

Historisch forschen im Physikunterricht

Lernen über die Natur der Naturwissenschaften zwischen Simulation und Nachvollzug

A. Henke

Universität Bremen



**Institut für Didaktik der
Naturwissenschaften
Abtlg. Physikdidaktik**

Projektidee

Dilemmata

Einblicke

Ausblicke

Unterrichtsansätze und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften

Lederman, 2007:

*What is the relative effectiveness of the various interventions designed to improve **students' conceptions of the nature of science**?*

*For example, is the context of an **historical case study** more or less effective than the context of a **laboratory investigation**?*

Wie wirken sich verschiedene Unterrichtskonzeptionen auf Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften?

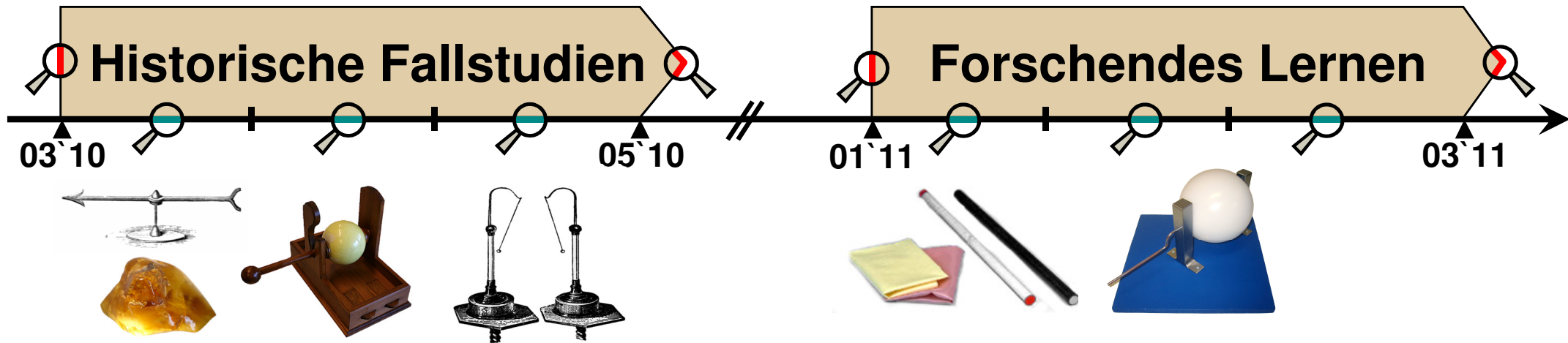
Konzeption 1: Historische Fallstudien

Konzeption 2: Forschendes Lernen

Welche Ressourcen oder Hindernisse für Lernen über die Natur der Naturwissenschaften kennzeichnen die jeweiligen Konzeptionen?

- 1. Anlage der Vergleichsstudie**
- 2. Die Unterrichtskonzeptionen**
- 3. Grundverständnis „Natur der Naturwissenschaften“**

Zwei Treatments:



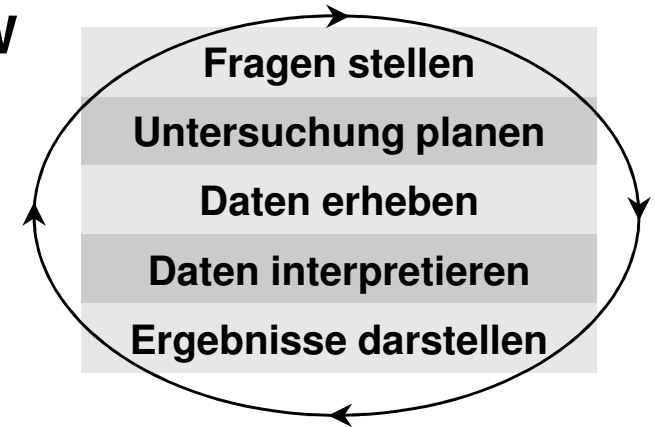
- **Setting** Gymnasium, Klasse 8, N=28/25
- **Fachinhalte** Grundkonzepte der Elektrostatik
- **Dauer** je 8×90min in 3 Etappen
- **Vergleich** Vorstellungsänderungen ‚*Natur der Naturwissenschaften*‘

 **Prozess** Videodaten & Feldnotizen

 **Prä-Post** Fragebögen & Nachinterviews

Forschendes Lernen (Bell; Minstrell & van Zee etc.)

