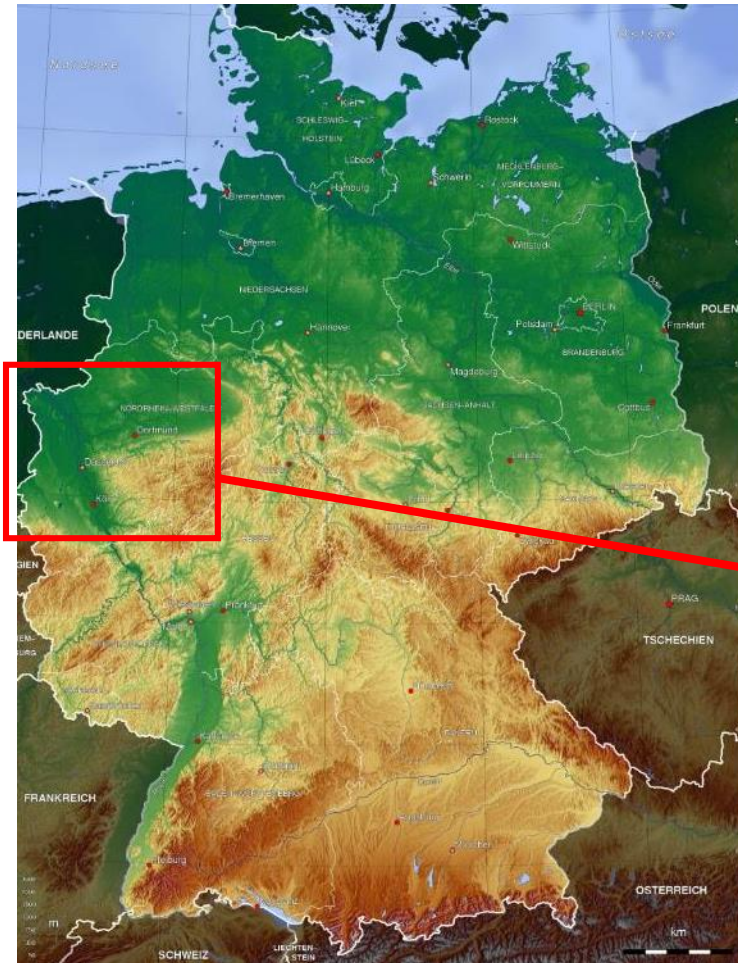


Das Konzept für ein untertägliches Pumpspeicherwerk (UPSWS) im Bergwerk Prosper-Haniel

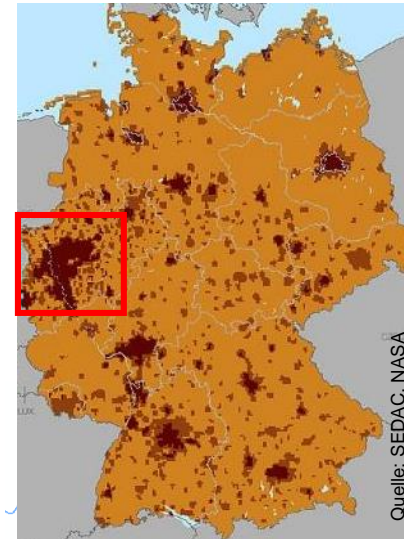
Impulsgebend für Bergbaufolgeregionen



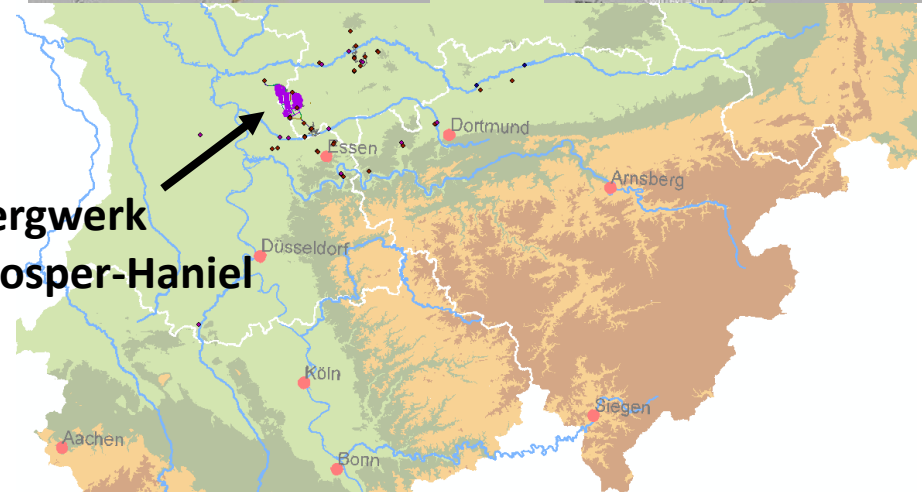
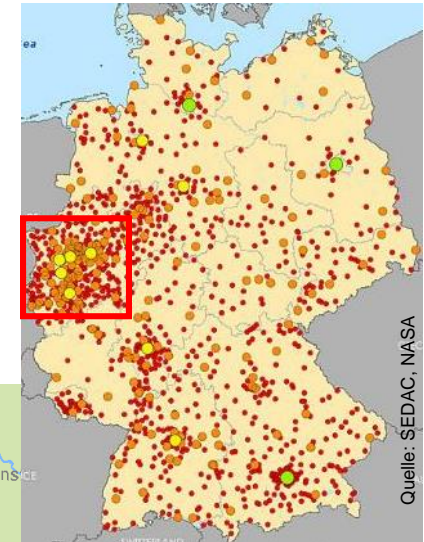
Standort: NRW - Ruhrrevier



Populationsdichte

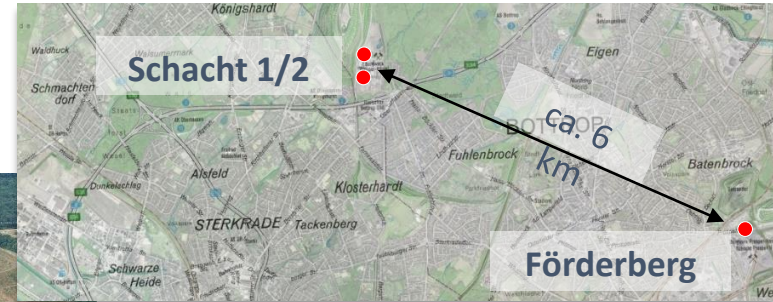


Siedlungen



**Bergwerk
Prosper-Haniel**

Standort Bergwerk Prosper-Haniel



Standort Bergwerk Prosper-Haniel –
Standort Haniel 1/2

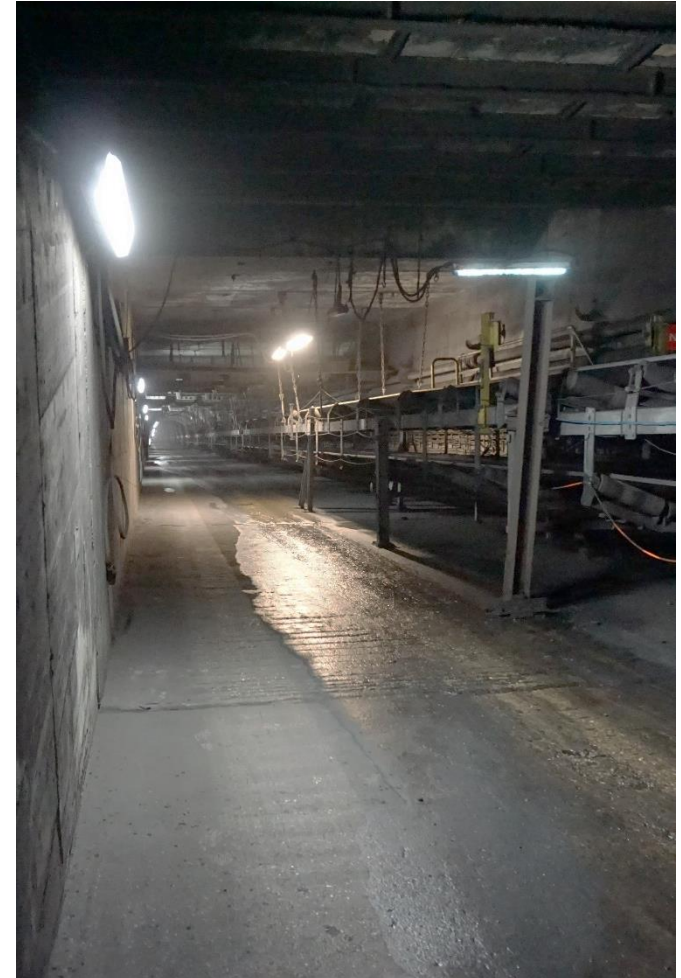
Bestehende Infrastruktur Untertage: Standort Haniel 1/2



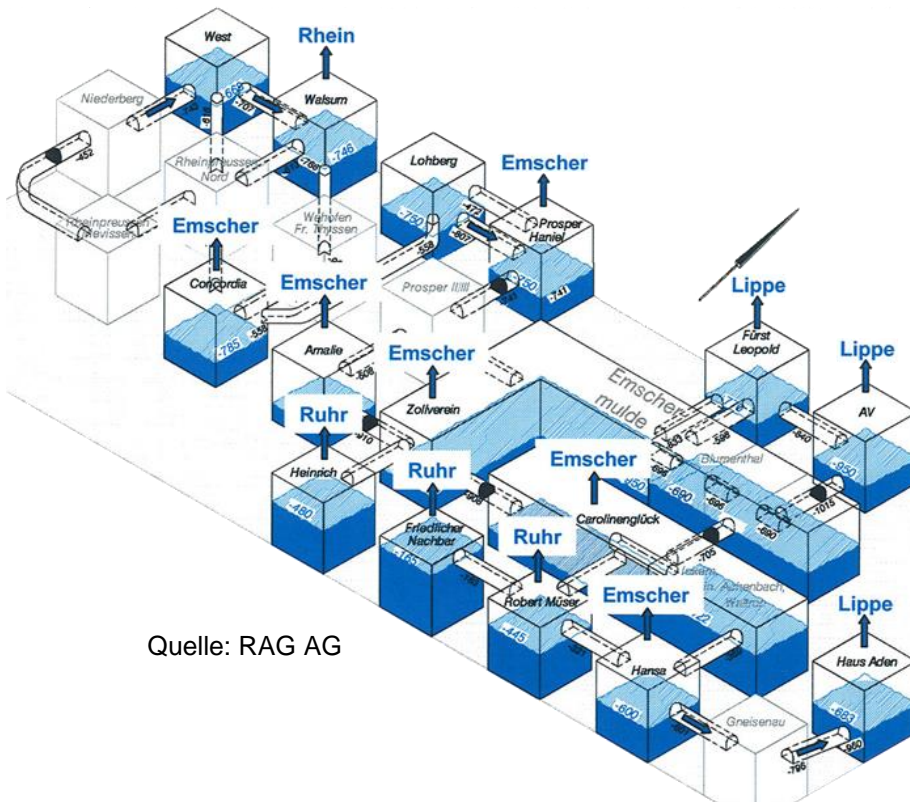
Quelle: RAG AG

Bestehende Infrastruktur Untertage: Förderberg Prosper II

- Voll ausgebauter Transportschacht (Querschnitt **ca. 25 m²**)
- Befahrbar bis auf **-783 m**
- Länge: **3.653 m**

