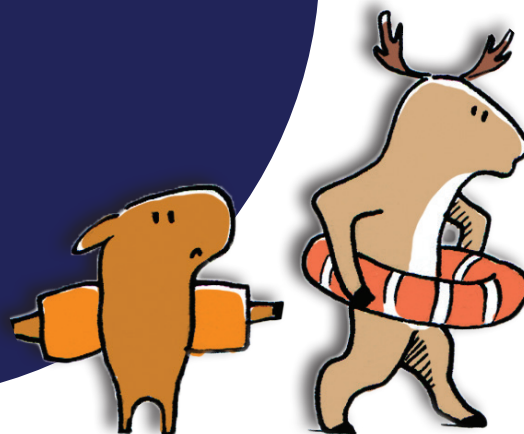




ES TAUT!

DEUTSCH
Frozen-
Ground
Cartoons



EINE INTERNATIONALE
KOOPERATION ZWISCHEN
KÜNSTLERN UND PERMAFROST-
WISSENSCHAFTLERN

HETA NÄÄS NOÉMIE ROSS



*Also geht raus und prokrastiniert.
Prokrastiniert mit Sinn und mit Stolz.*
– JORGE CHAM, *PILED HIGHER AND DEEPER* (2009, FREIE ÜBERSETZUNG)

INHALT

- 3 VORWORT
- 4 EINE KOOPERATION ZWISCHEN KÜNSTLERN UND PERMAFROST-WISSENSCHAFTLERN
- 6 COMICS VON NOÉMIE ROSS
- 17 COMICS VON HETA NÄÄS

DAS WISSENSCHAFTS-TEAM

Frédéric Bouchard (Leiter), Michel Paquette und Audrey Veillette Department of Geography, Université de Montréal & Centre d'études nordiques (CEN), Université Laval, Kanada Michael Fritz und Stefanie Weege Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar und Meeresforschung (AWI), Deutschland Julie Malenfant-Lepage Department of Civil and Water Engineering und CEN, Université Laval, Kanada Bethany Deshpande Department of Biology & CEN, Université Laval, Kanada Alexandre Nieuwendam Centro de Estudos Geográficos/IGOT, Universidade de Lisboa, Portugal Ashley Rudy Department of Geography and Planning, Queen's University, Kanada Matthias Siewert Department of Ecology and Environmental Sciences, Umeå University, Schweden Ylva Sjöberg Department of Physical Geography and the Bolin Center for Climate Research, Stockholm University, Schweden Jon Harbor Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Purdue University, USA (Berater) J. Otto Habeck Institute for Social and Cultural Anthropology, Universität Hamburg, Deutschland (Berater)

PROJEKT VIRTUELLE REALITÄT

Julie Sansoulet Takuvik Joint International Laboratory, Université Laval, Kanada und Centre national de la recherche scientifique, Frankreich

Permafrost-Comics: Der Ursprung

Dieses Projekt startete im Oktober 2015 mit einer verrückten Idee: Schreiben und Einreichen eines Antrags auf Förderung einer internationalen, multi-disziplinären und nicht-traditionell wissenschaftlichen Projektinitiative... innerhalb von 48 Stunden.

Und es hat geklappt! Eine Gruppe hoch motivierter, junger Forscher aus Kanada und Europa hat sich gebildet, um Kunst und Wissenschaft zu kombinieren und eine Reihe von Comics über Permafrost (gefrorene Böden) zu produzieren. Unser Ziel ist es, zu zeigen, wie wissenschaftliches Arbeiten im hohen Norden funktioniert, mit dem Schwerpunkt auf Geländearbeit und den schnellen Umweltveränderungen in der Arktis. Die Zielgruppe sind Kinder, Jugendliche, Eltern und Lehrer, mit dem allgemeinen Ziel, Permafrost zugänglicher und mit Spaß zu vermitteln.

Denn ratet mal: Permafrost ist ein Gebiet von mehr als 20 Millionen km² auf der Nordhalbkugel – ein riesiges Gebiet. Durch die Klimaerwärmung taut der Permafrost und wird zu instabil, um Häuser, Straßen und Flughäfen zu tragen. Durch das Auftauen von gefrorenem Boden werden außerdem Pflanzen- und Tierhabitate zerstört, die Wasserqualität und Ökologie von Seen beeinflusst und auf Grund der Freisetzung von Kohlenstoff als Treibhausgas in die Atmosphäre wird der Klimawandel sogar verstärkt. Daher betrifft Permafrost und seine Reaktion auf den Klimawandel uns alle. Die Internationale Permafrost Gemeinschaft (IPA) hat das Projekt als „Action Group“ von Beginn an unterstützt und seitdem sind noch viele weitere Sponsoren dazugekommen.

Und hier sind wir nun: Zwei Jahre nach der ersten Idee. Ihr seid kurz davor das zu lesen, was das Ergebnis eines ständigen Austauschs zwischen Künstlern und Wissenschaftlern ist. Zunächst hatten wir eine Ausschreibungsrunde und erhielten 49 Bewerbungen von Künstlern aus 16 Ländern. Durch ein Bewertungsverfahren wählten wir zwei Künstlerinnen aus, um an diesem Projekt zu arbeiten: Noémie Ross aus Kanada und Heta Nääs aus Finnland. Mit den Beiträgen von Wissenschaftlern erstellten Noémie und Heta fantastische Cartoons, die ein paar der Veränderungen erklären, die in Permafrost-Gebieten passieren. Zum Beispiel: wie wird die Welt der Menschen und Tiere beeinflusst und was machen Forscher, um diese Prozesse besser zu verstehen, sodass sie den Einheimischen helfen können, innovative Wege zur Anpassung zu finden.

DAS WISSENSCHAFTLER-TEAM DER PERMAFROST-COMICS

Dieses Projekt wäre nicht möglich gewesen ohne die Unterstützung der folgenden Organisationen:

Alfred-Wegener-Institut Helmholtz Zentrum für Polar und Meeresforschung (AWI), International Permafrost Association (IPA), International Arctic Science Committee (IASC), Permafrost Young Researchers Network (PYRN), Arctic Development and Adaptation to Permafrost in Transition (ADAPT), Climate and Cryosphere (CliC), Association of Polar Early Career Scientists (APECS), EU Horizon 2020 project Nunataryuk, Deutsche Gesellschaft für Polarforschung (DGP).



Originaltitel: Frozen-Ground Cartoons: an international collaboration between artists and permafrost scientists

frozengroundcartoon.com

DOI <http://doi.org/10.2312/GFZ.LIS.2018.003>



Diese Arbeit ist lizenziert unter der Lizenz des Typs Creative Commons - nicht kommerzielle Nutzung 4.0 Internationale Lizenz. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Graphikdesign NOÉMIE ROSS

Redaktionelle Bearbeitung ANRI SAURANEN

Verwendete Schrift Titillium.



Eine Kooperation zwischen Künstlern und Permafrost-Wissenschaftlern

Ich bin **Noémie Ross** aus Montréal in der Provinz Québec in Kanada. Ich liebe es, durch meine kreative Arbeit Informationen zu vermitteln. Wenn ich interessante Comics zeichnen möchte, muss ich einfach fragen: Was ist Permafrost?



Permafrost

Boden, der für mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre bei einer Temperatur von unter 0°C bleibt. Das bedeutet, dass ein solches Gebiet im Winter gefroren ist und auch im Sommer nicht taut. Der Begriff Boden umfasst Erde, Gestein, Sediment, organisches Material und Eis.



Organisches Material

Reste von abgestorbenen Pflanzen und Tieren, welche in Böden, inkl. Permafrost, gefunden werden können. Organisches Material ist kohlenstoffreich und wird in der Kälte, bzw. unter feuchten oder gefrorenen Bedingungen, nur sehr langsam bzw. gar nicht zersetzt. Aus diesem Grund wird ein Großteil der organischen Masse aus vergangener Vegetation und toten Tieren (z.B. Mammuts) unzeretzt in den gefrorenen arktischen Böden aufbewahrt.



Eiskeil

Wenn Böden einfrieren, entstehen oft Risse in Form eines mehreckigen (polygonalen) Musters. Wasser aus der Schneeschmelze und Regen kann in die Risse fließen und dort schließlich wieder gefrieren. Auf diese Art und Weise bilden sich über einen längeren Zeitraum Eiskeile, die eine Dicke von mehreren Metern erreichen können. Außerdem entsteht durch sie ein polygonales Muster auf den Böden, das weite Gebiete in der arktischen Tundra bedeckt.

Sedimente

Steine, Kies, Sand und Lehm, die von Flüssen, Gletschern oder Wind abgelagert wurden. Der Untergrund, auch Permafrost, beinhaltet enorme Mengen an Sedimenten.

Saisonaler Frost

Untergrund, der nur im Winter einfriert. Im Winter isoliert Schnee den Untergrund, wodurch mit einer dickeren Schneeschicht der Boden weniger gefriert, als wenn nur eine dünne Schneeschicht aufliegt und die sehr kalte Luft in den Boden eindringen kann.



Geomorphologie

Wissenschaftliche Disziplin, die sich mit Landformen und der Entwicklung von Landschaften auseinandersetzt.

Auftauschicht

Der oberste Bereich in Permafrost-Gebieten, der im Sommer auftaut. Die Auftauschicht ist je nach lokalem Klima und Bodeneigenschaften meist zwischen 0.5 und 2 m dick.

Permafrost-Gebiete

Je nach der Verbreitung von gefrorenen Böden in einem Gebiet kann man Permafrost in unterschiedliche Zonen aufteilen. Im kontinuierlichen Permafrost ist fast der gesamte Boden gefroren (90-100%), im diskontinuierliche Permafrost 50-90%, in der sporadischen Zone sind 10-50% der Böden gefroren und im isolierten Permafrost weniger als 10%. *Siehe Karte auf der Rückseite



Tundra

Ein Landschaftstyp mit kaltem Klima, gefrorenen Böden (Permafrost), spärlicher Vegetation (hauptsächlich Gräser) und normalerweise ohne Bäume.

Arktis

Die Region rund um den Polarkreis (66 Grad und 34 Minuten Nord) bis zum Nordpol. Sie bildet die südliche Grenze der kontinuierlichen Winterdunkelheit. Die Arktis kann ebenfalls als Gebiet nördlich der Baumgrenze definiert werden, sowie anhand von Orten, an denen die Temperaturen sogar im Juli unter 10°C bleibt. Welche Definition auch immer genutzt wird, die Arktis umfasst ein weites Gebiet.



Temperatursensor

Ein Gerät zur Messung der Temperatur. Es funktioniert wie ein Thermometer.

Talik

oder „Auftau-Blase“ Bereiche im Permafrost, die nicht gefroren sind. Diese befinden sich hauptsächlich unter Seen und Flüssen.

Thermokarst

Durch das Auftauen von eisreichem Permafrost kommt es zur Erosion (Abtrag) und später zur Ablagerung des Materials an anderer Stelle. Dadurch wird die Stabilität des Untergrunds verringert.



Erdbeben

Ausgelöst durch einen Verlust von struktureller Stabilität im Untergrund, z.B. wenn eisreicher Permafrost taut. In der Folge beginnt sich der Boden zu bewegen, was zu einer Beschädigung von Häusern, Straßen und Flughäfen in Permafrost-Gebieten führen kann.

