



University
of Bremen

Fachbereich 3
Mathematik und Informatik

Masterthesis

Immersive Visualization of Large-Scale Spatio-Temporal Datasets in Virtual Reality

A Particle-Based Visualization Approach Using
Unreal Engine 5

Autor: Christian Hoffmann
hoffmanc@uni-bremen.de
4598625

Betreuer: M. Sc. Navid Mirzayousef Jadid
Dr. Roland Fischer

Gutachter: Prof. Dr. Gabriel Zachmann
Prof. Dr. Sebastian Maneth

Abgabedatum: 06.05.2026

DECLARATION

EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Teile meiner Arbeit, die wortwörtlich oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Gleiches gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen sowie für Quellen aus dem Internet, dazu zählen auch KI-basierte Anwendungen oder Werkzeuge. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Prüfungsleistung eingereicht. Die elektronische Fassung der Arbeit stimmt mit der gedruckten Version überein. Mir ist bewusst, dass wahrheitswidrige Angaben als Täuschung behandelt werden.

- Ich habe KI-basierte Anwendungen und/oder Werkzeuge genutzt und diese im Anhang A.6 dokumentiert.

ERKLÄRUNG ZUR VERÖFFENTLICHUNG VON BACHELOR- ODER MASTERARBEITEN Die Abschlussarbeit wird zwei Jahre nach Studienabschluss dem Archiv der Universität Bremen zur dauerhaften Archivierung angeboten. Archiviert werden:

1. Masterarbeiten mit lokalem oder regionalem Bezug sowie pro Studienfach und Studienjahr 10 Abschlussarbeiten
2. Bachelorarbeiten des jeweils ersten und letzten Bachelorabschlusses pro Studienfach und Jahr

- Ich bin damit einverstanden, dass meine Abschlussarbeit im Universitätsarchiv für wissenschaftliche Zwecke von Dritten eingesehen werden darf.

- Ich bin damit einverstanden, dass meine Abschlussarbeit nach 30 Jahren (gem. §7 Abs. 2 BremArchivG) im Universitätsarchiv für wissenschaftliche Zwecke von Dritten eingesehen werden darf.

- Ich bin nicht damit einverstanden, dass meine Abschlussarbeit im Universitätsarchiv für wissenschaftliche Zwecke von Dritten eingesehen werden darf.

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG ZUR ÜBERPRÜFUNG DER ELEKTRONISCHEN FASSUNG DER BACHELORARBEIT / MASTERARBEIT DURCH PLAGIATSSOFTWARE
Eingereichte Arbeiten können nach § 18 des Allgemeinen Teil der Bachelor- bzw. der Master- prüfungsordnungen der Universität Bremen mit qualifizierter Software auf Plagiatsvorwürfe untersucht werden. Zum Zweck der Überprüfung auf Plagiate erfolgt das Hochladen auf den Server der von der Universität Bremen aktuell genutzten Plagiatssoftware.

- Ich bin damit einverstanden, dass die von mir vorgelegte und verfasste Arbeit zum oben genannten Zweck dauerhaft auf dem externen Server der aktuell von der Universität Bremen genutzten Plagiatssoftware, in einer institutionseigenen Bibliothek (Zugriff nur durch die Universität Bremen), gespeichert wird.

Mit meiner Unterschrift versichere ich, dass ich die obenstehenden Erklärungen gelesen und verstanden habe und bestätige die Richtigkeit der gemachten Angaben.

Datum

Unterschrift

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my sincere gratitude to my supervisor, Navid Mirzayousef Jadid, for his continuous support throughout the development of this thesis. Our regular discussions over the course of almost a year, his detailed feedback, and his thoughtful suggestions had a major influence on both the direction of the project and the development of the final thesis. His guidance was invaluable at every stage of the work.

I am also grateful to Prof. Dr. Gabriel Zachmann and the members of the CGVR group for their valuable input, constructive discussions, and the supportive environment in which this work was carried out.

I would also like to thank all participants of the formative evaluation and the final user study for their time, openness, and constructive feedback. Their contributions provided important insights that helped shape and refine the developed system.

Last but not least, I would like to thank my family for their support throughout my studies and for their proofreading, which contributed to the final version of this thesis.

CONTENTS

1	Introduction	1
1.1	Motivation	1
1.2	Contributions	2
1.3	Research Objectives	3
2	Background & Related Work	5
2.1	General Definitions	5
2.1.1	VR Terminology	5
2.1.2	Performance and Responsiveness Terminology	7
2.1.3	Interaction Terminology	7
2.2	Immersive Analytics	8
2.3	Oceanographic Data Visualization	13
2.4	Existing Systems	15
2.4.1	Digital Earth Viewer	15
2.4.2	VRVizX	16
2.4.3	Immersive Space-Time Cube	18
2.4.4	DXR	19
2.4.5	SPLOCIS	20
2.4.6	Summary	21
3	System Design & Architecture	23
3.1	Dataset Analysis	23
3.2	Requirements	25
3.2.1	Functional Requirements	25
3.2.2	Non-Functional Requirements	26
3.3	Decisions	26
3.4	System Architecture	29
4	Implementation	34
4.1	Data Preprocessing & Runtime Data Access	34
4.2	Visualization of Oceanographic Data	41
4.3	Shape-Based Selection & Data Filtering	44
4.3.1	Shape-Based Selection	44
4.3.2	Data Filtering	48
4.4	User Interface & System Control	49
5	Iterative Development Process & Formative Evaluation	54
5.1	Development Process	54
5.2	Initial Prototyping & Technical Validation	55
5.3	Pre-Study with Domain Experts	59
5.4	System Refinement & Final Iterations	61
6	User Study Methodology	67
6.1	Evaluation Goals & Study Design	67
6.2	Participant Selection & Recruitment	68
6.3	Study Setup	68

6.4	Session Procedure	70
6.5	Data Collection	72
6.6	Analysis Strategy	73
7	Results & Discussion	76
7.1	Demographics	76
7.2	Quantitative Results	77
7.2.1	SUS Results	77
7.2.2	UEQ Results	78
7.3	Qualitative Findings	79
7.4	Discussion	81
8	Limitations & Future Work	85
8.1	Current Limitations	85
8.1.1	Technical Constraints	85
8.1.2	Study Scope & Validity	85
8.1.3	Generalizability	86
8.2	Future Work	87
8.2.1	Usability and Interaction Refinement	87
8.2.2	Selection and Analysis Features	87
8.2.3	Visualization and Spatial Representation	88
8.2.4	Data Handling and Architecture	89
8.2.5	Further Evaluation	89
9	Conclusion	91
A	Appendix	93
A.1	Invitation Flyer	94
A.2	Data Privacy Agreement	95
A.3	Questionnaire Results - SUS	102
A.4	Questionnaire Results - UEQ	111
A.5	User Study Audio Transcripts	120
A.6	Use of AI-based Applications	148
A.7	Prompt Used for Audio Transcript Cleanup	149
	Bibliography	153
	Glossary	159

LIST OF FIGURES

Figure 2.1	Distribution of visualization techniques over time in the papers reviewed by Kraus et al. (Source: [25]).	10
Figure 2.2	Digital Earth Viewer showing a globe-based visualization of gridded temperature data with integrated temporal navigation (Source: [10]).	16
Figure 2.3	VRVizX: basic scatterplot visualization using a wine quality dataset (Source: [2]).	17
Figure 2.4	Immersive space-time cube visualization of 3D spatio-temporal data (Source: [43]).	18
Figure 2.5	Example visualization of the DXR toolkit (Source: [37]).	19
Figure 2.6	SPLOCIS: immersive scatterplot cube with interactable shadows (Source: [9]).	20
Figure 3.1	Schema-based identification of visualization-relevant tables in the COMFORT SQLite database.	24
Figure 3.2	Row counts of the largest visualization-relevant tables in the COMFORT SQLite database.	25
Figure 3.3	Layered overview of the system architecture.	30
Figure 4.1	Overview of the data preparation and runtime access pipeline.	34
Figure 4.2	Visualization system with its main contextual elements.	41
Figure 4.3	Comparison of the particle visualization without and with the main contextual elements used in the final system.	43
Figure 4.4	Example states of the shape-based selection workflow.	45
Figure 4.5	Axis-based filtering interface. The main dialog supports range restriction along all three spatial axes, while a secondary refinement dialog allows more precise adjustment of individual bounds without keyboard input.	49
Figure 4.6	Main user interface used to manage active visualization systems.	50
Figure 4.7	Keybinding support used to communicate the main controls of the system. AI assistance for the controller illustrations is documented in Section A.6.	52
Figure 5.1	Conceptual framing of iterative design study methodology after Sedlmair et al. [34].	54
Figure 5.2	Conceptual illustration of the spatial scale mismatch resulting from a direct combination of georeferenced horizontal coordinates and metric depth values.	56
Figure 5.3	Comparison of the same data subset rendered with different output particle counts (left: 435,095 particles, right: 149,568 particles).	57
Figure 5.4	Comparison of the same subset without aggregation (left) and with grid-based aggregation applied (right).	57

Figure 5.5	Particle visualization before (left) and after (right) the visual rework.	58
Figure 5.6	Pre-study session flow. Blue boxes denote active VR interaction phases, while green boxes indicate phases outside VR.	59
Figure 5.7	Conceptual comparison of the original and reworked system manipulation approach.	62
Figure 5.8	Dual-thumb range slider	63
Figure 5.9	Iterative development of the geographic context overlay, from initial bathymetry-based meshes to the final flat map representation used in the prototype.	65
Figure 6.1	VR hardware used in the user study.	69
Figure 6.2	Session flow of the user study. Blue boxes denote active VR interaction phases, while green boxes indicate phases outside VR. Secondary boxes represent data collected during the respective phase.	70
Figure 6.3	Overview of the main system states encountered during the guided task block.	71
Figure 7.1	Overview of the age, gender and VR experience of the participants.	76
Figure 7.2	Overview of the SUS results for each participant.	77
Figure 7.3	UEQ scale means in comparison to the benchmark categories provided by the UEQ benchmark dataset.	78

LIST OF TABLES

Table 2.1	Synthesis of common oceanographic visualization techniques and their typical strengths and limitations, based on [21, 33, 45].	14
Table 2.2	Overview of the systems discussed in related work.	21
Table 3.1	Mapping between system requirements and design decisions.	29
Table 4.1	Summary of the main application-side complexity characteristics of the data pipeline.	40
Table 4.2	Representative example runtimes of the runtime data access pipeline.	40
Table 5.1	Main findings of the pre-study.	61
Table 6.1	Overview of the guided tasks used during the study.	70
Table 6.2	Overview of the collected data sources.	72
Table 6.3	Interview questions used in the semi-structured interview.	73
Table 6.4	Overview of the automatically recorded system log metrics.	74
Table 7.1	Overview of the UEQ scale means and benchmark interpretation.	78

Table 7.2	Overview of the main qualitative finding categories.	81
Table A.1	Overview of the materials included in this appendix chapter.	93
Table A.2	Overview of AI-based tools used during the preparation of this thesis.	148

LIST OF ALGORITHMS

1	Preprocessing workflow.	35
2	Runtime loading strategy.	37
3	Grid-binning procedure for large subsets.	39
4	Filtering routine for shape-based selection.	47

INTRODUCTION

1.1 MOTIVATION

Scientific datasets have become increasingly large in recent years [47]. This growth creates a need for new visualization techniques, as established approaches reach their limits. Oceanography is one example where datasets often contain many variables and a vast number of sample points. The COMFORT dataset (2.3), for instance, contains hundreds of millions of data points across more than 40 measured variables. How can data at this scale be visualized effectively without losing spatial understanding, while still enabling users to comprehend multiple dimensions?

Additionally, Virtual Reality (VR) has become increasingly accessible in recent years, especially due to advances in consumer hardware, which have made immersive visualization approaches more viable [23]. Stereoscopic depth perception, six degrees of freedom, and natural spatial navigation can support both understanding of complex spatial structures as well as allow exploration from global patterns to local detail [24, 38]. These properties make a VR-based visualization approach particularly interesting for spatio-temporal datasets.

Scalable exploration of dense datasets remains a comparatively underexplored aspect of immersive analytics. Many existing systems focus on specific visualization tasks or controlled study scenarios, and large-scale point-based exploration is still less commonly addressed as a primary design goal. Beyond rendering performance, dense spatio-temporal data also introduces interaction challenges: selecting, filtering, and comparing subsets becomes difficult when data is visually cluttered and input precision is constrained by VR controllers and natural hand motion [6].

1.2 CONTRIBUTIONS

This thesis contributes toward closing this gap by developing an immersive visualization system for large spatio-temporal datasets. The implementation is designed for the COMFORT (see 2.3) dataset, but follows a schema-based pipeline that can be adapted to other SQLite databases with a compatible georeferenced spatio-temporal structure. The system focuses on enabling interactive exploration through scalable rendering and dedicated interaction techniques for spatial selection and temporal filtering.

The main contributions of this thesis are:

- **Scalable Runtime Visualization Pipeline:** A system architecture for the interactive exploration of large spatio-temporal datasets in VR using on-demand runtime loading and dynamic grid binning. The approach combines the flexibility of runtime filtering with the performance benefits of aggregation, while keeping temporal ranges fully customizable at runtime.
- **Shape-Based Selection for Dense Particle Fields:** Interaction techniques for selecting spatial subsets in cluttered 3D point clouds, based on hand-driven interaction with configurable volumetric selection shapes. The technique supports both one-handed selection and bimanual selection via the intersection of two shapes, with immediate visual feedback in the scene.
- **Multi-Scale Temporal Navigation:** A temporal navigation concept that combines coarse range selection, fine-grained stepping, and animated playback for spatio-temporal datasets, including those with uneven temporal sampling. This supports both high-level pattern exploration and targeted inspection of specific time periods.
- **Expert-Informed Design Refinement:** Iterative feedback from expert participants informed important design refinements of the prototype, including adjustable z-axis scaling for depth representation and the further development of temporal interaction and navigation features.
- **Empirical Usability Evaluation:** A formative user study (n=9) that assesses perceived usability, learnability, and user experience for large-scale data exploration in VR, combining standardized questionnaires with qualitative feedback. The results suggest that users were generally able to navigate and query dense spatio-temporal data, while also highlighting remaining usability issues.

1.3 RESEARCH OBJECTIVES

The following objectives guide the design, implementation, and evaluation of the system presented in this thesis:

- **System implementation:** Develop a VR prototype for exploring large geolocated spatio-temporal point datasets, including spatial context and temporal navigation.
- **Scalable data exploration:** Enable interactive exploration under VR performance constraints by combining database querying with data reduction strategies (e.g., filtering and aggregation) so the system remains responsive during typical analysis tasks.
- **Visual representation:** Design a point-based visualization that remains interpretable for dense data, including meaningful attribute-to-visual mappings (e.g., color, scale, opacity etc.) and mechanisms to reduce clutter.
- **Interaction design:** Implement interaction techniques that support exploration workflows, with a focus on spatial selection and time-range exploration.
- **Iterative evaluation:** Evaluate the prototype at several points during development to identify strengths and remaining usability issues, combining informal feedback with a final structured usability assessment.

BACKGROUND & RELATED WORK

The system developed in this thesis lies at the intersection of several related areas. It is framed by immersive analytics, builds on concepts from scientific visualization, and is applied to oceanographic data. Existing interactive and immersive systems also provide useful reference points for design decisions regarding representation, temporal navigation, and interaction. The following chapter introduces the background and related work most relevant to the developed prototype.

2.1 GENERAL DEFINITIONS

The following definitions introduce the core terminology used throughout the thesis. They focus on VR system concepts, performance and timing terms, and a small set of interaction terms that recur in later chapters, while dataset- and domain-specific concepts are introduced in subsequent sections.

2.1.1 VR TERMINOLOGY

VIRTUAL REALITY. Virtual reality (VR) is commonly described as an interactive, computer-generated environment that is experienced in real time and provides users with sensory stimuli and feedback such that they can perceive and act as if they were present in the depicted world [35]. Conceptually, VR can also be understood as a closed-loop system that targets perception and behavior through artificial sensory stimulation [26]. In practice, VR is most often realized using head-mounted displays (HMDs) with tracked head pose (6DoF), enabling stereoscopic rendering with viewpoint updates that follow the user's movements; however, immersive VR can also be implemented using other display setups, such as projection-based installations (e.g., the CAVE) that surround the user with stereo imagery on room-sized surfaces [8]. Interaction is typically supported via tracked input devices (e.g., handheld controllers or hand tracking), which allow users to select and manipulate virtual content in three-dimensional space [19].

In this thesis, VR primarily refers to HMD-based systems that support head-tracked stereoscopic rendering and tracked input devices (e.g., controllers or hands), enabling interaction in three-dimensional space.

IMMERSION. Immersion is often defined as a property of the *system* rather than the user. Slater and Wilbur introduce the *FIVE* framework and describe immersion as something that can be assessed objectively through properties of a VR system, including how faithfully it presents sensory information and how accurately it tracks user movement [39]. This relates to aspects such as the visual quality and field of view of the display as well as the precision and update rate of head and hand tracking. This distinction is useful because it separates technical characteristics of the system from the user's psychological state and experience.

PRESENCE. Presence is typically defined as a *subjective experience*, often summarized as the sense of *being there* in a mediated or virtual environment. Witmer and Singer describe presence as the degree to which users feel located in the virtual world rather than in the physical surroundings. They treat presence as a measurable construct and propose the Presence Questionnaire, which operationalizes presence through multiple sub-factors and allows it to be assessed systematically in user studies [44]. Slater and Wilbur similarly frame presence as a psychological state, but emphasize its behavioral aspect: presence manifests when users respond to events in the virtual environment as if it were the primary reality. In their discussion, presence is closely linked to how compelling the virtual experience is for the user and to the tendency to treat the virtual environment as the current frame of reference for perception and action [39].

HMD & 6DOF TRACKING. A head-mounted display (HMD) presents the virtual scene to the user and updates the rendered viewpoint based on the tracked head pose. Modern VR systems typically support *six degrees of freedom* (6DoF) tracking, meaning that pose is tracked in three translational degrees of freedom and three rotational degrees of freedom. This enables natural head motion, such as leaning, stepping, or turning, to translate directly into viewpoint changes in the virtual environment. Tracking is a central component of modern VR systems, because it allows the rendered viewpoint and interactive tools to update as a function of the user's head and hand motion and thereby supports closed-loop interaction [26].

CONTROLLERS & TRACKED HANDS. Interaction in consumer VR is commonly supported through tracked handheld controllers and, increasingly, through optical hand tracking. From an interaction perspective, both modalities provide time-varying 6DoF poses that can be mapped to virtual tools such as pointers or selection volumes, and they naturally support bimanual interaction. More generally, such input modalities can be understood as 3D input devices that support fundamental interaction tasks in virtual environments, including selection and manipulation, as discussed in survey work on 3D interaction techniques [19].

2.1.2 PERFORMANCE AND RESPONSIVENESS TERMINOLOGY

FRAME RATE & FRAME TIME. Frame rate describes how frequently new images are displayed, typically measured in frames per second (FPS). Frame time is the duration required to produce one frame, typically measured in milliseconds per frame (ms). The two are inversely related: higher FPS implies lower frame time. In VR, rendering and display update behavior are a central concern because the user's head motion continuously changes the desired viewpoint, and visual updates must keep pace with perception and movement [26].

LATENCY. Latency refers to the delay between an event and the corresponding system response. In VR, a key notion is *motion-to-photon (MTP) latency*: the time between a user movement (or tracked object movement) and the corresponding motion being rendered and displayed. A recent survey-style discussion in the VR literature defines MTP latency as the time between the movement of a tracked object and its corresponding movement rendered and depicted on the display [41]. Because users continuously move their head and hands, MTP latency and latency variability (jitter) can influence both performance and comfort. Research on perceptual sensitivity to VR latency shows that head-tracking delay can be noticeable to users and that its effects depend on factors such as scene content and motion [28].

RESPONSIVENESS & INTERACTIVITY. In this thesis, *responsiveness* and *interactivity* are used in a general human-computer interaction sense: the system provides timely feedback such that users can maintain a sense of control over actions and outcomes. Shneiderman defines *computer system response time* as the number of seconds from the moment a user initiates an activity to the moment the result appears [36]. While VR adds additional motion-related latency considerations (e.g., motion-to-photon), the underlying principle remains: perceived delays shape user performance and experience.

In VR, responsiveness is not limited to discrete command-response interactions, but also includes the continuous coupling between user motion and visual system feedback. Since head and hand movements directly affect viewpoint and interaction, high or inconsistent latency can impair task performance, reduce interaction quality, and negatively affect comfort in immersive systems [41]. In addition, perceptual studies show that sensitivity to head-tracking latency depends on scene content and motion characteristics, which further underlines that responsiveness in VR is both a technical and perceptual issue [28].

2.1.3 INTERACTION TERMINOLOGY

RAY-BASED & VOLUMETRIC SELECTION. As Argelaguet and Andujar note, object selection is "one of the fundamental tasks in 3D user interfaces" [1]. They

further describe it as the initial task for many common interactions in virtual environments. Accordingly, selection design is of central importance for the overall interaction flow in VR systems. In practice, many systems rely on ray-based pointing techniques, in which users indicate targets with a directed ray, often extending from a tracked controller. This approach is especially common for single-target selection and remote interaction. In contrast, volumetric or region-based selection techniques define a three-dimensional selection region and select all targets located within that region. Such techniques are particularly relevant for dense scenes and multi-object selection tasks, where precise pointing at individual targets becomes difficult [1].

In immersive analytics systems, raycasting is widely used for single-object selection, while multi-object selection is often implemented through brushing or box-like region selection techniques [15]. While this section focuses on ray-based and volumetric selection, the literature describes several other selection techniques and classifications, for example virtual-hand techniques and image-plane based approaches [1].

2.2 IMMERSIVE ANALYTICS

Immersive Analytics (IA) is a research area at the intersection of visualization, human-computer interaction, and immersive technologies. It investigates how immersive display and interaction techniques, including VR and augmented reality (AR), can support data analysis and decision making through spatial interaction, embodiment, and collaboration [11, 15, 23, 32]. Rather than treating immersion as an end in itself, IA asks under which task conditions immersive interfaces improve analytical work in practice [12, 24].

MOTIVATION, DEFINITIONS & RESEARCH GOALS IN IA. Chandler et al. describe IA as an emerging direction that studies how new display and interaction technologies can support analytical reasoning and decision making, with emphasis on multi-sensory interfaces and collaboration [7]. This perspective frames IA around analysis tasks and includes a range of immersive and post-desktop interfaces beyond head-mounted VR.

Dwyer et al. further frame IA as a research initiative that aims to remove barriers between people, their data, and the tools used for analysis and decision making [11]. In this sense, IA extends visual analytics by explicitly considering how the properties of immersive interfaces, including display, interaction, and embodiment, influence analytical reasoning and workflow design. Related overviews also emphasize that IA combines perspectives from HCI, visualization, VR/AR, and data analysis, and that the field is still developing shared concepts, guidelines, and evidence across this interdisciplinary design space [12, 15, 23].

Skarbez et al. propose a compact formulation and define IA as the science of analytical reasoning facilitated by immersive human-computer interfaces [38]. Taken together, these perspectives show a common core: IA supports analytical reasoning

and decision making through immersive interfaces, while also investigating under which task and context conditions immersive approaches are beneficial. This is reflected in the broader research agenda of the field, which includes perception, interaction, collaboration, evaluation methodology, and system design challenges [12, 38].

IMMERSION AND PRESENCE IN THE IA CONTEXT. In Section 2.1, immersion and presence were introduced as general VR concepts, with immersion primarily referring to properties of the system and presence referring to the user's subjective experience. In IA, these concepts remain relevant, but they are considered in relation to analytical work rather than as standalone goals. Dwyer et al. explicitly note that IA research uses the term immersion in both technological and psychological senses, and that both are central to the field [11].

Empirical studies illustrate why this distinction matters in practice. Gruchalla compared stereoscopic desktop well-path editing to a CAVE-like immersive environment and reported faster task completion for nearly all participants, alongside a statistically significant increase in correct solutions in the immersive condition [18]. In contrast, Henry and Polys varied the field of regard in a CAVE by presenting an abstract network either on one wall or across four walls, and for a route-knowledge task observed a trend toward faster completion with one wall [20]. The authors attribute this effect to distraction and focus loss when additional surrounding surfaces do not support the current navigation strategy.

Accordingly, IA does not treat immersion or presence as universally beneficial targets in themselves. Their value depends on task demands, interaction design, and study conditions: higher immersion may support data understanding, sensemaking, navigation, spatial memory, collaboration, or engagement in some cases, but it can also introduce distraction or interaction overhead in others. Recent overview and reflection papers emphasize this task- and condition-specific character and caution against broad claims of superiority over non-immersive approaches [23, 24]. For this reason, IA research typically evaluates immersion and presence in conjunction with task characteristics, interaction design, and usability [12, 38].

CATEGORIZING IA SYSTEMS BY VISUALIZATION TECHNIQUE. For the purpose of introducing common types of immersive analytics systems, a visualization-technique-based categorization is particularly useful. The survey by Kraus et al. on immersive analytics with abstract 3D visualizations provides such a classification and groups the reviewed systems by the visualization techniques they employ [25]. Starting from categories used in visualization literature, they distinguish the following classes: node-link graphs, scatterplots, parallel coordinates, glyphs/icons/symbols, geographic visualizations, volume visualizations, flow visualizations, and an additional *other* category for rare techniques [25]. This classification is especially helpful for the present thesis because it provides a concise vocabulary for describing and comparing immersive analytical systems in terms of their visual representation, rather than only by hardware or application domain.

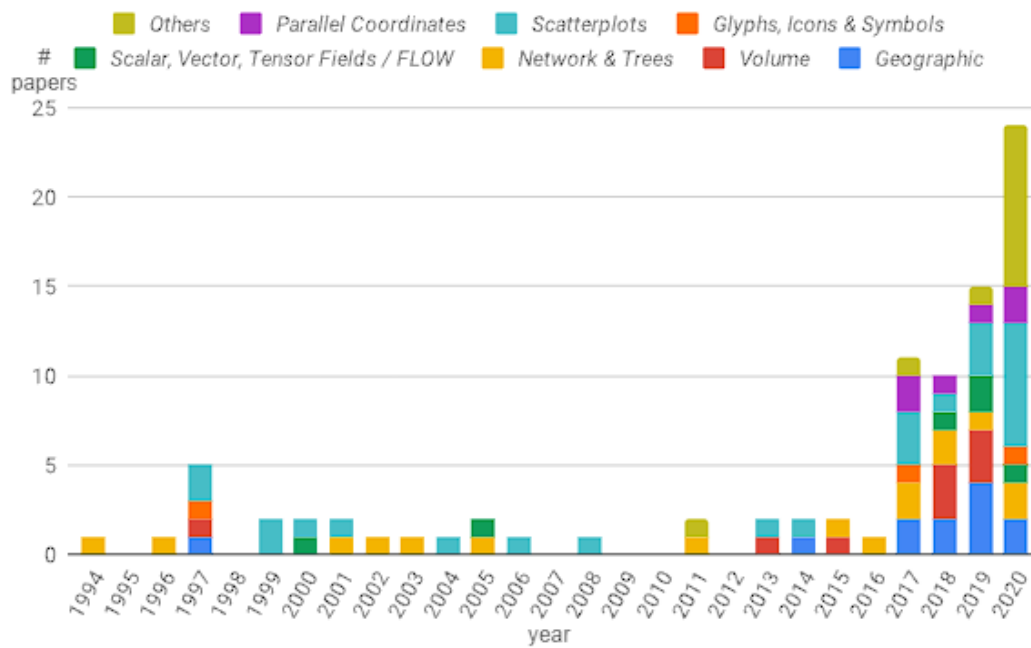


Figure 2.1: Distribution of visualization techniques over time in the papers reviewed by Kraus et al. (Source: [25]).

Kraus et al. also note that visualization techniques differ in their requirements, affordances, and restrictions with respect to immersive environments and associated interaction operations [25]. Factors such as field of view, field of regard, resolution, screen size, and computational power can therefore affect the suitability of a given technique in a specific immersive setup [25]. In their reviewed corpus, node-link graphs and scatterplots form the largest groups, indicating a strong research focus on these visualization types in immersive analytics with abstract 3D data [25]. This categorization is used in the following as a lightweight orientation and will later support the structuring of related work.

BENEFITS AND POTENTIAL VALUE OF IA. A recurring motivation in IA research is that immersive environments may support analysis by offering richer spatial cues, broader display space, more direct interaction, and improved engagement. Skarbez et al. discuss potential benefits of increased immersion for analytics in terms of spatial understanding, reduced clutter through larger effective display space, peripheral awareness, and richer interaction opportunities, while also emphasizing that these hypotheses must be justified empirically for specific tasks [38]. Kraus et al. similarly argue that immersive environments may offer beneficial properties such as improved depth perception, natural navigation, direct object manipulation, and support for spatial memory, but stress that evidence remains highly task- and condition-specific [25].

At a broader level, IA is also motivated by the possibility of combining multiple sensory channels and embodied interaction techniques for data analysis. Chandler et al. and Fonnet and Prié both emphasize that IA is not restricted to visual display

alone, even though visual and spatial channels dominate most existing systems [7, 15]. This broader perspective is especially relevant when discussing interaction techniques, collaboration, and future authoring environments for IA systems [12, 15].

A further motivation for IA is that many analytical tasks involve spatial or volumetric structures that are difficult to represent and manipulate on conventional 2D desktop displays. In particular, the literature repeatedly notes well-known limitations of presenting 3D data on 2D screens, while also arguing that immersive environments may provide advantages for some tasks through head-tracked stereo viewing, immersive navigation, and more direct interaction [12, 25, 38]. At the same time, IA does not assume that immersive interfaces are universally superior, but instead asks for which tasks and conditions these properties improve analytical work [23, 24].

RELATION TO VISUAL ANALYTICS IA is closely related to visual analytics and often builds on its task-oriented perspective, but it expands the scope to include immersive media and interaction modalities. Skarbez et al. explicitly connect IA to visual analytics and the knowledge-generation process, and discuss IA as a setting in which computer-aided analytical reasoning is facilitated by immersive human-computer interfaces [38]. This perspective is useful because it places IA within a broader scope rather than treating it as a purely visual or purely technological topic.

TIME-VARYING SPATIAL 3D DATA ANALYSIS. Recent immersive analytics work has also examined more explicitly how time-varying spatial 3D data can be analyzed across different visualization types and display environments. Yuan et al. compare animation and small multiples in both VR and desktop settings and study how domain experts work with these representations when exploring time-dependent volumetric data [46]. Rather than arguing for one generally superior condition, the paper focuses on how different combinations of representation and environment support different analytical tasks and strategies. The reported results highlight that both animation and small multiples involve specific trade-offs and that these trade-offs interact with the chosen display environment. In this way, the work contributes a more differentiated perspective on immersive analysis of temporally changing 3D data and helps clarify the challenges of representing and comparing such data in VR and on the desktop.

CHALLENGES AND OPEN QUESTIONS IN IA. Despite substantial progress, IA remains a field with unresolved methodological and design questions. Ens et al. state this explicitly in their grand challenges agenda and describe 17 challenges developed by 24 international experts to support wider adoption of IA [12]. These challenges span visualization, interaction, perception, collaboration, evaluation, and system integration, which highlights both the breadth of the field and the absence of broadly accepted design and evaluation standards.

A particularly important challenge identified by Ens et al. is the ethical application of spatial visualization in IA [12]. This is especially relevant because immersive devices can capture highly detailed behavioral and spatial data in addition to forms of user data that are already common in other digital systems. Depending on the device and application, this may include fine-grained information such as head pose, gaze direction, and indoor location, and future devices may extend this further through additional physiological sensing. As a result, IA system design must consider not only analytical effectiveness and usability, but also privacy, data minimization, and the responsible handling of potentially sensitive user information [12].

A central difficulty is that IA research must address both design and evaluation questions at the same time. On the design side, systems must balance visualization choices, interaction techniques, embodiment, and often collaboration under hardware and implementation constraints. On the methodological side, results are frequently tied to specific tasks, datasets, study setups, and user populations, which makes comparison across studies difficult and limits generalizability [24, 25]. This affects replication, baseline selection, and systematic design-space exploration, especially when studies evaluate different tasks or optimize for different outcome measures.

Survey and overview papers describe these issues from complementary perspectives. Fonnet and Prié argue that IA is still converging toward best practices and identify challenges related to embodied interaction, multi-sensory design, and the transfer of knowledge from VR and 3DUI research into IA [15]. Reflection papers on immersive visualization likewise caution that the value of immersion can be overestimated when task context and study conditions are not considered carefully, and therefore call for more rigorous evidence on when immersive approaches improve analytical work [24]. In practice, this also means that stronger immersion, richer interaction, or more complex interfaces are not inherently better if they reduce usability, increase cognitive load, or weaken task performance.

Recent systematic reviews further reinforce that the IA design space remains active and diverse. For example, Saffo et al. identify five key dimensions for characterizing IA systems and visualizations and use these to analyze trends and relationships across recent literature [32]. This supports the view that IA is maturing as a field, while still requiring stronger conceptual consolidation, more comparable evaluation practices, and clearer guidance for task-appropriate system design.

For this thesis, immersive analytics provides the conceptual frame for combining immersive visualization, interactive exploration, and task-oriented analysis under real-time constraints. The following sections narrow this perspective toward VR interaction techniques, domain-specific visualization challenges, and related work.

2.3 OCEANOGRAPHIC DATA VISUALIZATION

OCEANOGRAPHIC DATA AND MEASUREMENT CONTEXT. Oceanographic data form an important basis for understanding climate variability, marine ecosystem change, and biogeochemical processes. Because relevant processes span large spatial and temporal scales, modern ocean observing does not rely on a single measurement technique, but on complementary observing platforms such as research vessels, satellites, moorings, floats, and gliders. These observational streams are increasingly combined with gridded products and numerical model output, which further increases both the amount and the heterogeneity of available data [31, 40, 45].

COMFORT PROJECT CONTEXT. The dataset used in this thesis originates from the broader context of the Horizon 2020 project COMFORT (*Our common future ocean in the Earth system*), which investigated climate-related tipping elements in the ocean with a particular focus on coupled carbon, oxygen, and nutrient cycles as well as their ecosystem implications. According to the project description, COMFORT combined data analysis and predictive models in an interdisciplinary setting spanning Earth system science, oceanography, fisheries science, and ecology [13]. The scale and complexity of such data are also illustrated by recent COMFORT-associated work by Jenniges et al., who analyzed about 300 million measurements of salinity, temperature, oxygen, nitrate, phosphate, and silicate to derive three-dimensional biogeochemical provinces in the North Atlantic [22].

CHARACTERISTICS OF OCEANOGRAPHIC DATASETS. Oceanographic datasets are typically spatio-temporal and contain multiple measured variables. Common examples are temperature and salinity, often together with biogeochemical variables such as oxygen, nutrients, or inorganic carbon [22, 40]. Another typical property is that these datasets are heterogeneous. They are often combined from different observing platforms with different spatial coverage, temporal resolution, and sampling strategies. As a result, ocean data do not usually form a single uniform grid, but are often available as profiles, stations, tracks, or partially gridded products [33, 45]. Another important characteristic is the role of depth. Ocean properties often vary substantially over the water column, for example between the surface mixed layer and deeper layers separated by a thermocline or pycnocline [42]. Many measurements are therefore collected as depth-resolved profiles. At the same time, the vertical extent of the ocean is small compared to its horizontal scale, which makes vertical structures harder to see in undistorted spatial views. Oceanographic visualization therefore often has to show horizontal and vertical structure together, for example through sections, slices, or vertically exaggerated views.

TYPICAL ANALYSIS TASKS. Typical oceanographic analysis tasks usually go beyond looking at a single variable in isolation. Researchers often examine how variables are distributed in space, how they change with depth or over time, and how different variables relate to each other [45]. They also look for recurring

patterns, unusual regions, or larger structures in the data. Recent visualization work in oceanography highlights similar goals, for example the identification of ocean phenomena, the tracking of dynamic processes, and the interactive exploration of multivariate relationships [21]. A concrete example is the grouping of measurements into coherent regions with similar environmental characteristics, as shown by Jenniges et al. in their analysis of biogeochemical provinces in the North Atlantic [22]. Overall, these tasks are largely exploratory, which makes interactive visual analysis particularly useful for pattern discovery and hypothesis generation.

VISUALIZATION APPROACHES AND CHALLENGES. In practice, oceanographic data are commonly explored through combinations of two-dimensional and coordinated views that relate geographic position, depth, time, and variable space. A well-established example is Ocean Data View (ODV), which was developed for the exploration, quality control, and graphical analysis of irregularly distributed profile data. Schlitzer describes support for displaying measurements at their original locations as well as gridding and contouring along sections and on three-dimensional surfaces, making ODV representative of the multi-view workflows that remain common in ocean science [33]. More recent systems such as pyParaOcean extend this direction toward scalable visual analysis of dynamic and multivariate ocean data, for example for eddy identification or salinity movement tracking [21]. Table 2.1 summarizes common non-immersive visualization techniques used in oceanographic analysis and highlights their typical strengths and limitations.

Table 2.1: Synthesis of common oceanographic visualization techniques and their typical strengths and limitations, based on [21, 33, 45].

Technique	Strengths	Limitations
Maps / horizontal slices	Strong spatial overview; intuitive geographic context	Limited vertical detail; difficult to show temporal change and multivariate relations
Vertical sections	Good for depth structure; reveals gradients and layered patterns	Restricted to selected transects; limited spatial overview
Profile plots	Precise local depth information; suitable for station-based comparison	Weak large-scale spatial context; many profiles become hard to compare
Time-series plots	Clear temporal trends; suitable for fixed locations or aggregated variables	Limited spatial context; difficult to compare many locations or variables at once
Scatterplots / property-property plots	Good for variable relationships, clusters, and anomalies	Weak geographic context; depth and time usually only indirect
Coordinated multi-view displays	Combine spatial, vertical, temporal, and multivariate perspectives	Higher interface complexity; view linking and comparison increase cognitive load

Despite their usefulness, these approaches provide only partial views of complex oceanographic datasets. Ocean data are large, heterogeneous, and multivariate, and relevant structures often unfold across both horizontal space and depth. As a result, meaningful interpretation frequently requires switching between several linked views and mentally integrating spatial, vertical, temporal, and multivariate information [21, 33, 45]. These characteristics make oceanography a demanding but highly relevant application area for advanced interactive visualization, including immersive approaches discussed later in this thesis.

2.4 EXISTING SYSTEMS

This section surveys related systems and toolkits that address interactive exploration of data in immersive or spatially grounded visualization settings. The selected works cover both desktop and VR-based approaches and provide reference designs for visual encodings, temporal navigation, and interaction concepts that recur across immersive analytics systems. Each subsection summarizes the main goals and user-facing functionality of a representative system and, where applicable, briefly notes aspects that are relevant to the system presented in this thesis.

2.4.1 DIGITAL EARTH VIEWER

The *Digital Earth Viewer* (DEV) [4, 5] is an open-source tool for the visualization and exploration of geospatial time series data in a 3D environment with integrated temporal navigation. It provides a virtual globe representation in which multiple heterogeneous data sources can be displayed and contextualized together. DEV supports both local datasets and external online sources, and targets interactive navigation through spatial and temporal dimensions as first-class operations.

DEV organizes data in a *layer*-based visualization model, where each dataset or data source is represented as a separate layer that can be enabled, disabled, and configured independently. The user interface combines the main 3D globe view with additional windows for time navigation and layer control. This enables operations such as adding or removing layers, adjusting visualization parameters, and inspecting data through auxiliary views such as 2D graphs. The system is designed for common map-like exploration tasks such as identifying locations, retrieving values, assessing distances, and tracing paths in spatio-temporal datasets.

DEV supports multiple layer types for different dataset modalities and exposes corresponding visual parameters through the layer settings, for example color mapping, point appearance, and vertical scaling or offsets. Temporal navigation is integrated as a primary control element and can be applied across layers to support time-dependent exploration, including range selection and animated playback. In addition to the main 3D view, DEV provides inspection mechanisms for details-on-demand and contextual interpretation of geospatial time series data.

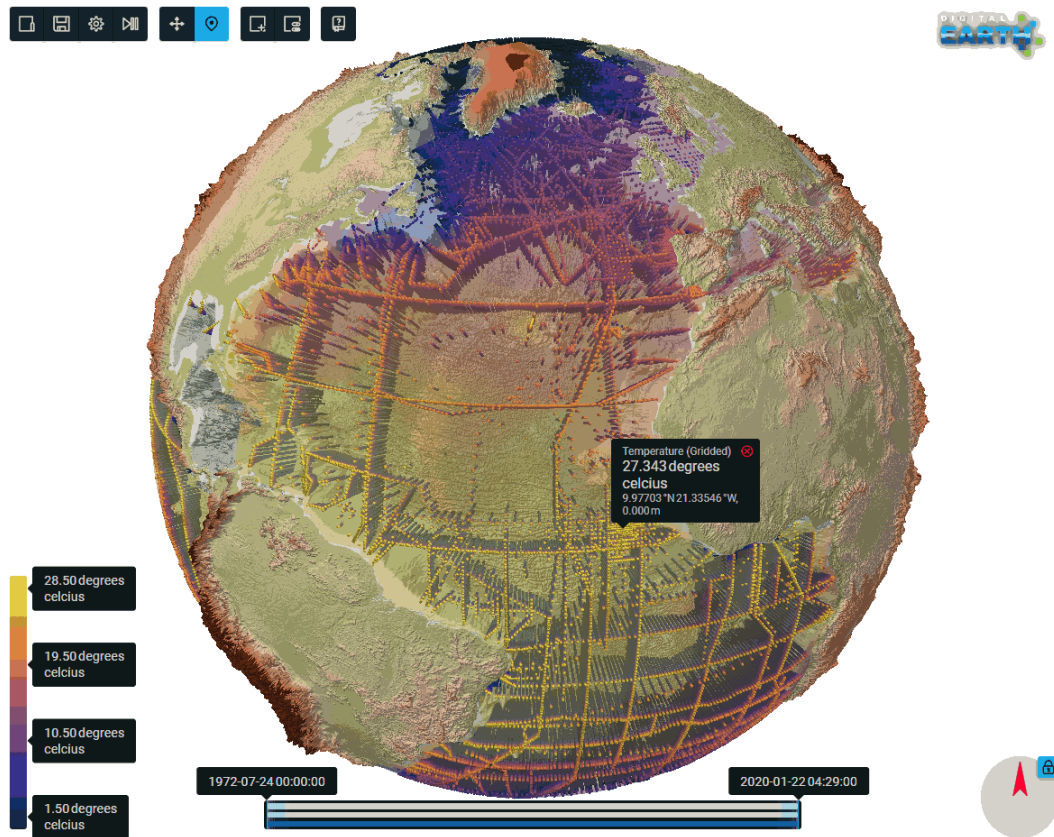


Figure 2.2: Digital Earth Viewer showing a globe-based visualization of gridded temperature data with integrated temporal navigation (Source: [10]).

Key aspects: DEV served as a desktop reference for georeferenced visualization with integrated temporal navigation. Its workflow motivated a dedicated data import and preprocessing step that organizes heterogeneous inputs into a runtime-ready representation.

2.4.2 VRVIZX

Azward et al. present *VRVizX*, a VR prototype for 3D data visualization that explicitly focuses on UX as a primary design goal [2]. The system centers on a 3D scatterplot representation and supports common analytical operations such as axis assignment and navigation around the plot. In addition to a basic scatterplot, *VRVizX* provides variants for outlier highlighting and k-means clustering to support pattern and anomaly inspection in multivariate point data [2].

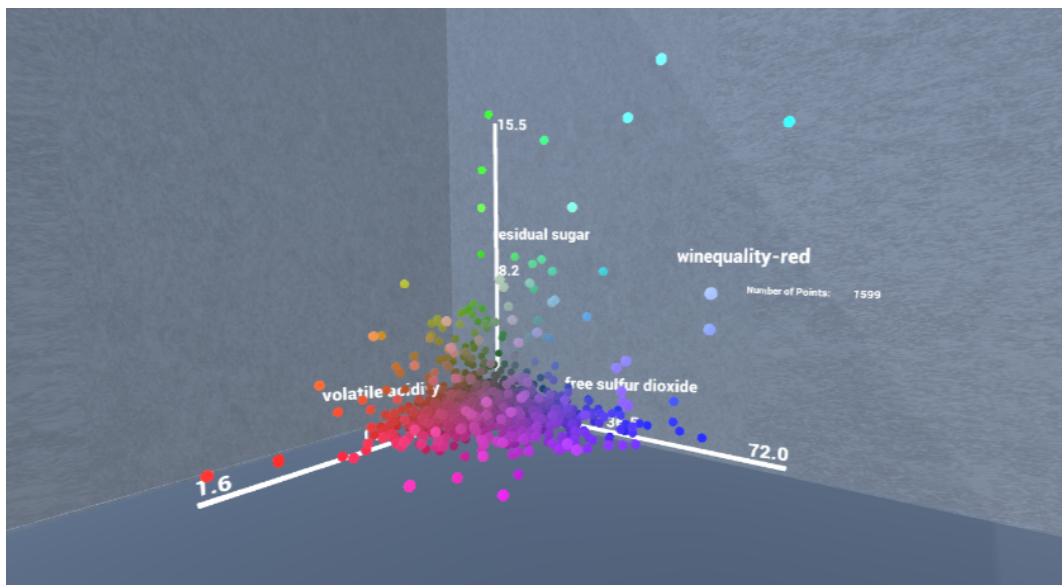


Figure 2.3: VRVizX: basic scatterplot visualization using a wine quality dataset (Source: [2]).

VRVizX follows an iterative design process with multiple prototype versions. The final version (v2) integrates a minimalistic and consistent interface with clearer labels and menus, as well as multimodal feedback through visual, auditory, and haptic cues. Interaction supports walking and teleportation, view manipulation such as zooming and rotating the visualization, and details-on-demand via tooltips when selecting data points. The workflow also includes a dataset upload step in which CSV files are parsed and preprocessed before the chart is generated [2].

Azward et al. evaluate VRVizX v2 in a within-subject comparative study with 30 participants using a Meta Quest 2, contrasting the VR system with a 2D baseline that provides comparable core functionality. Participants completed three tasks that target scatterplot analysis operations: outlier identification, correlation assessment, and cluster assignment for a new data point. Performance metrics include task accuracy and completion time, while perceived workload and usability are measured using the NASA Task Load Index (NASA-TLX) and SUS. Results show significantly higher task accuracy for VRVizX across all tasks and a higher SUS score compared to the 2D system. For workload, no statistically significant difference is reported for overall NASA-TLX, but several subscales favor VRVizX, including lower mental demand, effort, and frustration, while physical demand is higher in VR. Task completion times are reported as significantly higher in VRVizX for two of the three tasks and overall [2].

Key aspects: VRVizX highlights the importance of UX-focused interaction and interface design for immersive visualization, including clear and minimal menus, immediate multimodal feedback, and explicit support for trial-and-error exploration through reset and navigation aids.

2.4.3 IMMERSIVE SPACE-TIME CUBE

The immersive space-time cube (STC) system proposed by Wagner Filho et al. focuses on the exploration of trajectory datasets in VR [43]. The work is motivated by the observation that conventional 2D map-based trajectory visualizations often obscure temporal patterns, whereas the STC represents time explicitly as an additional dimension. At the same time, the authors note that traditional STC systems can be difficult to learn and navigate, and may offer limited depth cues on conventional displays.

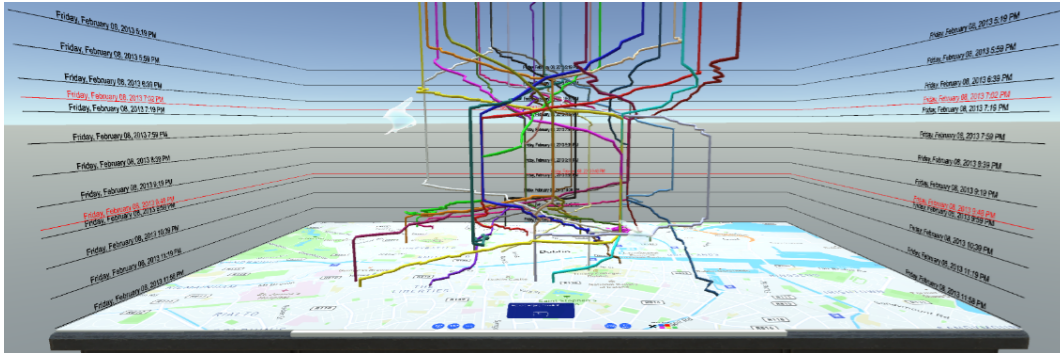


Figure 2.4: Immersive space-time cube visualization of 3D spatio-temporal data (Source: [43]).

The presented system addresses these limitations by combining the STC representation with a desk-based interaction metaphor. A virtual desk serves as a stable reference frame, while the spatial map is embedded into the desk surface and the cube rises above it. This setup is intended to support orientation during exploration and to make the temporal structure of trajectories easier to interpret in an immersive environment [43].

Interaction is split between mid-air manipulation and controls placed on the desk surface. In this way, the system combines direct spatial interaction with more grounded interface elements instead of relying only on free-floating menus or unconstrained navigation. The resulting design is notable because it does not use immersion only for visual presentation, but also for structuring how users navigate and manipulate spatio-temporal data.

The paper evaluates the immersive STC against a desktop-based implementation in a user study with 20 participants across seven tasks and two data-density scenarios. Quantitative task performance was similar for most tasks, but the immersive system received higher usability ratings, substantially stronger user preference, and lower reported mental workload. The authors also report that the VR condition did not cause relevant discomfort during the study sessions, which supports the feasibility of immersive trajectory exploration beyond very short interactions.

Key aspects: This system demonstrates a structured approach to spatio-temporal data exploration by representing time directly within the visualization rather than through additional time-range controls.

2.4.4 DXR

Sicat et al. present a different approach to immersive analytics by proposing not a single end-user system, but a Unity-based toolkit for building *Data visualization applications for eXtended Reality* (DXR) [37]. Unlike the systems presented so far, DXR is aimed at supporting the rapid prototyping and authoring of immersive visualizations across different application contexts. The authors motivate this approach by noting that immersive visualization development in Unity often requires substantial low-level programming effort for data parsing, visual mappings, interaction, and placement.

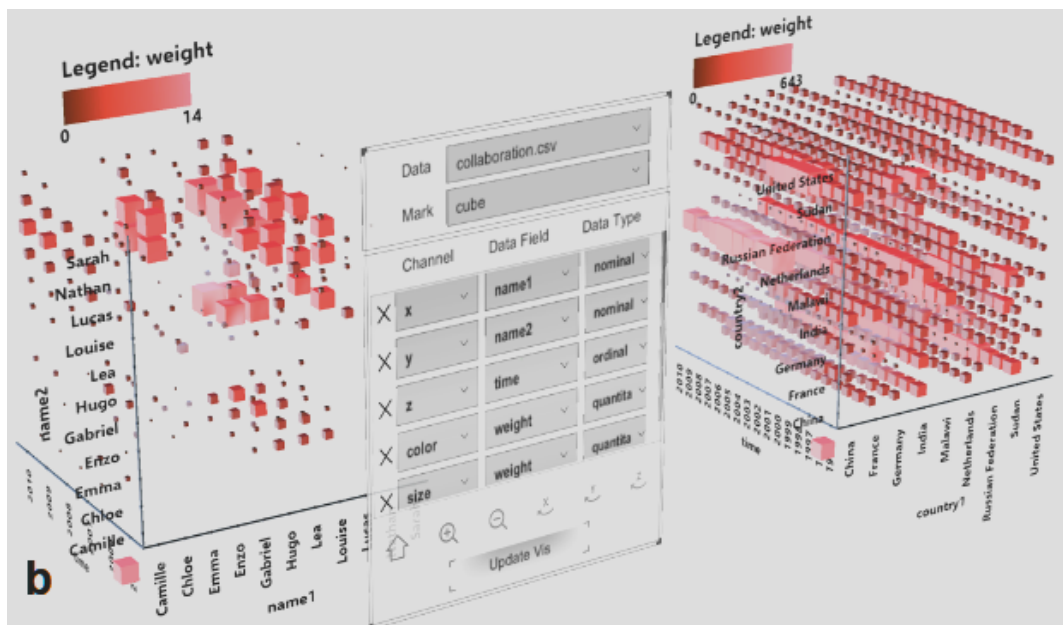


Figure 2.5: Example visualization of the DXR toolkit (Source: [37]).

A central feature of DXR is the combination of a declarative visualization grammar with an in-situ graphical user interface. The grammar is inspired by Vega-Lite and specifies visualizations in terms of data, graphical marks, encodings, and interactions, while the toolkit itself provides reusable predefined visualizations such as scatterplots, bar charts, and flow visualizations [37]. In addition, DXR supports common immersive analytics concepts such as threshold and toggle filters, linked views, details-on-demand, view manipulation, and flexible placement of visualizations within a virtual or real scene. This makes the toolkit a representative example of how immersive analytics systems can be structured around reusable visualization components and established interaction concepts instead of being implemented entirely from scratch for a single use case.

The paper also contains a dedicated performance evaluation, but explicitly states that "scalability was not an explicit design goal" [37]. The authors report construction times of under 12 seconds even for complex examples and note that, for moderate data sizes of up to roughly 1,000 items, the system maintains real-time frame rates above 50 FPS [37]. At the same time, they describe scenes with 10,000 items as only barely interactive and position DXR primarily as a toolkit for previewing and iterating on visualization designs before developing more specialized and optimized implementations [37].

Key aspects: DXR illustrates the value of a generic workflow for data inclusion, preprocessing, and visualization setup instead of an implementation tailored to one specific use case.

2.4.5 SPLOCIS

Derksen et al. present *SPLOCIS (Scatterplot Cube with Interactable Shadows)*, an immersive analytics system for the exploration of multivariate data in VR [9]. The work is motivated by the observation that classical scatterplot matrices (SPLOM) provide an effective overview of pairwise attribute relationships, but do not transfer directly to the investigation of all possible three-way combinations in a compact and visually manageable form. SPLOCIS therefore extends the SPLOM concept into a three-dimensional scatterplot cube and explores how such higher-dimensional scatterplot spaces can be made interactively explorable in an immersive environment.

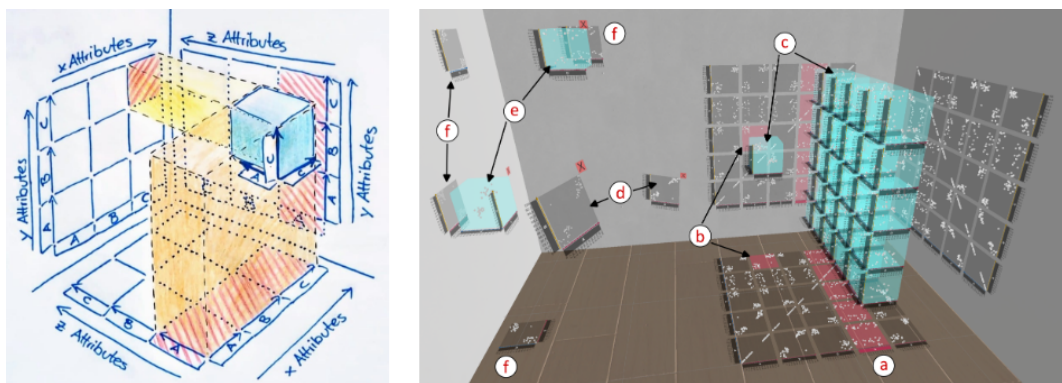


Figure 2.6: SPLOCIS: immersive scatterplot cube with interactable shadows (Source: [9]).

A central idea of SPLOCIS is to combine 3D scatterplots with attached 2D reference views. The system arranges SPLOM-like views on two walls and the floor of the immersive environment and uses them as interaction and overview surfaces. Since showing all possible 3D scatterplots at once would create substantial visual clutter, the corresponding 3D plots are hidden by default and only become visible when users select relevant axes or individual 2D plots. Users can then extract selected plots from the cube and transform them independently for more detailed inspection.

In addition, visible 3D plots cast projections onto nearby walls in the form of 2D scatterplots, which act as the “interactable shadows” of the system [9].

The paper evaluates SPLOCIS in a user study with 33 participants and combines quantitative and qualitative results [9]. The authors report that the system provides a particularly novel and stimulating way of working with multivariate data in immersive environments and supports the efficient and accurate completion of classic scatterplot exploration tasks without unexpectedly high task loads [9]. At the same time, the work is primarily concerned with immersive analysis of abstract multivariate scatterplot spaces rather than with runtime handling of large georeferenced scientific datasets.

Key aspects: SPLOCIS is relevant as an immersive scatterplot-based analysis system that combines overview, filtering, and detailed inspection in VR through a structured spatial arrangement of linked 2D and 3D views.

2.4.6 SUMMARY

Taken together, the reviewed systems highlight several recurring design directions relevant to this thesis. They show the value of georeferenced visualization with temporal navigation, structured VR interaction, reusable workflows for preparing and displaying data in immersive environments, and immersive approaches to multivariate analytical exploration. At the same time, none of the discussed systems directly addresses the combination of large-scale geolocated point data, runtime subset loading from a database, and analysis-oriented interaction techniques such as shape-based subset selection in VR. The presented prototype builds on these existing ideas, but adapts them to the specific requirements of exploratory oceanographic data visualization.

Table 2.2: Overview of the systems discussed in related work.

System	Platform	Main relevance for this thesis
Digital Earth Viewer (DEV)	Desktop, Web	Georeferenced visualization; temporal navigation; data import workflow
VRVizX	VR	UX-focused interaction; multimodal feedback; VR vs. 2D evaluation
Immersive Space-Time Cube (STC)	VR	Time as visual dimension; structured spatio-temporal exploration
DXR	VR/AR	Generic preprocessing workflow; reusable immersive toolkit
SPLOCIS	VR	Immersive scatterplot-based multivariate analysis; linked 2D/3D views; overview and detailed inspection

SYSTEM DESIGN & ARCHITECTURE

The following chapter translates the problem setting introduced earlier into the design basis of the developed system. It first examines the structure and characteristics of the used dataset, then derives the resulting system requirements and main design decisions, and finally summarizes how these were reflected in the overall architecture of the prototype.