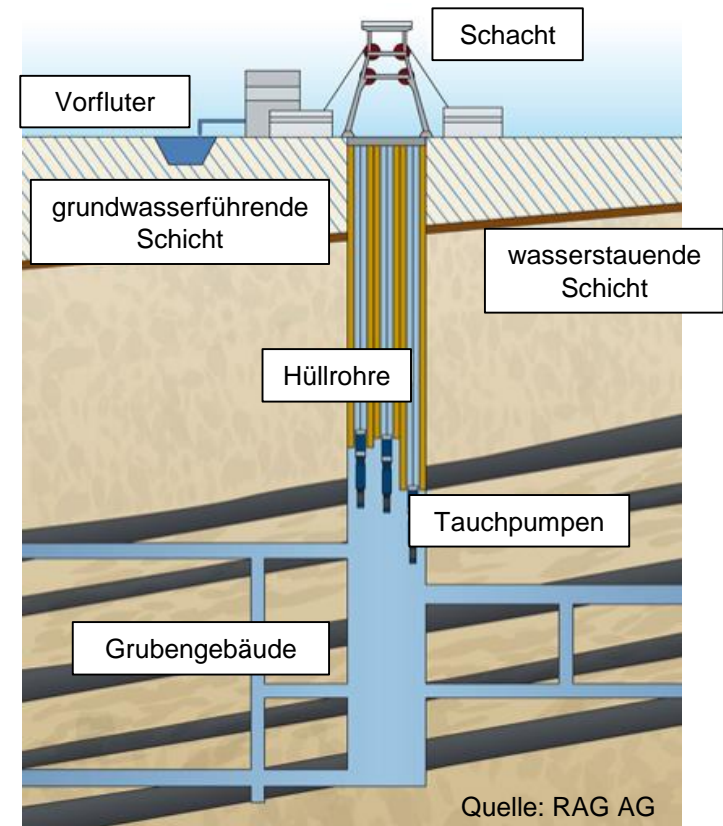


Bestehende Infrastruktur Untertage : Grubenwasserhaltung im Ruhrgebiet Aktuell



Quelle: RAG AG

Künftig mittels Tauchpumpen



Quelle: RAG AG

Projektförderung 2010-2017

- 2011 Projekt „*Unterflur-Pumpspeicherwerke – Nutzung von Anlagen des Bergbaus zur Speicherung regenerativer Energien*“
Stiftung Mercator, MERCUR, Förderkennzeichen: Pr-2011-0022
- 2012 – 2014 Projekt „*Entwicklung eines Realisierungskonzeptes für die Nutzung von Anlagen des Steinkohlebaus als unterirdische Pumpspeicherkraftwerke*“
MKULNV NRW, Projektträger ETN, Förderkennzeichen: PRO 0039,
NRW-EU Ziel 2-Programm 2007-2013
- 2016 – 2018 Projekt „*Machbarkeit eines untertägigen PSW am Bergwerk Prosper-Haniel in Bottrop in der Bergbaufolge*“
MWIDE NRW, Projektträger ETN, Förderkennzeichen: PRO 0063,
BMW i, Projektträger Jülich, Förderkennzeichen: 03E T6100

Fördervolumen seit 2012: 3,1 Mio. €

2. Phase der Machbarkeitsstudie 10/2016 – 12/2018

- Förderbescheid-Übergabe durch Hr. Minister Remmel (NRW) am 25.08.2016
- Ergebnis: Technische Machbarkeit am Standort Prosper-Haniel ist bestätigt
Eine wirtschaftliche Perspektive für ein UPSW ist unter den aktuellen energiepolitischen Rahmenbedingungen nicht möglich
- Kombinierte Förderung durch den Bund und das Land NRW:

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

ETN

Projektträger Energie · Technologie · Nachhaltigkeit

RUB

RAG

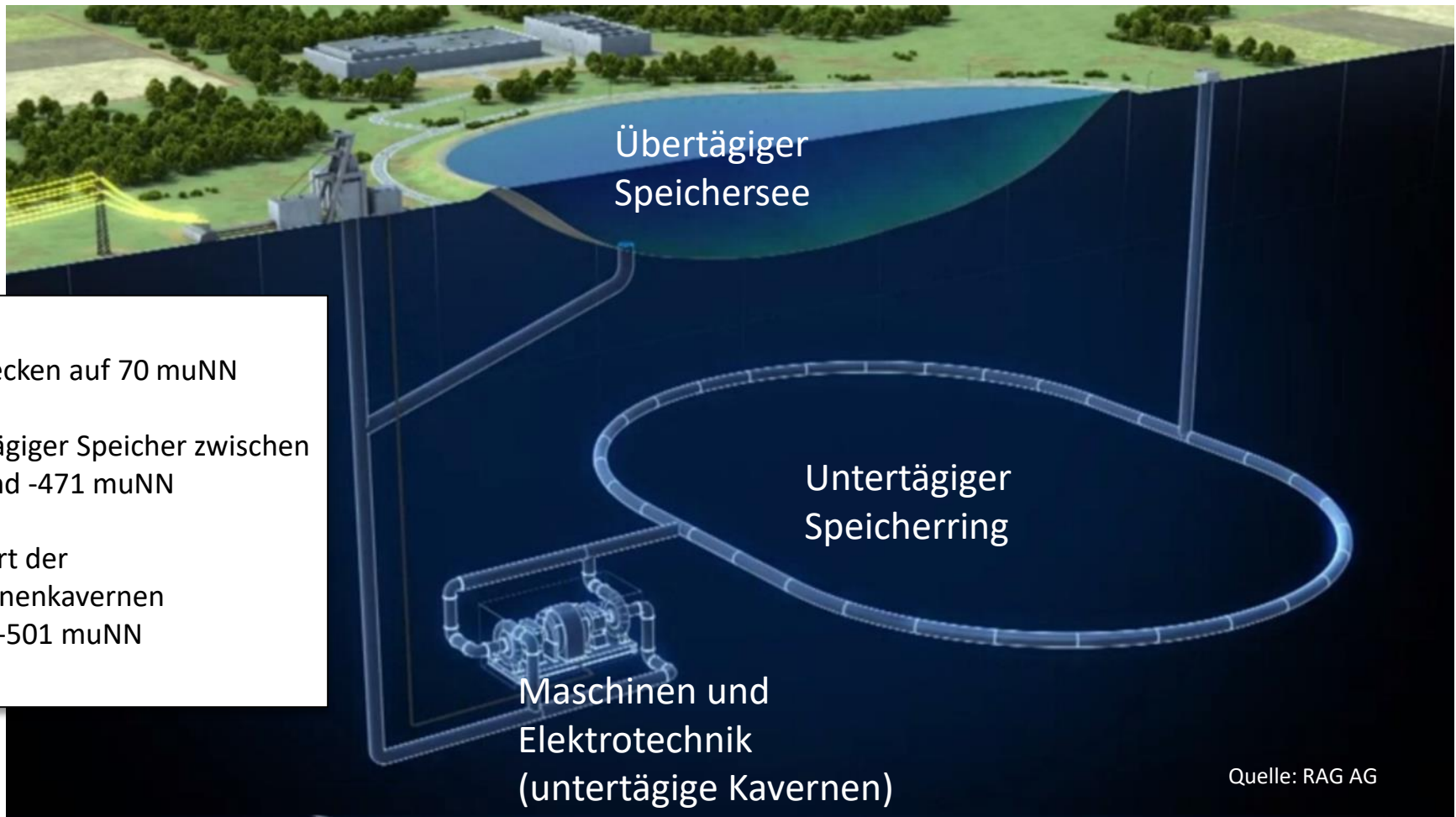
DMT

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

RISP

Prinzipskizze des Gesamtkonzepts



Arbeitspakete der 2. Phase

AB 3 Projektleitung, Verbundkoordination & Öffentlichkeitsarbeit (WaWi)

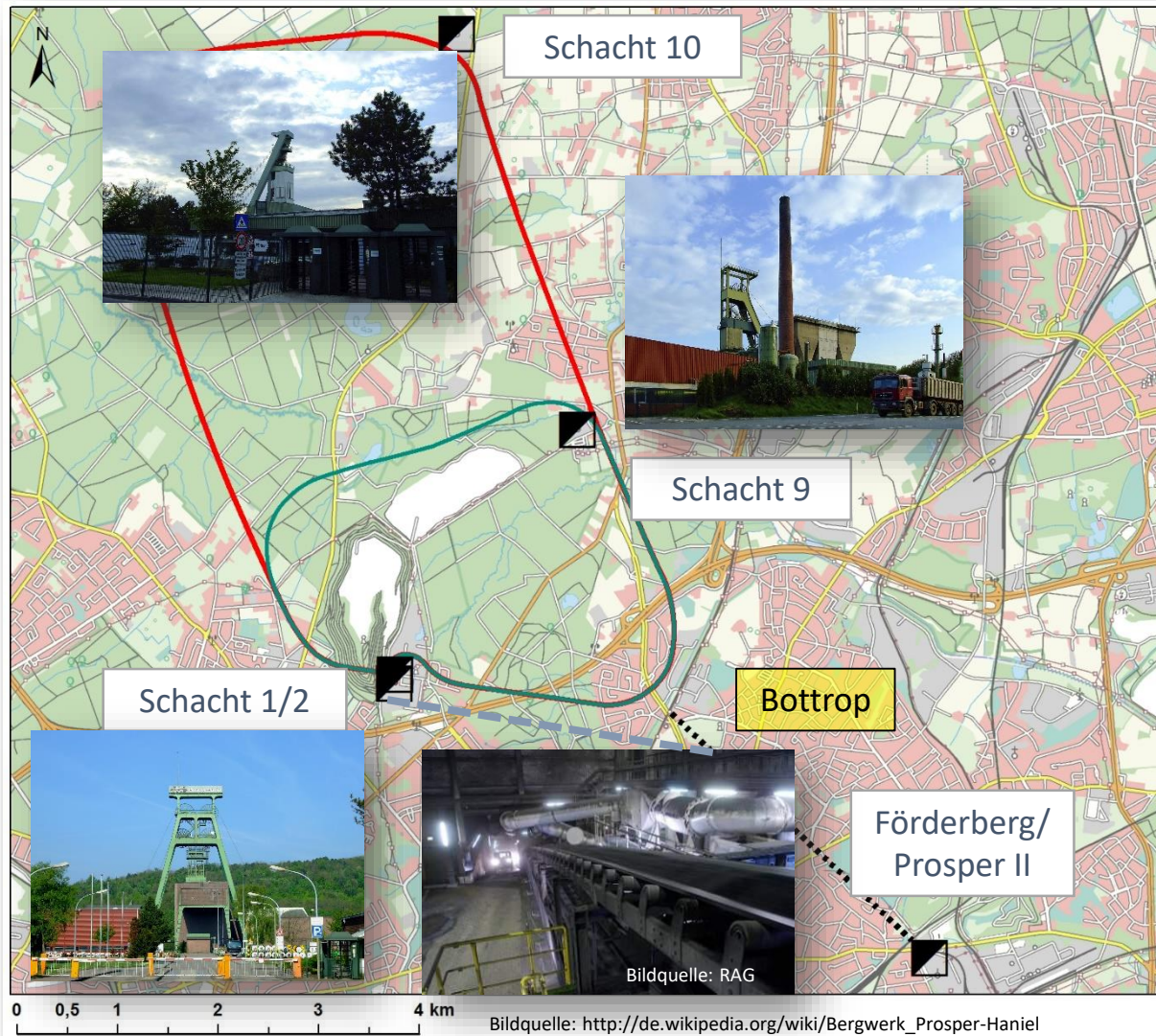
AB 1 Grundlagenermittlung & Bereitstellung von Daten (RAG, DMT)

