 2006 die konkrete Planung des Projekts, an der zeitweise acht Mitarbeiter beteiligt waren. Die Planvorlage wurde im Februar 2007 beim Eidgenössischen Starkstrominspektorat eingegeben und zusammen mit dem Konzessionsgesuch für das Pumpspeicherwerk aufgelegt. Inklusive Durchleitungsverträgen mit 71 Grundeigentümern, Waldverträgen mit den Forstbesitzern sowie Umweltbegründungen umfasste das Planungsdossier zwei Aktenmappen und zwei Ordner, die für den Kanton und die verschiedenen Behörden in 23-facher Ausfertigung eingereicht werden mussten. Allein die Druck-

## Zu den Auflagen gehören farbige Vogelschutzspiralen, um die Kabel für Vögel erkennbar zu machen

kosten dafür summierten sich auf 68000 Franken.

Gegen den Netzanschluss wurden 28 Einsprachen erhoben, von Privatleuten, Gemeinden sowie einem Verband. Da rund ein Drittel dieser Einsprachen nicht beigelegt werden konnte, wurde das Verfahren ans Bundesamt für Energie überwiesen, um in weiteren Verhandlungen tragfähige Lösungen für beide Seiten zu finden. Gesundheitliche Bedenken aufgrund der Strahlung meldeten vor allem Privateigentümer an. Solche Befürchtungen kontert Widmer pragmatisch: Bei der Leitungsauslegung müsse der Grenzwert

von einem Mikrotresla elektromagnetischer Flussdichte bei Vollbelastung eingehalten werden, und da eine Leitung im Normalfall nur zur Hälfte ausgelastet sei, betrage die effektive Strahlung meist weniger als ein halbes Mikrotresla.

Den Bedürfnissen der Umwelt muss während der gesamten Bauzeit Rechnung getragen werden. „Wir haben eine Umweltbaubegleitung, außerdem regelmäßige Sitzungen mit den Umweltverbänden, Forstvertretern und dem Kanton“, führt Widmer aus. 76 Seiten Auflagen enthielt schließlich die Ende 2010 durch das Bundesamt für Energie erteilte Bewilligung:

„In bestimmten Gebieten ist etwa auf die Setzzeiten des Schalenwilds und die Brutzeiten der Raufußhühner Rücksicht zu nehmen. An anderen Orten gilt absolutes Heli-Verbot.“ Auch das Anbringen von farbigen Vogelschutzspiralen, welche die Leiterseile für Vögel erkennbar machen, Ersatzaufforstungen oder Waldrandaufwertungen gehören zu diesen Auflagen.

**N**ach der Winterpause gehen die Arbeiten im März 2014 weiter. Bis Ende April stehen in den beiden Baulosen der Steiner AG alle 16 Masten, die Isolatoren sind aufgehängt und die Kabelrollen befestigt. Um das Kabel auf die Masten zu bringen, wird zunächst ein dünnes Nylonseil eingeflogen. An ihm kann ein dickeres Nylonseil und anschlie-



Kontrollierter Ablauf: Damit das Nylonseil nicht zu schnell von der Seiltrommel läuft, benutzt Norberto Stucchi ein Holzbrett als Bremse (oben). Dieselbe Aufgabe übernimmt beim Einziehen der Leiterseile die Bremsmotorrolle (unten). Chefmonteure Heiri Rhyner überprüft mit dem Feldstecher, ob die Leiterseile ausreichend gespannt sind

send ein 16er-Stahlkabel nachgezogen werden; zuletzt zieht man an diesem parallel die beiden Leiterseile mit 31-Millimeter Durchmesser ein.

Das Nylonseil mit sich ziehend, steuert der Pilot einen Mast nach dem anderen an. Je nach Ausführung der Rollen hängt entweder ein Arbeiter auf dem Mast das Seil ein, oder der Pilot legt das Seil über die v-förmigen Ausleger, von wo es von selbst auf die Rolle fällt. Die drei Kilometer lange Strecke des Bauloses überfliegt der Helikopter siebenmal: Nacheinander wird jeweils ein Seil in die unteren beiden Ausleger, in die mittleren, schließlich in die oberen beiden eingehängt; mit dem siebten Seil verbindet der Pilot bei seinem letzten Flug die Spitzen der Masten miteinander. Dort oben wird später das Erdseil verlaufen, das keinen Strom führt, sondern vor Blitzeinschlägen schützt; trägt es im Kern ein Glasfaserkabel, kann es zu Steuerungszwecken oder für Telefonleitungen vermietet werden.