3.1 DATASET ANALYSIS

DATASET PROVENANCE AND PREPROCESSING CONTEXT. The dataset used in this thesis was provided as an SQLite database derived from the broader COMFORT data collection. As described by Jenniges et al., the COMFORT dataset combines multiple observational sources and includes a large number of oceanographic parameters measured over long temporal ranges [22]. For their clustering-based analysis, Jenniges et al. focused on six variables with comparatively good spatial coverage, namely temperature, salinity, oxygen, nitrate, silicate, and phosphate. They further describe several preprocessing steps applied to these variables, including filtering based on quality flags, averaging values at identical times and locations, harmonising units, and converting temperature to potential temperature [22].

At the same time, the database used in this thesis does not directly correspond to the final gridded representation used in that clustering workflow. In particular, later processing steps described by Jenniges et al., such as the restriction to the North Atlantic study region, the mapping to a 1° grid with 12 depth intervals, and the imputation of missing values, apply to the derived clustering dataset rather than to the full SQLite database used here [22]. This distinction is important because the database available for visualization still contains additional tables beyond the six variables emphasized in that analysis.

DATABASE COMPOSITION. The SQLite database contains a total of 79 tables. These include both measurement tables containing spatio-temporal oceanographic observations as well as metadata or reference tables that store contextual information such as cruises, countries, instruments, or units. As a result, the database cannot be treated as a single uniform collection of measurements. Instead, it contains a mixture of tables with different purposes, schemas, and sizes.

To identify the subset relevant for direct visualization, the database was filtered based on schema properties rather than table names. Tables were considered visualization-relevant if they contained the core fields required for spatio-temporal

measurement records, namely latitude, longitude, depth, timestamp, and a measured value. In the used database, these fields correspond to the columns `LATITUDE`, `LONGITUDE`, `LEV_M`, `DATEANDTIME`, and `VAL`. The horizontal coordinates in the database are stored as latitude and longitude values in the WGS84 reference system. This procedure yielded 42 visualization-relevant tables. The remaining tables were not used for direct visualization, but some of them still provided supporting metadata, for example unit information referenced by measurement tables.

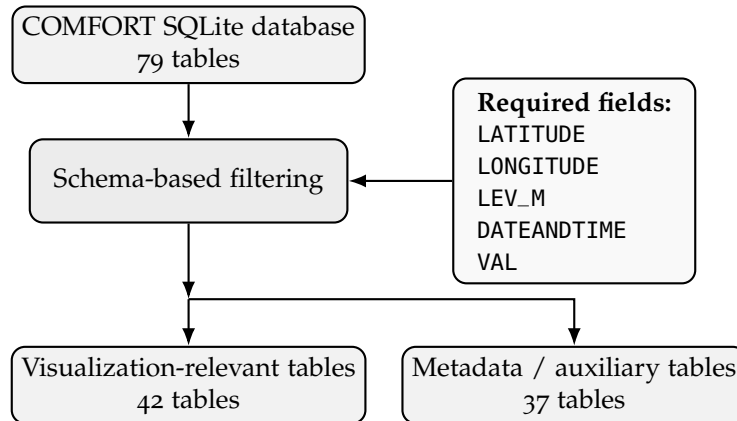


Figure 3.1: Schema-based identification of visualization-relevant tables in the COMFORT SQLite database.

CHARACTERISTICS OF THE VISUALIZATION-RELEVANT SUBSET. Across the 42 visualization-relevant tables, the database contains a total of 326,453,870 measurement records. However, these records are distributed very unevenly across tables. The largest relevant table, `P_TEMPERATURE`, contains 131,141,054 rows, followed by `P_SALINITY` with 126,324,899 rows and `P_OXYGEN` with 42,712,549 rows. By contrast, the smallest relevant table, `P_NITRATENITRITE`, contains only 865 rows. The median size of the relevant tables is 163,650 rows. This indicates that the database is not only large overall, but also highly imbalanced in how measurements are distributed across parameters.

The largest visualization-relevant tables are dominated by core hydrographic and biogeochemical variables. In addition to temperature, salinity, and oxygen, the largest tables include phosphate, silicate, nitrate, pH, chlorophyll, CDOM, and AOU. These tables share a broadly similar structure centered on spatio-temporal point measurements, but they differ considerably in size and, in some cases, in auxiliary attributes such as quality flags, identifiers, or profile-related fields. Figure 3.2 illustrates the strong differences in table size among the largest visualization-relevant tables.

SUMMARY. Overall, the used dataset is best understood as a large and heterogeneous collection of measurement tables embedded in a broader database that also contains metadata and reference information. While parts of the preprocessing described by Jenniges et al. are reflected in the provided database, the version used in this thesis remains structurally distinct from the final gridded clustering

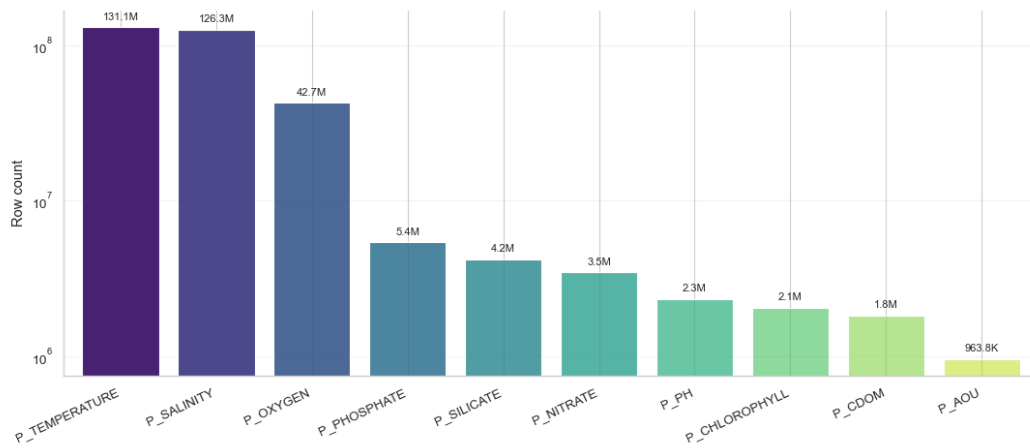


Figure 3.2: Row counts of the largest visualization-relevant tables in the COMFORT SQLite database.

dataset described in that work. For this thesis, the most relevant characteristics are therefore the mixed database composition, the schema-based identification of visualization-relevant tables, and the strongly uneven size distribution of the resulting measurement subset.

3.2 REQUIREMENTS

The requirements for the system were derived from the constraints of immersive interaction (2.1.1 and 2.2), the intended exploratory use case for oceanographic data (2.3) and the characteristics of the used dataset (3.1). Since the dataset consists of large spatio-temporal measurement tables with substantial differences in size and coverage, the system had to support flexible exploration while remaining usable and responsive in VR.

3.2.1 FUNCTIONAL REQUIREMENTS

R1 SPATIAL EXPLORATION.

The system must support exploration of georeferenced measurement data in three-dimensional space.

R2 DEPTH-AWARE EXPLORATION.

The system must support the inspection of vertical structure and depth-dependent patterns.

R3 TEMPORAL NAVIGATION.

The system must support time-based exploration of the dataset, including stepping through time, selecting different time ranges, and enabling automatic playback.

R4 VARIABLE SELECTION.

The system must allow users to switch between different measurement variables or database tables for visualization.

R5 PARALLEL COMPARISON OF VARIABLES.

The system must support the simultaneous display of multiple variables in coexisting visualizations.

R6 SUBSET FILTERING.

The system must support restricting the visible data to selected subsets, including filtering by time and by axis-related ranges such as depth intervals.

R7 SPATIAL SUBSET SELECTION.

The system must support direct selection of spatial data subsets within the 3D scene to expand existing filtering options where these are limited to a fixed dimension.

R8 CONTEXTUAL METADATA DISPLAY.

The system must provide the essential metadata required to interpret the displayed data, including at least the active variable or table, the current date or time range, and the corresponding measurement unit.

3.2.2 NON-FUNCTIONAL REQUIREMENTS**R9 INTERACTIVE RESPONSIVENESS.**

The system must maintain responsive interaction and stable visual feedback during use in VR.

R10 SCALABLE DATA HANDLING.

The system must support large and unevenly sized database tables without requiring the entire dataset to be loaded at once.

R11 VISUAL CLARITY.

The system must present dense point-based data in a way that remains readable and interpretable in immersive space.

R12 GENERIC APPLICABILITY (OPTIONAL).

Although the primary target of the thesis is the COMFORT dataset, the system should be adaptable to other SQLite databases with a compatible schema.

These requirements define the capabilities and constraints that guided the subsequent design decisions and the technical architecture of the system.

3.3 DECISIONS

The following decisions translate the previously defined requirements into concrete design choices for the system. While these decisions were grounded in the dataset characteristics and the intended exploratory use case, several of them were

also refined iteratively during development through repeated expert feedback and formative evaluation. The focus of this section is therefore not on low-level implementation details, but on the main conceptual choices that shaped the final system.

D1 TWO-STAGE DATA PREPARATION AND LOADING PIPELINE. A two-stage pipeline was chosen to separate preprocessing before runtime from dynamic data access during runtime. Preprocessing prepares the database for efficient use by extracting and structuring metadata, parsing unit information, and creating the basis for efficient lookup and filtering. During runtime, data is then loaded only for the currently selected temporal range and transformed into a representation suitable for visualization. This split keeps the runtime interaction focused on the currently relevant subset while avoiding unnecessary up-front loading of the full dataset.

D2 POINT-BASED VISUALIZATION MODEL WITH ADAPTIVE AGGREGATION. The visualization was designed as a point-based, scatterplot-like representation with three spatial axes and an accompanying legend. This choice follows naturally from the structure of the underlying dataset, which consists of discrete spatio-temporal measurement records rather than continuous fields. Direct point rendering is used as the default representation as long as the selected subset remains within feasible limits. For larger selections exceeding 500,000 elements, the system switches to generic grid binning before visualization. This decision was motivated both by the technical limits of the rendering setup and by the need to maintain stable frame rates. Alternative aggregation approaches, including nearest-neighbor-like merging and profile-aware binning, were explored during development, but generic grid binning was retained because it produced the clearest overall visual result in formative evaluation while remaining robust and generally applicable.

D3 TEMPORAL EXPLORATION AS THE CENTRAL ACCESS MODEL. Temporal navigation was treated as a central organizing principle of the system rather than as an additional filter. When a table is loaded, the initial state is based on the earliest available entry, and subsequent exploration proceeds through the temporal component of the dataset. The system supports stepping through time in days, months, or years, adjustable temporal ranges, and automatic playback. This makes time not only a filter criterion, but the main mechanism through which subsets of the dataset are accessed and explored.

D4 PARTITIONED MULTI-SYSTEM SCENE ORGANIZATION. Instead of visualizing all data through a single monolithic view, the system was designed around several independent visualization systems that can coexist in the same scene. This decision was mainly driven by the constraints of the Niagara-based rendering approach, which supports at most one million particles per emitter, and by early

performance tests showing that approximately 3.5 million particles could be rendered simultaneously without frame drops in the target setup. Based on this, the system was limited to up to seven independent visualization systems with a maximum of 500,000 elements each. In addition to addressing technical constraints, this organization also enables side-by-side comparison of different variables or differently filtered subsets within the same immersive environment.

D5 FILTERING AND DIRECT IN-SCENE SUBSET INTERACTION. The filtering concept was designed to combine several complementary mechanisms rather than relying on a single control method. The system therefore supports temporal filtering, axis-based range filtering, and direct in-scene selection of spatial subsets. In addition to fixed filtering along defined dimensions, a shape-based interaction concept was introduced that uses the VR hands to define spatial selection regions directly in the scene. This extends the available filtering options where fixed dimension-based filtering becomes too restrictive and allows users to isolate spatial subsets more flexibly within the visualization itself.

D6 VR-ORIENTED UI AND SYSTEM CONTROL. Since the system can manage several visualization systems at the same time, the user interface was designed with a strong focus on structure, readability, and controllability in VR. The goal was not only to provide access to basic operations such as loading data ranges or switching tables, but also to support more detailed per-system customization. This includes options such as visibility control, percentile-based adjustments, and configuration of individual visualization parameters, as well as broader system-level management settings. To preserve usability in immersive space, the interface was organized in a way that keeps controls visually structured and positions dialogs dynamically relative to the user.

D7 GENERIC SCHEMA ABSTRACTION (OPTIONAL). Although the primary target of the thesis is the COMFORT dataset, the system was not hard-coded against specific table names. Instead, the design was generalized around a schema-based mapping approach that identifies compatible tables through the presence of the required spatial, temporal, depth, and value fields. As a result, the system can in principle also be adapted to other SQLite databases with a compatible georeferenced spatio-temporal structure. This was not part of the original core task, but emerged as a useful extension of the overall design.

Table 3.1: Mapping between system requirements and design decisions.

Requirement	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Functional requirements							
R1: Spatial exploration		●		○	○		
R2: Depth-aware exploration		●			○		
R3: Temporal navigation	○		●		○		
R4: Variable selection				○		●	
R5: Parallel comparison of variables				●		○	
R6: Subset filtering			○		●		
R7: Spatial subset selection					●		
R8: Contextual metadata display	○					●	
Non-functional requirements							
R9: Interactive responsiveness	○	●		●			
R10: Scalable data handling	●	●		○			
R11: Visual clarity		●		○	○	●	
R12: Generic applicability (optional)	○						●

● = Primary relation, ○ = Secondary relation

Overall, these decisions define the conceptual structure of the system and provide the basis for the technical architecture described in the following section.

3.4 SYSTEM ARCHITECTURE

The system architecture was designed as a layered structure that separates data preparation, runtime data access, interaction control, visualization management, and rendering. This separation follows directly from the previously described requirements and design decisions: large and heterogeneous datasets require efficient access mechanisms, VR interaction requires responsive control structures, and the rendering of dense point-based data benefits from a dedicated visualization pipeline. Figure 3.3 gives an overview of the resulting architecture and the flow of data between its main layers.

PREPROCESSING LAYER. Before runtime, the dataset is prepared in a preprocessing step implemented in Python. This layer identifies visualization-relevant tables based on their schema and enriches the SQLite database with auxiliary structures required for efficient later access. In particular, it creates database indices, resolves unit information from supporting lookup tables, and generates metadata tables containing per-table statistics such as temporal coverage, value ranges, spatial

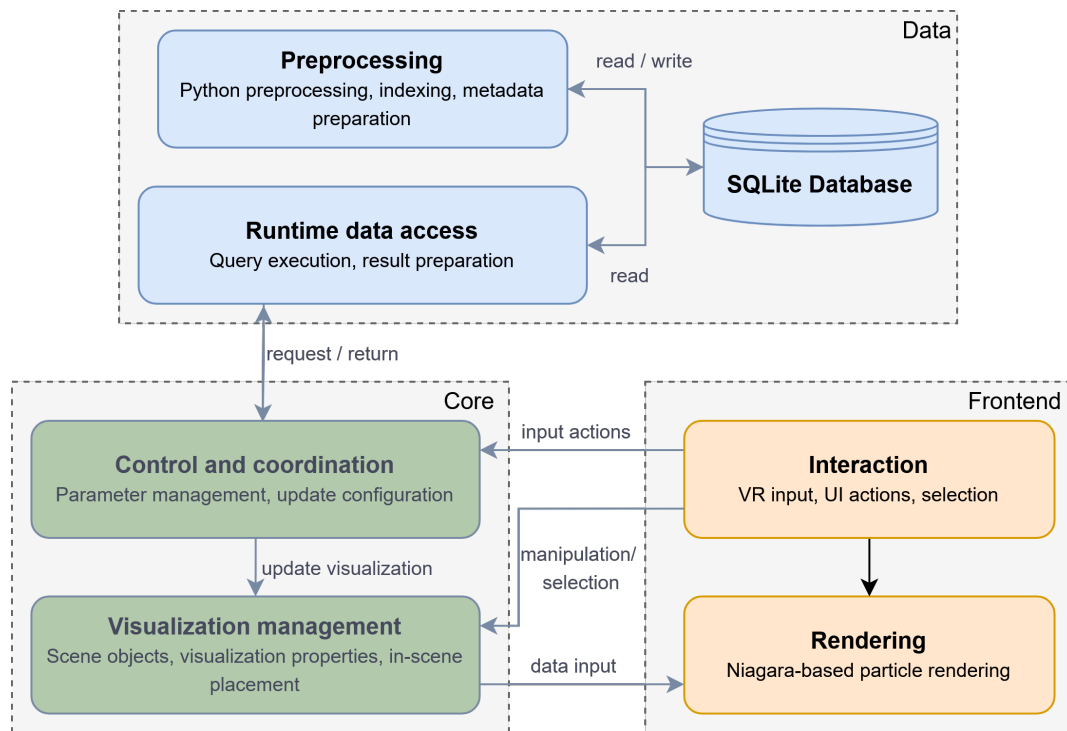


Figure 3.3: Layered overview of the system architecture.

bounds, and additional summary information. It also stores global metadata used to configure the spatial interpretation of the dataset. By performing these steps beforehand, the runtime system can rely on precomputed metadata and efficient lookup structures rather than reconstructing them repeatedly during interactive use.

RUNTIME DATA ACCESS LAYER. The runtime data access layer is responsible for retrieving measurement data from the prepared SQLite database. It receives query parameters such as the selected table and temporal range, executes the corresponding query, and returns the resulting subset in a form suitable for further processing in the application. In addition to the retrieved measurement records, this layer can also provide contextual information associated with the selected data, for example metadata required for display in the user interface. By encapsulating database access in a dedicated layer, the architecture keeps data retrieval separate from interaction logic and rendering concerns.

CONTROL AND COORDINATION LAYER. Above the data access layer, a central control layer coordinates user-driven exploration. This layer manages system state, collects the parameters required for a requested update, triggers data access operations, and reacts to completed queries. In this role, it acts as the main mediator between user input and the lower-level data and visualization components. Rather than directly coupling interaction logic to rendering, the control layer ensures that updates are processed in a structured sequence: selection parameters are config-

ured, the requested subset is loaded, and the returned data is forwarded to the corresponding visualization instance. This event-driven coordination keeps the overall interaction flow responsive while separating control responsibilities from rendering details.

VISUALIZATION MANAGEMENT LAYER. The visualization management layer organizes the visual representations that exist in the VR scene. Each active visualization instance combines the actual point-based rendering with additional structural elements such as axes, labels, a legend etc. This layer is also responsible for higher-level scene-related logic, including the positioning of visualization instances and the management of their individual settings. In this way, it forms the bridge between the abstract data returned by the runtime pipeline and the concrete visual structures placed in the immersive environment. The separation between visualization management and rendering allows the system to treat visualizations as configurable scene objects rather than as raw particle sets only.

RENDERING LAYER. The rendering layer is implemented through Unreal's Niagara particle system and is responsible for drawing the actual point-based data representation. Measurement records are transformed into world-space coordinates and then rendered as particles, with latitude, longitude, and depth mapped to the three axes of the visualization. Additional visual properties such as particle scale, opacity, and color are controlled through parameters provided by the upper layers. In this architecture, Niagara serves as a specialized rendering backend for large point sets, while the transformation of queried records into visualization-ready data is handled before the rendering stage. This keeps the renderer focused on efficient display rather than on data access or system control.

INTERACTION LAYER. The interaction layer provides the mechanisms through which users control the system in VR. This includes both general interaction with the active visualization systems and more specialized interaction modes such as direct in-scene subset selection. Conceptually, this layer operates above the control and visualization layers: it provides user input, triggers configuration changes or selection operations, and thereby initiates updates to the underlying data and visualizations. Keeping interaction as a distinct layer is useful because it separates the user-facing handling of actions in VR from the lower-level logic that actually executes data loading, filtering, or rendering updates.

DATA FLOW THROUGH THE ARCHITECTURE. Taken together, the layers form a pipeline in which pre-runtime preprocessing prepares the database, runtime data access retrieves the currently relevant subset, the control layer coordinates updates, the visualization management layer maps these updates to scene objects, and the rendering layer displays the resulting point set. Interaction enters this pipeline through user actions in VR and influences it primarily by changing parameters such as the active variable, temporal range, filter settings, or spatial selection. This

layered organization makes the architecture easier to understand and helps separate data-related, interaction-related, and rendering-related responsibilities.

SUMMARY. Overall, the architecture follows a layered and modular organization that separates preparation, access, control, visualization, and rendering responsibilities on a conceptual level. This supports the exploratory use case of the system and provides a structured view of the main subsystems and their interactions, even though these layers remain closely connected in the concrete implementation. The following chapter builds on this architectural view and describes how these components were realized in the implemented prototype.

IMPLEMENTATION

This chapter describes how the conceptual decisions from the previous chapter were realized in the implemented prototype. Rather than documenting the system exhaustively, the focus is placed on the main technical components and user-facing features that are most relevant to the thesis contributions.

4.1 DATA PREPROCESSING & RUNTIME DATA ACCESS

As outlined in the dataset analysis (3.1) and architecture discussion (3.4), the source database already contains the information required for visualization, but it is not structured around the needs of interactive VR exploration. The implementation therefore does not treat runtime data access as a single database query problem. Instead, it separates the pipeline into an offline preparation step and a runtime retrieval step. This keeps repeated structural work out of the interactive session and turns the original database into a form that can be queried, interpreted, and transformed into renderable particle data with predictable latency.

For the following discussion, let n denote the number of rows in one visualization-relevant table during preprocessing, d the number of distinct days stored for that table, m the number of rows matching a concrete runtime query, τ the particle threshold used to switch between direct loading and aggregation, g the grid dimension per axis used for binning, and k the number of occupied grid cells after aggregation.

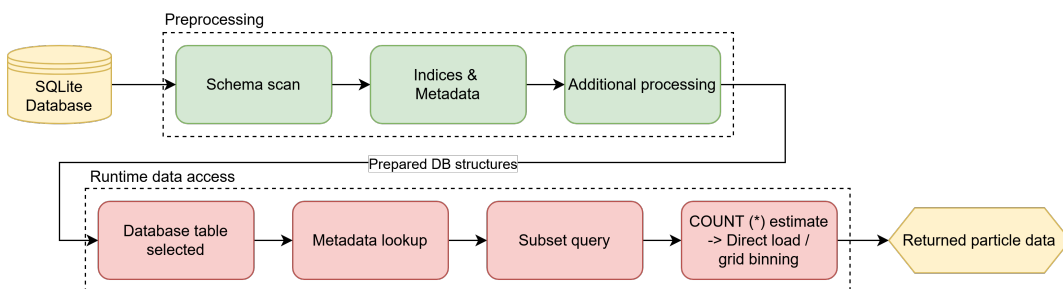


Figure 4.1: Overview of the data preparation and runtime access pipeline.

The offline preprocessing stage was implemented in Python and serves three purposes. First, it identifies which tables are actually usable for visualization. Second, it creates the indices and metadata required for repeated temporal and spatial access. Third, it externalizes table-specific information that would otherwise have to be rediscovered during runtime. The important design decision here was to avoid a table-specific implementation. Rather than hardcoding a list of supported

measurement tables, the script inspects the database schema and selects all tables that contain the fields required by the visualization pipeline, namely VAL, LONGITUDE, LATITUDE, LEV_M, and DATEANDTIME. This keeps the pipeline comparatively generic and makes it possible to process a broad range of compatible tables in the same way, which is consistent with the requirement of generic applicability discussed earlier (see 3.2.2).

Algorithm 1: Preprocessing workflow.

Input: SQLite database

Output: Metadata tables and indices for runtime access

```

1 Load all table names from the database schema
2 foreach table in schema do
3   Inspect table columns
4   if required visualization fields are present then
5     Mark table as visualization-relevant
6     Ensure date, value, and covering indices exist
7     Extract and store all distinct calendar days
8     Compute value and coordinate bounds
9     Compute additional summary statistics
10    Resolve measurement unit if metadata is available
11    Store per-table results in table_metadata and table_days
12 Store optional global axis overrides in global_metadata

```

This preliminary processing phase serves two closely related purposes: it improves runtime performance and aligns the data with the access structure of the final system. Temporal navigation, variable switching, filtering, and repeated reloading of subsets all depend on fast access to date ranges and stable per-table metadata. For that reason, the script creates several indices for every visualization-relevant table. A date index supports repeated temporal queries, a value index supports value-based operations, and a covering index over the main visualization fields reduces the amount of unnecessary table access for the most common query pattern. In other words, the database is not merely indexed in a generic sense, but indexed according to the subset of operations that the VR prototype performs most often.

From an algorithmic perspective, the schema-identification step is linear in the number of inspected tables and their listed columns. For each visualization-relevant table, the preprocessing stage then performs a bounded sequence of metadata extraction queries and writes d rows into the *table_days* table. The application-side storage cost per table is therefore $O(d)$, while the remaining per-table metadata stored in *table_metadata* and the global configuration stored in *global_metadata* are $O(1)$ in size. The dominant database-side work is driven by the table scans or index-supported lookups required to derive day lists, extrema, and percentile information from up to n rows. Since these costs occur only once before runtime, they are intentionally shifted out of the interactive session.

A second important result of preprocessing is the creation of explicit metadata tables. Instead of repeatedly scanning the original measurement tables at runtime,

the script writes compact summary information into `table_metadata`, `table_days`, and `global_metadata`. The first table stores per-variable information such as the available temporal range, the number of distinct days, value bounds, spatial bounds, and unit information where available. The second materializes all distinct days of a table as an ordered list. The third stores optional global coordinate overrides for the horizontal and vertical axes. This design makes the runtime system metadata-driven: the application does not have to infer how a table should be presented each time it is selected, but can retrieve a prepared description of that table first and configure the rest of the pipeline accordingly.

This metadata layer is particularly important for temporal exploration. As discussed in the earlier design chapter, the raw timestamps contained in the database are too fine-grained to function as the primary interaction unit in VR. The implemented solution was therefore to treat calendar days as the smallest practical temporal unit for interactive navigation. During preprocessing, the distinct days of each relevant table are extracted once and stored explicitly. At runtime, this ordered day representation can be loaded directly and mapped to slider positions and stepping operations without repeatedly deriving it from the raw table contents. This both reduces repeated query overhead and provides a clearer temporal abstraction for the user interface. Since the runtime converts the loaded day strings into an integer-based serial-day representation, this additional application-side conversion step is linear in the number of loaded day entries, i.e. $O(d)$, and is only applied once when a table is selected.

In addition to temporal metadata, the preprocessing script stores table-specific and optional global spatial bounds. This addresses a practical problem that emerged during implementation: different tables may exhibit slightly different coordinate ranges, while the visualization itself benefits from stable world-space assumptions, especially when multiple views are compared or geographic context overlays are added later. The use of optional global overrides therefore serves less as a data-cleaning operation and more as a consistency mechanism between data loading, coordinate mapping, and scene context. A further stored statistic is the 99th percentile of the value distribution. This was prepared as auxiliary metadata for robust visualization setup, for example in situations where extreme outliers should not dominate an initial value range.

At runtime, the prepared metadata forms the entry point into the loading pipeline. When a table is selected, the application first retrieves its metadata rather than directly loading measurement rows. This includes the available date range, precomputed bounds, units, and the ordered list of distinct days. The latter is additionally converted into a compact serial-day representation in C++, which allows temporal interaction logic to work with integer day positions instead of repeatedly parsing date strings. This design again reflects the main goal of the pipeline: runtime logic should operate on a representation that is already aligned with the needs of interaction and visualization, rather than on the raw database format.

The subsequent loading path depends on the estimated subset size. Formally, the decision can be expressed as

$$\text{mode}(m) = \begin{cases} \text{direct loading,} & m \leq \tau \\ \text{grid binning,} & m > \tau \end{cases}$$

where τ denotes the particle threshold used by the system.

Algorithm 2: Runtime loading strategy.

Input: table, startDay, endDay, optionalSpatialBounds

Output: Particle payload with statistics

```

1 Run on background thread
2 Load metadata for selected table
3 Build date-bounded SQL query for requested day interval
4 if optionalSpatialBounds are set then
5   | Append spatial constraints to query
6 estimatedRows ← CountMatchingRows(query)
7 if estimatedRows ≤ particleThreshold then
8   | Reserve memory for particle arrays
9   | Load matching rows directly
10  | Accumulate minimum, maximum, and average values
11  | Mark payload as unmerged
12 else
13   | Determine reference bounds for binning
14   | Apply grid-based aggregation to matching rows
15   | Emit one representative particle per occupied cell
16   | Accumulate subset statistics
17   | Mark payload as merged
18 Return finished particle payload to game thread

```

The actual subset retrieval is implemented in C++ and executed asynchronously. The user supplies a table and a temporal interval, optionally extended by a spatial filter. From this input, the system constructs a bounded SQL query over the original measurement table. Instead of querying a single timestamp, the runtime request is expressed as a closed-open day interval, that is, from the start day at 00:00:00 up to but excluding the next day after the selected end date. This keeps the query logic simple and avoids ambiguities when measurements within a day have different times. If spatial selection or filtering is active, the corresponding longitude, latitude, and depth bounds are appended directly to the same query.

Before loading the actual rows, the runtime performs a separate `COUNT(*)` query for the same subset. This count-first strategy is one of the central implementation decisions of the pipeline, because the loading path depends on the expected subset size. Small and medium-sized subsets can be transferred directly into particle arrays. Large subsets, however, would exceed the practical rendering and interaction limits discussed in earlier chapters (see 3.3). The runtime therefore estimates subset size

first and only then decides whether the data should be loaded without reduction or merged by grid-based aggregation.

Algorithmically, this count-first stage requires only constant additional application-side memory, i.e. $O(1)$, before any particle payload is materialized. The exact cost of the `COUNT(*)` and `SELECT` execution inside SQLite depends on query selectivity and index utilization. Once the matching rows are returned to the application, however, the subsequent processing cost becomes easier to characterize.

For direct loading, the system reserves memory for the expected number of particles and then iterates once over the query result. Each row contributes one position-value pair, with longitude, latitude, and depth becoming the particle position and `VAL` becoming the encoded measurement value. At the same time, summary statistics such as minimum, maximum, and average value are accumulated. As a result, the returned payload contains not only the particle arrays required for rendering, but also additional descriptive information about the loaded subset that can be reused by later components where needed. Since each of the m matching rows is processed exactly once, the application-side cost of direct loading is $O(m)$ in time and $O(m)$ in memory.

For larger subsets, the runtime switches to regular 3D grid binning. The final prototype uses this as the only reduction strategy, since it proved to be the most practical compromise between computational cost, implementation complexity, and visual usefulness. The basic idea is to subdivide the available coordinate range into a regular grid and aggregate all measurements that fall into the same cell. Each occupied cell then emits one representative particle whose position is the average measurement position in that cell and whose value is the average of the contained measurements. In addition, the bin stores local extrema so that the reduced subset still preserves information about the original value distribution. If metadata bounds are available, these are used directly as the reference range for binning; otherwise, the bounds are derived from the loaded subset first. This once more illustrates the role of preprocessing: metadata is not merely descriptive, but actively simplifies and stabilizes runtime computation.

For a coordinate component $x \in [x_{\min}, x_{\max}]$, the corresponding grid index is computed as

$$i_x = \text{clamp}\left(\left\lfloor \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min} + \varepsilon} \cdot g \right\rfloor, 0, g - 1\right),$$

with analogous definitions for the remaining axes. Here, g denotes the grid dimension per axis and ε is a small constant to avoid division by zero for degenerate ranges. In the implementation, the occupied cells are stored sparsely in a hash map keyed by integer 3D cell coordinates, so only bins that actually receive data are materialized.

If metadata bounds are available, grid binning requires one linear pass over the m matching rows to assign them to bins and one additional pass over the k occupied cells to emit representatives. The resulting application-side cost is therefore $O(m + k)$ in time and $O(k)$ in additional memory. If metadata bounds are not available and

Algorithm 3: Grid-binning procedure for large subsets.

Input: Matching measurement rows, metadata bounds or subset-derived bounds, grid dimension g

Output: Reduced particle payload

```

1 if metadata bounds are available then
2   | Use metadata min/max values for all three axes
3 else
4   | Perform an initial scan to determine subset bounds
5 Initialize sparse bin map
6 foreach measurement row do
7   | Read value and spatial coordinates
8   | Map coordinates to integer 3D grid index
9   | Update corresponding bin with value sum, position sum, count, minimum,
   | and maximum
10 foreach occupied bin do
11   | Compute average position and average value
12   | Emit one representative particle
13   | Update global subset statistics
14 Return reduced particle payload

```

must first be derived from the subset, an extra linear scan is required, but the asymptotic behavior remains $O(m + k)$. Since the bins are stored sparsely, memory grows with the number of occupied cells rather than with the theoretical maximum of g^3 cells.

Although direct loading and grid binning both have linear application-side runtime in the size of the retrieved subset, they differ in constant processing cost, memory usage, and output size. In particular, grid binning reduces the output from m measurements to k occupied cells and therefore improves scalability primarily through reduced output cardinality rather than through a lower asymptotic runtime class. Table 4.1 summarizes the main application-side complexity characteristics discussed in this section.

A fixed merge threshold of approximately 500,000 particles was used as the main switching criterion between direct loading and aggregation. This threshold is not presented here as a theoretically optimal value, but as a practical system-level boundary derived from the rendering and readability constraints of the prototype. Its role in the implementation is therefore twofold. On the one hand, it prevents loading paths that would likely compromise responsiveness in VR. On the other hand, it formalizes a transition from measurement-level representation to subset-level approximation when the density of the data would make a full representation visually less useful anyway.

To complement the complexity discussion above, Table 4.2 summarizes a small set of representative example runtimes observed for different query sizes and loading modes in the prototype. All example runtimes were measured for P_TEMPERATURE, starting from January 1, 2010, using the same merge configuration. The measured

Table 4.1: Summary of the main application-side complexity characteristics of the data pipeline.

Step	Time	Memory
Schema inspection and metadata preprocessing per relevant table	$O(n)$	$O(d)$
Metadata lookup at table selection	$O(1)$	$O(1)$
Distinct-day loading and serial-day conversion	$O(d)$	$O(d)$
Count-first subset estimation	—	$O(1)$
Direct subset loading	$O(m)$	$O(m)$
Grid binning with metadata bounds	$O(m + k)$	$O(k)$
Grid binning without metadata bounds	$O(m + k)$	$O(k)$

runtimes do not depend only on the final number of returned rows, but also on additional processing steps in the loading pipeline, such as query execution, bound handling, and payload preparation. Consequently, filtered queries with a smaller final output size may still exhibit comparatively high total runtimes.

Table 4.2: Representative example runtimes of the runtime data access pipeline.

Temporal range	Raw rows	Output particles	Runtime
1 day	35,655	35,655	0.008 s
1 month	607,437	3,649	0.2449 s
6 months	3,283,619	10,249	1.3359 s
1 year	6,526,296	16,410	2.7436 s
1 year + spatial filter	64,685	64,685	1.2705 s

Finally, the complete loading process is decoupled from rendering by executing database access on a background thread and returning the finished particle payload to the game thread only after processing is complete. This is essential in the context of VR, where blocking operations would immediately interfere with responsiveness and interaction. The result of the pipeline is therefore not a persistent database object inside the scene, but a transient data package that contains positions, values, summary statistics, and information about whether aggregation was applied. This package is then passed to the visualization components described in the following section. Overall, the implemented pipeline can be understood as a translation layer between a large and heterogeneous scientific database and the much stricter requirements of interactive immersive visualization.

4.2 VISUALIZATION OF OCEANOGRAPHIC DATA

As outlined in the design decisions and architecture discussion in Chapter 3, the system follows a point-based visualization approach and uses Niagara as the rendering backend. This section therefore describes how a loaded data subset is transformed into the visible in-scene representation used throughout the prototype.

Once a data request has been completed, the returned particle payload and the associated metadata are forwarded to the Blueprint actor BP_ParticleSystem, which acts as the scene-level wrapper around the actual particle renderer. If a visualization actor for the requested view already exists, it is reinitialized with the new data. Otherwise, a new instance is spawned. This separation is important because repeated updates such as temporal stepping or filtering should only replace the visualized subset, while the more stable surrounding elements of a visualization system, such as axes, labels, and legend, only need to be created during the initial setup.

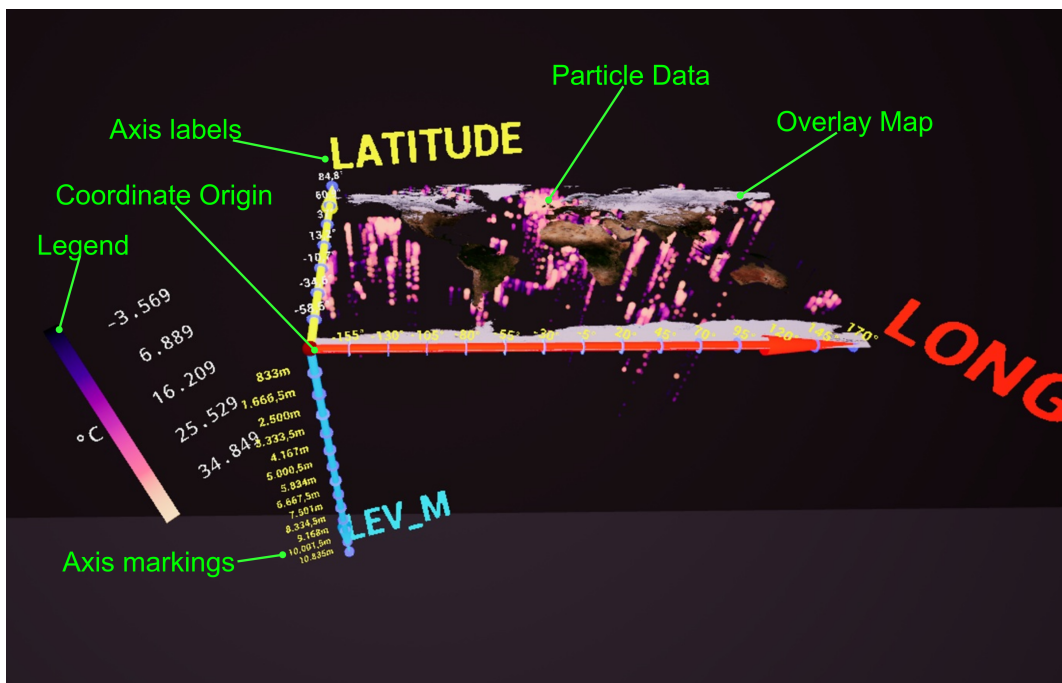


Figure 4.2: Visualization system with its main contextual elements.

The actual rendering is performed by a Niagara system configured as a GPU-based static particle emitter with fixed bounds. In contrast to a simulation-driven particle effect, the particles are initialized once from the loaded subset and remain spatially fixed until the next data update. The two central inputs are an array of particle positions and an array of associated measurement values. These arrays are passed separately and must remain index-aligned so that each position is matched with the correct value. Additional initialization parameters include the selected color scheme, depth scaling, and the global coordinate bounds prepared during preprocessing.

The spatial embedding of the particles follows the original georeferenced structure of the data. Longitude, latitude, and depth are used as the three coordinates

of the particle positions and are then interpreted in the same global coordinate frame as the surrounding contextual elements. For the horizontal dimensions, the implementation relies on the full longitude and latitude bounds prepared in preprocessing rather than on subset-local extents. This is particularly important for the overlay map, which represents the complete geographic extent of the world in the same flat longitude/latitude layout. Only if both data and map share this common reference frame do they align reliably. At the same time, the vertical dimension requires additional handling. While longitude and latitude are degree-based, depth values are stored metrically. The displayed system therefore applies the same controlled depth inversion and z-axis scaling that are used throughout the prototype.

If a measurement record is denoted by (x, y, d, v) , with horizontal coordinates x and y , depth d , and value v , the corresponding local particle position is given by

$$p_{\text{local}} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z' \end{pmatrix}, \quad z' = s_z \cdot \delta(d),$$

where s_z denotes the user-adjustable z-axis scaling factor and $\delta(d)$ represents the applied depth convention. In the common case of positive depth values, this convention becomes $\delta(d) = -d$, so that increasing depth is mapped downward in the visualization. Thus, the horizontal coordinates are transferred unchanged from the database, while only the depth component is modified before particle initialization.

For each particle, a normalized value parameter is computed from the associated measurement value. In the current implementation, this is calculated as

$$\alpha = \frac{v}{v_{\text{max}}},$$

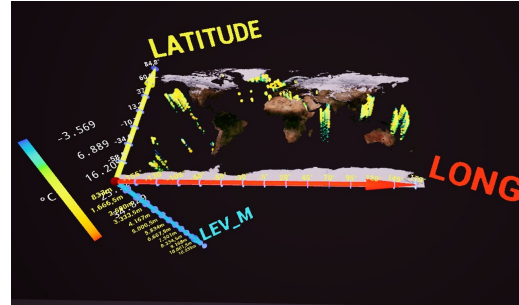
where v denotes the particle value and v_{max} the active maximum of the visualization range. This parameter then drives the visual encoding of the particle and is used for color assignment as well as related attributes such as opacity, size, and particle sorting. The prototype supports several custom color schemes, including *Viridis*, *Ocean*, *Inferno*, and *Magma*. In the implemented *Niagara* setup, these schemes are represented through five anchor colors and a piecewise interpolation between them. This keeps the rendering logic comparatively compact while still allowing several distinct and reusable color mappings for different variables and analysis situations.

Once the main *Niagara* component has been initialized, the surrounding contextual elements are positioned around it. This setup is performed by the visualization actor based on the component bounds of the particle system. Using the resulting origin and box extent, the system derives the root position and the axis endpoints, scales the axis geometry accordingly, and places labels at the corresponding ends. The displayed axis text is adjusted based on the column names and metadata of the active table so that the visible representation reflects the currently loaded variable.

Axis markings are then spawned as separate attached actors at fixed intervals along each axis, with the corresponding numeric labels calculated dynamically from the represented value range. A legend is positioned alongside the visualization to reflect the currently active color scheme and the corresponding value steps. Since these elements are attached to the main actor, they remain aligned when the visualization is later moved or scaled in VR.



(a) Particle system without additional contextual elements.



(b) Same visualization with contextual elements such as axes, markings, legend, and overlay map.

Figure 4.3: Comparison of the particle visualization without and with the main contextual elements used in the final system.

In the final prototype, the geographic context is provided through a flat world map rather than as a full 3D mesh representation. In the implementation, this map is therefore treated as another contextual layer attached to the visualization actor. Its placement follows the same global horizontal bounds used for the particle positions, which ensures that the geographic reference aligns with the displayed measurements. This alignment is only valid because both the overlay map and the visualized data use the same full global longitude-latitude mapping rather than subset-local bounds.

Overall, the visualization layer can be understood as a structured scene representation built around a static Niagara particle system. The actual data points, their value-based appearance, and the surrounding contextual elements are initialized together inside a shared visualization actor. In this way, each loaded subset becomes a complete and reusable scene object rather than an isolated particle cloud, which is essential for repeated comparison, filtering, and further interaction in the immersive environment.

4.3 SHAPE-BASED SELECTION & DATA FILTERING

4.3.1 SHAPE-BASED SELECTION

As motivated by the requirement for spatial subset selection (see 3.2.1), the resulting selection workflow was implemented as a dedicated interaction mode for dense particle fields. Rather than relying on raycasting or single-point picking, the system uses configurable volumetric selection shapes that can be positioned directly in the scene with one or both hands. This is better suited to dense particle distributions, where precise pointing at individual elements would be both cumbersome and of limited analytical value.

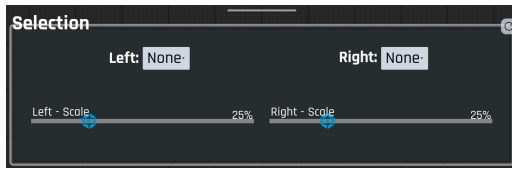
For the following discussion, let v denote the number of active visualization systems in the scene, s the number of sample points used during target-system detection, p the number of currently loaded particles in the selected system, and q the number of particles contained in the final selection result.

From the user perspective, the workflow consists of four steps. First, selection mode is entered via controller input, which opens a dedicated selection dialog and activates live shape rendering. Second, the desired shape configuration is chosen and positioned over the target region. Third, the same interaction is used to confirm the selection. Fourth, the selected subset is summarized in a separate result dialog and highlighted directly in the scene. The corresponding interaction states are shown in Figure 4.4.

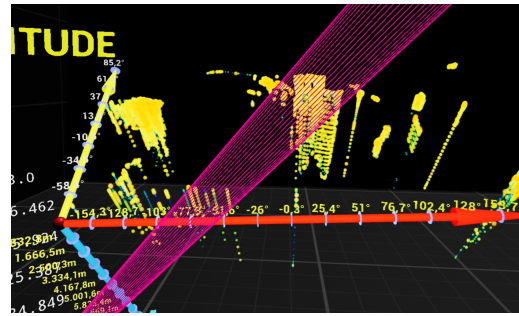
The selection backend is centered around a dedicated component that stores the current hand transforms, draws the active shapes while selection mode is enabled, and executes the actual filtering once the user confirms the interaction. Internally, both hands are treated symmetrically. Each hand can either be disabled or assigned one of four shape types: cone, sphere, box, or capsule. This makes both one-handed and two-handed selection possible within the same implementation. One-handed selection is realized by disabling one side, while two-handed selection evaluates the intersection of both active volumes.

The shape geometry is reconstructed directly from the tracked hand pose at runtime. Cones originate at the hand and extend along its forward direction, whereas spheres, boxes, and capsules are placed slightly in front of the hand so that the visible volume is easier to position over the data. Boxes preserve hand rotation and therefore support oriented rather than axis-aligned selection volumes. Capsules are likewise aligned with the hand direction. This gives the interaction a comparatively flexible spatial design: cones support directional marking, spheres support compact radial queries, and boxes or capsules are more suitable for larger or elongated regions.

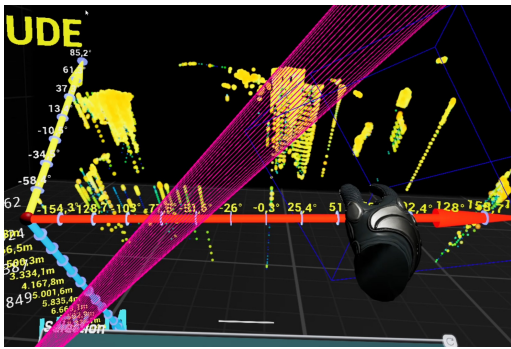
At the level of the geometric inclusion tests, the different shape types remain comparatively lightweight. Cone selection checks both the maximum extent along the hand direction and the angular deviation from the cone axis. Sphere selection reduces to a squared-distance test around the sphere center. Box selection first transforms the candidate point into the local coordinate frame of the rotated box



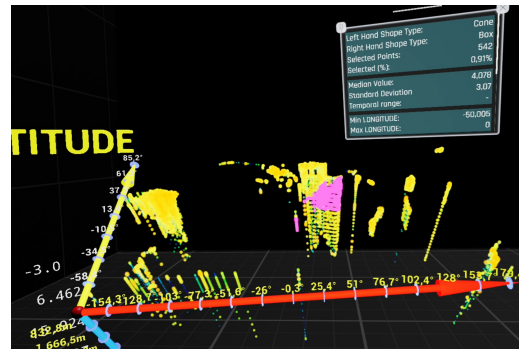
(a) Selection mode dialog, showing options to configure left- and right-hand selection shapes.



(b) Example of a one-handed selection shape positioned over a target region before confirming the operation.



(c) Two-handed configuration with both active selection volumes combined.



(d) Selection result with highlighted subset and the returned summary dialog.

Figure 4.4: Example states of the shape-based selection workflow.

and then compares the absolute local coordinates to the box extents. Capsule selection projects the point onto the hand-aligned capsule axis and tests the distance to the closest point on that segment. As a result, all shape-specific containment checks remain constant-time operations per particle despite supporting several distinct volumetric selection primitives.

A central implementation challenge is that the selection logic cannot simply receive a fixed visualization-system reference. At runtime, several visualization systems may coexist in the scene, and the user may position the shapes near any one of them. The implemented solution therefore performs dynamic target selection. Once the selection is confirmed, the component traverses all active visualization actors of the configured class, retrieves their Niagara bounds where available, and falls back to actor bounds otherwise. Instead of testing against every displayed particle during this stage already, the system first checks whether the currently active selection shape or shape combination intersects the candidate system bounds.

To do so, a shape-intersection helper derives axis-aligned bounds around the active selection shape configuration, generates sample points inside the relevant region, and tests whether any of these points lie inside the currently active shape condition.

In the final implementation, this sampling step can either use regular grid-based sampling or a simpler random strategy, with a configurable cap on the number of generated samples. For two-handed selection, the sampled point must satisfy both shape tests; for one-handed selection, only the active side is evaluated. Among the systems for which this bounds-level intersection test succeeds, the final target is the one whose origin lies closest to the midpoint between both hands. If the midpoint is denoted by m and the set of intersected candidate systems by A_\cap , the selected target system can be described as

$$a^* = \arg \min_{a \in A_\cap} \|m - o_a\|_2,$$

where o_a is the origin of candidate system a .

From an algorithmic perspective, this target-system detection step traverses all v active visualization systems once. If s sample points are used per system during the bounds-level intersection test, the resulting application-side cost is $O(vs)$. Since the implementation constrains the sampling density by a configurable maximum, s is practically bounded for fixed settings, so the target lookup behaves linearly in the number of active systems.

The actual subset filtering is implemented separately from this actor lookup. Once the relevant system has been identified, the selection logic operates on the cached particle data of that system rather than on the live Niagara particle state. This design was necessary because the rendered particle positions are not directly available in a form that can be reused conveniently for repeated subset queries. Instead, the system reconstructs the displayed particle positions from the cached particle arrays together with the transform conventions used during visualization initialization. In particular, the filtering step applies the same depth inversion and z-axis scaling that were already introduced for the particle-based visualization in Section 4.2. Only after this reconstruction does the implementation evaluate whether a particle lies inside the currently active shape or shape intersection.

The filtering logic itself follows a simple but important principle: the inclusion test is carried out in world space, but the returned subset preserves the cached particle/value representation required for subsequent rendering. For each particle, the cached local position is first transformed into the same world-space configuration in which the original system is displayed. The point is then tested against the active left- and right-hand shapes. If the reconstructed particle position is denoted by p and the active selection volume by S , one-handed selection corresponds to the condition $p \in S$. For two-handed selection, the point must lie inside both active volumes, that is, $p \in S_L \cap S_R$. Selected particles are stored together with their values in a dedicated result structure.

For a system with p loaded particles, the reconstruction and containment-test pass is linear in the current particle count, i.e. $O(p)$, since each particle is transformed and tested once. One-handed and two-handed selection have the same asymptotic complexity; the two-handed variant only adds an additional constant-time containment test per particle. After the filtering pass, most derived statistics such as minimum, maximum, mean, standard deviation, and spatial bounds are likewise

Algorithm 4: Filtering routine for shape-based selection.

Input: Cached particle data, Niagara transform, current shape configuration, depth convention, z-scale factor

Output: Filtered subset and summary statistics

```

1 Create left and right selection shapes from the current hand poses
2 Initialize empty result subset, temporary value array, and statistics accumulator
3 foreach cached particle do
4   localPos ← cached particle position
5   localPos ← ApplyDepthConvention(localPos)
6   localPos ← ApplyZScaling(localPos)
7   worldPos ← TransformToWorld(localPos, niagaraTransform)
8   bInLeft ← IsInsideLeftShape(worldPos)
9   bInRight ← IsInsideRightShape(worldPos)
10  bSelected ← EvaluateActiveShapeCondition(bInLeft, bInRight)
11  if bSelected then
12    Add cached particle position and value to result subset
13    Update subset counts and temporary statistics data
14 Compute descriptive value statistics and spatial bounds for the filtered subset
15 return filtered subset and summary statistics

```

accumulated in linear time. The only superlinear step is the median computation, which sorts the q selected values and therefore contributes $O(q \log q)$. The overall application-side complexity of a complete selection operation is therefore

$$O(vs + p + q \log q),$$

with $O(q)$ additional memory for the filtered subset and temporary value storage. Since the intersection-sampling configuration remains fixed during runtime in the current prototype, the corresponding sampling effort can be treated as a bounded constant factor in practice. The overall cost therefore simplifies to a linear dependence on the number of candidate systems and loaded particles, plus the sorting cost required for the median.

This returned result structure is used both for feedback and for subsequent visualization. In addition to the filtered subset itself, it stores the original and selected particle counts, the relative proportion of the selected subset, descriptive value statistics such as minimum, maximum, mean, median, and standard deviation, as well as spatial summary values and bounds. This allows the result dialog to present a compact analytical summary without reprocessing the subset again in the UI layer. At the same time, the preserved particle/value arrays can be passed directly into a second visualization pass.

The visual highlight of the selected subset follows the same general initialization path as the original particle system described earlier (see 4.2), but uses only the filtered subset data and a simplified visual encoding. In the final prototype, the selection result is rendered as a second Niagara system that overlaps the original one, uses a uniform highlight color, and is drawn with higher rendering priority. This

makes the selected subset immediately visible without replacing the surrounding context, which is important for maintaining orientation in dense scenes. Conceptually, the selection therefore does not remove data from the view, but adds an explicit visual layer on top of the existing representation.

Overall, the implemented workflow combines direct spatial interaction with a backend that is robust to multiple active systems and independent of live Niagara particle export. The main contribution of this implementation is therefore not only the use of configurable volumetric shapes, but the integration of target-system detection, particle-position reconstruction, subset statistics, and in-scene highlighting into a single interaction loop. This turns shape-based selection from a purely geometric input technique into an analysis-oriented operation that can be used repeatedly during exploratory work.

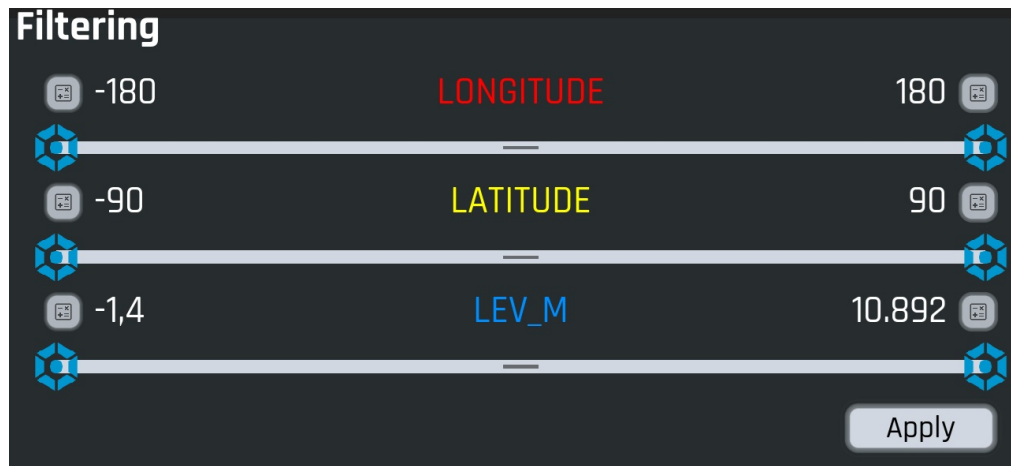
4.3.2 DATA FILTERING

In addition to temporal navigation, the system supports explicit spatial subset filtering through axis-aligned range constraints. This allows the currently loaded data subset to be refined more granularly by restricting the active range along each spatial axis. In this sense, the filtering discussed here forms an additional precision layer on top of the primary temporal navigation available in the system.

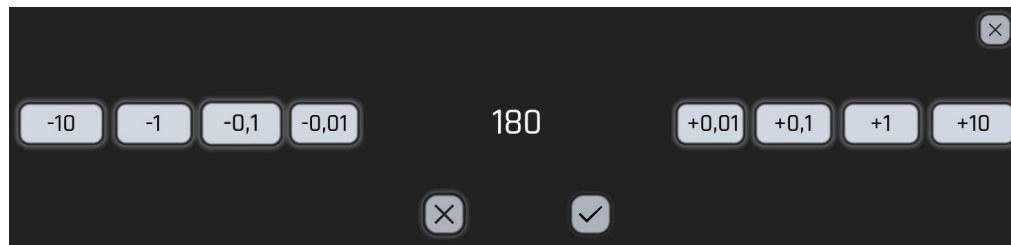
This functionality is exposed in the interface through three range sliders, one for each axis. Each slider defines a lower and upper bound, allowing the user to restrict the visible subset to a selected interval rather than to a single threshold. Since the standard UMG slider widget only supports one value, this behavior was implemented through a custom range-slider component. Internally, the widget maintains separate minimum and maximum selected values, enforces their ordering during interaction, and also supports dragging the complete selected interval through a dedicated center-grab region. For more precise adjustment, the bounds can additionally be refined through a secondary dialog that allows incremental value changes without requiring keyboard input. Optional value labels can be displayed directly at the slider thumbs, making the currently selected range easier to inspect while adjusting the filter. From an algorithmic point of view, these UI-side operations only update a small fixed set of scalar bounds and therefore remain constant-time with respect to the dataset size.

When the user confirms the filter settings, the selected bounds are forwarded to the runtime loading pipeline described in Section 4.1. The current subset is then requested again with updated minimum and maximum values for all three axes, which are appended directly to the SQL WHERE clause as additional longitude, latitude, and depth constraints on top of the active temporal interval. Axis-based filtering is therefore integrated directly into the existing query and loading process.

This means that the loaded subset always reflects the active query state, including the updated spatial bounds. As part of the same loading step, operations such as threshold-based aggregation and subset statistics are evaluated for the filtered



(a) Main filtering interface with three dual-thumb sliders for longitude, latitude, and depth.



(b) Secondary refinement dialog for incremental adjustment of individual bounds.