Tau-Rutschungen

Solche Erdbeben entstehen, wenn es an den Hängen von Tälern zum Auftauen von eisreichem Permafrost kommt. Das Material rutscht mit dem Schmelzwasser nach unten und zurück bleiben erodierte Gebiete.

Erosion

Im Laufe der Zeit werden Berge und Land abgetragen und die Sedimente von Wasser, Wind oder Eis an einen anderen Ort transportiert. Dieser Prozess wird als Erosion bezeichnet. In Permafrost-Gebieten kann Erosion auftreten, wenn Permafrost taut, z.B. in Tau- und Erdbeben.



Ich bin **Heta Nääs** aus Helsinki in Finnland. Ich finde es interessant, Comics über ein mir unbekanntes Thema wie Permafrost-Forschung zu zeichnen. Und jetzt, wo die Wissenschaftler meine Fragen beantwortet haben, bin ich bereit an dieser Geschichte zu arbeiten!



Besuch vom Stargast

Studenten, hört bitte zu!
Wir können uns sehr glücklich schätzen, dass wir heute einen ganz besonderen Gast haben werden, der uns eine Einführung in das Thema Permafrost geben wird.

Also Dr. Petit, sie haben gerade angefangen, sich mit Permafrost-Wissenschaft auseinanderzusetzen.

Also, eine einfache Frage für den Anfang. Was ist Permafrost?

Permafrost ist eine Temperatur-Zustand...

Toll! Genau wie ich dachte; das ist der berühmte und internationale Permafrost-Forscher.

Echt jetzt? Du meinst den Star-Redner bei Konferenzen? Cool!

Öft denken Leute, dassss gefröner Grund nur durch Schnee und Eis beschrieben werden kann.

Ich mag seinen Akzent. Er ist so charmant.

Ich will kein Wort verpassen!

Abär, wie gesagt, gefröner Grund ist ein Temperatur-Zustand von den Böden.

Wir definieren Permafrost als Untergrund oder Material, das für mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre gefroren bleibt.

In Sibirien gibt es Permafrost, der fast zwei Kilometer tief ist.

Also es ist wahr: Es kann Schnee öder Eis sein...

...aber eigentlich jedes Material, das gefroren sein kann, zum Beispiel...

...stein...

...sand...

...und jede andere Art von Böden.

Hat jemand ein Frage?

Sollten wir uns Sorgen machen, dass der Permafrost schmilzt? Wegen dem Klimawandel?

Nein, nein, nein...

Oh, ich...ich... dachte wirklich, dass das ein Problem darstellt...

Ja, ja, ja...

...aber jetzt sagen Sie, dass es keine Gefahr darstellt, wenn der Permafrost schmilzt?

Nein, nein, nein...

Ja, ja...!?

Nein, nein...!?

Die Veränderung des Klimas ist ein Problem, weil Permafrost direkt in Zusammenhang steht mit der Temperatur von der Lüft.

Dürch das Erwärmen der Pole könnte Methan, das im Untergrund eingeschlossen ist, freigesetzt werden und in die Lüft gelangen.

Ah, okay! ich dachte ich läge falsch...

Dü liegst falsch...

...weil wir nischt sagen, dass gefröner Grund schmilzt.

Das ist ein weit verbreiteter Ürrtum.

Denn wie isch bereits vorhär gesagt habe, ist es nicht nur Eis und Schnee, esss kann auch Stein sein oder Sand...

Dahär sagt man, weil es genauer isst, dass es taout.

taucht? taugt? tobt? Toast? Es... was?

Es taout! Wie eine Hühnchen!

Halt das bitte für mich!

Dü brauchst eine Vorführung...

Tap! Tap! Tap!

Ein Schneeball schmilzt, rischtig?

Aber ein Hühnchen, der aus dem Gefrierschrank kömmt...

...verwandelt sich nischt in eine Pfütze!

Ha!

Er meint es taout!

O-k-a-y! Jetzt ist es klar!

Das ist es!

Das Klima verändert sich, mein liebes Rentier!

<p>Mama, die will ich nicht anziehen!</p>	<p>Du hast keine andere Wahl! Du musst deine Schwimmflügel tragen.</p>	<p>Musstest du die auch anziehen als du noch klein warst?</p> <p>Als ich noch jung war, war das nicht notwendig.</p>
<p>Also, warum soll ich sie dann anziehen?</p> <p>Weil sich das Klima verändert mein liebes Rentier!</p>	<p>Du weißt, was mit deinem Onkel passiert ist...</p> <p>Ja, aber warum ist das nochmal passiert?</p>	<p>Weltweit ist die Temperatur gestiegen und Böden, die früher gefroren waren, neigen heute dazu weniger zu gefrieren... er ist im Boden eingesunken, der zu weich war ihn zu tragen.</p>
<p>Du weißt, dass ich damals noch im Süden der Tundra lebte. Wir hatten viel zu Essen...</p>	<p>Aber heute ist die Vegetationsperiode länger und wärmer. Bäume haben unsere Gräser ersetzt.</p>	<p>Die Leute haben angefangen, die Böden zu bewirtschaften...</p>
<p>Da sind Mücken, die wir früher nie gesehen haben, und es gibt Waldbrände...</p>	<p>Es gibt mehr Niederschläge...</p> <p>I'm singing in the rain...</p>	<p>Verändert sich das Klima nur hier?</p> <p>Nein, es hat Einfluss überall auf der Welt...</p>
<p>Mama, ich will die nicht tragen! Du weißt doch, dass ich schwimmen kann!</p> <p>Du weißt, dass das Eis fast weg ist. Du wirst also eine ganze Menge schwimmen müssen!</p>	<p>Aber ist es wahr, dass die Auswirkungen im Norden größer und schneller sind?</p> <p>Warum?</p>	<p>Das Eis in der Arktis wird jedes Jahr dünner und zieht sich immer früher zurück, sodass Boote mittlerweile viel weiter in den Norden fahren können. Du wirst bald immer mehr solcher Boote sehen!</p>

<p>Schnee und Eis schmelzen. Dadurch gibt es mehr dunkleres Land und offenen Ozean, die mehr Energie aufnehmen...und das macht sie wärmer.</p>	<p>Die Luftschicht, die sich aufheizen muss, um die Erdoberfläche zu erwärmen, ist in der Arktis dünner und deshalb ist die Erwärmung hier wo wir leben sogar noch schneller.</p>	<p>Warum unternimmt denn dann niemand was?</p>
<p>Die Menschen versuchen etwas zu tun, aber es ist gar nicht so leicht das zu stoppen.</p>	<p>Überall auf der Welt arbeiten Menschen zusammen an einem Plan, um die Klimaerwärmung zu verlangsamen.</p>	<p>Der Hauptgrund für die Erwärmung ist CO₂. Es stammt vor allem aus der Industrie.</p> <p>Es zu reduzieren, ist sehr schwer und selbst wenn es einen Plan gibt, wird es viele Jahre dauern bis wir einen positiven Effekt sehen werden.</p>
<p>Dann muss jeder jetzt schon anfangen, etwas zu unternehmen!</p> <p>Da hast du Recht!</p>	<p>OK, was kann ich machen? Ich will etwas bewirken!</p>	<p>Na ja, für den Anfang würde ich vorschlagen, dass du aufhörst diesen Arm zu bewegen.</p>
<p>Mama, im Ernst! Ich will etwas Sinnvolles für zukünftige Generationen tun!</p>	<p>Oh, ich meine es genauso ernst wie du.</p>	<p>Wenn du die zukünftigen Generationen sehen möchtest...</p> <p>...wenn du einmal selber Kinder haben möchtest...</p>
<p>...musst du zu aller erst sicher gehen...</p>	<p>... dass du auf dich aufpasst!</p> <p>Schmatz!</p>	<p>Los geht's!</p> <p>Wie uncool!</p>

Das Rentier und die Stechmücken

Panel 1: Papa, ich bin so glücklich, dass ich für diesen Sommer mit der Schule fertig bin und endlich mit dir zur Arbeit kommen kann!

Panel 2: Ich auch mein Sohn! Ich werde dir eine ganze Menge zeigen!

Panel 3: Cool!

Panel 4: Es wird wärmer. Daher ist es an der Zeit, die Herde zusammenzutreiben und die Rentiere an den See zu bringen.

Panel 5: Wir könnten einige der Rentiere dort drüben finden. Woher weißt du das, Papa?

Panel 6: Dort gibt es viele Sauergräser und Rentiere mögen diese Art von Pflanze sehr gerne. mmm!

Panel 7: ... schlechten Winkel überquerst, könnte es sein, dass die Ski vom Schlitten oder Schneemobil brechen. knaaaack!

Panel 8: Jetzt, wo wir die Herde zusammengetrieben haben, lass uns an den See gehen. Es wird nicht lange dauern! Es ist nicht so weit!

Panel 9: Siehst du diese Polygone? Sie sind durch Spalten getrennt und wenn du sie in einem... OKAY! Auf einmal scheint der Weg viiiiiiel weiter!

Panel 10: Gab es da nicht noch einen See, der näher war? Warum hast du nicht den ausgewählt?

Panel 11: Diese Art von ovalen Seen ist flacher und sie haben sehr sauberes Wasser für die Rentiere.

Panel 12: Und sogar für uns... Im Winter schneiden wir Würfel aus diesen Seen, um sauberes Wasser zum Trinken zu bekommen. Der einzige Nachteil ist, dass es dort keine Fische gibt.

Panel 13: Ein anderer Vorteil ist: Stechmücken meiden solche Gewässer eher, weil es weniger sumpfige Uferbereiche gibt, ihr natürliches Habitat. Mücken und Rentiere können eine wirklich gefährliche Kombination sein!

Panel 11: Meinst du das ernst Papa? Ich meine, du hast mir traurige Geschichten erzählt von Wölfen und Rentierjungen...

Panel 12: Du hast mir seltsame Geschichten erzählt, dass der Boden weich und schlammig werden kann. Es besteht die Gefahr, dass die Rentiere in diesem Schlamm ertrinken.

Panel 13: Aber wie kann denn eine kleine Stechmücke gefährlich für Rentiere sein? Oh! Oh!

Panel 14: Glaub mir mein Sohn, zum Höhepunkt der Saison im Juli plagen und attackieren die Mücken die Rentiere.

Panel 15: Die Herde wird nervös... und sammelt sich... ... und schließlich fangen sie an im Kreis zu rennen, wodurch eine Rentiermühle entsteht.

Panel 16: Sie laufen so schnell und so lange, dass es passieren kann, dass sie selber den Schlamm unter ihren Füßen produzieren.

Panel 17: O nein! Die Herde wird also richtig angegriffen von den Mücken! Um den Boden und die Herde zu beschützen, müssen wir sie auf den Hügel treiben. Dort gibt es weniger Mücken, weil es windiger ist.

Panel 18: Bist du fertig? Ja!

