



Containerbauweise für die Ventilation  
BREATHE THE DIFFERENCE

[www.cfh-group.info](http://www.cfh-group.info)

**Schachtbewetterungsanlagen in innovativer Containerbauweise für Projekte in Weißrussland und England**



# Schachtbewetterungsanlagen in innovativer Containerbauweise für Projekte in Weißrussland und England

Patrick Schneider, M. Sc., CFT GmbH Compact Filter Technik, Gladbeck, Deutschland

In den Jahren 2018 und 2019 lieferte die CFT GmbH Compact Filter Technik, Gladbeck, Deutschland, projektspezifisch ausgelegte und gefertigte Bewetterungsanlagen für das Schachteufen zweier Kalibergwerke, die sich derzeit in Bau bzw. in der Erschließung befinden: das weißrussische Bergwerk Nezhinskiy des Unternehmens IOOO Slavkalyi sowie das im Nordosten Englands gelegene Bergwerk Woodsmith Mine des Unternehmens Sirius Minerals Plc.

Bei dem Projekt in Weißrussland erfolgte die Lieferung der Bewetterungsanlagen über die heutige Redpath Deilmann GmbH, Dortmund, Deutschland. Bei dem Projekt in England erfolgte die Lieferung an die DMC Mining Services (UK) Ltd, Scarborough, United Kingdom. Beide Unternehmen sind mit den Schachteufarbeiten beauftragt. Sowohl in Weißrussland als auch in England werden die Schachtbauarbeiten durch den Einsatz einer neuen Maschinengeneration für das maschinelle Schachteufen durchgeführt.

Die Bewetterung während der Arbeiten im Schacht erfolgt durch übertägig aufgestellte Bewetterungsanlagen in Containerbauweise. Die Bewetterungsanlagen sorgen unter anderem dafür, dass die Menschen im Schacht genauso wie die Maschinen vor Ort unter bestmöglichen Luftbedingungen arbeiten. Die Anlagen leisten somit einen elementaren Beitrag zur Arbeitssicherheit sowie zum Umwelt- und Gesundheitsschutz. Gleichzeitig unterstützen sie die Wirtschaftlichkeit und Langlebigkeit der eingesetzten Maschinen.

## Schachteufen in Weißrussland

Den Auftrag für das Schachteufen im weißrussischen Kalirevier, das ca. 200 km südlich der Hauptstadt



**Bild 1:** CFT-Schachtbewetterungsanlage für Weißrussland

(v. l. n. r. Heizregistercontainer, Lüftercontainer mit aufgebautem Steuercontainer und Wetterkühler)

Quelle der Bilder: CFT GmbH Compact Filter Technik, wenn keine andere angegeben

Für Kalibergwerke in Weißrussland und England konfigurierte, baute und montierte die CFT GmbH Compact Filter Technik innovative Schachtbewetterungsanlagen in Containerbauweise. Dieser Artikel erläutert die Anlagen und macht deutlich, dass sich die innovative Bauweise bewährt hat.

**Bergbau • Schachteufen • Bewetterung • Effizienz • Weißrussland • England**

Minsk liegt, erhielt die Redpath Deilmann GmbH im Juli 2017. Der Auftrag umfasst das Abteufen von zwei 750 m tiefen Schächten im Gefrierverfahren.

Die beiden Schächte mit einem Durchmesser von jeweils 8 m werden durch zwei von der Herrenknecht AG entwickelte Schachtbohrmaschinen vom Typ SBR (Shaft Boring Roadheader) parallel abgeteuft. Maschinen dieses Typs haben an ihrem unteren Ende einen um 360° schwenkbaren und teleskopierbaren Schneidausleger.

Das durch die Schneidtrommel gelöste Material wird auf ihrer ganzen Breite angesaugt und durch ca. 30 m lange Saugleitungen zu einem Saugtank gefördert, der nach dem Prinzip des Zyklons arbeitet und das gelöste Gestein vom Luftstrom separiert. Das Gestein wird anschließend an einen Bergekübel übergeben und nach über Tage gefördert. Der Staubanteil in der Saugluft, der im Zyklon nicht abgeschieden werden kann, wird im weiteren Verlauf durch einen CFT Trockenentstauber vom Typ CSBR auf einen Reststaubgehalt von  $\leq 0,05 \text{ mg/m}^3$  reduziert. Die Filteranlage ist auf der SBR montiert und wird im Unterdruck betrieben. Der Unterdruck für diese – auch pneumatische Förderung genannte – Absaugung des geschnittenen Materials wird durch drei im Reingasbereich angeschlossene Drehkolbengebläse mit einer Antriebsleistung von jeweils 315 kW erzielt.