Figure 4.5: Axis-based filtering interface. The main dialog supports range restriction along all three spatial axes, while a secondary refinement dialog allows more precise adjustment of individual bounds without keyboard input.

result in the same way as for any other data request. In this sense, axis-based filtering complements the shape-based selection described in the previous subsection: filtering changes the currently loaded subset itself, whereas selection operates on an already loaded subset and marks part of it for further inspection. In complexity terms, axis-based filtering therefore does not introduce a separate data-processing stage of its own, but parameterizes the runtime retrieval path already discussed in Section 4.1.

4.4 USER INTERFACE & SYSTEM CONTROL

The visualization and analysis functions described in the previous sections are primarily accessed through a central VR user interface that organizes the most important control operations of the system. Rather than distributing core functionality across many separate panels, the final system uses one main dialog that bundles data loading, system management, temporal control, and general settings. Additional dialogs are used only for more specialized operations such as selection configuration and result feedback.

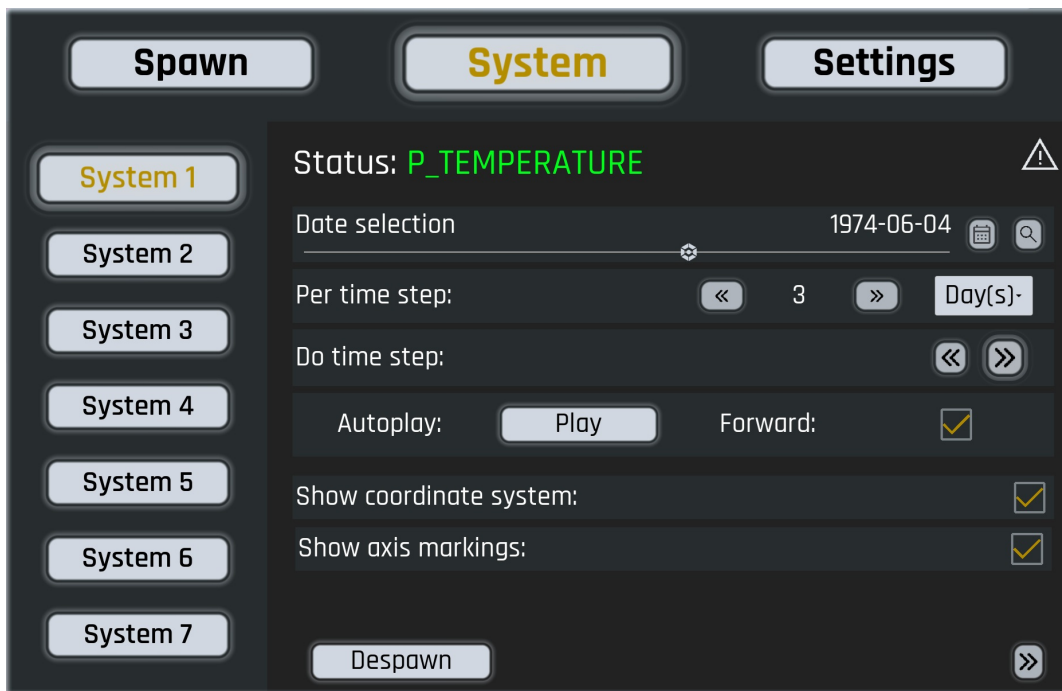


Figure 4.6: Main user interface used to manage active visualization systems.

The main interface is divided into three logical tabs: *Spawn*, *System*, and *Settings*. The *Spawn* tab is responsible for creating new visualization instances. It first lists all available database files for which the required metadata has already been prepared and, after one database has been opened, presents the visualization-relevant tables contained in it. Selecting one of these tables spawns a new visualization system in the scene and automatically switches the interface to the *System* tab. In this way, data loading is integrated directly into the same UI structure that is later used for system control.

The *System* tab is the central control view during exploration. It manages up to seven active visualization systems, each of which occupies one slot in a vertically arranged list on the left side of the dialog. This allows several systems to coexist in the scene while still keeping their control state separate. The currently selected slot exposes the settings of the corresponding visualization system, including its temporal controls, display options, and despawn action. This structure supports side-by-side comparison while preserving a clear association between a visualization in the scene and its corresponding UI state.

The most prominent part of the *System* tab is the temporal control block. A slider provides a coarse date preselection over the available temporal range, while additional controls allow finer adjustment. The interface further supports calendar-based date selection, configurable time-step sizes, and manual stepping in both forward and backward direction. Autoplay is integrated into the same control area and can likewise be configured to progress in either direction. This combines rapid temporal browsing with more precise date selection in a single interface block without requiring the user to leave the current system view.

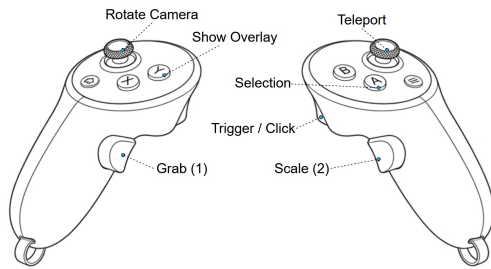
Beyond temporal control, the *System* tab also contains the most important per-system display options. These include, among others, the visibility of the coordinate system and axis markings, the optional use of the 99th percentile for value range scaling, additional system-specific display settings, and the despawn function. To avoid overloading a single page, these controls are distributed across several internal pages that can be iterated within the same tab. The resulting structure keeps the most frequently used temporal controls immediately visible while moving less frequently accessed options to secondary pages of the same system view.

The *Settings* tab contains configuration options that are not tied to one specific visualization instance, but affect the system globally. This includes, for example, the active color scheme, general UI positioning behavior, and whether the dynamic keybinding tutorial should be shown. Separating these global settings from the per-system controls avoids unnecessary duplication and keeps the distinction between application-wide configuration and instance-specific interaction explicit.

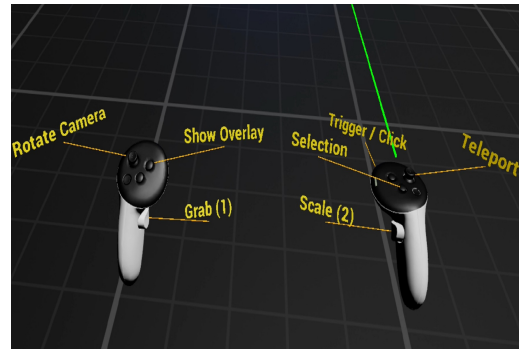
In addition to the logical separation of controls, the interface also uses a shared spatial behavior for dialog placement in VR. The main dialog is anchored to the left hand and therefore remains readily accessible during interaction. Other dialogs, such as the selection configuration and selection result dialogs, are positioned relative to the current view instead. All dialogs use smooth interpolation for movement and orientation so that they follow their intended anchor positions while continuing to face the user. At the same time, their movement remains bounded by minimum and maximum distance constraints to prevent them from drifting too close, too far away, or entirely out of view. This produces a more stable and readable interface behavior than completely fixed world-space placement while still allowing manual repositioning where appropriate.

The UI also communicates the current system state during asynchronous operations. When data is being loaded, the *System* tab displays a loading indicator in the status area. If the requested subset exceeded the particle threshold and was therefore reduced by grid-based aggregation, a warning icon is shown as additional feedback. During states in which uninterrupted execution is preferable, such as active autoplay, parts of the interface are temporarily disabled in order to avoid conflicting input. These feedback elements help clarify the current system state and prevent invalid input while a data fetch is still in progress.

A final element of the control concept is the support for onboarding and control recall. The prototype uses a compact keybinding overview that maps the most important controller inputs to their associated actions, including teleportation, selection mode, trigger-based interaction, system grabbing, and two-handed scaling. In addition, the system can display an in-VR keybinding tutorial that shows the relevant controller inputs directly in the immersive environment. This tutorial is triggered contextually when the user looks downward beyond a defined viewing angle, replacing the VR hand models with annotated controller representations. This was particularly useful in the study build, where participants had to acquire the basic interaction logic quickly before performing exploratory actions.



(a) Annotated controller overview showing the main keybindings used in the system.



(b) In-VR keybinding tutorial shown in the application.

Figure 4.7: Keybinding support used to communicate the main controls of the system. AI assistance for the controller illustrations is documented in Section A.6.

Overall, the UI layer combines three roles that are tightly connected in the prototype: spawning and managing multiple visualization systems, controlling temporal exploration and display settings, and communicating the current interaction state in VR. The resulting design does not attempt to minimize the interface to a single floating panel, but instead organizes the growing set of prototype functions into a stable control structure that remains usable across spawning, comparison, filtering, and analysis tasks.

ITERATIVE DEVELOPMENT PROCESS & FORMATIVE EVALUATION

5.1 DEVELOPMENT PROCESS

The development of the presented prototype followed an iterative, problem-driven process that combined technical prototyping, increasing domain understanding, and repeated formative feedback. Such an approach is well aligned with design study methodology in visualization research. Sedlmair et al. describe design studies as projects in which a real-world problem is analyzed together with domain experts, a visualization solution is designed and implemented, the resulting system is validated in practice, and the insights gained from this process are reflected upon to inform both the concrete system and more general design knowledge [34]. Rather than treating system development as a purely linear engineering process, this perspective emphasizes the close interplay between problem understanding, iterative design, and evaluation. A similar view can be found in earlier work on virtual environments, where user-centered development is described as a stepwise process that moves from early analysis and concept formation toward progressively more concrete prototype refinement through expert- and user-informed evaluation [17]. For immersive systems in particular, such iterative refinement is important because central design questions regarding interaction, representation, and usability can usually not be resolved reliably on a purely conceptual level, but have to be explored through successive prototype versions.

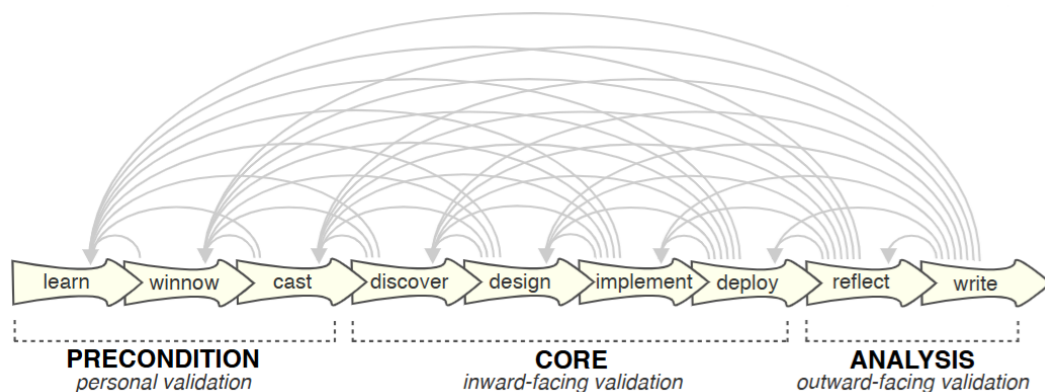


Figure 5.1: Conceptual framing of iterative design study methodology after Sedlmair et al. [34].

Following this general perspective, the development process in this thesis was structured into three broader phases. The first phase focused on initial prototyping

and technical feasibility work. Since the application domain was initially unfamiliar and the practical viability of the visualization approach was still open, this phase combined domain familiarization with exploratory technical experiments on rendering, data access, loading behavior, and aggregation. The second phase consisted of a formative pre-study with domain experts, which served to confront the evolving prototype with early domain-oriented feedback and to identify shortcomings, missing functionality, and promising directions for further development. The third phase then comprised the targeted refinements that followed from this feedback and gradually transformed the prototype into the more stable version later used in the final user study. The chapter is therefore not intended as a chronological implementation log, but as a structured account of the main developmental phases through which the system evolved.

5.2 INITIAL PROTOTYPING & TECHNICAL VALIDATION

Initially, several major uncertainties shaped the implementation process. These concerned both the application domain and the technical viability of the intended system. On the one hand, the oceanographic dataset and its domain-specific characteristics first had to be understood in sufficient detail, including the resulting implications for data handling and visualization. On the other hand, it was still unclear which rendering approach would be suitable for this type of data and whether a VR-based solution for exploratory analysis could be realized with acceptable runtime performance. The visualization-relevant data comprised roughly 300 million measurements distributed across around 40 tables, with some of these tables being particularly large (see Section 3.1). As a result, the early work focused less on feature completeness and more on establishing a workable technical foundation for data access, visual representation, and interactive performance.

The first step was to establish a complete path from the data source to the VR application. An initial SQLite integration was implemented in Unreal Engine using the engine's built-in SQLite plugin infrastructure, thereby establishing the basic workflow from database query to in-engine visualization. This early prototype already supported the transfer of queried data into the engine and its subsequent display in the scene. At this stage, however, data loading still took place on the main thread and therefore blocked the application during larger queries. Even though this behavior was clearly unsuitable for later interactive use, it validated the basic feasibility of retrieving spatially referenced measurement subsets from the database and transferring them into a visualization pipeline inside the VR application.

In parallel, different options for rendering the imported data were explored. Since the measurements fundamentally represent discrete samples in space, a point-based representation appeared to be the most suitable general direction. Within Unreal Engine, Niagara was selected as the basis for this representation, as it provided a native particle-oriented rendering pipeline that could be adapted to static data points rather than simulation-driven particles. A first static system based on georeferenced positions from the database was then set up successfully.

This already made it possible to control visual properties such as point size and opacity directly in the initialization logic and thus established the visual basis of the prototype.

An additional issue emerged very early from the spatial structure of the data itself. Latitude and longitude were represented as geographic coordinates in WGS84 degrees, whereas depth values were stored in meters. A direct combination of these dimensions led to a heavily exaggerated vertical scale and therefore to a visually distorted representation. This made clear that the early challenges were not limited to data access and runtime performance alone, but also concerned the interpretability of the spatial mapping itself. In the initial phase, this problem was addressed through a strongly reduced depth scaling factor, which later formed the basis for more explicit handling of depth representation in the system.

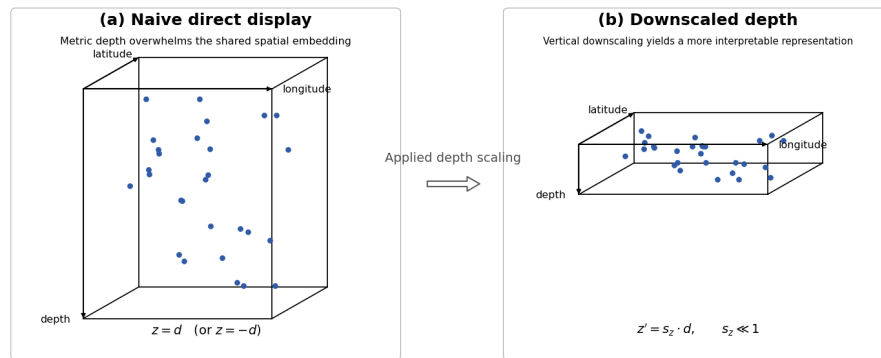


Figure 5.2: Conceptual illustration of the spatial scale mismatch resulting from a direct combination of georeferenced horizontal coordinates and metric depth values.

At the same time, the first rendering experiments also revealed the practical limits of a straightforward direct visualization approach. In the chosen Niagara-based implementation, the maximum number of particles per emitter was effectively limited to one million particles. While it would in principle have been possible to distribute larger datasets across multiple emitters, early tests indicated little practical advantage in doing so for the intended visualization scenario. Since the data points were rendered in a comparatively compact spatial region, the visual difference between several hundred thousand and substantially more particles was often barely perceptible. This diminishing visual benefit can be seen in the comparison shown in Figure 5.3. For this reason, the limiting factor was not only the technical upper bound itself, but also the diminishing visual benefit of further increasing point density. A practical upper bound of 500,000 particles per loaded subset was therefore chosen in order to keep multiple systems usable in parallel without noticeable frame-rate degradation. This was one of the central technical results of the initial phase, since it made clear that unrestricted full-resolution loading would not be viable for the targeted exploratory scenario.

A large part of the early feasibility work was therefore concerned with the question of how larger query results should be handled. Several alternatives were explored. One direction aimed to avoid expensive runtime processing by precom-

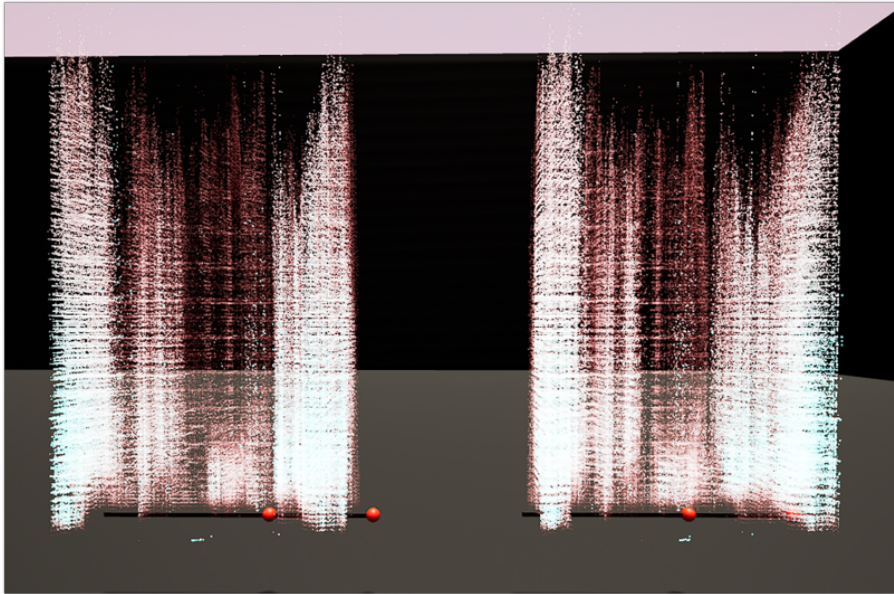


Figure 5.3: Comparison of the same data subset rendered with different output particle counts (left: 435,095 particles, right: 149,568 particles).

puting reduced representations in advance, for example through batch loading or preprocessing-based generation of already merged data. Another idea was to replace direct database access with custom file structures optimized for faster lookup. While these approaches promised shorter loading times during runtime, they also reduced flexibility substantially, since large tables would have to be transformed into comparatively fixed reduced representations before use. This conflicted with the exploratory character of the prototype, which was intended to support changing subsets and later also flexible temporal ranges. For this reason, runtime loading from SQLite remained the more suitable overall strategy despite its higher processing cost.



Figure 5.4: Comparison of the same subset without aggregation (left) and with grid-based aggregation applied (right).

Once runtime loading had been retained, the next question concerned the reduction method itself. Different merging and aggregation approaches were tested, including simple merging strategies, voxel-based methods, and k-means clustering. In this context, the dominant criterion was not only visual quality but also whether the

method could be executed within a tolerable time during interactive use. More complex clustering-based approaches therefore proved impractical for the intended scenario. Grid-based binning was adopted comparatively early, as it provided a predictable and comparatively efficient solution that could be integrated directly into the loading workflow. This decision was later refined further, for example through experiments with different binning variants, but the core direction already became clear in this phase: runtime loading would have to be complemented by a simple and robust aggregation mechanism for large query results.

Beyond loading behavior and spatial scaling, the first prototype versions also exposed problems related to visual readability. Early rendering results showed that the initial visual encoding did not yet communicate value differences clearly enough. Dense views appeared visually blurry, and some tables contained a small number of large outliers that dominated opacity and other value-driven mappings. This motivated later refinements such as percentile-based normalization and more carefully designed color encoding. Although these issues were less fundamental than the earlier feasibility questions, they were still important for the transition from a merely functional prototype toward a usable exploratory visualization.

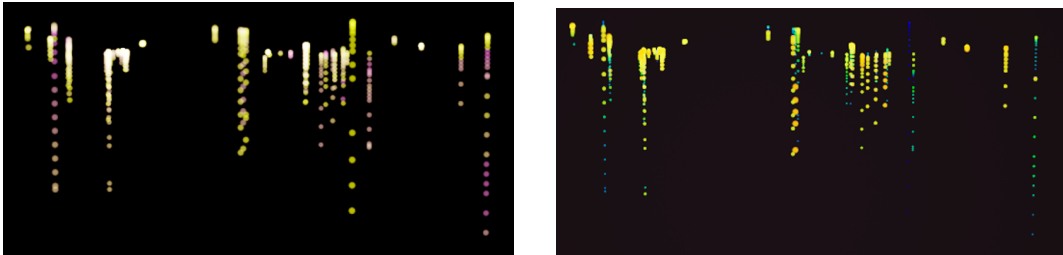


Figure 5.5: Particle visualization before (left) and after (right) the visual rework.

User interface and interaction work also progressed continuously throughout this phase, although these aspects were still in flux. Early versions of the menu were implemented as static boards in the scene, while more embodied VR-specific interaction concepts, such as grabbing and system manipulation, were still being refined. In addition, asynchronous SQL calls were introduced during this period in order to avoid blocking behavior during data retrieval. This shift did not merely improve responsiveness, but also made it necessary to adapt surrounding interaction logic, for example by preventing conflicting input while background queries were still running.

Towards the later part of this phase, the evolving prototype was also discussed in an initial informal feedback round with domain experts. Although this exchange was not yet structured as a formal study, it had an important influence on the subsequent direction of development. Most notably, it highlighted the importance of the temporal component much more strongly than the preceding technically oriented work had done. Up to that point, the prototype had primarily focused on establishing a workable data access and visualization pipeline, whereas time-dependent exploration had not yet been treated as a central interaction dimension. In addition, the discussion already raised ideas for more analysis-oriented interaction

capabilities, such as subset selection and depth-related filtering, which would later become more prominent in the following development stages.

Taken together, the initial prototyping phase established the technical basis of the later system while simultaneously revealing the key constraints that would shape subsequent development. By this stage, it had become clear that the prototype would need to rely on runtime data access, threshold-based aggregation, asynchronous loading, and more carefully controlled visual mapping to remain usable in VR. At the same time, the later part of the phase already marked a transition from a strongly technical perspective toward a more domain-oriented one, as the first informal expert feedback highlighted the importance of temporal exploration and additional analysis functionality more clearly. These impulses formed the basis for the more structured pre-study described in the following section.

5.3 PRE-STUDY WITH DOMAIN EXPERTS

After the initial prototyping and technical validation phase, a more structured formative pre-study was conducted with two domain experts in order to gather targeted feedback on the evolving prototype. This pre-study formed the second expert evaluation round within the overall development process and served a different purpose than the later final user study described in Chapter 6. Rather than aiming at a formal usability assessment, its goal was to confront the technically workable prototype with domain-oriented use and to identify weaknesses, missing functionality, and promising directions for further refinement.

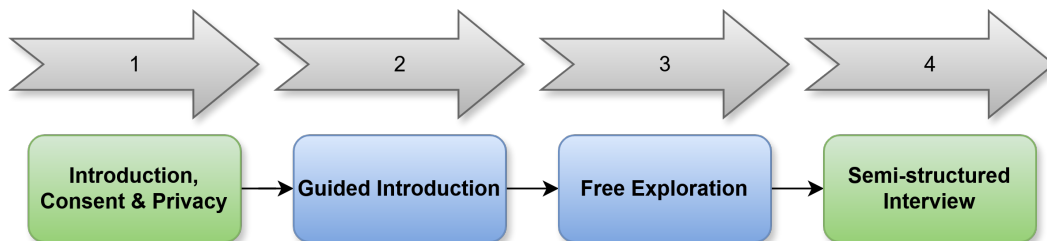


Figure 5.6: Pre-study session flow. Blue boxes denote active VR interaction phases, while green boxes indicate phases outside VR.

The sessions followed a consistent overall structure. After a short introduction and privacy consent, the participants were familiarized with the current VR controls, the general interface structure, and the main interaction concepts. This included locomotion, controller mappings, basic interaction with the overlay interface, and manipulation of the spawned data system. The central part of the session then consisted of guided exploration in VR. While a small set of optional tasks had been prepared as fallback support, both participants chose to explore the system freely instead. This exploration phase lasted roughly 20 minutes per session and was followed by a concluding semi-structured interview. The main material collected during the pre-study consisted of observation notes taken during the session and interview as well as audio recordings of the discussion.

Overall, the pre-study suggested that the prototype was already usable as an exploratory system, while also revealing several aspects that would benefit from further refinement. Both experts were able to interact with the system after a short familiarization phase and did not report major problems with the general VR controls themselves. One participant already had prior VR experience and adapted to the interaction almost immediately, while the other required a somewhat longer familiarization period but was likewise able to use the available features after brief explanation. This indicated that the basic interaction concept was workable, while also highlighting several interaction details that could be streamlined further.

The most prominent issue in this regard concerned grabbing and scaling the visualization system. At this implementation stage, a system could only be grabbed via a dedicated grab handle at the coordinate system origin. This origin point first had to be grabbed with the left hand, and scaling was only possible while this left-hand grab was maintained. Only then could the right hand move a second grab handle located on one of the system axes in order to scale the visualization. Although this interaction could be learned, both sessions showed that the sequence was less immediately understandable than the remaining controls and therefore introduced friction during manipulation. In addition, the configuration of temporal stepping and some scroll- or slider-based interface elements emerged as interaction details that would benefit from clearer affordances and restructuring.

The study further revealed the need for additional analytical functionality as well as stronger spatial context. Both experts emphasized that the visualization would benefit from a clearer geographic reference, for example through a map or topographic overlay that would make it easier to relate visible structures to continents or other known regions. Suggestions in this direction also included stronger axis-based contextualization and, at a more conceptual level, even the idea of representing the data on a globe. More importantly for the later system evolution, both sessions highlighted missing interaction capabilities for exploratory analysis. In particular, the selection of subsets or individual points was suggested as an important extension, and slicing along the depth axis emerged as a recurring requirement. The latter was described as especially relevant because, depending on the analytical question, only certain depth ranges may be of practical interest. These observations showed that the prototype already supported exploration in a basic sense, but still lacked several analysis operations that domain-oriented users would naturally expect.

The pre-study also produced more specific feedback on the visual representation itself. Positive remarks concerned the generally strong contrast of the data against the dark background and the fact that one participant was already able to inspect the salinity data in more detail and identify patterns within it. At the same time, several suggestions pointed toward the need for further visual refinement. These included clearer contextual cues, stronger emphasis of contrast in the particle rendering, and improved transitions in the value-based visual encoding. After the free exploration phase, both participants were additionally shown two precompiled visualizations of the same data subset: one using raw, uncompressed data and one using a grid-binned representation. When asked which representation they

preferred, one participant explicitly favored the uncompressed version because it preserved more nuance, while the other did not express a clear preference. Although this comparison was only indicative, it supported the more general impression that raw data should be preserved whenever feasible for smaller subsets, while aggregation remained primarily a performance-driven necessity for larger ones.

Table 5.1: Main findings of the pre-study.

Theme	Main observations
Interaction	Grabbing and scaling less intuitive; time-step configuration and some scroll- or slider-based UI elements required clearer affordances.
Spatial Context	Stronger geographic reference, clearer axis-related contextualization.
Analysis Features	Point or subset selection and slicing along the depth axis as relevant additions for exploration.
Visual Refinement	Strong scene contrast perceived positively; further refinement of value transitions and detail representation suggested; uncompressed data preferred for smaller subsets when feasible.

Taken together, these observations reinforced the impression that the prototype had reached a technically functional stage, but still required refinement in how interaction, spatial context, and analytical functionality were integrated. The pre-study therefore marked an important transition in the development process. While the preceding phase had primarily clarified technical feasibility and runtime constraints, the feedback gathered here shifted the focus more strongly toward interpretability, interaction quality, and domain-relevant analysis support. In particular, the sessions highlighted the need to rework grabbing and scaling, improve certain UI affordances, strengthen geographic context, and expand the system with more direct subset-oriented analysis operations such as selection and slicing. These directions formed the basis for the subsequent refinement phase described in the following section.

5.4 SYSTEM REFINEMENT & FINAL ITERATIONS

The phase following the pre-study was primarily concerned with incorporating the feedback gathered from the domain experts and translating it into more mature interaction, visualization, and analysis functionality. In contrast to the preceding phase, the prototype was no longer dominated by the question of basic technical feasibility, but by the refinement of concrete features that had proven relevant during formative evaluation. Many of the changes implemented in this phase were direct consequences of the pre-study findings, while others emerged from continued discussion with my supervisor during development. In addition, a third expert feedback round with the same two domain experts was conducted later in this

phase in a more informal format. Although this final round was not structured as a full study, it served as an additional checkpoint for assessing the implemented changes and identifying the most relevant remaining issues before the final user study.

One major focus of this phase concerned interaction and interface refinement. In particular, the grabbing and scaling of the visualization system were substantially reworked in response to the pre-study feedback. As illustrated in Figure 5.7, the earlier interaction concept relied on two fixed handles directly attached to the system: the coordinate origin served as the left-hand grab handle, while a second handle on the front horizontal axis was used by the right hand for scaling. This sequence proved less intuitive in practice, since both manipulation steps depended on predefined positions that first had to be located and then used in the correct order. In the reworked version, this fixed-handle logic was replaced by a more direct interaction concept in which the system could be grabbed more freely within a defined radius around the left hand. Once grabbed with the left hand, scaling could then be triggered by the right hand from an arbitrary position, with the system scale determined by the distance between both hands. The scaling pivot was later also adjusted dynamically to lie between both hands, which made the interaction feel more like zooming into the center of the visualization rather than pushing the system away from the user.

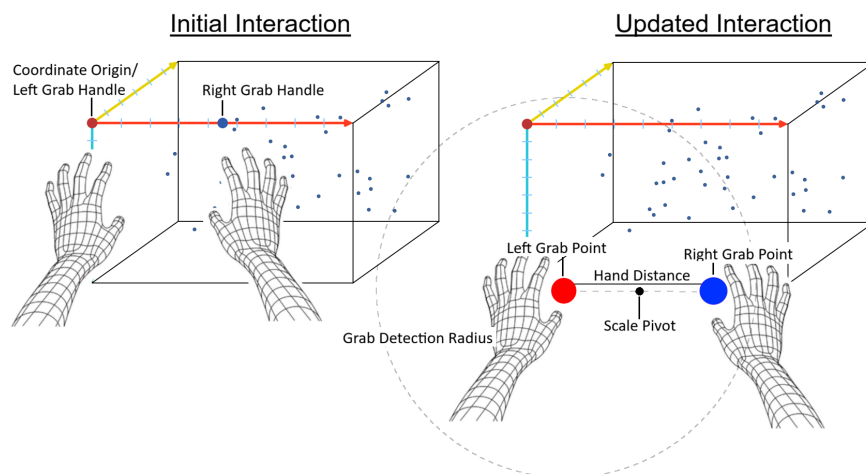


Figure 5.7: Conceptual comparison of the original and reworked system manipulation approach.

At the same time, several interface elements were revised to improve usability in VR, including scrollable sliders and list elements, adjustable UI position offsets, additional loading and threshold feedback, and various changes to dialog behavior. Further improvements concerned the management of multiple active systems, caching of UI state across tabs, and more explicit in-scene feedback such as load indicators, particle statistics, and system despawn functionality.

A second important development thread concerned temporal interaction and more robust runtime handling. Since features such as automatic time stepping increasingly interacted with other controls, several safeguards had to be introduced to

prevent conflicting input while the system was in an active playback or loading state. Additional date selection options were implemented to complement the earlier controls, most notably a calendar picker for precise date selection and a multi-stage range-slider approach that progressively narrowed down the time interval until fine-grained selection became possible. Reverse autoplay was added as an additional temporal navigation mode. On the data-processing side, further optimizations were explored as well. In particular, aggregation directly within the SQL query was tested, but did not prove suitable in the intended form, so the final pipeline kept query execution in C++ and applied value processing and reduction afterwards in memory. More generally, this phase also led to several robustness fixes in the runtime pipeline, for example in the handling of historical timestamps and in the initialization of latitude and longitude ranges.

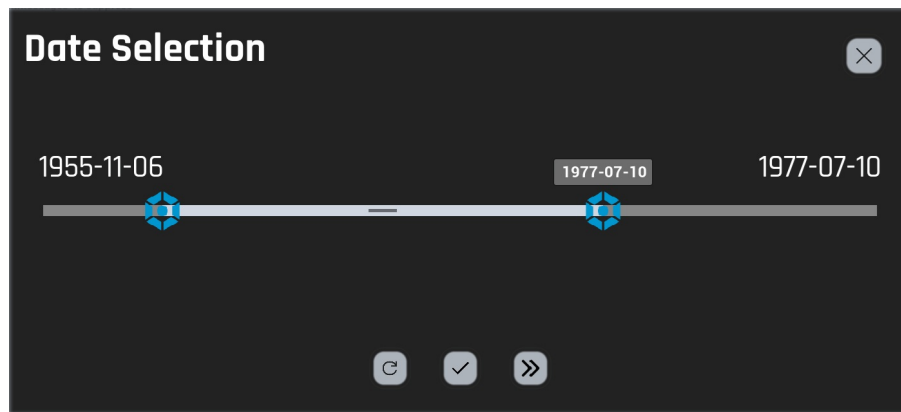


Figure 5.8: Dual-thumb range slider

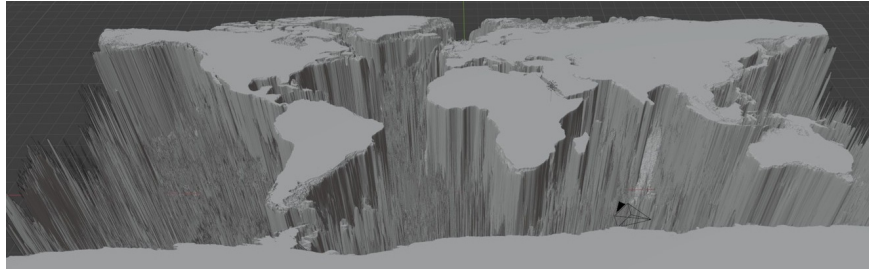
Another major theme of this phase was the extension of domain-oriented analysis functionality. The pre-study had shown that exploratory use would benefit from more direct operations on subsets of the data, especially selection and slicing. Several alternatives were explored here. For slicing, an initial approach based on predefined depth intervals was considered, but this was ultimately regarded as too inflexible. Instead, a more general value-range filtering approach was implemented for all axes, allowing the user to define custom ranges through the interface. In parallel, a selection system was gradually developed and expanded. An early implementation focused on cone-based two-handed intersection selection, but later iterations generalized this concept substantially by supporting several selectable shapes and both one-handed and two-handed use. This made the interaction more flexible and less dependent on one specific shape configuration. To complement the selection itself, a dedicated result dialog was added that summarized key statistics of the selected subset, such as element count and descriptive values across the represented dimensions. While the underlying implementation details of this functionality are discussed in more depth in Chapter 4, its conceptual origin lies clearly in the refinement impulses generated by the pre-study.

The visual and spatial contextualization of the data also underwent substantial refinement. The interface and scene materials were moved toward a darker overall appearance in order to strengthen contrast, and the integration of color schemes,

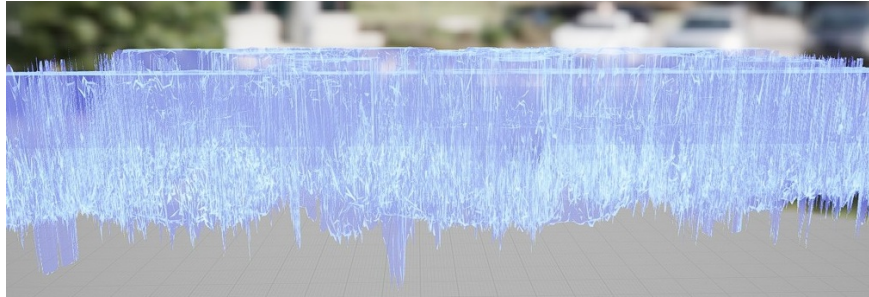
legend behavior, units, and world-space labels was completed more consistently. Axis labels and later also axis markings with numeric values were introduced to improve orientation within the visualization. At the same time, one of the largest individual implementation efforts of this phase concerned the addition of a geographic overlay map. This feature had been repeatedly motivated by the expert feedback, but its realization proved less straightforward than initially expected. Early attempts focused on generating a mesh from high-resolution bathymetry and topography data so that the user would see both continental mass and ocean depth in a single contextual reference. In practice, however, the exaggerated vertical scaling of the visualization caused severe distortions in coastal transitions and in smaller island structures, which made such an approach visually unconvincing and often obstructive. Several intermediate variants were explored, including stylized or smoothed versions of the mesh, but these did not produce a satisfactory result. The final implementation therefore followed a deliberately simpler direction by retaining only a flat overlay of the continental land masses. Although this sacrificed explicit depth representation in the map itself, it provided a geographically accurate, non-obstructive, and visually much cleaner contextual reference for the data.

The implementation of this overlay map also revealed several additional issues in the existing spatial pipeline. During alignment of the map with the data, it became apparent that some particle positions were slightly offset, in some cases placing values below land masses or in implausible polar regions. This ultimately led to a re-evaluation of the axis ranges used by the system. While the original implementation had relied on dynamically derived database ranges, it turned out that for the horizontal dimensions these ranges should instead be explicitly overridable in preprocessing to mirror the expected world-coordinate ranges. This refinement not only corrected the map alignment, but also improved the consistency of the overall spatial embedding. Around the same time, globe-based visualization was briefly reconsidered as an alternative conceptual direction in response to earlier expert suggestions. However, exploratory tests quickly showed that such a redesign would require a substantially different pipeline for coordinate conversion, particle placement, and rendering, and was therefore not pursued further within the remaining project scope.

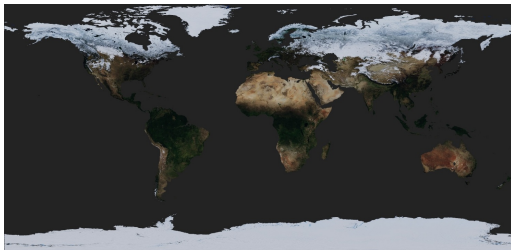
Later in this phase, the informal third expert feedback round indicated that the system had matured substantially compared to the state evaluated in the pre-study. Most of the major issues and feature requests raised earlier had either been addressed directly or at least explored in implementation. The remaining feedback was comparatively limited and focused less on missing functionality than on selected presentation details, most notably more explicit axis labeling and a clearer highlighting of selected particles. These remarks still influenced the final iterations of the prototype, for example in the design of the selection highlighting and in further refinements of axis-related contextualization. Beyond that, the remaining work in this phase consisted mainly of smaller bug fixes, visual fine-tuning, UI cleanup, and preparation of the final study version. This included the simplification of certain interface pages, the temporary hiding of strongly domain-specific options for the study build, the addition of a separate intro level for more consistent time



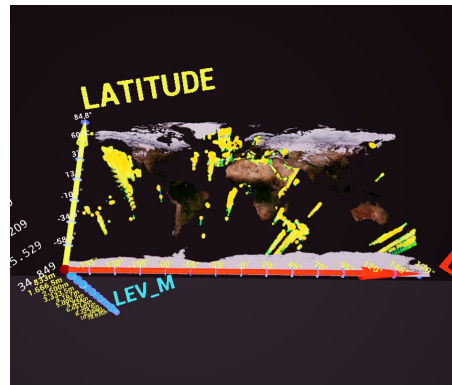
(a) Initial bathymetry mesh.



(b) Holographic mesh variant.



(c) Final flat overlay map.



(d) Final overlay map in VR.

Figure 5.9: Iterative development of the geographic context overlay, from initial bathymetry-based meshes to the final flat map representation used in the prototype.

tracking, and the implementation of a compact keybinding tutorial shown directly in VR.

Taken together, this phase transformed the prototype from a technically functional but still comparatively rough system into a much more complete exploratory tool. The formative impulses from the pre-study were not addressed through isolated local fixes, but through a broader refinement process that affected interaction handling, temporal control, visual representation, spatial context, and analytical functionality alike. The later informal expert checkpoint further suggested that this direction had been successful, as only comparatively limited additional feedback remained. The resulting version formed the basis for the structured final user study described in the following chapter.

USER STUDY METHODOLOGY

After the iterative development and formative refinement described in the previous chapter, the following chapter presents the methodology of the final user study. Its purpose is to describe how the prototype was evaluated in a structured setting, including the study design, participant recruitment, setup, procedure, collected data, and analysis strategy.

6.1 EVALUATION GOALS & STUDY DESIGN

The goal of the conducted user study was to evaluate the current VR prototype with regard to its usability, learnability, and overall user experience during the exploration of oceanographic data. In particular, the study aimed to investigate whether first-time users were able to understand the basic interaction concepts of the system, identify central usability issues, and provide feedback on aspects of the interface and interaction design that should be refined in future iterations. Since the thesis is positioned as an immersive analytics and visualization contribution rather than as a pure technical implementation, the evaluation focused primarily on the user-facing qualities of the system and on how effectively the implemented interaction concepts supported exploratory use.

Methodologically, the study was designed as a qualitative-dominant formative evaluation with supporting quantitative measures. This design was chosen because earlier evaluation and feedback rounds had already been used to assess core concepts and guide the general development of the prototype, whereas a structured evaluation of its usability had not yet been conducted. At the current stage of the project, the primary objective was therefore not to measure statistically generalizable performance effects, but to examine how understandable and usable the system is for previously untrained users and to derive concrete implications for further refinement. For this reason, qualitative feedback formed the core of the evaluation, while quantitative measures were used to complement and contextualize the findings.

The intended participant count was oriented toward current evaluation practice in immersive analytics. A recent systematic literature review reports a median of 10 participants for qualitative studies in the field, compared to 17 for quantitative experiments [16]. This served as the primary methodological reference for the present study and motivated a target sample size of eight to twelve participants. A secondary rationale stems from classical usability evaluation, where Nielsen and Landauer argue that relatively small samples can already reveal a substantial proportion of usability problems [30]. Since the main goal of the study was to identify weaknesses in the interaction design and derive concrete improvement

potential, this reasoning further supports the chosen approach. At the same time, the limitations of small-sample studies must be acknowledged. Faulkner showed that results from very small samples can vary considerably and should therefore not be interpreted as broadly representative [14]. For this reason, the quantitative measures collected in this study, such as questionnaire scores and logged interaction metrics, are treated as descriptive and supportive rather than as the basis for strong statistical claims.

Other evaluation strategies were considered during the study planning but were not pursued. A study with domain experts from oceanography would have been particularly valuable for assessing the practical usefulness of the system in a realistic expert context, but such a participant group was not available in sufficient number. A comparative quantitative study against a conventional desktop-based baseline was also considered. However, no suitable comparison system could be established that offered a sufficiently comparable feature set and was able to handle the scale and characteristics of the used dataset in a meaningful way. Against this background, a qualitative-dominant formative evaluation was considered the most appropriate and realistic design choice for the current stage of the project.

6.2 PARTICIPANT SELECTION & RECRUITMENT

The study was designed for previously untrained, non-expert users. Since the primary goal of the evaluation was to assess usability, learnability, and general comprehensibility of the prototype, domain expertise in oceanography was not required. Instead, the study focused on whether the implemented interaction concepts could be understood and used by participants without prior familiarity with the application itself or the underlying data domain.

Participants were recruited pragmatically from the local university environment as well as from private contacts. Within the university context, recruitment mainly targeted students from computer science and digital media related programs. Recruitment was carried out through direct personal outreach on campus, a university-wide call for participants via round mail, and a printed flyer distributed around the university (see Appendix A.1).

6.3 STUDY SETUP

Each study session took place individually using a Meta Quest 3S headset. A packaged Unreal Engine build of the VR application ran on a dedicated laboratory workstation equipped with an NVIDIA Quadro P6000 GPU and an AMD Ryzen 9 3950X CPU. All participants used the same software and hardware configuration in order to ensure consistent test conditions throughout the study.

The evaluation took place in a laboratory room that provided approximately 4×4 meters of free space. Participants completed the study while seated. Although the available room size would also have allowed limited physical movement, locomotion



(a) Meta Quest 3S HMD



(b) Meta Quest 3S Controllers

Figure 6.1: VR hardware used in the user study.

during the study remained minimal, as interaction with the system mainly relied on controller input and hand positioning rather than full-body movement. The seated setup also helped ensure comparable conditions across participants and reduced the likelihood of discomfort for users with little or no prior VR experience.

During all sessions, I remained in the same room and guided participants through the setup procedure. An external display mirrored the VR view, allowing me to follow the participant’s actions throughout the session, provide assistance when required, and take written notes. A laptop placed in the room recorded the audio using its integrated microphone. Whenever possible, the study took place without other people being present in order to reduce distractions and create a consistent study environment.

All participants used the same most recent version of the prototype available at the time of the study. For the purpose of the evaluation, the prototype included several minor adjustments to reduce unnecessary complexity and improve comparability across sessions. The system settings no longer displayed a page containing highly domain-specific tools, since these features were not required for task completion and could have caused confusion for non-expert participants. In addition, the prototype included a small introductory level in which participants explicitly started the study by pressing a “Start” button. This created a clearly defined and consistent starting point for time-based logging. Finally, the system provided a simple in-VR keybinding tutorial: when participants looked downward, the virtual hand models changed to annotated controller models showing the relevant input bindings. This feature aimed to reduce uncertainty regarding controller usage without requiring constant verbal reminders during the session.

The study used a reduced version of the COMFORT dataset in order to keep the scenario focused and technically manageable. More specifically, the prototype included only a single data table containing temperature values, and the temporal range covered the years 1950 to 1990. This reduced dataset formed the basis for all study tasks and interactions.

6.4 SESSION PROCEDURE

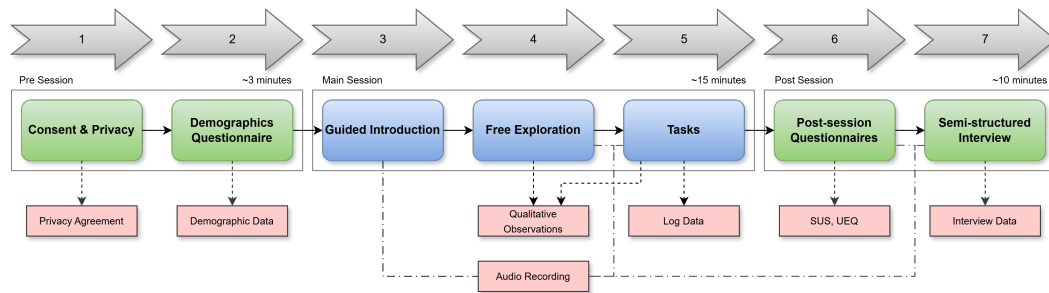


Figure 6.2: Session flow of the user study. Blue boxes denote active VR interaction phases, while green boxes indicate phases outside VR. Secondary boxes represent data collected during the respective phase.

Figure 6.2 provides an overview of the session procedure. Each study session followed the same general structure and consisted of a pre-session phase, a main interaction phase in VR, and a post-session phase. This procedure ensured that all participants received the same introduction, interacted with the same system configuration, and completed the same sequence of evaluation steps.

The session began with a short pre-session phase outside of VR. First, participants received information about the study and signed a data privacy agreement based on the university template (see Appendix A.2). Afterwards, they completed a demographic questionnaire covering age, gender, and prior VR experience. This phase established the formal and organizational basis for the study before the actual interaction with the system began.

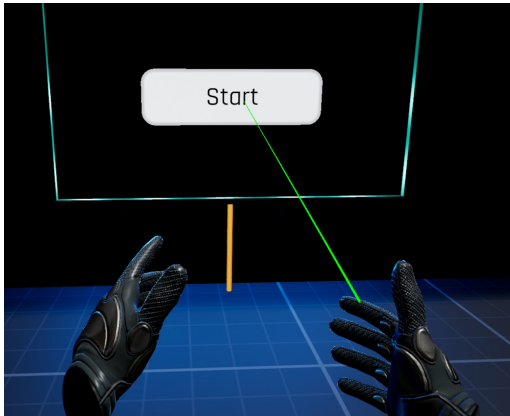
The main session started with a guided introduction. During this introduction, participants received a brief explanation of the study procedure, the basic handling of the headset and controllers, and the central interaction principles of the system. After this introduction, participants were given a short period of free exploration in order to become familiar with the virtual environment and the available interaction techniques without immediate task pressure. During this phase, participants could ask clarifying questions at any time.

Table 6.1: Overview of the guided tasks used during the study.

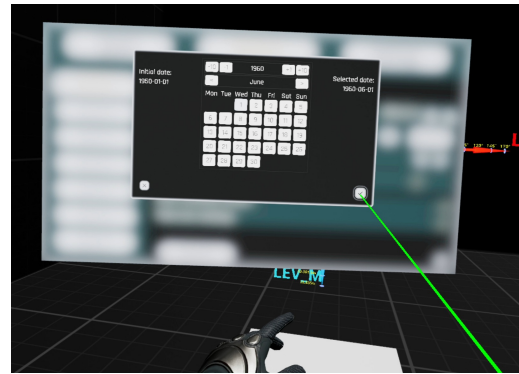
No.	Task
1	Select June 1, 1960 and trigger a manual time step.
2	Select April 6, 1966 and mark elements below 3333 m using the one-handed selection tool.
3	Select December 11, 1982 and mark elements below 2500 m using the two-handed selection tool.

Following the familiarization phase, participants completed a guided task block consisting of three predefined tasks (see Table 6.1). The tasks were designed to

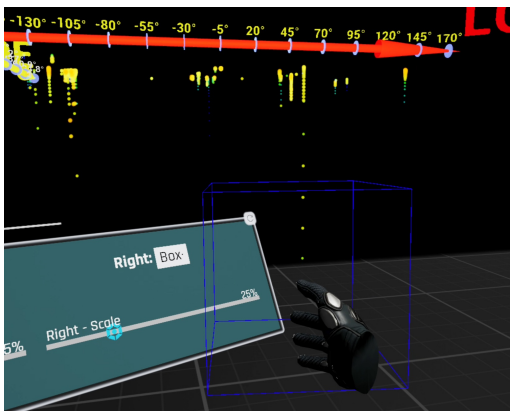
expose all participants to the central interaction techniques of the prototype under comparable conditions, including temporal navigation and spatial selection. Figure 6.3 illustrates the main system states encountered during this phase, including the start scene, the recurring date-selection step, and the task configurations used for one-handed and two-handed selection. To reduce possible order effects, the order of Tasks 2 and 3 was alternated between sessions. The task block primarily served to provide a consistent interaction structure across participants rather than to act as the sole basis for the evaluation.



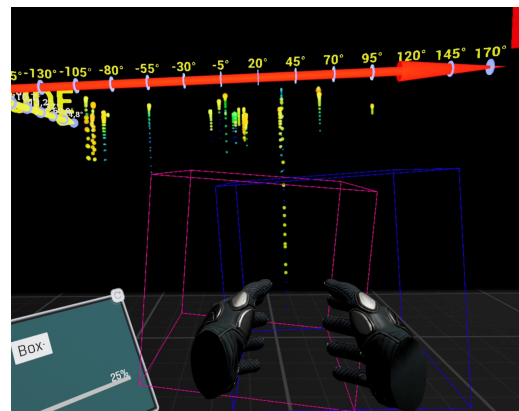
(a) Start scene used to begin the recorded VR session.



(b) Date-selection interface used at the beginning of each task.



(c) Example task configuration for one-handed spatial selection.



(d) Example task configuration for two-handed spatial selection.

Figure 6.3: Overview of the main system states encountered during the guided task block.

After completing the VR interaction phase, participants proceeded to the post-session phase. They first completed the post-study questionnaires, including the System Usability Scale (SUS) and the User Experience Questionnaire (UEQ). Afterwards, I conducted a semi-structured interview in order to gather more detailed qualitative feedback on the comprehensibility of the visual elements, the clarity of the interaction flow, and difficulties encountered during use. Throughout the ses-

sion, participants could interrupt or stop the study at any time if they experienced discomfort. In practice, VR exposure remained relatively short, with the main in-VR phase lasting approximately 15 minutes.

6.5 DATA COLLECTION

The study combined multiple forms of data collection in order to capture both descriptive and qualitative aspects of the user experience. As illustrated in Figure 6.2, data was gathered before, during, and after the main interaction phase. The collected material comprised demographic information, standardized post-study questionnaires, qualitative interview data, observations, and automatically logged interaction metrics. This combination was intended to provide a broad view of how participants perceived and used the prototype during the study.

Table 6.2: Overview of the collected data sources.

Data Source	When Collected	Type
Demographic questionnaire	Pre-session	Descriptive / background
SUS questionnaire	Post-session	Quantitative
UEQ questionnaire	Post-session	Quantitative
Observations and notes	Free exploration, tasks, interview	Qualitative
Audio recording	Introduction to interview	Qualitative
Semi-structured interview	Post-session	Qualitative
Automatic system logs	Free exploration, tasks	Quantitative

Before the VR session, participants completed a short demographic questionnaire covering age, gender, and prior experience with VR systems. This information was collected to characterize the study sample and to provide context for the interpretation of the evaluation results. After completing the VR interaction phase, participants filled out two standardized questionnaires: the System Usability Scale (SUS) and the User Experience Questionnaire (UEQ).

The SUS is a widely used questionnaire for the assessment of perceived system usability [3]. It consists of ten items with alternating positive and negative statements and provides a compact overall usability score. In the context of the present study, the SUS was included to obtain a concise quantitative assessment of how usable participants perceived the prototype after their interaction with the system.

In addition to the SUS, the study employed the UEQ in order to capture further aspects of the user experience beyond usability alone. The UEQ is based on a semantic differential format in which users assess a product using pairs of contrasting attributes [27]. It covers six scales: attractiveness, perspicuity, efficiency,

dependability, stimulation, and novelty. Compared to the SUS, the UEQ therefore provides a broader perspective on the subjective experience of interacting with a system by considering not only pragmatic qualities such as clarity and efficiency, but also more hedonic aspects such as stimulation and novelty. This was particularly relevant for the present study, as the evaluation did not only aim to assess whether the prototype was usable, but also how the overall VR interaction was perceived by first-time users.

Table 6.3: Interview questions used in the semi-structured interview.

No.	Question
1	Were the different visual elements like axis, labels etc. intuitive, or did you need to think how to interpret them?
2	Were there any moments during the simulation where it was unclear what to do next or how to reach a specific goal?
3	What was hardest for you during usage?
4	What was easiest for you during usage?

Qualitative data was collected throughout the session in several ways. During the guided introduction, free exploration phase, task block, and final interview, audio was recorded using the integrated microphone of a laptop placed in the room. In addition, I documented observations and notable interaction issues in written notes during the session. These notes focused in particular on visible usability problems, uncertainties in controller use, and difficulties in understanding the interaction flow. After the post-study questionnaires, a semi-structured interview was conducted in order to gather more detailed participant feedback. The interview addressed the comprehensibility of the visual elements, possible moments of uncertainty during use, and aspects of the interaction that participants perceived as especially easy or difficult.

In addition to these self-report and observation-based measures, the software automatically recorded several interaction metrics during the free exploration phase and the guided task block. These included task completion time, different categories of input actions, and other interaction events that could in principle serve as a basis for derived measures such as error rates. The logs were collected as potential supplementary material, but were not included in the final analysis because they were not considered sufficiently informative for the qualitative focus of the study. The questionnaires, written observations, interview responses, and supporting audio material formed the empirical basis for the analysis presented in the following chapter.

6.6 ANALYSIS STRATEGY

In accordance with the qualitative-dominant study design, the main analytical emphasis was placed on qualitative material, while quantitative measures were treated

Table 6.4: Overview of the automatically recorded system log metrics.

Metric	Description
Start time / end time	Timestamp of the beginning and end of the recorded interaction segment.
Total time	Total duration of the recorded interaction segment in seconds.
Pointer inputs	Number of recorded pointer-based UI interactions during the segment.
VR inputs	Number of recorded VR input actions during the segment.
Movement inputs	Number of recorded movement-related input actions during the segment.
Total fetches	Number of database retrieval operations triggered during the segment.
Total selections	Number of completed selection operations recorded during the segment.

as supporting descriptive information. The quantitative analysis focused on the demographic questionnaire as well as the standardized post-study questionnaires SUS and UEQ. These data were evaluated descriptively in order to summarize participant background, perceived usability, and broader aspects of the user experience. Due to the limited sample size, the quantitative results were not treated as a basis for inferential claims, but rather as contextual information supporting the interpretation of the study findings. Although automatic system logs were collected during the free exploration phase and the tasks, they were not included in the final analysis, as they were not considered sufficiently informative for the qualitative focus of the study.

The qualitative analysis was based primarily on the interview notes and written observations recorded during and shortly after the study sessions. The sessions were also audio-recorded and automatically transcribed for documentation purposes. Cleaned, readability-oriented versions of these transcripts are included in the Appendix.

For the qualitative evaluation, qualitative content analysis following Mayring was chosen as the guiding methodological framework [29]. In this context, the analysis followed a primarily inductive logic, while the interview guide provided an initial thematic orientation. The observation notes, interview responses, and supporting audio material were reviewed with regard to recurring statements on usability, comprehensibility, and perceived interaction difficulties. Relevant passages were condensed and grouped into thematic categories, which were iteratively refined during the review process. The resulting category structure forms the basis for the presentation of the qualitative findings in the following chapter. The questionnaire results were then considered alongside these findings in order to contextualize and support the overall interpretation of the study.

RESULTS & DISCUSSION

This chapter presents the results of the conducted user study and discusses them with regard to the usability and overall user experience of the developed VR prototype. In line with the qualitative-dominant evaluation approach described in the previous chapter, the reported findings combine descriptive quantitative results with the qualitative observations and feedback collected during the study sessions. The aim is not to derive statistically generalizable conclusions, but to provide a structured assessment of how previously untrained users experienced the system, where difficulties occurred, and which aspects were perceived positively.