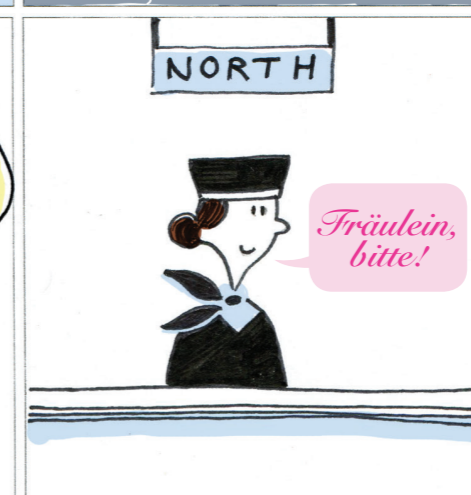
Panel 19: Yaaahh! Yaaahh!

Panel 20: In Ordnung! Es ist wieder ruhig. Ich dachte, wir würden nie fertig werden Papa... Ich bin so müde!

Panel 21: Jetzt stimme ich zu: Kleine Stechmücken können ein großes Problem sein! Du hast heute eine ganze Menge gelernt!



Flugsteig Nummer 12, letzter Aufruf...



HEUTE FINDET EIN WICHTIGES TREFFEN IN DER NÖRDLICHEN GEMEINDE STATT. DER BÜRGERMEISTER UND DIE ÄLTESTEN TREFFEN EIN TEAM VON WISSENSCHAFTLERN.

Danke, dass du heute Morgen mit deinem Team hier bist Amy und das Projekt zusammengestellt hast.

Ich freue mich, von den Fähigkeiten und Erfahrungen deiner Kollegen zu hören!

Als erstes möchte ich euch allen Amy vorstellen!

Maire

Amy

Amy ist INGENIEURIN

Sie hat viel Erfahrung mit der Organisation von Infrastrukturprojekten.

Vor ein paar Jahren war sie Teil des Flughafen-Straßen-Projekts.

Sie hat immer dreckige Schuhe aber klare Gedanken!

Sie wird unser Projekt leiten.

Schön euch kennenzulernen!

Lasst mich meine Kollegen vorstellen... sie sind die Besten!

Alex ist PROGRAMMIERER

Er ist schnell im Programmieren und Modellieren.

Er ist so schnell damit die Daten und Statistiken zu finden, die wir brauchen, dass er Streber in irgendeiner Detektiv-Fernsehserie spielen könnte!

Klingt super! Willkommen Alex!

Für den Aspekt der landschaftlichen Stabilität in unserem Projekt...

Taty ist GEOMORPHOLOGIN

Sie weiß gerne auf was für einer Art Untergrund sie läuft... Sie ist immer bereit, ein Loch in den Boden zu bohren und seine Zusammensetzung zu analysieren.

Wenn es dort Eis im Untergrund gibt, wird sie es finden!

Es scheint als hättest du ein tolles Team!

Hattest du nicht gesagt, dass da vier Leute sind?

Ben hat draußen einen alten Freund getroffen.

Du kannst schon mal mit Erklärungen anfangen.

Sehr gut. Lasst uns über die Arbeit sprechen, die getan werden muss! Es ist ein ziemlich wichtiges Anliegen für das Dorf.

Wie du vielleicht gehört hast...

Vor drei Monaten gab es einen Erdbeben im Dorf. Glücklicherweise, mal von der Größe der Rutschung abgesehen, wurde niemand verletzt. Der Erdbeben wurde durch das Schmelzen von Eis im Untergrund ausgelöst, wodurch sich eine Menge Wasser im Boden gesammelt hat.

Allerdings könnten die Folgen noch weitaus ernster werden, da wir damit anfangen wollen, Häuser auf diesem Gelände zu bauen!

Daher wollen wir jetzt Maßnahmen ergreifen, um besser für die Zukunft zu planen.

Deshalb brauchen wir euer Wissen und eure Erfahrung: wir benötigen von euch eine Untersuchung von dem Gebiet. Ihr sollt die Landschaft kartieren und uns genaue Informationen über die besten Orte geben, um eine sichere und nachhaltige Infrastruktur für die Zukunft zu errichten.

EISREICHER UNTERGRUND

ZEICHEN VON EROSION

STELHANG

Hallo! Entschuldigt! Ich habe einen alten Freund getroffen...

Oh! Hier kommt unser viertes Teammitglied!

Ben ist ein RANGER

Er hat sehr viel Erfahrung. Er kann mit den Ältesten reden, die die Veränderungen der Landschaft beobachtet haben.

So kann er genaue Informationen über den Permafrost zusammentragen.

Ich fühle mich als ob ich einem Team von Permafrost-Superhelden eine Mission gäbe...

Cool! Man nennt uns die...

Permavengers

Wir haben ein Problem!

Fred hat sich wieder seinen Daumen gebrochen!
Er kann nicht Teil des Teams sein!

Was!? Wir brauchen eine vollständige Gruppe!
Es gibt so viel zu tun im Gelände! Wir brauchen keine schlechte Saison wie letztes Jahr!

Fred muss ersetzt werden, aber...
...so kurz vor Beginn der Saison ist jeder bereits für ein anderes Projekt ausgebucht!

Jeder an den ich bisher gedacht habe, ist schon beschäftigt.
Ich auch.

Hm...okay...wer kennt noch jemanden?...mit Interesse an Wissenschaft...widerstandsfähig...
mit zwei Armen?!

Vielleicht mein Cousin Mateo...
Er hat vor, Medizin zu studieren. Und ist viel draußen.

Ruf ihn an! Los! Los! Los!

Rafael, ich bin überrascht, dass du mich anrufst. Ich meine, ich weiß gar nichts über Permafrost und so...

Wie kann ich euch denn da von Hilfe sein?

Überzeug ihn!

Naja, Mateo, die Feldarbeit ist wie...einen Patienten zu pflegen.

Hä?

Offne dich?

Ja... es ist als ob der Boden Fieber bekommt und wir müssen seine Temperatur messen.

Es gibt Unterschiede. Man muss ein Loch bohren, um die Thermometer anzubringen und die Temperaturdaten in verschiedenen Tiefen festzustellen.

Daten-speicher
Thermometer
Gute Arbeit!

Zweitens weißt du ja, wie sich eine Person mit Fieber fühlt... und so geht es auch dem Boden! Die oberste Schicht taut und friert jedes Jahr, man nennt sie die Auftauschicht.

Wir wollen die Tiefe der Auftauschicht herausfinden.

Diese Tiefenmessung wird viele Male wiederholt.

Solange bis wir ein gutes Bild von der Situation haben.

Ein großes Bild von 100m x 100m!

Dann kommt ein sich lohnen-der aber schwieriger Schritt: Das Sammeln von Proben. Diese werden ins Labor geschickt für weitere Analysen.

Viele Probleme können auftreten... eine Probe könnte auftauen, brechen, stecken bleiben...
Letztes Jahr hat so ein Kerl fast seinen Daur...
Chut!
Nein!

...sein Telefon...
...wie auch immer...
Es werden auch einige Bilduntersuchungen durchgeführt, um ein 2D Bild von dem Bodenbereich zu bekommen.

Es ist so ähnlich wie Röntgen oder ein Scan...

Letzen Endes wären Daten nur über den Boden sinnlos. Daher sammeln wir auch Daten von der Umgebung, zum Beispiel Bodenfeuchte, Lufttemperatur, Schneehöhe, um eine... vollständige Ortsbeschreibung zu bekommen.

Das ist faszinierend.
Weißt du was?
Temperatur, Bilder, Proben, Kontakt zum Patienten... Das ergibt Sinn für mich.
Ich bin dabei!
Ja!

Endlich! Ich freue mich den Patienten zu treffen!

ANDREAS BYQUIST BERICHTET FÜR DAS UNIVERSITÄTSMAGAZIN

An meinem ersten Tag habe ich zusammen mit den Forschern Daten gesammelt.

ALSO, WO IST ER? DER PERMAFROST? HA HA HA

DA!
OH!

ICH HABE AUF EIN BILD GEHOFFT.

KEINE SORGE. WIR KÖNNEN UNS FREIGELEGTE PERMAFROST EIN EINER TAU-RUTSCHUNG ANSEHEN.

WAS IST DAS?

EIN ERDRÜTSCH, DER DURCH AUFTAUEN AUSGELÖST WURDE.

Die Auftauschicht taut und friert dann erneut ein.

ICH BIN BEREIT LOSZULEGEN!

NEHMT IHR SO IMMER PROBEN?

NUN...

MIT SCHWERERER AUSTRÜSTUNG KÖNNEN WIR NOCH TIEFER BOHREN.

HAST DU IHN?

ICH GLAUBE ER IST INTAKT.

FÜHLT SICH SCHWER GENUG AN.

Permafrost bleibt bei Temperaturen unter 0 °C für mindestens 2 Jahre.

WOW! SCHICHTEN!

DA SIEHT MAN EIS UND SEDIMENT RICHTIG?