Dieser neuartige Maschinentyp (**Bild 1**) fand in Weißrussland seine zweite Anwendung, nachdem bereits im Jahr 2012 mit dem Abteufen von zwei Kalischächten in Kanada für das Bergwerk Jansen der BHP Billiton Erfahrungen mit diesem System gemacht worden waren [1]. Für das in Bau befindliche Bergwerk in Weißrussland wird bei Vollbetrieb eine jährliche Förderleistung von rund 1,2 Mio. t Kaliumchlorid erwartet [2].

## Anforderungen an die Bewetterungsanlage

Die ersten Sondierungsgespräche zwischen Redpath Deilmann und CFT fanden bereits im Juli 2017 statt.

Zu Beginn wurden hierbei die Anforderungen an die Bewetterungsanlage sowie die weiteren Rahmenbedingungen für den späteren Betrieb der Anlagen festgelegt. Nach Berechnung der erforderlichen Luftmengen und Luttenwege lag der Fokus der technischen Gespräche auf der Temperierung der Frischluft, die durch Schachtlutten zur SBR (**Bild 2**) gefördert wird. Für die intensiven Gespräche zum Thema Lufttemperatur waren maßgeblich drei Gründe vorhanden:

► **Schutz des Gefrierkörpers gegen Auftauen**

Da das Teufen auf den ersten 160 m im Gefrierverfahren stattfindet, kann starke Abwärme im Schacht zu einem partiellen Auftauen des Gefrierkörpers führen. Während des Abteufens kann nämlich durch die verbaute Technik auf der Schachtbohrmaschine trotz bereits erfolgter Maschinenkühlung von einem weiteren Abwärmeeintrag in die aufsteigende Schachtluft von ca. 800 kW ausgegangen werden. Die Lufttemperaturen in Weißrussland belaufen sich im Sommer auf Tagesmaximaltemperaturen von 30°C mit 70% relativer Luftfeuchtigkeit im Freien. Die von den Lüftern angesaugte Luft wird hierbei aufgrund der Verdichtung der Luft weiter erwärmt. Während des Transports der Luft durch die Schachtlutte zur SBR wird die Lufttemperatur darüber hinaus noch zusätzlich erhöht. Diese weitere Erwärmung ist auf die Abwärme der Schachtbohrmaschine zurückzuführen, die den Schacht hinaufströmt und die Schachtlutte erwärmt. Um einen negativen Einfluss der Wärme auf den Gefrierkörper zu vermeiden und Temperaturen zu ermöglichen, bei denen die im Schacht eingesetzte Technik problemlos arbeiten kann, war eine übertägige Kühlung der Frischwetter erforderlich. Das Ziel besteht darin, dem Schacht möglichst kühle Luft als Frischwetter zuzuführen, die durch Wärmeeinträge im Schacht auf eine Mischtemperatur erwärmt wird, die kein Auftauen des Gefrierkörpers verursacht.

► **Lufttrocknung zur Kondensatvermeidung**

Ein weiteres Ziel, das mit der Kühlung der Luft verbunden war, war die Lufttrocknung. Der Transport der Luft ohne vorherige Kühlung bzw. Trocknung hätte aufgrund der Taupunktunterschreitung an der gefrorenen Schachtwand unmittelbar zu einer Kondensatbildung an den Schachtwänden geführt. Weiterhin galt es, eine Nebelbildung – im Extremfall sogar eine Regenbildung – im Schacht zu vermeiden. Durch den Einsatz einer Wetterkühlung tritt in diesem Fall automatisch eine Lufttrocknung ein, da die Taupunktunterschreitung schon an den Rohrwendeln im Wetterkühler erfolgt und das Kondensat mittels Tropfenabscheider der Luft entzogen wird, bevor diese weiter in Richtung Schacht und SBR strömt.