- Naturwissenschaftliche Erkenntnismuster als **Unterrichtsstrukturvorlage**
- Implizites Lernen über die NdN durch **Simulation von NW**
- Forschungsfragen bearbeiten und zielgerichtet verlässliche Evidenz generieren
- Mit Evidenz argumentieren, Ergebnisse kommunizieren & rechtfertigen

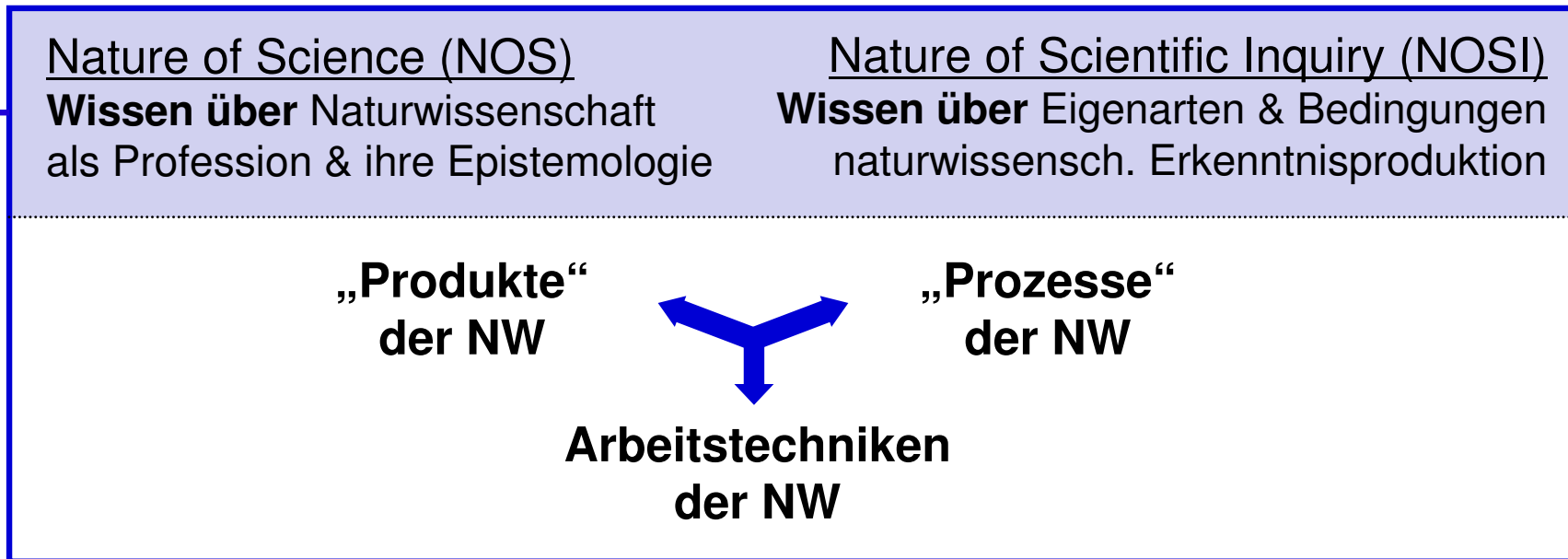


Historische Fallstudien (Stinner, Egan, Conant etc.)

- Erkenntnisprozesse historischer Wissenschaft als **Unterrichtskontext**
- Implizites Lernen über die NdN durch **Nachvollzug von NW**
- Wissenschaft fallbasiert: Ein Konzept, Eine Methode, Eine Person ...
- Ökonomische, kulturelle und politische Kontexte von Bedeutung
- Kohärenz durch (fiktive) Storyline & Spannungsbogen