AB 2 Arbeitspakete

- **AP 2.1** Ermittlung von Maßnahmen und Kosten zur Optionssicherung der rechtlichen Rahmenbedingungen (**RAG, DMT**)
- **AP 2.2** Industriebeteiligung und Betreibermodelle (**RAG, WaWi, LEE**)
- **AP 2.3** Investitions- und Betriebskosten eines untertägigen Pumpspeicherwerkes (**LEE**)
- **AP 2.4** Detailuntersuchung der geologischen Rahmenbedingungen (**Geologie, DMT**)
- **AP 2.5** Weiterentwicklung eines technischen Konzeptes für ein UPSW (**WaWi, LEE, ILF, RAG, DMT**)
- **AP 2.6** Restriktionen aus Bauablauf und Logistik; Inbetriebnahmekonzept (**DMT, ILF**)
- **AP 2.7** Betriebs- und Arbeitssicherheit für Bau und Betrieb inkl. Monitoring- und Schutzkonzept (**RAG, DMT, ILF**)
- **AP 2.8** Stakeholderdialog – regionalwirtschaftliche und strukturpolitische Chancen (**RISP**)

Spezifikation der betrachteten Pumpspeichervarianten

	Variante A	Variante B
Installierte Turbinenleistung	201 MW	
max. Fallhöhe	598 m	
Speicherkapazität (Wasser)	575.000 m ³	
Speicherkapazität (elektrisch)	800 MWh 85.000 Haushalte für einen Tag	
Länge aufzufahrender Stollen	26,7 km	
Nutzung des Schrägschachtes	Nein	
Entladedauer	4 h	
Maschinenkonfiguration	Ternärer Maschinensatz	Reversible Pumpturbine



Bergwerk Prosper-Haniel:

Haniel, Schacht 1

- Druckschacht
- Bewetterung

Haniel, Schacht 2

- Kavernenzugang
- Entrauchung

Prosper IV, Schacht 9

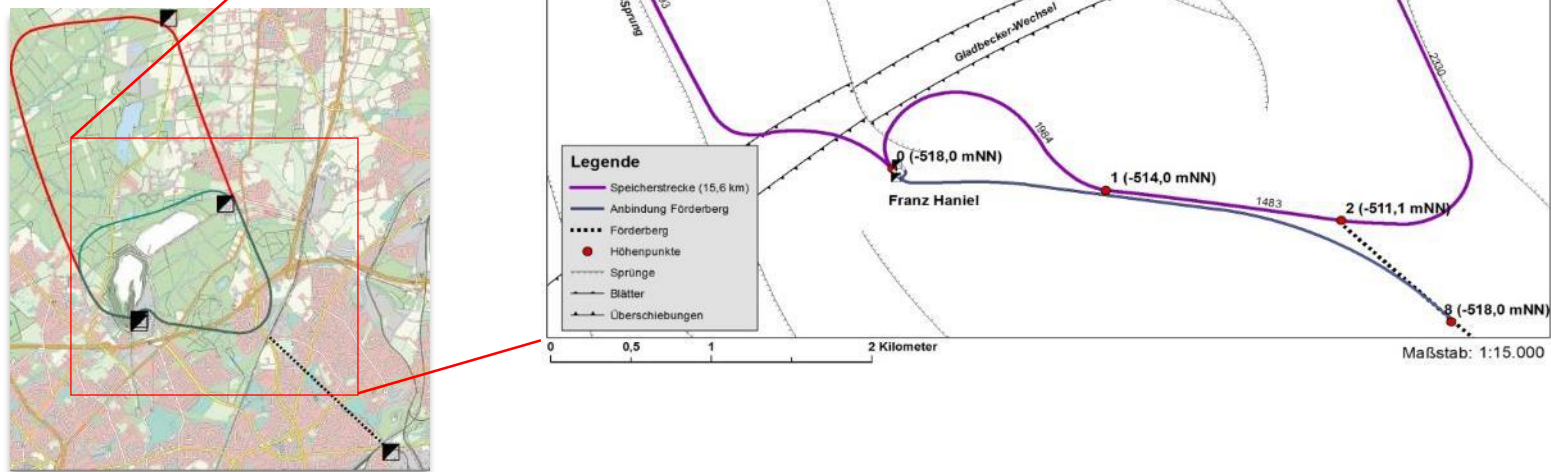
- Entlüftung
- Revision

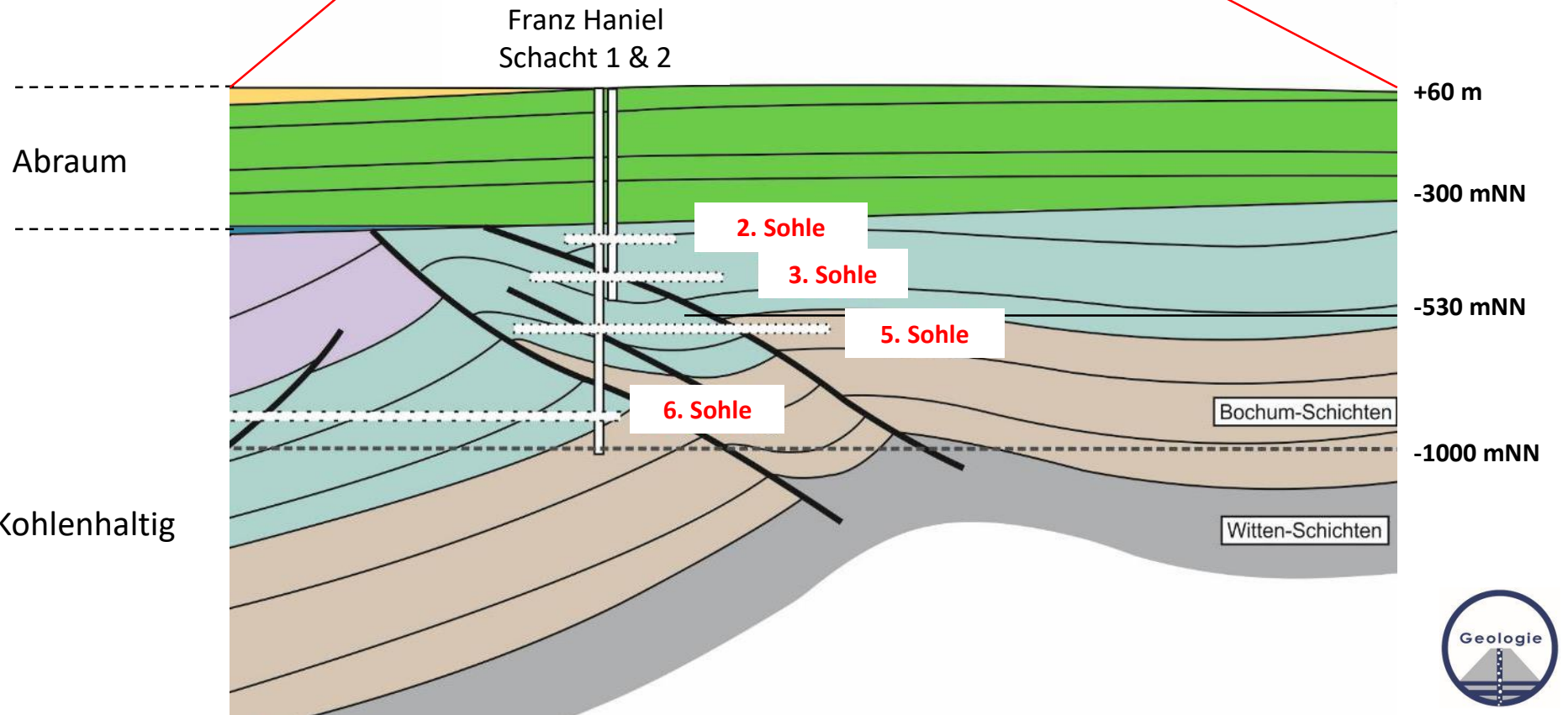
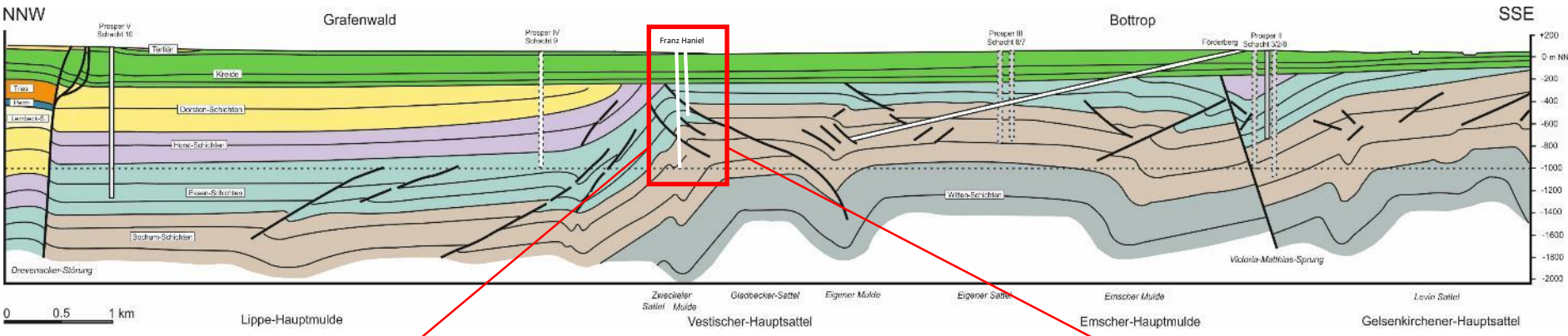
Prosper II, Förderberg