Auf den Laien wirkt das Gewirr von nach unten hängenden Seilenden reichlich chaotisch. Heiri Rhyner, der vom Boden aus den gleichmäßigen Ablauf der Nylonseile von den Seiltrommeln überwacht, bewahrt den Überblick. Nach zwei Stunden sind alle sieben Seile eingeflogen, der Pilot verabschiedet sich. Die Heli-Linth half auch beim Einziehen der Seile für die Bauseilbahn des Kraftwerks, die derzeit weltweit stärkste Transportbahn für bis zu 25 Tonnen, im Ausnahmefall sogar 40 Tonnen Last. Deren Tragseile haben den Rekorddurchmesser von 90 Millimeter. Rekorde stellt das Kraftwerkprojekt Linthal 2015 noch weitere auf. So ist die im Herbst 2014 geschlossene Staumauer des Muttesees die höchstgelegene Europas (2474 Meter über Meer) und mit einem Kilometer die längste der Schweiz. Rund zwei Milliarden Franken investiert die Axpo in den Bau des Pumpspeicherwerks – da muten 75,2 Millionen für den Netzanschluss und die damit verbundenen Ersatzmaßnahmen noch vergleichsweise günstig an.

Wenige Wochen später werden am selben Ort, oberhalb des Dorfes Linthal, die Leiterseile eingezogen. Acht Masten weiter oben im Tal steht die Zugmaschine, hier unten wird gebremst: Damit die beiden Seile – sie bestehen aus Aldrey, einer Legierung aus 99 Prozent Aluminium, Magnesium und Silizium – immer gespannt sind, laufen sie von den großen Kabeltrommeln mehrmals durch eine Bremsmotorrolle, bevor sie hinauf zum ersten Mast gezogen werden. Heiri Rhyner überprüft mit dem Feldstecher den Durchhang und reguliert die Bremskraft. Über Funk kommuniziert er mit den Monteuren auf den Masten, die dafür sorgen, dass die Kabel korrekt in den Laufrollen der Rollen zu liegen kommen: „Va bene, gut, tipptopp.“ Die Leitungsbauer stammen häufig aus Norditalien. Rhyner selbst lernte ursprünglich Elektriker, doch Installationen fand er schnell langweilig. Bei der Steiner AG begann er mit dem Leitungsbau, zunächst an der Zugmaschine. „Irgendwann durfte ich das erste Mal auf einen Mast, und dann wurde das fast eine Sucht.“ Vor kurzem feierte er sein 30-jähriges Dienstjubiläum.

Im Juni 2014 sind alle Leiterseile auf den Masten, nun müssen sie noch reguliert werden. Zwischen Tragmasten verläuft die Leitung in gerader Linie; an ihnen sind die Kabel an den senkrecht nach unten hängenden Isolatoren aufgehängt und müssen lediglich gespannt werden. Macht die Leitung eine Kurve, steht an dieser Stelle ein massiverer Abspannmast, der mehr Zug aufnehmen kann. An einem solchen Mast verlaufen die Isolatoren auf beiden Seiten nach außen, zwischen ihnen werden die Kabel in einer Schlaufe geführt, denn zwischen Leitung und Mast müssen zur Isolation mindestens vier Meter Luft bleiben. Pro Abspannmast bedeutet das eineinhalb bis zwei Tage Arbeit.