Wissen über die Natur der Naturwissenschaften

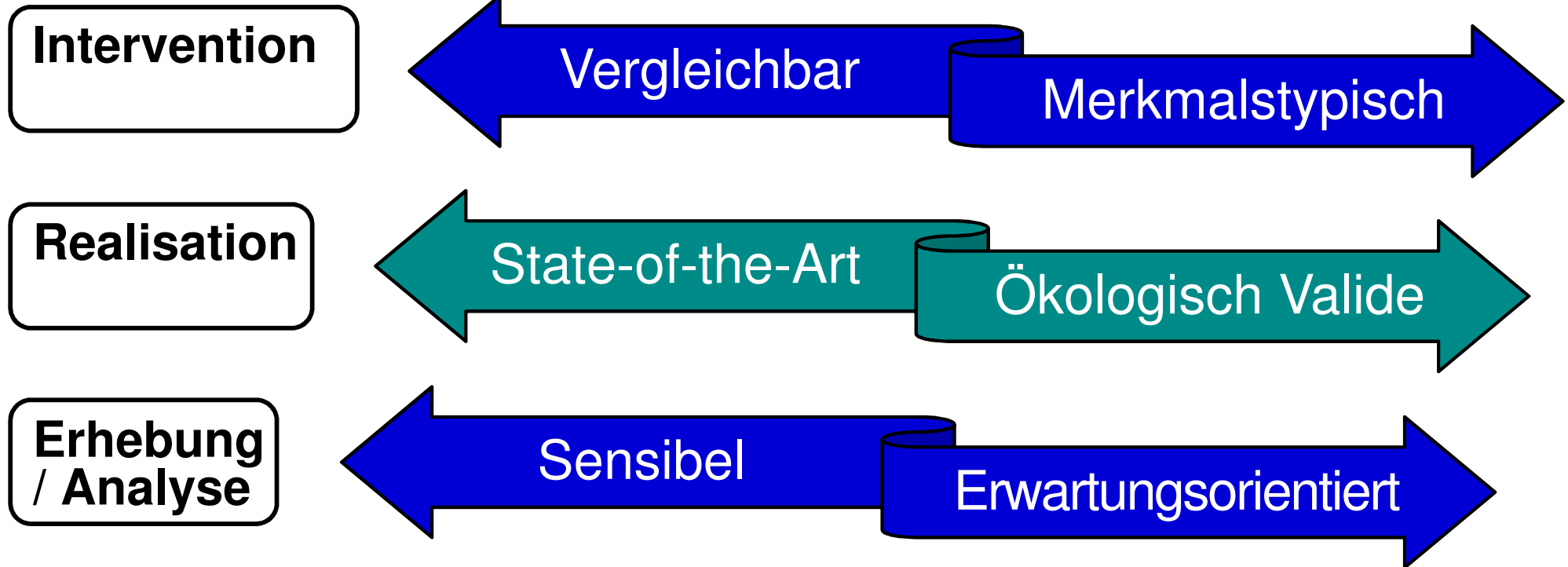


Kircher;
McComas;
Lederman;
Höttecke;
Mayer;
Schwartz
uvm.

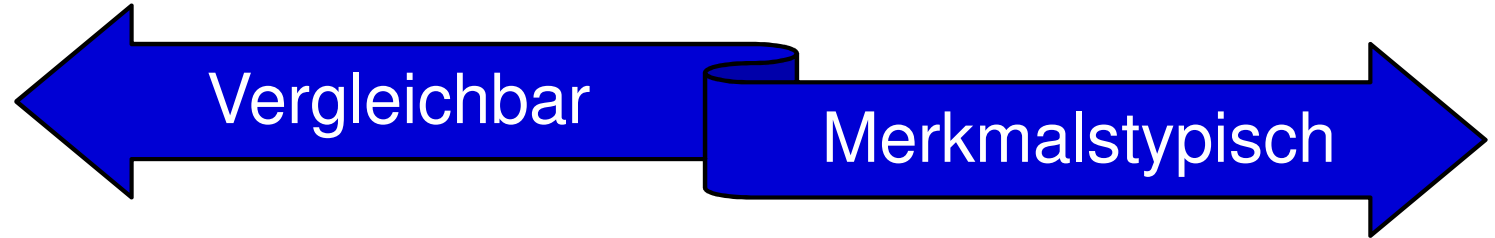
- • Strategien, Methoden, Techniken & Artefakte
- • Merkmale naturwissenschaftlichen Wissens und sozial-rationaler Wissenskonstruktion
- • Institutionelle, gesellschaftliche & kulturell-historische Prägung