► **Erhöhung der Frischwettertemperatur im Winterbetrieb**

Auch die Wintermonate wurden hinsichtlich ihrer Temperaturen berücksichtigt. Gemäß Klimatabel-



**Bild 2:** Shaft Boring Roadheader (SBR) der Herrenknecht AG

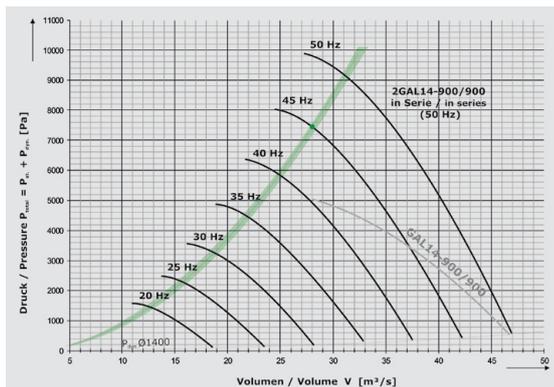
Quelle: Herrenknecht AG

len musste in den Wintermonaten mit Temperaturen von  $-10^{\circ}\text{C}$  bei 100% relativer Luftfeuchtigkeit gerechnet werden. Gerade zu Beginn der Arbeiten, wenn noch keine große Teufe erreicht und die Schachtlutte daher noch nicht lang ist, hätte die Luft in der kalten Jahreszeit an der Schachtsohle mit einer zu geringen Temperatur austreten können. Für das Erwärmen der Luft wurde daher in der weiteren Auslegung der Bewetterungsanlage ein elektrisches Heizregister vorgesehen.

Neben den bewetterungstechnischen Themen war die Layoutplanung der Gesamtanlage ein wichtiges Thema. Als innovative Lösung wurde seitens CFT der Bau einer Bewetterungsanlage in Containerbauweise vorgeschlagen. Hierbei werden genormte ISO-Container so modifiziert, dass Anlagenteile, wie Lüfter, Heizregister, Wetterkühler oder die Steuerungselektrik, darin eingebaut werden können. Die Vorteile der Containerbauweise liegen in einem besseren Lärmschutz, einer höheren Mobilität der Anlagen durch Modulbauweise sowie kürzeren Montagezeiten vor Ort. Ein weiterer besonderer Vorteil ist die Einsparung eines sonst aufgrund von Wetterschutzgründen üblichen Lüfterhauses für die Aufstellung der Anlagenkomponenten. Anlagen in Containerbauweise können im Freien aufgestellt werden und bringen den erforderlichen Wetterschutz für die verbauten Komponenten und die Steuerungstechnik bereits von Hause aus mit.

**Tabelle 1:** Übersicht der technischen Daten der Schachtbewetterungsanlage in Weißrussland, 1x je Schacht

<b>Allgemein</b>	Typ	Schachtbewetterungsanlage
	Bauart	Containerbauweise
	Versorgungsspannung	400 V
	Länge	ca. 30,0 m
	Breite	ca. 6,0 m
	Höhe	ca. 5,2 m
	Gesamtgewicht	ca. 50 t
	Betriebsmodus	24 h/d, Automatikbetrieb nach vorgegebenem Volumenstrom
<b>Lüftermodul</b>	Typ	2 gegenläufige Axiallüfter GAL 14-900/900
	Betriebsart	blasend
	Volumenstrom	28,0 m <sup>3</sup> /s
	Druck	7.400 Pa
	Laufreddurchmesser	1.400 mm
	Elektrische Leistung	4 x 90 kW = 360 kW
<b>Wetterkühler</b>	Typ	Rohrwendelkühler RWK 2.200
	Kühlleistung	2.200 kW
<b>Wetterheizung</b>	Typ	Elektrisches Heizregister
	Elektrische Heizleistung	520 kW



**Bild 3:** Kennlinie Axialventilator mit 2 GAL 14-900/900



**Bild 4:** Lüfterstation mit 2 GAL 14-900/900

## Konzeption und Projektierung der Bewetterungsanlage

Die technische Auslegung und Auswahl der benötigten Anlagenkomponenten (**Tabelle 1**) erfolgte gemeinsam mit den Unternehmen Korfmann Lufttechnik GmbH,

Witten, Deutschland, und WAT Wärme-Austausch-Technik GmbH, Hamminkeln, Deutschland.

