

Thomas Reimann ¹, Rudolf Liedl ¹, Roland Barthel ², Markus Giese ², Steffen Birk ³, Edith Griesser ³,
Daniel Fernandez Garcia ⁴, Oriol Bertran Oller ⁴

Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project

1) TU Dresden, Germany; 2) Göteborgs Universität, Sweden; 3) Universität Graz, Austria;

4) Polytechnic University of Catalonia (UPC), Spain

EGU General Assembly, Vienna April 28th 2025

Slides with notes (multilingual): <https://egu25-presentation-inux.streamlit.app>



Translated Notes (de)

Willkommen zu dieser Präsentation zu unserem Erasmus+-Kooperationsprojekt „Aktives Verständnis der Grundwasserhydrologie und Hydrogeologie“.

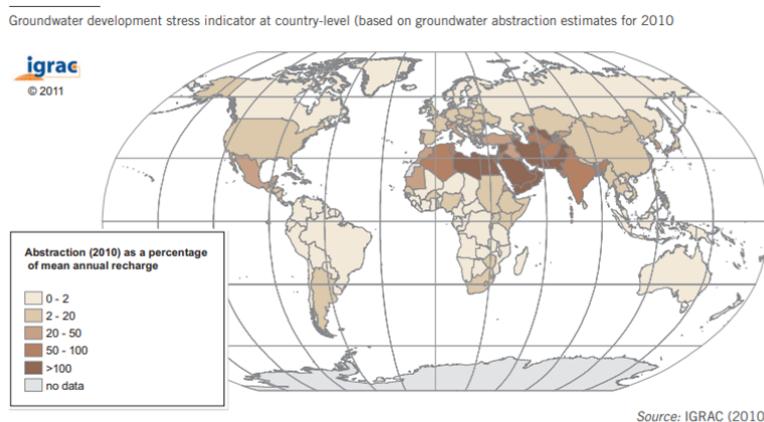
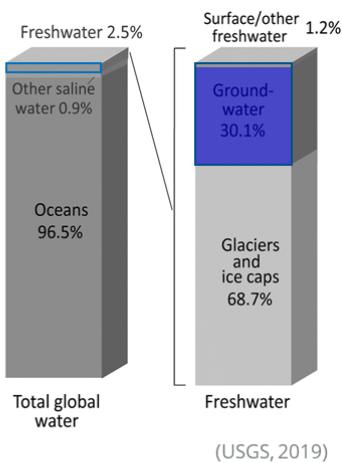
- Dieser Vortrag wurde am 28. April auf der EGU-Generalversammlung in Wien gehalten. - Das Projekt ist eine Gemeinschaftsarbeit mehrerer Personen und Institutionen, die auf dieser Folie aufgeführt sind.

Original Notes:

Welcome to this presentation on our Erasmus+ Cooperation Project, Active Understanding of Groundwater Hydrology and Hydrogeology.

- This talk was given at the EGU General Assembly in Vienna on April 28. - The project is a collaborative effort involving several people and institutions as listed on this slide.

Groundwater Management Need and challenges



Source: IGRAC (2010).

Translated Notes (de)

Folie 2 – Globale Grundwasserverfügbarkeit und Stress:

Auf dieser Folie wird erläutert, warum das Grundwassermanagement so wichtig ist. Die Abbildung links zeigt die globale Wasserverteilung.

- Nur ein sehr kleiner Teil davon ist Süßwasser – und der größte Teil davon ist in Gletschern und Eiskappen eingeschlossen, sodass es für den menschlichen Gebrauch weitgehend unzugänglich ist.

Der zugängliche Teil – das Wasser, das wir realistisch nutzen können – ist hauptsächlich Grundwasser.

Die rechte Abbildung aus dem Jahr 2011 veranschaulicht den globalen Stand der Grundwassernutzung. - Dunkel eingefärbte Regionen kennzeichnen Gebiete, in denen die Grundwasserentnahme die durchschnittliche jährliche Neubildung übersteigt, was auf eine nicht nachhaltige Nutzung hinweist.

- Diese Gebiete stehen unter erheblicher Belastung und verdeutlichen die Dringlichkeit einer besseren Grundwasserbewirtschaftung.

Original Notes:

Slide 2 – Global Groundwater Availability and Stress:

This slide sets the stage for why groundwater management is so important. The figure on the left shows the global distribution of water.

- Only a very small fraction is freshwater — and most of that is locked in glaciers and ice caps, making it largely unavailable for human use.

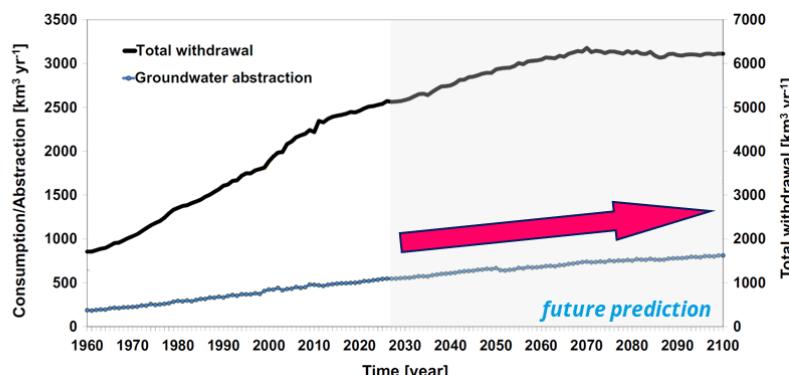
The accessible portion — the water we can realistically use — is mainly groundwater.

The right figure, from 2011, illustrates the global state of groundwater usage. - Dark-colored regions indicate areas where groundwater abstraction exceeds mean annual recharge, pointing to unsustainable use.

- These areas are under significant stress and highlight the urgency of better groundwater management.

Groundwater Management

Need and challenges



(modified from Wada, 2016)

- human consumption
- irrigation/food production
- industry
- etc.

Translated Notes (de)

Folie 3 – Steigender globaler Wasserbedarf

Diese Folie zeigt den steigenden Trend bei der weltweiten Wasserentnahme und dem Wasserverbrauch.

Wichtige Beobachtungen:

- Der Wasserverbrauch ist in den letzten Jahrzehnten stetig gestiegen.
- Zukünftige Prognosen deuten auf einen anhaltenden Anstieg der Nachfrage hin.

Haupttreiber des Wasserbedarfs:

- Inlandsverbrauch
- Bewässerung und Nahrungsmittelproduktion
- Industrielle Aktivitäten

Dies unterstreicht den wachsenden Druck auf die Wasserressourcen und die Notwendigkeit einer nachhaltigen Bewirtschaftung.

Original Notes:

Slide 3 – Rising Global Water Demand

This slide shows the increasing trend in global water abstraction and consumption.

Key observations:

- Water use has been rising steadily in recent decades.
- Future projections indicate a continued increase in demand.