7.1 DEMOGRAPHICS

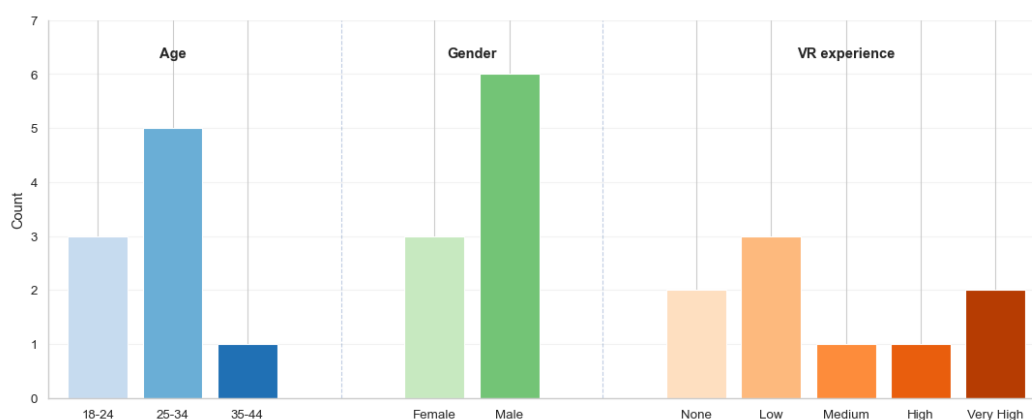


Figure 7.1: Overview of the age, gender and VR experience of the participants.

A total of nine participants took part in the user study. As illustrated in Figure 7.1, the age distribution was concentrated in younger adult groups: three participants were between 18 and 24 years old, five participants were between 25 and 34, and one participant was between 35 and 44. In terms of gender, six participants identified as male and three participants as female. The remaining response options, namely *non-binary*, *no gender*, *prefer not to answer*, and *not listed here*, were not selected.

As described in Section 6.2, a mix of different recruitment strategies was applied to find participants for this study. In total, two participants were recruited through personal contacts, two through a university-wide round mail, and five through direct personal outreach on the university campus. The flyer did not lead to any study sessions. As a result, most participants were affiliated with the university environment.

The educational and professional background of the sample also reflected this recruitment context. Seven participants were studying subjects related to computer science or digital media. The remaining participants came from a non-academic background. Overall, the participant group therefore primarily represented non-expert users with a generally technical or academic background rather than domain experts in oceanography.

Prior experience with VR varied noticeably across participants. Two participants reported no prior VR experience, three reported low experience, one reported moderate experience, one reported high experience, and two reported very high experience. The sample thus included both first-time or inexperienced VR users and participants who were already familiar with VR systems. This variation is relevant for the interpretation of the later results, particularly with regard to onboarding, initial comprehensibility, and learnability.

7.2 QUANTITATIVE RESULTS

This section presents the descriptive quantitative results of the conducted user study. In accordance with the qualitative-dominant evaluation approach of this thesis, these results are not used to derive statistically generalizable conclusions, but rather to complement the qualitative findings with a structured numerical perspective on usability and user experience. The analysis therefore focuses primarily on descriptive tendencies in the collected questionnaire data.

7.2.1 SUS RESULTS

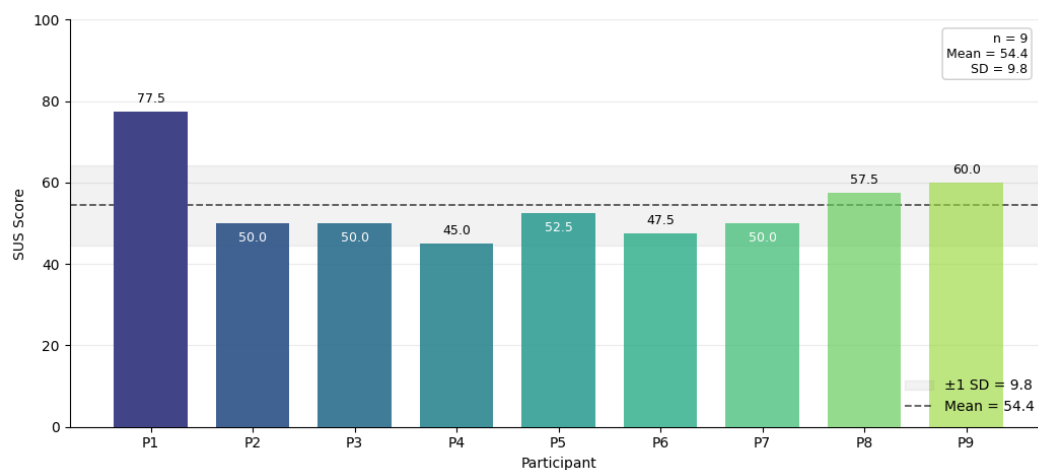


Figure 7.2: Overview of the SUS results for each participant.

The results of the SUS indicate a rather moderate overall usability assessment of the prototype. Across all nine participants, the mean SUS score was 54.4, with

a standard deviation of 9.8. Figure 7.2 provides an overview of the individual participant scores together with the overall mean.

Overall, this result suggests that the usability of the prototype was perceived as mixed rather than consistently strong. At the same time, the SUS only provides a single aggregated usability score and does not indicate which aspects of the system contributed most strongly to this assessment. The SUS results should therefore be interpreted mainly as a general indicator and considered together with the more differentiated UEQ results and the qualitative findings presented later in this chapter.

7.2.2 UEQ RESULTS

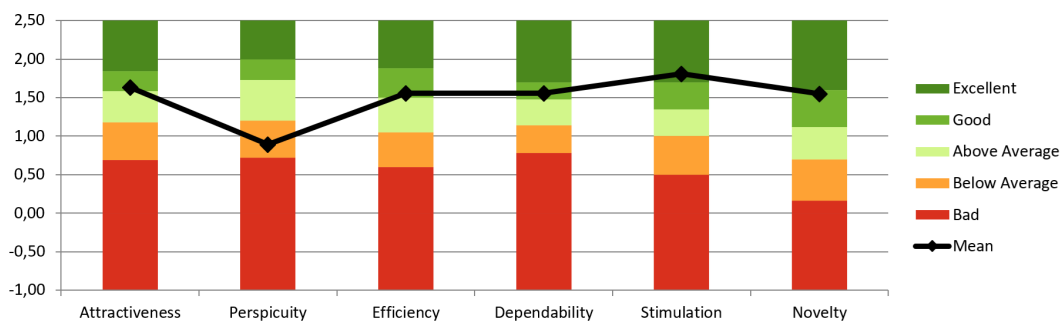


Figure 7.3: UEQ scale means in comparison to the benchmark categories provided by the UEQ benchmark dataset.

The UEQ results provide a more differentiated picture of the user experience of the prototype. Unlike the SUS, the UEQ is not interpreted through a single overall score, but through six separate scales that capture different dimensions of user experience. Figure 7.3 summarizes the mean values across these scales, while Table 7.1 provides the exact values together with their benchmark interpretation. The highest mean score was observed for *Stimulation* (1.81), followed by *Attractiveness* (1.63), *Efficiency* (1.56), *Dependability* (1.56), and *Novelty* (1.55). The lowest rating was found for *Perspicuity*, which reached a mean score of 0.89.

Table 7.1: Overview of the UEQ scale means and benchmark interpretation.

Scale	Mean	Benchmark Interpretation
Attractiveness	1.63	Good
Perspicuity	0.89	Below Average
Efficiency	1.56	Good
Dependability	1.56	Good
Stimulation	1.81	Excellent
Novelty	1.55	Good

A comparison with the UEQ benchmark further underlines this pattern. *Stimulation* was rated as *Excellent*, while *Attractiveness*, *Efficiency*, *Dependability*, and *Novelty* were each rated as *Good*. In contrast, *Perspicuity* was rated as *Below Average*. This indicates that participants generally perceived the prototype as engaging, interesting, and positively designed, while the immediate comprehensibility and ease of learning were assessed less favorably.

Compared to the SUS, the UEQ therefore reveals a more nuanced result pattern. While the SUS suggests only moderate usability overall, the UEQ indicates that the main weakness of the prototype was not the overall experience itself, but rather the initial understandability and learnability of the interaction concepts. This distinction is particularly relevant for the interpretation of the qualitative findings in the following sections.

7.3 QUALITATIVE FINDINGS

The qualitative results were derived from the observation notes taken during the study sessions, the interview responses, and the supporting audio recordings. In line with the qualitative content analysis approach described in Section 6.6, the material was reviewed and condensed following Mayring's method in order to identify recurring themes across the sessions. The categories presented in the following therefore do not represent isolated individual remarks, but summarize the main patterns that emerged repeatedly in the collected qualitative material. The main findings of the analysis can be grouped into the following four categories:

LEARNABILITY A central recurring theme concerned the initial comprehensibility of the system. Several participants stated that the visualization was not immediately self-explanatory at first contact and only became clearer after a short period of use or after additional explanation during the session. In particular, multiple remarks indicated that the spatial representation became easier to understand once participants recognized it as a coordinate system or used the displayed world map for contextual orientation. This suggests that the prototype provided useful contextual cues, but that these cues were not always sufficient on their own to ensure immediate understanding.

Related to this, missing onboarding support was repeatedly mentioned as a weakness. Some participants explicitly criticized the lack of tutorials or stated that certain interaction principles first had to be learned through trial and error. In several sessions, it became apparent that the current task introduction did not always sufficiently explain how the visible data should be interpreted or how certain tools were intended to be used.

INTERACTION DIFFICULTIES Recurring difficulties were observed for interaction techniques related to time control and spatial selection, although these did not

affect all participants to the same extent. For the temporal controls, some participants initially needed a short familiarization phase to understand the distinction between the available date selection mechanisms. In particular, the date slider was occasionally perceived as too imprecise for selecting an exact date. However, this was consistent with its intended role as a tool for rough preselection, while the calendar view served as the more precise option for exact date input. After a brief exploration phase, participants were generally able to use these controls reliably.

Some additional confusion was observed in relation to the two separate time-step rows. While one row allowed the configuration of a time step, for example in months, the second row was used to trigger this defined time step forwards or backwards. This distinction was not immediately clear to all participants on first contact, but usually became understandable after a short explanation or after trying the interaction once.

The selection tools also required some familiarization. Several participants did not immediately understand the one-handed and two-handed selection techniques at first glance and needed a short period of trial and error before using them confidently. In one case, the intersection approach of the two-handed selection tools was not clear to the participant, which made task completion impossible. Nevertheless, most participants were able to work with the tools successfully once the interaction principle had become clear. Overall, the qualitative material indicates that the selection tools were generally usable, but not always immediately self-explanatory during first contact.

USER INTERFACE AND DIALOG PLACEMENT Another recurring category concerned the behavior and placement of interface elements during interaction. Several participants described the general UI as understandable and usable, but criticized the positioning of dynamic dialogs during more complex tasks. In particular, dialog windows related to the selection tools were sometimes perceived as being in the way, especially when the visualization had been scaled or when the participants were trying to orient themselves spatially around the system.

Additional comments referred to the precision of UI interaction itself. In some cases, participants reported that laser-based interaction with the widgets was not always straightforward, for example when other scene elements visually or interactively interfered with the intended target. There were also isolated suggestions for additional usability refinements, such as clearer visual feedback when changing the current time step or a function to reset the rotation of the system after manipulation.

POSITIVELY PERCEIVED ASPECTS Despite the recurring points of criticism, the qualitative material also contained several positive assessments of the prototype. A number of participants described core VR interactions such as grabbing, scaling, and general menu interaction as intuitive. Similarly, the displayed map, axis labels, and the general coordinate-system framing were repeatedly mentioned as useful for orientation once participants had understood the visualization logic.

Positive feedback was also given for the general readability of the data and for the possibility to gain an overview of the visualized measurements. Some participants explicitly stated that the UI was easy to use or that the tools were understandable once the initial interaction logic had been learned. In addition, the visualization of selected subsets was perceived positively in some sessions, suggesting that the underlying concept of interactive subset exploration was generally appreciated even when the operation of the selection tools themselves caused difficulties.

Table 7.2: Overview of the main qualitative finding categories.

Category	Overview
Learnability	Initial understanding of the visualization, spatial context, and missing onboarding support.
Interaction Difficulties	Familiarization needs for time controls and selection tools during first use.
User Interface and Dialog Placement	Issues related to dialog positioning, widget interaction, and interface behavior during use.
Positively Perceived Aspects	Intuitive core interactions, helpful orientation elements, and generally positive impressions after familiarization.

7.4 DISCUSSION

The results presented in Sections 7.2 and 7.3 show a consistent overall pattern. The developed VR prototype was generally workable for the participant group and offered a promising basis for exploratory interaction, but the study also revealed clear limitations in first-use understanding and learnability. In particular, several participants required an initial familiarization phase before they felt confident using some of the interaction concepts, especially in relation to onboarding, temporal control, and subset selection.

A particularly useful aspect of the evaluation is that the quantitative and qualitative findings support each other. Although the questionnaire results have to be interpreted cautiously due to the small participant count, they align well with the recurring themes identified in the qualitative material. Rather than suggesting a generally negative assessment of the system, the combined findings point more specifically to friction during initial use, while other aspects of the experience were perceived more positively. In this sense, the study was able to identify not only that difficulties occurred, but also where these difficulties were concentrated.

At the same time, these findings need to be interpreted in the context of the intended role of the prototype. The system was primarily designed as an expert-oriented exploratory tool rather than as a general-purpose application for completely untrained users. This is relevant because the study only revealed these issues for a non-expert participant group, and it therefore remains unclear to what extent the same problems would occur for domain experts. Some of the criticized interaction

concepts, such as the date selection, were strongly inspired by expert-oriented tools and had already been received more positively in earlier formative evaluations with experts (see Section 5.3). The present findings should therefore not be understood as a final judgment on the general suitability of these concepts, but rather as an indication that the current implementation provides limited support for first-time, non-expert use.

This is particularly relevant for the interpretation of the temporal controls. Some participants described the date slider as too imprecise for exact date selection, which is consistent with both the intended design and previous feedback from earlier iterations. The slider was originally introduced in an early implementation stage and later complemented by the calendar view, which was already considered the more precise tool for exact date selection. In practice, the slider still offered some value for coarse preselection before fine adjustment and was therefore retained. The results suggest, however, that the coexistence of the slider, the calendar, and the separate time-step controls increased the complexity of the interface during first use. A similar pattern can be observed for the selection tools: most participants were able to use them after a short familiarization phase, but their initial interaction logic was not always immediately clear.

The findings regarding the user interface further show that the main problems were not caused by the overall UI concept as such, but by specific design decisions within it. In particular, the dynamically positioned selection dialog proved more disruptive than helpful in practice. Its original purpose was to keep selection-specific settings readily accessible during the interaction process, but in several sessions it instead interfered with the users' view and spatial orientation. By contrast, the main system UI, which followed the movement of the left hand rather than remaining fixed in the viewport, was perceived much more positively. This suggests that the general idea of dynamically accessible UI was not inherently problematic, but that its concrete realization for the selection workflow requires revision.

The study also provides some insight into the quality of the evaluation design itself. Overall, the study setup appears to have worked well: the session structure was clear, the procedure was consistent across participants, the participant count was appropriate for the chosen qualitative-dominant design, and no relevant technical difficulties occurred during the sessions. However, the guided tasks also revealed a limitation of the study design. In retrospect, parts of the task block were still somewhat too demanding for a non-expert participant group, either because the required context was not sufficiently clear or because the task formulations were too long and complex. As a result, some observed difficulties were likely influenced not only by the prototype itself, but also by the way the tasks had to be interpreted. This is particularly relevant for the later selection tasks and should be considered when assessing the corresponding observations.

Despite these issues, the study results remain encouraging overall. All participants, including those without prior VR experience, were able to complete the session after a relatively short familiarization period, and core VR interactions such as grabbing, scaling, moving through the scene, and basic UI interaction were generally

perceived as usable. The technical basis of the system also proved robust during the study, as the data backend and runtime loading behaved reliably and did not create noticeable problems during the sessions. The main remaining weaknesses therefore concern onboarding, first-use understanding, and specific interaction details rather than the basic feasibility of the prototype. In this sense, the study supports the view that the core system concept is workable for the investigated participant group, while also identifying clear priorities for further refinement.

LIMITATIONS & FUTURE WORK

The preceding chapters presented the developed system and the findings of its evaluation. Building on these results, the following chapter reflects on the main limitations of the current prototype and outlines directions for further development and future investigation.

8.1 CURRENT LIMITATIONS

8.1.1 TECHNICAL CONSTRAINTS

The presented prototype demonstrates that large spatio-temporal oceanographic point data can be explored interactively in VR, but the implementation remains bounded by several technical constraints. A central limitation is the practical particle threshold used in the current Niagara-based rendering pipeline (see Sections 4.1 and 5.2). As discussed in the implementation chapter, subsets exceeding approximately 500,000 particles per visualization system are no longer shown in full detail, but are reduced through grid-based aggregation. This was an intentional and workable design choice for the prototype, yet it also means that the system cannot display arbitrarily large raw subsets at full measurement resolution. For very dense queries, exploration therefore depends on a transition from direct point representation to an approximate subset representation.

A second limitation concerns loading behavior for large runtime queries (see Table 4.2). Since the system was deliberately designed around on-demand database access rather than fully precomputed visual representations, the cost of query execution, transfer, and subsequent in-memory processing is paid during use. This preserves flexibility for temporal and spatial subset exploration, but it also leads to noticeable loading times when very large subsets are requested. In the current prototype, responsiveness during interaction is preserved through asynchronous processing and state feedback rather than through immediate availability of all requested data. As a result, the system is well suited to exploratory subset access, but not to instantaneous full-resolution access to any arbitrary large query result.

8.1.2 STUDY SCOPE & VALIDITY

The conducted user study should be interpreted in light of its intentionally limited scope (see Section 7.4). The evaluation was designed as a qualitative-dominant formative study with a small participant sample and a non-expert user group. This

made it suitable for identifying recurring usability issues, learnability problems, and promising refinement directions, but it does not support broad statistical or confirmatory claims about system performance. Accordingly, the questionnaire results and qualitative findings are primarily descriptive and exploratory.

At the same time, the chosen study design was also a pragmatic compromise rather than the most desirable evaluation scenario in principle. A larger study with domain experts would have been particularly valuable for assessing the prototype in a more realistic expert context, and a meaningful baseline comparison against a suitable desktop system would likewise have been informative. Neither option was feasible in an adequate form within the project scope. The resulting evaluation still provides useful insight into first-use comprehensibility and usability of the current prototype, but it should not be read as a comprehensive validation of the system across user groups, tasks, or comparison conditions.

8.1.3 GENERALIZABILITY

Although the system was intentionally designed around a schema-based pipeline, its current implementation is still closely tied to the characteristics of the COMFORT-derived SQLite dataset. In particular, the preprocessing and runtime-access pipeline assume a compatible table structure with explicit spatial, temporal, depth, and value fields (see Sections 3.1 and 4.1). This makes the approach more adaptable than a table-specific implementation, but it does not imply immediate applicability to differently structured scientific datasets without additional adaptation.

A related limitation concerns the spatial embedding assumptions used by the visualization. The current overlay-map approach relies on a flat global longitude-latitude layout and on stable world-scale bounds that are aligned with the full world map. This works well for the present prototype and dataset context, but it is less readily transferable to datasets with more local or regional coordinate conventions, alternative projections, or substantially different spatial reference models. In this sense, the current solution should be understood as a practical dataset-aligned design rather than a universally general spatial framework.

More broadly, the prototype was only realized and evaluated for one data access model and one rendering context. Many scientific visualization tools build on other data formats, preprocessing workflows, or field-based representations. The extent to which the presented concepts transfer to such settings therefore remains open. The same applies to the empirical findings: since the final study focused on non-expert users and one concrete prototype configuration, the observed usability strengths and weaknesses cannot automatically be generalized to expert workflows, other immersive setups, or other application domains.

8.2 FUTURE WORK

The current prototype implements the core functionality required for exploratory visualization of the selected oceanographic data in VR. At the same time, several extensions and refinements remained outside the scope of this work. Some of these follow directly from the user study, while others emerged during implementation as interesting alternative directions for further development.

8.2.1 USABILITY AND INTERACTION REFINEMENT

The most immediate future work concerns the learnability of the system. As the study showed, the main weaknesses of the current prototype were less related to the general feasibility of the interaction concept than to the initial effort required to understand the available tools and the visualized spatial context. A natural next step would therefore be the integration of onboarding support directly into the VR application, for example through short tutorials, contextual hints, hover-based tooltips, or other guided first-use interactions.

A second important area is the overall UI design. While the general interface concept proved workable, the study highlighted weaknesses in the current arrangement and behavior of some dialogs, especially the selection dialog. A broader UI rework could therefore improve grouping, page structure, and the overall organization of related controls. In particular, the current world-space and pawn-attached dialog behavior should be reconsidered. Alternative concepts such as a tablet-like in-scene interface, a static world-anchored board, or selected screen-space elements could provide more stable and less intrusive interaction.

Several smaller interaction refinements would also improve usability. Numerical inputs are currently limited to button-based adjustment, which restricts precision and makes larger value changes cumbersome. Future versions could therefore integrate more direct numeric input. Likewise, sliders that can be scrolled using the controller joystick should provide clearer visual cues, and the dialog grab indicator could be reworked so that dialogs can be repositioned more naturally through direct VR hand interaction. In addition, system movement could be extended by combining grab-and-hold interaction with controller thumbstick input as an alternative to the current freehand manipulation.

8.2.2 SELECTION AND ANALYSIS FEATURES

The current selection system already supports the interactive marking of spatial subsets, but several extensions could make it more flexible. One important direction would be to generalize the current selection logic beyond pure intersection-based behavior. At present, multi-shape selection is essentially modeled as an *AND*-style intersection. In future work, this could be expanded into a more general Boolean

selection model that also supports operations such as *OR*, *XOR*, or subtraction-based combinations.

In addition, the placement of selection shapes could be made more flexible by allowing direct adjustment of their position after creation. This would support more precise refinement of selections and reduce the need to recreate shapes for minor changes. A related extension would be the integration of a dedicated partitioning or plane-slicing feature. Although range-based filtering along the axes already provides a partial approximation of such functionality, an explicit slicing interaction would likely improve local spatial inspection.

8.2.3 VISUALIZATION AND SPATIAL REPRESENTATION

Several future directions concern the visual representation of the data itself. One example is the coordinate grid, which is currently implemented using draw-debug functionality and in its present form contributes only limited value to spatial orientation. More generally, debug-based rendering elements should be replaced by proper integrated implementations in order to improve stability, visual consistency, and maintainability.

The representation of the world map reference could also be explored further. The current flat map already provides useful orientation, but alternative designs such as more spatially expressive meshes, adjusted depth relationships, translucent rendering, or holographic styles may provide stronger geographic context without dominating the data itself. In a similar vein, an immersive mode that reduces or hides surrounding interface and environmental elements could help focus attention more strongly on the visualization itself.

A broader design alternative would be to move away from the current box-based scatterplot metaphor and explore a globe-centered visualization instead. In such an approach, a virtual Earth model could form the central reference, with data points positioned around it according to their georeferenced location. This may offer a more immediately geographic representation, but would require substantial redesign and introduce new challenges of its own, especially with regard to depth scaling and spatial readability.

Beyond the overall layout, different rendering strategies could also be explored. The current prototype relies on particle-based rendering of discrete data points, which proved suitable for the implemented system. However, alternative rendering approaches may better support other data characteristics or analysis goals. The same applies to aggregation: the current implementation uses a comparatively simple grid-binning approach for performance reasons, but future work could investigate alternatives that preserve more of the original data characteristics while remaining interactive for large datasets.

Zooming and scaling also remain relevant areas for refinement. At present, zooming is only possible to a limited extent and is effectively coupled to scaling of the entire system. A revised zoom concept could therefore focus more strongly on local

enlargement of the region of interest instead of uniformly scaling the complete visualization. Closely related to this, the current scaling implementation can introduce positional offsets during repeated manipulation and should be reworked in future versions.

8.2.4 DATA HANDLING AND ARCHITECTURE

Beyond interaction and visualization, the system also offers opportunities for architectural refinement. One relevant direction concerns the import pipeline and the organization of runtime-accessible data. In particular, it may be worthwhile to explore a restructuring based on database views. A view-based approach could provide more flexibility for defining the subsets and attributes exposed to the VR system and may become especially useful if additional filtering logic, such as quality-flag-based filtering, is to be integrated more systematically in future work.

8.2.5 FURTHER EVALUATION

The results of the conducted study also point in several directions for future evaluation. Most importantly, the final study focused on non-expert users. Since the prototype was primarily conceived as an expert-oriented exploratory tool, it would be valuable to evaluate a future version with a larger domain-expert sample. This would help distinguish more clearly between problems caused by general learnability issues and those that primarily resulted from the chosen participant group. In addition, a comparative study against a more classical desktop-based visualization system could help assess more directly which advantages and disadvantages arise specifically from the immersive setting.

CONCLUSION

This thesis addressed the question of how large-scale spatio-temporal oceanographic datasets can be explored in an immersive environment without requiring full up-front loading of the underlying data. In response to this problem, a VR-based prototype was developed for the COMFORT-derived SQLite dataset that combines runtime subset loading, point-based rendering, temporal navigation, filtering, and direct spatial selection. The overall goal was not only to realize a technically functional system, but to investigate whether such an approach can provide a meaningful basis for exploratory interaction with dense georeferenced measurement data in VR.

The implemented system shows that this overall approach is technically viable within the scope of the developed prototype. A schema-based preprocessing and metadata pipeline was used to prepare the database for runtime access, while the visualization layer translated queried subsets into a contextualized particle-based scene representation. In addition to temporal exploration as the central access model, the prototype supports axis-based filtering, multiple coexisting visualization systems, and shape-based spatial selection for subset inspection. Through this combination, the thesis contributes a concrete immersive visualization workflow for large spatio-temporal point data that balances runtime flexibility with practical scalability constraints.

The final user study indicates that the resulting system provides a workable basis for exploratory interaction, but also revealed clear remaining weaknesses. Quantitative and qualitative findings suggest that the strongest problems of the current prototype lie less in the general system concept than in first-use comprehensibility, onboarding, and parts of the interaction flow. At the same time, the evaluation showed that core VR interactions, spatial context elements, and the general idea of direct subset-oriented exploration were perceived positively once participants had become familiar with the system. Within the implemented prototype and evaluation context, the results therefore indicate that the approach is technically viable and usable after familiarization, while broader claims require further expert evaluation and baseline comparisons.

Overall, the thesis suggests that immersive visualization can provide a useful framework for the interactive exploration of large spatio-temporal oceanographic point datasets when supported by a suitable runtime pipeline and analysis-oriented interaction design. While the presented prototype remains bounded by technical and evaluative limitations, it establishes a coherent foundation for further development. In particular, the combination of VR interaction, scalable runtime access, and direct spatial analysis operations appears to be a promising direction for future work in immersive scientific visualization.

APPENDIX

The following appendix contains supplementary materials related to this thesis. These include documents from the conducted user study, anonymized questionnaire scans, an overview of AI-based applications used during thesis preparation, and references to additional accompanying material. Where applicable, documents were prepared in both German and English. To avoid redundancy, only the German versions are included in this appendix.

Appendix section	Content
Section A.1	Invitation flyer
Section A.2	Data Privacy Agreement
Section A.3	Completed SUS Questionnaires
Section A.4	Completed UEQ Questionnaires
Section A.5	User Study Audio Transcripts
Section A.6	Overview of AI-based Applications Used During Thesis Preparation
Section A.7	Prompt Used for Audio Transcript Cleanup

Table A.1: Overview of the materials included in this appendix chapter.

Mitmachen bei Nutzerstudie zu Datenvisualisierung in Virtual Reality!



- Was:** Test eines VR-Systems, kurzer Fragebogen
und ein paar abschließende Fragen
- Dauer:** ca. 25 Minuten
- Ort:** MZH, 3. Etage
- Termine:** ab sofort, nach Vereinbarung
- Vorkenntnisse:** nicht erforderlich

Interesse geweckt?
Termine: hoffmanc@uni-bremen.de



Information und Einwilligungserklärung

Zum wissenschaftlichen Forschungsvorhaben Immersive Visualization in Virtual Reality - IVVR -

Information zum wissenschaftlichen Forschungsvorhaben

Sehr geehrte*r Teilnehmer*in des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens,
wir möchten Sie um Ihre Einwilligung zur Teilnahme an dem wissenschaftlichen
Forschungsvorhaben IVVR und der damit verbundenen Verarbeitung Ihrer personenbezogenen
Daten bitten. Hierzu erhalten Sie im Folgenden Informationen zum Inhalt und zum Ablauf des
wissenschaftlichen Forschungsvorhabens sowie zur beabsichtigten Nutzung Ihrer Daten:

Worum geht es in diesem wissenschaftliche Forschungsvorhaben?

Das wissenschaftliche Forschungsvorhaben wird durchgeführt, um ein Virtual Reality-System zur
Visualisierung großer Datenmengen zu evaluieren und qualitatives Feedback zu dessen
Benutzerfreundlichkeit und Funktionalität zu erheben.

Wie ist der genaue Ablauf des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens und wie sollen meine Daten verwendet werden?

Ihre Teilnahme an diesem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben wird voraussichtlich 30 Minuten
umfassen.

Während dieses wissenschaftlichen Forschungsvorhabens werden Sie *verschiedene Funktionen
eines VR-Systems zur Datenvisualisierung testen. Die Durchläufe werden mit einem Aufnahmegerät
aufgezeichnet. Zusätzlich werden Sie gebeten, Fragebögen auszufüllen und einige Fragen zu
beantworten.*

Entstehen für mich Kosten durch die Teilnahme an dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben und wird eine Aufwandsentschädigung bezahlt?

Durch die Teilnahme an diesem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben entstehen für Sie keine
zusätzlichen Kosten.

Eine Vergütung/Aufwandsentschädigung für Ihre Teilnahme an dem wissenschaftlichen
Forschungsvorhaben wird nicht gezahlt.

Ansprüche auf weitere Vergütung, Tantiemen oder sonstige Beteiligungen an finanziellen Vorteilen
und Gewinnen, die möglicherweise auf der Basis der Forschungsergebnisse erzielt werden, sind
ausgeschlossen.

Bin ich während der Durchführung des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens versichert?

Wir weisen Sie darauf hin, dass für die Durchführung dieses wissenschaftlichen Forschungsvorhabens keine spezielle Versicherung abgeschlossen wurde.

Wer entscheidet, ob ich aus dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben gegebenenfalls vorzeitig ausscheide?

Die Teilnahme an diesem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben ist freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen die Teilnahme beenden, ohne dass Ihnen dadurch Nachteile entstehen.

Unter gewissen Umständen ist es aber auch möglich, dass ein wissenschaftliches Forschungsvorhaben vorzeitig beendet wird, beispielsweise aus organisatorischen Gründen.

Sollten während der Durchführung des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens wichtige neue Informationen bekannt werden, die sich auf Ihre Entscheidung über die weitere Fortsetzung Ihrer Teilnahme an diesem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben auswirken könnten, werden Sie darüber informiert.

Datenschutzrechtliche Information: Was passiert mit meinen Daten?

Welche Daten werden in dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben erhoben?

Im Rahmen des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens werden die folgenden Daten von Ihnen erhoben:

- Kontaktdaten
- Projektdaten, d.h. die im Rahmen des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens produzierten Informationen zu Ihrer Person, wie insbesondere:
 - *Audioaufzeichnungen*
 - *Fragebögen*
 - *Schriftliche Aufzeichnungen*

Auf welche Art und Weise erfolgt die Datenverarbeitung in dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben?

Die produzierten Projektdaten, d.h. die erhobenen Daten werden ausschließlich anonymisiert in sämtlichen Veröffentlichungen verwendet. Die Audioaufzeichnungen werden ausgewertet und ggf. in anonymisierter veröffentlicht.

Die Originaldaten- bzw. -aufzeichnungen werden gemäß der Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis mindestens 10 Jahre lang aufbewahrt und anschließend gelöscht, soweit gesetzliche Vorgaben nicht längere Archivierungspflichten vorsehen.

In wissenschaftlichen Veröffentlichungen, wie in Publikationen oder auf Tagungen und Konferenzen, werden keine personenbezogenen Daten von Ihnen genannt, d.h. die Forschungsergebnisse werden ohne Bezug zu Ihrer Person veröffentlicht. Interviews werden nur in Ausschnitten zitiert, um gegenüber Dritten sicherzustellen, dass der entstehende Gesamtzusammenhang von Ereignissen nicht zu einer Identifizierung Ihrer Person führen kann.

Ihre Kontaktdaten werden mit einer Kennung für die Projektdaten versehen und getrennt von den Projektdaten an unterschiedlichen Orten gespeichert, zu denen nur autorisierte Mitarbeiter*innen des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens sowie berechtigte Wissenschaftler*innen Zutritt haben. Nach der Beendigung des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens werden Ihre Kontaktdaten automatisch gelöscht, soweit Sie nicht in eine weitere Speicherung Ihrer Kontaktdaten für themenverwandte wissenschaftliche Forschungsvorhaben ausdrücklich einwilligen. In diesem Fall würden Wissenschaftler*innen die Daten auf Antrag zur Verfügung gestellt, damit diese sie kontaktieren und erfragen können, ob Sie für eine Teilnahme an einem themenverwandten wissenschaftlichen Forschungsvorhaben zur Verfügung stehen. Eine solche Teilnahme ist natürlich

freiwillig und Sie können sie ohne Angaben von Gründen ablehnen. Sie können einer längeren Speicherung natürlich auch zu jedem Zeitpunkt widersprechen; Ihre Kontaktdaten werden dann gelöscht werden.

Wer erhält Kenntnis von den Daten und welche Personen und Institutionen haben Zugang zu den Daten?

Zugang zu Ihren Daten haben nur Mitarbeiter*innen des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens, Personen sowie zugangsberechtigte Wissenschaftler*innen. Diese Personen sind auf Beachtung der datenschutzrechtlichen Anforderungen verpflichtet. Die Daten sind vor fremden Zugriffen geschützt.

Welche Rechte stehen den von der Datenverarbeitung Betroffenen zu?

Die Teilnahme an dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben ist freiwillig; sollten Sie nicht teilnehmen, entstehen Ihnen keine Nachteile. Sie haben jederzeit die Möglichkeit die folgenden Rechte geltend zu machen:

- **Recht auf Auskunft** über die von Ihnen verarbeiteten personenbezogenen Daten (Art. 15 DSGVO),
- **Recht auf Berichtigung** Sie betreffender unrichtiger personenbezogener Daten (Art. 16 DSGVO),
- **Recht auf Löschung** Sie betreffender personenbezogener Daten (Art. 17 DSGVO),
- **Recht auf Einschränkung der Verarbeitung** Sie betreffender personenbezogener Daten (Art. 18 DSGVO),
- **Recht auf Widerspruch** gegen die Verarbeitung Sie betreffender personenbezogener Daten (Art. 21 DSGVO),
- Sie haben zudem das Recht, sich bei einer **Datenschutz-Aufsichtsbehörde** über die Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten durch uns zu **beschweren** (Art. 77 DSGVO),
- Sofern Sie in die Verarbeitung Ihrer Daten eingewilligt haben, besteht die Möglichkeit diese jederzeit für die Zukunft zu **widerrufen** (Art. 7 Absatz 3 DSGVO). In diesem Fall müssen alle personenbezogenen Daten entweder gelöscht oder anonymisiert werden.

Ihre Rechte sind grundsätzlich schriftlich bei dem zur Datenverarbeitung Verantwortlichen geltend zu machen.

Wer ist für das wissenschaftliche Forschungsvorhaben und der damit verbundenen Datenverarbeitung verantwortlich? An wen kann ich mich bei weiteren Fragen wenden?

Das wissenschaftliche Forschungsvorhaben wird von *Christian Hoffmann* durchgeführt. Für die Datenverarbeitung verantwortlich ist *Christian Hoffmann, Universität Bremen, Fachbereich 03, Arbeitsgruppe CGVR, hoffmanc@uni-bremen.de*.

Für datenschutzrechtliche Fragen wenden Sie sich bitte an die*den Datenschutzbeauftragte*n an der *Universität Bremen*.

Sollten Sie weitere Fragen bezüglich des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens haben, wenden Sie sich bitte an die folgende Kontaktstelle/Projektleitung *Christian Hoffmann, Universität Bremen, Fachbereich 03, Arbeitsgruppe CGVR, hoffmanc@uni-bremen.de*.

Wenn Sie an dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben teilnehmen wollen, lesen und unterschreiben Sie bitte die beiliegende Einwilligungserklärung.

Das Original der Einwilligungserklärung bleibt bei *Universität Bremen, Fachbereich 03 – Arbeitsgruppe CGVR*. Sie erhalten eine Kopie der Einwilligungserklärung. Das Informationsschreiben zum wissenschaftlichen Forschungsvorhaben verbleibt ebenfalls bei Ihnen.

Mit freundlichen Grüßen

Christian Hoffmann

Leiter*in des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens

Universität Bremen, Fachbereich 03 – Arbeitsgruppe CGVR

Information und Einwilligungserklärung

Zum wissenschaftlichen Forschungsvorhaben *Immersive Visualization in Virtual Reality* - IVVR -

Einwilligungserklärung zur Teilnahme

Ich habe die schriftliche Information zu dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben IVVR erhalten. Mir wurde eine Kopie meiner unterschriebenen Einwilligungserklärung zur Teilnahme und zum Datenschutz ausgehändigt. Ich habe beide Dokumente gelesen und verstanden. Ich wurde ausführlich - mündlich und schriftlich - über das Ziel und den Verlauf des Forschungsvorhabens, meine Rechte und Pflichten, den mir zustehenden Versicherungsschutz sowie über meine Datenschutzrechte informiert. Ich hatte Gelegenheit Fragen zu stellen. Diese wurden zufriedenstellend und vollständig beantwortet.

Ich erkläre hiermit meine Teilnahme an dem wissenschaftlichen Forschungsvorhaben **IVVR**. Ich wurde darauf hingewiesen, dass meine Teilnahme an dem Forschungsvorhaben freiwillig ist und dass ich das Recht habe, diese jederzeit ohne Angaben von Gründen zu beenden, ohne dass mir dadurch Nachteile entstehen.

Ja **Nein**

Ich erkläre hiermit meine Einwilligung, dass ich für zukünftige themenverwandte wissenschaftliche Forschungsvorhaben von Wissenschaftler*innen auf deren Antrag hin, kontaktiert werden darf.

Ja **Nein**

Datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung

Ich bin mit der Verarbeitung meiner erhobenen personenbezogenen Projektdaten, nämlich der Audioaufzeichnung, Fragebogendaten, schriftlichen Fassung der Durchführung im Rahmen des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens IVVR einverstanden.

Ja **Nein**

Ferner erkläre ich mein Einverständnis dazu, dass auch nach Abschluss des wissenschaftlichen Forschungsvorhabens IVVR meine erhobenen personenbezogenen Kontaktdaten für zukünftige themenverwandte wissenschaftliche Forschungsvorhaben gespeichert und verarbeitet sowie an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf deren Antrag hin übermittelt werden.

Ja **Nein**

Vor- und Nachname

Anschrift

Ort und Datum

Unterschrift

Als verantwortliche*r Wissenschaftler*in Christian Hoffmann habe ich über Ziel, Zweck, Bedeutung, Tragweite sowie etwaige Risiken dieses wissenschaftlichen Forschungsvorhabens **IVVR** aufgeklärt.

Ort und Datum

Unterschrift

System Usability Scale

© Digital Equipment Corporation, 1986.

	Strongly disagree				Strongly agree
1. I think that I would like to use this system frequently	X				
	1	2	3	4	5
2. I found the system unnecessarily complex		X			
	1	2	3	4	5
3. I thought the system was easy to use				X	
	1	2	3	4	5
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system		X			
	1	2	3	4	5
5. I found the various functions in this system were well integrated				X	
	1	2	3	4	5
6. I thought there was too much inconsistency in this system	X				
	1	2	3	4	5
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly					X
	1	2	3	4	5
8. I found the system very cumbersome to use	X				
	1	2	3	4	5
9. I felt very confident using the system					X
	1	2	3	4	5
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system		X			
	1	2	3	4	5

Fragebogen zur Benutzbarkeit

	Stimme überhaupt nicht zu				Stimme voll zu
	1	2	3	4	5
1. Ich denke, dass ich diese Software gerne häufig benutzen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ich fand die Software simpel.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich fand die Software einfach zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich denke, ich könnte die Software ohne die Hilfe einer technisch versierten Person benutzen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser Software waren gut integriert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ich denke die Software war sehr konsistent gestaltet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Software sehr schnell lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich fand die Software sehr intuitiv zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der Software sehr sicher.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Ich konnte die Software verwenden ohne etwas Neues lernen zu müssen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen zur Benutzbarkeit

	Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
1. Ich denke, dass ich diese Software gerne häufig benutzen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ich fand die Software simpel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich fand die Software einfach zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4. Ich denke, ich könnte die Software ohne die Hilfe einer technisch versierten Person benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser Software waren gut integriert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Ich denke die Software war sehr konsistent gestaltet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Software sehr schnell lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich fand die Software sehr intuitiv zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der Software sehr sicher.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10. Ich konnte die Software verwenden ohne etwas Neues lernen zu müssen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen zur Benutzbarkeit

	Stimme überhaupt nicht zu				Stimme voll zu
	1	2	3	4	5
1. Ich denke, dass ich diese Software gerne häufig benutzen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2. Ich fand die Software simpel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich fand die Software einfach zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich denke, ich könnte die Software ohne die Hilfe einer technisch versierten Person benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser Software waren gut integriert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ich denke die Software war sehr konsistent gestaltet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Software sehr schnell lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8. Ich fand die Software sehr intuitiv zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der Software sehr sicher.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10. Ich konnte die Software verwenden ohne etwas Neues lernen zu müssen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Fragebogen zur Benutzbarkeit

	Stimme überhaupt nicht zu				Stimme voll zu
	1	2	3	4	5
1. Ich denke, dass ich diese Software gerne häufig benutzen würde.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ich fand die Software simpel.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich fand die Software einfach zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich denke, ich könnte die Software ohne die Hilfe einer technisch versierten Person benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser Software waren gut integriert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ich denke die Software war sehr konsistent gestaltet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Software sehr schnell lernen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich fand die Software sehr intuitiv zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der Software sehr sicher.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Ich konnte die Software verwenden ohne etwas Neues lernen zu müssen.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

System Usability Scale

© Digital Equipment Corporation, 1986.

	Strongly disagree				Strongly agree
1. I think that I would like to use this system frequently	1	2	3	4	5
2. I found the system unnecessarily complex	1	2	3	4	5
3. I thought the system was easy to use	1	2	3	4	5
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system	1	2	3	4	5
5. I found the various functions in this system were well integrated	1	2	3	4	5
6. I thought there was too much inconsistency in this system	1	2	3	4	5
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	1	2	3	4	5
8. I found the system very cumbersome to use	1	2	3	4	5
9. I felt very confident using the system	1	2	3	4	5
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	1	2	3	4	5

Fragebogen zur Benutzbarkeit

	Stimme überhaupt nicht zu				Stimme voll zu
	1	2	3	4	5
1. Ich denke, dass ich diese Software gerne häufig benutzen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ich fand die Software simpel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3. Ich fand die Software einfach zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4. Ich denke, ich könnte die Software ohne die Hilfe einer technisch versierten Person benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser Software waren gut integriert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Ich denke die Software war sehr konsistent gestaltet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Software sehr schnell lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich fand die Software sehr intuitiv zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der Software sehr sicher.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10. Ich konnte die Software verwenden ohne etwas Neues lernen zu müssen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Fragebogen zur Benutzbarkeit

	Stimme überhaupt nicht zu				Stimme voll zu
	1	2	3	4	5
1. Ich denke, dass ich diese Software gerne häufig benutzen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2. Ich fand die Software simpel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich fand die Software einfach zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4. Ich denke, ich könnte die Software ohne die Hilfe einer technisch versierten Person benutzen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser Software waren gut integriert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Ich denke die Software war sehr konsistent gestaltet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Software sehr schnell lernen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich fand die Software sehr intuitiv zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der Software sehr sicher.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10. Ich konnte die Software verwenden ohne etwas Neues lernen zu müssen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen zur Benutzbarkeit

	Stimme überhaupt nicht zu				Stimme voll zu
	1	2	3	4	5
1. Ich denke, dass ich diese Software gerne häufig benutzen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ich fand die Software simpel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich fand die Software einfach zu benutzen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich denke, ich könnte die Software ohne die Hilfe einer technisch versierten Person benutzen.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser Software waren gut integriert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Ich denke die Software war sehr konsistent gestaltet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser Software sehr schnell lernen.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich fand die Software sehr intuitiv zu nutzen.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der Software sehr sicher.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Ich konnte die Software verwenden ohne etwas Neues lernen zu müssen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Please assess the product now by ticking one circle per line.

	1	2	3	4	5	6	7		
annoying	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	enjoyable	1
not understandable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	understandable	2
creative	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	dull	3
easy to learn	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	difficult to learn	4
valuable	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	inferior	5
boring	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	exciting	6
not interesting	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesting	7
unpredictable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	predictable	8
fast	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	slow	9
inventive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	conventional	10
obstructive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	supportive	11
good	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	bad	12
complicated	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	easy	13
unlikable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pleasing	14
usual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	leading edge	15
unpleasant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pleasant	16
secure	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	not secure	17
motivating	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	demotivating	18
meets expectations	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	does not meet expectations	19
inefficient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	efficient	20
clear	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	confusing	21
impractical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	practical	22
organized	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	cluttered	23
attractive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattractive	24
friendly	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unfriendly	25
conservative	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovative	26

Bitte geben Sie nun Ihre Einschätzung des Produkts ab. Kreuzen Sie bitte nur einen Kreis pro Zeile an.

	1	2	3	4	5	6	7		
unerfreulich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	erfreulich	1
unverständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verständlich	2
kreativ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	phantasielos	3
leicht zu lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	schwer zu lernen	4
wertvoll	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	minderwertig	5
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	spannend	6
uninteressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	interessant	7
unberechenbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	voraussagbar	8
schnell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	langsam	9
originell	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	konventionell	10
behindernd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unterstützend	11
gut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schlecht	12
kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einfach	13
abstoßend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	anziehend	14
herkömmlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	neuartig	15
unangenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	angenehm	16
sicher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher	17
aktivierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd	18
erwartungskonform	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform	19
ineffizient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	effizient	20
übersichtlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend	21
unpragmatisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pragmatisch	22
aufgeräumt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überladen	23
attraktiv	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv	24
sympathisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsympathisch	25
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovativ	26

Bitte geben Sie nun Ihre Einschätzung des Produkts ab. Kreuzen Sie bitte nur einen Kreis pro Zeile an.

	1	2	3	4	5	6	7		
unerfreulich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	erfreulich	1
unverständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verständlich	2
kreativ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	phantasielos	3
leicht zu lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schwer zu lernen	4
wertvoll	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	minderwertig	5
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	spannend	6
uninteressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	interessant	7
unberechenbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	voraussagbar	8
schnell	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	langsam	9
originell	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	konventionell	10
behindernd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unterstützend	11
gut	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schlecht	12
kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einfach	13
abstoßend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	anziehend	14
herkömmlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	neuartig	15
unangenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	angenehm	16
sicher	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher	17
aktivierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd	18
erwartungskonform	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform	19
ineffizient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	effizient	20
übersichtlich	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend	21
unpragmatisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	pragmatisch	22
aufgeräumt	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überladen	23
attraktiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv	24
sympathisch	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsympathisch	25
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	innovativ	26

Bitte geben Sie nun Ihre Einschätzung des Produkts ab. Kreuzen Sie bitte nur einen Kreis pro Zeile an.

	1	2	3	4	5	6	7		
unerfreulich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	erfreulich	1
unverständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	verständlich	2
kreativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	phantasielos	3
leicht zu lernen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schwer zu lernen	4
wertvoll	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	minderwertig	5
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	spannend	6
uninteressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	interessant	7
unberechenbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	voraussagbar	8
schnell	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	langsam	9
originell	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	konventionell	10
behindernd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	unterstützend	11
gut	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schlecht	12
kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	einfach	13
abstoßend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	anziehend	14
herkömmlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	neuartig	15
unangenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	angenehm	16
sicher	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher	17
aktivierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd	18
erwartungskonform	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform	19
ineffizient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	effizient	20
übersichtlich	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend	21
unpragmatisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	pragmatisch	22
aufgeräumt	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überladen	23
attraktiv	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv	24
sympathisch	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsympathisch	25
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovativ	26

Bitte geben Sie nun Ihre Einschätzung des Produkts ab. Kreuzen Sie bitte nur einen Kreis pro Zeile an.

	1	2	3	4	5	6	7		
unerfreulich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	erfreulich	1
unverständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verständlich	2
kreativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	phantasielos	3
leicht zu lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schwer zu lernen	4
wertvoll	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	minderwertig	5
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	spannend	6
uninteressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interessant	7
unberechenbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	voraussagbar	8
schnell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	langsam	9
originell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	konventionell	10
behindernd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unterstützend	11
gut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schlecht	12
kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einfach	13
abstoßend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	anziehend	14
herkömmlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	neuartig	15
unangenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	angenehm	16
sicher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher	17
aktivierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd	18
erwartungskonform	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform	19
ineffizient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	effizient	20
übersichtlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend	21
unpragmatisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pragmatisch	22
aufgeräumt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überladen	23
attraktiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv	24
sympathisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsympathisch	25
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovativ	26

Please assess the product now by ticking one circle per line.

	1	2	3	4	5	6	7		
annoying	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	enjoyable	1
not understandable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	understandable	2
creative	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	dull	3
easy to learn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	difficult to learn	4
valuable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	inferior	5
boring	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	exciting	6
not interesting	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interesting	7
unpredictable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	predictable	8
fast	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	slow	9
inventive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	conventional	10
obstructive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	supportive	11
good	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	bad	12
complicated	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	easy	13
unlikable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pleasing	14
usual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	leading edge	15
unpleasant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pleasant	16
secure	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	not secure	17
motivating	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	demotivating	18
meets expectations	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	does not meet expectations	19
inefficient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	efficient	20
clear	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	confusing	21
impractical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	practical	22
organized	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	cluttered	23
attractive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattractive	24
friendly	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unfriendly	25
conservative	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovative	26

Bitte geben Sie nun Ihre Einschätzung des Produkts ab. Kreuzen Sie bitte nur einen Kreis pro Zeile an.

	1	2	3	4	5	6	7		
unerfreulich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	erfreulich	1
unverständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	verständlich	2
kreativ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	phantasielos	3
leicht zu lernen	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	schwer zu lernen	4
wertvoll	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	minderwertig	5
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	spannend	6
uninteressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	interessant	7
unberechenbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	voraussagbar	8
schnell	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	langsam	9
originell	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	konventionell	10
behindernd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	unterstützend	11
gut	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schlecht	12
kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	einfach	13
abstoßend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	anziehend	14
herkömmlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	neuartig	15
unangenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	angenehm	16
sicher	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher	17
aktivierend	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd	18
erwartungskonform	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform	19
ineffizient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	effizient	20
übersichtlich	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend	21
unpragmatisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pragmatisch	22
aufgeräumt	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überladen	23
attraktiv	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv	24
sympathisch	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsympathisch	25
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovativ	26

Bitte geben Sie nun Ihre Einschätzung des Produkts ab. Kreuzen Sie bitte nur einen Kreis pro Zeile an.

	1	2	3	4	5	6	7		
unerfreulich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	erfreulich	1
unverständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verständlich	2
kreativ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	phantasielos	3
leicht zu lernen	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schwer zu lernen	4
wertvoll	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	minderwertig	5
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	spannend	6
uninteressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	interessant	7
unberechenbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	voraussagbar	8
schnell	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	langsam	9
originell	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	konventionell	10
behindernd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	unterstützend	11
gut	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schlecht	12
kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einfach	13
abstoßend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	anziehend	14
herkömmlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	neuartig	15
unangenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	angenehm	16
sicher	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher	17
aktivierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd	18
erwartungskonform	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform	19
ineffizient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	effizient	20
übersichtlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend	21
unpragmatisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	pragmatisch	22
aufgeräumt	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überladen	23
attraktiv	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv	24
sympathisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsympathisch	25
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	innovativ	26

Bitte geben Sie nun Ihre Einschätzung des Produkts ab. Kreuzen Sie bitte nur einen Kreis pro Zeile an.

	1	2	3	4	5	6	7		
unerfreulich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	erfreulich	1
unverständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verständlich	2
kreativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	phantasielos	3
leicht zu lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	schwer zu lernen	4
wertvoll	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	minderwertig	5
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	spannend	6
uninteressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	interessant	7
unberechenbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	voraussagbar	8
schnell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	langsam	9
originell	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	konventionell	10
behindernd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	unterstützend	11
gut	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schlecht	12
kompliziert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einfach	13
abstoßend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	anziehend	14
herkömmlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	neuartig	15
unangenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	angenehm	16
sicher	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsicher	17
aktivierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd	18
erwartungskonform	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform	19
ineffizient	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	effizient	20
übersichtlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend	21
unpragmatisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	pragmatisch	22
aufgeräumt	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überladen	23
attraktiv	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unattraktiv	24
sympathisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsympathisch	25
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovativ	26

NOTE ON TRANSCRIPT PREPARATION. The transcripts included in this appendix are cleaned, readability-oriented versions of the automatically generated transcripts of the recorded study sessions. They are provided as supplementary documentation and as a readable access version of the recordings, not as strict verbatim transcripts. The original audio recordings and the unprocessed automatic transcripts were retained separately as the primary records of the sessions.

The following transcripts are based on audio recordings of the user study sessions, which were automatically transcribed from laptop microphone recordings using Microsoft Word. Due to the recording conditions and the resulting audio quality, the raw transcripts contained a considerable number of recognition errors, incomplete sentence fragments, repetitions, and broken phrases. In many cases, the intended meaning remained understandable from the audio recording and the surrounding context, but was not represented reliably in the automatic transcription. To make the material more readable as appendix documentation, the transcripts were therefore post-processed with the support of large language models, using the prompt and tools documented in Section A.6 and Section A.7. This post-processing focused on improving readability, removing clearly erroneous or unintelligible fragments, correcting obvious transcription errors, and preserving the intended meaning of participants' statements where it could be inferred with sufficient confidence from the surrounding context. Ambiguous or unclear passages should therefore not be interpreted as exact participant wording.

The following excerpt illustrates the type of changes applied during this process:

Raw automatic transcript	Cleaned transcript version
00:00:00 Sprecher 1 Ja, genau, dann fangen wir einmal an.	00:00:00 Sprecher 1 Ja, genau, dann fangen wir einmal an.
00:00:02 Sprecher 1 Ich zeig dir einmal kurz, wie das System zu benutzen ist im V.R.	00:00:02 Sprecher 1 Ich zeige dir einmal kurz, wie das System im VR zu benutzen ist.
00:00:05 Sprecher 1 Du kannst auch ja jederzeit Fragen stellen, hast wie gesagt, danach dann auch Zeit, es selber auszuprobieren und auch dabei kannst du dir den Schaden stellen.	00:00:05 Sprecher 1 Du kannst auch jederzeit Fragen stellen. Du hast, wie gesagt, danach dann auch Zeit, es selber auszuprobieren und auch dabei kannst du deine Fragen stellen.
00:00:13 Sprecher 1 Also erstmal, hast du die Meta Quest 3 schon mal benutzt.	00:00:13 Sprecher 1 Also erstmal: Hast du die Meta Quest 3 schon mal benutzt?
00:00:16 Sprecher 2 Ich glaub, irgend so 'ne Meta, da hab ich mal Max, glaub ich, ja.	00:00:16 Sprecher 2 Ich glaube, irgend so eine Meta... da habe ich mal die [Quest] Max, glaube ich, benutzt, ja.

00:00:10 Sprecher 1: So, what is this one, if you select the second selection mode?

00:00:16 Sprecher 2: Yeah, right, exactly.

00:00:17 Sprecher 2: If you select two shapes, then it will select everything in the intersection of both shapes.

00:01:16 Sprecher 1: So you can only grab it with this hand?

00:01:19 Sprecher 2: Sorry.

00:01:19 Sprecher 1: You can only grab it with this hand?

00:01:21 Sprecher 2: Yes, you can only grab with the left hand.

00:01:23 Sprecher 2: All right.

00:01:25 Sprecher 1: So what should I do?

00:01:37 Sprecher 2: If you feel comfortable, then you could start with the tasks.

00:01:41 Sprecher 2: If you think you know all the features, or if you want to continue testing, you could also go on for a couple more minutes; I'll leave it up to you.

00:01:48 Sprecher 2: All right.

00:01:52 Sprecher 2: If you have any questions, then feel free to ask.

00:01:55 Sprecher 1: What does this do?

00:01:56 Sprecher 2: This is for the time step selection. You have either the possibility to autoplay—what you're currently doing now—which would iterate in a fixed interval through the data and always load the next data chunk, or in the row above that, where it says 'Manual Time Step'.

00:02:12 Sprecher 2: You can also trigger a manual time step. This then performs one time step in the selected direction.

00:02:20 Sprecher 2: And the panel above that, 'Per Time Step', configures this time step, which is used in the autoplay or manual time steps. Here you were iterating eight steps.

00:03:14 Sprecher 2: This is used for axis-based filtering.

00:03:16 Sprecher 2: So here you have the three axes: latitude, longitude, and depth, and the entire value range of each axis.

00:03:22 Sprecher 2: And you could then shrink down the value range for any axis if you want.

00:03:26 Sprecher 2: So for example, you could only look at values within a depth of 2,000 to 5,000 meters.

00:03:33 Sprecher 2: Yeah, this is basically a dialogue for fine-tuning the selection.

00:03:50 Sprecher 2: Since we're working with coordinates, people usually just want precisely one place after the comma, for example; there doesn't always need to be data within this chunk that is currently loaded.

00:05:29 Sprecher 2: So the selection mode is confirmed with the A key.

00:05:31 Sprecher 2: So if you press A then, it would select or try to select anything within the shape.

00:05:46 Sprecher 1: What does the selection tool select?

00:05:49 Sprecher 2: It selects particles in the scatter plot, basically. So this is used to select elements within there.

00:05:56 Sprecher 3: Oh, let's see.

00:06:00 Sprecher 1: Oh, there they are.