Nach Festlegung der Rohrleitungswege und Widerstände der weiteren im Anlagenverbund eingesetzten Baugruppen erfolgten die Berechnung und Auswahl der erforderlichen Ventilatoren (**Bild 3**). Die Berechnung ergab, dass der Lüfter gemäß SIA 196 [3] eine Liefermenge von 28,0 m<sup>3</sup>/s erbringen muss, um an der Schachtsohle einen erforderlichen Volumenstrom von 25,9 m<sup>3</sup>/s zu erreichen. Der Gesamtdruckverlust der Bewetterungsanlage inklusive Zubehör und übertragiger Komponenten wurde mit 7.400 Pa errechnet.

Um diesem Anforderungsprofil gerecht zu werden, kamen zwei in Reihe geschaltete gegenläufige Korfmann Axialventilatoren vom TYP GAL 14-900/900 zum Einsatz (**Bild 4**). Mit einem Flügelraddurchmesser von 1,40 m und einer elektrischen Motorleistung von 90 kW je Lüfterstufe weist die Ventilatorstation eine elektrische Gesamtleistung von 360 kW auf. Die Lüfter sind zwecks Schwingungsentkopplung zur Gesamtanlage auf Schwingungsdämpfern montiert und werden mittels Sensorik überwacht. Durch den Einbau in einen vollständig schallgedämmten 40-Fuß-ISO-Container konnte ein hohes Maß an Schallschutz erreicht werden. Um kurze Stillstandzeiten im Servicefall zu ermöglichen, wurden an den Seiten der Container Revisionsöffnungen zum schnellen Austauschen eines Lüfters eingebaut.

Für einen effizienten und bedienerfreundlichen Anlagenbetrieb übernimmt eine Anlagensteuerung im Automatikbetrieb die Steuerung der Anlage nach vorgegebenem Volumenstrom. Dies erfolgt durch eine automatische Anpassung der Motorfrequenz. Die Anlagensteuerung ist in einem separaten 20-Fuß-Steuercontainer eingebaut (**Bild 1**).

Zur Ermittlung der erforderlichen Kühlleistung führte WAT eine Klimavorausberechnung der Schachttemperaturen während des Abteufens durch. Die Grundlage hierfür bildeten – neben der genannten Auslegungstemperatur und Luftfeuchtigkeit in den Sommermonaten – der zusätzliche Wärmeeintrag der Lüftermotoren in den Frischwettervolumenstrom sowie die Abwärmeleistungen der Schachtbohrmaschine mit ihrer Auswirkung auf die Schachtlutte. Um den Wärmeeintrag der Lüfter direkt zu erfassen, wurde der Wetterkühler hinter den Lüftern positioniert und im Überdruck betrieben.

Als Zieltemperatur hinter dem Wetterkühler wurden 4°C als wirtschaftliche Kühlgrenztemperatur festgelegt. Den Ergebnissen der Berechnungen folgend kam ein Rohrwendelkühler mit einer Kälteleistung von 2.200 kW zur Anwendung. Während des Kühlbetriebs bei Temperaturen von 30°C mit 70% relativer Luftfeuchtigkeit fallen rund 1.500 Liter Kondenswasser pro Stunde an, die durch einen Tropfenabscheider aus dem Luftstrom separiert werden. Als Besonderheit weisen Rohrwendelkühler der Marke WAT geringe Druckverluste bei großer Wärmetauscherfläche auf. Das Kaltwasser zum Betreiben der Wetterkühler wird durch kunden-seitig vorhandene Gefrieranlagen zur Verfügung gestellt.

Um die Temperaturen im Schacht im Sommer- und Winterbetrieb konstant zu halten, wurde für das Heizregister eine Zieltemperatur von  $+2^{\circ}\text{C}$  für die weitere Auslegung gewählt. Mit dem zusätzlichen Wärmeeintrag der Lüfter sind die Temperaturen am Ende der Schachtbewerterungsanlage somit – unabhängig von der Jahreszeit – identisch einregelbar.