Main drivers of water demand:

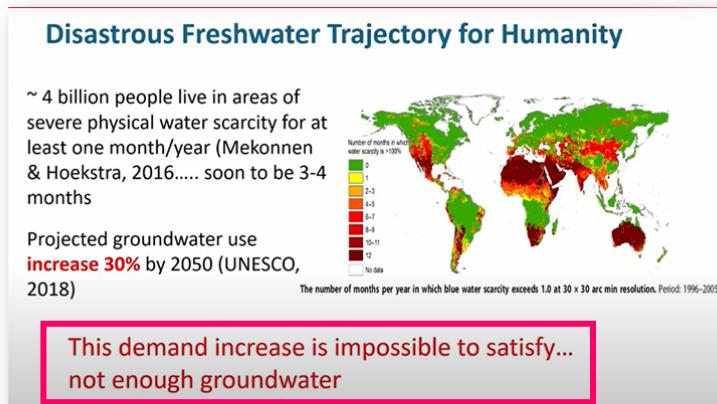
- Domestic consumption
- Irrigation and food production
- Industrial activities

This highlights the growing pressure on water resources and the need for sustainable management.

Groundwater Management Need and challenges



Prof. John Cherry



Slide from John Cherry

<https://www.youtube.com/watch?v=l3zqpXxtsHY>



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 4



Translated Notes (de)

Folie 4 – Zitat von John Cherry: Grundwasserknappheit

Diese Folie unterstreicht die wachsende Besorgnis über die Grundwasserverfügbarkeit anhand der Erkenntnisse von Professor John Cherry.

Die Abbildung auf der Folie zeigt:

- Die Anzahl der Monate pro Jahr mit schwerer Wasserknappheit.
- Dunkelrote Bereiche kennzeichnen Regionen mit anhaltendem Wasserstress.

Kernaussage aus Cherrys Aussage:

- „Es gibt nicht genügend Grundwasser, um den steigenden Bedarf zu decken.“

Zusätzliche Ressourcen:

- Auf der Folie sind ein QR-Code und ein Link enthalten.

(<https://www.youtube.com/watch?v=l3zqpXxtsHY>)

- Diese führen Sie zur vollständigen YouTube-Präsentation von John Cherry – ein hervorragender Vortrag für weiteren Kontext.

Original Notes:

Slide 4 – Quoting John Cherry: Groundwater Scarcity

This slide reinforces the growing concern about groundwater availability using insights from Professor John Cherry.

The figure on the slide shows:

- The number of months per year with severe water scarcity.
- Dark red areas indicate regions under persistent water stress.

Key message from Cherry's statement:

- "There is not enough groundwater to satisfy the increasing demand."

Additional resources:

- A QR code and link are included on the slide.

(<https://www.youtube.com/watch?v=l3zqpXxtsHY>)

- These direct you to the full YouTube presentation by John Cherry — an excellent talk for further context.

Groundwater Management

Need and challenges

(Numbers for the US from the American Geosciences Institute)

- 27% of the geoscience workforce will retire by 2029,
- labor gap 130.000 full-time geoscientists.

Projected groundwater use increase 30% by 2050 (UNESCO, 2018)

The number of months per year in which bts

This demand increase is impossible
not enough groundwater

Degrees Granted from U.S. Geoscience Higher Education Programs (1973-2021)

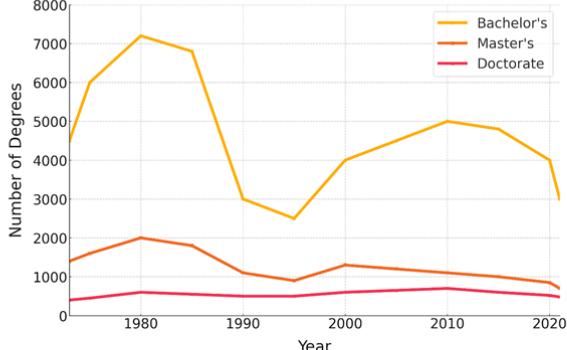


Figure modified from American Geosciences Institute 2022 (C. Keane)

Urgent need for efficient education



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 5



Translated Notes (de)

Folie 5 – Die Personallücke in den Geowissenschaften

Diese Folie beleuchtet eine andere, aber entscheidende Dimension der Grundwasserproblematik: die Lücke bei den Humanressourcen.

Laut dem American Geoscience Institute:

- Bis 2029 werden etwa 27 % der geowissenschaftlichen Arbeitskräfte in den Ruhestand gehen.
- Dadurch entsteht eine Arbeitskräftelücke von rund 130.000 Vollzeit-Geowissenschaftlern.

Gleichzeitig:

- Die Abbildung rechts zeigt einen Rückgang der von US-amerikanischen Hochschulen verliehenen Geowissenschaftsabschlüsse.

Fazit:

- Es besteht ein wachsendes Missverhältnis zwischen Nachfrage und Angebot an qualifizierten Geowissenschaftlern.
- Dies unterstreicht die dringende Notwendigkeit einer effizienteren und gezielteren geowissenschaftlichen Ausbildung.

Original Notes:

Slide 5 – The Geoscience Workforce Gap

This slide highlights a different but critical dimension of the groundwater challenge: the human resource gap.

According to the American Geoscience Institute:

- By 2029, about 27% of the geoscience workforce will retire.
- This will create a labor gap of approximately 130,000 full-time geoscientists.

At the same time:

- The figure on the right shows a decline in geoscience degrees awarded by U.S. higher education institutions.

Conclusion:

- There is a growing mismatch between demand and supply of qualified geoscientists.
- This underscores the urgent need for more efficient and targeted geoscience education.

Groundwater Management

Need for education:

iNUX - interactive understanding Hydrogeology



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 6



Translated Notes (de)

Folie 6 – Auf den Bedarf reagieren: Das INUX-Projekt

Als Reaktion auf die wachsende Bildungs- und Arbeitskräftelücke wurde eine neue Initiative ins Leben gerufen:

- Das Erasmus+ Kooperationsprojekt namens INUX.

Das Projekt bringt ein Konsortium führender europäischer Universitäten zusammen:

- Universität Politècnica de Catalunya Barcelona (Spanien)
- Universität Göteborg (Schweden)
- Universität Graz (Österreich)
- Technische Universität Dresden (Deutschland)

Das Ziel:

- Stärkung und Innovation der Grundwasserbildung in ganz Europa.
- Um sowohl wissenschaftliche Herausforderungen als auch den Mangel an Fachkräften anzugehen.

Original Notes:

Slide 6 – Responding to the Need: The INUX Project

In response to the growing educational and workforce gap, a new initiative was launched:

- The Erasmus+ Cooperation Project named INUX.

The project brings together a consortium of leading European universities:

- University Politècnica de Catalunya Barcelona (Spain)
- University of Gothenburg (Sweden)
- University of Graz (Austria)
- Technical University Dresden (Germany)

The goal:

- To strengthen and innovate groundwater education across Europe.

- To address both scientific challenges and the shortage of skilled professionals.