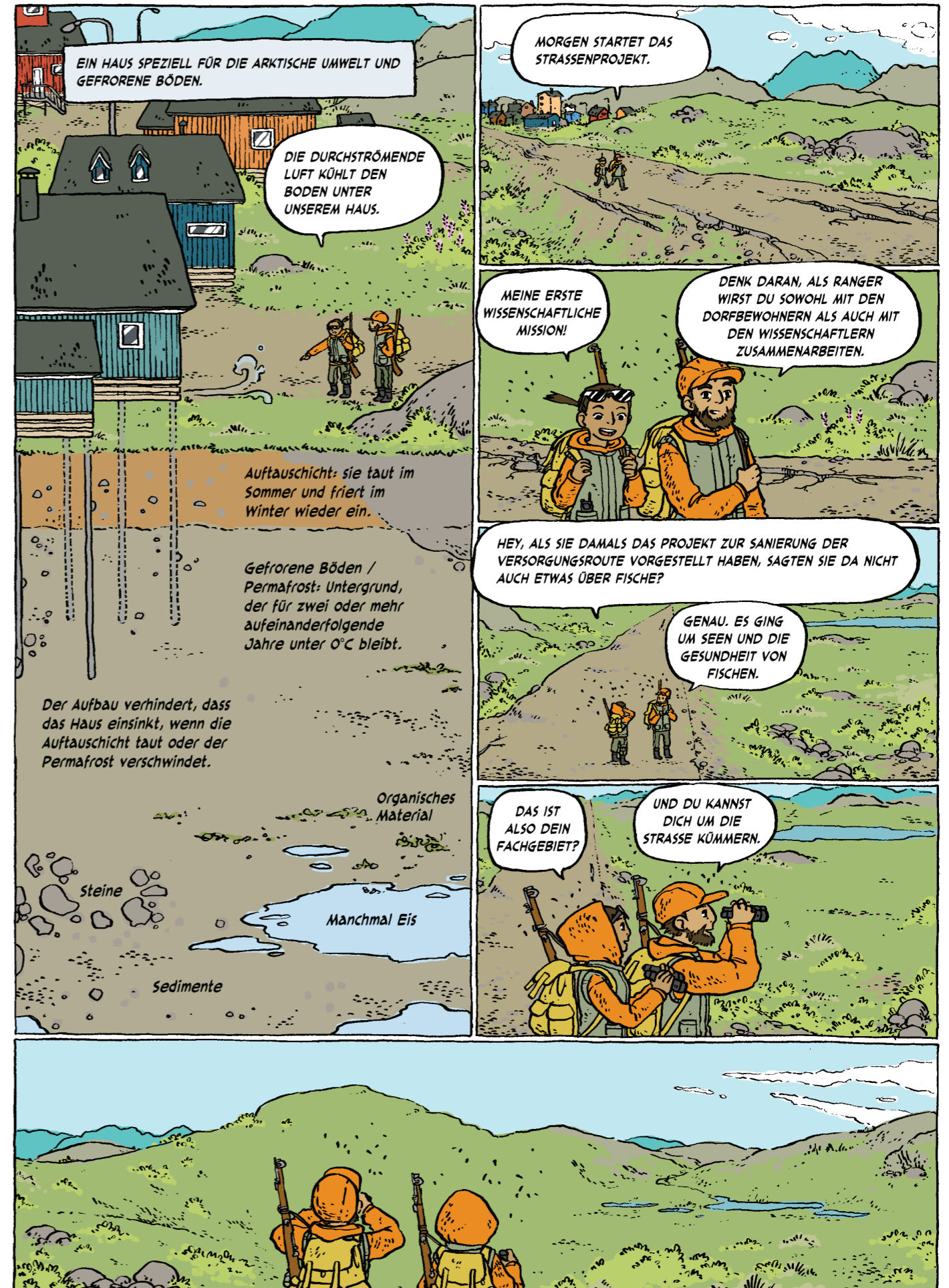
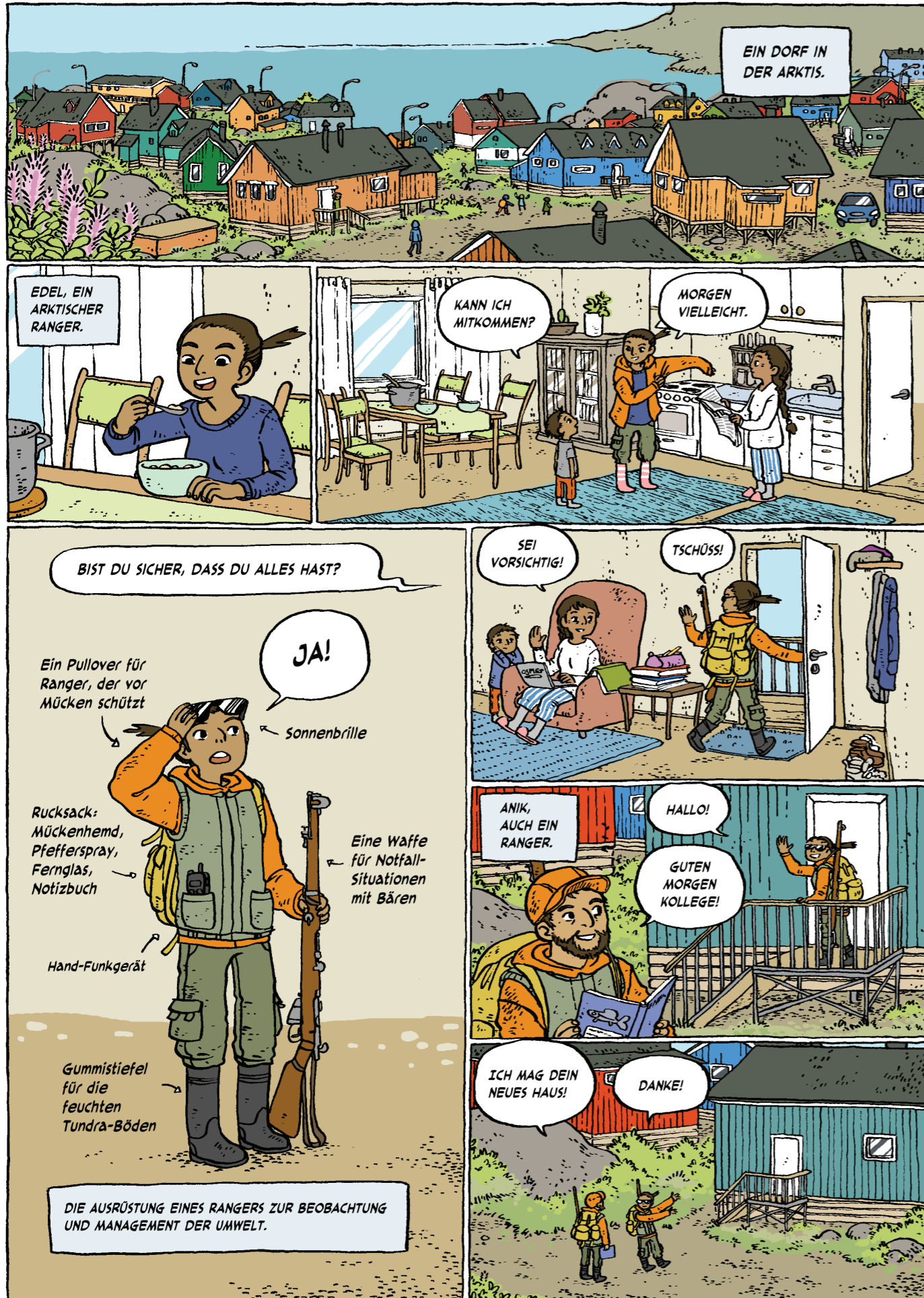
GENAU. UND ORGANISCHES MATERIAL.