Das elektrische Heizregister hat eine Leistung von 520 kW, unterteilt in acht Heizregisterstufen. Eine der acht Registerstufen ist thyristorgesteuert, während die übrigen sieben Stufen über ein Schütz zugeschaltet werden. Der Vorteil dieser Anlagenkonfiguration ist die auf einen halben Grad Celsius genaue Steuerung der Zieltemperatur im Heizbetrieb. Die Schaltschränke zur Steuerung des Heizregisters sind zentral im Steuercontainer untergebracht.

### Werksaufbau und Montage der Bewerterungsanlage auf dem Bergwerk

Im Herbst 2018 fand auf dem Gelände der CFT der Aufbau der vollständigen Bewerterungsanlage statt (**Bilder 5 und 6**). Das Gesamtgewicht der Anlage beträgt ca. 50 t, wobei das schwerste Anlagenmodul – der Lüftercontainer – ein Gewicht von 16,5 t aufweist. Die Bewerterungsanlagen für Schacht 1 und 2 wurden nacheinander aufgebaut und umfangreichen Werkstests zur Funktionsprüfung unterzogen.

Nachdem die Gesamtanlage für den Transport wieder in ihre einzelnen Module zerlegt worden war, erfolgte die Auslieferung termingerecht im November 2018. Für den Aufbau inklusive der ersten Inbetriebnahme war aufgrund der Modulbauweise nur ein Zeitraum von einer Woche erforderlich (**Bild 7**). Beide Anlagen wurden an das Prozess-Leitsystem der Baustelle angeschlossen, um einen ständigen Zugriff auf Daten und Zustände der Bewerterungsanlagen zu erhalten. Im Anschluss an die Inbetriebnahme fand auf dem Bergwerk eine Schulung zum Betrieb der Anlagen statt. Seinen erfolgreichen Abschluss nahm das Projekt im Dezember 2018 mit der Montage und Inbetriebnahme der Bewerterungsanlage für Schacht 1.

### Schachteufen in England

Im Oktober 2018 erhielt die CFT einen weiteren Auftrag zur Konzeptionierung und zum Bau von Bewerterungsanlagen für Schachteufarbeiten in Containerbauweise. Projektpartner war in diesem Fall die Firma DMC Mining Services (UK) Ltd., die mit dem Teufen von insgesamt vier Schächten zur Erschließung der Woodsmith Mine im North-Yorkshire-Nationalpark beauftragt worden war.

Die zwei Hauptschächte des späteren Polyhalitbergwerks weisen nach ihrer Fertigstellung eine Teufe von 1.600 m auf und werden ebenfalls mit Herrenknecht Schachtbohrmaschinen vom Typ SBR abgeteuft. Um die strengen Vorschriften des Nationalparks für die Baugenehmigung zu erfüllen, wird das über die zwei Haupt-

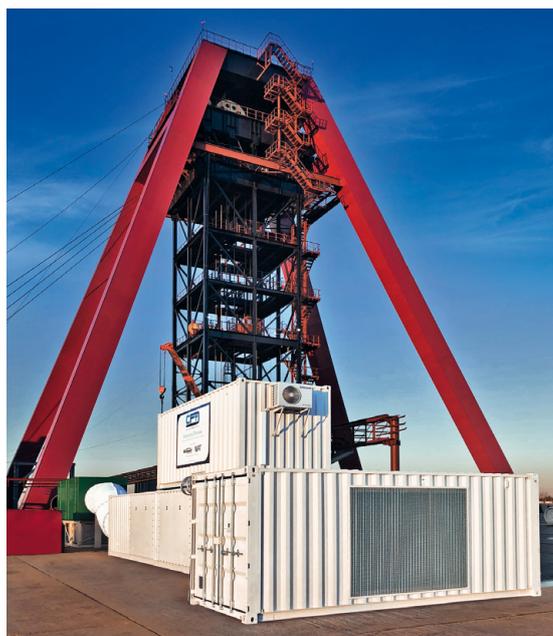
schächte geförderte Material durch einen 37 km langen Materialtransporttunnel auf einem Förderbandsystem aus dem Nationalpark nach Teesside an der Nordostküste Englands transportiert. Dort finden die weitere Verarbeitung und die anschließende Verladung auf Schiffe statt. Zur Errichtung dieses Materialtransporttunnels werden zwei weitere Schächte mit einer Teufe von 250 bis 350 m in konventioneller Form geteuft [4]. Im Vollbetrieb wird eine Jahresproduktion von bis zu 20 Mio. t Polyhalit pro Jahr erwartet.