Dilemmata im Forschungsprozess

Gleichzeitige Erfüllung widerstreitender Kriterien

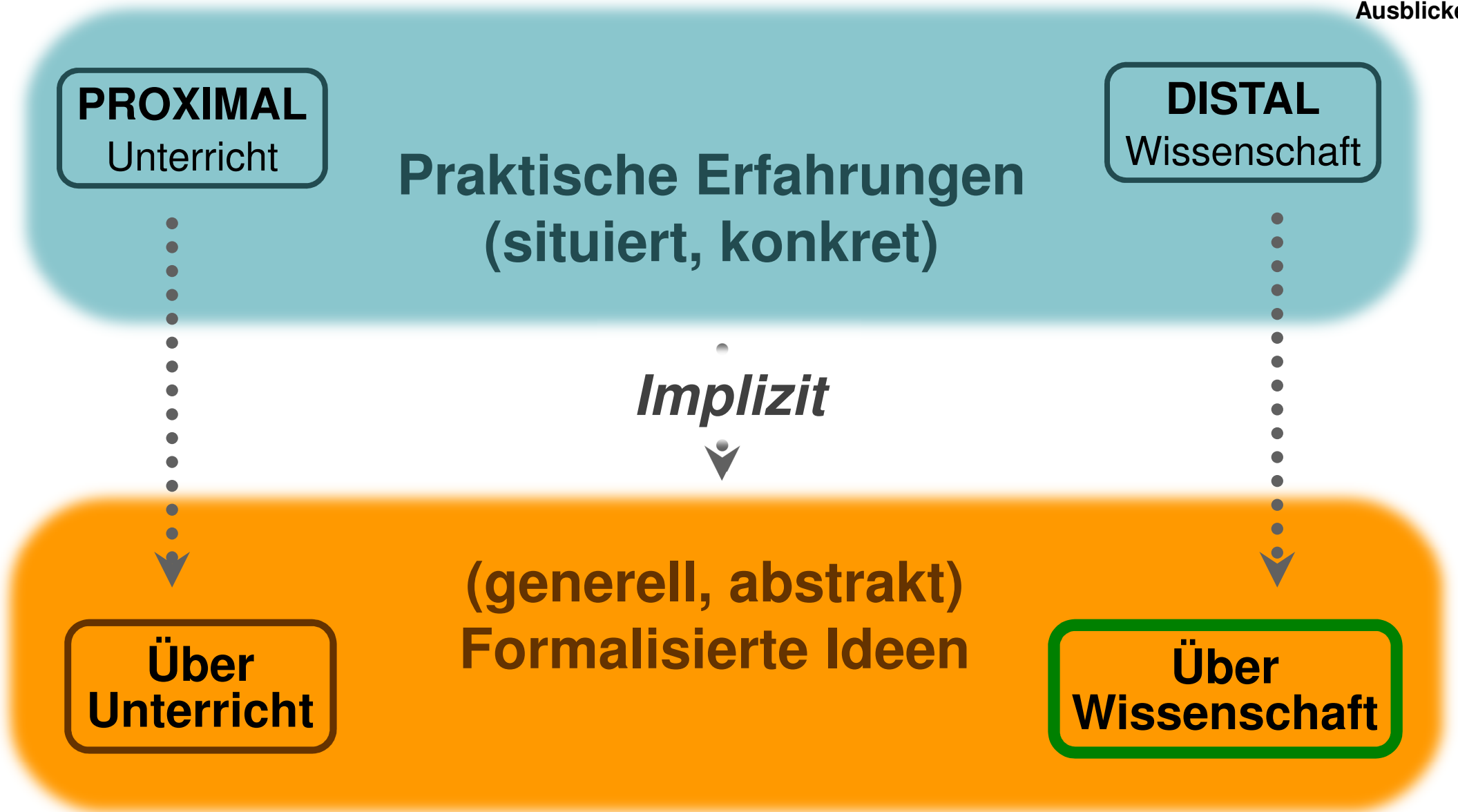


Intervention



- **Setting**
- **Lernmodell**
- **Vergleichsdimensionen**
- **Lerngelegenheiten zur NdN**