Groundwater Management

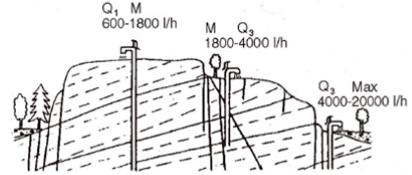
Need for education – some challenges

- Quantitative vs qualitative
- Rapidly changing methods
- Job market needs

$$\frac{\partial^2 h}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial h}{\partial r} = \frac{S}{T} \frac{\partial h}{\partial t}$$

$$W(u) = \int_u^{+\infty} \frac{e^{-\tilde{u}}}{\tilde{u}} d\tilde{u}$$

$$s(r, t) = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$



Gnejs med flackt stupande skiffrighet och sprickor,

```
C:\Windows\System32\cmd.exe - streamlit run 06_Groundwater_modeling\Q_h_plot_MM02.py:133: In
PPYTHON_GIT\Jupyter-Notebooks\06_Groundwater_Modeling\Q_h_plot_MM02.py:133: In
130     # Labels and Formatting
131     ax.set_xlabel("Difference Ah = $h_{(WELL)} - h_{(aq)}$ (m)", fontsize=14)
132     ax.set_ylabel("Flow from the Ground-Water System to the MM $Q_{-H}$ (m$^3$)
133     ax.set_xlim(0, 5, fontsize=14)
134     ax.set_ylim(0, 5)
135 else:
136     ax.plot(delta_h_range, Q_values, label="Discharge $Q_{-H}$", color='orange'
TypeError: _AxesBase.set_yline() got an unexpected keyword argument 'fontsize'
C:\Users\Reimann\anaconda\lib\site-packages\streamlit\run\fragment.py:245: In
wrapped_fragment
C:\Users\Reimann\Dropbox\SR
PPYTHON_GIT\Jupyter-Notebooks\06_Groundwater_modeling\Q_h_plot_MM02.py:133: In
Q_h.plot
130     # Labels and Formatting
131     ax.set_xlabel("Difference Ah = $h_{(WELL)} - h_{(aq)}$ (m)", fontsize=14)
132     ax.set_ylabel("Flow from the Ground-Water System to the MM $Q_{-H}$ (m$^3$)
133     ax.set_xlim(0, 5, fontsize=14)
134     ax.set_ylim(0, 5)
135 else:
136     ax.plot(delta_h_range, Q_values, label="Discharge $Q_{-H}$", color='orange'
TypeError: _AxesBase.set_yline() got an unexpected keyword argument 'fontsize'
```

Translated Notes (de)

Folie 7 – Herausforderungen in der Grundwasserbildung

Diese Folie skizziert die wichtigsten Herausforderungen beim Unterrichten von Hydrogeologie und Grundwassermanagement.

Qualitatives vs. quantitatives Verständnis:

- Die Abbildung rechts veranschaulicht die qualitative Perspektive anhand von Zeichnungen und konzeptionellen Bildern.
- Im Gegensatz dazu erfordert das quantitative Verständnis mathematische Modelle und Gleichungen.
- Die Verbindung dieser beiden Perspektiven ist eine häufige pädagogische Hürde.

Schnelle Weiterentwicklung der Methoden:

- Die Grundwasserwissenschaft entwickelt sich schnell weiter, insbesondere durch neue Modellierungswerkzeuge und Datenanalysetechniken.

Nachfrage nach Programmierkenntnissen:

- Von Studierenden wird zunehmend erwartet, dass sie sich mit Codierung und numerischer Modellierung auskennen.

Original Notes:

Slide 7 – Challenges in Groundwater Education

This slide outlines key challenges in teaching hydrogeology and groundwater management.

Qualitative vs. Quantitative Understanding:

- The figure on the right illustrates the qualitative perspective using drawings and conceptual visuals.
- In contrast, quantitative understanding requires mathematical modeling and equations.
- Bridging these two perspectives is a common educational hurdle.

Rapid Evolution of Methods:

- Groundwater science is evolving quickly, especially with new modeling tools and data analysis techniques.

Demand for Coding Skills:

- There is an increasing expectation for students to be proficient in coding and numerical modeling.

Groundwater Management

Need for education – some challenges

- Quantitative vs qualitative
- Rapidly changing methods
- Job market needs
- Heterogeneous learners
- Efficiency
- Learning by doing/applied learning



Field course in Italy (Groundwater level measurement)

Translated Notes (de)

Folie 8 – Weitere Herausforderungen in der Grundwasserbildung

Über Inhalte und Methoden hinaus sind pädagogische Herausforderungen zu berücksichtigen:

Unterschiedliche Hintergründe der Lernenden:

- Studierende haben oft einen heterogenen akademischen Hintergrund.
- Dadurch entstehen unterschiedliche Vorkenntnisse, insbesondere in Mathematik, Physik und Geologie.

Bedarf an zeiteffizientem Lernen:

- Moderne Bildung muss effizient und zielgerichtet sein, insbesondere in Graduierten- und Berufsprogrammen.
- Die Zeit, komplexe Konzepte gründlich zu behandeln, ist begrenzt.

Schwerpunkt auf angewandtem Lernen:

- Grundwassererziehung beinhaltet umfangreiches Lernen durch:
- Messen von Felddaten
- Interpretation realer Beobachtungen
- Die Studierenden müssen sowohl praktische Fähigkeiten als auch analytische Kompetenz entwickeln.

Original Notes:

Slide 8 – Further Challenges in Groundwater Education

Beyond content and methods, there are pedagogical challenges to consider:

Diverse Learner Backgrounds:

- Students often come from heterogeneous academic backgrounds.
- This creates varying levels of prior knowledge, especially in math, physics, and geology.

Need for Time-Efficient Learning:

- Modern education must be efficient and focused, especially in graduate and professional

programs.

- There is limited time to cover complex concepts thoroughly.

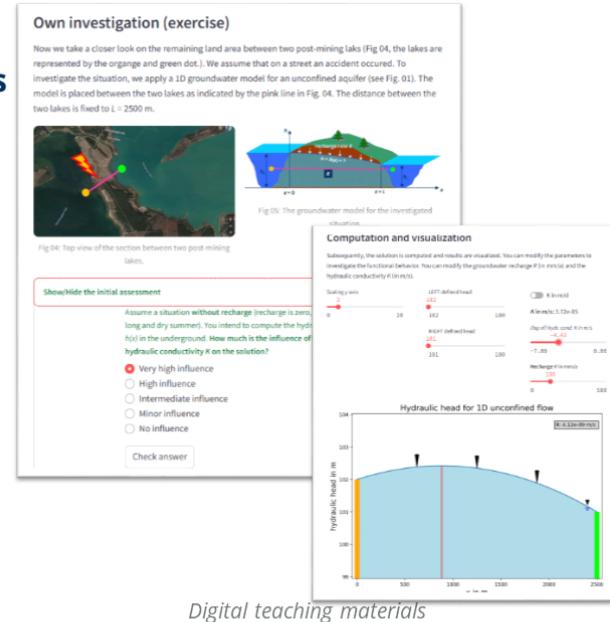
Emphasis on Applied Learning:

- Groundwater education involves significant learning by doing:
- Measuring field data
- Interpreting real-world observations
- Students must develop both practical skills and analytical competence.

Groundwater Management

Need for education – some challenges

- Quantitative vs qualitative
- Rapidly changing methods
- Job market needs
- Heterogeneous learners
- Efficiency
- Learning by doing/applied learning
- Interest in Hydrogeology
- Lifelong learning
- Cooperation
- Digitalization



Digital teaching materials



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 9



Translated Notes (de)

Folie 9 – Motivierende und strukturelle Herausforderungen

Neben Inhalten und Lehrmethoden wollen wir verschiedene motivierende und strukturelle Herausforderungen angehen:

Weckendes Interesse an Hydrogeologie:

- Es besteht die Notwendigkeit, mehr Studierende für die Bereiche Hydrogeologie und Grundwasser zu gewinnen.