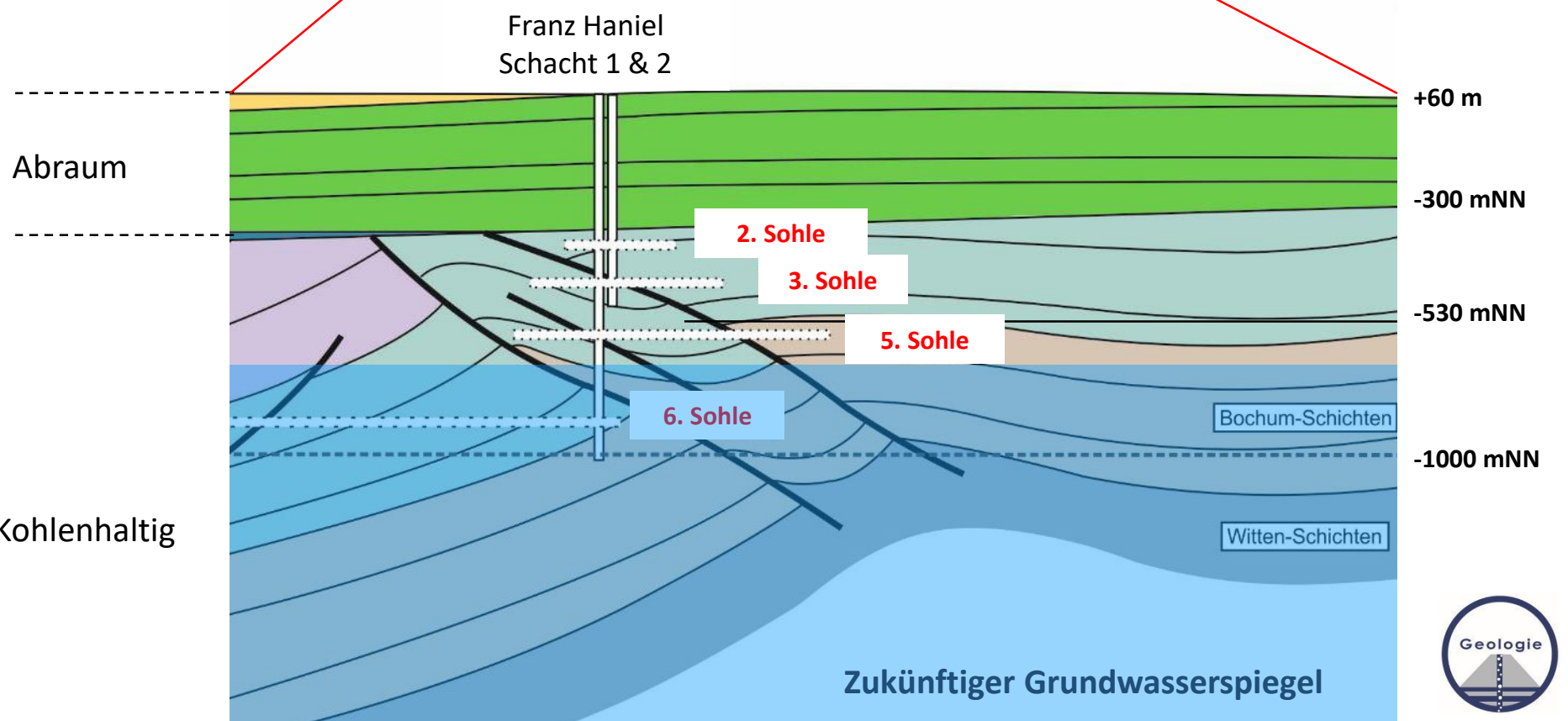
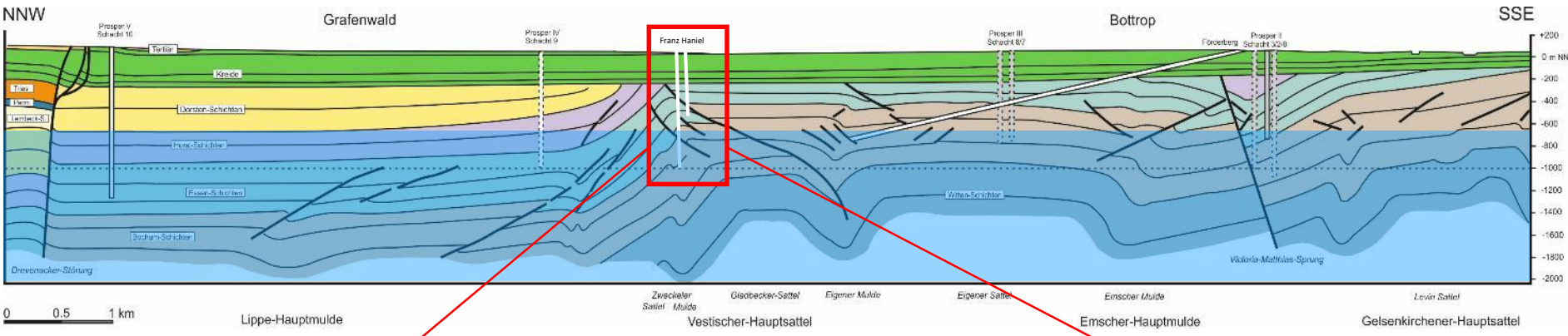
- Bau und Betriebszugang inkl. Energieableitung und Netzanbindung

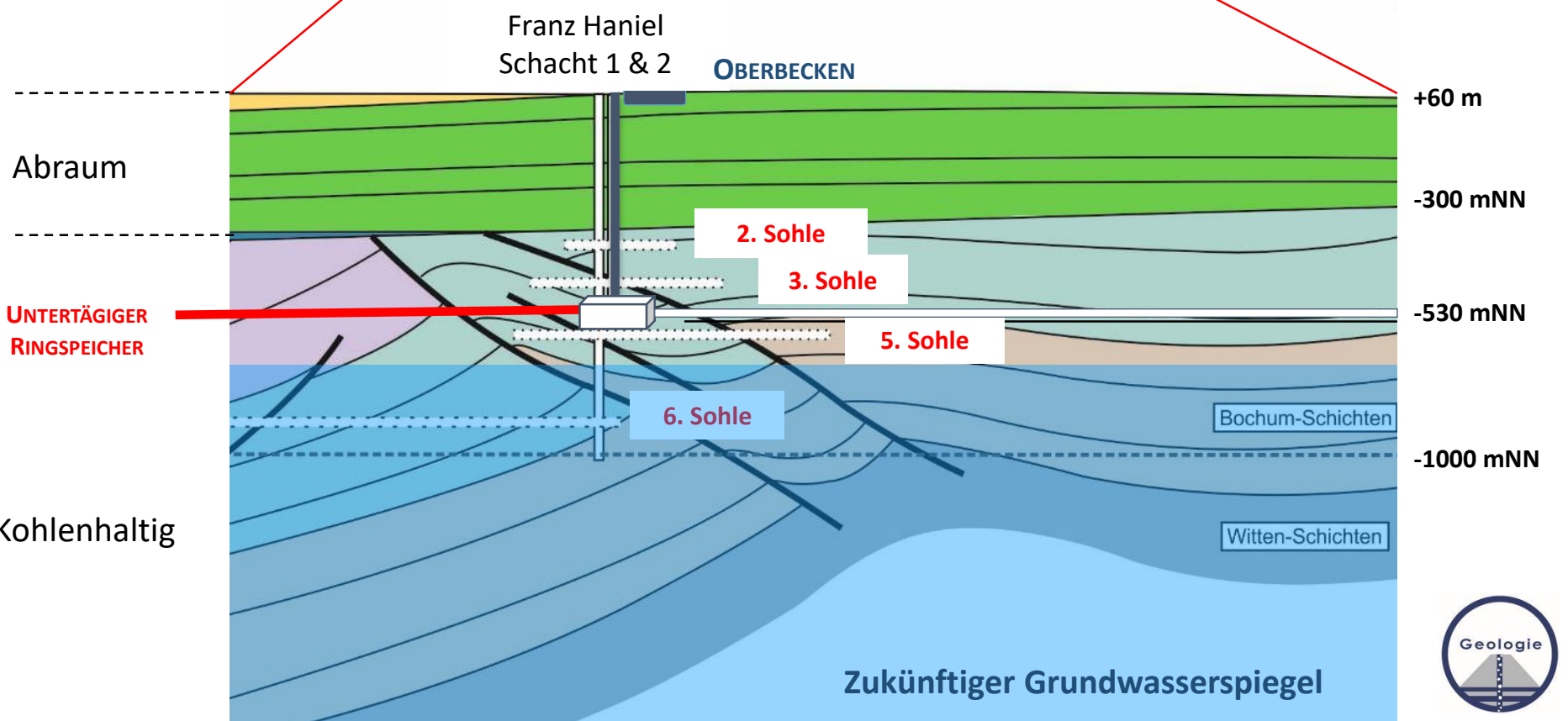
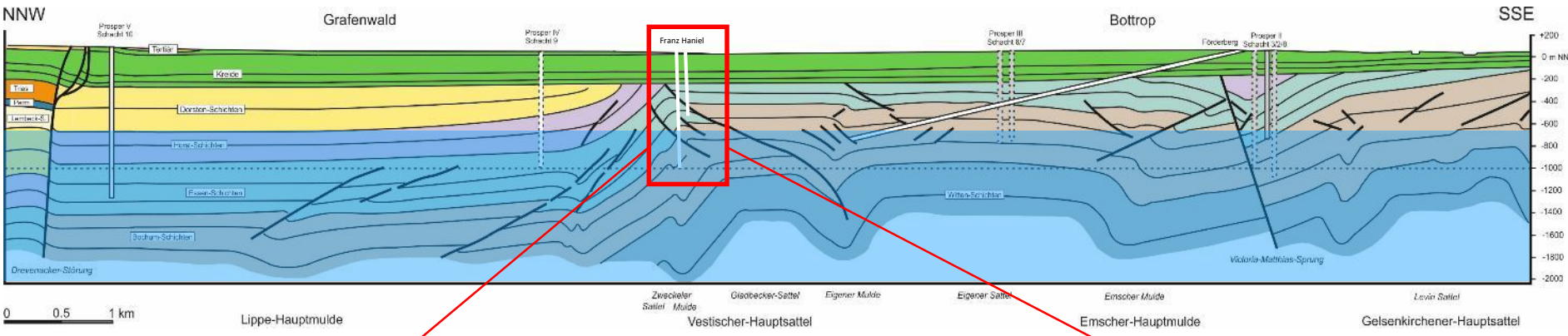
Lage des Speicherrings

- Länge: rd. 15 km Schächte 1 und 2 werden als Druckrohr- und Kommunikationsleitung sowie für die Energieableitung genutzt
- Volumen: 575.000 m³
- Durchfluss: 40 m³/s
- Max. Fallhöhe: 598 m
- Leistung: 201 MW
- Energie: 800 MWh (4 h)









Durchgeführte geologische Untersuchungen

Allgemeine Geologie Standort Prosper-Haniel

- Auswertung von geologischer Karten, Schachtschnitten, Flözrissen und Tiefbohrungen
- Interpretation des Gebirgsaufbaus hinsichtlich Faltung, Tektonik und Lithologie
- Konstruktion von geologischen Querschnitten und Schemazeichnungen