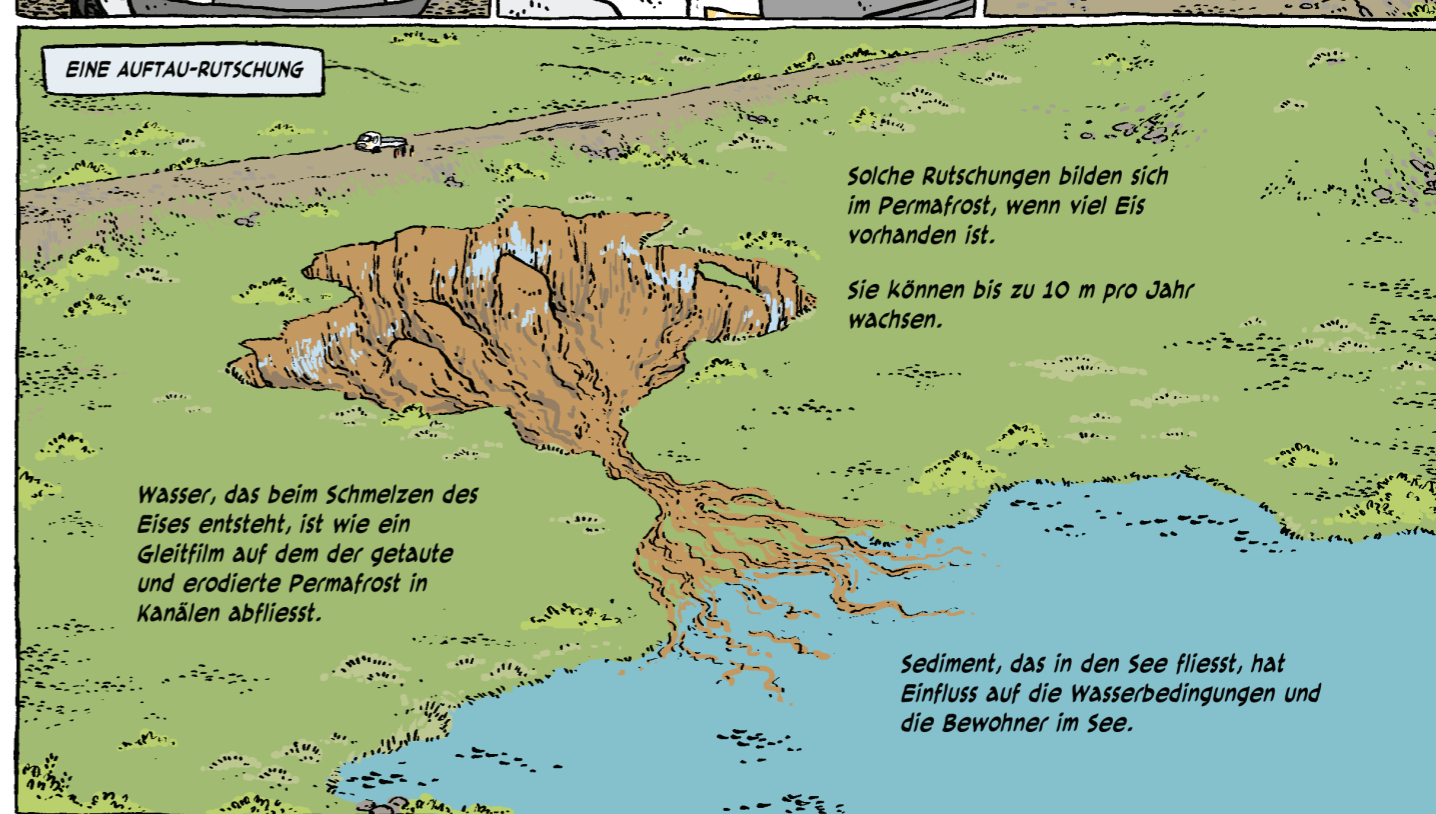
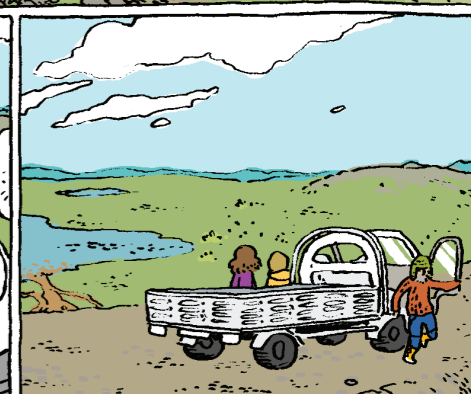
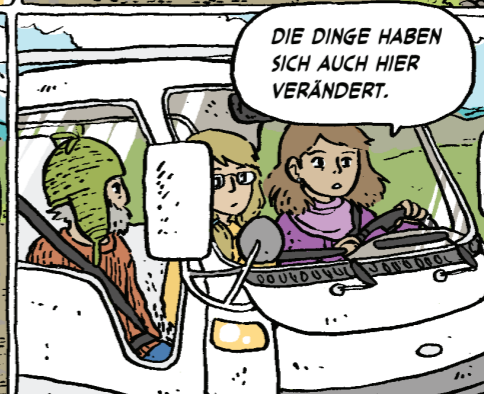
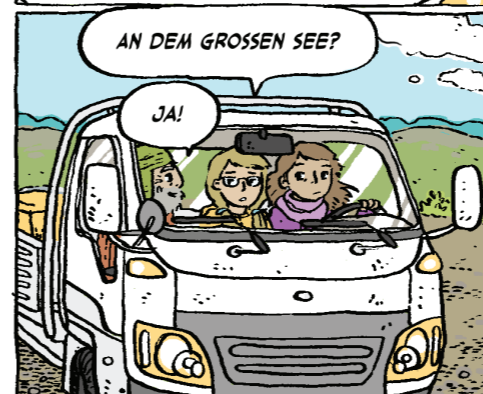
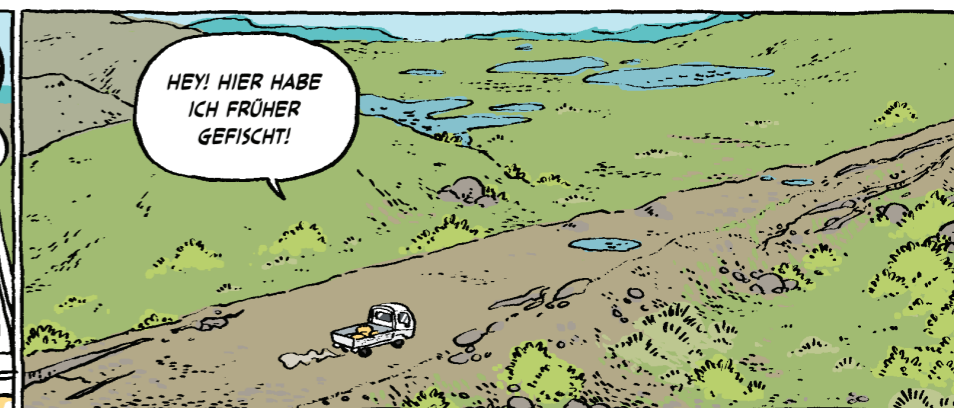
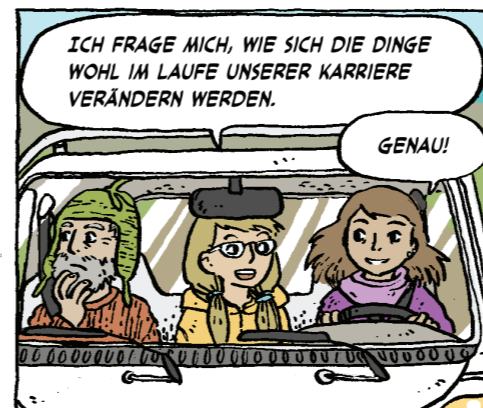
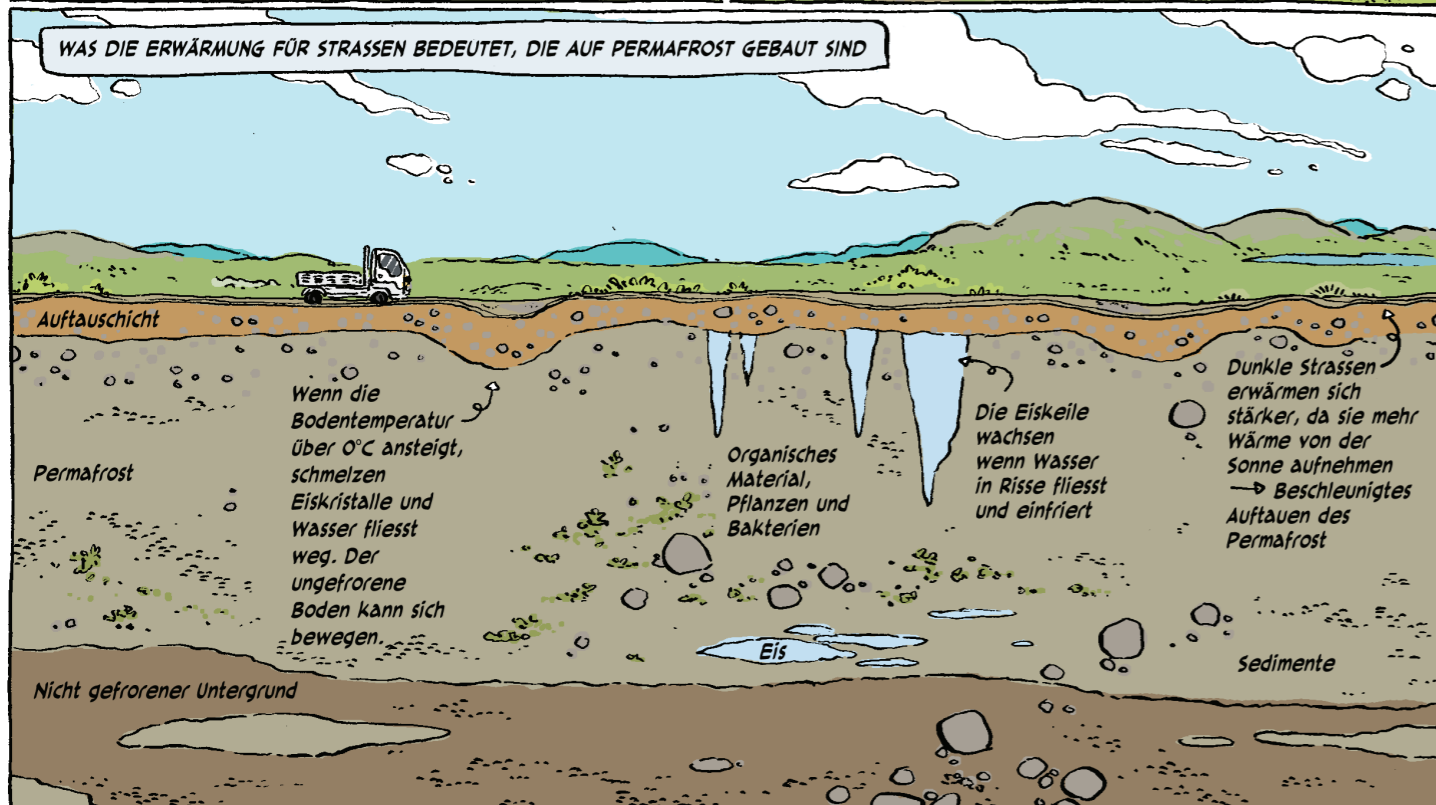
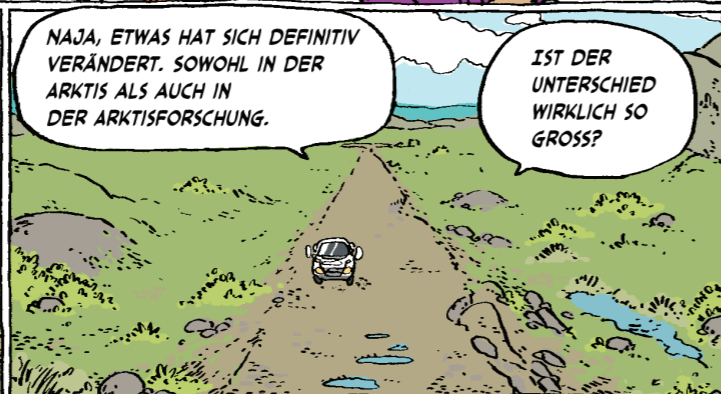
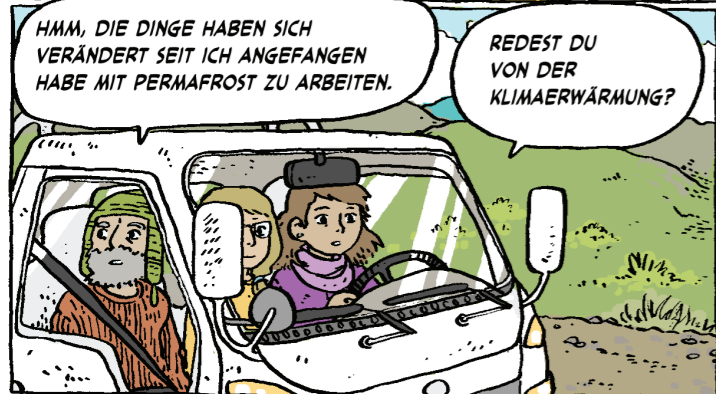
Nicht gefrorener Untergrund