- Das Thema muss ansprechend und relevant sein.

Lebenslanges Lernen unterstützen:

- Wir wollen auch Fachkräfte erreichen, die bereits auf dem Arbeitsmarkt sind.
- Das Projekt unterstützt flexible und modulare Lernformate für die Weiterbildung.

Zusammenarbeit fördern:

- Ziel des Projekts ist es, die institutionen- und länderübergreifende Zusammenarbeit zu initiieren und zu stärken.

Digitalisierung annehmen:

- Wir integrieren digitale Tools und Online-Plattformen, um die Zugänglichkeit und das Engagement in der Hydrogeologieausbildung zu verbessern.

Original Notes:

Slide 9 – Motivational and Structural Challenges

In addition to content and teaching methods, we aim to address several motivational and structural challenges:

Sparking Interest in Hydrogeology:

- There is a need to attract more students to hydrogeology and groundwater-related fields.
- The subject must be made engaging and relevant.

Supporting Lifelong Learning:

- We also want to reach professionals already in the job market.
- The project supports flexible and modular learning formats for continued education.

Fostering Collaboration:

- The project aims to initialize and strengthen cooperation across institutions and countries.

Embracing Digitalization:

- We are integrating digital tools and online platforms to enhance accessibility and engagement in hydrogeology education.

Groundwater Management

Need for education – iNUX

Education in Hydrogeology / Groundwater management with

- interactive teaching material
- videos
- questions(pools)
- classic teaching material



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 10



Translated Notes (de)

Folie 10 – Grundlagen der Grundwasserbildung

Diese Folie stellt die bestehenden Bildungsgrundlagen in Hydrogeologie und Grundwassermanagement vor.

Dazu gehören eine Reihe etablierter Methoden und Materialien, die den Ausgangspunkt für unser Projekt bilden.

Die folgenden Folien bieten Beispiele und Einblicke in diese Ansätze:

- Was derzeit verwendet wird
- Wie sie zum Lernen beitragen
- Worauf kann aufgebaut oder verbessert werden?

Original Notes:

Slide 10 – Foundations of Groundwater Education

This slide introduces the existing educational foundations in hydrogeology and groundwater management.

These include a range of established methods and materials, which form the starting point for our project.

The subsequent slides will provide examples and insights into these approaches:

- What is currently used
- How they contribute to learning
- What can be built upon or improved

Groundwater Management

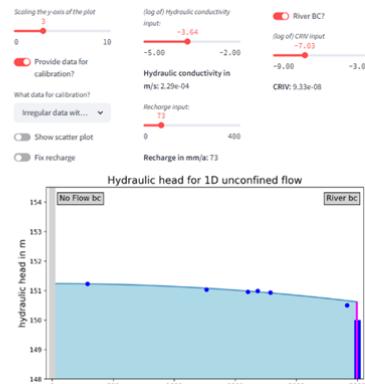
Need for education – iNUX

Education in Hydrogeology / Groundwater management with

- interactive teaching material
- videos
- questions(pools)
- classic teaching material

Computation and visualization

Subsequently, the solution is computed and results are visualized. You can modify the parameters to investigate the functional behavior. You can modify the groundwater recharge R (in mm/a) and the hydraulic conductivity K (in m/s).



interactive teaching material – Streamlit App



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 11



Translated Notes (de)

Folie 11 – Interaktives Lehrmaterial

Ein Schlüsselement der modernen Hydrogeologieausbildung ist der Einsatz interaktiver digitaler Werkzeuge.

In unserem Projekt nutzen wir umfassend:

- Jupyter Notebooks – für Rechenworkflows und praktische Codierungsübungen.
- Streamlit-Apps – zum Erstellen interaktiver Visualisierungen und Simulationen.

Mit diesen Tools können Lernende:

- Bearbeiten Sie Plots und Parameter dynamisch.
- Erkunden Sie Prozesse wie Pumptests, Durchflussraten und Parameterempfindlichkeit.
- Gewinnen Sie ein tieferes Verständnis durch Experimente und sofortiges Feedback.

Original Notes:

Slide 11 – Interactive Teaching Material

A key element of modern hydrogeology education is the use of interactive digital tools.

In our project, we make extensive use of:

- Jupyter Notebooks – for computational workflows and hands-on coding exercises.
- Streamlit apps – to create interactive visualizations and simulations.

These tools allow learners to:

- Manipulate plots and parameters dynamically.
- Explore processes like pumping tests, flow rates, and parameter sensitivity.
- Gain deeper understanding through experimentation and immediate feedback.

Groundwater Management

Need for education – iNUX

Education in Hydrogeology / Groundwater management with

- interactive teaching material
- videos
- questions(pools)
- classic teaching material



<https://www.youtube.com/@iNUXvideochannel>

video for field experiments (e.g., origin of data)



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 12



Translated Notes (de)

Folie 12 – Videobasierte Lernressourcen

Zusätzlich zu interaktiven Tools integrieren wir eine Vielzahl von Videomaterialien, um das Lernen zu unterstützen:

1. Demonstrationsvideos zu Feld- und Laborexperimenten:

- Diese Videos zeigen reale Feldarbeitsaufbauten und Messungen.
- Sie helfen den Schülern zu verstehen, woher die Daten stammen, die später in interaktiven Apps und Übungen verwendet werden.

2. Screencasts:

- Wir stellen aufgezeichnete Tutorials zur Verfügung, die Folgendes durchgehen:
 - Handberechnungen
 - Softwarenutzung relevant für die Grundwassermodellierung
 - Diese Videos unterstützen das schrittweise Lernen und können jederzeit erneut aufgerufen werden.

Insgesamt tragen Videoressourcen dazu bei, abstrakte Inhalte greifbarer und kontextualisierter zu machen.

Original Notes:

Slide 12 – Video-Based Learning Resources

In addition to interactive tools, we incorporate a variety of video materials to support learning:

1. Field and lab experiment demonstration Videos:

- These videos show real fieldwork setups and measurements.
- They help students understand where the data come from that are later used in interactive apps and exercises.

2. Screencasts:

- We provide recorded tutorials that walk through:

- Hand calculations
- Software usage relevant to groundwater modeling
- These videos support step-by-step learning and can be revisited anytime.

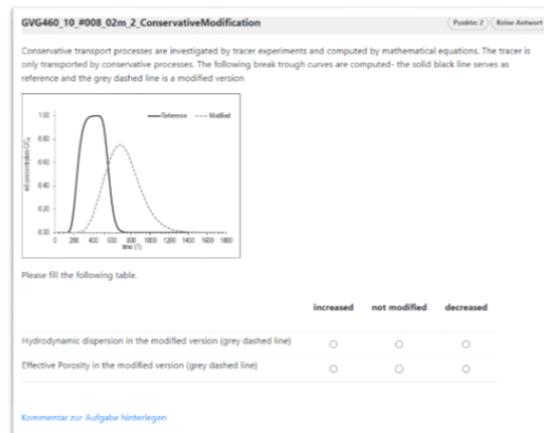
Overall, video resources help make abstract content more tangible and contextualized.