00:06:02 Sprecher 2: Exactly, these are three temperature measurements. So we then try to select them with any shape.

00:06:15 Sprecher 2: I think you missed them slightly.

00:06:18 Sprecher 2: Otherwise, they would also be highlighted.

00:06:21 Sprecher 1: No, they should be... sorry.

00:06:33 Sprecher 2: Hard to see on the screen, but I think so.

00:06:39 Sprecher 2: Can you despawn the system once and spawn a new one?

00:06:47 Sprecher 2: And then do one time step in one direction, please.

00:06:51 Sprecher 3: I don't...

00:07:00 Sprecher 4: Shows you a bug.

00:07:04 Sprecher 3: All right, yeah.

00:07:06 Sprecher 2: If you're familiar with the usage, then we could start with the tasks.

00:07:14 Sprecher 2: Okay, then I will restart the system really quick, and please don't press the start button yet.

00:07:20 Sprecher 2: First, I'm going to tell you the task.

00:07:22 Sprecher 2: So the first one is going to be to select the 1st of June 1960 and then perform one manual time step.

00:07:31 Sprecher 2: You can also ask me if you don't remember the specific date at any time.

00:07:35 Sprecher 2: And yeah, once you're ready, go ahead and start.

00:07:41 Sprecher 2: 1st of June, what year again? 1960.

00:07:44 Sprecher 3: You're really...

00:07:50 Sprecher 2: Close.

00:08:14 Sprecher 2: And I'm going to restart again.

00:08:16 Sprecher 2: And the next task is going to be to select the 6th of April 1966, and then select all elements below 3,300 meters with the one-handed selection.

00:08:27 Sprecher 2: You can also just start and then ask again at any time.

00:08:39 Sprecher 1: 1966, right?

00:08:41 Sprecher 2: Exactly, yeah. The 6th of April.

00:08:51 Sprecher 2: Then select all the elements below 3,300 meters with the one-handed selection tool.

00:09:07 Sprecher 2: 1,000... 3,300.

00:09:50 Sprecher 2: Yes, use the one-handed selection.

00:10:35 Sprecher 2: I'm going to go to the third task, and the third task is going to be to load the 11th of December 1982.

00:10:45 Sprecher 2: Maybe start with that, and then I'll tell you the next step.

00:11:00 Sprecher 2: The 11th of December 1982.

00:11:14 Sprecher 2: Right, and then the task is to select all elements below 2,500 meters with the two-handed selection tools.

00:11:22 Sprecher 1: Below what again?

00:11:24 Sprecher 2: 2,500.

00:11:34 Sprecher 1: For this one, if it's below, you mean like the depth slider, right?

00:11:41 Sprecher 2: Yes, it's the depth, yes.

00:11:44 Sprecher 2: 2,000 and what?

00:11:47 Sprecher 2: 2,500.

00:12:03 Sprecher 1: Ready to go.

00:12:04 Sprecher 2: Yeah.

00:12:29 Sprecher 2: So those were the three tasks. Thank you very much for that.

00:12:32 Sprecher 2: That was also the last task, so this part is done for now.

00:12:36 Sprecher 1: All right.

00:12:37 Sprecher 1: Yeah, I think I found out the basics.

00:12:40 Sprecher 2: Maybe.

00:12:41 Sprecher 2: As I said at the beginning, you basically can't make any mistakes, so it's fine.

00:12:47 Sprecher 2: So then afterwards, I have two little questionnaires for you.

00:12:53 Sprecher 2: Fill these out, please, if you would be so kind.

00:13:04 Sprecher 1: For this one, I mean, do I answer for myself or as the target user?

00:13:12 Sprecher 2: You as the user, basically, yeah.

00:13:13 Sprecher 1: I don't think I have a point.

00:13:44 Sprecher 1: For the fourth one, you mean for the initial learning, or like...

00:13:53 Sprecher 2: More in general, like for general usage.

00:17:04 Sprecher 1: Mhm.

00:18:20 Sprecher 2: Alright. Thank you very much for that.

00:18:22 Sprecher 2: So then I just have a couple of quick questions.

00:18:26 Sprecher 2: The first one would be: were the different visual elements, like the axes and the labels, intuitive for you, or did you need to think about how they were to be interpreted?

00:18:41 Sprecher 1: Yeah.

00:18:42 Sprecher 1: So, from what I understand, each dot represents a coordinate, right?

00:18:48 Sprecher 2: Yes.

00:18:49 Sprecher 1: Yeah, I think then...

00:18:51 Sprecher 2: Basically a coordinate value pair: the temperature measurement at the given coordinate.

00:18:58 Sprecher 1: Yeah, then it's quite easy to understand.

00:19:00 Sprecher 2: OK, were there any moments during the simulation where it was unclear what to do next or how to reach a specific goal?

00:19:07 Sprecher 1: Well, no, besides when I misinterpreted something.

00:19:17 Sprecher 2: So you didn't struggle to find any tool that you needed to complete the task?

00:19:21 Sprecher 2: Okay.

00:19:22 Sprecher 2: So what was the easiest for you during use of the system?

00:19:26 Sprecher 1: What do you mean by the easiest?

00:19:28 Sprecher 2: A task that you felt was very intuitive to do, that you didn't struggle with, that you didn't need to think about much.

00:19:34 Sprecher 1: I think all of them are equally the same because, well, I had the chance to try everything beforehand, so I know.

00:19:44 Sprecher 2: And also including the testing time at the start?

00:19:47 Sprecher 1: Oh, the one that's the most intuitive... I think it's all the same, because when you know where things are and what you're already looking for, it's just the same.

00:20:25 Sprecher 2: OK, right.

00:20:28 Sprecher 2: Were there any features where you would say that they were the hardest to use, or you struggled using that feature?

00:20:39 Sprecher 1: No, well, the filtering; it uses the floating-point values, right?

00:20:49 Sprecher 2: Yeah.

00:20:50 Sprecher 1: And yeah, when I need to go to a specific integer number, I cannot change the decimal part.

00:20:58 Sprecher 1: So, yeah.

00:20:59 Sprecher 2: Okay.

00:21:00 Sprecher 2: That would be everything.

00:21:01 Sprecher 2: Thank you very much again for participating.

- 00:00:00 Sprecher 1:** Wenige kurze Angaben, genau, das ist ein VR-System zur Datenvisualisierung.
- 00:00:03 Sprecher 1:** Der Datensatz, mit dem hier gearbeitet wird, sind Ozeandaten und für die Studie reduziert auch nur Temperaturdaten.
- 00:00:10 Sprecher 1:** Also, was du gleich sehen wirst, sind Temperaturdaten, Messwerte von verschiedenen Forschungs Expeditionen, die halt im Ozean gesammelt wurden.
- 00:00:19 Sprecher 1:** Genau, ich gebe dir kurz erst mal einen Überblick über die Software.
- 00:00:22 Sprecher 1:** Das ist wahrscheinlich relativ schnell und du wirst dir nicht alles merken können, aber du hast gleich im Anschluss dann doch ausreichend Zeit, alles noch mal zu testen und Fragen zu stellen.
- 00:00:28 Sprecher 1:** Du kannst während der Zeit die ganze Zeit Fragen stellen, wie es dir beliebt.
- 00:00:32 Sprecher 1:** Genau, dann fangen wir einmal an.
- 00:00:34 Sprecher 1:** Ich gebe dir einmal kurz einen Überblick, wie das System aufgebaut ist.
- 00:00:39 Sprecher 1:** Du startest quasi im Intro-Level.
- 00:00:46 Sprecher 1:** Hier sind viele Funktionen noch nicht aktiviert.
- 00:00:48 Sprecher 1:** Das ist erstmal, um die Steuerung zu lernen.
- 00:00:50 Sprecher 1:** Das benutzt ganz normal die übliche VR-Steuerung, also auf dem linken Controller mit dem linken Stick umsehen, im rechten hast du Teleport-Movement.
- 00:00:59 Sprecher 1:** Du kannst auch jederzeit nach unten schauen, dann bekommst du die Keybinds angezeigt, die dir die wichtigsten Funktionen zeigen.
- 00:01:05 Sprecher 1:** Wenn du auf Start drückst, dann begibt sich das in die Hauptszene.
- 00:01:08 Sprecher 1:** Hier hast du dann auch die Möglichkeit, das Dateninterface aufzurufen, quasi die wichtigste Funktion mit dem Y-Key.
- 00:01:15 Sprecher 1:** Das folgt immer deiner linken Hand.
- 00:01:16 Sprecher 1:** Also, wenn du dich mal fragst, wo es geblieben ist, dann ist es da irgendwo zu finden.
- 00:01:20 Sprecher 1:** Wir haben es in drei logische Elemente aufgeteilt: Hier haben wir einmal den Abschnitt für Spawn, für System und für Settings.
- 00:01:26 Sprecher 1:** Wie der Name schon sagt, im ersten kannst du halt ein System in der Szene entstehen lassen.
- 00:01:31 Sprecher 1:** Beispielsweise wird die Datenbank geöffnet und die entsprechende Tabelle aus der Datenbank ausgewählt, was dann das System in der Szene erscheinen lässt.
- 00:01:40 Sprecher 1:** Hatte ich ja gerade schon gesagt, das sind Temperaturdaten und die haben auch eine Zeitkomponente.
- 00:01:44 Sprecher 1:** Diese Zeitkomponente kannst du im Abschnitt hier oben einstellen, beispielsweise über den Slider kann das Datum ausgewählt werden oder über andere Auswahlmöglichkeiten nebendran.
- 00:01:54 Sprecher 1:** Darunter sind dann Möglichkeiten, in Zeitschritten durch diesen Datensatz zu iterieren.
- 00:01:59 Sprecher 1:** Hier kannst du erst mal den genauen Zeitschritt festlegen, ob es ein, zwei, drei Zeitschritte sein sollen oder Tage, Monate, wie auch immer.
- 00:02:06 Sprecher 1:** In der Reihe drunter hast du die Möglichkeit, einen manuellen Zeitschritt auszulösen und in der Reihe noch drunter kannst du das Ganze dann auch automatisch machen.
- 00:02:13 Sprecher 1:** Genau, das sind so die wichtigsten Features.
- 00:02:15 Sprecher 1:** Hier im Settings-Tab gibt es dann noch generellere Einstellungen.
- 00:02:19 Sprecher 1:** Wenn dich das Tutorial nervt beispielsweise, dann kannst du es hier auch ausstellen, aber das ist dir überlassen.
- 00:02:24 Sprecher 1:** Es gibt dann auch die Möglichkeit, mit dem System zu interagieren, das ist über die beiden Grab-Buttons hier.
- 00:02:29 Sprecher 1:** Mit dem linken Grab-Button kannst du das System greifen und wenn du zusätzlich auch noch den rechten drückst, dann kannst du das System damit skalieren.
- 00:02:37 Sprecher 1:** Und das wichtigste oder ein wichtiges Tool, was du vielleicht auch noch brauchen wirst, sind die Selection Tools.
- 00:02:41 Sprecher 1:** Das wird über den A-Knopf aufgerufen.
- 00:02:45 Sprecher 1:** Selection funktioniert hier Shape-Based.
- 00:02:47 Sprecher 1:** Also das heißt, du kannst für jede Hand eine Form auswählen, die dann von dieser Hand ausgeht und das kann einhändig oder zweihändig passieren.
- 00:02:55 Sprecher 1:** Wenn du jetzt die einhändige Selektion machst, dann wird alles ausgewählt, was in dieser einen Form liegt.
- 00:03:00 Sprecher 1:** Wenn du die zweihändige machst, dann wird genau das ausgewählt, was in der Schnittmenge beider Formen liegt.
- 00:03:06 Sprecher 1:** Genau, so viel erst mal zu einem kurzen Überblick.
- 00:03:08 Sprecher 1:** Dann kannst du jetzt das System gerne einmal frei ausprobieren.
- 00:03:11 Sprecher 1:** OK.
- 00:03:13 Sprecher 2:** OK, was ist meine Aufgabe?
- 00:03:14 Sprecher 1:** Dann erstmal noch gar nichts, erst mal alle Features ausprobieren.
- 00:03:17 Sprecher 1:** Falls irgendwas unklar ist, Fragen stellen.
- 00:03:21 Sprecher 1:** Da ist auch ein Brillenabstandshalter noch, wenn du den brauchst, den kann man drunter machen.
- 00:03:26 Sprecher 1:** Passt es so?
- 00:03:30 Sprecher 2:** Ja, passt.
- 00:03:31 Sprecher 1:** Okay, also.
- 00:03:32 Sprecher 1:** Hier, Kappe auf.
- 00:03:33 Sprecher 1:** Ja.
- 00:03:34 Sprecher 1:** Jetzt gleich noch die andere Hand hier.
- 00:03:37 Sprecher 2:** Ich habe ja noch nie so viel VR-Erfahrung gehabt.
- 00:03:49 Sprecher 2:** Wirklich.
- 00:03:51 Sprecher 2:** Wir hatten da jetzt immer mit Movement-Based.
- 00:03:54 Sprecher 1:** Ah, okay.
- 00:03:58 Sprecher 2:** Okay.
- 00:03:59 Sprecher 3:** UI-Overlay.
- 00:04:01 Sprecher 1:** Habt ihr denn frei bewegliche Kamera oder auch in Schritten, in festen Intervallen?
- 00:04:05 Sprecher 2:** Frei beweglich.
- 00:04:06 Sprecher 1:** Ah, okay.
- 00:04:06 Sprecher 3:** Das ist great.
- 00:04:12 Sprecher 3:** Genau, Y.
- 00:04:14 Sprecher 1:** Aber das funktioniert in dieser Szene noch nicht, das ist nur in der Hauptszene.
- 00:04:18 Sprecher 1:** Wär mir ehrlich.
- 00:04:19 Sprecher 2:** Trigger-Trip.
- 00:04:20 Sprecher 3:** Teleport.
- 00:04:23 Sprecher 3:** Ja.
- 00:04:26 Sprecher 3:** Subscription.
- 00:04:28 Sprecher 3:** Scale.
- 00:04:30 Sprecher 1:** Genau.
- 00:04:35 Sprecher 1:** Ja, du kannst auch in der UI, wenn du da so einen Slider hast, wie beispielsweise gerade in diesem Selection-Dialog: Wenn du drüber hoverst, kannst du einfach den rechten Joystick nach rechts und links bewegen, dann kannst du damit quasi den Slider für Left Scale und Right Scale einfach verstellen.
- 00:04:51 Sprecher 1:** Das funktioniert mit allen Slidern in der UI, ist vielleicht ein bisschen intuitiver als den Slider so zu verwenden.
- 00:04:57 Sprecher 3:** Oh nee, OK, das ist cool.
- 00:05:03 Sprecher 2:** OK.
- 00:05:13 Sprecher 1:** Das sind die verschiedenen Spawn-Punkte. Du kannst theoretisch bis zu sieben verschiedene Systeme gleichzeitig in der Szene haben.
- 00:05:19 Sprecher 1:** Du wirst wahrscheinlich nur eins brauchen, aber falls man es doch mal brauchen sollte.
- 00:05:25 Sprecher 3:** Spawn.
- 00:05:25 Sprecher 1:** Genau.
- 00:05:26 Sprecher 3:** Und das ist es jetzt?
- 00:05:27 Sprecher 1:** Genau, das kannst du einfach greifen.
- 00:05:32 Sprecher 1:** Was du hier siehst auf der X- und Y-Achse, das sind quasi die Längen- und Breitengrade, und auf der Lev M — das steht für Level Meter — das meint die Tiefe in Metern. Also das soll quasi die Ozeantiefe repräsentieren.
- 00:05:44 Sprecher 3:** OK, von welchem Ozean ist denn das?
- 00:06:03 Sprecher 1:** Das ist global. Du kannst auch, wenn du da einmal unten rechts auf den Pfeil klickst, zweite Seite, genau...
- 00:06:11 Sprecher 1:** Genau, du hast unten Map Opacity. Du kannst einmal die Map Opacity hochstellen, dann bekommst du auch ein Kartenoverlay, was dir ein bisschen eine globale Einschätzung gibt, wo die Punkte liegen.
- 00:06:21 Sprecher 3:** Das ist ja cool.
- 00:07:02 Sprecher 1:** Das ist dasselbe, ja. Es gibt jetzt in dem Datensatz nur die eine Tabelle.
- 00:07:07 Sprecher 3:** Okay.
- 00:07:09 Sprecher 1:** Die Datenbank ist normalerweise recht groß, da gibt es dann auch beispielsweise Salzgehalt, Sauerstoff und das nicht alles noch, aber das ist für diese Studie nicht so ganz relevant.
- 00:07:18 Sprecher 3:** Okay.
- 00:07:26 Sprecher 2:** Yes.

00:07:27 Sprecher 1: Gut, wenn du meinst, hast du dir ja alles soweit angeschaut, dass du meinst, du könntest ausreichend mit dem System interagieren oder brauchst du noch Zeit?

00:07:35 Sprecher 1: Alles klar, dann können...

00:07:36 Sprecher 2: Aber System 1 und System 3, sind das diese Pfeile?

00:07:39 Sprecher 1: Nee, nee, System 1 und System 2 sind quasi... du könntest jetzt wieder zurück auf Spawn gehen und noch ein neues System spawnen und das würde dann quasi... ja, jetzt hast du System 3 gespawnt, das ist einfach genau quasi die Übersicht der aktiven Systeme.

00:07:53 Sprecher 1: Jo, OK.

00:07:55 Sprecher 1: Alles klar, dann können wir mit den Aufgaben anfangen.

00:07:59 Sprecher 1: Ich starte einmal kurz neu, bitte drück noch nicht auf Start, sondern erst wenn ich es dir sage.

00:08:05 Sprecher 1: Genau, ich sag dir schon einmal die erste Aufgabe, falls du noch mal eine Erinnerung brauchst, kannst du mich auch jederzeit noch mal fragen.

00:08:12 Sprecher 1: Die erste Aufgabe ist einmal 1.6.1960 auswählen und einen manuellen Zeitschritt auslösen.

00:08:19 Sprecher 1: Genau, sobald du bereit bist, kannst du starten und damit anfangen.

00:08:23 Sprecher 3: Ja, der 1. Juni 1960. 1960, 1. Juni, was ist denn der Juni? Du hast 1960, ja, und dann hast du... nee, das ist nur hier.

00:09:16 Sprecher 2: There you go.

00:09:19 Sprecher 1: Dann war ja der nächste Schritt einmal einen manuellen Zeitschritt auszulösen.

00:09:24 Sprecher 3: Manuellen Zeitschritt auszulösen.

00:09:27 Sprecher 2: Step, der hier?

00:09:33 Sprecher 3: Steps, do type step.

00:09:37 Sprecher 1: Ja, korrekt, genau.

00:09:39 Sprecher 1: Okay, das war's auch schon.

00:09:40 Sprecher 1: Dann geht es auch schon zur zweiten Aufgabe, ich starte gerade noch einmal neu.

00:09:43 Sprecher 1: Die zweite Aufgabe wäre dann 11.12.1982 auswählen und dann alle Elemente unter 2500 Metern mit der zweihändigen Auswahl zu selektieren.

00:09:54 Sprecher 2: OK.

00:09:55 Sprecher 1: OK, sobald du bereit bist, dann auf Start drücken.

00:09:58 Sprecher 2: Ja, ich will nicht teleportieren, einfach so.

00:10:00 Sprecher 1: Nee, das funktioniert in dem Projekt nur mit Teleportation.

00:10:03 Sprecher 2: OK, also spawn...

00:10:11 Sprecher 2: Dezember.

00:10:12 Sprecher 1: Genau.

00:10:12 Sprecher 2: Welches Jahr?

00:10:13 Sprecher 1: Der 11. Dezember 1982.

00:10:20 Sprecher 3: Dezember, zwei Raketen... Dezember, ja.

00:10:27 Sprecher 3: 1982, dann hast du...

00:10:31 Sprecher 2: Was war das nochmal?

00:10:32 Sprecher 1: Dann war es einmal alle Elemente unter 2500 Metern mit der zweihändigen Auswahl auszuwählen.

00:10:38 Sprecher 2: Unter 2500 Metern. Level M ist Tiefe, genau.

00:10:51 Sprecher 3: Alles unter 2500 Metern. Das heißt, ähm, das muss so hin bis...

00:11:27 Sprecher 2: Die Auswahl.

00:11:28 Sprecher 1: Genau.

00:11:29 Sprecher 3: Settings, glaube ich, war das? Settings?

00:11:33 Sprecher 1: Nee, das war nicht über Settings, das war über das A-Menü. Also wenn du A drückst, dann bekommst du die Auswahltools.

00:11:42 Sprecher 2: Wo ist A?

00:11:43 Sprecher 1: A ist auf der rechten Hand der untere Knopf, genau da.

00:11:47 Sprecher 3: Code.

00:12:00 Sprecher 1: Genau, das hatte ich ja gesagt: Wenn du quasi zwei Formen auswählst, dann ist die Selektion genau alles, was im Schnittbereich beider Formen liegt.

00:12:08 Sprecher 2: Ah, also muss ich Cones auswählen?

00:12:11 Sprecher 1: Das ist dir überlassen, welche Form auch immer da am besten passt.

00:12:20 Sprecher 3: OK, Cone 1, Cone 2, genau, das...

00:12:32 Sprecher 1: Meint halt wirklich, die Datenpunkte in der Szene auszuwählen.

00:12:36 Sprecher 1: Ja, also in dem Koordinatensystem alle Punkte auszuwählen, die unter diesem Threshold liegen.

00:12:41 Sprecher 1: OK.

00:12:43 Sprecher 2: OK, weil das heißt... oh je, das ist nicht fixiert hier, dann müsste ich eigentlich das so machen (unklar).

00:12:50 Sprecher 1: Im Grunde ja. Mit A wird es auch bestätigt, genau. Also da löst du die Selektion aus. Und jetzt siehst du, die Partikel sind anderweitig eingefärbt, hat erfolgreich geklappt.

00:13:03 Sprecher 1: Gut, dann zur nächsten Aufgabe, die letzte. Das wäre dann dieses Mal 6.4.1966 auszuwählen...

00:13:12 Sprecher 1: ...und alle Elemente unter 3330 Metern auszuwählen, dieses Mal mit einhändiger Selektion.

00:13:19 Sprecher 2: Okay.

00:13:21 Sprecher 3: Okay, okay, so.

00:13:28 Sprecher 2: Welches Jahr war das?

00:13:29 Sprecher 1: Das war der 6. April 1966.

00:13:32 Sprecher 2: 1966.

00:13:33 Sprecher 3: Gut, dann machen wir das im Hauptgang, aber egal.

00:13:40 Sprecher 2: April, April, April, 6. April.

00:13:51 Sprecher 3: Tiefe, alles unter 3000 oder so? Genau, 3330 Meter. Dann haben wir... das ist wunderschön, wenn ich jetzt teleportiere.

00:14:24 Sprecher 1: Ja genau, mit dem A-Knopf wird das noch einmal bestätigt. Der A-Knopf zählt da als Auslöser.

00:14:29 Sprecher 1: Genau, das passt auch schon.

00:14:30 Sprecher 1: Vielen Dank dafür, das waren die drei Aufgaben.

00:14:31 Sprecher 1: Damit wäre dann der VR-Part quasi fertig. Vielen Dank.

00:14:36 Sprecher 1: Du kannst dann die Brille auch wieder abnehmen.

00:14:39 Sprecher 1: Soll ich die Brille abnehmen?

00:14:42 Sprecher 2: Ja, das war viel sprechen in kurzer Zeit.

00:14:46 Sprecher 1: Ja, das stimmt.

00:14:48 Sprecher 1: Sehr gut umgesetzt, die Aufgaben.

00:14:49 Sprecher 1: Ist dir schwindelig oder schlecht geworden oder so?

00:14:52 Sprecher 2: Kannst du die Tiefe genau bestimmen? Weil ich hab einfach nur rumgespielt, bis das irgendwie gepasst hat.

00:14:56 Sprecher 1: Die... was meinst du, die Tiefe?

00:14:58 Sprecher 2: Ich war ja nur bei 3000 Metern, das passt schon.

00:15:02 Sprecher 1: Ein bisschen schwer, das genau zu selektieren.

00:15:04 Sprecher 1: Normalerweise wird es so gemacht, dass man das quasi nicht unbedingt filtert, sondern dass man halt wirklich die Selection Tools für die genaue Auswahl verwendet. Dafür ist es gedacht.

00:15:14 Sprecher 1: Ja, genau.

00:15:15 Sprecher 1: Gut, dann hätte ich abschließend noch ein, zwei kleine Fragen für dich und auch noch ein, zwei kleine Fragebögen.

00:15:28 Sprecher 1: Dieser hier.

00:16:36 Sprecher 1: Das war es auch schon. Und hier geht es dann mit dem zweiten weiter.

00:16:39 Sprecher 1: Den bitte einfach möglichst intuitiv ausfüllen.

00:16:41 Sprecher 1: Also nicht lange überlegen am besten, sondern das ankreuzen, was am ehesten zutrifft.

00:18:13 Sprecher 1: Ja genau, dann noch ein, zwei kleine Fragen für dich zum Abschluss. Und zwar das erste wäre: Waren denn die verschiedenen visuellen Elemente wie Achsen und Label intuitiv verständlich oder musstest du überlegen, wie das zu interpretieren ist, was du gerade siehst?

00:18:29 Sprecher 2: Meinst du, wo die Karte zu sehen war? Beispielsweise, ja. Am Anfang war das schwer zu verstehen, aber vor allem mit dem Overlay der Karte war das mega.

00:18:39 Sprecher 2: Also, wenn die Karte kam, war das komplett klar. Das war echt cool.

00:18:43 Sprecher 1: Alles klar.

00:18:44 Sprecher 1: Gut, gab es denn während der Simulation Situationen, in denen unklar war, was als nächstes zu tun ist oder wie ein bestimmtes Ziel zu erreichen ist?

00:18:52 Sprecher 2: Ja, weil das war halt neue Technik, sehr schnell, sehr viele Informationen und die Aufgaben waren auch länger gestaltet.

00:19:02 Sprecher 2: Also das Datum auswählen, dann noch die Tiefe auswählen und dann noch wissen, was jetzt dieses zweihändige Auswählen der Sachen ist.

00:19:11 Sprecher 1: Alles klar, was ist dir denn während der Benutzung am schwersten gefallen?

00:19:14 Sprecher 2: Am schwersten gefallen? Erstmal zu merken, welches Datum das war. Ja, das war das Schwerste.

00:19:20 Sprecher 2: Und tatsächlich die Funktion der Tasten erstmal zu verstehen, weil ich habe manchmal gedrückt und gedacht, es ist die eine Funktion, aber das war komplett was anderes.

00:19:35 Sprecher 2: Das hat mich ab und zu komplett verwirrt. Deshalb habe ich auch so wild hin und her gedrückt, um wieder in das Standardmenü zu kommen.

00:19:47 Sprecher 2: Sonst...

00:19:52 Sprecher 2: Was auch verwirrend war, war die Auswahl zum Beispiel der Daten, weil ich manchmal noch nicht genau wusste, ob ich jetzt mit dem Trigger was auswählen muss oder mit dem Knopf.

00:20:06 Sprecher 2: Ich hab einfach wirklich mit dem Trigger rumgeklickt auf gut Glück, das passt.

00:20:11 Sprecher 1: Ja, ja, gut.

00:20:13 Sprecher 1: Und gab es irgendwas, wo du sagen würdest, das ist dir am leichtesten gefallen? Das fandest du besonders intuitiv?

00:20:21 Sprecher 2: Besonders intuitiv fand ich, dass du die Karte oder das Koordinatensystem greifen konntest, um zu gucken, wo jetzt was ist. Das war das, was ich am meisten gefeiert habe.

00:20:33 Sprecher 1: Klasse, gut, das war's auch schon.

00:00:00 Sprecher 1: Genau, und dann abschließend hätte ich noch ein, zwei weitere Fragebögen für dich und ein, zwei kurze Fragen.

00:00:05 Sprecher 1: Das Ganze sollte so insgesamt 25 Minuten dauern.

00:00:08 Sprecher 1: Ja, gut, wenn du sonst keine Fragen hast bisher, dann würde ich jetzt anfangen mit der Einführung.

00:00:13 Sprecher 2: OK.

00:00:14 Sprecher 1: OK, dann zeige ich dir das einmal.

00:00:17 Sprecher 1: Ach so, das ist die Meta Quest 3. Du kannst hier hinten darüber den Bügel enger und weiter stellen.

00:00:24 Sprecher 1: Am einfachsten ist es meistens, wenn man die Aufsätze und das dann verstellt, finde ich zumindest.

00:00:28 Sprecher 1: Du kannst auch hierüber den Bügel oben noch verstellen. Und ich weiß nicht, Brille trägst du nicht, ne?

00:00:34 Sprecher 1: OK, gut, da wäre auch noch ein Abstandshalter.

00:00:36 Sprecher 1: Du kannst auch, wenn es zu unscharf ist, die Linsendistanz in drei Stufen einstellen, falls dich da was stören sollte.

00:00:43 Sprecher 1: Gut, dann zum eigentlichen Level.

00:00:48 Sprecher 1: Also das hier ist erstmal das Startlevel quasi, das ist dafür gedacht, um erstmal die grundlegende Navigation ein bisschen ausprobieren zu können.

00:00:55 Sprecher 1: Die Hauptinteraktion funktioniert über die Controller. Wenn du nach unten schaust,

00:00:58 Sprecher 1: quasi den Kopf nach unten neigst und auf die Hände schaust, dann siehst du auch die Keybindings an den Controllern.

00:01:03 Sprecher 1: Das Wichtigste sind erstmal die beiden Sticks.

00:01:05 Sprecher 1: Mit dem linken Stick rotierst du die Kamera.

00:01:08 Sprecher 1: Das Bild ist so, ja, ist noch zu sehen.

00:01:10 Sprecher 1: OK.

00:01:12 Sprecher 1: Und mit der rechten Hand bewegst du dich quasi.

00:01:14 Sprecher 1: In diesem Projekt wird es über Teleportation gemacht, quasi.

00:01:17 Sprecher 1: Der Strahl zeigt an, wo du dich hin teleportieren würdest.

00:01:19 Sprecher 1: Genau, die anderen Keybinds sind in diesem Startlevel noch nicht vorhanden.

00:01:23 Sprecher 1: Dafür müsstest du einmal hier den Startknopf drücken. Das bewegt dich in die Hauptszene sozusagen, da sind auch die anderen Keybinds dann verfügbar.

00:01:30 Sprecher 1: Das Wichtigste ist erstmal hier der Y-Key, damit öffnest du das Hauptinterface sozusagen.

00:01:36 Sprecher 1: Darüber kannst du halt mit den Datensystemen interagieren. Wir haben drei Tabs: einmal Spawn, System und Settings.

00:01:42 Sprecher 1: In diesem Spawnabschnitt, wie der Name schon sagt, kannst du halt ein System spawnen.

00:01:46 Sprecher 1: Als Erstes siehst du hier quasi die Datenbank, aus der gelesen wird, dann die entsprechende Tabelle.

00:01:50 Sprecher 1: Es ist jetzt nur jeweils ein Eintrag für die Studie, aber mal so als Hintergrundinfo.

00:01:55 Sprecher 1: Genau, das hier hat jetzt den Datensatz Ocean Temperature geladen.

00:01:59 Sprecher 1: Also hier werden Temperaturdaten visualisiert.

00:02:01 Sprecher 1: Das erzeugt dann ein solches System in der Szene und das ist im Grunde ein 3D-Koordinatensystem, ein Scatterplot.

00:02:08 Sprecher 1: Hier hast du drei Achsen: einmal Länge, Breite und Tiefe. Das sind Ozeandaten.

00:02:12 Sprecher 1: Also hier hast du quasi den Längengrad, den Breitengrad und die Tiefe. Das sind globale Daten.

00:02:18 Sprecher 1: Um die Visualisierung davon mal ein bisschen anschaulicher zu machen, kann man sich hier auch eine Karte anzeigen lassen.

00:02:24 Sprecher 1: Und diese kleinen Punkte, die du hier siehst, sind dann eben die einzelnen Messwerte.

00:02:27 Sprecher 1: Das sind zum Beispiel alle Messwerte, die es am 1.1.1950 gab.

00:02:33 Sprecher 1: Wie man hier schon sieht, das Ganze hat eine Zeitkomponente.

00:02:36 Sprecher 1: Das ist jetzt hier der Zeitraum von 1950 bis 1990. Den kannst du beispielsweise über diesen Slider hier verstellen und du siehst dann, es werden entsprechend andere Daten geladen.

00:02:45 Sprecher 1: Dann gibt es auch noch weitere Möglichkeiten, beispielsweise über den Kalender.

00:02:51 Sprecher 1: In diesem gesamten Panel hast du weitere Möglichkeiten, um die Zeitkomponente einzustellen.

00:02:56 Sprecher 1: Hier kannst du zum Beispiel auch in Zeitschritten durch den Datensatz iterieren.

00:02:59 Sprecher 1: Hier wird in der nächsten Zeile der Zeitschritt konfiguriert, beispielsweise wird hier ein Timestep, ein Tag oder ein Monat ausgewählt.

00:03:06 Sprecher 1: Darunter mit 'Do Timestep' kannst du diesen Zeitschritt dann manuell auslösen.

00:03:10 Sprecher 1: Also beispielsweise so wird jeweils ein Schritt durch diesen Datensatz iteriert, und hierunter gibt es dann noch die Funktion, das automatisch zu machen als Autoplay.

00:03:20 Sprecher 1: Genau, dann gibt es auch noch den Settings-Tab. Das hat ein bisschen allgemeinere Einstellungen.

00:03:26 Sprecher 1: Zum Beispiel, wenn es dich stört, dass das Tutorial die ganze Zeit eingeblendet wird und du runter schaust, dann kannst du das hier ausschalten.

00:03:32 Sprecher 1: Aber das ist so ein bisschen persönliche Präferenz.

00:03:35 Sprecher 1: Ja, wie du gerade schon vielleicht gesehen hast, kann man das System auch greifen.

00:03:38 Sprecher 1: Also du kannst auch in VR damit interagieren. Das funktioniert über diese beiden Knöpfe.

00:03:44 Sprecher 1: Das mit dem linken ist quasi der Grab-Button, damit greifst du das System.

00:03:47 Sprecher 1: Wenn du gleichzeitig auch noch den rechten drückst und auseinander ziehst, dann kannst du das System damit skalieren.

00:03:53 Sprecher 1: Ja, und das Letzte wären noch die Selektionstools. Wenn du hier den A-Knopf drückst, dann öffnet sich dieses Fenster.

00:03:59 Sprecher 1: Du kannst übrigens auch die Fenster hier oben greifen und die woanders platzieren, falls es dich stören sollte.

00:04:05 Sprecher 1: Damit hast du die Möglichkeit, die Selektionstools für jede Hand auszuwählen.

00:04:09 Sprecher 1: Du kannst hier beispielsweise für die rechte Hand eine Box auswählen, dann hast du hier eine Box

00:04:15 Sprecher 1: und könntest alles, was innerhalb dieser Box liegt, selektieren.

00:04:18 Sprecher 1: Das funktioniert sowohl einhändig als auch beidhändig.

00:04:20 Sprecher 1: Wenn du hier nur eine Form auswählst, dann wird genau alles selektiert, was sich in dieser Form befindet.

00:04:25 Sprecher 1: Wenn du zwei auswählst, dann wird genau der Durchschnitt beider Formen ausgewählt.

00:04:30 Sprecher 1: Ich kann dir das hier einmal zeigen. Zum Beispiel, wenn du jetzt nur eine Form auswählst – nehmen wir sie mal weg – und dann über bestimmte Datenpunkte hoverst und nochmal den A-Knopf drückst,

00:04:40 Sprecher 1: dann werden diese Punkte hier ausgewählt und du siehst in dem Dialog eine Übersicht über die ausgewählten Datenpunkte.

00:04:46 Sprecher 1: Zum Beispiel, wenn du jetzt alle Datenpunkte in einer gewissen Tiefe selektieren würdest, könnte man es dafür verwenden.

00:04:54 Sprecher 1: Gut, so viel erstmal zur Einführung.

00:04:56 Sprecher 1: Dann könntest du jetzt das System testen, wenn du möchtest.

00:05:01 Sprecher 1: Vielleicht erst einmal die Brille.

00:05:20 Sprecher 1: Das ist gut, okay. Hier die Controller, einmal links, einmal rechts.

00:05:27 Sprecher 1: Wenn irgendwas unklar ist, dann einfach fragen. Du kannst jederzeit gerne Rückfragen stellen.

00:06:07 Sprecher 1: Nee, da musst du einmal die Kamera um 180 Grad drehen und zurückteleportieren.

00:06:12 Sprecher 3: Den kann man nicht verschieben wahrscheinlich.

00:06:14 Sprecher 1: Nee, das kann man nicht genau, aber das Fenster, das folgt immer deiner linken Hand quasi.

00:06:17 Sprecher 1: Es richtet sich an der Position der linken Hand aus.

00:07:52 Sprecher 1: Jetzt ist Autoplay noch an.

00:07:53 Sprecher 1: Das heißt, es werden immer neue Daten geladen.

00:07:56 Sprecher 1: Das heißt, dann funktioniert die Selektion nicht ganz so zuverlässig.

00:08:00 Sprecher 1: Es macht meistens mehr Sinn, einen Datensatz zu laden, das zu stoppen und dann zu versuchen, eine Teilmenge daraus zu selektieren.

00:08:07 Sprecher 3: Ja, wo kann man nochmal oben das Overlay drauflegen?

00:08:13 Sprecher 1: Da klick nochmal Y.

00:08:15 Sprecher 1: Genau, dann unten rechts der Button, dann kommst du auf die zweite Seite.

00:08:18 Sprecher 1: Und ganz unten Mesh Opacity und Position, dann kannst du das einblenden.

00:08:24 Sprecher 3: Deutlich besser beim Handhaben als beim Zugucken.

00:08:46 Sprecher 1: Ja, der VR-Preview ist immer ein bisschen schwierig ganz nachzuvollziehen.

00:08:52 Sprecher 3: Na, ich meine, also von der Übersicht her. Dieses Anfassen und Bewegen dachte ich so, 'oh ja, das ist ja noch irgendwie in den Anfangsschritten' beim Zugucken, aber wenn man es jetzt selbst in die Hand nimmt, ist es...

00:09:03 Sprecher 1: Noch ein Stück intuitiver, meinst du?

00:09:05 Sprecher 3: Genau, vor allem auch responsive. Das sah von außen nicht so gut aus.

00:09:11 Sprecher 1: Kannst ja mal probieren, an einen Datenpunkt reinzuzoomen. Dann sieht man nämlich, dass sie sich noch ein bisschen feiner aufschlüsseln. Was halt bei normaler Zoomstufe wie ein Haufen aussieht, wird je weiter du reinzoomst, detaillierter.

00:09:25 Sprecher 1: Da sieht man die Charakteristik, wie diese Messungen durchgeführt werden.

00:09:34 Sprecher 1: Schiffsexpeditionen, die quasi eine Drohne zu Wasser lassen, die immer weiter absinkt.

00:09:40 Sprecher 1: Deswegen kommt genau dieser Tiefenverlauf zustande.

00:09:48 Sprecher 3: Um einen Zeitschritt vorwärts zu gehen, gibt es wahrscheinlich keine Taste, oder?

00:09:52 Sprecher 1: Nee, das musst du über die UI machen.

00:09:54 Sprecher 1: Ja, da kannst du genau in der Zeile 'Do Timestep' den Button drücken, dann machst du einen manuellen Zeitschritt.

00:10:00 Sprecher 1: Ja.

00:10:12 Sprecher 3: Angenehme Sicht, so von solchen Teilmengen so halt da.

00:10:20 Sprecher 1: Ja, wenn du meinst, dass du die grundlegenden Funktionen soweit drin hast, dann können wir auch mit den Aufgaben anfangen.

00:10:25 Sprecher 1: Ja, gut, ich setze dich nochmal zurück zum Start des Levels.

00:10:28 Sprecher 1: Bitte noch nicht auf Start drücken, sondern erst, wenn ich es dir sage.

00:10:31 Sprecher 1: Ich lese dir gleich die Aufgaben vor, die sind teilweise ein bisschen länger formuliert.

00:10:34 Sprecher 1: Wenn du die Aufgabe nicht mehr genau weißt oder so, dann frag mich einfach, dann sage ich es dir nochmal.

00:10:39 Sprecher 1: Ich sage es dir initial einmal und du kannst uns gerne auch jederzeit wieder nachfragen.

00:10:43 Sprecher 1: OK.

00:10:44 Sprecher 1: Die erste Aufgabe wäre einmal, den 1.6.1960 auszuwählen und dann einen manuellen Zeitschritt auszulösen.

00:10:52 Sprecher 1: Wenn du bereit bist, dann kannst du gerne auf Start drücken.

00:10:56 Sprecher 1: 1. Juni, wirklich?

00:11:09 Sprecher 1: Genau, 1. Juni 1960.

00:11:42 Sprecher 1: Den 1.6.1960 aufrufen und dann einmal nur einen Zeitschritt auslösen.

00:11:48 Sprecher 4: Nehme ich jetzt Juni, was meinst du?

00:12:05 Sprecher 1: Jetzt, perfekt.

00:12:08 Sprecher 1: Dann starte ich nochmal neu und dann kommen wir zur zweiten Aufgabe.

00:12:12 Sprecher 1: Die zweite Aufgabe wäre einmal, den 6.4.1966 aufzurufen

00:12:19 Sprecher 1: und alle Elemente unter 3333 Metern mit der Einhandauswahl zu selektieren.

00:12:26 Sprecher 1: Wenn du bereit bist, dann wieder auf Start drücken.

00:13:22 Sprecher 3: Wenn man eine Auswahl hat...

00:13:25 Sprecher 1: Eigentlich müsste es schon gehen.

00:13:29 Sprecher 1: Du musst halt zuerst den linken Grab-Button drücken und dann den rechten. Wenn du es gleichzeitig probierst, macht es manchmal Probleme.

00:13:37 Sprecher 4: Welche Tiefe war das?

00:13:46 Sprecher 1: Unter 3333 Metern.

00:13:48 Sprecher 1: Ja, das sieht doch gut aus, perfekt.

00:13:56 Sprecher 1: Genau, und dann auch schon die dritte Aufgabe.

00:13:58 Sprecher 1: Die dritte Aufgabe wäre einmal,

00:14:02 Sprecher 1: den 11.12.1982 aufzurufen und dann alle Elemente unter 2500 Metern mit der zweihändigen Auswahl zu selektieren.

00:14:10 Sprecher 1: Wenn du bereit bist, dann wieder auf Startknopf. 11.12.1982.

00:14:26 Sprecher 1: 11.12.1982.

00:15:06 Sprecher 1: Und alle, genau, alle unter 2.500 Meter.

00:16:07 Sprecher 1: Alles klar, gut, das war es dann auch schon.

00:16:09 Sprecher 1: Vielen Dank dafür, dann kannst du einmal die VR-Brille wieder abnehmen.

00:16:14 Sprecher 1: Und dann hätte ich zum Abschluss noch zwei kleine Fragebögen für dich, angefangen mit diesem hier.

00:16:21 Sprecher 1: Wäre nett, wenn du die einmal ausfüllen könntest.

00:17:30 Sprecher 2: Gut, perfekt.

00:17:31 Sprecher 1: Dann hätte ich hier noch den zweiten für dich.

00:17:33 Sprecher 1: Da bitte einfach das ankreuzen, was du intuitiv meinst, was am ehesten zutreffen würde.

00:17:38 Sprecher 1: Am besten nicht lange drüber nachdenken.

00:19:19 Sprecher 1: OK.

00:19:20 Sprecher 1: Klasse, das war es auch schon an Fragebögen. Vielen Dank. Dann hätte ich zum Abschluss noch einige kurze Fragen an dich.

00:19:25 Sprecher 1: OK, die erste wäre: Waren die verschiedenen visuellen Elemente wie Achsen, Label et cetera intuitiv verständlich oder musstest du überlegen, wie diese zu interpretieren sind?

00:19:36 Sprecher 3: Nein, sobald ich wusste, dass es sich um ein Koordinatensystem handelt.

00:19:39 Sprecher 1: Alles klar.

00:19:41 Sprecher 1: Sehr gut. Gab es denn während der Simulation Situationen, in denen für dich unklar war, was du als nächstes tun musst oder wie du ein bestimmtes Ziel erreichen kannst?

00:19:49 Sprecher 3: Nein, das Einzige, was da nicht klar war, waren die Daten, aber das lässt sich dahingehend beheben (unklar).

00:19:53 Sprecher 1: Alles klar, aber die ganzen Tools, die dir zur Verfügung standen, die waren für dich intuitiv verständlich.

00:19:58 Sprecher 3: Es war intuitiv verständlich.

00:20:00 Sprecher 3: Es war ein bisschen komisch, dass man nicht eine Taste hatte, um quasi einen Zeitschritt zu machen.

00:20:07 Sprecher 3: Ja, und es war ab und zu – zwar nicht schwierig, aber auch nicht ganz einfach – in den UI-Flächen die einzelnen Punkte mit dem Laser anzusteuern,

00:20:18 Sprecher 3: gerade da die Bewegungspunkte für die Fenster schwer zu treffen waren (unklar).

00:20:22 Sprecher 1: Ah ja, OK. Gut, was fiel dir denn während der Benutzung am schwersten?

00:20:30 Sprecher 3: Einmal die Teile zu treffen und vor allen Dingen, dass die offenen Fenster mir nicht im Weg stehen.

00:20:37 Sprecher 3: Es wäre einfacher gewesen, glaube ich, wenn ich mir das Fenster rechts außerhalb meines Sichtfeldes hätte platzieren können.

00:20:44 Sprecher 3: Aber ich weiß nicht, ob ich es dann dort vergessen hätte oder nicht.

00:20:49 Sprecher 1: Ja, das kann natürlich passieren.

00:20:50 Sprecher 1: Du meinst also, du hättest das Fenster lieber irgendwo in der Welt gehabt, anstatt dass es direkt an deiner Kamera quasi angeheftet ist?

00:20:57 Sprecher 3: Genau, somit hatte ich immer das Problem, dass ich erstmal nicht an die Daten ran gekommen bin, weil das Fenster immer im Weg war.

00:21:04 Sprecher 3: Also, ich habe gerne die Daten relativ groß gezogen oder klein gezogen, und dann ist es schwierig, wenn man in den Daten steht und das Fenster daneben hat.

00:21:12 Sprecher 2: OK.

00:21:13 Sprecher 3: Es hat sich aber lösen lassen. Ich glaube, ich konnte es dann hinter die Daten schieben, damit ging das.

00:21:18 Sprecher 1: Ja, OK, super.

00:21:20 Sprecher 1: Und was fiel dir während der Benutzung am leichtesten?

00:21:25 Sprecher 3: Das Ablesen der verschiedenen Daten, einfach einen Überblick über die Datenmenge zu kriegen.

00:21:35 Sprecher 1: OK, prima, das war es auch schon.

00:21:38 Sprecher 1: Dann beende ich die Audioaufnahme einmal wieder.

00:00:00 Sprecher 1: Genau, dann fangen wir einmal an.
00:00:03 Sprecher 1: Das Ganze dauert ungefähr 25 Minuten.
00:00:09 Sprecher 2: Okay
00:00:11 Sprecher 1: Wir fangen erst mit einer kleinen Einführung an.
00:00:17 Sprecher 1: Ich zeige dir einmal, wie das System in VR zu benutzen ist.
00:00:22 Sprecher 1: Du kannst jederzeit Fragen stellen.
00:00:25 Sprecher 1: Man startet hier in diesem Intro-Level.
00:00:29 Sprecher 1: Wenn du nach unten schaust, siehst du die wichtigsten Tasten.
00:00:34 Sprecher 2: Ah, wie ein Tutorial.
00:00:37 Sprecher 1: Genau. Mit dem linken Stick kannst du dich drehen, und mit dem rechten Controller teleportierst du dich.
00:00:44 Sprecher 2: Teleport ist dann quasi Point and Click?
00:00:47 Sprecher 1: Ja, so ungefähr. Du zielst auf eine Stelle und springst dorthin.
00:00:53 Sprecher 2: OK.
00:01:00 Sprecher 1: Über Start kommst du gleich in die Hauptszene.
00:01:04 Sprecher 1: Dort kannst du mit Y das Hauptinterface öffnen. Das Interface hängt an deiner linken Hand.
00:01:11 Sprecher 2: Okay, also ein Hand-Menü.
00:01:14 Sprecher 1: Genau.
00:01:17 Sprecher 1: Im ersten Tab kannst du ein neues System in die Szene laden.
00:01:22 Sprecher 1: Da werden Datenbanken und Tabellen angezeigt. Für diese Studie ist nur die Temperaturtabelle relevant.
00:01:31 Sprecher 2: Temperatur als einzelne Punkte?
00:01:34 Sprecher 1: Genau. Jeder Punkt steht für eine genau definierte Position.
00:01:41 Sprecher 1: Die Temperatur wird über die Darstellung des Punktes gezeigt, also Farbe, Größe und Transparenz.
00:01:49 Sprecher 2: Okay, wie Heatmap, nur in 3D.
00:01:53 Sprecher 1: Ja, das geht in die Richtung.
00:01:57 Sprecher 1: Im System-Tab kannst du das Datum einstellen und durch die Zeit gehen.
00:02:03 Sprecher 1: Hier stellst du die Schrittweite ein, und darunter kannst du manuelle oder automatische Zeitschritte ausführen.
00:02:12 Sprecher 2: Also erst die Step-Größe einstellen und dann auslösen.
00:02:16 Sprecher 1: Genau.
00:02:18 Sprecher 1: Im Settings-Bereich findest du allgemeinere Optionen, zum Beispiel das Karten-Overlay.
00:02:25 Sprecher 2: Das zeigt dann eine Weltkarte?
00:02:28 Sprecher 1: Genau, damit man die Punkte besser räumlich einordnen kann.
00:02:34 Sprecher 1: Mit dem linken Grip-Button kannst du das Koordinatensystem greifen.
00:02:39 Sprecher 1: Wenn du zusätzlich rechts greifst, kannst du es skalieren.
00:02:44 Sprecher 2: OK.
00:02:47 Sprecher 1: Genau.
00:02:50 Sprecher 1: Dann gibt es noch Auswahlwerkzeuge. Die öffnest du mit A.
00:02:56 Sprecher 1: Du kannst Formen auswählen, die von einer oder beiden Händen ausgehen.
00:03:02 Sprecher 1: Eine Hand bedeutet: alles in dieser Form. Zwei Hände bedeutet: nur der überlappende Bereich.
00:03:09 Sprecher 2: Okay, also bei zwei Händen eher Intersection.
00:03:13 Sprecher 1: Genau, Schnittmenge.
00:03:16 Sprecher 1: So viel erst mal. Dann kannst du auf Start drücken und frei ausprobieren.
00:03:28 Sprecher 2: OK,
00:03:29 Sprecher 2: Passt. Start.
00:03:32 Sprecher 2: Y war Menü.
00:03:33 Sprecher 1: Genau.
00:03:37 Sprecher 2: Ja, habe ich.
00:03:40 Sprecher 1: Genau. Dann kannst du im Spawn-Bereich die Tabelle laden.
00:03:49 Sprecher 2: Temperatur, ja?
00:03:51 Sprecher 1: Genau.
00:03:59 Sprecher 2: Okay, Punkte sind da.
00:04:03 Sprecher 2: Die Performance wirkt eigentlich stabil.
00:04:07 Sprecher 1: Ja, das sollte für diese Datenmenge funktionieren.
00:04:14 Sprecher 2: Ich mache mal die Karte an.
00:04:30 Sprecher 2: Ah, ja. Jetzt erkennt man direkt, dass das global ist.

00:04:37 Sprecher 2: Kann ich das drehen wie ein Modell?
00:04:40 Sprecher 1: Ja, mit dem Grip-Button greifen.
00:04:50 Sprecher 2: Okay, das ist ziemlich intuitiv.
00:04:56 Sprecher 2: Ich skaliere es mal kleiner.
00:05:03 Sprecher 2: Ja, das funktioniert.
00:05:08 Sprecher 1: Schau dir einmal die Zeitsteuerung an.
00:05:13 Sprecher 2: System-Tab, genau.
00:05:19 Sprecher 2: Ich sehe Datum, Step und Play. Play wäre automatisch?
00:05:23 Sprecher 1: Ja. Der manuelle Schritt ist eine Zeile darüber.
00:05:29 Sprecher 2: Okay, das hätte ich sonst verwechselt.
00:05:33 Sprecher 2: Der Slider ist sehr fein, oder?
00:05:36 Sprecher 1: Ja, der hat sehr viele Werte. Für genaue Daten ist die Kalenderauswahl besser.
00:05:45 Sprecher 2: OK, verstanden.
00:05:50 Sprecher 1: Dann noch kurz die Auswahlwerkzeuge.
00:05:54 Sprecher 2: A.
00:05:59 Sprecher 2: Das Menü ist jetzt genau vor dem System.
00:06:03 Sprecher 1: Ja, das kannst du oben etwas greifen und verschieben.
00:06:10 Sprecher 2: Nicht ganz frei, aber besser.
00:06:16 Sprecher 2: Ich nehme mal Sphere.
00:06:22 Sprecher 2: Ah, OK.
00:06:25 Sprecher 1: Genau.
00:06:31 Sprecher 2: Und wie jetzt bestätigen?
00:06:34 Sprecher 1: Wieder mit dem gleichen Knopf, mit A.
00:06:41 Sprecher 2: Ah ja, OK.
00:06:47 Sprecher 1: Gut. Meinst du, du bist bereit für die Aufgaben?
00:06:51 Sprecher 2: Ja, danke schon.
00:06:54 Sprecher 1: Dann stelle ich einmal neu ein. Bitte noch nicht auf Start drücken.
00:07:01 Sprecher 1: Die erste Aufgabe wäre, das Datum 01.06.1960 einzustellen und danach einen manuellen Zeitschritt auszuführen.
00:07:10 Sprecher 2: 01.06.1960.
00:07:14 Sprecher 1: Genau. Wenn du bereit bist, Start.
00:07:21 Sprecher 2: Okay, ich gehe direkt ins Menü.
00:07:31 Sprecher 2: Ah das war hier.
00:07:42 Sprecher 2: Juni, 1960, erster.
00:07:48 Sprecher 1: Genau.
00:07:53 Sprecher 2: Und hier der manuelle Schritt.
00:07:57 Sprecher 1: Ja, das war richtig.
00:08:01 Sprecher 2: Das ging.
00:08:04 Sprecher 1: Dann kommt die zweite Aufgabe.
00:08:08 Sprecher 1: Stell den 11.12.1982 ein und markiere danach mit der zweihändigen Auswahl die Punkte tiefer als 2.500 Meter.
00:08:19 Sprecher 2: Alles klar.
00:08:24 Sprecher 1: Dann kannst du Start drücken.
00:08:31 Sprecher 2: Datum zuerst.
00:08:43 Sprecher 2: 1982, Dezember, 11.
00:09:03 Sprecher 2: Unter 2500 war das?
00:09:07 Sprecher 1: Genau, tiefer als 2500 Meter.
00:09:14 Sprecher 2: OK,
00:09:22 Sprecher 2: Ich nehme Box links und rechts.
00:09:31 Sprecher 2: Das Menü steht wieder direkt im Sichtfeld.
00:09:35 Sprecher 1: Du kannst es oben etwas wegziehen.
00:09:43 Sprecher 2: Ja. Nicht optimal, aber geht.
00:09:50 Sprecher 2: Ich muss also die Overlap-Zone auf den Bereich legen.
00:09:54 Sprecher 1: Genau.
00:10:06 Sprecher 2: Okay, ich glaube, das passt. A.
00:10:09 Sprecher 1: Ja, das sieht gut aus.
00:10:14 Sprecher 2: Ja, ich glaube, das war nicht ganz genau.
00:10:19 Sprecher 1: Passt.
00:10:21 Sprecher 1: Dann die dritte Aufgabe.
00:10:23 Sprecher 1: Den 06.04.1966 einstellen und alles unter 3.333 Metern mit der einhändigen Auswahl selektieren.
00:10:33 Sprecher 2: OK.
00:10:38 Sprecher 1: Genau.
00:10:45 Sprecher 2: Wie war nochmal das Datum?
00:10:58 Sprecher 1: Der 6. April, 1966.
00:11:05 Sprecher 2: Alles klar.
00:11:16 Sprecher 2: Hier wieder die Auswahl.
00:11:26 Sprecher 2: Die Tiefe abzuschätzen ist ein bisschen schwierig, weil die Form im Raum hängt.