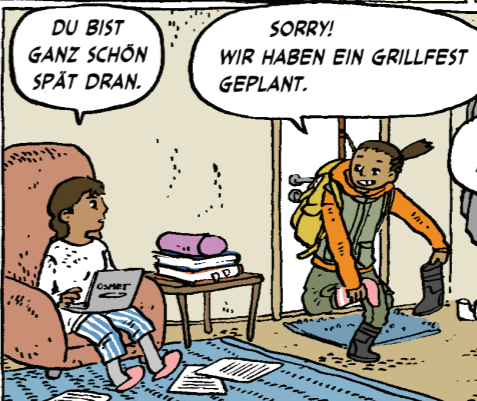
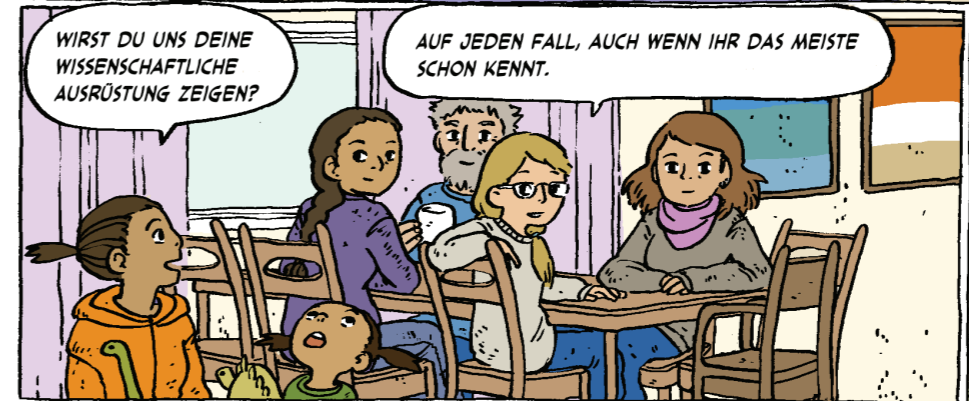
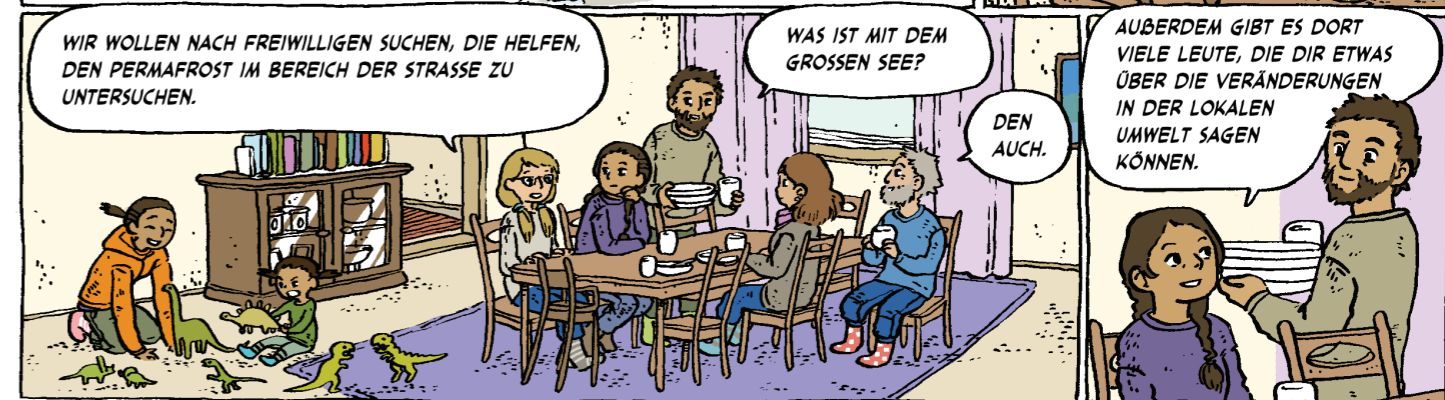
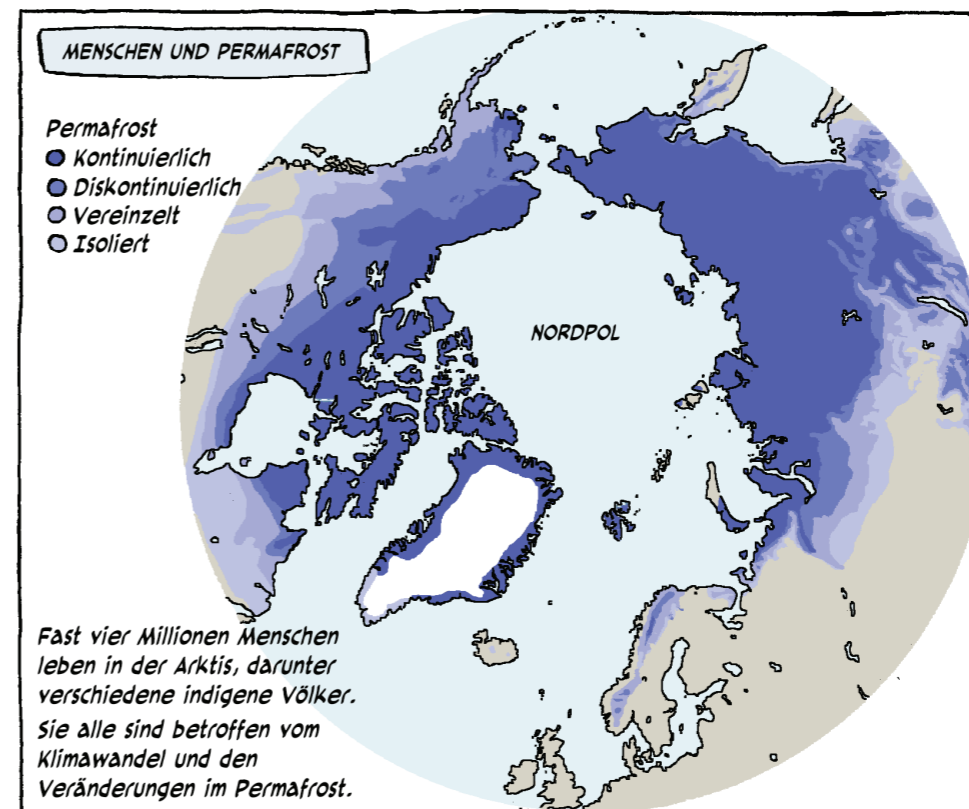
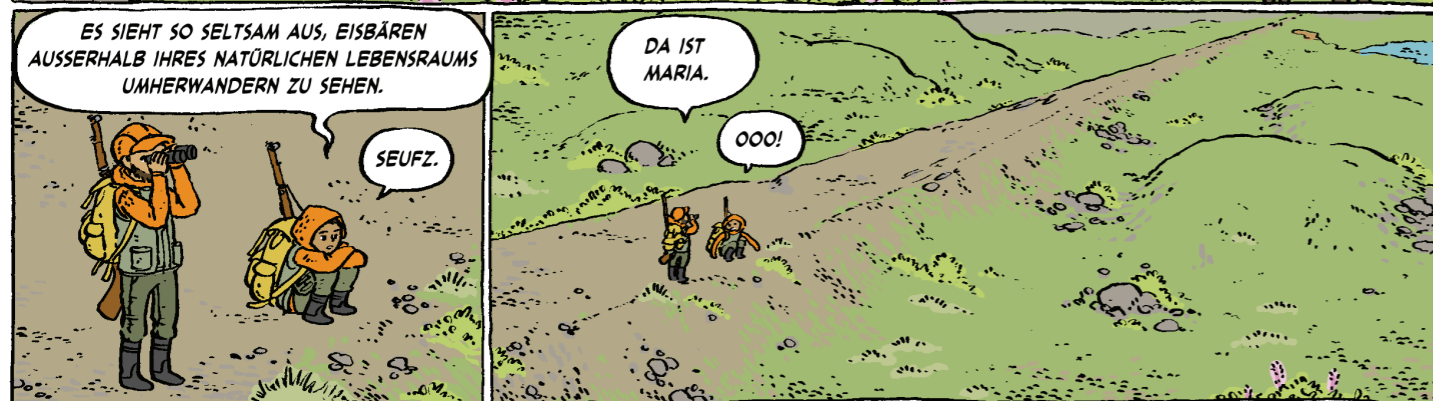
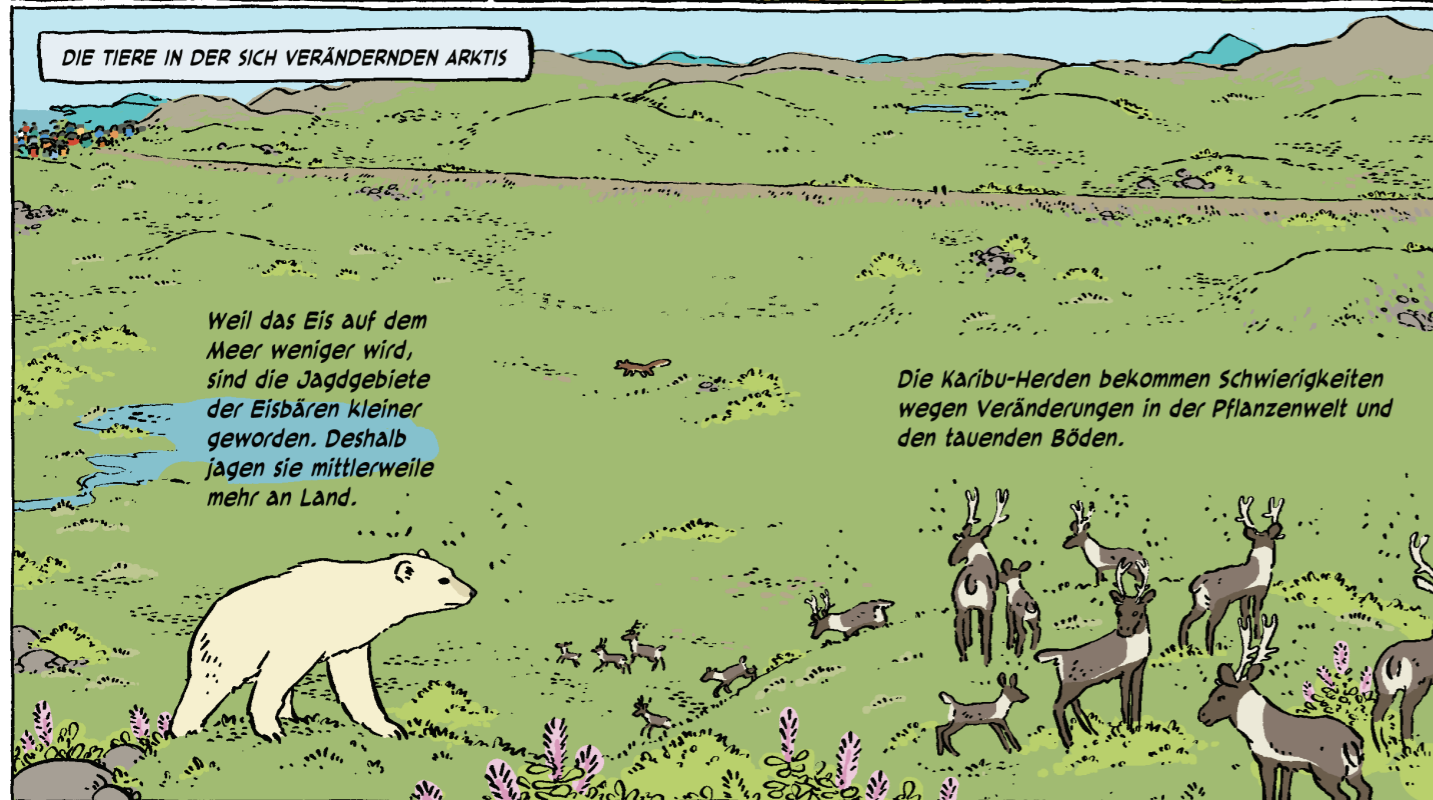
ZURÜCK IM LABOR KÖNNTEN WIR SOGAR EINIGE BAKTERIEN SEHEN.

WIEDERBELEBT NACH 3 MILLIONEN JAHREN!

DAS IST GROSSARTIG!









ICH DANKE EUCH ALLEN FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG BEI DIESEM PROJEKT!

WIE IHR BEREITS WISST, MÜSSEN WIR ERSTMAL DEN UNTERGRUND UNTERSUCHEN, BEVOR WIR UNS ÜBERLEGEN, WIE WIR DIE STRASSE SICHERN KÖNNEN.



EINE ART DAS ZU TUN, IST BODENPROBEN ZU NEHMEN UND DEREN STRUKTUR UND ANDERE EIGENSCHAFTEN ZU UNTERSUCHEN.

KÖNNEN WIR DIR HELFEN?



ICH NEHME AN, DASS DU MEHRERE PROBEN IN DEM GEBIET NEHMEN WIRST?

GENAU! UND WIR WERDEN EIN GITTER-MUSTER BENUTZEN, UM DIE ÜBERSICHT ZU BEHALTEN.



Es gibt Tests um Eisgehalt, Struktur und Korngröße des Sediments, sowie Kohlenstoffgehalt und die Konzentration anderer Elemente zu untersuchen.



ABER DIE TUNDRA WIRD VOLLER LÖCHER SEIN.

KEINE SORGE! WIR WERDEN SIE ABDECKEN UND KEINE SPUREN HINTERLASSEN.

ES STINKT!



WIR KÖNNEN DIESELBEN LÖCHER NUTZEN, UM DATEN ÜBER ÄNDERUNGEN IN DER BODENTEMPERATUR ZU SAMMELN.



SOLCHE DATEN ZEIGEN, WIE SICH VERSCHIEDENE GEBIETE ÜBER DAS JAHR ERWÄRMEN.

WARUM MÜSSEN WIR DAS WISSEN?



Eine Kette mit Temperaturfühler, die mit dem Datenspeicher verbunden sind. Die Daten können in unterschiedlichen Tiefen gesammelt werden.



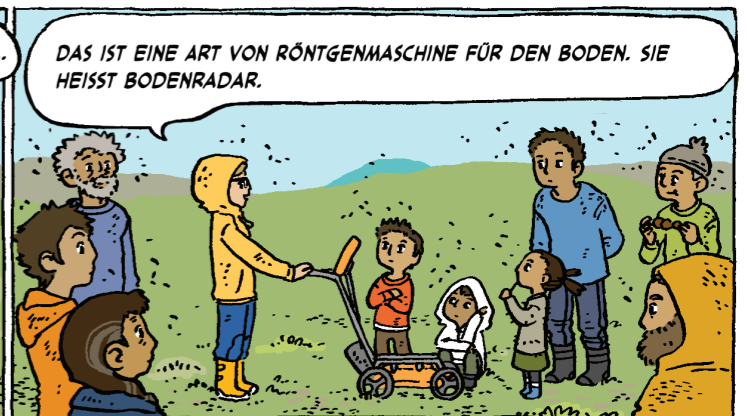
MIT DEN ERGEBNISSE KÖNNEN WIR VORHERSAGEN, WIE STABIL DER UNTERGRUND IST.