Groundwater Management

Need for education – iNUX

Education in Hydrogeology / Groundwater management with

- interactive teaching material
- videos
- **questions(pools)**
- classic teaching material



electronic questions (self assessment)



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 13



Translated Notes (de)

Folie 13 – Fragenpools zur Bewertung

Ein weiterer wichtiger pädagogischer Baustein in unserem Projekt ist die Entwicklung von Fragenpools.

Diese dienen mehreren Zwecken:

- Selbsteinschätzung für Lernende, um ihr Verständnis zu überprüfen.
- Formative und summative Beurteilungen, einschließlich Abschlussprüfungen.

Vorteile der Verwendung von Fragenpools:

- Sie ermöglichen die Wiederverwendbarkeit und Anpassungsfähigkeit über Kurse und Institutionen hinweg.
- Sie als Gemeinschaftsanstrengung zu schaffen, macht den Prozess effizient und fördert gemeinsame Bildungsressourcen.

Dieser Ansatz unterstützt skalierbare und flexible Bewertungsstrategien.

Original Notes:

Slide 13 – Question Pools for Assessment

Another important educational component in our project is the development of question pools.

These serve multiple purposes:

- Self-assessment for learners to check their understanding.
- Formative and summative assessments, including final exams.

Benefits of using question pools:

- They enable reusability and adaptability across courses and institutions.
- Creating them as a community effort makes the process efficient and fosters shared educational resources.

This approach supports scalable and flexible assessment strategies.

Groundwater Management

Need for education – iNUX



Education in Hydrogeology / Groundwater management with

- interactive teaching material
- videos
- questions(pools)
- classic teaching material



SlideJet

- converts PowerPoint to a Streamlit slideshow
- with multilingual speaker notes
- open source <https://github.com/gw-inux/SlideJet/>

A screenshot of a presentation slide titled 'Fallstudien der Grundwasserbewirtschaftung (MWW11)'. It includes details about the lecturer (Dr.-Ing. Thomas Reimann, Prof. Dr. Rudolf Liedl u. a.), the course (Lehrveranstaltung 01 Thema 0: Übersicht und Einführung), and the date (09. April 2025). The slide has a dark blue background with white text.

A screenshot of a page titled 'Translated Notes (ch Chinese (Simplified))' for the presentation slide. It contains the original German text and its Chinese translation. The Chinese text describes the goals, content, and organization of the course.

classic teaching material



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 14



Translated Notes (de)

Folie 14 – Folienbasierter Unterricht und unser Tool: SlideJet

Neben modernen Tools setzen wir auch auf klassische Lehrmaterialien wie PowerPoint Folien.

– Diese werden in der Regel als Handout mit den Vortragsnotizen geteilt und dienen als Orientierung für die Lernenden während und nach den Vorlesungen.

Um dieses Format zu verbessern, haben wir unsere eigene Open-Source-App Streamlit entwickelt: SlideJet.

- Mit SlideJet können Benutzer PowerPoint Präsentationen in interaktive Streamlit Diashows umwandeln.

- Eine herausragende Funktion: Es kann Sprechernotizen automatisch in mehrere Sprachen übersetzen.

SlideJet ist ein kleines, aber leistungsstarkes Tool, das dabei hilft, traditionelle Inhalte in eine moderne, zugängliche und mehrsprachige Lernumgebung zu bringen.

Weitere Informationen zu SlideJet unter <https://github.com/gw-inux/SlideJet/>

Original Notes:

Slide 14 – Slide-Based Teaching and Our Tool: SlideJet

In addition to modern tools, we also rely on classical teaching materials like PowerPoint slides.

- These are typically shared as handouts with speaker notes, helping guide learners during and after lectures.

To enhance this format, we developed our own open-source Streamlit app: SlideJet.

- SlideJet allows users to convert PowerPoint presentations into interactive Streamlit slideshows.

- A standout feature: it can automatically translate speaker notes into multiple languages.

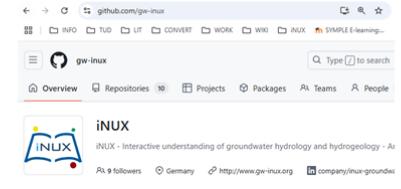
SlideJet is a small but powerful tool that helps bring traditional content into a modern, accessible, and multilingual learning environment.

More information about SlideJet under <https://github.com/gw-inux/SlideJet/>

Groundwater Management

Need for education – iNUX

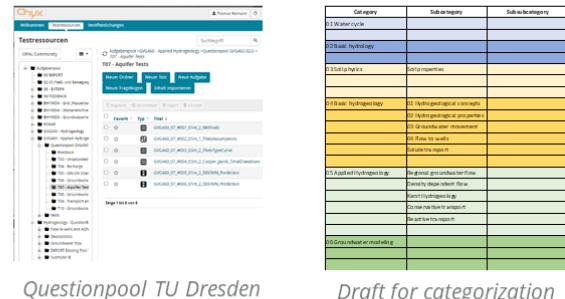
- Education in Hydrogeology / Groundwater management with**
- interactive teaching material
 - videos
 - questions(pools)
 - classic teaching material
- **Structures(Cooperation / Pools)**
- **Guidelines,instructions**
- **Evaluation**



We think you're gonna like it here.

We've suggested some tasks here in your organization's overview to help you get started.

GitHub repositories



Category	Sub-category	Subject category
21 Water cycle		
21.1 Basic Hydrology		
21.2 Soil hydrology		
21.3 Basic Hydrogeology		
21.3.1 Hydrogeological concepts		
21.3.2 Hydrogeological processes		
21.3.3 Groundwater movement		
21.3.4 Flow in rocks		
21.3.5 Groundwater storage		
21.3.6 Groundwater flow		
21.3.7 Groundwater storage		
21.3.8 Groundwater modelling		



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 15



Translated Notes (de)

Folie 15 – Das Ziel des INUX-Projekts

Das Hauptziel des INUX-Projekts besteht darin, die verschiedenen Bildungskomponenten in einem kohärenten und kollaborativen Rahmen zusammenzuführen.

Zu den Hauptzielen gehören:

- Strukturierung und Integration verschiedener Materialien: interaktive Apps, Videos, Fragenpools, Folien und mehr.
- Erleichterung der Zusammenarbeit durch Bildung gemeinsamer Ressourcenpools über Institutionen hinweg.
- Bereitstellung klarer Richtlinien und Anweisungen:
- Zur Nutzung, Anpassung und Weiterentwicklung dieser Materialien.
- Bewertung der Wirkung dieser Tools in verschiedenen Bildungsumgebungen:
- Um ihre Effizienz zu beurteilen
- Und ihr Nutzen für Lernende und Lehrende.

Die Vision besteht darin, ein nachhaltiges und flexibles Ökosystem für die Grundwasserbildung aufzubauen.

Original Notes:

Slide 15 – The Aim of the INUX Project

The main goal of the INUX project is to bring together the different educational components into a coherent and collaborative framework.