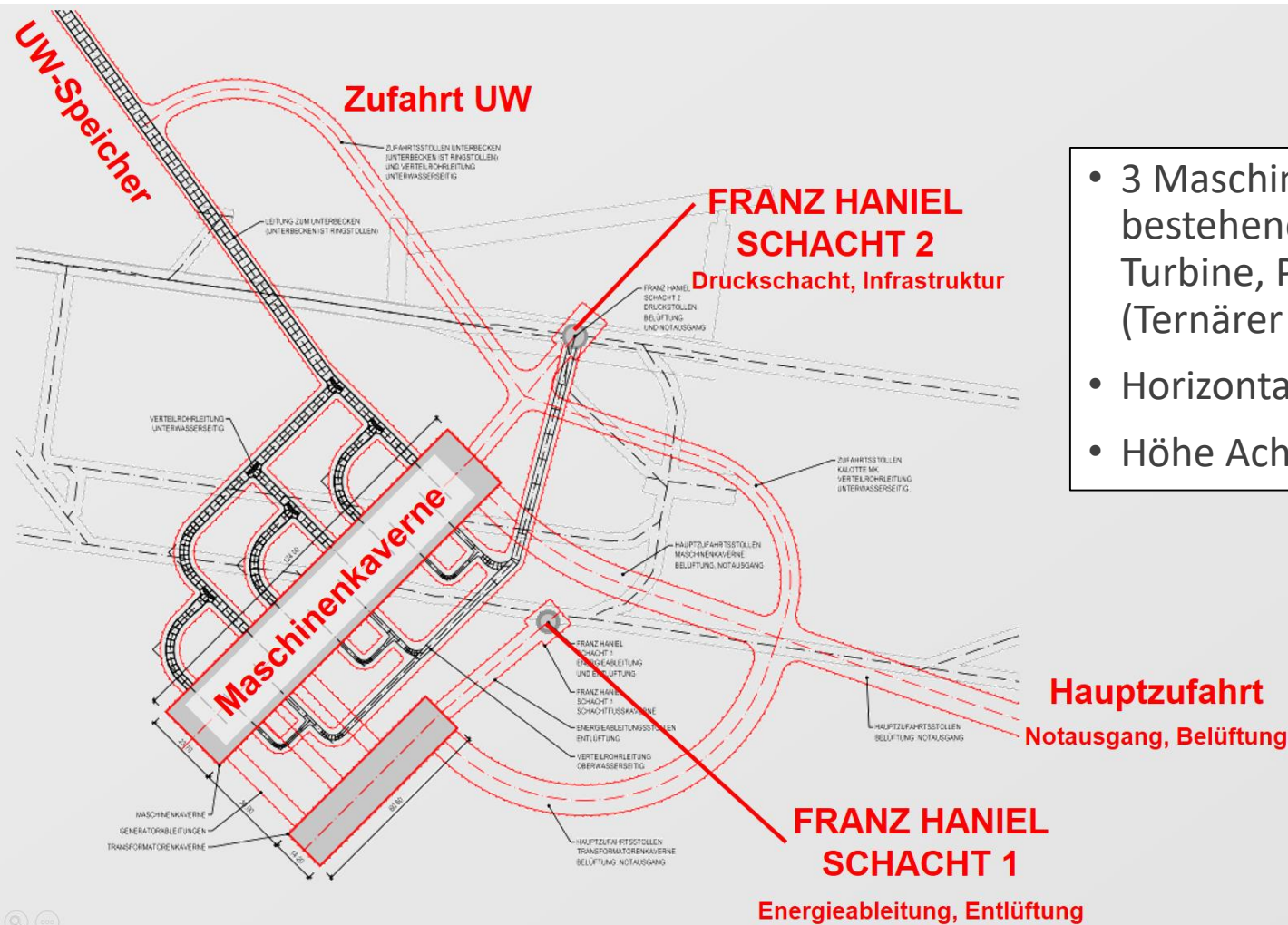
Grubenbau

- Erhebung digitaler Daten zum Aufbau des Grubengebäudes
- Ermittlung der geometrischen Eigenschaften des Streckensystems (ArcGIS)
- Aufstellung einer Matrix zur Bewertung des aktiven und inaktiven Streckensystems
- Erfassung abgeworfener Strecken und Baufelder

Hydrogeologie

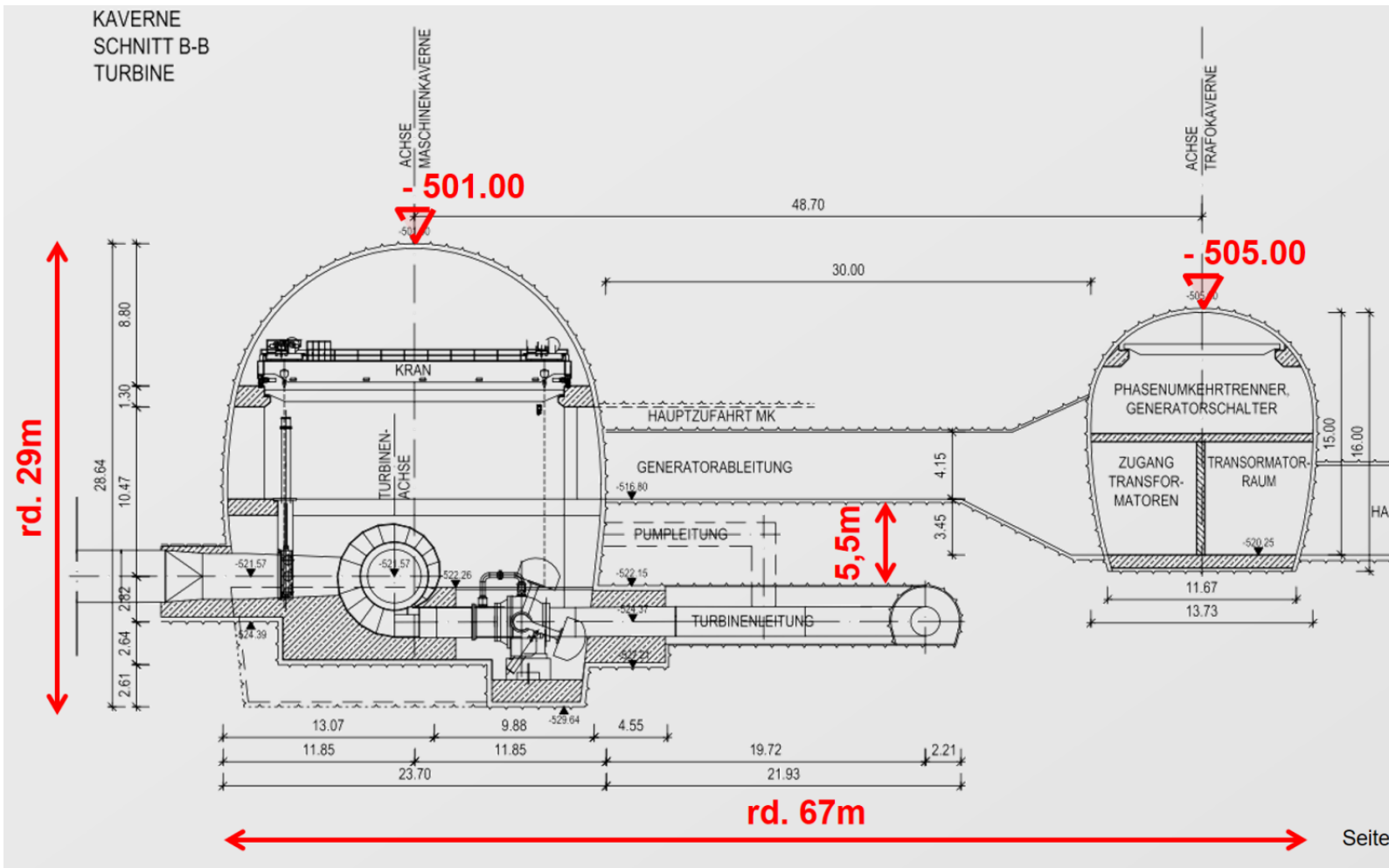
- Hydrogeologische Einordnung des Untersuchungsgebietes
- Hydrochemische Untersuchungen zur Realisierung eines offenen Systems (PHREEQ-C)

Lageübersicht technisches Konzept Untertage



- 3 Maschinensätze á 67 MW bestehend jeweils aus Turbine, Pumpe, Generator (Ternärer Satz)
- Horizontale Achse
- Höhe Achse: ca. -521 NN

Kavernenkonzzept



Durchgeführte geologische Untersuchungen

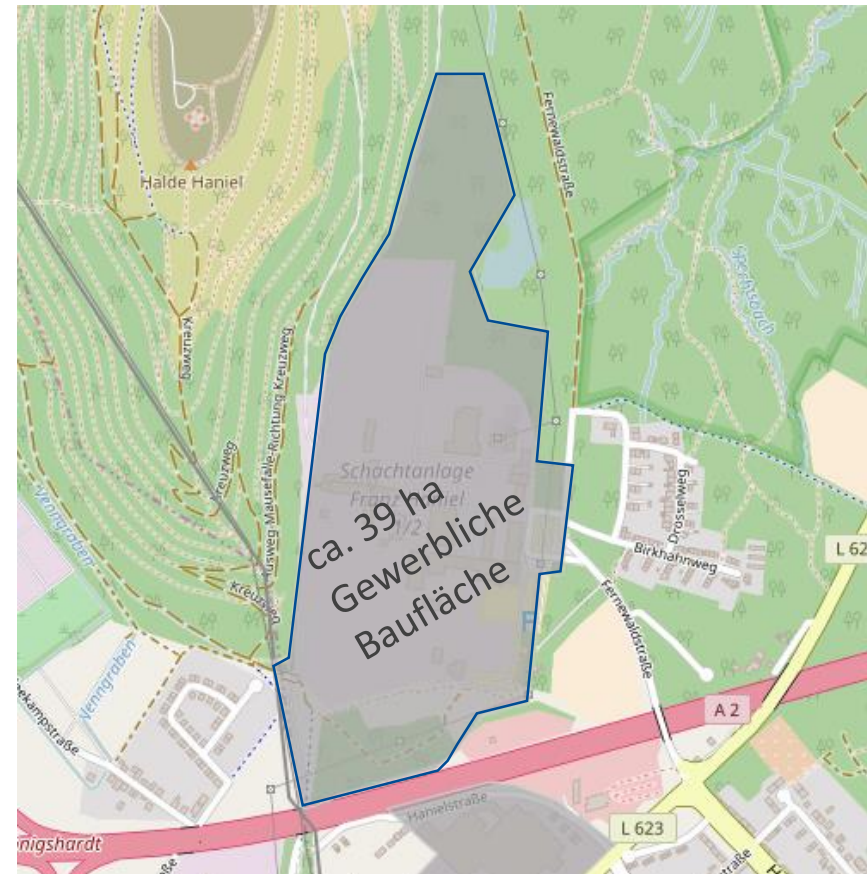
- Großtektonische Betrachtung
- Aufbau eines tektonischen Modells (Leapfrog Geo) zur dreidimensionalen Visualisierung von tektonischen Störungen und Lithologien
- Erfolgte Analyse einer Trassenschar für einen unterirdischen Ringspeicher