WAS IST DAS?

IST DAS EIN RASENMÄHER?

EIGENTLICH...



DAS IST EINE ART VON RÖNTGENMASCHINE FÜR DEN BODEN. SIE HEISST BODENRADAR.



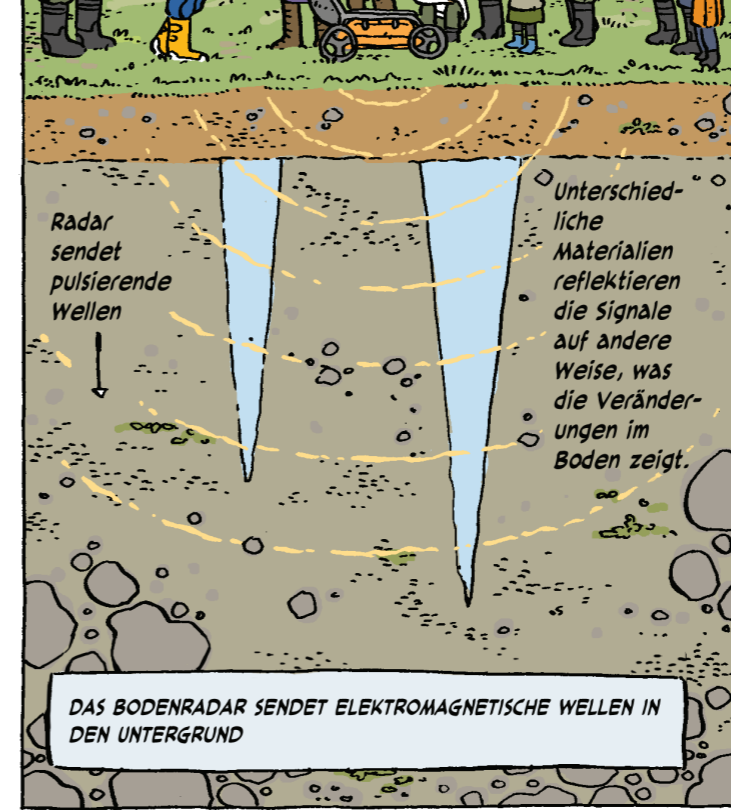
SIE ZEIGT DIE TIEFE VON UNTERSCHIEDLICHEN MERKMALEN IM BODEN.



SIEHST DU? DAS SIND EISKEILE.

KÖNNEN WIR ES VERSUCHEN?

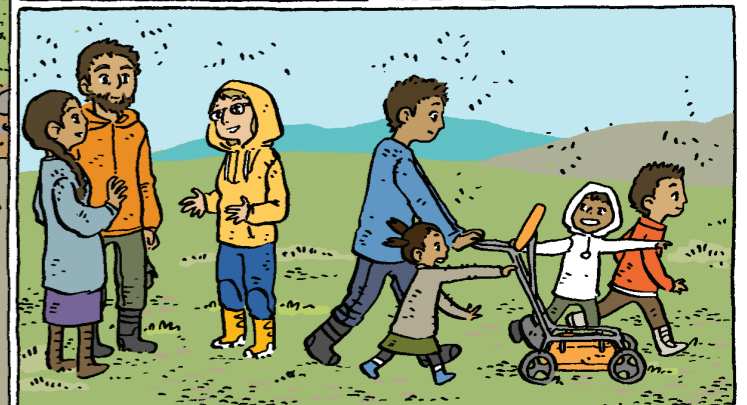
NA KLAR!



Radar sendet pulsierende Wellen

Unterschiedliche Materialien reflektieren die Signale auf andere Weise, was die Veränderungen im Boden zeigt.

DAS BODENRADAR SENDET ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN IN DEN UNTERGRUND



KANNST DU MIR AM SEE HELFEN?

NATÜRLICH.



ICH HABE EIN BOOT, DAS WIR BENUTZEN KÖNNEN, UM PROBEN ZU NEHMEN.

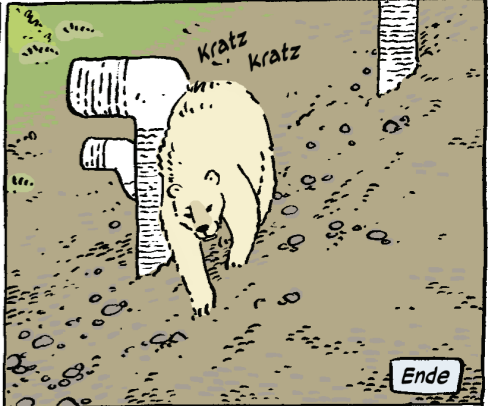
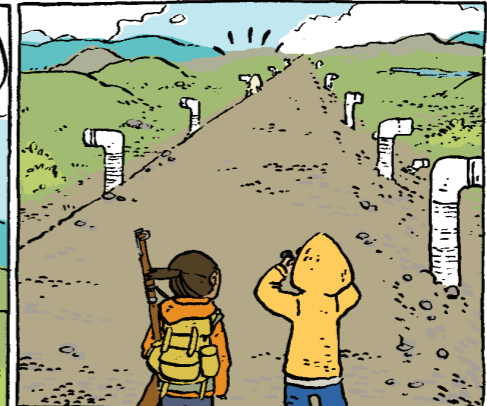
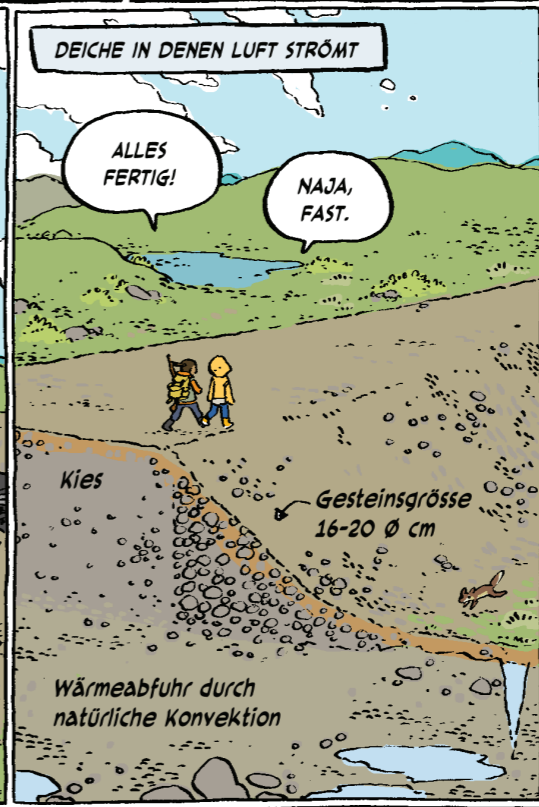
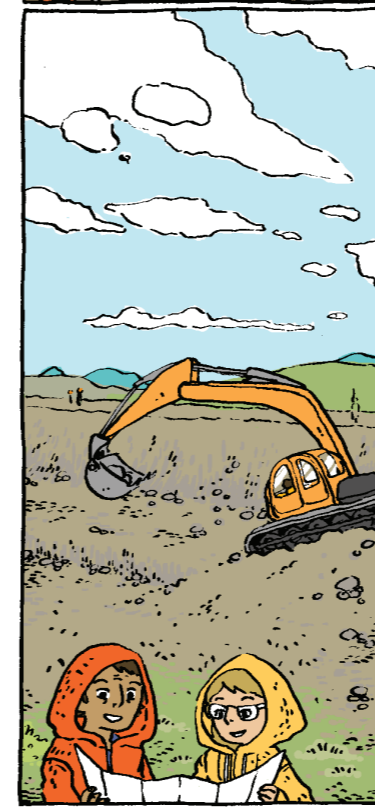
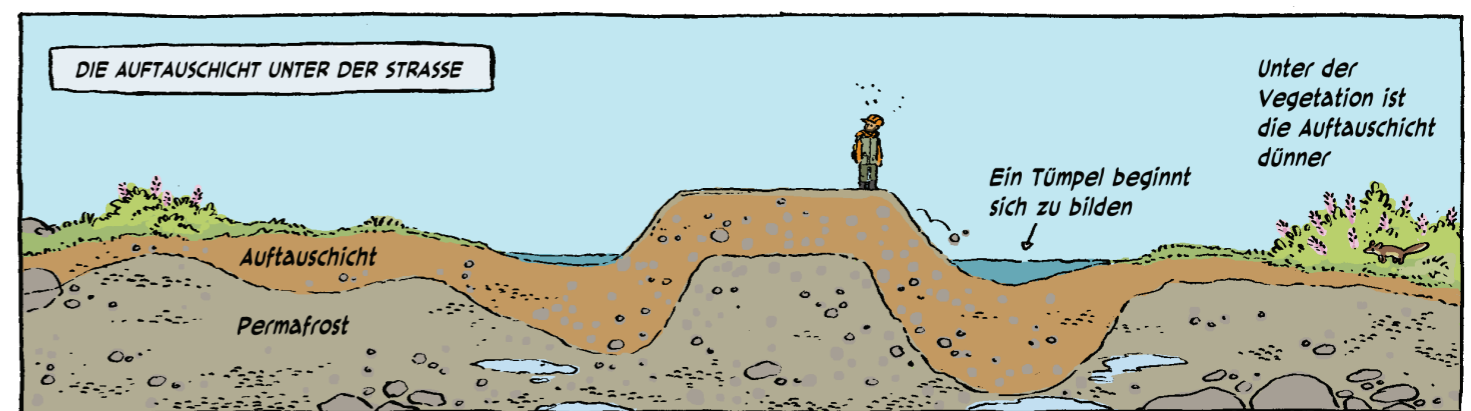
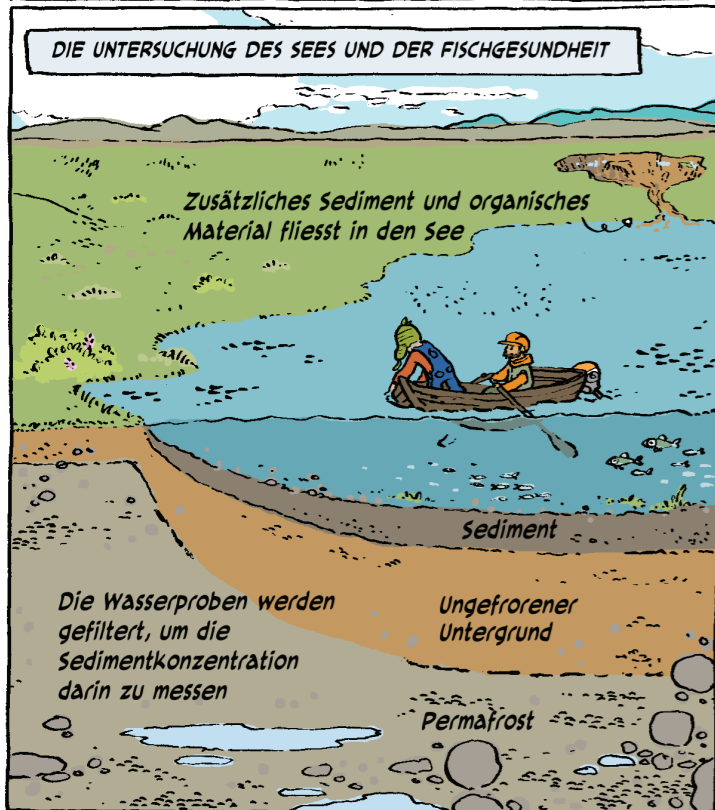
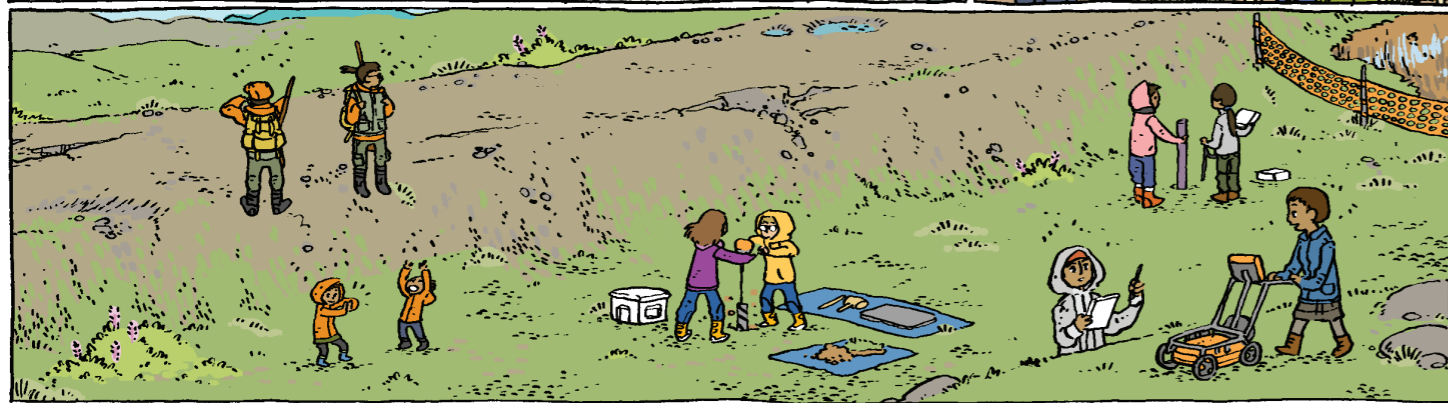
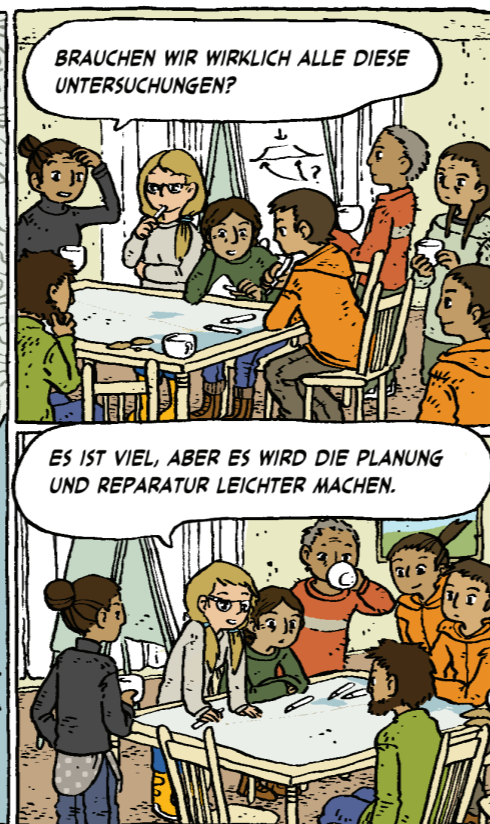
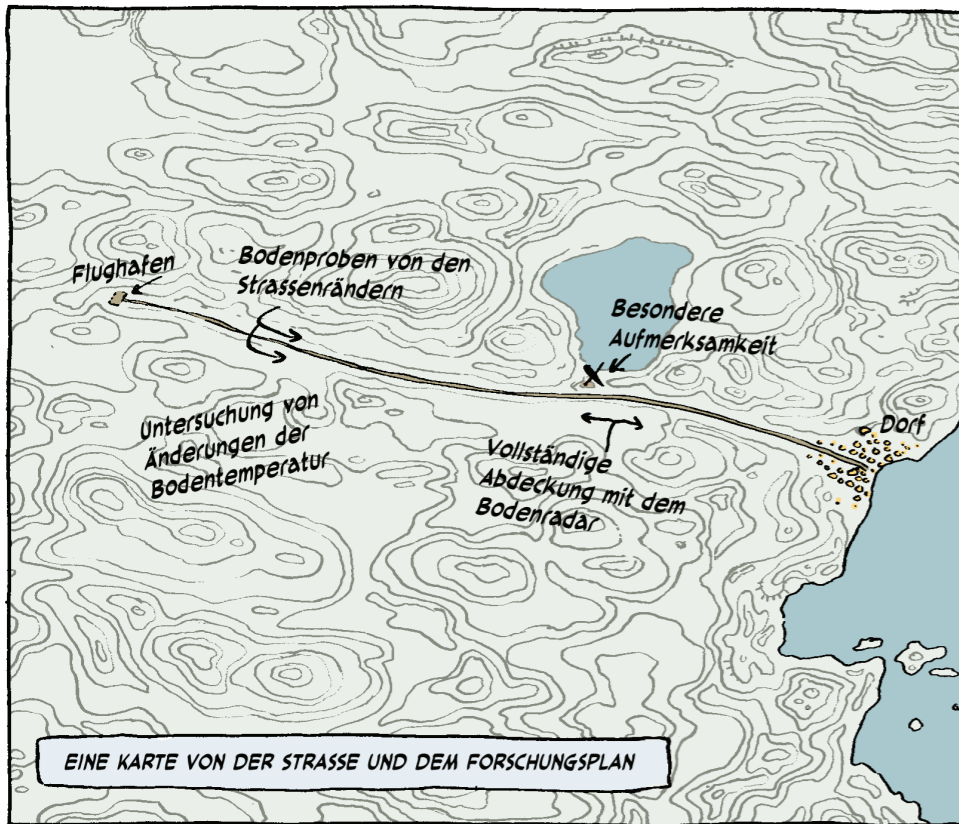
OH!