An Mast Nummer 9 sind es Meinrad Kaserer und Fabrizio Formolo, die zum zweiten Ausleger hinaufsteigen und die mobile Leiter so auf dem Kabel aufhängen, dass sie auf ihr nach außen klettern können. Dabei sind sie wie an einer Nabelschnur an einem Selbstsicherungsgerät fixiert, das selbsttätig Seil ausgibt und einzieht. Ihr Werkzeug ist in großen Behältern am Sicherungsgurt verstaut, denn sie brauchen freie Hände. 50 Meter über dem sicheren Boden stehen sie, zusätzlich mit einer Seilschlaufe gesichert, auf der schwankenden Leiter, ziehen mithilfe einer Seilwinde die beiden Isolatoren nach oben und schrauben sie am Kabel fest. Ist dies auch auf der anderen Seite des Masts erledigt, wird die Länge der Schlaufe angepasst.

Zur Ausgesetztheit seines Arbeitsplatzes meint Kaserer, der aus der Nähe von Meran kommt und meist im Seilbahnbau tätig ist: „Es ist anders als beim Klettern, da hat man immer noch den Fels, ist nicht so in der Luft draußen wie auf dem Mast. Wenn man auf den Ausleger hinausgeht, hat man nur noch Rohre.“

Gesichert sind die Arbeiter in jedem Moment, und Heiri Rhyner hat in seiner langen Zeit als Leitungsbauer nur Bagatellunfälle erlebt, Kollegen etwa, die von fallendem Werkzeug

Heikles Manövrieren:  
Der Pilot legt das Seil  
in den v-förmigen  
Ausleger ein, von wo  
es auf die Rolle fällt.  
Er fliegt meistens  
seitwärts, weil ihm die  
gläsernen Seitentüren  
des Helikopters die  
beste Sicht bieten



## In Rhyners Firma schult einmal im Jahr ein Fachmann für Arbeitssicherheit das Personal

getroffen wurden. Mit einer Ausnahme: Bei einer Montage in Deutschland habe ein Arbeiter sein Leben verloren, weil er in den Strom gekommen sei. Eine einheitliche Ausbildung für Industriekletterer und Höhenarbeiter existiert in der Schweiz nicht. In Rhyners Firma kommt einmal jährlich ein Fachmann für Ar-

beitssicherheit ins Haus, der auf Energietechnik spezialisiert ist und die Mitarbeiter schult.

Der 51-jährige Einheimische mag es auch privat luftig. Er ist bei Ämpächli oberhalb von Elm aufgewachsen und war schon als Junger kletternd unterwegs. Dann entdeckte er die Leidenschaft für Gleitschirmfliegen. An Pfingsten 2014 flog er 150 Kilometer von Garmisch bis nach Walenstadt, und die Wintermonate verbringt er schon seit Jahren in Südamerika, um dort zu fliegen. Kein Wunder, ist für ihn die schönste Arbeit an der Freileitung das Anbringen der Distanzhalter, die für 40 Zentimeter Abstand zwischen den beiden Leitungssträngen sorgen. Dann nämlich fahren die Monteure in kleinen Wagen die Leitung entlang und klemmen in den Spannweiten und Schlaufen die Distanzhalter auf die Seile – mit viel Luft unter den Sohlen. ///

Informationen über das ganze Projekt: [www.axpo.com](http://www.axpo.com) – „Axpo erleben“ und dann „Linthal 2015“ anklicken.

### IMPRESSUM

### SCHAUPLATZ SCHWEIZ

#### Redaktion:

[geo.schweiz@geo.de](mailto:geo.schweiz@geo.de), Paul Imhof  
(Text; [paulimhof@bluewin.ch](mailto:paulimhof@bluewin.ch)),  
Andri Pol (Bild; [apol@bluewin.ch](mailto:apol@bluewin.ch))

**Verlag und Anzeigen:** Marco Valà,  
Telefon +41 44 269 70 70,  
[guj.schweiz@guj.de](mailto:guj.schweiz@guj.de)

**Abobestellung:** GEO Schweiz,  
Kundenservice DPV, 20355 Ham-  
burg, Telefon +49 40 55 55 78 09,  
[abo-service@dpv.de](mailto:abo-service@dpv.de), Abonnement  
Schweiz Fr. 139.20/Jahr

**Layout:** visuelle editorialedesign  
gmbh, Zollikerberg

**Druck:** EVERS Druck GmbH