**Bild 5:** Werksaufbau der Schachtbewerterungsanlage für Schacht 2



**Bild 6:** Geöffnete Revisionsöffnung des Lüftercontainers, dahinter Axialventilatoren



**Bild 7:** Inbetriebnahme der Schachtbewerterungsanlage für Schacht 2 auf dem Bergwerk in Weißrussland



**Bild 8:** Werksaufbau der Schachtbewetterungsanlage für den Service-Shaft

(v. l. n. r.: Abluftcontainer, 2 luftgekühlte Kaltwassermaschinen, Zuluftcontainer mit aufgebaumem E-House Container sowie 2 Kühlcontainer übereinander)



**Bild 9:** Werksaufbau aus einer weiteren Perspektive (im Vordergrund 2 Kühlcontainer mit jeweils 1.000-kW-Lamellenwetterkühler)

**Tabelle 2:** Übersicht der technischen Daten der Schachtbewetterungsanlage in England, 1 x je Hauptschacht

<b>Allgemein</b>	Typ	Schachtbewetterungsanlage
	Bauart	Containerbauweise
	Versorgungsspannung	11.000 V
	Länge	ca. 35,1 m
	Breite	ca. 13,3 m
	Höhe	ca. 5,5 m
	Gesamtgewicht	ca. 86,0 t
	Betriebsmodus	24 h/d
<b>Lüftermodul Zuluftstation</b>	Typ	2 gegenläufige Axiallüfter + 1 Axiallüfter
	Betriebsart	blasend
	Volumenstrom	29,2 m <sup>3</sup> /s
	Druck	8.700 Pa
	Laufreddurchmesser	1.400 mm
	Elektrische Leistung	5 x 90 kW = 450 kW
<b>Wetterkühler</b>	Typ	Lamellenwärmetauscher
	Kühlleistung	2.000 kW
<b>Lüftermodul Abluftstation</b>	Typ	Axiallüfter
	Betriebsart	saugend
	Volumenstrom	46,2 m <sup>3</sup> /s
	Druck	1.250 Pa
	Elektrische Leistung	110 kW

Die Genehmigung zur Erschließung des Bergwerks innerhalb des Nationalparks war mit strengen Auflagen zum Schutz der Natur verbunden. Zu den wesentlichen Vorgaben gehörte auch die Einhaltung des Schalldruckpegels an verschiedenen Stellen der näheren Umgebung von 42 bis 55 dBA.

## Projektierung und Werksaufbau der Bewetterungsanlage

Die Detailplanung der Bewetterungsanlage fand ab Oktober 2018 statt. In diesem Rahmen wurde für jeden der vier Schächte jeweils eine in den Schacht einblasende Zuluftstation für die Frischluftversorgung sowie eine aus dem Schacht saugende Abluftstation vorgesehen (**Bilder 8 und 9**). Die Frischluft strömt dabei immer im Bereich der Schachtsohle aus, während die Absaugung der Abwetter in der Nähe des Schachtkopfs erfolgt.

Die Bewetterungsanlagen für die beiden Hauptschächte sind aus technischer Sicht identisch (**Tabelle 2**). Um die Frischwetterversorgung mit einem Volumenstrom von 29,2 m<sup>3</sup>/s bei einem Druck von 8.700 Pa realisieren zu können, kommen zwei in Reihe geschaltete gegenläufige Korfmann Axialventilatoren vom TYP GAL 14-900/900 sowie ein weiterer Axialventilator vom TYP AL 14-900 zum Einsatz. Die Zuluftstation weist damit eine elektrische Gesamtleistung von 450 kW auf und ist in einem vollständig schalldämmten 40-Fuß-ISO-Container verbaut. Zur weiteren Schalldämmung wurde ansaugseitig ein eigens auf die Schallquelle ausgelegter 10-Fuß-ISO-Container mit eingebautem Kulissenschalldämpfer an den Lüftercontainer eingepplant. Die Ventilatoren werden mittels Sensorik überwacht und sind darüber hinaus zwecks Entkopplung zum Gesamtsystem auf Vibrationsdämmmatten gelagert.