Key objectives include:

- Structuring and integrating diverse materials: interactive apps, videos, question pools, slides, and more.
- Facilitating cooperation by forming shared resource pools across institutions.
- Providing clear guidelines and instructions:

- On how to use, adapt, and develop these materials further.
- Evaluating the impact of these tools in various educational settings:
- To assess their efficiency
- And their usefulness for learners and educators.

The vision is to build a sustainable and flexible ecosystem for groundwater education.

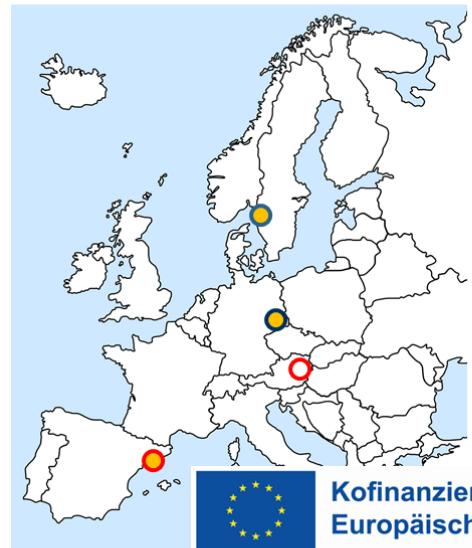
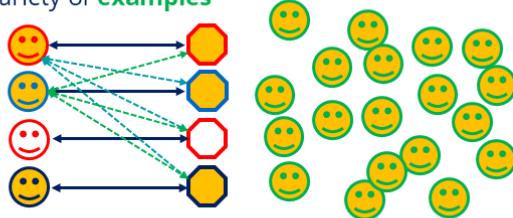
Groundwater Management

Need for education – iNUX idea

Four universities

One common topic

- Variety of environments
- Variety of students
- Variety of courses/modules/methods
- Variety of applications
- Variety of examples



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 16



Translated Notes (de)

Folie 16 – Das INUX-Framework: Regionale Stärken, gemeinsame Ressourcen

Diese Folie veranschaulicht die Kernidee von INUX: Die Stärken verschiedener Institutionen nutzen, um eine gemeinsame, offene und kollaborative Bildungsplattform aufzubauen.

Projektpartner und ihre regionalen Schwerpunkte:

- Universität Göteborg – Skandinavische Region; Ausbildung z.B. für Geologie/Naturwissenschaften.
- Technische Universität Dresden – Mitteleuropa; Ausbildung z. B. für ingenieurwissenschaftlich orientierte Studierende.
- Universität Graz – Alpine und hochgebirgige Umgebungen.
- UPC Barcelona – Mittelmeerregion und Klima.

Jede Universität bringt mit:

- Einzigartige Anwendungen, Beispiele und Lehrkontakte.
- Ein anderes Studentenprofil und eine andere Lernumgebung.

Aktuelle Einschränkung:

- Bisher hatten Studierende nur Zugriff auf die Materialien ihrer eigenen Einrichtung.

Unsere Vision:

Öffnen Sie alle Kurse, Apps und Beispiele in den Partnerinstitutionen.

Erweitern Sie den Zugang zu einer breiteren Öffentlichkeit im Einklang mit der Open-Source-Philosophie des Projekts.

Fördern Sie institutionenübergreifendes Lernen und Wissensaustausch.

Original Notes:

Slide 16 – The INUX Framework: Regional Strengths, Shared Resources

This slide illustrates the core idea of INUX: Leveraging the strengths of diverse institutions to build a shared, open, and collaborative educational platform.

Project partners and their regional focus:

- University of Gothenburg – Scandinavian region; education e.g., for geology/natural sciences.
- Technical University Dresden – Central Europe; education e.g., for engineering-oriented students.
- University of Graz – Alpine and high-mountain environments.
- UPC Barcelona – Mediterranean region and climate.

Each university brings:

- Unique applications, examples, and teaching contexts.
- A different student profile and learning environment.

Current limitation:

- Until now, students only had access to their own institution's materials.

Our vision:

Open up all courses, apps, and examples across the partner institutions.

Extend access to the wider public, in line with the open-source philosophy of the project.

Promote cross-institutional learning and knowledge sharing.

Groundwater Management

Need for education – iNUX example materials

Application for field method evaluation

Translated Notes (de)

Folie 17 – Beispielanwendung: Slug-Test-Auswertung <https://slugtest-multilingual.streamlit.app/>
Diese Folie präsentiert ein konkretes Beispiel der im Rahmen des INUX-Projekts entwickelten digitalen Materialien.

Bei dem vorgestellten Tool handelt es sich um eine kleine Streamlit-Anwendung zur Auswertung von Slug-Tests, einer gängigen Feldmethode in der Hydrogeologie.

Hauptfunktionen der App:

- Erreichbar über QR-Code auf der Folie.
 - Beinhaltet eine mehrsprachige Übersetzungsfunktion für Sprechernotizen und Benutzeroberfläche.
 - Kommt mit einem Einführungsvideo, das:
 - Demonstriert den Feldaufbau.
 - Erklärt, wie die Daten gesammelt werden, die in der App analysiert werden.
 - Ein interaktiver Schieberegler ermöglicht Benutzern Folgendes:
 - Passen Sie die Modelllösung in Echtzeit an.
 - Passen Sie es visuell an die gemessenen Felddaten an.

Das Tool unterstützt angewandtes, intuitives Lernen durch praktisches Erkunden.

Original Notes:

Slide 17 – Example Application: Slug Test Evaluation <https://slugtest-multilingual.streamlit.app/>
This slide presents a concrete example of the digital materials developed within the INUX project.

The featured tool is a small Streamlit application designed for evaluating slug tests, a common field method in hydrogeology.

Key features of the app:

- Accessible via QR code on the slide.

- Includes multilingual translation functionality for speaker notes and interface.
- Comes with an introductory video that:
- Demonstrates the field setup.
- Explains how the data are collected, which will be analyzed in the app.
- An interactive slider allows users to:
- Adapt the model solution in real-time.
- Visually match it to the measured field data.

The tool supports applied, intuitive learning through hands-on exploration.

Groundwater Management

Need for education – iNUX example materials

Application for complete courses

Analytical solution for 1D unconfined flow with two defined head boundaries

The app computes 1D groundwater flow in an unconfined, homogeneous, and isotropic aquifer that is bounded by two defined head boundaries. The aquifer receives groundwater recharge from the top.

Subsequently, you will find

- A short description of the initial situation that serve for an exercise,
- Some explanation of the underlying theory of the 1D analytical groundwater flow model,
- The exercise with questions, directions for the analysis including an interactive plot.

Fig 01: Sketch of the model.

Initial situation and challenge (management task)

We consider an area that is mainly composed of thick sandy aquifers. In the area are several large lakes, see figure. On the land surface between two lakes happened an car accident that results in the possible release of harmful substances in the underground. For that reasons, a very quick initial evaluation of the situation is required.

- Different apps

<https://symple25.streamlit.app/>



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 18



Translated Notes (de)

Folie 18 – Beispiel für eine vollständige Kursintegration: SYMPE25 (hier 1D-Grundwasserströmung) <https://symple25.streamlit.app/>

Auf dieser Folie wird eines der einzelnen Lernmodule vorgestellt, die in der SYMPE25-App enthalten sind.