00:11:31 Sprecher 1: Ja, ungefähr reicht.
00:11:39 Sprecher 2: Okay, bestätigen.
00:11:42 Sprecher 1: Genau, das war es mit den Aufgaben.
00:11:47 Sprecher 2: OK.
00:11:50 Sprecher 1: Dann kannst du das Headset wieder abnehmen.
00:12:01 Sprecher 1: Vielen Dank. Jetzt kommen noch zwei kurze Fragebögen.
00:12:06 Sprecher 1: Der erste ist dieser hier.
00:12:09 Sprecher 2: Okay.
00:14:02 Sprecher 1: Alles klar, dann noch den zweiten.
00:14:05 Sprecher 1: Bitte wieder möglichst spontan ausfüllen.
00:15:56 Sprecher 2: Fertig.
00:16:23 Sprecher 1: Dann hätte ich noch ein paar kurze Fragen.
00:16:27 Sprecher 1: Waren die visuellen Elemente wie Achsen, Labels und Punkte intuitiv verständlich?
00:16:36 Sprecher 2: Ja, größtenteils.
00:16:38 Sprecher 2: Also das Hauptsystem war für mich sofort verständlich, ich fand gut, dass sich alles immer zu einem gedreht hat.
00:16:47 Sprecher 2: Die Erklärung hat auch sehr geholfen. Und die Karte hat es noch sehr viel verständlicher gemacht.
00:16:58 Sprecher 1: Gab es Situationen, in denen unklar war, wie du ein Ziel erreichen kannst?
00:17:03 Sprecher 2: Bei den Zeit-Controls am Anfang.
00:17:06 Sprecher 2: Es gibt sehr viele Einstellungen, ich habe nicht direkt verstanden, wofür alles notwendig ist.
00:17:13 Sprecher 2: Aber nach Ausprobieren war es gut verständlich.
00:17:17 Sprecher 2: Und das Auswahlmenü war manchmal im Weg.
00:17:23 Sprecher 1: Was war während der Benutzung am schwersten?
00:17:28 Sprecher 2: Das Auswahl-Menü.
00:17:32 Sprecher 2: Es war etwas verwirrend, ich habe die Keybindings verwechselt.
00:17:43 Sprecher 1: Und was war am leichtesten?
00:17:46 Sprecher 2: Ganz klar das Greifen und Skalieren.
00:17:50 Sprecher 2: Das war sehr intuitiv.
00:17:58 Sprecher 1: Gab es etwas, das du verbessern würdest?
00:18:03 Sprecher 2: Feedback bei Aktionen.
00:18:06 Sprecher 2: Wenn ich einen Zeitschritt mache, würde ich gerne direkt sehen, dass etwas bestätigt wurde.
00:18:14 Sprecher 2: Vielleicht eine kurze Anzeige vom neuen Datum oder ein Sound.
00:18:20 Sprecher 2: Und ja, also, dass Trigger und A unterschiedliche Rollen haben.
00:18:26 Sprecher 2: War etwas verwirrend.
00:18:31 Sprecher 1: Meinst du beim Bestätigen der Auswahl?
00:18:35 Sprecher 2: Ja, genau. UI anklicken ist das eine, Auswahl wirklich auslösen ist dann A.
00:18:42 Sprecher 1: Okay. Dann wäre das alles.
00:18:45 Sprecher 1: Vielen Dank für die Teilnahme.
00:18:47 Sprecher 2: Gerne.

00:00:00 Sprecher 1: Then, yeah, we can start. I'm going to give you a quick introduction to the system, but unfortunately, the system is just turned off here.

00:00:06 Sprecher 1: Let me just start this again.

00:00:15 Sprecher 1: Yeah, could I maybe just have a bit more screen?

00:00:20 Sprecher 1: Yeah, as I wrote already, this is the software for data visualization, so data is going to be visualized in scatter plots in here.

00:00:28 Sprecher 1: We'll get more into this shortly.

00:00:29 Sprecher 1: First of all, I'm going to give you a quick introduction on how the HMD is going to be used.

00:00:32 Sprecher 1: Have you used the Meta Quest 3 before?

00:00:36 Sprecher 2: Yeah.

00:00:36 Sprecher 1: Okay.

00:00:37 Sprecher 1: Yeah, do you know probably that you can adjust the length of the band via here or via this one?

00:00:44 Sprecher 1: You can also adjust the distance between the lenses, whatever fits you best.

00:01:03 Sprecher 1: No output in your glasses currently, give me a second.

00:01:12 Sprecher 1: Like when they are idling for 15 minutes, they maybe behave interestingly sometimes when you resume them.

00:01:36 Sprecher 1: Yes, I am currently working on my master's thesis for this.

00:01:41 Sprecher 1: I also did my master project here.

00:01:43 Sprecher 1: Like, I think it was two years ago by now, the Triple Zoom project, maybe you've seen that on the website.

00:01:54 Sprecher 2: Yeah, on the website.

00:01:55 Sprecher 1: Yeah.

00:01:56 Sprecher 1: We did some simulation also, in Unreal Engine, of underwater drones basically, and an accurate sensor simulation of this.

00:02:03 Sprecher 1: It was...

00:02:04 Sprecher 1: What are you doing in the master project?

00:02:07 Sprecher 2: The one we are doing is a robotic arm simulation, of course, not just saying.

00:02:17 Sprecher 1: With a real physical arm component?

00:02:19 Sprecher 1: No.

00:02:20 Sprecher 2: Oh, okay.

00:02:40 Sprecher 1: I'm sorry.

00:02:40 Sprecher 1: Okay, great.

00:02:53 Sprecher 1: Now I can see something.

00:02:54 Sprecher 1: So this is the first scene that you start in.

00:02:57 Sprecher 1: The scene is basically to get familiar with the controls.

00:03:03 Sprecher 1: This uses the standard VR controls of the Meta Quest.

00:03:07 Sprecher 1: So we have the left and the right stick for movement.

00:03:10 Sprecher 1: With the left you can turn the camera.

00:03:11 Sprecher 1: With the right you can move around via teleport movement.

00:03:15 Sprecher 1: And if you are ever unsure about keybinds or what action is to perform how, then you can look down.

00:03:20 Sprecher 1: When you look down, you can see the keybinds on the controller.

00:03:25 Sprecher 1: Right.

00:03:25 Sprecher 1: But most keybinds are blocked in this start level, because this is just for learning the controls basically.

00:03:30 Sprecher 1: So whenever you're ready, you can click the start button, which brings you to the main scene.

00:03:35 Sprecher 1: In this main scene, you have seven cubes.

00:03:38 Sprecher 1: These are basically spawn points where you can spawn data visualization systems.

00:03:44 Sprecher 1: And the interaction with the data happens over the main interface.

00:03:48 Sprecher 1: This can be toggled with the Y key on the left controller.

00:03:51 Sprecher 1: And this always follows your left hand position-wise.

00:03:55 Sprecher 1: This tab is sectioned into three categories.

00:03:58 Sprecher 1: In the first one, as the name suggests, you can spawn a system.

00:04:01 Sprecher 1: In this first step, you would select the database to read from.

00:04:05 Sprecher 1: For the study, this is only one.

00:04:07 Sprecher 1: And then you would select the table from the database.

00:04:09 Sprecher 1: For example, here we have temperature values.

00:04:12 Sprecher 1: And if we click spawn, this spawns the system in the world, which, as I mentioned, is a 3D scatter plot, which then shows temperature values.

00:04:21 Sprecher 1: These values have a time component.

00:04:23 Sprecher 1: The time component you can adjust over the first section in this panel.

00:04:28 Sprecher 1: And when you spawn the system, it automatically moves you to the second tab, the system tab, which shows you an overview of the active systems.

00:04:36 Sprecher 1: And then you have options here to further modify the currently visualized data.

00:04:41 Sprecher 1: So you could refine the date selection.

00:04:43 Sprecher 1: For example, this data set contains data from 1950 up to 1990, which you can roughly adjust via the slider.

00:04:53 Sprecher 1: And this then would load other data chunks.

00:04:55 Sprecher 2: Is the data random?

00:04:57 Sprecher 1: No, the data is from a pre-computed database.

00:05:01 Sprecher 1: And it is ordered by date.

00:05:03 Sprecher 1: So if you, for example, select this date here, 1966, then it loads exactly all entries from this day into the visualization system.

00:05:12 Sprecher 1: For more precise selection, you can also use the tools next to it.

00:05:16 Sprecher 1: Mostly the calendar is pretty good for precise selection.

00:05:21 Sprecher 1: And then the other options in this panel are for the time step configuration.

00:05:26 Sprecher 1: You can also iterate in fixed intervals through the database.

00:05:32 Sprecher 1: For example, you can configure the time step, set it to one step, one day, one month, or one year, and then you could configure the amount here.

00:05:41 Sprecher 2: So what changes?

00:05:44 Sprecher 1: Nothing.

00:05:45 Sprecher 1: That's what comes next actually.

00:05:47 Sprecher 1: This is the row underneath it.

00:05:49 Sprecher 1: Here you would have the manual time step row.

00:05:50 Sprecher 1: This is basically a manual time step where you can then trigger either the time step in one direction or the other.

00:05:55 Sprecher 1: Or you can also do this automatically, which would be the auto play row below.

00:06:02 Sprecher 1: Yes, maybe for a little bit of, yeah, better reference,

00:06:07 Sprecher 1: you can also navigate to the second page via this button in the bottom right, where you can then show the mesh, and this gives you the map representation basically, which makes it maybe a bit more clear what these values are actually representing.

00:06:24 Sprecher 1: Yeah, these are measurements from research expeditions basically, and here you have a bit more of a reference where these were actually taken.

00:06:33 Sprecher 2: It's about the temperature.

00:06:36 Sprecher 1: Exactly, yes.

00:06:37 Sprecher 1: This is the temperature here.

00:06:38 Sprecher 1: You can see the legend to the left here, which roughly represents the temperature measured at that point.

00:06:47 Sprecher 1: Okay.

00:06:48 Sprecher 1: Yeah, the rest of the options here you can use, but you don't have to.

00:06:52 Sprecher 1: Quick words about the settings tab: there are more general settings where you can fine-tune what you want to see.

00:06:59 Sprecher 1: For example, you can

00:07:00 Sprecher 1: disable the tutorial when looking down if this ever disturbs you, but this is mostly personal preference.

00:07:06 Sprecher 1: As you might have just seen, you can also interact with the VR hands with the system.

00:07:11 Sprecher 1: This is via the left grab button.

00:07:14 Sprecher 1: You can first grab the system.

00:07:16 Sprecher 1: And then if you also hold the right grab button, you can then also scale the system.

00:07:21 Sprecher 1: And this is quite handy for getting a better resolution for some data points.

00:07:28 Sprecher 2: Yes.

00:07:28 Sprecher 1: And the last feature that I want to show you is the selection.

00:07:31 Sprecher 1: If you press the A key on the right hand, it triggers this selection window.

00:07:36 Sprecher 1: The selection happens shape-based in this project.

00:07:38 Sprecher 1: So you can select the shape by hand.

00:07:41 Sprecher 1: This looks like this, for example.

00:07:42 Sprecher 1: This is then a cone that would be visualized from this hand, or you can then also select a box, etc.

00:07:47 Sprecher 1: This works one-handed or two-handed.

00:07:50 Sprecher 1: If you only select one shape, then this would select all data points that are within the cone.

00:07:57 Sprecher 1: See here, visualized in purple.

00:08:01 Sprecher 1: Or if you select two shapes, then this would select everything that is in the intersection of both shapes.

00:08:07 Sprecher 1: So just everything within the intersection of both.

00:08:14 Sprecher 2: Yeah.

00:08:15 Sprecher 1: Okay, that's everything I wanted to show you for now.

00:08:17 Sprecher 2: Then you can change the scale of that selection box and things?

00:08:24 Sprecher 1: Yes, you can also change the scale.

00:08:26 Sprecher 1: This is for you to try out now.

00:08:29 Sprecher 1: If you need glasses under the HMD, there's also a thing you can put in between there to get a bit more space, or does it fit like this?

00:08:39 Sprecher 2: Okay, great.

00:08:42 Sprecher 2: Yeah, okay, number one.

00:09:30 Sprecher 1: Exactly, the sliders below the box would then be for changing the scale of the shape you currently have.

00:09:39 Sprecher 2: Yeah, exactly this.

00:09:40 Sprecher 1: And there is basically, for all sliders in this application, you can just hover over the slider, so point at the slider with the ray and then use the right controller stick left and right to modify the slider value.

00:09:55 Sprecher 1: Slider.

00:09:55 Sprecher 1: Yes.

00:09:56 Sprecher 1: Point at the slider, at the right scale slider, point at that with the ray.

00:10:00 Sprecher 2: Where is that?

00:10:02 Sprecher 1: Yes, and then move the controller, no, just the controller stick to the left and right.

00:10:08 Sprecher 2: You don't need to grab it extra.

00:10:11 Sprecher 2: Ah, like this.

00:10:12 Sprecher 1: No, with this one, with this one.

00:10:17 Sprecher 1: You need to, yes, exactly.

00:10:19 Sprecher 1: That's what I meant.

00:10:20 Sprecher 1: You have to hover over the slider basically and then have to use the controller stick

00:10:25 Sprecher 1: to modify that value. It can have a benefit for you if you prefer that, but yeah, that's the same result.

00:10:46 Sprecher 2: So, only every time I can join?

00:10:50 Sprecher 1: One, yes, exactly, sphere for each hand basically.

00:11:12 Sprecher 1: Yes, that is not for this dialogue, that is only for the main dialogue, which the main dialogue you cannot access yet because you're still in the starting level.

00:11:21 Sprecher 1: So when you want to test that out, you would need to press start on the screen behind you, or in front of you.

00:11:32 Sprecher 2: What's the scale again?

00:11:35 Sprecher 1: Scale meant the right grab button.

00:11:37 Sprecher 1: Yes, that is for the VR interaction with the system I showed you.

00:11:41 Sprecher 1: Yes, you first need to grab with the left hand, and then you can also press the grab button on the right hand, and then we can scale the system, but that is probably easier if you actually test this.

00:11:54 Sprecher 1: So press the A button again.

00:11:57 Sprecher 1: This is the B button, the one below.

00:12:01 Sprecher 1: Yes, exactly, to hide this dialogue, and then go to the board over there and click start.

00:12:10 Sprecher 2: And now you're in the main scene.

00:12:11 Sprecher 1: Now when you press the Y button on the left hand, yes, then you can see the main data space.

00:12:29 Sprecher 2: That's one?

00:12:29 Sprecher 1: Exactly.

00:12:30 Sprecher 1: Yeah, you can spawn up to seven at the same time.

00:12:33 Sprecher 1: Okay, but it's a bit more useful if the database is a bit larger and not only has one table in it, but for this setup, it's not strictly required what you can embed.

00:12:48 Sprecher 1: Yeah, you have to start with the left hand to grab, and then scale only works when you currently also have the left grab button held.

00:13:42 Sprecher 2: How will the system know which database I want to grab?

00:13:49 Sprecher 1: Basically the closest one.

00:13:51 Sprecher 2: Oh, no, what's it?

00:13:52 Sprecher 1: The one you're closest to.

00:13:54 Sprecher 2: Yeah, though.

00:13:55 Sprecher 2: What's happening?

00:13:56 Sprecher 1: Then there's probably like a millimeter difference, tending to one or the other.

00:14:01 Sprecher 1: That's basically the closest to the root of the coordinate system.

00:14:09 Sprecher 1: That is the distance measure.

00:14:12 Sprecher 2: So, I can only pick one?

00:14:14 Sprecher 1: Yeah, that might otherwise get a bit confusing, I would imagine.

00:14:21 Sprecher 2: Yeah, I think it's in the ground.

00:14:22 Sprecher 1: Yeah, you can also either do that, or you can also via the UI... let's call it.

00:14:30 Sprecher 1: That is unfortunately very hard to prevent in VR since the collision... the collision is above

00:14:39 Sprecher 1: regular meshes and UI components, and the collision detection of this becomes a bit tricky.

00:15:15 Sprecher 1: You pressed the autoplay button.

00:15:17 Sprecher 2: Yeah.

00:15:17 Sprecher 1: The UI is blocked while the autoplay is playing because it's doing database queries repeatedly, so you can't do any other actions.

00:15:27 Sprecher 1: So to stop this, you would need to press the pause button.

00:15:31 Sprecher 2: Okay, cool.

00:15:32 Sprecher 2: What's it for?

00:15:33 Sprecher 1: That is just basically that the autoplay is currently iterating in the forward direction so that you're iterating to newer dates, basically.

00:15:42 Sprecher 1: If you uncheck this, then you would...

00:15:44 Sprecher 2: If I closed you?

00:15:55 Sprecher 1: You might want to despawn the second system for now to test it and make it a bit easier.

00:15:59 Sprecher 1: If you open the UI again, and then click on system two in the left bar and then despawn it at the bottom, right at the bottom, there's a despawn button exactly, yeah, that maybe

00:16:22 Sprecher 1: makes it a bit easier to control which systems are currently active.

00:16:26 Sprecher 2: Okay.

00:16:30 Sprecher 1: Yes, and if you wanted to select the subset of the data currently loaded, then yeah, you can look at the calendar.

00:16:37 Sprecher 1: It's also very, very useful for selecting a specific date.

00:16:42 Sprecher 1: Note that not every day necessarily has entries in it.

00:16:47 Sprecher 1: That is also why the

00:16:49 Sprecher 1: the drop-down menu has both steps and days, because not for every day there's data represented in the scene, but if you choose step, for example, then this would strictly load the next date from the database. Just some background information.

00:17:19 Sprecher 1: If you wanted to select the subset of the data, now you can click the A button.

00:17:25 Sprecher 2: Yes, this also hides the menu UI then, and then you can select a shape for each hand.

00:17:30 Sprecher 1: And the shape then has to be placed within, so that it overlaps with some data points, and then you can click the A button again to actually make the selection.

00:17:41 Sprecher 2: No, I can't.

00:17:42 Sprecher 1: If that is because it's currently overlaying some of the UI elements, maybe move the dialogue a bit to the left and the interaction would work better.

00:17:55 Sprecher 1: I mentioned the collision issue with UI elements in VR.

00:18:01 Sprecher 2: So it shouldn't be too close to the model.

00:18:06 Sprecher 1: No, you can't do this.

00:18:15 Sprecher 2: Oh.

00:18:15 Sprecher 1: And maybe just do one shape for now.

00:18:22 Sprecher 1: Yeah, this dialogue is aligned to your viewport.

00:18:26 Sprecher 1: So even if you drag it somewhere else, you can never fully move it out of your viewport.

00:18:31 Sprecher 1: It's very, very attached to the viewport.

00:18:39 Sprecher 2: Yeah, and even in this mode, you could grab the system.

00:18:41 Sprecher 1: If you're too far away, then just grab the system and pull it a bit closer to you.

00:18:48 Sprecher 2: That was the A key.

00:18:49 Sprecher 2: You need to press A again.

00:18:51 Sprecher 1: Yeah, A again.

00:18:53 Sprecher 2: Yes.

00:18:53 Sprecher 1: And as you can see now, you selected zero points.

00:18:57 Sprecher 1: That is because the two-handed selection, as I mentioned, works intersection-based.

00:19:03 Sprecher 1: So when you select two shapes, then exactly everything in the intersection of both shapes is selected.

00:19:08 Sprecher 1: So click the A again.

00:19:09 Sprecher 2: OK.

00:19:11 Sprecher 1: And then you exactly move both shapes.

00:19:15 Sprecher 1: Exactly, and now you can see that there's something selected.

00:19:19 Sprecher 1: OK, if you would just choose one shape, then you can just really place this shape and select everything within it.

00:19:26 Sprecher 1: Maybe we want to try that again to understand it that way.

00:19:32 Sprecher 1: So if you look at the dialogue and then...

00:19:39 Sprecher 1: And then you can either unselect one shape via the drop-down or you can click the reset button in the top right.

00:19:48 Sprecher 1: That also works.

00:19:58 Sprecher 1: Yes, perfectly.

00:19:59 Sprecher 1: That also resets the shapes you've selected and then you can try selecting a shape for only one hand.

00:20:08 Sprecher 1: Yes, and then with the one-handed

00:20:10 Sprecher 1: selection, you could just point this directly into the data and select everything within this shape.

00:20:41 Sprecher 2: In this dialogue, you can see some average values of the amount of data you selected.

00:20:47 Sprecher 2: Yeah, but that is not that accurate.

00:20:51 Sprecher 1: Okay, if you are familiar enough with the system, we could start with the tasks, or do you need more time to try things out?

00:21:11 Sprecher 2: How is it defined?

00:21:12 Sprecher 2: Is it time to teleport or to change the scale?

00:21:17 Sprecher 1: When you hover over the dialogue, exactly... when you hover over it, you can see that the ray from your right hand is a straight line.

00:21:25 Sprecher 1: And when you are not hovering over the dialogue, you can see it disappearing.

00:21:30 Sprecher 2: See? Yes, now exactly.

00:21:31 Sprecher 1: There's no ray.

00:21:32 Sprecher 1: This bended ray only happens for teleporting, and this only occurs when you're not hovering over the UI.

00:21:38 Sprecher 1: So whenever you see this straight ray,

00:21:41 Sprecher 1: you know that you cannot teleport at this moment.

00:21:44 Sprecher 1: And in this configuration, while you're hovering the UI, then you could also point with the ray directly at the slider to have this left and right scrolling.

00:21:51 Sprecher 1: I showed you earlier.

00:21:54 Sprecher 2: Okay, I got it.

00:21:55 Sprecher 2: Yeah, okay.

00:21:57 Sprecher 1: Also, I noticed that you are teleporting around a lot.

00:22:00 Sprecher 1: Maybe it's easier to grab and pull the system to you.

00:22:15 Sprecher 2: Yeah, that's better.

00:22:30 Sprecher 1: Then I'm going to read out the task once for you.

00:23:09 Sprecher 1: And if you are unsure during the task

00:23:13 Sprecher 1: about what exactly the task was, then you can ask me back at any time.

00:23:18 Sprecher 1: Okay, so the first task is going to be to select the 1st of June 1960 and then do a manual time step.

00:23:26 Sprecher 1: Whenever you're ready, you can click the start button and start the task.

00:23:36 Sprecher 1: Yeah, you want to get a bit close up for this.

00:23:38 Sprecher 2: Yeah, I'm doing that.

00:25:50 Sprecher 1: This is one of the one-handed selection tools.

00:25:53 Sprecher 2: Three thousand three hundred meters.

00:25:56 Sprecher 1: Yep.

00:26:29 Sprecher 2: Below.

00:26:30 Sprecher 1: Below.

00:26:49 Sprecher 1: Okay, then you can go to the third task.

00:26:51 Sprecher 1: You can sit down again if you want, it's quite long.

00:26:54 Sprecher 1: Keep standing up, but I think it's more comfortable while sitting in my personal experience.

00:26:59 Sprecher 2: No problem.

00:29:40 Sprecher 1: The first one would be this here.

00:29:42 Sprecher 2: This doesn't seem visible in the game.

00:31:21 Sprecher 1: It's unpleasant, I think.

00:31:23 Sprecher 1: It's also not a word I would frequently use, to be honest.

00:31:51 Sprecher 1: And then the second one would be this.

00:31:53 Sprecher 1: It would be great if you could just find out whatever you first think about something and don't think about it too long.

00:32:01 Sprecher 1: That would be great.

00:35:40 Sprecher 1: The coordinate system, for example.

00:35:43 Sprecher 2: I mean, the data models, the labels of the data.

00:35:48 Sprecher 1: Models, or yeah, basically it was a coordinate system with three axes, with markings and the legend next to it.

00:35:55 Sprecher 1: These elements, were they intuitive or did you need to think how to interpret them?

00:36:00 Sprecher 2: Just one problem: after I grab it and it's like a different direction, I can't make it right.

00:36:09 Sprecher 2: Like the paper is always parallel with the ground here, but in the 3D space I don't know how to reset it.

00:36:15 Sprecher 1: Reset the rotation of the system? (unklar)

00:37:05 Sprecher 1: Yeah.

00:37:10 Sprecher 2: Is there no visual feedback?

00:37:12 Sprecher 2: I'll use the text here.

00:37:14 Sprecher 2: Yeah.

00:37:15 Sprecher 2: Maybe some, but when I press it, does it have the color change or something?

00:37:21 Sprecher 2: And I would say also,

00:38:30 Sprecher 2: Yes.

00:38:32 Sprecher 1: Okay.

00:38:34 Sprecher 1: And what was easiest for you during the use?

00:38:37 Sprecher 2: Easiest?

00:38:43 Sprecher 2: What's an easiest?

00:38:47 Sprecher 2: Let me think for a while.

00:38:48 Sprecher 1: Yeah, no problem.

00:38:49 Sprecher 1: Take your time.

00:38:54 Sprecher 2: Yeah, I also know the selection because it's visualized.

00:38:58 Sprecher 2: So I know what I selected exactly.

00:38:58 Sprecher 1: You mean the visual?

00:38:59 Sprecher 1: visualization of the selection subset.

00:39:03 Sprecher 1: OK, OK, great, good.

00:39:06 Sprecher 1: That was everything already.

00:39:08 Sprecher 1: Thank you very much for participating again.

00:39:10 Sprecher 1: Thank you for your time.

00:00:00 Sprecher 1: Dann einmal kurz zum Ablauf.

00:00:01 Sprecher 1: Also, es ist so geplant, erstmal geb ich dir eine kleine Einführung in das System, zeig dir alle Funktionen.

00:00:05 Sprecher 1: Das wird wahrscheinlich relativ schnell gehen und du wirst nicht alles so verstehen, aber danach ist im Anschluss genügend Zeit, das System selber zu testen.

00:00:12 Sprecher 1: Kannst auch jederzeit Fragen stellen, wenn irgendwas unklar ist oder so, kannst dir beliebig lange Zeit nehmen, wie auch immer, bis du dich einigermaßen sicher damit fühlst.

00:00:20 Sprecher 1: Danach gibt es 3 kleine Aufgaben, die du erledigen könntest.

00:00:23 Sprecher 1: Auch da kannst du jederzeit Rückfragen stellen im Grunde, kannst auch keine Fehler machen.

00:00:27 Sprecher 1: Also jedes Ergebnis ist ein gutes Ergebnis in dem Fall und abschließend gibt es noch 2 weitere Fragebögen.

00:00:32 Sprecher 1: Soweit erstmal Fragen zum Ablauf?

00:00:34 Sprecher 1: OK,

00:00:35 Sprecher 1: gut, dann zeig ich dir einfach, wie das System zu benutzen ist.

00:00:39 Sprecher 2: Hast du schon mal eine Brille benutzt?

00:00:42 Sprecher 2: Nee, also nicht wirklich benutzt.

00:00:44 Sprecher 1: Also erstmal zum Komfort: Du kannst mit dem Bügel hier den Halt hinten einstellen und den kannst du hier oben festerstellen.

00:00:52 Sprecher 1: Damit kannst du die Linsenentfernung einstellen. Du trägst keine Brille, ne? Aber wenn es dir zu unscharf ist, kannst du das damit versuchen einzustellen.

00:01:03 Sprecher 1: Genau, die hauptsächliche Interaktion und Bewegung funktioniert über die Handcontroller.

00:01:09 Sprecher 1: In diesem ersten Level, das ist das Startlevel, das ist dafür da, um erstmal die Bewegung zu lernen.

00:01:14 Sprecher 1: Am wichtigsten sind erstmal die beiden Sticks an den Controllern; mit dem linken drehst du die Kamera.

00:01:19 Sprecher 1: Mit dem rechten kannst du dahin zeigen, wo du dich hinbewegen möchtest.

00:01:22 Sprecher 1: Das funktioniert über Teleportieren in diesem Projekt und da, wo der Strahl hinzeigt, sobald du loslässt, erscheinst du da wieder.

00:01:29 Sprecher 1: Du kannst dir auch jederzeit die Tastenbelegung der Controller anzeigen lassen.

00:01:34 Sprecher 1: Wenn du nach unten schaust, dann siehst du die Controller mit den jeweiligen Funktionen daran.

00:01:38 Sprecher 1: Genau und

00:01:39 Sprecher 1: viele dieser Funktionen sind in diesem Level eben nicht verfügbar, weil es nur dazu da ist, um die Bewegung zu lernen.

00:01:45 Sprecher 1: Aber sobald du hier auf Start gedrückt hast, bist du in der Hauptszene, wo dann alle Features zugänglich sind.

00:01:51 Sprecher 1: Hier siehst du diese sieben

00:01:53 Sprecher 1: Cubes erstmal, da kannst du die Datensysteme dann entstehen lassen.

00:01:56 Sprecher 1: Wichtigster Knopf ist dafür erstmal der Y-Knopf

00:01:59 Sprecher 1: an deiner linken Hand. Der lässt dieses Overlay erscheinen, was immer der Bewegung deiner linken Hand folgt, aufgeteilt in 3 Kategorien.

00:02:06 Sprecher 1: Im Spawn-Abschnitt kannst du erstmal die Datenbank auswählen, mit der gearbeitet werden soll.

00:02:10 Sprecher 1: Genau, ja, und im nächsten Schritt kannst du dann den entsprechenden Wert auswählen. Das hier ist Temperatur, also hier wird mit Ozeandaten gearbeitet und

00:02:20 Sprecher 1: die entsprechenden Punkte, die du siehst, stellen die Temperaturmesswerte dar.

00:02:23 Sprecher 1: Das Ganze wird in einem 3D-Koordinatensystem und einem Scatterplot visualisiert, zeig ich dir am besten mal für ein paar mehr Datenpunkte.

00:02:32 Sprecher 1: Und jeder dieser Datenpunkte ist quasi ein Messwert an genau dieser Position mit entsprechendem Temperaturwert.

00:02:38 Sprecher 1: Das ist, was diese Visualisierung hier darstellen soll.

00:02:41 Sprecher 1: Um das noch zu verdeutlichen,

00:02:43 Sprecher 1: kann man sich hier... ach so, erstmal noch was zur Struktur.

00:02:45 Sprecher 1: Genau, im ersten Tab hast du, wie gerade gezeigt, die Möglichkeit, das System zu spawnen. Das bringt dich dann in den zweiten Tab, wo du die Möglichkeit hast, das System zu verwalten, und dann gibt es hier noch den dritten Tab, wo du so allgemeine System-Settings vornehmen kannst.

00:02:57 Sprecher 1: Zum Beispiel kannst du hier das Tutorial ausschalten, wenn du runterschaust, zum Beispiel, wenn es dich stört, aber das ist persönliche Präferenz, das brauchst du nicht zwingend.

00:03:05 Sprecher 1: Genau, hier gibt es noch die Möglichkeit,

00:03:07 Sprecher 1: sich ein Mesh anzeigen zu lassen, quasi eine Overlay Map, was das noch ein bisschen verdeutlicht, was diese Punkte eigentlich darstellen sollen.

00:03:15 Sprecher 1: Genau, dann wichtiges Element jeweils auf jeden Fall die Zeitkomponente.

00:03:20 Sprecher 1: Also im ersten Abschnitt hier, quasi im Systemtab, hast du erstmal dieses Panel, was Optionen zur Zeitselktion bereitstellt. Erstmal diesen Slider, der ist so für die grobe Vorauswahl gedacht, dann kannst du erstmal grob

00:03:32 Sprecher 1: ein Datum festlegen, zum Beispiel hier 1980, lädt dann genau die Werte für diesen Tag aus der Datenbank.

00:03:38 Sprecher 1: Du kannst auch mit dem Button daneben eine genauere Auswahl machen, hier den Tag und das Jahr etc. genau festlegen.

00:03:44 Sprecher 1: Es gibt auch die Möglichkeit, in Schritten durch den Datensatz zu iterieren.

00:03:48 Sprecher 1: In dieser Reihe per Timestep legst du quasi fest, wie viel im nächsten Zeitschritt geladen werden soll.

00:03:53 Sprecher 1: Zum Beispiel kannst du sagen 5 Monate, dann würde alles in den nächsten 5 Monaten geladen werden,

00:03:59 Sprecher 1: oder halt auch nur 3 Zeitschritte oder so.

00:04:01 Sprecher 1: In der Reihe 'Do Time Step' löst du dann den Zeitschritt manuell aus, halt durch Klicken der Buttons, und in der Reihe drunter kannst du das automatisch machen.

00:04:08 Sprecher 1: Dann wird es halt in festen Zeitintervallen durchlaufen.

00:04:13 Sprecher 1: Ja, wie du gerade schon gesehen hast, gibt es auch die Möglichkeit in VR

00:04:15 Sprecher 1: mit dem System zu interagieren.

00:04:17 Sprecher 1: Das funktioniert über die beiden Grab-Buttons.

00:04:20 Sprecher 1: Erstmal den linken, damit greifst du das System.

00:04:22 Sprecher 1: Das kannst du irgendwo im Umfeld des Systems machen, damit kannst du es quasi in die Hand nehmen.

00:04:26 Sprecher 1: Wenn du dazu noch den rechten

00:04:28 Sprecher 1: drückst, dann kannst du es auch skalieren, indem du die Hände zusammen oder auseinander bewegst.

00:04:34 Sprecher 1: Sonst noch wichtig sind die Auswahl-Tools. Wenn du den A-Knopf an der rechten Hand drückst, dann öffnet sich dieses Fenster.

00:04:41 Sprecher 1: Das kannst du über das Halten von diesem Button hier oben ein bisschen bewegen.

00:04:46 Sprecher 1: Damit hast du die Möglichkeit, eine Teilmenge auszuwählen. Das funktioniert über verschiedene Formen.

00:04:50 Sprecher 1: Du kannst zum Beispiel für die rechte Hand eine Form auswählen, einen Cone in diesem Fall.

00:04:55 Sprecher 1: Wenn jetzt nur eine Hand

00:04:57 Sprecher 1: ausgewählt wird, nur eine Form, dann ist es die einhändige Selektion. Damit wird dann genau alles ausgewählt, was in diesem Cone liegt.

00:05:03 Sprecher 1: Also diese ganzen Datenpunkte sind selektiert und du kannst dir einen Überblick dazu ansehen.

00:05:08 Sprecher 1: Wenn du zwei Formen auswählst, dann funktioniert das schnittbasiert. Das heißt, genau der Schnitt beider Mengen wird selektiert.

00:05:15 Sprecher 1: Also muss man sich das so vorstellen, dass alles, was genau in beiden Formen liegt, dann selektiert wird, wenn kein UI im Weg wäre.

00:05:22 Sprecher 1: Genau, dann sieht man genau alles, was in beiden Formen liegt.

00:05:27 Sprecher 1: So viel erstmal zu den generellen Features. Dann hast du jetzt Zeit, das einmal für dich selbst auszuprobieren.

00:05:32 Sprecher 2: Ja.

00:05:34 Sprecher 1: Setz dich gerne hin, ist am besten beim Sitzen.

00:05:36 Sprecher 1: Dann kannst du die Brille ein bisschen einstellen, dass sie gut sitzt.

00:05:40 Sprecher 2: Ja, passt.

00:05:44 Sprecher 1: Passt, okay gut.

00:05:47 Sprecher 1: Und dann hier die Handcontroller.

00:05:49 Sprecher 2: Ja.

00:05:52 Sprecher 2: Ja.

00:05:55 Sprecher 2: Du hast halt mit links...

00:05:56 Sprecher 2: muss ich...

00:05:57 Sprecher 1: Ja, mit dem linken Stick kannst du die Kamera drehen.

00:06:00 Sprecher 2: Ah, okay.

00:06:03 Sprecher 2: Ja, okay.

00:06:05 Sprecher 2: Und hier soll ich jetzt auf Start drücken?

00:06:06 Sprecher 1: Genau.

00:06:07 Sprecher 1: Ah, ich hab dir gar nicht gezeigt, wie man drückt.

00:06:08 Sprecher 2: Ach, es drückt doch auf den Punkt.

00:06:13 Sprecher 2: Okay.

00:06:13 Sprecher 2: So teleporte ich mich dann hier drauf zum Beispiel.

00:06:15 Sprecher 1: Genau. Da drauf gerade nicht, das ist so der einzige Punkt, wo du dich nicht hintippen kannst, aber ins Umfeld zum Beispiel.

00:06:20 Sprecher 2: Ah, okay.

00:06:31 Sprecher 2: Mein Ziel ist dann was genau?

00:06:34 Sprecher 1: Dein Ziel sind später die Aufgaben.

00:06:35 Sprecher 1: Jetzt für dich ist erstmal das Ziel, dir die Funktionen anzuschauen.

00:06:39 Sprecher 1: Du kannst zum Beispiel mal Y drücken, den Knopf an deiner linken Hand: Show Overlay.

00:06:44 Sprecher 1: Den oberen, genau.

00:06:46 Sprecher 1: Und dann kannst du dir die Interaktion mit diesem Interface anschauen.

00:06:54 Sprecher 2: Also muss ich die erstmal aktivieren.

00:06:56 Sprecher 1: Genau, musst du erstmal ein System spawnen.

00:06:59 Sprecher 1: Da gibt es jetzt nur

00:07:00 Sprecher 1: eine Datenbank und eine Tabelle für die Studie, also keine große Auswahl.

00:07:04 Sprecher 1: Genau, und wenn du da eins gespawnt hast, dann erscheint es eben in der Szene.

00:07:08 Sprecher 2: Ach so, okay, also das ist immer ein bisschen...

00:07:11 Sprecher 1: Ja, genau, es könnten halt bis zu sieben gleichzeitig existieren.

00:07:16 Sprecher 2: Okay.

00:07:17 Sprecher 2: Wir lassen dann einmal alle Standards, oder?

00:07:18 Sprecher 2: Ja.

00:07:25 Sprecher 2: Fertig, oder?

00:07:26 Sprecher 1: Ja.

00:07:30 Sprecher 2: Und kann ich das auch direkt so ausmachen?

00:07:33 Sprecher 1: Das...

00:07:33 Sprecher 1: Ja, genau, das kannst du auch so wieder verstecken.

00:07:38 Sprecher 2: Okay.

00:07:40 Sprecher 2: Das war neu für mich hier.

00:07:56 Sprecher 1: Das glaube ich.

00:07:58 Sprecher 2: Aber manchmal guckt der nicht richtig, oder?

00:08:04 Sprecher 1: Ja, das merke ich auch gerade.

00:08:06 Sprecher 1: Also eigentlich nicht so.

00:08:08 Sprecher 2: Bug gefunden.

00:08:08 Sprecher 1: Ja, den gibt es aber auch erst seit heute komischerweise.

00:08:11 Sprecher 2: Vorführeffekt, habe ich auch mal gehabt.

00:08:13 Sprecher 2: Okay, ja okay, klappt an sich. Wär's das, oder?

00:08:17 Sprecher 1: Ja, nicht so ganz.

00:08:19 Sprecher 1: Kannst du dich einmal direkt vor das System noch stellen und das System anschauen?

00:08:25 Sprecher 1: Genau, dann könntest du zum Beispiel mal die Grab-Tools probieren.

00:08:28 Sprecher 1: Versuch mal, das System zu greifen.

00:08:29 Sprecher 1: Wir gehen einfach mal mit dem Grab-Button in der linken Hand, wenn du runterschaust.

00:08:34 Sprecher 1: Ja, genau, das ist der Richtige.

00:08:35 Sprecher 2: Und der und der?

00:08:37 Sprecher 1: Genau, aber die müssen beide gleichzeitig sein.

00:08:40 Sprecher 1: Also, du musst erst grabben und dann kannst du auch skalieren.

00:08:44 Sprecher 2: OK.

00:08:45 Sprecher 1: Und skalieren tue ich so, ja, genau.

00:08:48 Sprecher 2: Und wie mach ich das kleiner?

00:08:51 Sprecher 1: Quasi genauso, nur eben, indem du die Hände zusammenführst.

00:08:55 Sprecher 1: Ich glaub, jetzt hast du das System gerade außerhalb der Karte bewegt.

00:08:59 Sprecher 1: Du musst mal... mach noch einmal das Interface auf mit Y.

00:09:02 Sprecher 1: Ja, geh noch einmal auf System, genau, und dann, wenn du unten links auf den Pfeil zurückdrückst, genau, dann kannst du da das System despawnen und einmal neu erschaffen.

00:09:14 Sprecher 1: Ich setz dann auch die Position zurück.

00:09:16 Sprecher 2: OK.

00:09:18 Sprecher 1: OK.

00:09:19 Sprecher 1: Genau, was sonst noch wichtig wäre, wäre dass du dir die Zeitselektion einmal anschaust, wie du da entsprechend andere Daten laden kannst.

00:09:27 Sprecher 1: Dazu müsstest du auch wieder auf den Pfeil unten links drücken.

00:09:31 Sprecher 1: Genau, und dann hast du da die verschiedenen Optionen zur Zeitauswahl.

00:09:33 Sprecher 1: OK.

00:09:37 Sprecher 1: OK.

00:09:41 Sprecher 1: Genau, das liegt dann eben für 7 Monate daran, die Daten.

00:09:43 Sprecher 1: Ja, ja, OK.

00:09:46 Sprecher 2: OK.

00:09:54 Sprecher 2: Und du hast gesagt noch so, oder Hände zusammen, aber muss ich erstmal...

00:09:59 Sprecher 1: Mit der linken Hand nur greifen.

00:10:02 Sprecher 1: Ja, genau, und dann, sobald du es gegriffen hast, die rechte Hand auch noch dazu und dann die Hände auseinander oder zusammenführen, während beide noch gegriffen sind.

00:10:09 Sprecher 1: So zum Beispiel, genau, ja. Also skalieren brauchst du auch nicht zwingend.

00:10:14 Sprecher 1: Das ist nur eine Komfortfunktion, eigentlich nicht zwingend notwendig, aber Grabben finde ich ganz hilfreich, um das System so ein bisschen besser in Position zu bringen.

00:10:23 Sprecher 1: Vor allem für die Auswahltools, wenn du nochmal den A-Knopf drückst, an der rechten Hand dieses Mal.

00:10:30 Sprecher 1: Genau, dann hast du damit eben die verschiedenen Auswahltools zur Verfügung.

00:10:34 Sprecher 2: Wann muss ich das angucken?

00:10:40 Sprecher 1: Ja, genau, das richtet sich immer an deinem Viewport aus.

00:10:43 Sprecher 2: Wann muss ich nach links gehen?

00:10:45 Sprecher 1: Nee, das sollte immer deiner Blickrichtung folgen.

00:10:48 Sprecher 1: Wenn es dir zu weit am Rand ist, dann kannst du oben diesen kleinen Handle greifen.

00:10:53 Sprecher 1: In der Mitte, oben, genau, und dann ein Stück zur Seite ziehen.

00:10:57 Sprecher 2: Mit links oder mit rechts?

00:10:58 Sprecher 1: Mit rechts.

00:10:59 Sprecher 1: Genau.

00:11:15 Sprecher 2: Ja, okay.

00:11:15 Sprecher 2: Und das brauche ich... brauche ich das zum Bewegen?

00:11:17 Sprecher 1: Ja, auch so, und wenn du damit... genau, dann hast du quasi den einhändigen Selektionsmodus. In diesem Modus ist es so, quasi die Auswahl machst du dann wieder mit dem A-Knopf, also dann bestätigst du damit und löst damit die Selektion aus.

00:11:40 Sprecher 2: Bist du nah?

00:11:41 Sprecher 2: Nein.

00:11:46 Sprecher 2: Okay.

00:11:48 Sprecher 2: So meintet ihr wieder mit A?

00:11:52 Sprecher 1: Genau.

00:11:52 Sprecher 1: Jetzt hast du quasi, da keine Datenpunkte in der Menge waren oder in der Form waren, hast du nichts selektiert, deswegen steht da überall Null.

00:11:58 Sprecher 1: Wenn du den Dialog nochmal aufmachst und quasi mit dem Cone auf die Daten zeigst und dann davon eine Menge auswählst...

00:12:08 Sprecher 1: Ja, du musst schon auf die Datenpunkte im Koordinatensystem zeigen.

00:12:11 Sprecher 1: Genau.

00:12:12 Sprecher 1: Dann nochmal A drücken.

00:12:14 Sprecher 1: Genau, dann siehst du, dass entsprechend die Teilmenge ausgewählt wurde.

00:12:18 Sprecher 2: Ja, okay.

00:12:18 Sprecher 2: Ja, okay.

00:12:24 Sprecher 2: Was noch?

00:12:29 Sprecher 1: Ich glaube, damit hast du so alle Features drin. Wenn du meinst, du bist vertraut mit dem System genug, dann können wir mit den Aufgaben anfangen.

- 00:12:36 Sprecher 1:** Ja.
- 00:12:36 Sprecher 2:** Aber ich bin kein Mathe-Profi, ne.
- 00:12:38 Sprecher 1:** Ach, das ist kein Problem, das ist alles...
- 00:12:40 Sprecher 1:** sind ganz leichte Aufgaben, bei denen man mit Zahlen
- 00:12:43 Sprecher 1:** zu arbeiten braucht.
- 00:12:44 Sprecher 1:** Wie gesagt, du kannst keine Fehler machen.
- 00:12:46 Sprecher 1:** Also, es geht nur darum, nach einem bestimmten Ablauf einmal vorzugehen.
- 00:12:50 Sprecher 1:** OK,
- 00:12:51 Sprecher 1:** dann setz dich einmal zum Anfang der Szene zurück.
- 00:12:53 Sprecher 1:** Bitte drück noch nicht auf Start, bis ich es dir sage.
- 00:12:55 Sprecher 1:** Ich lese dir immer anfangs einmal die Aufgaben vor.
- 00:12:59 Sprecher 1:** Wenn du zwischendrin nochmal eine Erinnerung brauchst, wie die Aufgabe formuliert war, dann kannst du auch jederzeit gerne nochmal fragen.
- 00:13:04 Sprecher 1:** OK,
- 00:13:05 Sprecher 1:** die erste Aufgabe:
- 00:13:07 Sprecher 1:** selektiere oder lade den 1.6.
- 00:13:09 Sprecher 1:** 1960 und löse einen manuellen Zeitschritt aus.
- 00:13:13 Sprecher 1:** Wenn du bereit bist, dann kannst du gerne auf Start drücken.
- 00:13:15 Sprecher 2:** Also manuellen Zeitschritt eben gerade 1.
- 00:13:17 Sprecher 1:** Juni 1960 genau, und dann das war es, und dann einen manuellen Zeitschritt auslösen vom 1.
- 00:13:22 Sprecher 1:** Juni 1960.
- 00:13:24 Sprecher 2:** Also einmal so den einen Tag nach vorne gehen oder wie?
- 00:13:26 Sprecher 1:** Genau, ja.
- 00:13:26 Sprecher 2:** OK,
- 00:13:27 Sprecher 2:** bin ready.
- 00:13:29 Sprecher 1:** Ja, da musst du ein Stück näher.
- 00:14:13 Sprecher 1:** So, ja, meinst du, du hast den Zeitschritt jetzt ausgeführt?
- 00:14:19 Sprecher 1:** Ja, genau.
- 00:14:20 Sprecher 1:** OK,
- 00:14:21 Sprecher 1:** dann das war es auch schon mit der ersten Aufgabe.
- 00:14:24 Sprecher 1:** Dann die zweite Aufgabe ist einmal, den 11.12.
- 00:14:27 Sprecher 1:** 1982 zu laden und dann alle Elemente unter 2500 Metern mit der zweihändigen Auswahl zu selektieren.
- 00:14:35 Sprecher 1:** Oje, wenn du bereit bist, dann kannst du wieder loslegen.
- 00:14:38 Sprecher 2:** Sag nochmal Timestamp.
- 00:14:40 Sprecher 1:** Das war der 11.
- 00:14:41 Sprecher 1:** Dezember 1982. 11.
- 00:14:43 Sprecher 2:** Dezember 1982, ja.
- 00:15:14 Sprecher 2:** Was war nochmal das Jahr?
- 00:15:16 Sprecher 1:** Der 11.
- 00:15:16 Sprecher 1:** Dezember 1982, und dann alle Elemente unter 2500 Metern mit der zweihändigen Auswahl selektieren.
- 00:15:27 Sprecher 2:** Das war im anderen Tab, ne.
- 00:15:29 Sprecher 1:** Ja genau, das war über an deiner rechten Hand den A-Knopf, damit öffnest du das Menü.
- 00:15:34 Sprecher 1:** Genau.
- 00:16:06 Sprecher 1:** Ja, das richtet sich leider immer links im Viewport aus.
- 00:16:09 Sprecher 1:** Das heißt, so ganz wegziehen ist schwierig in dem Dialog.
- 00:16:12 Sprecher 2:** Das heißt, ich muss das offen lassen, ne?
- 00:16:14 Sprecher 1:** Ja, genau, du musst es offen lassen, während du die Selektion machst.
- 00:16:21 Sprecher 2:** Und was war noch mal die Tiefe?
- 00:16:23 Sprecher 1:** Unter 2500 Meter.
- 00:16:26 Sprecher 1:** Genau, die Z-Achse im System stellt die Tiefe dar, geht nach unten hin immer tiefer.
- 00:16:32 Sprecher 1:** Oben an der Skala siehst du auch entsprechende Beschriftungen.
- 00:16:36 Sprecher 2:** Okay, also soll ich so wie eine Hand...
- 00:16:38 Sprecher 1:** Zweihändig. Genau, das heißt, du wählst in dem Dialog für beide Hände eine Form aus.
- 00:16:44 Sprecher 2:** Ah, okay.
- 00:16:48 Sprecher 1:** Welche Form ist egal, kannst du frei entscheiden.
- 00:16:51 Sprecher 2:** Box?
- 00:16:52 Sprecher 1:** Genau.
- 00:17:03 Sprecher 1:** Genau, und jetzt wird eben nur selektiert, wenn sich die Boxen überschneiden.
- 00:17:15 Sprecher 2:** Hat er?
- 00:17:16 Sprecher 1:** Genau, musst du wieder mit A bestätigen.
- 00:17:19 Sprecher 2:** Ah, okay.
- 00:17:21 Sprecher 2:** Hat nichts?
- 00:17:22 Sprecher 1:** Genau, dann waren sie entweder nicht überschritten oder in dem Bereich waren keine Datenpunkte unter 2500 Meter.
- 00:17:34 Sprecher 1:** Versuch am besten mal eine Kugel, Sphere, auszuwählen. Ich glaube, das ist ein bisschen einfacher.
- 00:17:38 Sprecher 2:** Wo ist Sphere?
- 00:17:40 Sprecher 1:** Dritte von links.
- 00:17:41 Sprecher 2:** Hier?
- 00:17:42 Sprecher 1:** Genau.
- 00:18:25 Sprecher 1:** So, genau.
- 00:18:28 Sprecher 1:** OK, super.
- 00:18:30 Sprecher 1:** Dann sind wir mit der zweiten Aufgabe auch schon durch.
- 00:18:32 Sprecher 1:** Die dritte Aufgabe ist im Grunde die gleiche, nur für ein anderes Datum und mit einhändiger Selektion.
- 00:18:38 Sprecher 1:** Diesmal den 1.1.1990 laden.
- 00:18:41 Sprecher 1:** Und dann auch wieder alles unter 2500 Meter Tiefe auswählen.
- 00:18:46 Sprecher 2:** Timestamp war der 1.1.1990?
- 00:18:48 Sprecher 1:** Genau.
- 00:19:14 Sprecher 2:** Tiefe war wieder...
- 00:19:16 Sprecher 1:** Wieder unter 2500 Meter.
- 00:19:18 Sprecher 1:** Genau, diesmal mit der einhändigen Selektion.
- 00:19:35 Sprecher 1:** Sieht gut aus.
- 00:19:37 Sprecher 2:** Ja.
- 00:19:38 Sprecher 1:** OK, super. Dann war es das mit den praktischen Aufgaben.
- 00:19:42 Sprecher 1:** Dann kommen wir jetzt zum abschließenden Interview.
- 00:19:46 Sprecher 1:** Dann kannst du die Brille auch einmal abnehmen.
- 00:19:49 Sprecher 2:** Puh.
- 00:19:50 Sprecher 1:** Alles gut? Ist dir schwindelig oder so?
- 00:19:52 Sprecher 2:** Ein bisschen, aber es geht. Erstmal alles wieder scharf sehen.
- 00:19:56 Sprecher 1:** OK, alles klar. Dann fangen wir mal an mit der ersten Frage:
- 00:20:01 Sprecher 1:** Fandest du die Beschriftung des Systems, also Achsen und Labels, verständlich und gut lesbar?
- 00:20:10 Sprecher 2:** Ja, ich würde sagen schon. Also die Tiefe war klar beschriftet und auch die Jahre auf dem Slider.
- 00:20:16 Sprecher 1:** Gab es Situationen, in denen dir nicht klar war, wie du das System bedienen sollst, oder in denen die Visualisierung unklar war?
- 00:20:25 Sprecher 2:** Eigentlich nur am Anfang, als ich nicht wusste, wie man auf Start drückt, und das mit dem Skalieren war erst ein bisschen tricky, aber dann ging es.
- 00:20:32 Sprecher 1:** Was war für dich der schwierigste Teil bei der Erledigung der Aufgaben?
- 00:20:38 Sprecher 2:** Die zweihändige Auswahl, weil man da beide Hände koordinieren muss und gleichzeitig das Menü im Blick behalten muss.
- 00:20:45 Sprecher 1:** Und was war im Gegensatz dazu der einfachste Teil?
- 00:20:50 Sprecher 2:** Das Teleportieren und das Laden der Daten über den Slider.
- 00:20:55 Sprecher 1:** OK. Dann noch eine Frage zum Menü. War das Menü an sich gut zu verstehen?
- 00:21:00 Sprecher 2:** Menü war an sich ganz gut, war easy zu verstehen. Vielleicht am Anfang bei 'SQL', vielleicht wissen die Leute nicht, was es bedeutet.
- 00:21:10 Sprecher 1:** Also SQL.
- 00:21:12 Sprecher 2:** Ja, genau.
- 00:21:15 Sprecher 1:** OK, danke für das Feedback. Dann sind wir fertig.

00:00:07 Sprecher 1: Kann man gerne machen.

00:00:12 Sprecher 2: Noch nicht, das war schrecklich, also ich habe das mal erlebt.

00:00:16 Sprecher 1: Leg dich da einmal kurz hin, dann zeige ich dir, wie das System zu benutzen ist.

00:00:20 Sprecher 2: Okay.

00:00:22 Sprecher 2: Du.

00:00:23 Sprecher 1: Wärs schon ganz gut, irgendwie besser im Sitzen – in deiner Erfahrung.

00:00:29 Sprecher 1: Also dann kennst du ja wahrscheinlich, wie die Griffe, wie die Controller – das ist schon mal gut.

00:00:35 Sprecher 1: Genau, also man startet erst mal in diesem Level, es gibt 2 Level insgesamt. Dieses hier am Anfang ist dafür da, um erst mal die grundlegende Navigation zu üben. Das verwendet die ganz normale Unreal-Bewegungslogik: Mit dem linken Stick kannst du die Kamera rotieren, mit dem rechten hast du Teleport-Movement.

00:00:51 Sprecher 1: Wenn du nach unten schaust, dann kannst du dir jederzeit die Tastenbelegung ansehen.

00:00:56 Sprecher 1: Die meisten Funktionen sind in diesem Startlevel nicht verfügbar.

00:00:59 Sprecher 1: Da müsstest du einmal hier auf Start drücken und dich ins Hauptlevel begeben.

00:01:03 Sprecher 1: In diesem Level hast du dann sieben verschiedene Cubes, wo sozusagen Datensysteme erstellt werden können.

00:01:09 Sprecher 1: Die Hauptinteraktion damit funktioniert über das Dateninterface.

00:01:12 Sprecher 1: Das ist mit dem Y.

00:01:13 Sprecher 1: Button an deiner linken Hand verfügbar.

00:01:16 Sprecher 1: Das ist aufgeteilt in 3 Abschnitte.

00:01:18 Sprecher 1: In dem ersten hier hast du erstmal die Möglichkeit, eine Datenbank auszuwählen und das entsprechende System dazu zu spawnen. Das führt dich dann noch in den zweiten Tab „System“, wo du dann verschiedene Möglichkeiten hast, das System zu bedienen.

00:01:30 Sprecher 2: Hab ich dich in deinem Spiel zugeschaut? OK.

00:01:33 Sprecher 1: Simulation ist kein Spiel.

00:01:35 Sprecher 1: OK.

00:01:36 Sprecher 1: OK.

00:01:37 Sprecher 1: Genau, ja. In der Theorie könntest du ja 7 verschiedene Systeme erscheinen lassen, du wirst aber wahrscheinlich nur 1 brauchen.

00:01:43 Sprecher 1: Und wie du gerade schon vielleicht gesehen hast, ist das hier ein Temperaturdatensatz.

00:01:47 Sprecher 1: Das heißt, die hier dargestellten Werte sind Temperaturdaten aus einem ozeanographischen Datensatz.

00:01:55 Sprecher 1: Das wird in einem 3D-Koordinatensystem, in einem Scatterplot, visualisiert.

00:01:59 Sprecher 1: Das heißt, jeder Punkt hier ist genau ein Messwert mit entsprechendem Temperaturwert, den du aus der Legende hier ablesen kannst.

00:02:06 Sprecher 1: An einem Datum.

00:02:07 Sprecher 1: Zeitelektion funktioniert über dieses Panel hier oben.

00:02:10 Sprecher 1: Hier kannst du erstmal über den Slider eine grobe Vorauswahl treffen und da ein entsprechendes Datum festlegen, was dann die Werte aus der Datenbank lädt.

00:02:19 Sprecher 1: Du kannst auch über den Dialog an der Seite hier einen genaueren Wert festlegen.

00:02:24 Sprecher 1: Ja, genau, und die anderen Optionen da drunter sind dann dafür da, um einen Zeitschritt festzulegen.

00:02:29 Sprecher 1: Du kannst nämlich auch iterativ durch diesen

00:02:32 Sprecher 1: Datensatz gehen, zum Beispiel in Zeitschritten, in Monatsintervallen, in Jahren und so weiter.

00:02:38 Sprecher 1: In der Reihe drunter, "Do Timestep", kannst du dann diesen Zeitschritt manuell auslösen, und in der Reihe drunter kannst du das Ganze dann automatisch machen.

00:02:46 Sprecher 1: Macht das Gleiche wie die Reihe drüber, nur in einem fest vorgegebenen Zeitintervall.

00:02:51 Sprecher 1: Ja, hier auf der zweiten Seite gibt es noch die Möglichkeit, ein Overlay sich einzublenden, dann hat man auch eine kleine Georeferenz, wie diese Daten zu interpretieren sind.

00:03:00 Sprecher 1: Es

00:03:01 Sprecher 1: ist fürs Verständnis teilweise ganz hilfreich.

00:03:04 Sprecher 1: Und im Settings-Tab gibt es dann allgemeinere Einstellungen. Zum Beispiel kannst du hier das Tutorial ausstellen, wenn du runterschaust, falls es dich stört.

00:03:10 Sprecher 1: Aber das wirst du wahrscheinlich nicht brauchen, das ist mehr persönliche Präferenz.

00:03:14 Sprecher 1: Genau, gerade das schwierige Ding wahrscheinlich ist, dass man mit dem System auch interagieren kann in VR.

00:03:19 Sprecher 1: Das funktioniert über die Grab-Buttons.

00:03:21 Sprecher 1: Mit dem linken kannst du das System greifen irgendwo in der Umgebung, und wenn du gleichzeitig noch den rechten Button drückst, musst du zuerst

00:03:28 Sprecher 1: mit der linken Hand greifen und dann den rechten noch dazu drücken.