Detailbetrachtung am Kavernenstandort

- Räumliche Vorpositionierung von Kavernenstandorten
- Festlegung der Lage und Orientierung von Erkundungsbohrungen
- Geotechnische Aufnahme der Erkundungsbohrungen
- Aufbau eines geologischen 3D-Schichtenmodells (Leapfrog Geo)
- Numerische Berechnungen zur Stabilität der Kavernenbauten (FLAC)

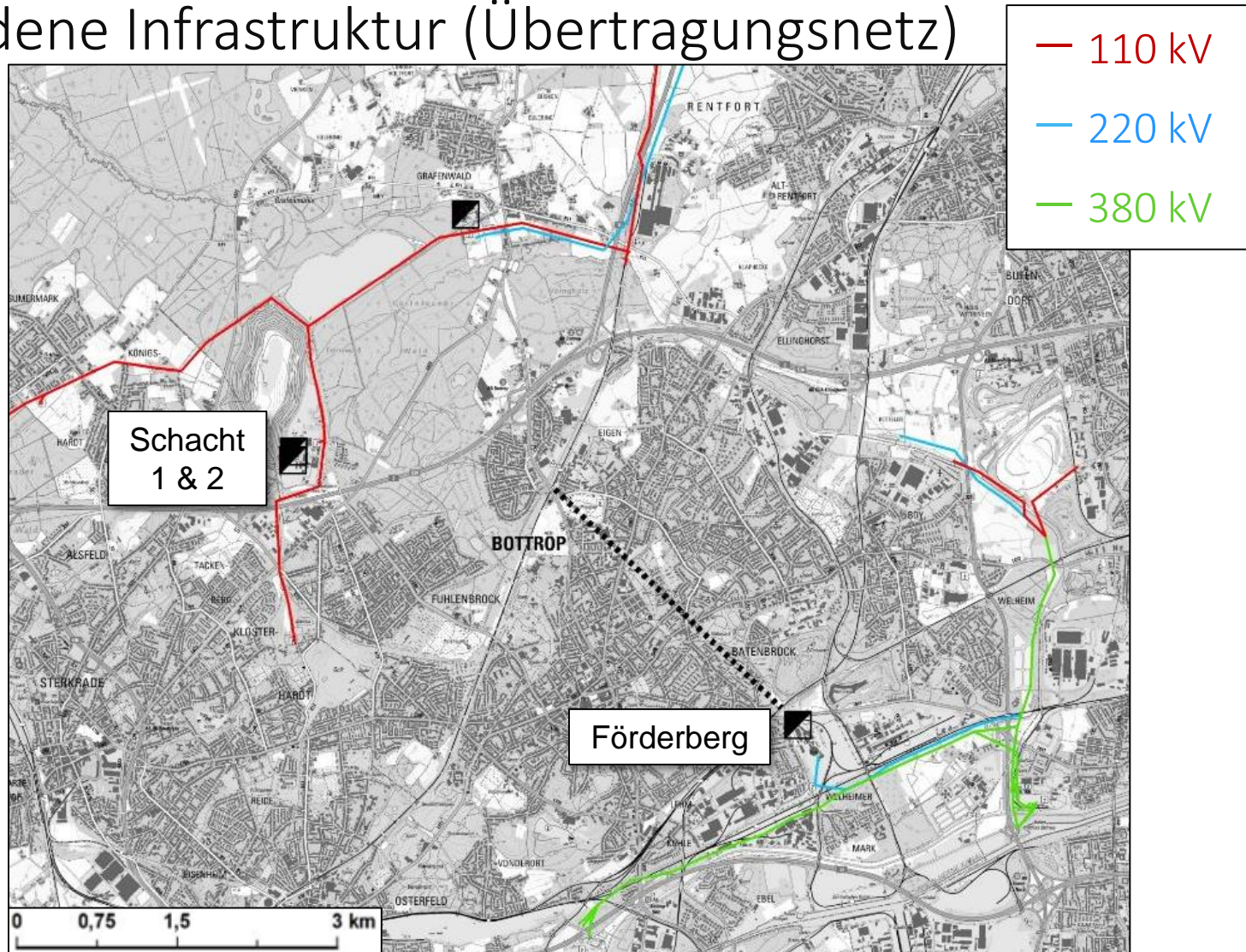
Standort Prosper-Haniel

- Bergwerksgelände teilweise im Besitz der Steag (Grubengasverwertungsanlage)
- Direkt angrenzende Schutzgebiete (FFH & LSG)

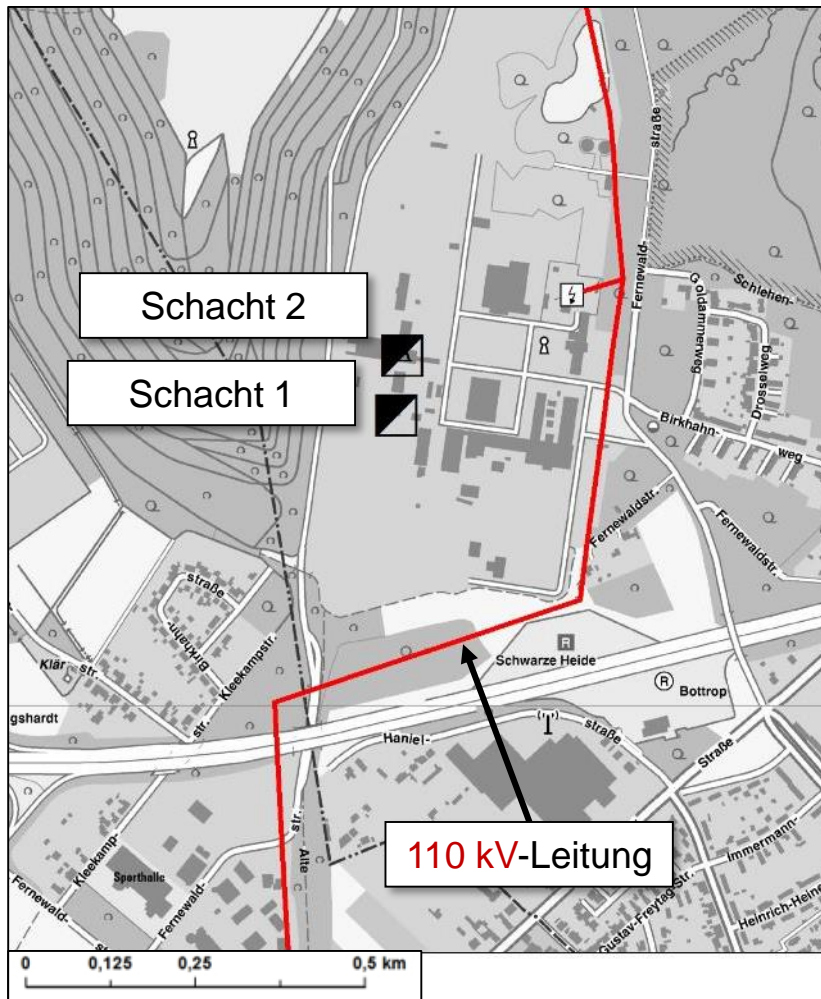


Die Flächendarstellung des Flächennutzungsplans wurde 03/2017 letztmalig aktualisiert. (Quelle: Stadt Bottrop/RVR)

Vorhandene Infrastruktur (Übertragungsnetz)



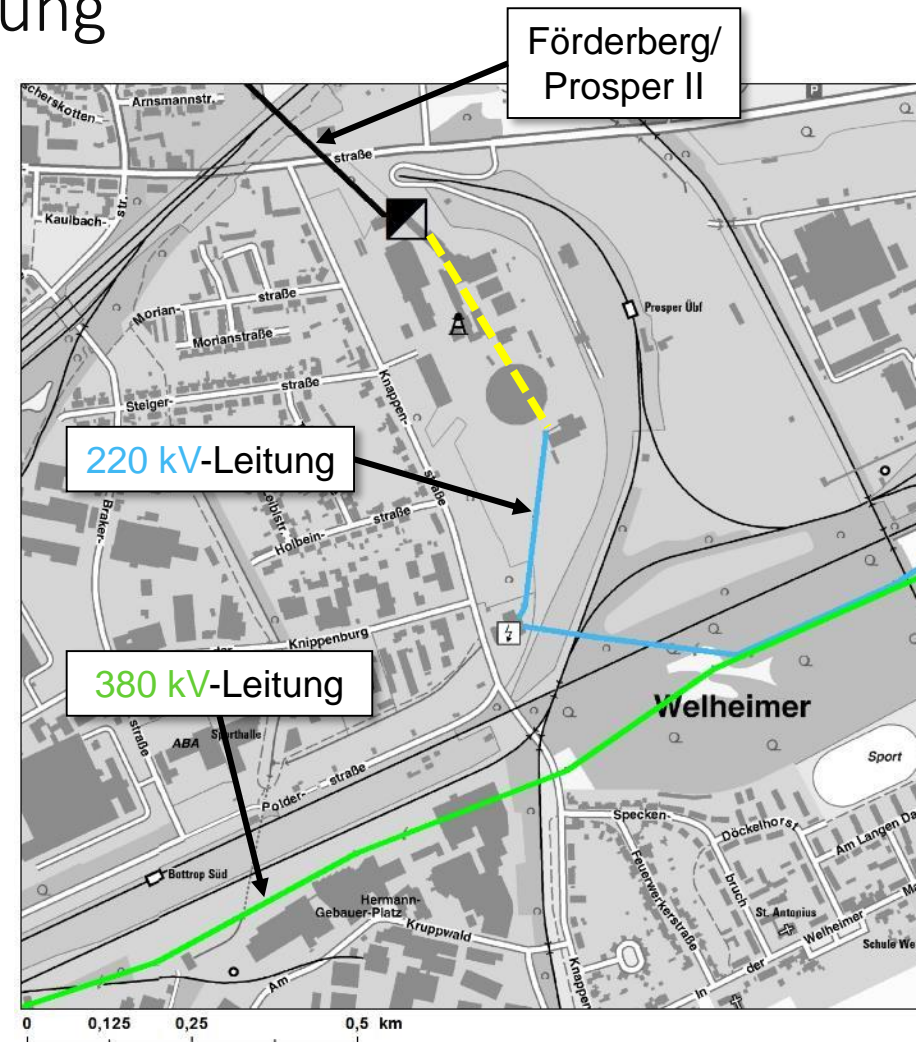
Konzeption zur Energieableitung



- Anbindung an 110 kV Spannungsnetz bereits vorhanden
- Verortung des oberen Speichers auf dem Betriebsgelände der RAG AG möglich
- Dimensionierung ist zu klären und abhängig vom unterem Speichervolumen

Konzeption zur Energieableitung

- Mehrere Spannungsebenen in 500 bis 1.000 Meter Entfernung
- Kabelführung von Maschinenkaverne → Trafokaverne → Förderberg → über Tage
- Absicherung der Hochspannungskabel im Förderberg



Betriebs- und Arbeitssicherheit für Bau und Betrieb

- Betriebssicherheit ist dauerhaft zu gewährleisten
- Konzepte für die Anlagenrevision
- Dauerhafter Umgang mit Gebirgsmechanik
- Gewährleistung der Explosionsschutzanforderungen
- Auslegung der Bewetterung für alle Betriebszustände
- Entrauchungs- und Entfluchtungsmöglichkeiten,
- u. a.