Das hier behandelte Thema ist die eindimensionale Grundwasserströmung – ein grundlegendes Konzept in der Hydrogeologie.

Mit der Sub-App können Lernende:

- Erkunden Sie interaktiv, wie hydraulische Gradienten den Fluss antreiben.
- Passen Sie Parameter an, um stationäres und transientes Verhalten zu verstehen.
- Verbinden Sie theoretisches Verständnis mit visueller und numerischer Darstellung.

Dies ist Teil des modularen Ansatzes von SYMPE25, Wissen Schritt für Schritt durch gezielte Apps aufzubauen.

Original Notes:

Slide 18 – Example for a full-course integration: SYMPE25 (here 1D Groundwater Flow)
<https://symple25.streamlit.app/>

This slide presents one of the individual learning modules included in the SYMPE25 app. The topic covered here is one-dimensional groundwater flow — a fundamental concept in hydrogeology.

The sub-app allows learners to:

- Interactively explore how hydraulic gradients drive flow.
- Adjust parameters to understand steady-state and transient behavior.
- Connect theoretical understanding with visual and numerical representation.

This is part of SYMPE25's modular approach to building up knowledge step by step through targeted apps.

Groundwater Management

Need for education – iNUX example materials

Application for complete courses



Module M1C - Numerical Modeling of Flow

System of Equations and Solvers

You can move through the slides with the left/right button. Alternatively, you can switch through the slides with the slider. Finally, you can use the toggle to switch to a vertical layout to eventually adapt the app to your device.

Toggle to show notes below slides Language for speaker notes Number of slides in the presentation: 74

- Different apps
- Slides

<https://symple25.streamlit.app/>



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 19



Translated Notes (de)

Folie 19 – Beispielanwendung: SYMPLE25 School <https://symple25.streamlit.app/>

Diese Folie zeigt ein weiteres Schlüsselprodukt des INUX-Projekts: die SYMPLE25-Schule.

Es handelt sich um einen einjährigen Weiterbildungskurs, der sich an Berufstätige und lebenslange Lernende richtet.

Der Kurs wird über eine optimierte Streamlit-App angeboten, die:

- Kombiniert mehrere kleinere Apps in einer einzigen strukturierten Lernumgebung.
- Zur einfachen Navigation und zum modularen Lernen in Abschnitte unterteilt.

Zusätzliche Funktionen:

- Folien aus Online-Sitzungen werden direkt in die App integriert.
- Jede Folie enthält mehrsprachige Sprechernotizen, um unterschiedliche Lernende zu unterstützen.
- Ein QR-Code ermöglicht den direkten Zugriff auf die öffentliche Demoversion der App. SYMPLE25 veranschaulicht, wie interaktive Tools und strukturierte Inhalte eine flexible, selbstbestimmte Bildung unterstützen können.

Original Notes:

Slide 19 – Example Application: SYMPLE25 School <https://symple25.streamlit.app/>

This slide showcases another key product of the INUX project: the SYMPLE25 School.

It is a one-year continuing education course designed for professionals and lifelong learners.

The course is delivered through a streamlined Streamlit app that:

- Combines multiple smaller apps into a single structured learning environment.
- Is organized into sections for easy navigation and modular learning.

Additional features:

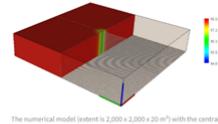
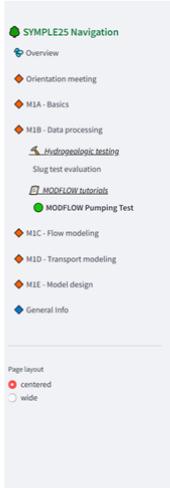
- Slides from online sessions are integrated directly into the app.
- Each slide includes multilingual speaker notes to support diverse learners.

- A QR code provides direct access to the public demo version of the app.
- SYMPLE25 exemplifies how interactive tools and structured content can support flexible, self-paced education.

Groundwater Management

Need for education – iNUX example materials

Application for complete courses



- Different apps
- Slides
- Screencast tutorials

<https://symple25.streamlit.app/>



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 20

DRESDEN concept

Translated Notes (de)

Folie 20 – SYMPLE25: Tutorials für selbstbestimmtes Lernen <https://symple25.streamlit.app/>

Die SYMPLE25-App enthält außerdem strukturierte Tutorials zur Unterstützung des selbstständigen Lernens.

Jedes Tutorial besteht aus:

- Eine Reihe von Video-Screencasts, die z. B. den Einsatz grundwasserbezogener Softwaretools demonstrieren.
- Eine begleitende To-Do-Liste, die Lernende Schritt für Schritt durch praktische Aufgaben führt. Diese Struktur ermöglicht:
 - Selbstgesteuertes Lernen, ideal für Berufstätige mit begrenzter Zeit.
 - Praktische Erfahrung mit Werkzeugen und Arbeitsabläufen, die im realen Grundwassermanagement verwendet werden.

Das Tutorialformat fördert das aktive Engagement und trägt zum Aufbau praktischer Kompetenzen bei.

Original Notes:

Slide 20 – SYMPLE25: Tutorials for Self-Paced Learning <https://symple25.streamlit.app/>

The SYMPLE25 app also includes structured tutorials to support independent learning.

Each tutorial consists of:

- A number of video screencasts that demonstrate e.g., the use of groundwater-related software tools.
- An accompanying to-do list that guides learners through practical tasks step by step. This structure enables:
 - Self-paced learning, ideal for professionals with limited time.
 - Hands-on experience with tools and workflows used in real-world groundwater management.

The tutorial format fosters active engagement and helps build practical competencies.

Groundwater Management

Need for education – iNUX example materials

Pumping Test Module – in cooperation with The Groundwater Project



PumpingTestAnalysis

- Theory
 - Transient Flow to a Well
 - Theis solution
 - Hantush Jacob solution
 - Neuman solution
 - Pumping Test Analysis
 - Parameter Uncertainty
- About

Select a page above

Pumping Test Analysis Module

Welcome

Pumping tests are one of the most important methods for acquiring information about groundwater systems. A pumping test provides values of aquifer transmissivity T and storativity S and in some settings, other hydraulic parameter values.

This module is designed to introduce the evaluation of pumping tests for confined, unconfined, and leaky aquifers.

Overview of the module

This module combines theoretical explanations with interactive applications and exercises. Quizzes inside the module allow you to assess your understanding. The underlying theory is provided as a concise overview at the beginning.

- Explanation and interactive plots
- Assessments



<https://gwp-pumping-test-analysis.streamlit.app/>



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 21



Translated Notes (de)

Folie 21 – Letztes Beispiel: Pumptest-Analysemmodul

<https://gwp-pumping-test-analysis.streamlit.app/>

Dieses letzte Beispiel zeigt eine klassische Anwendung in der Hydrogeologie: Pumptestanalyse.

Das Modul wird über das Groundwater Project (<https://gw-project.org/>) vertrieben und

gewährleistet so offenen Zugang und globale Reichweite.