Lernmodell: Erfahrungsbasiert & Situiert



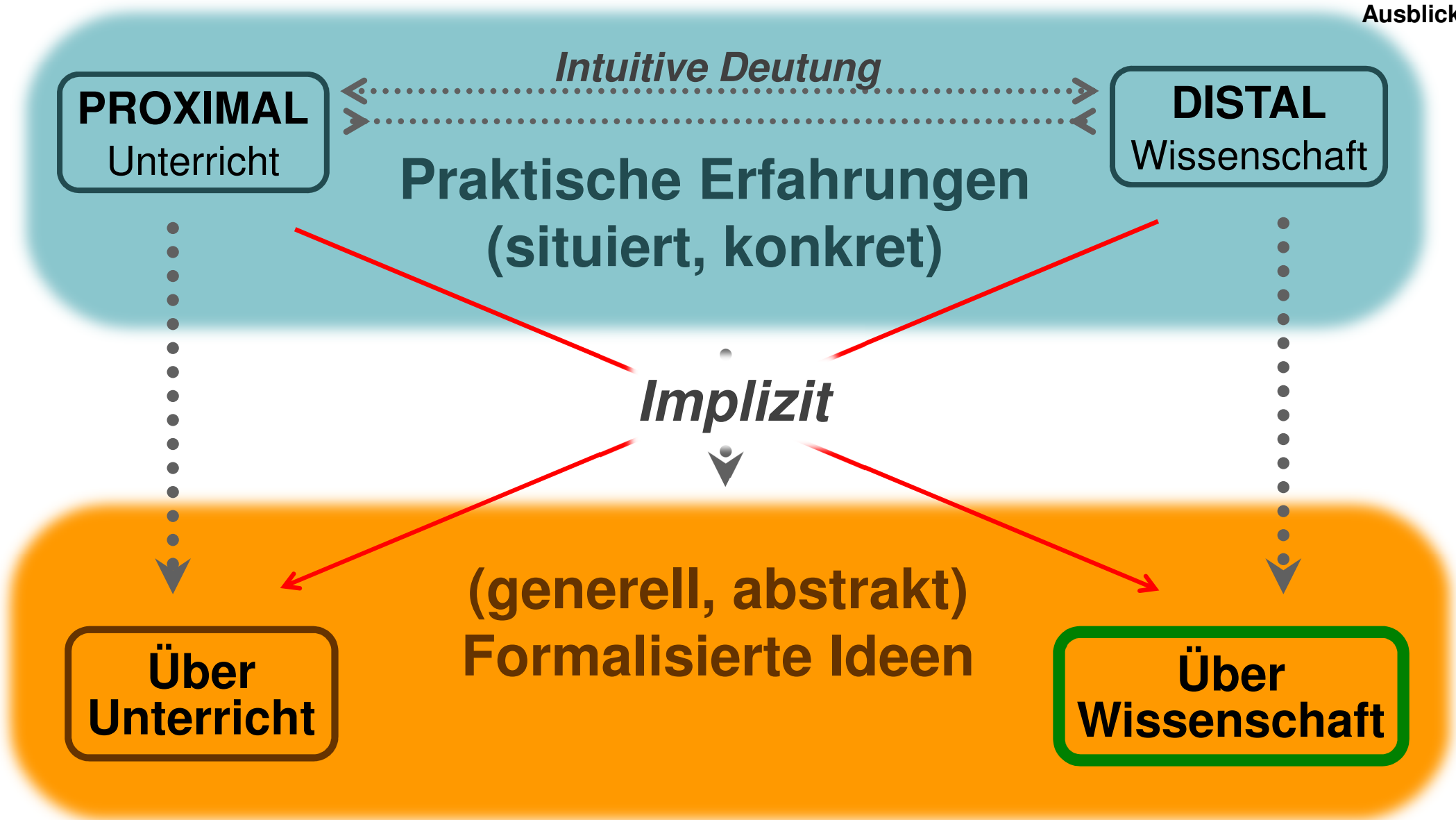
Lernmodell: Erfahrungsbasiert & Situiert