00:03:30 Sprecher 1: Dann kannst du es auch skalieren, indem du die Hände auseinander oder zusammen bewegst.

00:03:35 Sprecher 2: Was so viele Angaben – was ist meine Aufgabe?

00:03:37 Sprecher 1: Das kommt gleich noch.

00:03:39 Sprecher 1: Eine letzte Sache noch, dann bin ich fertig.

00:03:41 Sprecher 1: Letzte Sache sind die Auswahltools.

00:03:43 Sprecher 1: Du kannst nämlich auch eine Teilmenge der Daten selektieren.

00:03:46 Sprecher 1: Das funktioniert über den A-

00:03:47 Sprecher 1: Knopf an der rechten Hand.

00:03:49 Sprecher 1: Damit öffnest du dieses Fenster.

00:03:51 Sprecher 1: Das funktioniert über Formen.

00:03:53 Sprecher 1: Also du kannst für jede Hand eine Form auswählen, zum Beispiel für die rechte hier.

00:03:57 Sprecher 1: den Cone.

00:03:58 Sprecher 1: Wenn du nur eine Hand bzw. nur eine Form auswählst, dann ist das einhändige Selektion: Es selektiert genau alles innerhalb dieser Form. Diese Teilmenge zeigt dir dann im Dialog Durchschnittswerte an.

00:04:12 Sprecher 1: Oder wenn du zwei auswählst, dann wird eben genau die Schnittmenge beider Formen ausgewählt.

00:04:19 Sprecher 1: Ja, OK.

00:04:21 Sprecher 2: OK, so viel zur Erklärung.

00:04:24 Sprecher 1: Das ist so designt:

00:04:26 Sprecher 1: Du kannst jetzt ausreichend Zeit nehmen, alles auszuprobieren.

00:04:28 Sprecher 1: Und falls irgendwas unklar ist, dann natürlich jederzeit gerne fragen.

00:04:31 Sprecher 2: Meine Aufgabe ist – genau, das ist ...

00:04:34 Sprecher 1: Deine Aufgabe ist erstmal nur, das zu testen.

00:04:37 Sprecher 1: Genau, ja, ja.

00:04:38 Sprecher 1: Und wenn du dich soweit vertraut damit fühlst, dann 3 kleine Aufgaben.

00:04:44 Sprecher 1: Hast du keinen Brillenabstandshalter darunter?

00:04:48 Sprecher 1: Mein Problem ist immer: nicht ...

00:04:51 Sprecher 2: So, mein ... eigentlich schlecht. (unklar)

00:04:56 Sprecher 2: Ist groß.

00:04:58 Sprecher 2: Hauptsache ich sehe.

00:05:02 Sprecher 2: So, Hand richtig.

00:05:04 Sprecher 2: Okay, Start ist, ich nehme an, mit dem Trigger.

00:05:06 Sprecher 1: Genau, ja.

00:05:07 Sprecher 1: Du musst ein Stück näher ran.

00:05:11 Sprecher 1: Ja, am besten ein Stück nach vorne teleportieren.

00:05:18 Sprecher 2: Muss ich auch teleportieren?

00:05:19 Sprecher 1: Ja, kannst du.

00:05:22 Sprecher 2: Okay, bin ich ...

00:05:24 Sprecher 2: Soll ich auf die Base? (unklar)

00:05:25 Sprecher 1: Nee, das ist so der einzige Bereich, wo du dich nicht hin teleportieren kannst.

00:05:29 Sprecher 1: Gut, das sind die Bereiche quasi, wo du die Datensysteme spawnen kannst.

00:05:33 Sprecher 2: OK.

00:05:34 Sprecher 2: OK, next – was soll ich machen?

00:05:37 Sprecher 1: Ja, wenn du einmal nach unten schaust, einmal den Kopf nach unten – genau – dann siehst du ja, welche Keybinds da zu finden sind.

00:05:42 Sprecher 1: An deiner linken Hand, der Button „Show Overlay“.

00:05:47 Sprecher 1: Genau, das ist quasi das Hauptinterface zur Interaktion.

00:05:52 Sprecher 2: System – soll ich „System“ drücken?

00:05:54 Sprecher 1: Ja.

00:05:55 Sprecher 1: Nee, nee, drück mal auf die Datenbank da drunter.

00:05:59 Sprecher 1: Das war: Hast du den A-Knopf gedrückt, an deiner rechten Hand? (unklar)

00:06:03 Sprecher 1: Ja.

00:06:03 Sprecher 1: Das ist der Trigger-Button an der rechten Hand, wo man die Eingabe macht.

00:06:09 Sprecher 1: Das ist der Grab-Button, an deinem Zeigefinger – der Button.

00:06:19 Sprecher 2: Das?

00:06:21 Sprecher 2: Das kommt.

00:06:22 Sprecher 2: Ah, pardon.

00:06:27 Sprecher 2: Was so viel macht uns gerade? (unklar)

00:06:33 Sprecher 2: Nee, das würde ich nicht selektieren jetzt.

00:06:36 Sprecher 2: Das ist raus, das ist hier und das ist hier.

00:06:42 Sprecher 2: Ist das M1?

00:06:43 Sprecher 1: Genau, aber erstmal gehen wir nochmal zurück auf den Spawn-Tab.

00:06:47 Sprecher 1: Genau, dann: Da kannst du quasi die Datenbank auswählen und da die entsprechende Tabelle aus der Datenbank.

00:06:52 Sprecher 1: Wenn du da jetzt auf Spawn drückst – ja genau – dann siehst du das System 1 da vor dir.

00:06:58 Sprecher 2: Ja, soll ich stehen?

00:07:01 Sprecher 2: OK.

00:07:03 Sprecher 2: OK.

00:07:03 Sprecher 2: Und jetzt soll ich selektieren?

00:07:05 Sprecher 1: Genau, jetzt kannst du dann zum Beispiel das Datum verändern, dann werden entsprechend andere Werte aus der Datenbank geladen.

00:07:13 Sprecher 1: „Step“ und „Days“ gibt es deswegen, weil es nicht unbedingt für jeden Tag Einträge gibt.

00:07:19 Sprecher 1: Das heißt, wenn es auf Steps ist, dann wird eben entsprechend genau ...

00:07:22 Sprecher 2: Monatlich soll ich – wie ist das am besten?

00:07:26 Sprecher 1: Ist relativ egal.

00:07:28 Sprecher 2: OK.

00:07:28 Sprecher 1: OK.

00:07:29 Sprecher 2: 2 per Step, oder?

00:07:32 Sprecher 1: Genau, „2 per Step“ – das konfiguriert quasi den Zeitschritt.

00:07:36 Sprecher 1: In der Konfiguration würdest du jetzt zum Beispiel 3 oder 4 Monate laden, und dann in der Reihe drunter mit „Do Timestep“ kannst du das manuell auslösen.

00:07:44 Sprecher 1: Dann wird auch der Request durchgeführt.

00:07:46 Sprecher 2: Soll ich "Plane" drücken, oder ... (unklar)

00:07:49 Sprecher 1: Brauchst du nicht unbedingt.

00:07:50 Sprecher 2: Was soll ich als Nächstes?

00:07:52 Sprecher 1: Als Nächstes könntest du zum Beispiel einmal in der „Do Timestep“-Row – drück mal einmal da auf den Vorwärts-Button.

00:08:01 Sprecher 2: Daher. (unklar)

00:08:04 Sprecher 1: Ich sehe gerade nicht, wo dein Cursor ist.

00:08:08 Sprecher 1: Genau, in die Reihe – genau – und dann drück einmal auf den Pfeil nach vorne.

00:08:14 Sprecher 1: Nee, die Reihe drüber.

00:08:15 Sprecher 1: In dem Fall, ja.

00:08:18 Sprecher 1: Genau.

00:08:19 Sprecher 1: Und dann wird entsprechend auch der Datensatz geladen.

00:08:23 Sprecher 2: Oh ja, geil.

00:08:25 Sprecher 2: Wie viel ist so ein Datensatz?

00:08:28 Sprecher 1: Ja.

00:08:30 Sprecher 2: Was soll ich jetzt so zunächst machen?

00:08:32 Sprecher 1: Könntest du zum Beispiel die Selektionstools auch probieren?

00:08:35 Sprecher 1: Dann drück noch einmal den Y-Knopf an deiner linken Hand.

00:08:40 Sprecher 2: Y – ich sehe jetzt ...

00:08:42 Sprecher 1: Knopf, um das Interface wieder zu verstecken.

00:08:44 Sprecher 2: Rechts?

00:08:44 Sprecher 2: Ah ja, hier.

00:08:46 Sprecher 2: Ist das Y?

00:08:51 Sprecher 1: Ne, das ist A.

00:08:53 Sprecher 2: Das.

00:08:53 Sprecher 1: Ja, genau.

00:08:55 Sprecher 1: Genau, und jetzt kannst du ja zum Beispiel das System greifen und skalieren, wie es dir zusagt.

00:09:03 Sprecher 2: Skalieren.

00:09:05 Sprecher 2: Wie ist die Skalierung?

00:09:06 Sprecher 1: Du musst erst mit der linken Hand greifen, und wenn du

00:09:10 Sprecher 1: das System schon gegriffen hast, dann kannst du auch mit der rechten Hand greifen.

00:09:12 Sprecher 1: Also links muss zuerst gegriffen sein, dann kannst du auch mit rechts greifen.

00:09:16 Sprecher 2: Okay.

00:09:18 Sprecher 1: Und dann die Hände zusammen oder auseinander bewegen zum Skalieren.

00:09:21 Sprecher 1: Ja, gut.

00:09:23 Sprecher 1: Ja, genau.

00:09:23 Sprecher 1: Und wenn du jetzt an der rechten Hand den A-Knopf drückst, dann öffnet sich da der Dialog zur Auswahl.

00:09:29 Sprecher 1: Damit kannst du dann eine Form für jede Hand auswählen.

00:09:35 Sprecher 2: Ach so, ist das egal?

00:09:37 Sprecher 1: Ja,

00:09:38 Sprecher 1: Das ist im Grunde egal.

00:09:39 Sprecher 1: Wenn du erstmal nur eine Form auswählst, dann wird eben alles ausgewählt, was genau in dieser Form ist.

00:09:44 Sprecher 1: Wenn du zwei auswählst, dann wird genau die Schnittmenge der Formen ausgewählt.

00:09:47 Sprecher 2: Ich unterschätze nicht diese Arbeit, aber du musst zuerst hier bleiben. (unklar)

00:09:52 Sprecher 1: Du musst auch nicht zwingend an den Achsen greifen, sondern kannst irgendwo im Umfeld des Systems greifen.

00:09:57 Sprecher 2: Ah, okay.

00:10:00 Sprecher 2: Macht's so besser.

00:10:03 Sprecher 2: Okay.

00:10:04 Sprecher 1: Ja, probier vielleicht die Selektionstools einmal aus.

00:10:07 Sprecher 1: Das wäre ganz hilfreich.

00:10:07 Sprecher 2: Und diese Selektion.

00:10:10 Sprecher 1: Das war der andere Dialog – kannst du den nochmal zumachen?

00:10:13 Sprecher 1: Genau, dann A an der rechten Hand.

00:10:14 Sprecher 1: Genau, und dann einmal eine Form auswählen für eine Hand.

00:10:17 Sprecher 2: Für eine Hand, oder?

00:10:18 Sprecher 1: Oder für zwei – was dir lieber ist.

00:10:20 Sprecher 1: A.

00:10:28 Sprecher 2: Fancy.

00:10:28 Sprecher 1: Genau, wenn du jetzt nochmal A drückst, dann wird quasi alles ausgewählt, was in der Form liegt.

00:10:34 Sprecher 1: Genau, da du jetzt einmal zwei hast,

00:10:36 Sprecher 1: wird nur alles im Schnitt beider Formen ausgewählt, und da, wo sich die Formen überschneiden.

00:10:41 Sprecher 1: Genau, jetzt kannst du zum Beispiel alles auswählen, was nur im Kegel liegt.

00:10:47 Sprecher 1: Ja, genau.

00:10:49 Sprecher 1: Siehst du da eine Übersicht der Funktion?

00:10:51 Sprecher 1: Okay.

00:10:52 Sprecher 2: Super.

00:10:52 Sprecher 1: Ich glaube, damit hast du so alle wichtigen Features einmal durch.

00:10:58 Sprecher 1: Du meinst, du hast es soweit verstanden, kannst das System komfortabel benutzen – dann können wir mit den Aufgaben anfangen.

00:11:04 Sprecher 1: Oder sonst kannst du dir auch noch mehr Zeit nehmen, wenn es dir lieber ist.

00:11:07 Sprecher 1: Ja, alles klar, gut, dann setz ich dich einmal ...

00:11:10 Sprecher 2: Kompliziert, aber es sucht viel – konnte dir ja. (unklar)

00:11:14 Sprecher 1: Gut, alles klar. Setz dich einmal zum Anfang zurück. Bitte noch nicht auf Start drücken, bis ich es dir sage.

00:11:18 Sprecher 1: Ich les dir ja am Anfang immer einmal die Aufgaben vor. Du kannst auch jederzeit noch mal nachfragen, wenn du 'n Teil davon nicht mehr so gut hast.

00:11:26 Sprecher 1: OK.

00:11:26 Sprecher 1: OK, gut, die erste Aufgabe wäre: 1.6.

00:11:30 Sprecher 1: 1960 auswählen und einen manuellen Zeitschritt ausführen.

00:11:34 Sprecher 1: Wenn du bereit bist, dann kannst du gerne auf Start drücken.

00:11:37 Sprecher 2: Die Jahre ...

00:11:38 Sprecher 1: Den 1.

00:11:38 Sprecher 1: Juni 1960.

00:11:43 Sprecher 2: Ich mache Start.

00:11:44 **Sprecher 1:** Genau.
 00:11:45 **Sprecher 2:** Und dann gehe ich jetzt hier auf dieses weiße Ding.
 00:11:50 **Sprecher 2:** Gut.
 00:11:53 **Sprecher 2:** Ich selektiere mit dem System zuerst diesen Plan. (unklar)
 00:12:05 **Sprecher 2:** Okay.
 00:12:05 **Sprecher 2:** Und in System: Ich muss Step – wie viel? Das erste Jahr ... (unklar)
 00:12:11 **Sprecher 1:** 1.
 00:12:11 **Sprecher 1:** Juni 1960.
 00:12:14 **Sprecher 2:** 1.
 00:12:15 **Sprecher 2:** Juni, alles für Sie. (unklar)
 00:12:18 **Sprecher 2:** Ist das hier vom Monat?
 00:12:19 **Sprecher 1:** Ja, das ist vom Monat, genau.
 00:12:20 **Sprecher 1:** Aber es gibt ja auch noch andere Möglichkeiten, das Datum auszuwählen.
 00:12:25 **Sprecher 2:** Ah, oben.
 00:12:26 **Sprecher 1:** Ja.
 00:12:27 **Sprecher 2:** Time – das war okay.
 00:12:35 **Sprecher 2:** Und hier – wie viel?
 00:12:37 **Sprecher 1:** Erster Juni 1960.
 00:12:40 **Sprecher 2:** Juni haben wir geschafft, und 66 Jahre ... und die erste ... (unklar)
 00:12:57 **Sprecher 2:** Erster Juni ... 66 ... drei Jahre. (unklar)
 00:13:00 **Sprecher 2:** Was noch?
 00:13:00 **Sprecher 1:** Genau, dann einmal einen manuellen Zeitschritt auslösen.
 00:13:04 **Sprecher 2:** So hier, dieses.
 00:13:06 **Sprecher 1:** Okay, perfekt.
 00:13:07 **Sprecher 1:** Das war's auch schon.
 00:13:08 **Sprecher 1:** Dann einmal wieder zurück zum Start. Die zweite Aufgabe wäre dann einmal 6.4.
 00:13:14 **Sprecher 1:** 1966 laden und alle Elemente unter 3330 Metern mit der einhändigen Auswahl selektieren.
 00:13:21 **Sprecher 2:** Soll ich in der Mitte hier hingehen – die nächste Aufgabe oder wieso?
 00:13:25 **Sprecher 1:** Ganz einfach wieder zum Gleichen gehen.
 00:13:29 **Sprecher 2:** Das ist, und jetzt hab ich das: Das Panel ist richtig, und das hier. (unklar)
 00:13:42 **Sprecher 2:** Das ist richtig.
 00:13:44 **Sprecher 2:** Ich brauche welches Jahr da.
 00:13:46 **Sprecher 1:** Der 6.
 00:13:46 **Sprecher 1:** April 1966.
 00:13:50 **Sprecher 2:** 6.
 00:13:50 **Sprecher 2:** April.
 00:13:52 **Sprecher 2:** Okay, okay.
 00:13:54 **Sprecher 2:** Und Nummer 6 und ja – nee, 66.
 00:14:02 **Sprecher 2:** Was ist los mit den Sechzigern?
 00:14:06 **Sprecher 2:** Okay, 6.
 00:14:08 **Sprecher 2:** 4.
 00:14:08 **Sprecher 2:** 6.
 00:14:09 **Sprecher 2:** 4.
 00:14:10 **Sprecher 2:** 1900 ...
 00:14:11 **Sprecher 2:** Wieso nimmt das nicht?
 00:14:13 **Sprecher 1:** Man muss erst unten im Kalender noch den entsprechenden Tag anklicken.
 00:14:18 **Sprecher 2:** 6.
 00:14:22 **Sprecher 2:** 4.
 00:14:23 **Sprecher 2:** 66.
 00:14:26 **Sprecher 2:** Gut, jetzt: Muss ich einen Timestep auslösen?
 00:14:30 **Sprecher 1:** Nee, die Aufgabe jetzt war: alle Elemente unter 3330 m zu selektieren – mit der einhändigen Auswahl.
 00:14:41 **Sprecher 2:** Wo ...
 00:14:41 **Sprecher 2:** kommt das?
 00:14:43 **Sprecher 1:** Dafür müsstest du den Dialog einmal verstecken: Drück noch einmal Y, und dann drück A an der rechten Hand.
 00:14:49 **Sprecher 2:** Und ich muss selektieren: alle unter 3300 Metern.
 00:14:55 **Sprecher 2:** Wie kann man das sagen? (unklar)
 00:14:59 **Sprecher 2:** Ah, ist klar?
 00:15:02 **Sprecher 2:** Nee, das ist von der rechten.
 00:15:05 **Sprecher 2:** Soll ich durch das Scale das ändern, oder?
 00:15:08 **Sprecher 2:** Erstmal.
 00:15:08 **Sprecher 1:** Müsstest du eine Form auswählen.

00:15:10 **Sprecher 1:** Und wenn du eine Form ausgewählt hast, dann kannst du die Scale ändern, und dann verändert sich die Größe der Form.
 00:15:16 **Sprecher 2:** Und ich muss selektieren.
 00:15:25 **Sprecher 1:** Alle Elemente unter 3330 Metern.
 00:15:32 **Sprecher 2:** Und wie man das macht?
 00:15:36 **Sprecher 2:** Oh, das ist ...
 00:15:38 **Sprecher 2:** Soll ...
 00:15:38 **Sprecher 2:** Nee.
 00:15:40 **Sprecher 2:** Okay, das ist richtig.
 00:15:43 **Sprecher 2:** Und Grab – soll ich die grabben?
 00:15:47 **Sprecher 1:** Brauchst du nicht unbedingt.
 00:15:51 **Sprecher 2:** Select ist das, und dann – ich selektiere ... irgendwo ist das Select. (unklar)
 00:15:58 **Sprecher 2:** OK.
 00:15:59 **Sprecher 2:** OK, hier selektiere – ist das der Grab? Hier ist der Select.
 00:16:05 **Sprecher 1:** Ich weiß gerade nicht, was du mit „Select“ meinst.
 00:16:08 **Sprecher 2:** Ich muss selektieren – die alle dafür.
 00:16:11 **Sprecher 1:** Wenn du in dem A-Modus bist, wo du die Form an deinen Händen siehst: Wenn du nochmal A drückst, dann werden die Elemente selektiert.
 00:16:16 **Sprecher 1:** Schau mal: Die Elemente, die gerade lila angezeigt werden.
 00:16:19 **Sprecher 1:** Das ist das, was selektiert wurde im letzten Durchlauf.
 00:16:26 **Sprecher 1:** Genau, wenn du jetzt ...
 00:16:29 **Sprecher 2:** Äh.
 00:16:30 **Sprecher 1:** Drück A, genau.
 00:16:32 **Sprecher 1:** A hat zwei Modi.
 00:16:33 **Sprecher 1:** Wenn du jetzt einmal A drückst, dann betrittst du den Modus quasi.
 00:16:36 **Sprecher 1:** Jetzt kannst du
 00:16:37 **Sprecher 1:** in diesem Dialog halt die Form verändern und so. Und wenn du noch mal A drückst, dann wird die Auswahl gemacht – entsprechend darauf, wo du gerade zeigst.
 00:16:43 **Sprecher 1:** Das heißt: Jetzt mit diesem Cone müsstest du genau auf die Elemente zeigen, die du selektieren möchtest.
 00:16:48 **Sprecher 1:** Du könntest natürlich auch eine andere Form verwenden, zum Beispiel eine Box oder so, aber das ist dir überlassen.
 00:16:56 **Sprecher 2:** OK, so: die alle unter 3 ...
 00:16:59 **Sprecher 1:** Alle unter 3330 Metern.
 00:17:03 **Sprecher 2:** 3330 Meter ist hier.
 00:17:07 **Sprecher 2:** Aber wie ich selektiere?
 00:17:09 **Sprecher 1:** Genau, drückst du noch mal A, dann selektiert das alles, was in der Box ist.
 00:17:13 **Sprecher 1:** Okay, gut.
 00:17:14 **Sprecher 2:** Aber ich kann alle selektieren?
 00:17:19 **Sprecher 2:** Ich habe mehrere Sets hier.
 00:17:21 **Sprecher 2:** Ja.
 00:17:26 **Sprecher 1:** Ja gut, das war es im Grunde auch schon mit Aufgabe 2 – das war schon sehr gut.
 00:17:30 **Sprecher 1:** Und dann einmal ...
 00:17:31 **Sprecher 2:** Das habe ich schlecht gemacht.
 00:17:32 **Sprecher 2:** Weil ich verstehe nicht, wie selektieren – ja, ist alles in dem. Vielleicht sollte ich kleiner machen.
 00:17:39 **Sprecher 1:** Oder zum Beispiel hättest du das System kleiner machen können, oder die Form hättest du auch größer machen können.
 00:17:43 **Sprecher 2:** So, also: Kann man die Form machen ...? (unklar)
 00:17:45 **Sprecher 1:** Warte, noch nicht auf Start drücken. Dann zur dritten Aufgabe: Die dritte Aufgabe wäre einmal 11.12.
 00:17:53 **Sprecher 1:** 1982 auswählen und dann alle Elemente unter 2500 Metern mit der zweihändigen Auswahl dieses Mal selektieren.
 00:18:01 **Sprecher 1:** Wenn du bereit bist, dann kannst du gerne auf Start drücken.
 00:18:22 **Sprecher 2:** Nochmal das Datum, weil ich ...
 00:18:23 **Sprecher 1:** Unverständlich.
 00:18:23 **Sprecher 1:** Das war der 11.
 00:18:24 **Sprecher 1:** Dezember 1982.
 00:18:27 **Sprecher 2:** Dezember 1982.
 00:18:37 **Sprecher 1:** Genau, ja.
 00:18:45 **Sprecher 2:** Wirklich schwierig.
 00:18:47 **Sprecher 2:** Nein, das ist nicht einfach, das da ... (unklar)
 00:18:56 **Sprecher 2:** Gut, jetzt bin ich – soll ich ... teilen? (unklar)
 00:19:00 **Sprecher 1:** Nein, brauchst du nicht.

00:19:01 Sprecher 1: Dann: Jetzt ist die Aufgabe wieder, Elemente auszuwählen – genauso wie bei der Aufgabe davor.

00:19:05 Sprecher 1: Und dieses Mal eben alle Elemente unter 2500 Metern, aber diesmal mit zweihändiger Auswahl.

00:19:10 Sprecher 1: Das heißt, du müsstest für jede Hand eine Form auswählen.

00:19:15 Sprecher 2: 200 ... 2500 Meter.

00:19:21 Sprecher 2: Und jetzt ich muss das hier ...

00:19:24 Sprecher 2: Was soll ich am besten – ist wir ... (unklar)

00:19:26 Sprecher 1: Das ist dir überlassen.

00:19:29 Sprecher 2: Box.

00:19:31 Sprecher 2: Oh, warte.

00:19:32 Sprecher 2: Und das auch.

00:19:33 Sprecher 2: Box.

00:19:35 Sprecher 2: Ach so, und jetzt?

00:19:37 Sprecher 1: Genau.

00:19:39 Sprecher 2: Wo ist die ... 200? (unklar)

00:19:40 Sprecher 2: Okay, jetzt wir?

00:19:41 Sprecher 2: Ne, die muss dann da bleiben.

00:19:44 Sprecher 2: Warte: Hier selektiere und hier selektiere – und alle Datensätze? (unklar)

00:19:54 Sprecher 2: Was soll ich drücken?

00:19:57 Sprecher 1: Du drückst wieder A, um den Modus zu bestätigen.

00:20:00 Sprecher 1: Aber es ist ja so: Bei zweihändiger Auswahl wird nur das selektiert, was im Schnitt beider Mengen ist.

00:20:05 Sprecher 1: Das heißt, beide Formen müssen sich überlappen, damit irgendwas ausgewählt wird.

00:20:12 Sprecher 2: Überlappen – so zusammen.

00:20:14 Sprecher 1: Genau, ja.

00:20:15 Sprecher 1: Wenn du dann noch mal A drückst, dann wird alles da drin ausgewählt.

00:20:18 Sprecher 2: Was?

00:20:19 Sprecher 2: Das kann nicht sein.

00:20:21 Sprecher 1: Ach, das ist schon in Ordnung – aber okay, das reicht eigentlich schon für die dritte Aufgabe.

00:20:24 Sprecher 1: Vielen Dank dafür.

00:20:26 Sprecher 1: Dann können Sie ...

00:20:27 Sprecher 2: Bin ich so dumm – in deiner Assistenz?

00:20:29 Sprecher 1: Nein, aber wie ich sagte: Du kannst im Grunde keine Fehler machen, jedes Feedback ist wertvoll.

00:20:35 Sprecher 1: Also das ist ...

00:20:35 Sprecher 2: Mein Feedback ist *****. (unklar)

00:20:37 Sprecher 1: Nein, das ist schon in Ordnung.

00:20:38 Sprecher 1: Dann kannst du die Brille einmal wieder abnehmen.

00:20:40 Sprecher 1: Das reicht eigentlich schon.

00:20:42 Sprecher 2: Ich bin durch.

00:20:43 Sprecher 1: Ja, genau, das waren alle 3 Aufgaben.

00:20:44 Sprecher 1: Vielen Dank dafür.

00:20:46 Sprecher 1: Und dann zum Abschluss hätte ich noch ...

00:20:51 Sprecher 1: Nein, das wird – das wird nicht in ... (unklar)

00:20:55 Sprecher 2: Kann ich die größer machen?

00:20:57 Sprecher 2: Ja, ja, ich weiß – das hab ich dir ... genau ... ja ... ich hab es dir, glaub ... (unklar)

00:21:01 Sprecher 1: Ich hab's auch nicht erklärt.

00:21:02 Sprecher 1: Also, ist eigentlich eher mein Fehler.

00:21:06 Sprecher 1: Aber es ist kein Problem, wie gesagt, jedes Feedback ist richtig und wichtig.

00:21:09 Sprecher 1: Also,

00:21:11 Sprecher 1: genau, fangen wir einmal mit dem an.

00:21:12 Sprecher 1: Vielleicht hast du ihn schon mal gesehen.

00:21:13 Sprecher 2: Das ist nee, ich denke, dass ich diese Software nicht gerne häufig benutze.

00:21:22 Sprecher 2: Nee, wieso – was ist das Ziel?

00:21:29 Sprecher 2: Wieso soll ich dieses Programm oder dieses System benutzen?

00:21:34 Sprecher 1: Um genau –

00:21:36 Sprecher 1: wegen den Sachen, die du gerade gefunden hast, zum Beispiel.

00:21:38 Sprecher 2: Einfach Data-Visualisierung, einfach eine 3D-Umgebung.

00:21:42 Sprecher 1: Genau, ja, also das ist zumindest das Ziel der Studie gewesen.

00:21:46 Sprecher 1: Es gibt noch 'n bisschen 'n paar andere Gründe, aber das Ziel der Studie war, um Fehler bei der Benutzung zu finden.

00:21:52 Sprecher 2: Nicht so lala.

00:21:55 Sprecher 2: Ich fand, dass die Software simple.

00:21:58 Sprecher 2: Na ja, hast du eigentlich 'ne Idee?

00:22:03 Sprecher 2: Wie hast du deine Quest verbunden?

00:22:04 Sprecher 2: Per Laptop.

00:22:06 Sprecher 1: Mit der Link App.

00:22:08 Sprecher 1: Mit der Link App?

00:22:09 Sprecher 1: Ja.

00:22:09 Sprecher 1: Per Windows?

00:22:10 Sprecher 1: Ja.

00:22:10 Sprecher 1: Warum braucht der PC dann nicht Bluetooth?

00:22:17 Sprecher 1: Ne, ist ja über Kabel verbunden.

00:22:19 Sprecher 1: Ach so, also du hast die über Kabel?

00:22:20 Sprecher 1: Ja.

00:22:21 Sprecher 1: Das machen, ich glaube, das machen so ziemlich alle hier über Kabel, weil die meisten hier nicht im WiFi sind, sondern im Room.

00:22:27 Sprecher 1: Ja.

00:22:27 Sprecher 1: Aber wenn ich die jetzt zum Beispiel runterladen will ... (unklar)

00:22:46 Sprecher 2: Gut integriert – das bedeutet: Das habt ihr gut implementiert.

00:22:56 Sprecher 1: Ja, würde schon heißen, dass es zumindest keine Features gibt, die besonders herausstechen – oder irgendwas, was absolut nicht reinpasst.

00:23:03 Sprecher 2: Nee, ist gut, ist gut – aber ohne ... ja. (unklar)

00:23:07 Sprecher 2: Wenn ich die jetzt zum Beispiel runterladen will, leitet er mich zur ...

00:23:15 Sprecher 2: ... Mobile App, Alter.

00:23:16 Sprecher 1: Echt?

00:23:17 Sprecher 1: Ja.

00:23:17 Sprecher 1: Vielleicht habe ich es mittlerweile umgestellt.

00:23:21 Sprecher 1: Keine Ahnung.

00:23:21 Sprecher 1: Hast du mal „Meta Quest Link“ gegoogelt?

00:23:27 Sprecher 1: Horizon App – ja, ich glaube, das ist noch was anderes.

00:23:29 Sprecher 1: Ich weiß es nicht – vielleicht ist es die gleiche. (unklar)

00:23:30 Sprecher 1: Nee, ich glaube, du musst schon „Link“ explizit runterladen.

00:23:33 Sprecher 1: Ach so.

00:23:34 Sprecher 1: Was ist die hier?

00:23:39 Sprecher 2: Äh, nee, sorry.

00:23:46 Sprecher 1: Passt schon – kannst du das einmal ordentlich durchstreichen, also schön fett durchstreichen.

00:23:50 Sprecher 1: Ja, perfekt, danke.

00:23:59 Sprecher 2: Ja, geht so – aber mit deiner Hilfe; nicht so ohne.

00:24:05 Sprecher 1: Okay.

00:24:06 Sprecher 1: Hast du denn irgendwie Kopfschmerzen bekommen oder so?

00:24:08 Sprecher 1: Übelkeit?

00:24:10 Sprecher 1: Okay.

00:24:10 Sprecher 1: Schon mal gut.

00:24:19 Sprecher 2: Hast du nochmal per USB ...

00:24:20 Sprecher 1: Auf USB-C?

00:24:21 Sprecher 1: Ja, nee, nee, USB-C.

00:24:23 Sprecher 1: Auf USB-C.

00:24:24 Sprecher 1: Hinten, da ist auch ein USB-C-

00:24:25 Sprecher 1: Anschluss dran.

00:24:26 Sprecher 1: OK, ja – der ist ein bisschen neu, glaub ich. Ich glaub nicht, dass die Kiste das hat.

00:24:29 Sprecher 1: OK, wobei der hier hat auch zum Beispiel einen USB-C-Anschluss.

00:24:32 Sprecher 1: Anschluss.

00:24:35 Sprecher 1: OK, klasse, vielen Dank dafür.

00:24:37 Sprecher 1: Dann Round Two: Bei dem Fragebogen wäre es gut, dass du das möglichst intuitiv ankreuzt – am besten nicht zu lange drüber nachdenken, sondern das ankreuzen, was am ehesten zutrifft.

00:24:49 Sprecher 2: So, du hast das ... geht von 1 bis 7, 7.

00:24:53 Sprecher 1: Das hängt von den Termen ab.

00:24:54 Sprecher 1: Also es ist nicht immer so, dass das so ist.

00:24:56 Sprecher 2: Das ist ... welche Frage? Das ist nicht „System“. (unklar)

00:24:59 Sprecher 1: Nee, das ist „User Experience“ – ja, User Experience.

00:25:03 Sprecher 1: Genau, da hängt es: Es ist nicht immer so, dass der positive Term auf der rechten Seite steht, sondern das ist von Frage zu Frage unterschiedlich.

00:25:10 Sprecher 2: Dann gebe ich Einschätzung des Projekts.

00:25:17 Sprecher 2: Verständlich ... so lala.

00:25:22 Sprecher 2: Kreativ.

00:25:34 Sprecher 2: Leicht zu lernen – schwer zu lernen.

00:25:37 Sprecher 2: Das braucht noch Hilfe von Leuten, ja.

00:25:41 Sprecher 2: So: Meine Oma wird das nicht einfach lernen.

00:25:43 Sprecher 1: Naja, stimmt.

00:25:45 Sprecher 2: Und deine Oma wahrscheinlich auch.

00:25:48 Sprecher 2: Ich denke, man müsste abschätzen, wie schnell eine ältere Generation das lernen kann – dann kann man schätzen, ob das wertvoll oder weniger wertvoll ist. Inhaltlich ist es wertvoll, spannend ... so lala. (unklar)

00:26:16 Sprecher 2: Interessant – uninteressant: interessant, doch.

00:26:21 Sprecher 2: „Unberechenbar“ – was ist mit „unberechenbar“ hier gemeint?

00:26:28 Sprecher 1: Unberechenbar meint, dass du das Verhalten nicht vorhersagen kannst – dass du nie weißt, was als nächstes passiert.

00:26:35 Sprecher 2: Schnell – langsam: nee, ist gut.

00:26:44 Sprecher 2: Nee, ist gut – ist nicht schlecht und nicht ... „5-4-4“. (unklar)

00:26:50 Sprecher 2: „Schnell“ ist nicht schnell.

00:26:52 Sprecher 2: Okay – wie? (unklar)

00:26:57 Sprecher 2: Originell.

00:27:04 Sprecher 2: Originell.

00:27:06 Sprecher 1: Ja, was meinst du – neuartig, innovativ?

00:27:10 Sprecher 2: Ich dachte, das ist mit kreativ im Anhang.

00:27:13 Sprecher 2: Wie behindernd – unterstützend: unterstütz gut.

00:27:23 Sprecher 2: Gut implementiert, aber designtechnisch könnte man es komplett verbessern.

00:27:30 Sprecher 2: Kompliziert.

00:27:31 Sprecher 1: Da kannst du mir gleich gerne mehr drüber erzählen.

00:27:35 Sprecher 2: Also: lala.

00:27:40 Sprecher 2: Abstoßend – anziehend.

00:27:43 Sprecher 2: Was ist „abstoßend“ und was ist „anziehend“ in dem Sinne?

00:27:47 Sprecher 1: Abstoßend – ich meine so: eigentlich ...

00:27:50 Sprecher 1: ... nicht anziehend. Das beschreibt es halt schlecht. „Abstoßend“ meint: Man findet es nicht besonders angenehm, nicht besonders schön.

00:27:59 Sprecher 2: Anziehend ist OK.

00:28:01 Sprecher 2: OK, angenommen, ja – sicher. „Aktivierend“ – „einschläfernd“... Deutsch. Also: man muss aktivieren, ja. (unklar)

00:28:20 Sprecher 1: Hätte ich dich natürlich auch fragen können, ob du vielleicht lieber englische Fragebögen gehabt hättest.

00:28:24 Sprecher 1: Okay, tut mir leid – hab ich gar nicht dran gedacht.

00:28:27 Sprecher 2: Konform.

00:28:32 Sprecher 2: Spricht es meine Erwartung – oder spricht es nicht?

00:28:34 Sprecher 1: Genau, ja – so kann man das interpretieren.

00:28:37 Sprecher 2: So lala – ich hätte eigentlich was erwartet. Das Problem hier ist: Wie würdest du das besser designen als Datenuisualisierung, außer dass du einfach andere Szenarien im Studio visualisierst? (unklar)

00:28:50 Sprecher 2: ... einfach andere Szenarien im Studio, die Visualisierung. (unklar)

00:28:56 Sprecher 2: So, bei der Selektionsaufgabe würde ich das total anders machen.

00:29:01 Sprecher 1: Wie hättest du es gestaltet?

00:29:04 Sprecher 2: Nicht einfach im Bereich „Boxes“ oder so, sondern eher irgendwie wie ein Lineal.

00:29:15 Sprecher 2: Und dann male ich den Bereich oder so – effizienter, übersichtlicher. Mit diesen Boxen: Wieso muss ich zwei Boxen? Wenn jemand einhändig ist: Das ist dann rechts, da stehe ich und wähle ... (unklar)

00:29:44 Sprecher 2: ... beides hätte ich so einfach. (unklar)

00:29:48 Sprecher 1: Naja, der Sinn dahinter, dass man quasi durchschnittsbasiert selektieren kann, ist, dass man so eine sehr viel genauere Auswahl treffen kann.

00:29:55 Sprecher 1: Wenn du nur eine Form hast, dann wird genau das selektiert, was in dieser Box ist – in dieser Sphäre oder was auch immer.

00:30:00 Sprecher 1: Das heißt, du hast direkt diese Form auch in deiner Auswahlmenge drin.

00:30:04 Sprecher 1: Wenn du jetzt aber den Durchschnitt zweier Mengen hast, dann kannst du damit ganz präzise auf einem sehr viel kleineren Raum irgendwas selektieren.

00:30:11 Sprecher 1: Das ist so der Hintergedanke da gewesen.

00:30:14 Sprecher 2: Sympathisch/unsympathisch – das ist eher ein Kriterium für Dating-Apps.

00:30:23 Sprecher 1: In Wahrheit hast du das getestet? (unklar)

00:30:24 Sprecher 1: Ja, dann hab ich ... (unklar)

00:30:26 Sprecher 2: Innovativ ist eher was Neues, erfindend – ja, neuartig.

00:30:31 Sprecher 1: Ja, OK.

00:30:33 Sprecher 1: OK, vielen Dank dafür – hab ich alles.

00:30:35 Sprecher 1: Dann kannst du gerne die von dir angesprochenen Designänderungen einmal ausführen.

00:30:42 Sprecher 2: Designänderungen, ja.

00:30:44 Sprecher 1: Kannst du mir auch einfach erzählen, du musst es nicht unbedingt aufschreiben.

00:30:47 Sprecher 2: Ja, so: Die Idee, dass es zwei Boxen gleichzeitig gibt und das auf einem Knopf liegt – damit selektiere ich.

00:30:56 Sprecher 2: Das ist bisschen nervig, weil das nicht den ganzen Bereich selektiert, sondern ja – nach der Hand. (unklar)

00:31:04 Sprecher 2: An deiner Stelle: Ich würde die beiden Boxen verbinden – einfach mit einem Druck.

00:31:12 Sprecher 1: OK.

00:31:13 Sprecher 1: OK.

00:31:14 Sprecher 2: Ich nehme die – du kannst immer die behalten als Boxen.

00:31:18 Sprecher 2: Ich positioniere die, drücke auf beide, dann nimmt das genau diesen Range bzw. diesen Bereich innerhalb der Box.

00:31:28 Sprecher 2: Damit – aber: Wenn ich da drücke oder da drücke ... ich hab das nicht verstanden.

00:31:34 Sprecher 2: Ja, das ist eine Sache. Und bei Größen: Du kannst einen extra Button hinzufügen.

00:31:41 Sprecher 2: Und die Größe entscheiden: willst du „small“ oder „large“? Oder du machst mehrere in der Liste – du hast gerade eine Liste mit Box, Sphere und so weiter – und du kannst die Größe wählen. Das wäre einfacher für mich zu erkennen.

00:32:04 Sprecher 2: OK.

00:32:05 Sprecher 2: OK, welche Range brauche ich, statt immer zwei zu nehmen?

00:32:10 Sprecher 1: Das Ding ist halt: Wenn du jetzt diesen Scale-Slider hast – du hast die eine Form, veränderst die Scale, und du siehst, wie sich die Größe verändert.

00:32:17 Sprecher 1: Das ist so der Hintergedanke gewesen.

00:32:19 Sprecher 1: Und verstehe ich das richtig: Dein erstes Designkriterium wäre eher eine Art Slicing gewesen – dass du anhand einer speziellen Achse den Wertebereich, z. B. in der Tiefe, eingrenzen könntest?

00:32:31 Sprecher 2: Das läuft dann in ... (unklar)

00:32:33 Sprecher 1: In der Audioaufnahme, das ja.

00:32:36 Sprecher 1: ... mache ich dann im Transkript danach.

00:32:38 Sprecher 1: Genau, das Feature gibt es auch. Das hast du jetzt nicht benutzt, aber das gibt es auch in der App.

00:32:43 Sprecher 1: Das ist im Grunde ein anderes Design-Goal gewesen.

00:32:46 Sprecher 1: Die Idee dieser Selection Tools ist ja, dass man relativ frei im Datensatz eine Teilmenge auswählen kann.

00:32:52 Sprecher 1: Das sind ja geolokalisierte Daten gewesen.

00:32:54 Sprecher 1: Das heißt, wenn du jetzt – weiß nicht – du möchtest alle Daten im Atlantik auswählen, dann ist das sehr viel einfacher, das mit diesen Freihandtools zu erreichen, als wenn du jetzt ...

00:33:04 Sprecher 1: ... nur spezielles Axis-Slicing hättest dafür.

00:33:07 Sprecher 2: Ja, und für die Zone würde ich das eher wie „swipen“.

00:33:14 Sprecher 2: So, da gibt es so 'ne Swipe-Wahl. (unklar)

00:33:16 Sprecher 2: Ich dachte, dass dieses Drücken „1-2-3“ die Timesteps sind – das hab ich nicht verstanden.

00:33:23 Sprecher 2: Ach so – das würde ich einfach als Swipe nehmen.

00:33:27 Sprecher 1: Ja, also auch einfach als Slider, meinst du?

00:33:29 Sprecher 1: Ja.

00:33:30 Sprecher 2: OK, gut, das ist – aber das ist ... (unklar)

00:33:34 Sprecher 2: ... wie einfach das zu benutzen ist. Mit dem Datum: Du hast zwei verschiedene Möglichkeiten – das finde ich gut, weil jeder sich anpassen kann. Diese Wahl ist gut. Nur diese Timesteps habe ich nicht verstanden. (unklar)

00:33:59 Sprecher 2: Sonst: Alles, was dieses linke Menü betrifft, ist richtig.

00:34:03 Sprecher 2: Was betrifft das Rechte? (unklar)

00:34:06 Sprecher 2: OK, die Scale darunter: Wenn ich den Box-Slider schiebe, macht das den Bereich – das Volume – und skaliert die ganze Form.

00:34:17 Sprecher 1: Das ist für alle Formen bisschen unterschiedlich.

00:34:19 Sprecher 1: Zum Beispiel, es gibt auch 'ne Kapsel.

00:34:20 Sprecher 1: Bei der Kapsel ist es so, dass dann nur die Länge skaliert wird, quasi.

00:34:23 Sprecher 1: Bei anderen ist es so, dass das ganze Volume skaliert wird.

00:34:26 Sprecher 1: Also, es hängt immer von der Form ab.

00:34:28 Sprecher 2: Die erste Form – das ist der Cube.

00:34:30 Sprecher 1: Ja, Cone war das.

00:34:31 Sprecher 2: Cone – ja, pardon. Den Cone würde ich nicht benutzen, weil der eine rundige Form nimmt, und wenn ich sage: „Ich will dieses Level selektieren“, dann nimmt der sowieso auch darunter, ja.

00:34:51 Sprecher 2: So: Ich muss auf eine Achse/Bereich gucken und so eine Gerade haben.

00:34:56 Sprecher 2: Natürlich: Auswahl ist gutes Design, hat damit nichts zu tun, aber ich würde eher Formen benutzen, die das am Rand/unten klar zeigen. (unklar)

00:35:04 Sprecher 1: Ja, ja, sehen kann.

00:35:06 Sprecher 1: Nur um dir mal ein bisschen Hintergrundinfo zu geben: Das ist nach meinem Verständnis in der Ozeanographie häufig verwendet, um irgendwie einen Tiefen-Querschnitt oder sowas zu erstellen.

00:35:15 Sprecher 1: Querschnitt oder sowas zu erstellen.

00:35:16 Sprecher 1: Wenn du jetzt quasi an der Oberfläche anfängst.

00:35:18 Sprecher 2: Das geht um die Schichten von der Erde – das geht nicht um die Scale. (unklar)

00:35:23 Sprecher 2: So, wenn du willst: eine Schicht von der Erde – dafür benutzen die das. (unklar)

00:35:27 Sprecher 1: Darf. (unklar)

00:35:28 Sprecher 1: Ja, genau – deswegen der Hintergrund, warum es diese Form überhaupt gibt im System.

00:35:33 Sprecher 1: Genau. Wie waren denn die verschiedenen visuellen Elemente – also die Achsen und die Labels und so – waren die intuitiv verständlich für dich?

00:35:40 Sprecher 1: OK.

00:35:41 Sprecher 1: OK, das war gut zu verstehen.

00:35:42 Sprecher 2: OK.

00:35:43 Sprecher 2: OK.

00:35:44 Sprecher 2: Wird da gerade auch durch die Erdschichten geforscht – oder nur einfach die Erdzone? (unklar)

00:35:51 Sprecher 2: So, ich meine: die Wetterzone – oder wie heißt das? (unklar)

00:35:55 Sprecher 1: Ja, nee – das spielte da keine Rolle.

00:35:57 Sprecher 1: Es geht mehr um Tiefenzonen gewesen.

00:35:59 Sprecher 1: Also zum Beispiel: Oft wird ja eine Messung von der Oberfläche ausgehend gestartet und dann ist interessant zu sehen: Wie ist der Spread quasi in die Tiefe? Und je tiefer man kommt, desto größer möchte man den umliegenden Bereich vielleicht auch mit einziehen.

00:36:13 Sprecher 1: Ja.

00:36:15 Sprecher 1: OK. Gab es denn während der Simulation Situationen, in denen für dich unklar war, was du als nächstes zu tun hast oder wie ein bestimmtes Ziel zu erreichen ist?

00:36:23 Sprecher 2: Ja, es gab einen Moment, wo ich nicht verstanden habe ... OK. (unklar)

00:36:28 Sprecher 2: OK, soll ich grabben? Soll ich selektieren? Ich hab das am Anfang gemacht, aber ... (unklar)

00:36:38 Sprecher 2: ... den Bereich zu selektieren, das war nicht so schnell für mich. Vielleicht sind andere Leute da geschulter. (unklar)

00:36:45 Sprecher 1: Ja, gut – noch Fragen? (unklar)

00:36:49 Sprecher 1: Ja, was fiel dir insgesamt während der Benutzung am schwersten?

00:36:51 Sprecher 1: Das hast du gerade wahrscheinlich schon beantwortet, aber: OK.

00:36:54 Sprecher 1: Was fiel dir denn während der Benutzung am leichtesten?

00:36:58 Sprecher 2: Am leichtesten: so mit dem Menü umzugehen ist gut.

00:37:03 Sprecher 1: Ja.

00:37:05 Sprecher 2: OK,

00:37:06 Sprecher 2: Nur hätte ich diese „Time Zone/Step“-Sache anders gemacht – vielleicht nicht so Druck, Druck, Druck. Aber sonst ist alles einfacher, glaube ich.

00:37:21 Sprecher 1: OK.

00:37:22 Sprecher 1: OK, perfekt – das war es auch schon von meinen Fragen.

00:37:24 Sprecher 1: Vielen Dank fürs Teilnehmen, vielen Dank für deine Zeit, perfekt.

00:00:00 Sprecher 1: Ja, genau, dann fangen wir einmal an.

00:00:02 Sprecher 1: Ich zeige dir einmal kurz, wie das System im VR zu benutzen ist.

00:00:05 Sprecher 1: Du kannst auch jederzeit Fragen stellen. Du hast, wie gesagt, danach dann auch Zeit, es selber auszuprobieren und auch dabei kannst du deine Fragen stellen.

00:00:13 Sprecher 1: Also erstmal: Hast du die Meta Quest 3 schon mal benutzt?

00:00:16 Sprecher 2: Ich glaube, irgend so eine Meta... da habe ich mal die [Quest] Max, glaube ich, benutzt, ja.

00:00:19 Sprecher 1: Also es ist halt so: Über den Bügel hier hinten kannst du dir einstellen, wie fest es am Kopf sitzt.

00:00:25 Sprecher 1: Hier oben kannst du dann auch

00:00:26 Sprecher 1: noch mal den Bügel hier verstellen. Du trägst keine Brille?

00:00:29 Sprecher 1: OK.

00:00:30 Sprecher 1: Da ist auch ein Brillenabstandshalter dabei.

00:00:31 Sprecher 1: Du kannst auch die Linsendistanz einstellen, wenn dir das ein bisschen zu unscharf sein sollte.

00:00:36 Sprecher 1: Am einfachsten ist es meistens, die erst aufzusetzen und dann hier nachjustieren.

00:00:42 Sprecher 1: OK.

00:00:42 Sprecher 1: Ist es jetzt scharf?

00:00:44 Sprecher 1: Genau. So, und man startet halt erstmal in diesem

00:00:52 Sprecher 1: Eingangslevel. Das ist dafür gedacht, erstmal die grundlegende Navigation in VR

00:00:56 Sprecher 1: zu lernen.

00:00:57 Sprecher 1: Wenn du nach unten schaut, dann kannst du dir auch jederzeit die Keybindings anschauen, was was macht.

00:01:01 Sprecher 1: Für die Bewegung sind erstmal die beiden Sticks am wichtigsten.

00:01:05 Sprecher 1: Mit dem linken rotierst du die Kamera und mit dem rechten bewegst du dich über Teleport-Movement.

00:01:09 Sprecher 1: Die anderen Funktionen sind in dieser Szene hier erstmal blockiert. Dafür müsstest du einmal Start drücken, was dich quasi ins Hauptlevel begibt, und dann sind auch die anderen Keybinds verfügbar.

00:01:18 Sprecher 1: Der wichtigste ist erstmal hier der Y-Knopf.

00:01:22 Sprecher 1: Damit öffnest du das Hauptdateninterface. Das folgt immer der Bewegung deiner linken Hand, ist daran ausgerichtet und in drei Abschnitte unterteilt.

00:01:30 Sprecher 1: Hier ist einmal der Abschnitt Spawn, System und Settings.

00:01:33 Sprecher 1: Im Spawn-Abschnitt kannst du, wie der Name schon sagt, ein neues Datensystem in der Szene erscheinen lassen.

00:01:37 Sprecher 1: Hier wird quasi erstmal die Datenbank ausgewählt, die entsprechende Tabelle aus der Datenbank, und das lässt es dann in der Szene erscheinen.

00:01:44 Sprecher 1: Das ist quasi ein 3D-Koordinatensystem mit drei Achsen: Länge, Breite und Tiefe.

00:01:50 Sprecher 1: Was hier visualisiert wird, sind Temperaturmesswerte mit geolokalisierter Position.

00:01:57 Sprecher 1: Zur Verdeutlichung kann man sich hier auch eine Karte anzeigen lassen, dann wird es vielleicht ein bisschen klarer.

00:02:02 Sprecher 1: Das hier sind zum Beispiel Temperaturmesswerte in diesem Bereich, die am 01.01.1950 gemessen wurden.

00:02:10 Sprecher 2: Wo die Temperaturen stehen? An dem roten Balken?

00:02:13 Sprecher 1: Die Temperaturen kannst du hier an der Skala ablesen, an der Seite.

00:02:16 Sprecher 1: Der rote Balken hier ist die Longitude und

00:02:20 Sprecher 1: Gelb wäre die Latitude.

00:02:24 Sprecher 1: Ich verwechsle das immer im Englischen. Genau: Länge, Breite und in der Z-Achse die Tiefe.

00:02:30 Sprecher 1: Den Wert könntest du eben hier an der Skala ablesen.

00:02:34 Sprecher 2: Und wie jetzt? Aber von wo denn?

00:02:35 Sprecher 2: Also das sind ja jetzt quasi... wozu gehört denn die Temperatur, die an der Skala steht?

00:02:41 Sprecher 1: Das sind Messproben, die an dieser Stelle genommen wurden.

00:02:45 Sprecher 1: Welche denn?

00:02:46 Sprecher 1: Ich...

00:02:47 Sprecher 1: Ich weiß nicht genau. Das ist quasi eine Datenbank, die verschiedene Expeditionen, in denen solche Proben genommen wurden, in einer Datenbank kompiliert.

00:02:54 Sprecher 1: Das heißt, für mich ist jetzt unklar, aus welcher Expedition die genau stammen.

00:02:59 Sprecher 2: Du hast quasi so drei Dimensionen, aber für welche ist jetzt... du hast nur eine Temperatur quasi?

00:03:06 Sprecher 2: Ja, weißt du nicht, was ich meine?

00:03:08 Sprecher 1: Nee, kann ich dir gerade nicht folgen.

00:03:10 Sprecher 2: Okay, nicht schlimm.

00:03:11 Sprecher 1: Das heißt, du kannst es dir so vorstellen: Es gab halt verschiedene Expeditionen. Leute sind mit Schiffen rumgefahren und haben halt

00:03:16 Sprecher 1: an verschiedenen Orten im Meer quasi eine Sonde über Bord geworfen, die abgesenkt wurde und in verschiedenen Tiefen Wasserproben genommen hat.

00:03:24 Sprecher 1: Diese Proben sind analysiert worden, der Temperaturgehalt ist aufgeschrieben worden und wurde später in eine Datenbank kompiliert.

00:03:30 Sprecher 1: Und diese Punkte siehst du hier quasi vor dir.

00:03:32 Sprecher 1: Es wird vielleicht ein bisschen deutlicher, wenn man noch mehr Punkte lädt.

00:03:38 Sprecher 1: Genau. Also hier kann man halt... das Ganze hat eine Zeitkomponente, die du halt über diesen Slider beispielsweise auswählen könntest oder hier rechts auch über einen Kalender.

00:03:46 Sprecher 1: Und hier zum Beispiel wären das die Messwerte um 1960. Und wenn du hier halt schaut, sieht man hier immer das Tiefenprofil sehr deutlich.

00:03:57 Sprecher 1: Es wurden halt an dieser Stelle quasi Messproben in absteigender Tiefe genommen. Das ist halt westlich von Südamerika, da wurden mehrere verschiedene Messungen gemacht.

00:04:11 Sprecher 2: Es muss ja so sein,

00:04:14 Sprecher 2: diese Tiefenachse ist bestimmt irgendwie größer. Das ist ja klar, die Tiefenachse ist hochskaliert.

00:04:19 Sprecher 1: Wenn es 1 zu 1 wäre, dann würde die wahrscheinlich hier so ungefähr aufhören.

00:04:25 Sprecher 1: Das ist halt das Problem: Der Erdumfang sind ungefähr 40.000 Kilometer, die maximale Meerestiefe sind 11 Kilometer.

00:04:31 Sprecher 1: Das heißt, es ist leider ein bisschen höher skaliert für solche Daten.

00:04:37 Sprecher 1: Ja, gut, ich mache mal weiter.

00:04:40 Sprecher 1: Genau.

00:04:41 Sprecher 1: Hier gibt es einmal die manuelle Zeitauswahl.

00:04:42 Sprecher 1: Du hast auch die Möglichkeit, quasi in Schritten durch diesen Datensatz zu iterieren.

00:04:46 Sprecher 1: Den genauen Zeitschritt könntest du hier festlegen in der 'Per Timestep'-Row. Und den Zeitschritt auslösen könntest du dann hier über 'Do Timestep'.

00:05:00 Sprecher 1: Per Timestep legt quasi fest, in welchen Schritten durch den Datensatz iteriert werden soll, zum Beispiel hier in Steps.

00:05:05 Sprecher 2: In was wird denn iteriert? Geht das dann automatisch? Läuft das automatisch ab?

00:05:09 Sprecher 1: Genau, ja, das läuft automatisch in geordneter Reihenfolge nach Datum ab.

00:05:12 Sprecher 1: Du könntest auch sagen: 'Einen Monat', dann würden alle Werte eines Monats geladen werden.

00:05:17 Sprecher 1: Du siehst, da ist ein bisschen mehr geladen.

00:05:20 Sprecher 2: OK.

00:05:22 Sprecher 1: Und ja, wie gesagt, das Ganze kannst du auch automatisch über Autoplay machen.

00:05:26 Sprecher 1: Genau. Dann noch der Settings-Tab. Zum Beispiel,

00:05:29 Sprecher 1: wenn dich das Tutorial stört, wenn du nach unten schaut, dann hättest du hier die Möglichkeit, das auszustellen. Ein paar andere Settings gibt es ja auch noch, aber das ist mehr persönliche Präferenz.

00:05:37 Sprecher 1: Dann hast du gerade schon gesehen: Es ist ja auch möglich, in VR mit dem System zu interagieren.

00:05:41 Sprecher 1: Das funktioniert über die Grip-Buttons.