Im Gegensatz zu den Schachtteufarbeiten in Weißrussland erfolgt das Abteufen der Schächte in England nicht im Gefrierverfahren. Dennoch ist das Kühlen der Luft aus zwei Gründen von besonderer Bedeutung: Erstens muss aus Arbeitsschutzgründen sichergestellt sein, dass die Temperaturen im Bereich der Arbeitsplätze auf der Schachtbohrmaschine bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Zweitens darf es bei der im Schacht verbauten Technik nicht zu Störungen durch zu heiße Umgebungstemperaturen kommen. Von Seiten des Kunden waren hier eine Kühlleistung von 2.000 kW je Schacht sowie der Einsatz von Lamellenwärmetauschern zur Wetterkühlung vorgegeben. Lamellenwärmetauscher bestehen aus Rohren mit aufgesetzten Lamellen zur Vergrößerung der Wärmetauscherfläche und ermöglichen somit eine kompakte Bauweise. Beim luftseitigen Durchströmen der Wärmetauscher kühlt die Luft an den kalten Lamellenrohren ab. Die Temperatur der Lamellenrohre wird durch die Wassertemperatur bestimmt, die den Wärmetauscher wasserseitig durchströmt. Die Konstruktion der WAT sieht zwei Wärmetauscher je Schacht mit einer Leistung von 1.000 kW vor. Die Wetterkühlleinheiten sind jeweils in einem ei-

genen 20-Fuß-ISO-Container verbaut und kühlen die Frischwetter beim Durchströmen auf eine Zieltemperatur von 4°C am Ende der Schachtbewetterungsanlage herunter. Ihre volle Leistung erzielen die Wärmetauscher gemäß technischer Auslegung bei einer Vorlauftemperatur von 1°C beim wasserseitigen Eintritt in den Wetterkühler.

Der Kaltwasserkreislauf ist hierbei ein geschlossenes System. Das wasserseitig aus den Wärmetauschern ausströmende Wasser weist nach Durchströmung des Wetterkühlers eine Austrittstemperatur von ca. 12°C auf und wird durch zwei Pumpen zu zwei luftgekühlten Kaltwassermaschinen vom Typ Carrier 30XBP gefördert. Die luftgekühlten Kaltwassermaschinen mit einer jeweiligen Kälteleistung von 1.000 kW kühlen das Wasser anschließend wieder auf die für den Wetterkühlprozess erforderlichen 1°C herunter, bevor die Pumpen das Wasser erneut in die Lamellen-Wärmetauscher fördern.

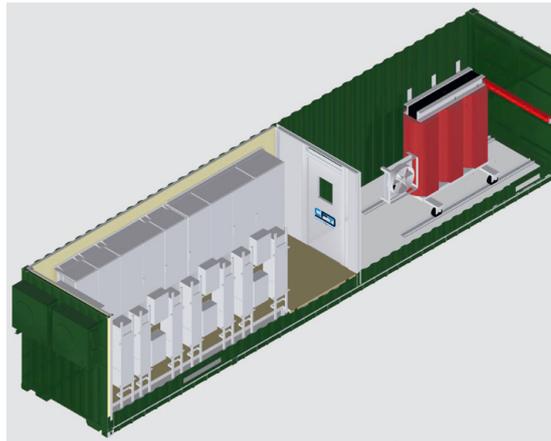
Das Bewetterungskonzept sieht neben der Frischwetterversorgung eine zusätzliche Absaugung der Abwetter vor. Das vorgegebene Absaugvolumen von 46,2 m<sup>3</sup>/s wird durch den Einsatz eines Axialventilators vom TYP AL 16-1100 mit einem Laufraddurchmesser von 1,60 m und einer Motorleistung von 110 kW realisiert. Der Schallschutz wird hierbei durch den Einbau in einen schallgedämmten 40-Fuß-ISO-Container mit zusätzlichem Kulissenschalldämpfer gewährleistet.