Es bildet eine vollständige Bildungseinheit, einschließlich:

- Theoretischer Hintergrund zu Pumpversuchen.
- Mehrere interaktive und statische Seiten, die alle wichtigen Aspekte abdecken:
- Testaufbau
- Datenerfassung
- Parameterschätzung
- Ergebnisinterpretation

Lernende können über den auf der Folie bereitgestellten QR-Code auf das vollständige Modul zugreifen.

Diese Ressource kombiniert umfassende Inhalte mit interaktivem Lernen und unterstützt sowohl den Unterricht als auch das Selbststudium.

Original Notes:

Slide 21 – Final Example: Pumping Test Analysis Module

<https://gwp-pumping-test-analysis.streamlit.app/>

This last example features a classical application in hydrogeology: Pumping test analysis.

The module is distributed via the Groundwater Project (<https://gw-project.org/>), ensuring open access and global reach.

It forms a complete educational unit, including:

- Theoretical background on pumping tests.

- Multiple interactive and static pages covering all key aspects:
- Test setup
- Data collection
- Parameter estimation
- Result interpretation

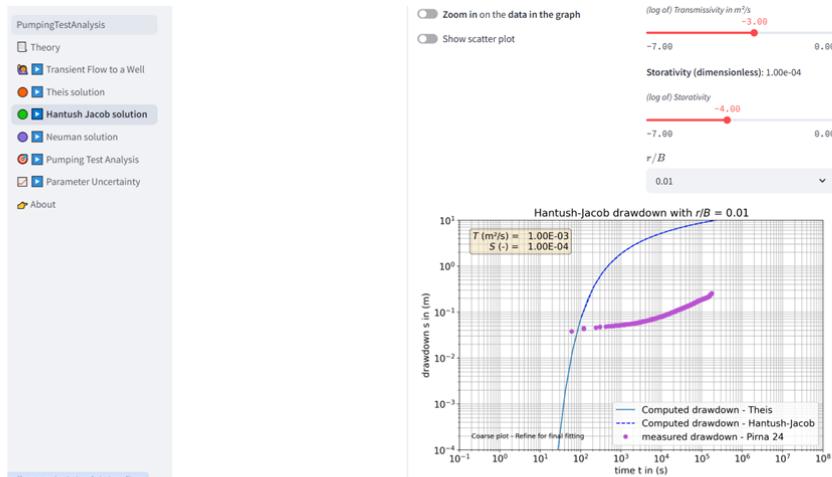
Learners can access the full module using the QR code provided on the slide.

This resource combines comprehensive content with interactive learning and supports both teaching and self-study.

Groundwater Management

Need for education – iNUX example materials

Pumping Test Module – in cooperation with The Groundwater Project



- Explanation and interactive plots
- Assessments
- Field measured data
- Exercise
- Focus: Self learning



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 22



Translated Notes (de)

Folie 22 – Kombination von Lehrbuch- und Felddaten

Diese Folie bietet einen weiteren Einblick in das Pumpentest-Anwendungsmodul.

Das Modul beinhaltet beides:

Lehrbuchdatensätze – um Standardverfahren zu vermitteln und konsistente Beispiele sicherzustellen.

Vor Ort gemessene Daten – um Lernende mit der Komplexität realer Bedingungen vertraut zu machen.

Die Verwendung realer Daten hilft Schülern:

Verstehen Sie die Stärken und Grenzen verschiedener Analysemethoden.

Erfahren Sie, wie Sie verrauchte oder unvollständige Daten so interpretieren, wie Sie es in der beruflichen Praxis tun würden.

Diese Mischung aus kontrollierten und realistischen Daten fördert das kritische Denken und die angewandte Problemlösung.

Original Notes:

Slide 22 – Combining Textbook and Field Data

This slide provides another insight into the Pumping Test Application Module.

The module includes both:

Textbook datasets – to teach standard procedures and ensure consistent examples.

Field-measured data – to expose learners to the complexities of real-world conditions.

Using real data helps students:

Understand the strengths and limitations of various analytical methods.

Learn how to interpret noisy or incomplete data, just as they would in professional practice.

This mix of controlled and realistic data enhances critical thinking and applied problem-solving.

Groundwater Management Outlook

- Open-source materials – **ready to use**
- **Cooperation and contributions** are very welcome
- <https://gw-inux.org/>
- <https://github.com/gw-inux>
- **Splinter Meeting** – This Wednesday – 10:30



Translated Notes (de)

Folie 23 – Fazit und Ausblick

Abschließend betonen wir den offenen und kollaborativen Charakter des INUX-Projekts:

- Alle Lehrmaterialien sind Open Source und frei verfügbar.
- Sie können von Pädagogen und Lernenden weltweit genutzt, angepasst und erweitert werden.

Wir freuen uns über Zusammenarbeit und Beiträge:

- Ganz gleich, ob Sie Dozent, Entwickler oder Student sind – Ihr Beitrag kann dazu beitragen, diese Initiative zu stärken und auszubauen.

Weitere Informationen finden Sie unter:

- Auf unserer Projektwebseite
- In unserem GitHub-Repository, wo Sie auf die Materialien und Tools zugreifen können.

Abschließend laden wir Sie ein, den Inhalt des EGU Splinter Meetings zu erkunden:

- Präsentiert in einer speziellen Streamlit-Präsentation
- Und wird in Kürze im GitHub-Repository veröffentlicht.

Original Notes:

Slide 23 – Conclusion and Outlook

To conclude, we emphasize the open and collaborative nature of the INUX project:

- All educational materials are open source and freely available.
- They are ready to be used, adapted, and extended by educators and learners worldwide.

We warmly welcome collaboration and contributions:

- Whether you're an instructor, developer, or student — your input can help strengthen and grow this initiative.

More information is available:

- On our project webpage
- In our GitHub repository, where you can access the materials and tools.

Finally, we invite you to explore the content of the EGU Splinter Meeting, which is:

- Presented in a dedicated Streamlit presentation
- And will be published in the GitHub repository shortly.

Groundwater Management

Thank you



Interactive understanding of groundwater hydrology and hydrogeology – the iNUX project
Dr.-Ing. Thomas Reimann, Institute of Groundwater Management
EGU General Assembly – Vienna – April 28th 2025

Slide 24



Translated Notes (de)

Folie 24 – Danksagungen

Vielen Dank für Ihre Zeit und Ihr Interesse an unserem Vortrag.

Wir möchten unseren aufrichtigen Dank aussprechen an:

- Alle Unterstützer, Sponsoren und Projektpartner
- Die Kollegen und Mitarbeiter, die zur Entwicklung unserer Materialien beigetragen haben
- Die Agenturen und Institutionen, die Finanzierung, Infrastruktur und Förderung bereitgestellt haben

Dieses Projekt ist wirklich eine Gemeinschaftsleistung, und wir sind dankbar für die Gelegenheit, die Hydrogeologieausbildung gemeinsam voranzutreiben.

Original Notes:

Slide 24 – Acknowledgements

Thank you very much for your time and interest in our presentation.

We would like to express our sincere gratitude to:

- All supporters, sponsors, and project partners
- The colleagues and collaborators who have contributed to the development of our materials
- The agencies and institutions that provided funding, infrastructure, and encouragement

This project is truly a collaborative effort, and we are thankful for the opportunity to advance hydrogeology education together.