00:05:43 Sprecher 1: Mit dem linken Button kannst du das System greifen. Wenn du dazu noch den rechten Button drückst und deine Hände zusammen oder auseinander bewegst, kannst du das System skalieren.

00:05:53 Sprecher 1: Genau. Dann wichtig sind noch die Selektionstools. Die kannst du über den A-Knopf aufrufen, das öffnet dieses Panel.

00:05:59 Sprecher 1: Und das erlaubt dir quasi, eine Form für jede Hand zu selektieren, beispielsweise in der rechten Hand die Box.

00:06:06 Sprecher 1: Das funktioniert einhändig oder zweihändig.

00:06:09 Sprecher 1: Wenn du eine Form auswählst, dann wird genau das selektiert, was sich innerhalb dieser Form befindet, beispielsweise so.

- 00:06:15 Sprecher 1:** Du siehst, es wird farblich markiert und du bekommst eine Übersicht über die selektierten Daten.
- 00:06:20 Sprecher 1:** Funktioniert auch zweihändig. Wenn du zwei Formen auswählst, dann wird genau das selektiert, was sich in der Überschneidung der Formen befindet.
- 00:06:28 Sprecher 1:** Gut,
- 00:06:28 Sprecher 1:** soviel dazu zum Tutorial.
- 00:06:30 Sprecher 1:** Dann kannst du gerne einmal das System testen, wenn du möchtest.
- 00:06:34 Sprecher 1:** Ist das so weit?
- 00:06:35 Sprecher 1:** So genau, so ist es gut, ja.
- 00:07:14 Sprecher 1:** Das ist gut.
- 00:07:16 Sprecher 2:** Geht.
- 00:07:16 Sprecher 1:** Okay, dann hier einmal den linken und einmal den rechten Stick.
- 00:08:24 Sprecher 1:** Genau, das funktioniert da noch nicht.
- 00:08:26 Sprecher 1:** Du musst jetzt einmal auf Start drücken, dann kommst du ins Hauptlevel und da sind dann alle Funktionen verfügbar.
- 00:08:32 Sprecher 1:** Genau, du siehst da diese sieben Blöcke. Das ist, weil du in der Theorie sieben Systeme gleichzeitig in der Szene haben könntest. Du wirst jetzt wahrscheinlich nur eins brauchen, aber dafür sind die da.
- 00:08:52 Sprecher 2:** Was ist Scale?
- 00:08:53 Sprecher 1:** Scale wäre für die VR-Interaktion.
- 00:08:55 Sprecher 1:** Wenn du gleich ein System hast, dann könntest du eben mit Grab auf der linken Seite das System erst greifen und dann kannst du quasi auf den zweiten Knopf noch drücken, um es zu skalieren.
- 00:09:03 Sprecher 2:** OK.
- 00:09:04 Sprecher 1:** Genau, das war dieses Auseinanderziehen oder Zusammenschieben quasi.
- 00:09:19 Sprecher 2:** Was ist Spawn?
- 00:09:20 Sprecher 2:** Einfach...
- 00:09:21 Sprecher 1:** Genau, Spawn zeigt dir erstmal die Datenbanken an.
- 00:09:25 Sprecher 1:** Wenn du die anklickst, öffnest du sie und das sind jetzt alle verfügbaren Tabellen. Das wird für die Studie reduziert, aber
- 00:09:30 Sprecher 1:** das hier wäre zum Beispiel die Temperaturtabelle.
- 00:09:32 Sprecher 2:** Kann ich die auch wieder despawnen?
- 00:09:34 Sprecher 1:** Kannst du auch, ja, das ist unten links über den Button 'Despawn'.
- 00:09:39 Sprecher 2:** Was sind das für verschiedene Dinger, die spawnen könnten?
- 00:09:46 Sprecher 1:** Genau. Immer, wenn du ein System spawnst, wird es dir dann als 'Active' angezeigt. Falls du mehrere hast, ist das dafür da, um zwischen den verschiedenen Systemen auswählen zu können.
- 00:10:14 Sprecher 1:** Wir spawnen einmal die Temperaturtabelle und dann probierst du am besten einmal die Zeitselektion aus.
- 00:10:21 Sprecher 1:** Das wäre, glaube ich, gut, wenn du dir das einmal anschaut, wie das funktioniert.
- 00:10:26 Sprecher 1:** Genau, du kannst halt über diesen Slider erstmal eine grobe Vorauswahl machen. Du siehst das Datum schon an dem Slider angezeigt und kannst dann auch über die Buttons daneben noch eine genauere Auswahl machen.
- 00:10:44 Sprecher 1:** Am genauesten ist da natürlich der Kalender, die Kalenderauswahl direkt nebendran.
- 00:10:48 Sprecher 1:** Da kannst du das genaue Datum präzise festlegen.
- 00:10:53 Sprecher 1:** Der Slider hat für jedes verschiedene Datum quasi einen Eintrag.
- 00:10:58 Sprecher 1:** Das heißt, der Slider geht über Tausende von Werten.
- 00:11:01 Sprecher 1:** Daher ist eine ganz genaue Auswahl nur darüber nicht möglich.
- 00:11:06 Sprecher 2:** Und hier natürlich, ja, Auswahl.
- 00:11:10 Sprecher 1:** Vielleicht auch nicht ganz.
- 00:11:11 Sprecher 1:** Du musst nicht komplett die Achse greifen, sondern du kannst auch hier schon an der Position greifen und es würde trotzdem schon das System aufnehmen.
- 00:11:22 Sprecher 2:** Muss ich das Menü erst schließen oder...?
- 00:11:23 Sprecher 1:** Vielleicht bist du noch ein Stück zu weit weg. Ein kleines Stück näher dran, du kannst dich auch noch ein Stück weiter nach vorne teleportieren.
- 00:11:29 Sprecher 1:** Ach so, ja, stimmt. Genau, drückst du den Grip-Button.
- 00:11:43 Sprecher 2:** Ach so.
- 00:11:44 Sprecher 1:** Da ist ein kleiner Radius um das System herum, in dem du greifen kannst, und da würdest du das System schon aufnehmen.
- 00:11:55 Sprecher 1:** Das heißt, du musst nicht direkt eine Achse greifen.
- 00:12:02 Sprecher 2:** OK.
- 00:12:05 Sprecher 2:** Wie hättest du das denn gemacht, dass man hier die Karte sieht?
- 00:12:13 Sprecher 1:** Dafür musst du einmal unten rechts im UI-Button
- 00:12:16 Sprecher 1:** klicken, ganz unten rechts den Pfeil. Genau, dann bekommst du auch die zweite Seite.
- 00:12:21 Sprecher 1:** Ich glaube, das
- 00:12:22 Sprecher 1:** geht ein Stück mit der linken Hand zur Seite, am besten.
- 00:12:25 Sprecher 1:** Das überlappt, glaube ich.
- 00:12:28 Sprecher 1:** Und dann unten bei 'Mesh Opacity': Wenn du den Slider einmal hochstellst, dann wird dir die Karte angezeigt.
- 00:12:47 Sprecher 2:** Okay.
- 00:12:47 Sprecher 2:** Soll ich noch irgendwas ausprobieren?
- 00:12:49 Sprecher 1:** Du könntest einmal einen manuellen Zeitschritt auslösen, beispielsweise.
- 00:12:53 Sprecher 3:** Warte mal, ach.
- 00:12:59 Sprecher 2:** So, ich müsste auf Play drücken, dann läuft der da so ein bisschen?
- 00:13:01 Sprecher 1:** Ja, Play wäre der automatische Zeitschritt.
- 00:13:03 Sprecher 2:** Ja, okay.
- 00:13:04 Sprecher 2:** Genau.
- 00:13:06 Sprecher 1:** Einen manuellen Zeitschritt würdest du quasi über die
- 00:13:08 Sprecher 1:** Zeile darüber machen, über 'Do Timestep' mit den Buttons in der Zeile.
- 00:13:12 Sprecher 1:** Ach so, warte mal. Genau, damit konfigurierst du quasi den Zeitschritt, der ausgeführt wird, und damit führst du ihn dann wirklich aus.
- 00:13:20 Sprecher 2:** Bezieht sich das auch auf den Autoplay?
- 00:13:22 Sprecher 1:** Das ist genau die gleiche Selektion dafür.
- 00:13:24 Sprecher 1:** Genau. Was du dir dann noch einmal kurz anschauen könntest, wären die Selektionstools, wenn du an der rechten Hand einmal den A-Knopf
- 00:13:43 Sprecher 2:** drückst.
- 00:13:45 Sprecher 1:** Mhm, genau, dann vielleicht die einmal ausprobieren.
- 00:14:24 Sprecher 1:** Ja, meinst du, du hast die Steuerung so weit verinnerlicht?
- 00:14:27 Sprecher 1:** Würdest du gerne mit den Aufgaben anfangen oder brauchst du noch Zeit zum Testen?
- 00:14:31 Sprecher 2:** Ja, also wenn das nachher nicht zu zeitkritisch ist, dann denke ich, können wir anfangen.
- 00:14:35 Sprecher 1:** Alles klar, gut, dann stelle ich einmal neu ein.
- 00:14:38 Sprecher 1:** Bitte drück noch nicht auf Start.
- 00:14:39 Sprecher 1:** Ich lese dir erst einmal die Aufgaben vor, die sind teilweise ein bisschen länger.
- 00:14:44 Sprecher 1:** Wenn du noch mal eine Erinnerung brauchst, dann kannst du mich auch gerne jederzeit fragen, wie die Aufgabe genau gestellt war.
- 00:14:50 Sprecher 1:** Die erste Aufgabe wäre: Den 01.06.1960 auswählen und einen manuellen Zeitschritt auslösen.
- 00:14:56 Sprecher 1:** Wenn du bereit bist, dann kannst du gerne auf Start drücken und damit anfangen.
- 00:14:59 Sprecher 2:** 01. Juni 1960. Genau, einen Zeitschritt auslösen.
- 00:15:04 Sprecher 2:** Genau, OK. Dann los.
- 00:15:05 Sprecher 1:** Ja, du musst ein bisschen näher ran.
- 00:15:09 Sprecher 1:** Die haben leider nicht so eine große Interaktionsdistanz.
- 00:15:15 Sprecher 2:** Ich brauche die gar nicht alle, die Formen, oder?
- 00:15:49 Sprecher 1:** Dann geht's zur zweiten Aufgabe.
- 00:15:51 Sprecher 2:** Ach nee, Entschuldigung.
- 00:15:52 Sprecher 2:** Darf ich es noch mal versuchen?
- 00:15:55 Sprecher 2:** Ich habe...
- 00:15:56 Sprecher 1:** Ja, probier es noch mal.
- 00:15:58 Sprecher 2:** Ja, wenigstens das richtige Datum mal auszuwählen.
- 00:16:12 Sprecher 2:** So, was hattest du für ein Datum?
- 00:16:14 Sprecher 1:** Erster Juni, genau, 01. Juni 1960.
- 00:16:46 Sprecher 1:** Gut, zur zweiten Aufgabe.
- 00:16:47 Sprecher 1:** Die zweite Aufgabe wäre: Den 11.12.1982 aufrufen und dann alle Elemente unter 2.500 Metern mit der zweihändigen Auswahl selektieren.
- 00:16:59 Sprecher 1:** Wenn du bereit bist, dann gerne wieder auf Start.

00:17:01 Sprecher 2: Ich darf während der Aufgabe noch fragen?

00:17:03 Sprecher 1: Ja, klar, kannst jederzeit fragen.

00:17:19 Sprecher 2: So, was für ein Datum war das?

00:17:20 Sprecher 1: Das war der 11. Dezember 1982.

00:17:24 Sprecher 1: Elfter.

00:17:38 Sprecher 2: Dezember.

00:17:50 Sprecher 2: So.

00:17:51 Sprecher 1: Dann alle Elemente unter 2.500 Metern mit der zweihändigen Auswahl selektieren.

00:17:59 Sprecher 2: Unter 2.500?

00:18:00 Sprecher 2: Genau, ja.

00:18:02 Sprecher 2: Okay.

00:18:29 Sprecher 2: Also zweihändig heißt jetzt aber nicht, dass ich zwei verschiedene Formen benutzen muss, oder?

00:18:33 Sprecher 1: Doch, genau.

00:18:34 Sprecher 1: Das heißt quasi, eine Form für beide Hände auswählen.

00:18:38 Sprecher 2: Okay.

00:18:45 Sprecher 2: Was ist Capsule?

00:18:46 Sprecher 1: Kapsel anklicken, dann siehst du es.

00:18:49 Sprecher 1: Du kannst im Grunde egal welche Form verwenden. Du kannst nehmen, was immer du denkst, dass es am besten passt.

00:19:13 Sprecher 2: Gibt es irgendwie einen Weg, das Menü zu verschieben?

00:19:15 Sprecher 1: Oben ist so ein kleiner Grip.

00:19:17 Sprecher 1: Genau, den kannst du einmal drücken, dann kannst du dich zur Seite positionieren.

00:19:20 Sprecher 1: Es wird am Sichtfeld ausgerichtet, deswegen kriegst du es nicht ganz zur Seite.

00:19:26 Sprecher 3: Das ist zu viel.

00:19:31 Sprecher 2: Ach so, ich muss ja die Überschneidung haben.

00:19:32 Sprecher 1: Genau, ja.

00:19:43 Sprecher 1: Dann drück noch mal den A-Knopf.

00:19:45 Sprecher 1: Genau. Ja, das war es auch schon zu der Aufgabe.

00:19:46 Sprecher 1: Dann die dritte und letzte: Das wäre einmal den 06.04.1966 aufrufen und alle Elemente unter 3.333 Metern mit der einhändigen Auswahl auswählen.

00:19:54 Sprecher 1: Wenn du bereit bist, dann gerne wieder auf Start.

00:20:27 Sprecher 1: Der 06. April 1966, so.

00:22:06 Sprecher 1: Unter 3.333 Metern.

00:22:16 Sprecher 1: Sicher? Mhm. Dann kannst du gerne das VR-Headset wieder abnehmen.

00:22:29 Sprecher 1: Vielen Dank dafür.

00:22:31 Sprecher 1: Und dann abschließend noch zwei Fragebögen für dich.

00:22:33 Sprecher 1: Das hier wäre Produkt Nummer 1.

00:25:03 Sprecher 1: Alles gut, und dann noch einmal diesen Fragebogen.

00:25:06 Sprecher 1: Da wäre es gut, wenn du den möglichst intuitiv ausfüllst.

00:25:09 Sprecher 1: Also eigentlich einfach das ankreuzen, was du meinst, was als Erstes zutrifft, und am besten nicht allzu lange darüber nachdenken.

00:28:04 Sprecher 1: Dann hätte ich noch ein paar kurze Fragen für dich.

00:28:07 Sprecher 1: Die erste wäre: Waren denn die verschiedenen visuellen Elemente wie Achsen, Label et cetera intuitiv verständlich oder musstest du überlegen, wie diese zu interpretieren sind?

00:28:20 Sprecher 2: Ja, also ich meine, ich habe dich ja schon gefragt. Sonst wäre mir das vielleicht nicht sofort klar gewesen.

00:28:27 Sprecher 2: Ja, nee, also es braucht vielleicht schon eine gewisse Erklärung.

00:28:29 Sprecher 1: Meinst du, ohne Erklärung wäre es nicht verständlich gewesen, was visualisiert wird?

00:28:30 Sprecher 1: Nee, nicht unbedingt, nicht direkt, wahrscheinlich nicht.

00:28:35 Sprecher 1: Gab es denn während der Simulation Situationen, in denen völlig unklar war, was als Nächstes zu tun ist oder wie ein bestimmtes Ziel zu erreichen ist?

00:28:42 Sprecher 2: Nee, eigentlich eher nicht, das ging schon.

00:28:52 Sprecher 1: OK. Also waren alle Features intuitiv verständlich?

00:28:53 Sprecher 1: Ich... vielleicht das mit diesen Zeitschritten wäre vielleicht nicht sofort klar gewesen. Ach so, und die Überschneidung mit den Auswahltools.

00:28:54 Sprecher 1: Dass du da so eine Überschneidung hast, das wäre vielleicht nicht intuitiv klar gewesen.

00:29:06 Sprecher 2: Also ja, ich glaube, das war nicht unbedingt intuitiv und vielleicht auch diese Zeitschritte nicht.

00:29:19 Sprecher 2: Gut, was fiel dir denn während der Benutzung am schwersten?

00:29:26 Sprecher 1: Ich fand es eigentlich insgesamt jetzt nicht super schwer. Ich weiß gar nicht... am schwersten?

00:29:47 Sprecher 2: Also halt diesen Slider, den konnte man nicht gut benutzen, würde ich sagen, um das genaue Datum zu treffen. Man musste dann doch den Kalender benutzen.

00:29:54 Sprecher 2: Ja, vielleicht das. Aber ansonsten ging alles irgendwie gut.

00:30:01 Sprecher 2: Was war für dich am leichtesten zu benutzen?

00:30:04 Sprecher 2: Na zum Beispiel das Grabben der Achsen des Koordinatensystems.

00:30:07 Sprecher 1: Das ging... auch die Navigation, also das Rumteleportieren und so, das ging auch klar.

00:30:11 Sprecher 2: Ja, vielleicht war das Grabben und Skalieren am leichtesten.

00:30:16 Sprecher 2: OK, klasse, das war es auch schon.

00:30:24 Sprecher 2: Vielen Dank für die Teilnahme.

00:30:28 Sprecher 1: Jo.

00:30:29 Sprecher 1: (Ende des Transkripts)

00:00:00 Sprecher 1: Gut, dann zeige ich dir einmal kurz, wie das System zu benutzen ist.

00:00:04 Sprecher 1: Das hier ist die Meta Quest 3. Du kannst die Brille hinten noch enger oder weiter stellen.

00:00:10 Sprecher 2: Okay.

00:00:12 Sprecher 1: Du kannst währenddessen jederzeit Fragen stellen.

00:00:15 Sprecher 2: Alles klar.

00:00:18 Sprecher 1: Genau. Man startet hier in diesem Eingangslevel.

00:00:22 Sprecher 1: Die meisten Funktionen sind hier noch nicht aktiv, das ist erst mal dafür da, die Steuerung kurz kennenzulernen.

00:00:29 Sprecher 1: Wenn du nach unten schaust, bekommst du die Keybindings angezeigt.

00:00:34 Sprecher 2: Ah ja, ich sehe das.

00:00:37 Sprecher 1: Mit dem linken Stick kannst du dich drehen. Mit dem rechten Controller funktioniert die Bewegung über Teleportation.

00:00:45 Sprecher 2: Also nicht frei laufen, sondern immer springen?

00:00:49 Sprecher 1: Genau. Das ist in diesem Projekt so umgesetzt, damit einem möglichst nicht schlecht wird.

00:00:56 Sprecher 2: Okay, ergibt Sinn.

00:00:59 Sprecher 1: Über Start kommst du gleich in das Hauptlevel.

00:01:04 Sprecher 1: Dort kannst du mit Y das Hauptinterface öffnen.

00:01:08 Sprecher 1: Das Interface folgt immer deiner linken Hand.

00:01:12 Sprecher 2: Okay, also wenn ich die Hand wegnehme, wandert das Menü mit.

00:01:16 Sprecher 1: Genau. Falls du es mal nicht siehst, ist es meistens irgendwo an deiner linken Hand.

00:01:22 Sprecher 1: Das Menü ist in mehrere Bereiche aufgeteilt. Im Spawn-Bereich kannst du ein neues System in der Szene erscheinen lassen.

00:01:30 Sprecher 1: Hier werden Datenbanken und Tabellen angezeigt. Für diese Studie gibt es aber nur die relevante Temperaturtabelle.

00:01:39 Sprecher 2: Temperaturtabelle heißt, jeder Punkt ist dann eine Temperaturmessung?

00:01:44 Sprecher 1: Genau. Jeder Punkt hat eine Position, eine Tiefe und einen Temperaturwert.

00:01:50 Sprecher 1: Die Temperatur wird über Farbe, Größe und Transparenz der Partikel dargestellt.

00:01:56 Sprecher 2: Partikel sind einfach die Punkte?

00:01:59 Sprecher 1: Ja, genau, die Datenpunkte.

00:02:03 Sprecher 1: Im System-Bereich kannst du dann das Datum einstellen.

00:02:08 Sprecher 1: Hier oben ist die Zeitslektion, und darunter sind die Einstellungen für Zeitschritte.

00:02:14 Sprecher 2: Zeitschritt heißt, ich springe in der Zeit weiter?

00:02:18 Sprecher 1: Genau. Du legst hier fest, wie groß dieser Schritt sein soll, und kannst ihn dann manuell auslösen.

00:02:26 Sprecher 1: Oder du kannst das automatisch laufen lassen, also Autoplay.

00:02:31 Sprecher 2: Okay. Und wenn es nicht für jeden Tag Daten gibt?

00:02:35 Sprecher 1: Dann werden entsprechend Daten übersprungen. Der Datensatz hat nicht für jedes Datum Messwerte.

00:02:43 Sprecher 2: Achso, deshalb ist das so aufgebaut.

00:02:47 Sprecher 1: Genau.

00:02:50 Sprecher 1: Im Settings-Tab gibt es allgemeine Einstellungen. Für dich ist vor allem das Karten-Overlay interessant.

00:02:58 Sprecher 1: Wenn du die Map Opacity erhöhst, bekommst du eine Karte als Orientierung eingeblendet.

00:03:05 Sprecher 2: Sehr hilfreich.

00:03:10 Sprecher 1: Ja.

00:03:14 Sprecher 1: Du kannst auch direkt mit dem Koordinatensystem interagieren.

00:03:19 Sprecher 1: Mit dem linken Grip-Button kannst du das System greifen.

00:03:24 Sprecher 1: Wenn du es greifst und zusätzlich den rechten Grip-Button drückst, kannst du es skalieren.

00:03:31 Sprecher 2: Also mit beiden Händen größer oder kleiner ziehen?

00:03:35 Sprecher 1: Genau, das skaliert basierend auf dem Abstand zwischen den Händen.

00:03:42 Sprecher 2: Okay.

00:03:47 Sprecher 1: Wichtig sind außerdem noch die Selektionstools.

00:03:52 Sprecher 1: Die kannst du mit dem A-Knopf aufrufen. Dann öffnet sich ein eigenes Panel.

00:03:58 Sprecher 1: Du stellst dort ein, welche Form an welcher Hand benutzt werden soll, etwa Box oder Kugel.

00:04:05 Sprecher 1: Wenn du nur eine Form auswählst, wird alles selektiert, was innerhalb dieser Form liegt.

00:04:12 Sprecher 1: Wenn du zwei Formen auswählst, zählt nur die Überschneidung beider Formen.

00:04:18 Sprecher 2: Also nur da, wo sie sich überlappen?

00:04:21 Sprecher 1: Genau. Bestätigt wird die Auswahl wieder mit A.

00:04:27 Sprecher 1: Gut, so viel erst einmal zum Tutorial.

00:04:31 Sprecher 1: Dann kannst du jetzt gerne das System frei ausprobieren.

00:04:35 Sprecher 1: Drück einmal auf Start.

00:04:43 Sprecher 2: Jetzt bin ich drin.

00:04:46 Sprecher 1: Genau, jetzt kannst du mit Y das Interface öffnen.

00:04:53 Sprecher 2: Ah, da ist es.

00:04:56 Sprecher 2: Das hängt ziemlich an meiner Hand.

00:04:59 Sprecher 1: Ja, genau. Wenn es stört, kannst du die Hand etwas zur Seite nehmen.

00:05:07 Sprecher 2: Okay. Spawn ist dann hier?

00:05:10 Sprecher 1: Genau, da kannst du die Temperaturtabelle laden.

00:05:21 Sprecher 2: Jetzt sind die Punkte da.

00:05:24 Sprecher 2: Das ist schon ziemlich viel auf einmal.

00:05:28 Sprecher 1: Ja, es sind viele Messwerte. Du kannst erst mal mit der Karte die Orientierung verbessern.

00:05:39 Sprecher 2: Wo war die Karte?

00:05:41 Sprecher 1: Im Settings-Tab. Unten rechts kommst du auf die zweite Seite.

00:05:48 Sprecher 1: Genau, und dann bei Map Opacity den Slider hochstellen.

00:06:02 Sprecher 2: Ah ja, jetzt sieht man es. Das macht viel mehr Sinn.

00:06:08 Sprecher 2: Das ist dann global, nicht nur ein bestimmter Ozean?

00:06:12 Sprecher 1: Genau, die Daten sind global verteilt.

00:06:20 Sprecher 2: Ich versuche mal, das System zu greifen.

00:06:36 Sprecher 2: Muss ich direkt an der Achse greifen?

00:06:39 Sprecher 1: Nicht direkt. Es gibt einen kleinen Bereich um das System, in dem es auch funktioniert.

00:06:47 Sprecher 2: Ah, jetzt habe ich es.

00:06:51 Sprecher 2: Das Drehen ist eigentlich ganz gut.

00:06:56 Sprecher 1: Du kannst es auch skalieren, wenn du möchtest.

00:07:07 Sprecher 2: Ja, okay. So sehe ich die Tiefe besser.

00:07:14 Sprecher 2: Und die Farben sind Temperatur?

00:07:17 Sprecher 1: Genau, anhand der Legende kannst du die Temperatur einschätzen.

00:07:26 Sprecher 2: Okay.

00:07:31 Sprecher 1: Schau dir vielleicht einmal die Zeitauswahl an.

00:07:38 Sprecher 2: Das ist hier System?

00:07:40 Sprecher 1: Genau.

00:07:45 Sprecher 2: Da gibt es einen Slider und dann noch mehrere Knöpfe. Das ist ein bisschen viel.

00:07:51 Sprecher 1: Der Slider ist eher für eine grobe Auswahl. Für ein genaues Datum ist die Kalenderauswahl daneben besser.

00:08:00 Sprecher 2: Okay, weil sonst rutscht man wahrscheinlich vorbei.

00:08:03 Sprecher 1: Genau.

00:08:07 Sprecher 1: Du kannst einmal einen manuellen Zeitschritt auslösen.

00:08:13 Sprecher 2: Ist das Play?

00:08:15 Sprecher 1: Play wäre Autoplay. Der manuelle Zeitschritt ist in der Zeile darüber.

00:08:22 Sprecher 1: Da gibt es Buttons für vorwärts und rückwärts.

00:08:27 Sprecher 2: Ah, jetzt sehe ich es.

00:08:34 Sprecher 2: Ich habe gedrückt, aber ich weiß nicht, ob sich etwas geändert hat.

00:08:39 Sprecher 1: Es kann etwas subtil sein, aber der Schritt wurde ausgelöst.

00:08:47 Sprecher 1: Dann könntest du noch einmal die Selektionstools ausprobieren.

00:08:52 Sprecher 2: Das war A, oder?

00:08:54 Sprecher 1: Genau.

00:09:02 Sprecher 2: Jetzt ist das Fenster genau vor den Punkten.

00:09:06 Sprecher 1: Ja, das kann passieren. Du kannst oben an dem Grip das Panel etwas verschieben.

00:09:13 Sprecher 2: So ganz weg bekomme ich es aber nicht.

00:09:17 Sprecher 1: Nicht komplett, weil es sich am Sichtfeld orientiert. Aber zur Seite sollte es etwas gehen.

00:09:27 Sprecher 2: Okay, jetzt passt es eher.

00:09:32 Sprecher 2: Was ist Capsule?

00:09:34 Sprecher 1: Das ist eine Kapsel-Form. Du kannst sie einfach anklicken, dann siehst du die Form an der Hand.

00:09:43 Sprecher 2: Ah, okay. Box ist für mich einfacher zu verstehen.

00:09:48 Sprecher 1: Du kannst jede Form verwenden, die dir für die Aufgabe passend erscheint.

00:10:00 Sprecher 2: Wenn ich A drücke, werden die Punkte markiert?

00:10:03 Sprecher 1: Ja, genau.

00:10:09 Sprecher 2: Okay, die Farbe ändert sich.

00:10:15 Sprecher 1: Genau, daran siehst du die Auswahl.

00:10:22 Sprecher 1: Meinst du, du hast die Bedienung so weit verstanden, dass wir mit den Aufgaben anfangen können?

00:10:29 Sprecher 2: Ja, ich glaube schon.

00:10:33 Sprecher 1: Alles klar. Dann stelle ich einmal neu ein.

00:10:38 Sprecher 1: Bitte drück noch nicht auf Start. Ich sage dir erst die Aufgabe.

00:10:43 Sprecher 1: Wenn du eine Erinnerung brauchst, kannst du jederzeit fragen.

00:10:48 Sprecher 1: Die erste Aufgabe ist, das Datum 01.06.1960 einzustellen und danach einmal den manuellen Zeitschritt zu starten.

00:10:56 Sprecher 1: Wenn du bereit bist, kannst du auf Start drücken.

00:11:00 Sprecher 2: 01. Juni 1960 und dann ein manueller Schritt.

00:11:04 Sprecher 1: Genau.

00:11:12 Sprecher 2: Ich bin wieder drin.

00:11:16 Sprecher 2: Erst Menü öffnen.

00:11:24 Sprecher 2: Datum war Juni, also 06.

00:11:29 Sprecher 1: Genau, erster Juni 1960.

00:11:43 Sprecher 2: Ich nehme lieber den Kalender, der Slider ist zu grob.

00:11:55 Sprecher 2: So, 1960, Juni, erster.

00:12:01 Sprecher 1: Genau.

00:12:06 Sprecher 2: Und jetzt der manuelle Schritt war nicht Play.

00:12:10 Sprecher 1: Richtig, die Zeile darüber.

00:12:18 Sprecher 2: Okay, gedrückt.

00:12:20 Sprecher 1: Gut, das war die erste Aufgabe.

00:12:26 Sprecher 1: Dann kommt die zweite Aufgabe. Dieses Mal den 06.04.1966 aufrufen.

00:12:33 Sprecher 1: Danach sollen die Elemente tiefer als 3.333 Meter mit einer einhändigen Auswahl markiert werden.

00:12:42 Sprecher 2: 06. April 1966, unter 3333 Meter, eine Hand.

00:12:48 Sprecher 1: Genau. Wieder auf Start, wenn du bereit bist.

00:13:01 Sprecher 2: Jetzt wieder Datum.

00:13:14 Sprecher 2: 1966, April, sechster.

00:13:21 Sprecher 2: Ich muss kurz schauen, ob das System schon gespawnt ist.

00:13:25 Sprecher 1: Ja, einmal die Temperaturtabelle laden.

00:13:38 Sprecher 2: Unter 3333 heißt dann tiefer als dieser Wert?

00:13:42 Sprecher 1: Genau, entlang der Tiefenachse nach unten.

00:13:51 Sprecher 2: Okay. Ich öffne die Auswahl.

00:14:02 Sprecher 2: Das Panel ist wieder ein bisschen im Weg.

00:14:05 Sprecher 1: Du kannst es oben greifen oder das System etwas drehen.

00:14:14 Sprecher 2: So geht es.

00:14:20 Sprecher 2: Einhändig heißt nur rechts eine Form?

00:14:23 Sprecher 1: Ja, genau, eine Form reicht.

00:14:36 Sprecher 2: Ich nehme Box, das ist am einfachsten.

00:14:49 Sprecher 2: Die Grenze ist nicht ganz exakt zu sehen.

00:14:53 Sprecher 1: Okay.

00:15:01 Sprecher 2: Dann drücke ich A.

00:15:03 Sprecher 1: Ja, das passt.

00:15:08 Sprecher 1: Dann kommt die dritte und letzte Aufgabe.

00:15:12 Sprecher 1: Stell den 11.12.1982 ein und markiere anschließend die Punkte tiefer als 2.500 Meter mit der zweihändigen Auswahl.

00:15:23 Sprecher 2: Also jetzt 11. Dezember 1982 und zwei Hände.

00:15:28 Sprecher 1: Genau, und unter 2500 Metern.

00:15:34 Sprecher 2: OK,

00:15:44 Sprecher 2: Ich stelle zuerst das Datum ein.

00:16:01 Sprecher 2: 1982, Dezember, elfter.

00:16:08 Sprecher 1: Genau.

00:16:15 Sprecher 2: Und jetzt unter 2500.

00:16:20 Sprecher 1: Genau.

00:16:31 Sprecher 2: Zweihändig war mit Überschneidung.

00:16:34 Sprecher 1: Ja.

00:16:43 Sprecher 2: Ich glaube, ich brauche zwei Boxen.

00:16:48 Sprecher 1: Du kannst zwei beliebige Formen auswählen, ja.

00:17:01 Sprecher 2: Okay, jetzt habe ich links und rechts eine.

00:17:12 Sprecher 2: Ich muss die also so halten, dass der gemeinsame Bereich über den Punkten liegt.

00:17:17 Sprecher 1: Ja, genau.

00:17:30 Sprecher 2: Das ist ein bisschen fummelig, weil das Menü davor ist.

00:17:34 Sprecher 1: Ja, versuch einmal, das Panel noch etwas zur Seite zu schieben.

00:17:44 Sprecher 2: So müsste es gehen.

00:17:48 Sprecher 2: Ich drücke A.

00:17:51 Sprecher 1: Genau, das war es auch schon.

00:17:56 Sprecher 2: Okay, die zweihändige Auswahl ist schon komplizierter.

00:18:00 Sprecher 1: Ja, die ist etwas anspruchsvoller.

00:18:04 Sprecher 1: Dann kannst du gerne das Headset wieder abnehmen.

00:18:15 Sprecher 1: Vielen Dank dafür.

00:18:18 Sprecher 1: Dann kommen jetzt abschließend noch zwei Fragebögen.

00:18:22 Sprecher 1: Das hier wäre der erste. Bitte aus deiner eigenen Perspektive beantworten.

00:18:29 Sprecher 2: OK,

00:20:38 Sprecher 2: Bei einer Frage bin ich mir nicht ganz sicher.

00:20:41 Sprecher 1: Nimm einfach das, was deinem spontanen Eindruck am nächsten kommt.

00:20:48 Sprecher 2: Alles klar.

00:21:33 Sprecher 1: Gut, dann noch einmal diesen Fragebogen.

00:21:36 Sprecher 1: Da wäre es gut, möglichst intuitiv anzukreuzen, also nicht zu lange überlegen.

00:21:43 Sprecher 2: Ja.

00:24:09 Sprecher 2: Fertig.

00:24:12 Sprecher 1: Dann hätte ich noch ein paar kurze Fragen.

00:24:16 Sprecher 1: Die erste wäre: Waren die verschiedenen visuellen Elemente, also Achsen, Labels und Punkte, intuitiv verständlich?

00:24:28 Sprecher 2: Mit der Karte auf jeden Fall eher.

00:24:31 Sprecher 2: Ohne Karte hätte ich nicht direkt gewusst, was ich da sehe.

00:24:37 Sprecher 2: Die Achsen waren nach der Erklärung okay, aber nicht komplett selbsterklärend.

00:24:45 Sprecher 1: Also die Erklärung war wichtig, damit klar war, was visualisiert wird?

00:24:50 Sprecher 2: Ja, genau. Vor allem Tiefe und Temperatur, also was Farbe und Position bedeuten.

00:25:00 Sprecher 1: Gab es in der VR-Phase Stellen, an denen du nicht wusstest, was du als Nächstes machen sollst?

00:25:09 Sprecher 2: Nicht komplett unklar, aber bei den Zeitschritten musste ich erst verstehen, welcher Knopf was macht.

00:25:18 Sprecher 2: Ich hätte Play fast für den manuellen Schritt genommen.

00:25:24 Sprecher 1: Und bei den Aufgaben selbst?

00:25:27 Sprecher 2: Da war es okay, weil du die Aufgabe wiederholen konntest.

00:25:33 Sprecher 2: Nur die Zahlen vergisst man schnell, wenn man nebenbei im Menü sucht.

00:25:42 Sprecher 1: Was fiel dir während der Benutzung am schwersten?

00:25:48 Sprecher 2: Die zweihändige Auswahl.

00:25:51 Sprecher 2: Nicht unbedingt vom Gedanken her, sondern weil ich gleichzeitig beide Hände, die Tiefe und das Menü im Blick haben musste.

00:26:03 Sprecher 2: Und die Zeiteinstellungen waren am Anfang ein bisschen verwirrend.

00:26:09 Sprecher 1: Was war am leichtesten oder besonders intuitiv?

00:26:15 Sprecher 2: Das Greifen und Skalieren vom Koordinatensystem.

00:26:19 Sprecher 2: Das hat sich direkt verständlich angefühlt.

00:26:24 Sprecher 2: Und die Karte war sehr hilfreich.

00:26:30 Sprecher 1: Gab es etwas, das du konkret ändern würdest?

00:26:36 Sprecher 2: Das Auswahlfenster würde ich anders platzieren.

00:26:40 Sprecher 2: Es war oft genau vor den Daten, die man auswählen wollte.

00:26:46 Sprecher 2: Und vielleicht die Aufgabe im Sichtfeld anzeigen, damit man nicht nachfragen muss.

00:26:55 Sprecher 1: Okay, sehr gut.

00:26:58 Sprecher 1: Dann war es das auch schon. Vielen Dank für die Teilnahme.

00:27:03 Sprecher 2: Gerne.

Table A.2: Overview of AI-based tools used during the preparation of this thesis.

#	AI-based tool	Usage type	Affected parts of the thesis	Description of the input / prompt	Remarks
1	Google Gemini 2.5 Flash Image (Nano Banana)	Concept image generation	Figure design for the keybinding overview in Figure 4.7	Create a conceptual controller tutorial image in the visual style of the reference image. Use the controller layout and shapes from image 2 (controller.jpg) instead of the controller shapes shown in the reference image. Do not add annotations or text labels.	Only the controller illustrations were generated with AI assistance. The annotations, labels, and final figure composition were added by the author.
2	OpenAI ChatGPT-5	Language revision and local restructuring suggestions	Written part of the thesis	Please revise the following paragraph for academic English. Keep the meaning and technical content unchanged, but improve structure, readability, and wording. Avoid overly promotional or overly abstract language. Preserve the existing level of detail and do not introduce new information.	Applied to manually written draft text.
3	OpenAI ChatGPT-5 / Anthropic Claude Sonnet 4	Code generation and implementation assistance	Selected prototype implementation code, helper scripts, evaluation figures, and result plots	Prompts requested selected small implementation or helper functions, as well as Python/Plotly scripts for generating evaluation figures and result plots. For example, prompts asked for clean bar charts of questionnaire results, including computation of mean and standard deviation from provided scores.	Generated code fragments were reviewed, adapted, tested, and integrated by the author.
4	OpenAI ChatGPT-5 / Anthropic Claude Sonnet 4 / Mistral Large 3	Cleanup of noise in automatically transcribed audio transcripts	Appendix transcripts; supplementary documentation	See Section A.7.	The cleaned transcripts are readability-oriented appendix material. The original audio recordings and unprocessed automatic transcripts were retained separately as the primary records of the sessions.

The following prompt documents the post-processing procedure used for the appendix transcripts. The resulting transcripts were intended as cleaned, readability-oriented documentation of the recorded sessions and were not used as the analytical basis of the evaluation. The prompt is included for transparency.

Listing A.1: Prompt used for transcript cleanup.

```
**Task**
Clean and semantically reconstruct the attached single transcript JSON file.
This transcript comes from a qualitative VR user study for a Master's thesis
  on immersive visualization of large-scale spatio-temporal ocean
  temperature data in Virtual Reality (Unreal Engine 5).

---
## Study Context (Use for Reconstruction)

* Dataset: Global ocean temperature data (COMFORT dataset), 1950--1990
* Visualization: Scatterplot in VR
* Backend: SQLite database

**Time interaction:**
* rough date slider
* calendar picker
* manual and automatic timestep iteration

**VR interaction:**
* teleport movement
* grabbing and scaling the data system
* selection tools (box, sphere, capsule, cone)
* one-handed selection
* two-handed intersection selection

**Study procedure:**
1. Introduction / system overview
2. Free exploration
3. Exactly 3 tasks:
  * Each starts with loading a specific date
  * Task 1: manual timestep
  * Task 2 & 3: select all elements under a depth threshold using one- or
    two-handed selection
4. Questionnaires
5. Semi-structured interview (axes/labels clarity, unclear situations, hardest
  part, easiest part)

Use this context to infer intended meaning where ASR artifacts appear.

---
## Cleaning & Reconstruction Rules

### 1. Schema Immutability (Strictest Rule)

You are **only allowed to modify the value of the "text" field**.
```

```
You must:
* Keep every object in the array.
* Keep the exact same keys.
* Keep the key names exactly as written:
  * "timestamp"
  * "speaker"
  * "text"
* Do NOT rename keys.
* Do NOT add new keys.
* Do NOT remove keys.
* Do NOT introduce keys such as "source" or any alternative field names.
* Do NOT restructure the JSON.

The output must preserve the exact object schema and key names of the input.

---
### 2. Preserve Strictly

* All valid timestamps exactly as written.
* Timestamp order.
* Speaker labels exactly as written (do not remove additional speakers).
* Overall session structure.
* Study logic and task details.
* Original language per utterance (German remains German, English remains
  English).

Do not invent:
* New UI elements
* New tasks
* New features
* New interview questions

---
### 3. Timestamp Handling

* Do **not** invent new timestamps.
* Do **not** modify timestamps.
* Do **not** delete timestamps unless the entire utterance is completely
  irrecoverable.
* If an utterance is removed, remove the entire object -- never modify
  timestamps.

---
### 4. Interaction Preservation (Very Important)

Do **not** summarize entire interaction blocks.

Preserve:
* Question--answer dynamics
* Clarification loops
* Exploration dialogue
* Small back-and-forth exchanges
```

```
You may merge consecutive utterances only if:
* They clearly belong to the same incomplete sentence, OR
* They are obvious ASR splits of one semantic unit.

Do not compress meaningful interaction into summaries.
The conversational rhythm and density must remain intact.

---
### 5. Text Reconstruction Rules

For each "text" value:
* Repair incomplete or cut-off sentences.
* Resolve duplicated words.
* Merge obvious token splits (e.g., "0." + "K." -> "OK").
* Fix malformed words when the intended meaning is clear.
* Replace clear ASR distortions using study context.
  * Example: "Measuring Pacity" -> "Measuring Opacity"
  * Example: "Telefonation" -> correct VR-related term if inferable
* If meaning is unclear but context allows inference, reconstruct plausibly.
* If meaning cannot be inferred, proceed with section "Fallback policy"

Do not over-polish phrasing.
Keep a natural spoken tone, but coherent.

---
### 6. Fallback policy

* Do not replace any utterance longer than 40 characters with an unknown (e.g.
., "Unverstaendlich.", "Unknown")
* If the utterance references known study/UI concepts (e.g., Grab, Scale/
skalieren, Teleport, Slider, Kalender, Zeitschritt, Selection/Selektion,
Box/Sphere/Capsule/Cone), you must always output a meaningful
reconstruction, even if imperfect.
* If parts are unclear, produce the best conservative reconstruction and
append "(unklar)" at the end.
* Use unknown only for very short fragments (<= 20 characters) that contain no
recoverable meaning (e.g., pure noise tokens).

## Output Format (Strict)

Output a single JSON array in exactly the same structure as the input:

```json
[
 {
 "timestamp": "00:00:00",
 "speaker": "Sprecher X",
 "text": "...
 }
]
```



## BIBLIOGRAPHY

---

- [1] Ferran Argelaguet and Carlos Andujar. "A survey of 3D object selection techniques for virtual environments." In: *Computers & Graphics* 37.3 (2013), pp. 121–136. ISSN: 0097-8493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2012.12.003>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0097849312001793>.
- [2] Khadijah Azward, Kushantha Sajith Lakshan, Pabasara Sathsaranee, Chaminda Ranasinghe, Damitha Sandaruwan, and Dilrukshi Gamage. "Enhancing User Experience for Data Visualization in Three-Dimensional Immersive Space." In: *Proceedings of the 16th International Conference of Human-Computer Interaction (HCI) Design & Research*. 2025, pp. 178–189.
- [3] John Brooke. "SUS: A quick and dirty usability scale." In: *Usability Eval. Ind.* 189 (Nov. 1995).
- [4] Valentin Buck, Flemming Stäbler, Everardo González, and Jens Greinert. "Digital Earth Viewer: a 4D Visualisation Platform for Geoscience Datasets." In: *EnvirVis@ EuroVis*. 2021, pp. 33–37.
- [5] Valentin Buck, Flemming Stäbler, Jochen Mohrmann, Everardo González, and Jens Greinert. "Visualising geospatial time series datasets in realtime with the Digital Earth Viewer." In: *Computers & Graphics* 103 (2022), pp. 121–128. ISSN: 0097-8493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2022.01.010>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0097849322000103>.
- [6] Wolfgang Büschel, Jian Chen, Raimund Dachsel, Steven Drucker, Tim Dwyer, Carsten Görg, Tobias Isenberg, Andreas Kerren, Chris North, and Wolfgang Stuerzlinger. "Interaction for immersive analytics." In: *Immersive analytics*. Springer, 2018, pp. 95–138.
- [7] Maxime Cordeil, Tobias Czauderna, Tim Dwyer, Jaroslaw Glowacki, Cagatay Goncu, Matthias Klapperstück, Karsten Klein, Kim Marriott, Falk Schreiber, and Elliot Wilson. "Immersive Analytics." In: Sept. 2015. DOI: 10.1109/BDVA.2015.7314296.
- [8] Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin, and Thomas A. DeFanti. "Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE." In: *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*. SIGGRAPH '93. Anaheim, CA: Association for Computing Machinery, 1993, 135–142. ISBN: 0897916018. DOI: 10.1145/166117.166134. URL: <https://doi.org/10.1145/166117.166134>.
- [9] Melanie Derksen, Viktoria Diekel, Torsten Kuhlen, Mario Botsch, and Tim Weissker. "SPLOCIS—Extending SPLOMs to a Scatterplot Cube with Interactable Shadows for Immersive Analysis in Virtual Reality." In: (2026).
- [10] *Digital Earth Viewer*. Helmholtz Research Software Directory. URL: <https://helmholtz.software/software/digital-earth-viewer> (visited on 03/06/2026).

- [11] Tim Dwyer, Kim Marriott, Tobias Isenberg, Karsten Klein, Nathalie Riche, Falk Schreiber, Wolfgang Stuerzlinger, and Bruce H Thomas. "Immersive analytics: An introduction." In: *Immersive analytics*. Springer, 2018, pp. 1–23.
- [12] Barrett Ens, Benjamin Bach, Maxime Cordeil, Ulrich Engelke, Marcos Serrano, Wesley Willett, Arnaud Prouzeau, Christoph Anthes, Wolfgang Büschel, Cody Dunne, et al. "Grand challenges in immersive analytics." In: *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2021, pp. 1–17.
- [13] European Commission, CORDIS. *Our common future ocean in the Earth system – quantifying coupled cycles of carbon, oxygen, and nutrients for determining and achieving safe operating spaces with respect to tipping points*. <https://cordis.europa.eu/project/id/820989>. Horizon 2020 project fact sheet, Grant Agreement No. 820989, DOI: 10.3030/820989, accessed 2026-03-11. 2024.
- [14] Laura Faulkner. "Beyond the five-user assumption: Benefits of increased sample sizes in usability testing." In: *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* 35.3 (2003), pp. 379–383.
- [15] Adrien Fonet and Yannick Prié. "Survey of Immersive Analytics." In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 27.3 (2021), pp. 2101–2122. doi: 10.1109/TVCG.2019.2929033.
- [16] Judith Friedl-Knirsch, Fabian Pointecker, Sandra Pfistermüller, Christian Stach, Christoph Anthes, and Daniel Roth. "A systematic literature review of user evaluation in immersive analytics." In: *Computer Graphics Forum*. Vol. 43. 3. Wiley Online Library. 2024, e15111.
- [17] Joseph L. Gabbard, Deborah Hix, and J. Edward Swan. "User-Centered Design and Evaluation of Virtual Environments." In: *IEEE Computer Graphics and Applications* 19 (1999), pp. 51–59. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:15038268>.
- [18] Kenny Gruchalla. "Immersive well-path editing: Investigating the added value of immersion." In: Apr. 2004, pp. 157–164. ISBN: 0-7803-8415-6. DOI: 10.1109/VR.2004.1310069.
- [19] Chris Hand. "A Survey of 3D Interaction Techniques." In: *Computer Graphics Forum* 16.5 (1997), pp. 269–281. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8659.00194>. eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1467-8659.00194>. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-8659.00194>.
- [20] James Henry and Nicholas Polys. "The effects of immersion and navigation on the acquisition of spatial knowledge of abstract data networks." In: *Procedia CS* 1 (May 2010), pp. 1737–1746. DOI: 10.1016/j.procs.2010.04.195.
- [21] Toshit Jain, Varun Singh, Vijay Kumar Boda, Upkar Singh, Ingrid Hotz, PN Vinayachandran, and Vijay Natarajan. "pyParaOcean: A system for visual analysis of ocean data." In: *arXiv preprint arXiv:2309.14328* (2023).
- [22] Yvonne Jenniges, Maike Sonnewald, Sebastian Maneth, Are Olsen, and Boris P Koch. "Unveiling 3D ocean biogeochemical provinces in the North Atlantic: A systematic comparison and validation of clustering methods." In: *Ecological Informatics* (2025), p. 103390.

- [23] Karsten Klein, Michael Sedlmair, and Falk Schreiber. "Immersive analytics: An overview." In: *it - Information Technology* 64 (Sept. 2022). DOI: 10.1515/itit-2022-0037.
- [24] Martin Kraus, Karsten Klein, Johannes Fuchs, Daniel A. Keim, Falk Schreiber, Michael Sedlmair, and Theresa-Marie Rhyne. "The Value of Immersive Visualization." In: *IEEE Computer Graphics and Applications* 41.4 (2021), pp. 125–132. ISSN: 0272-1716. DOI: 10.1109/MCG.2021.3075258.
- [25] Matthias Kraus, Johannes Fuchs, Björn Sommer, Karsten Klein, Ulrich Engelke, Daniel Keim, and Falk Schreiber. "Immersive analytics with abstract 3D visualizations: A survey." In: *Computer Graphics Forum*. Vol. 41. 1. Wiley Online Library. 2022, pp. 201–229.
- [26] Steven M. LaValle. *Virtual Reality*. Cambridge University Press, 2023. ISBN: 978-1-107-19893-7. DOI: 10.1017/9781108182874.
- [27] Bettina Laugwitz, Theo Held, and Martin Schrepp. "Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire." In: vol. 5298. Nov. 2008, pp. 63–76. ISBN: 978-3-540-89349-3. DOI: 10.1007/978-3-540-89350-9\_6.
- [28] Katerina Mania, Bernard D. Adelstein, Stephen R. Ellis, and Michael I. Hill. "Perceptual sensitivity to head tracking latency in virtual environments with varying degrees of scene complexity." In: *Proceedings of the 1st Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization*. APGV '04. Los Angeles, California, USA: Association for Computing Machinery, 2004, 39–47. ISBN: 1581139144. DOI: 10.1145/1012551.1012559. URL: <https://doi.org/10.1145/1012551.1012559>.
- [29] Philipp Mayring. "Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution." In: (2014).
- [30] Jakob Nielsen and Thomas K. Landauer. "A mathematical model of the finding of usability problems." In: *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '93. Amsterdam, The Netherlands: Association for Computing Machinery, 1993, 206–213. ISBN: 0897915755. DOI: 10.1145/169059.169166. URL: <https://doi.org/10.1145/169059.169166>.
- [31] Dean Roemmich, Gregory C. Johnson, Stephen Riser, Russ Davis, John Gilson, W. Brechner Owens, Silvia L. Garzoli, Claudia Schmid, and Mark Ignaszewski. "The Argo Program: Observing the Global Ocean with Profiling Floats." In: *Oceanography* 22.2 (2009), pp. 34–43. DOI: 10.5670/oceanog.2009.36.
- [32] David Saffo, Sara Di Bartolomeo, Tarik Crnovrsanin, Laura South, Justin Raynor, Caglar Yildirim, and Cody Dunne. *Unraveling the Design Space of Immersive Analytics: A Systematic Review*. Aug. 2023. DOI: 10.31219/osf.io/2e9x4.
- [33] Reiner Schlitzer. "Interactive analysis and visualization of geoscience data with Ocean Data View." In: *Computers & geosciences* 28.10 (2002), pp. 1211–1218.

- [34] Michael Sedlmair, Miriah Meyer, and Tamara Munzner. "Design Study Methodology: Reflections from the Trenches and the Stacks." In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 18.12 (2012), pp. 2431–2440. DOI: 10.1109/TVCG.2012.213.
- [35] William R. Sherman and Alan B. Craig. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2018. ISBN: 9780128009659.
- [36] Ben Shneiderman. "Response time and display rate in human performance with computers." In: *ACM Comput. Surv.* 16.3 (Sept. 1984), 265–285. ISSN: 0360-0300. DOI: 10.1145/2514.2517. URL: <https://doi.org/10.1145/2514.2517>.
- [37] Ronell Sicat, Jiabao Li, Junyoung Choi, Maxime Cordeil, Won-Ki Jeong, Benjamin Bach, and Hanspeter Pfister. "DXR: A toolkit for building immersive data visualizations." In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 25.1 (2018), pp. 715–725.
- [38] Richard Skarbez, Nicholas F. Polys, J. Todd Ogle, Chris North, and Doug A. Bowman. "Immersive Analytics: Theory and Research Agenda." In: *Frontiers in Robotics and AI Volume 6 - 2019* (2019). ISSN: 2296-9144. DOI: 10.3389/frobt.2019.00082. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/robotics-and-ai/articles/10.3389/frobt.2019.00082>.
- [39] Mel Slater, Sylvia Wilbur, et al. "A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments." In: *Presence: Teleoperators and virtual environments* 6.6 (1997), pp. 603–616.
- [40] Bernadette M Sloyan, John Wilkin, Katherine Louise Hill, Maria Paz Chidichimo, Meghan F Cronin, Johnny A Johannessen, Johannes Karstensen, Marjolaine Krug, Tong Lee, Eitarou Oka, et al. "Evolving the physical global ocean observing system for research and application services through international coordination." In: *Frontiers in Marine Science* 6 (2019), p. 449.
- [41] Jan-Philipp Stauffert, Florian Niebling, and Marc Erich Latoschik. "Latency and Cybersickness: Impact, Causes, and Measures. A Review." In: *Frontiers in Virtual Reality Volume 1 - 2020* (2020). ISSN: 2673-4192. DOI: 10.3389/frvir.2020.582204. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/virtual-reality/articles/10.3389/frvir.2020.582204>.
- [42] R.H. Stewart. *Introduction to Physical Oceanography*. University Press of Florida, 2009. ISBN: 9781616100452. URL: <https://books.google.de/books?id=3dXTRAAACAAJ>.
- [43] Jorge A Wagner Filho, Wolfgang Stuerzlinger, and Luciana Nedel. "Evaluating an immersive space-time cube geovisualization for intuitive trajectory data exploration." In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 26.1 (2019), pp. 514–524.
- [44] Bob G Witmer and Michael J Singer. "Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire." In: *Presence* 7.3 (1998), pp. 225–240.
- [45] Cui Xie, Mingkui Li, Haoying Wang, and Junyu Dong. "A survey on visual analysis of ocean data." In: *Visual Informatics* 3.3 (2019), pp. 113–128. ISSN: 2468-502X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2019.08.001>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468502X19300440>.

- [46] Linping Yuan, Le Lin, Yuquan Lin, Jun Han, Zikun Deng, Weicong Cheng, and Huamin Qu. "Towards Understanding Time-Varying Spatial 3D Data Analysis with Animation and Small Multiples in Virtual Reality and Desktop." In: *Proceedings of the IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (IEEE VR)*. 2026.
- [47] Zachary D. Stephens et al. "Big Data: Astronomical or Genomical?" In: *PLOS Biology* 13.7 (2015). DOI: 10.1371/journal.pbio.1002195.



## GLOSSARY

---

### **Virtual Reality (VR)**

A computer-generated immersive environment that can be interacted with, typically via a head-mounted display and tracked controllers (see Section 2.1.1).

*Used on:* 1

### **Stereoscopic**

A display technique that presents slightly different images to the left and right eye. The brain combines these views to create a perception of depth.

*Used on:* 1, 5, 5, 9

### **User Experience (UX)**

The overall quality of a user's experience when interacting with a system, including usability, efficiency, learnability, and satisfaction.

*Used on:* 16

### **Six degrees of freedom (6DoF)**

Motion tracking that captures three translational degrees (x/y/z position) and three rotational degrees (pitch/yaw/roll orientation). In VR, 6DoF enables natural head and hand movement in three-dimensional space (see Section 2.1.1).

*Used on:* 1, 5, 6

### **Cave Automatic Virtual Environment (CAVE)**

A room-sized virtual reality system in which images are projected onto multiple surrounding walls, and sometimes the floor, to create an immersive environment. Users typically wear stereoscopic glasses and are tracked within the projection space.

*Used on:* 9, 9

### **World Geodetic System 1984 (WGS84)**

A global geodetic reference system commonly used to express positions on Earth using latitude and longitude coordinates.

*Used on:* 24, 56

### **Unreal Motion Graphics (UMG)**

Unreal Engine's UI framework for creating and displaying user interface elements such as widgets, menus, and interactive panels.

*Used on:* 48

### **Bathymetry**

The measurement and representation of underwater depth and seafloor topography, typically used to describe the shape and structure of the ocean floor.

*Used on:* 64

### **Niagara**

Unreal Engine's node-based particle and visual effects system for creating and controlling particle-based visual simulations and effects.

*Used on:* 27, 31, 41, 55

### **System Usability Scale (SUS)**

A standardized ten-item questionnaire used to obtain a compact overall measure of perceived system usability (see Section 6.5).

*Used on:* 17, 71

### **User Experience Questionnaire (UEQ)**

A standardized questionnaire for assessing user experience across multiple dimensions such as attractiveness, perspicuity, efficiency, dependability, stimulation, and novelty (see Section 6.5).

*Used on:* 71

### **Blueprint**

Unreal Engine's visual scripting system for defining application logic through node-based graphs instead of traditional source code.

*Used on:* 41