MACH'S GUT!

WIR SEHEN UNS!

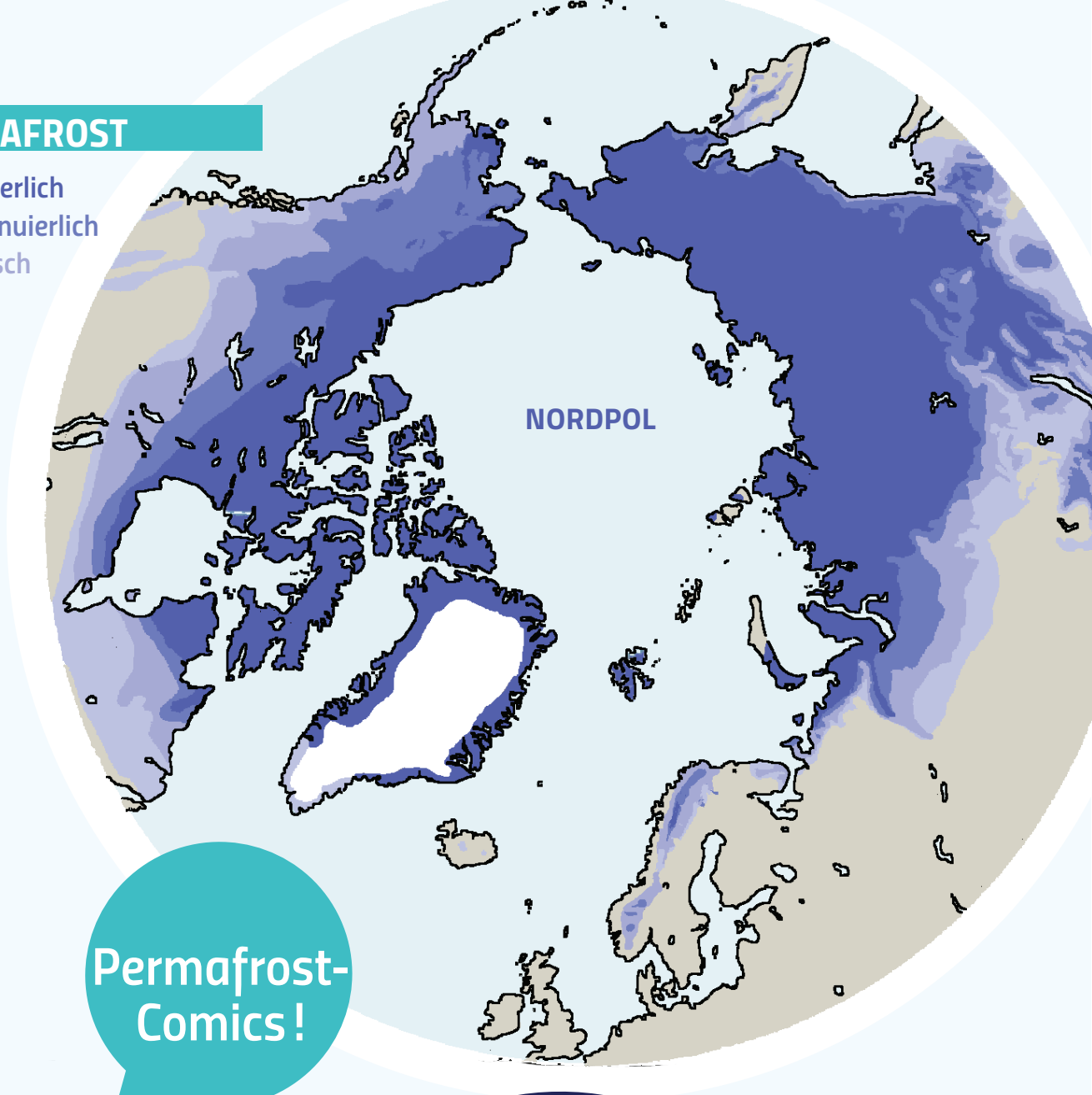
DANKE ANIK!

WIR SEHEN UNS BEIM ERSTEN TREFFEN!



PERMAFROST

- kontinuierlich
- diskontinuierlich
- sporadisch
- isoliert



Permafrost-Comics!

Diese 22 Comic-Seiten über Permafrost, Klimawandel, Forschung im hohen Norden und über Rentiere sind das Ergebnis einer internationalen Kooperation zwischen Künstlern und Permafrost-Wissenschaftlern!



FROZENGROUNDCARTOON.COM

VIRTUELLE
REALITÄT

scan den QR code