Vorsicht!
Explosionsgefahr





Rechtliche Rahmenbedingungen

Haupteinordnung für Bau und Betrieb in Berg- oder Wasserrecht

Derzeitiger Sachstand: Wasserrecht

In beiden Systemkonfigurationen (offen/geschlossen) muss die Bereitstellung von Wasser zu Zwecken der Einspeisung und Ausgleich von Verlusten geregelt sein.

Wasserkontingente und Entnahme-Entgeld

Laufende Untersuchung von Anforderungen, die in einem Planfeststellungsverfahren von Bedeutung sind

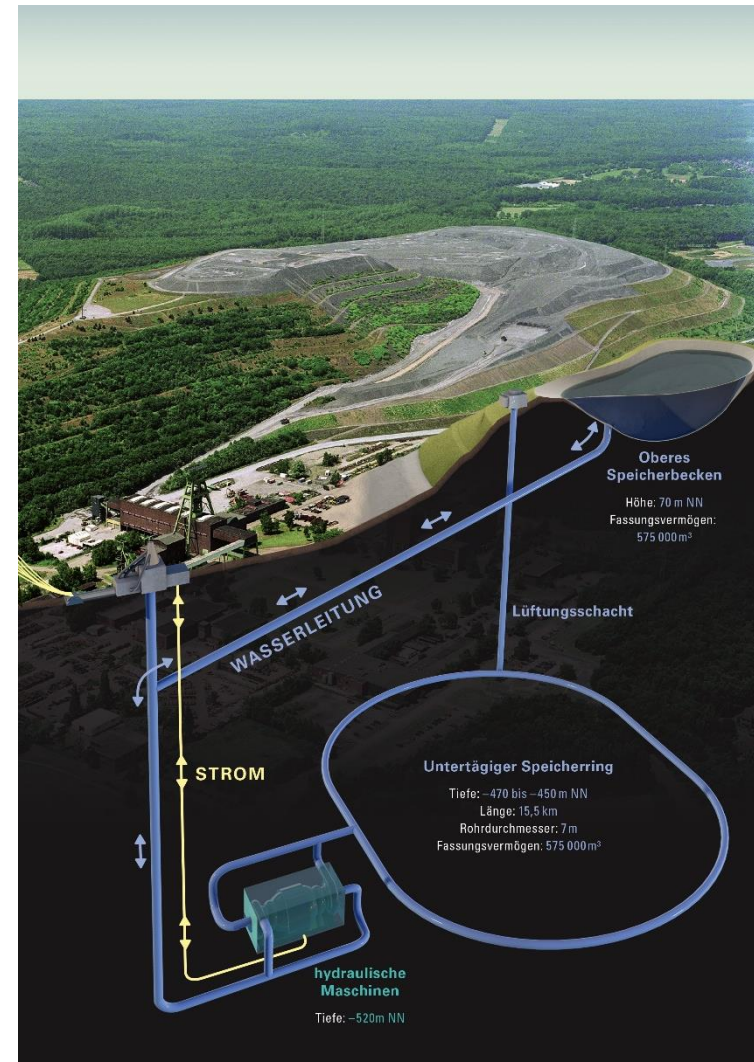
Untersuchung von Baurecht, Kreislaufwirtschaftsrecht, Bergrecht, Naturschutzrecht, Immissionsrecht, etc.

Ergebnis dieses Arbeitspaketes:

Anlage kann ohne gesetzgeberischen Handlungsbedarf in bestehenden Rechtsrahmen genehmigt werden

Die wichtigsten Ergebnisse - „in a nutshell...“

- Technische Machbarkeit konnte für das Bergwerk Prosper-Haniel bestätigt werden
- Konzept als geschlossenes System mit definierten Ober- und Unterbecken
- Anlage mit 201 MW bei 800 MWh Kapazität (4 h)
- Auffahrung und der bestehenden Schachtanlagen zu einem 15 km Ringspeicher
- Investitionskosten unter der derzeitigen Marktsituationen und Perspektiven nicht tragbar
- Markt- oder energiepolitische Anpassungen erforderlich
- Rechtliche Rahmenbedingungen gegeben (PFV + Rahmenbetriebsabschlußverfahren)
- reduzierte Landschafts- und Umwelteingriffe sorgen für eine erhöhte Akzeptanz im Vergleich zu klassischen PSW
- Anbindung an das Übertragungsnetz niederschwellig aufgrund der vorhandenen Netzinfrastruktur



Grafik: bdw; Foto: RAG

Mediale Präsenz

Anfragen aus: Australien, China, Chile, Korea, Spanien, Slowenien, Südafrika, Belgien, Frankreich, Ukraine, Polen, Tschechien, USA, Italien,...



und da war dann noch diese Anfrage... (04/2017)

THE WALL STREET JOURNAL.

Pumped Up: Renewables Growth Revives Old Energy-Storage Method



Bloomberg

How to Make Electricity in a Disused Coal Mine

EXPLORE

IN THIS SECTION
 Shaping the Globe
 Are We Alone?
 She Stalks Sharks
 Red Panda Love



ILLUMINATING THE MYSTERIES AND WONDERS AROUND US EVERY DAY

NATIONAL GEOGRAPHIC

VOL. 234 NO. 1

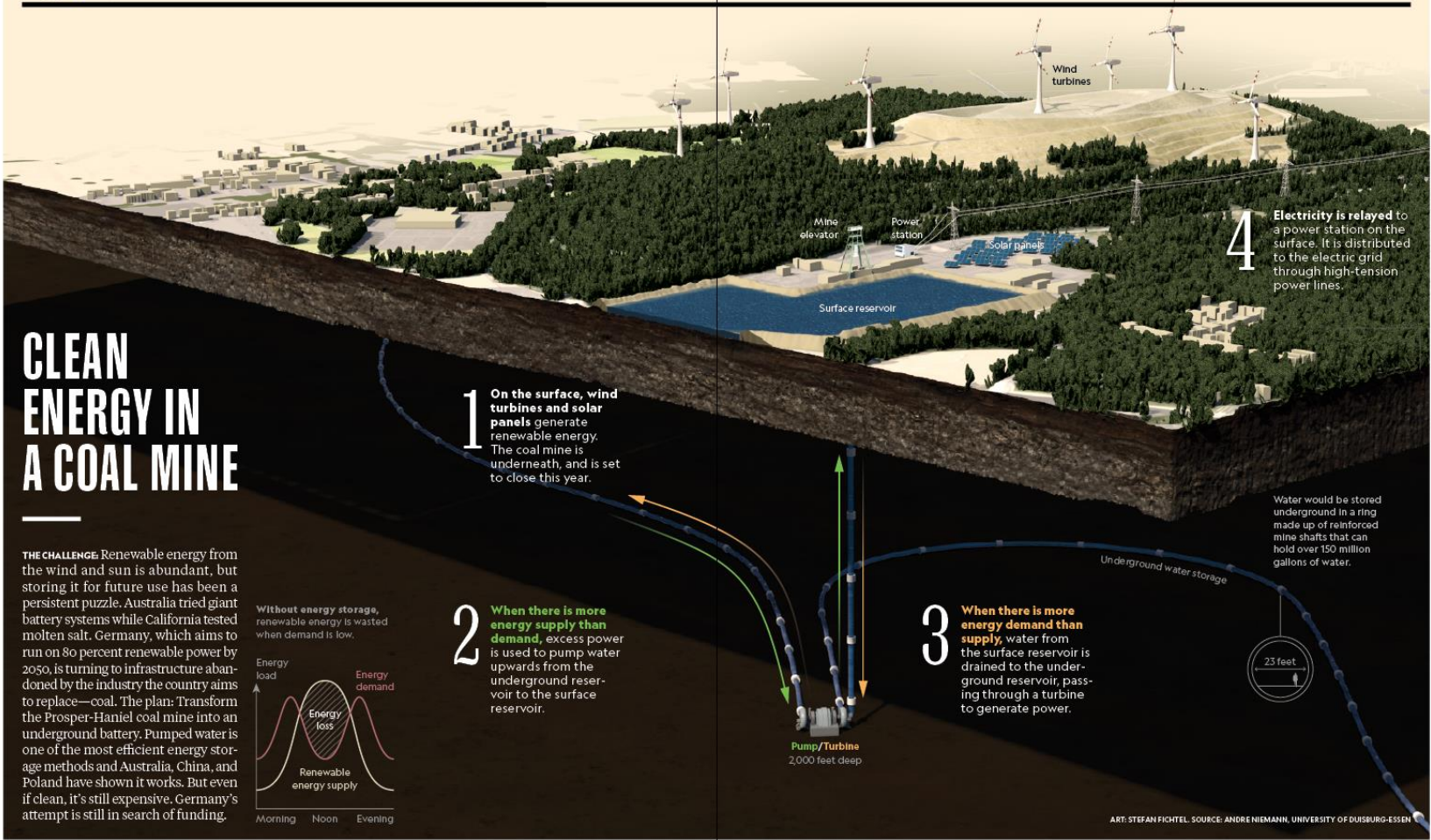


PLACE Prosper-Haniel coal mine

LOCATION North Rhine-Westphalia, Germany

DISTINCTION A shuttered hard coal plant is slated for new life as a storage facility for renewable energy

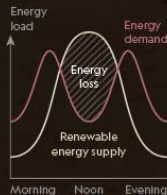
DECODER BY JASON TREAT



CLEAN ENERGY IN A COAL MINE

THE CHALLENGE Renewable energy from the wind and sun is abundant, but storing it for future use has been a persistent puzzle. Australia tried giant battery systems while California tested molten salt. Germany, which aims to run on 80 percent renewable power by 2050, is turning to infrastructure abandoned by the industry the country aims to replace—coal. The plan: Transform the Prosper-Haniel coal mine into an underground battery. Pumped water is one of the most efficient energy storage methods and Australia, China, and Poland have shown it works. But even if clean, it's still expensive. Germany's attempt is still in search of funding.

Without energy storage, renewable energy is wasted when demand is low.



1 On the surface, wind turbines and solar panels generate renewable energy. The coal mine is underneath, and is set to close this year.

2 When there is more energy supply than demand, excess power is used to pump water upwards from the underground reservoir to the surface reservoir.

3 When there is more energy demand than supply, water from the surface reservoir is drained to the underground reservoir, passing through a turbine to generate power.

4 Electricity is relayed to a power station on the surface. It is distributed to the electric grid through high-tension power lines.