Sämtliche Anlagen zur Steuerung der Schachtbewetterungsanlage – bestehend aus Zuluftstation, Wetterkühlung und Abluftstation – wurden in einen speziell modifizierten 40-Fuß-ISO-Container eingebaut (**Bild 10**). Da die Energieversorgung kundenseitig mit einer vorgegebenen Spannung von 11 kV erfolgt, war der Einsatz eines Transformators erforderlich. Das Detailengineering ergab folglich die Unterteilung des Steuercontainers in einen von außen begehbaren Steuererraum, in den alle erforderlichen Schaltschränke und Frequenzumrichter für die Anlagensteuerung eingebaut wurden, sowie einen vom Steuererraum aus begehbaren, separaten Transformatorraum, in dem der erforderliche Transformator mit einer Scheinleistung von 2.200 kVA eingebaut wurde.

Der Werksaufbau der Bewetterungsanlagen fand im Zeitraum April bis August 2019 beginnend mit den Schachtbewetterungsanlagen der MTS-Schächte auf dem Gelände der CFT statt und wurde jeweils von intensiven Werkstests begleitet.

## Fazit zur Containerbauweise bei Schachtteufarbeiten

Bei Schachtteufarbeiten hat sich die mobile Containerbauweise als wirtschaftliche Lösung bewährt, die aufgrund ihrer flexiblen Wiederverwendbarkeit neue Einsatzmöglichkeiten bietet (s. auch Video [5]). Soll das System an einen anderen Einsatzort verlegt werden, unterstützen die schnelle Demontage und anschließende Montage mit reibungslosen Abläufen die Einhaltung



**Bild 10:** Blick in den Steuercontainer

(links Steuererraum mit Schaltschränken, rechts Transformatorraum)

der vorgegebenen Zeitpläne. Hinzu kommen der einfache Transport und die Möglichkeit einer unkomplizierten Zwischenlagerung. Der Verzicht auf Einhausungen der Anlagenkomponenten macht den Einsatz des Systems zusätzlich effizient. Weiterhin wird die Containerbauweise höchsten Ansprüchen an den Schallschutz gerecht.

## Quellenverzeichnis

- [1] Ahlbrecht, T. (2019): Abteufen von zwei Kali-Schächten in Weißrussland unter Anwendung einer neuen Maschinen-Generation. 21. Kolloquium Bohr- und Sprengtechnik der TU Clausthal, Tagungsband, S. 21-30
- [2] Redpath Deilmann GmbH: Neuer Auftrag über den Bau von zwei Gefrierschächten in Weißrussland. Pressemitteilung vom 17. Juli 2017. Online: [https://www.deilmann-haniel.com/index.php?id=52&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=46&cHash=fffe980e60c53ae01e769c409d39872a](https://www.deilmann-haniel.com/index.php?id=52&tx_ttnews[tt_news]=46&cHash=fffe980e60c53ae01e769c409d39872a)
- [3] SIA 196: 1998-11: Baulüftung im Untertagbau
- [4] Sirius Minerals Plc: Our Business. Online: <https://www.siriusminerals.com/about-us/our-business>
- [5] CFT GmbH Compact Filter Technic: Containerised Shaft Ventilation System. Video. Online: [cft-gmbh.de/video-shaftsinking](http://cft-gmbh.de/video-shaftsinking)

### Patrick Schneider, M.Sc.,

ist bei der CFT GmbH Compact Filter Technic, Gladbeck, Deutschland, tätig. Als Teil des Vertriebsteams ist er zudem für die Projektierung und Leitung von Projekten zuständig.

**Kontakt:** [patrick.schneider@cft-gmbh.de](mailto:patrick.schneider@cft-gmbh.de)



### Quelle des Beitrags

Schneider, P. (2019): Schachtbewetterungsanlagen in innovativer Containerbauweise für Projekte in Weißrussland und England. Geo-Resources Zeitschrift (4-2019), S. 45–50. Online: <https://www.georesources.net/download/GeoResources-Zeitschrift-4-2019.pdf>