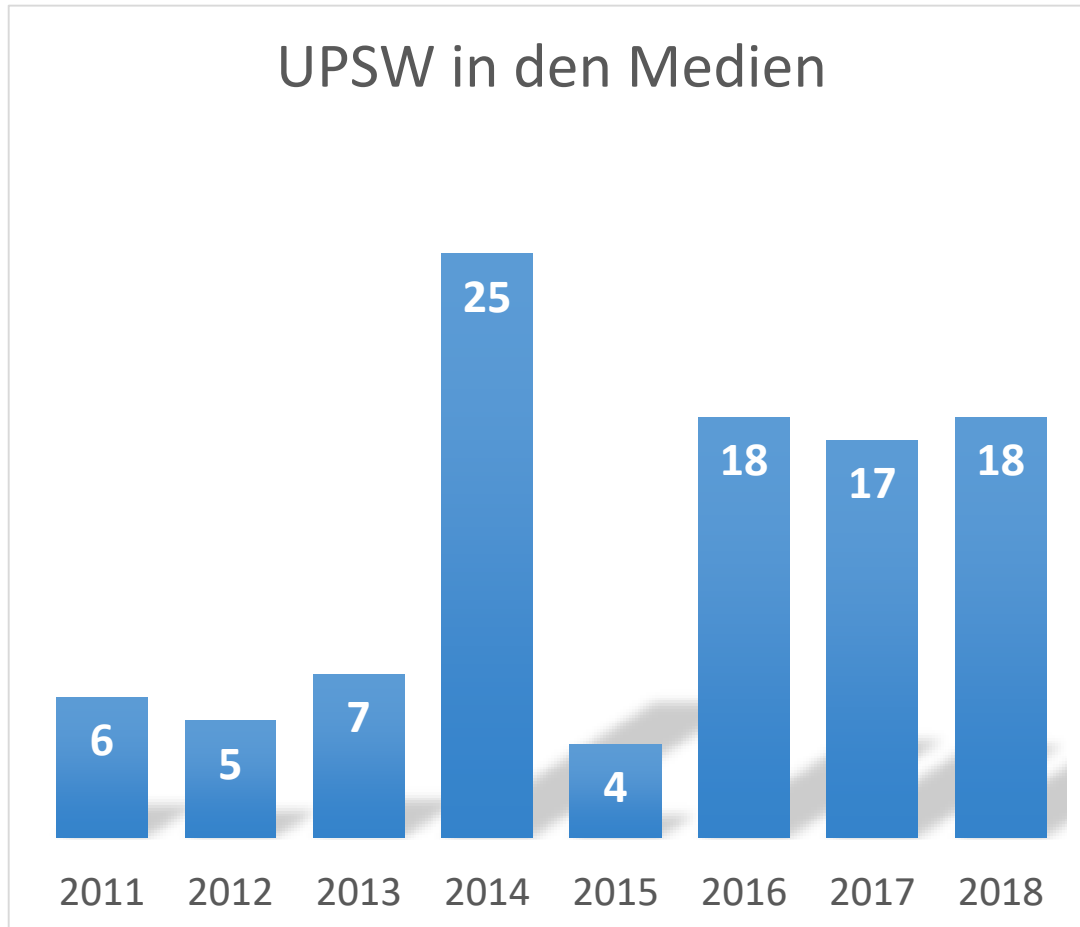
Water would be stored underground in a ring made up of reinforced mine shafts that can hold over 150 million gallons of water.



Pump/Turbine
2,000 feet deep

ART: STEFAN FICHEL. SOURCE: ANDRE NIEMANN, UNIVERSITY OF DUISBURG-ESSEN

Die mediale Präsenz des Vorhabens:



DIE ZEIT

SPIEGEL ONLINE

Frankfurter Allgemeine

ZEITUNG FÜR DEUTSCHLAND

CNBC

DIE WELT

RP

SCIENTIFIC
AMERICAN

WDR¹

ZDF

Spektrum.de

WAZ

Workshops-, Vortrags- und Gesprächstermine (2016-2019)

- 18 internationale Vorträge
- 13 Meetings/Workshops mit u. A. mit
 - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
 - MWIDE NRW
 - Virginia Government Office
 - Virginia Tech (Virginia, USA)
 - Deutschen Botschaft (Washington, USA)
 - Workshop ENGIE Belgien
 - Australische Regierung (Abgeordnete)
 - Europäischem Netzdachverband (CEO Electrabel)
 - Koreanische Botschaft
 - Europäische Kommission (Energie)
 - und weiteren....

Datum	Thema
12.04.2019	JSW Innovation - International Mining Forum
08.04.2019	EU Platform: Coal Regions in Transition
07.03.2019	ESK: Fachtagung für Energiespeicherung
28.02.2019	JSW Innovation
20.11.2018	VHS Krefeld: Was bleibt im Ruhrrevier, wenn der Bergbau
03.07.2018	VHS Dortmund
26.06.2018	IG Bergbau Chemie Energie
24.05.2018	Aachen International Mining Symposia (AIMS) 2018
01.02.2018	Energie opslag en distributie
06.12.2017	Uni-Colleg
07.10.2017	Pumpspeicherwerke und ihre Einbindung in die
29.06.2017	9. Branchentag Windenergie NRW
29.06.2017	Leopoldina Workshop: Linking Science, Society, Business and Policy for the Sustainable use of Abandoned Mines in
10.05.2017	Workshop on UPHS in Coö
09.05.2017	Workshop on UPHS in Coö
08.05.2017	Workshop on UPHS in Coö
02.05.2017	4th IAHR Europe Congress
01.02.2017	Dem Bergbau sein Erbe – Impulse für die Zukunft im

Feedback der Stakeholderbefragung durch das RISP

Beispielhaft ausgewählte Stakeholder

BUND – Landesverband NRW	Landesverband Erneuerbare Energien (LEE)
Business Metropole Ruhr GmbH (BMR)	NABU – Landesverband NRW
Deutscher Gewerkschaftsbund (DGB NRW)	pro Ruhrgebiet e.V.
Handwerkskammer Münster	Regionalverband Ruhrgebiet (RVR)
Haus und Grund Ruhr	Verbraucherzentrale NRW
IHK Nord Westfalen	Wirtschaftsförderung Kreis Recklinghausen
Innovation City Ruhr Management GmbH	WiN Emscher-Lippe GmbH
KlimaExpo.NRW	

Tenor der Stakeholdergespräche: grundsätzlich positiv...

- „stabilisiere den Umbau des Energiesystems, gewährleistet als Speicher Versorgungssicherheit inmitten des metropolen Ballungsraums“
- „verkörpere Bergbaufolge nicht nur durch Nachnutzung, sondern auch i.S. der Weiterverwertung von Bergbau-Know-How“
- „habe das Format zu einem innovativen regionalen Leitprojekt“
- ...

Feedback der Stakeholderbefragung

Kritische Einwürfe

- *„ließe sich auf dem aktuellen Energiemarkt nicht darstellen und sei angesichts der Investitionskosten mit hohem Risiko behaftet“*
- *„sei ein infrastrukturelles Großprojekt alter Machart, einmal im Betrieb, werden keine weiteren technologischen Innovationen angestoßen“*

Anregungen und Impulse

- *„Synergien herstellen: EL als Region von Speichertechnologien (virtuelles Kraftwerk plus Brennstoffzellentechnik) und Energieeffizienz“*
- *„Entwicklung des Standorts Prosper-Haniel in Bottrop inklusive Oberbecken als städtebauliches Highlight“*

EU-Aktuell - Plattform für Kohleregionen im Wandel

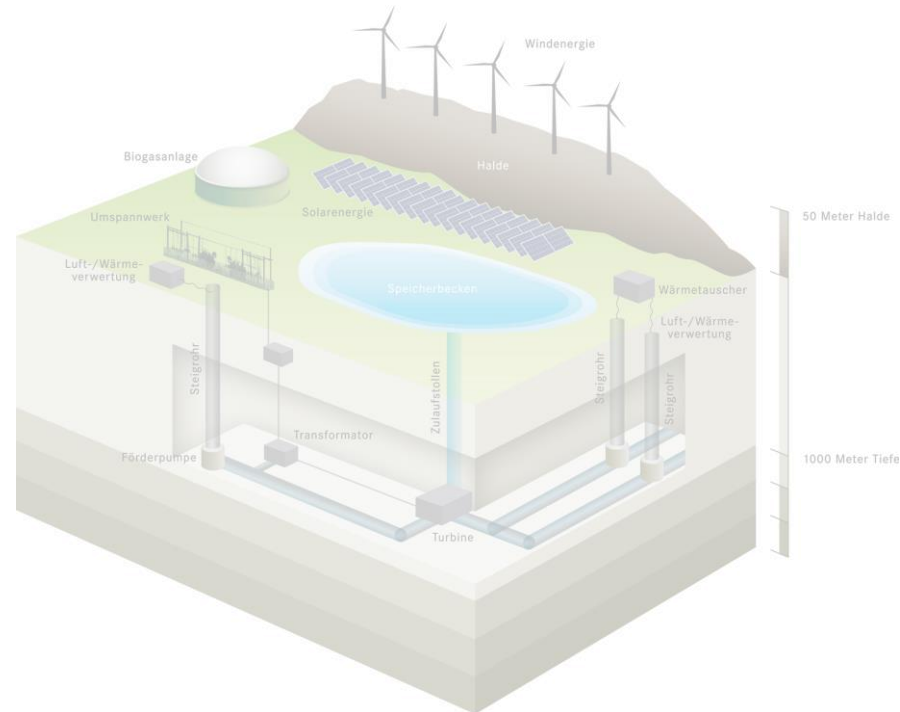


- Hintergrund:
 - in 41 Regionen in 12 Mitgliedstaaten wird oder wurde Kohle gefördert
 - Das Bekenntnis der EU zum Umstieg auf regenerative Energien ist unumkehrbar und nicht verhandelbar
- Die einzurichtende Plattform für Kohleregionen im Wandel soll helfen, die Herausforderungen der Erhaltung von Wachstum und Beschäftigung in diesen betroffenen Gemeinschaften zu bewältigen (ökologisch und sozial)
- Dialog über
 - politische Rahmenbedingungen und Finanzierung
 - Strukturwandel, einschließlich wirtschaftlicher Diversifizierung und Umschulung sowie Managementstrukturen
 - die Einführung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger, Ökoinnovationen und fortschrittliche Kohletechnologien



Quelle: Coal Regions in Transition

Vielen Dank



Prof. Dr.-Ing. André Niemann
andre.niemann@uni-due.de

Jan Peter Balmes, M.Eng.

Universität Duisburg-Essen
Zentrum für Wasser- und Umeltforschung (ZWU)
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft
Universitätsstraße 15

45141 Essen

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt „Machbarkeit eines untertägigen PSW am Bergwerk Prosper-Haniel
in Bottrop in der Bergbaufolge“

MWIDE NRW, Projektträger ETN, Förderkennzeichen: PRO 0063,
BMW, Projektträger Jülich, Förderkennzeichen: 03E T6100