Projektidee

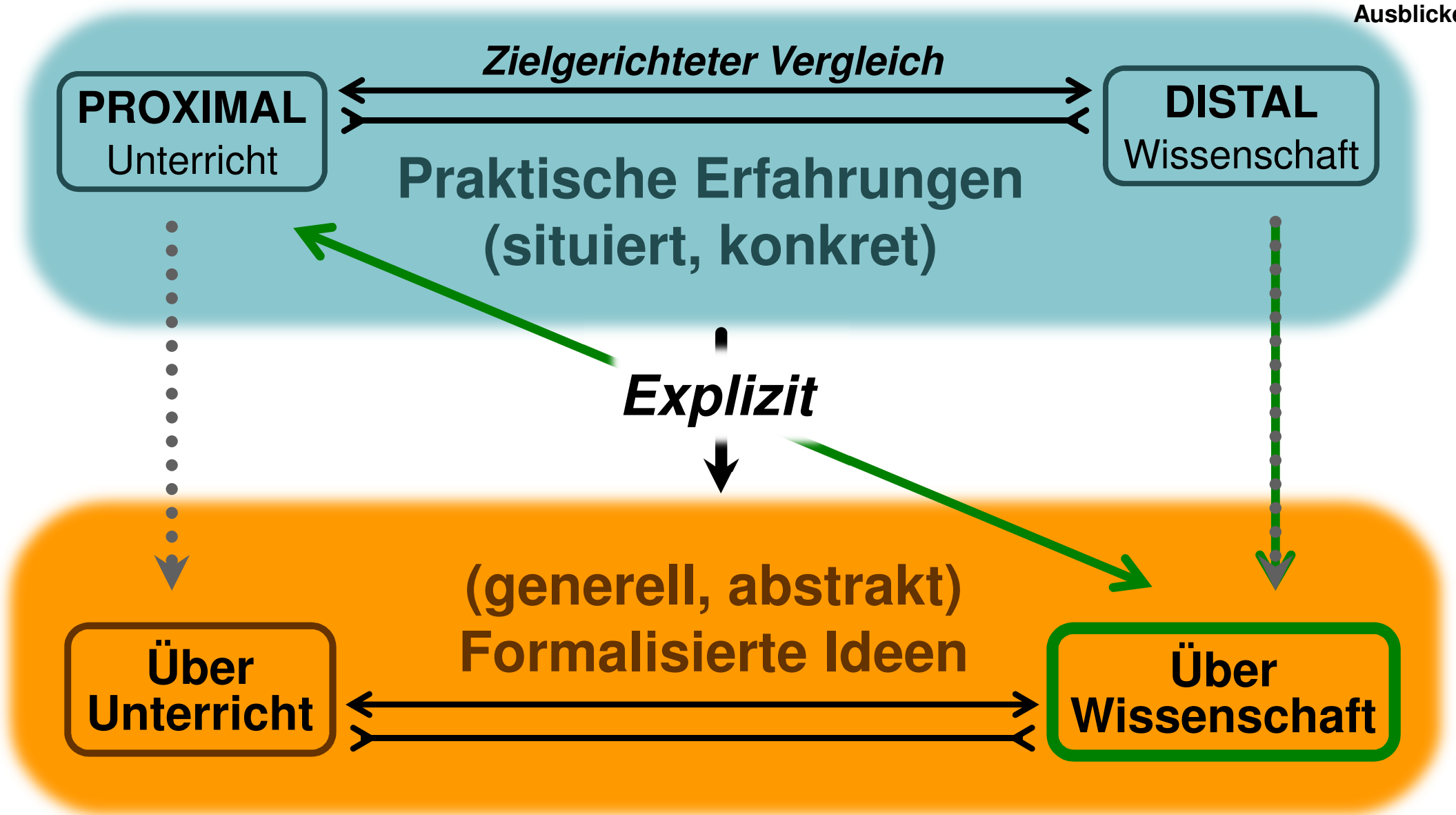
Dilemmata

Einblicke

Ausblicke



Lernmodell: Erfahrungsbasiert & Situiert



Offene Kartenabfrage: Analogisieren & Differenzieren

Schüler-Handeln

- nichts neues
- kein Labortagebuch
- ungenau
- schlechte Wiederholbarkeit
- nicht verlässlich!

Forscher-Handeln

- genaues Forschen
 - ↳ gute, genaue Ergebnisse
- Vermutungen → Experimente
- Notieren & Protokollieren

Eure Ergebnisse waren leider nicht wiederholbar. Wie reagieren Wissenschaftler, wenn ein Kollege so etwas veröffentlicht?

Wozu notieren Wissenschaftler ihr Vorgehen, ihre Beobachtungen und ihre Ideen?

Was könnte man als Wissenschaftler tun, damit die eigene Forschung verlässliche Ergebnisse produziert?

*Gilberts Strategie lief so ab:
Fragen → Vermutungen → Experimente...
Wie könnten Forscher noch vorgehen?*

Gelenkte Diskussion: Abstrahieren & Generalisieren

Konzeptionsmerkmale (Sicht- & Tiefenstruktur)

Wirkbezogene Merkmale (Empirie & Lerntheorie)

Historische Fallstudien Inquiry-Based Learning

Effektiver Unterricht über die NdN

- Didaktische Struktur
- Kontextorientierung
- Funktion des Experiments
- Selbstbestimmtheit
- Material / Instrumente
- Umgang mit Evidenz

Angemessenheit

Sach- & Schülerperspektive

Authentizität

Analogisierbarkeit von PU & NW

Reflexivität

Proximale & Distale Erfahrungen nutzen

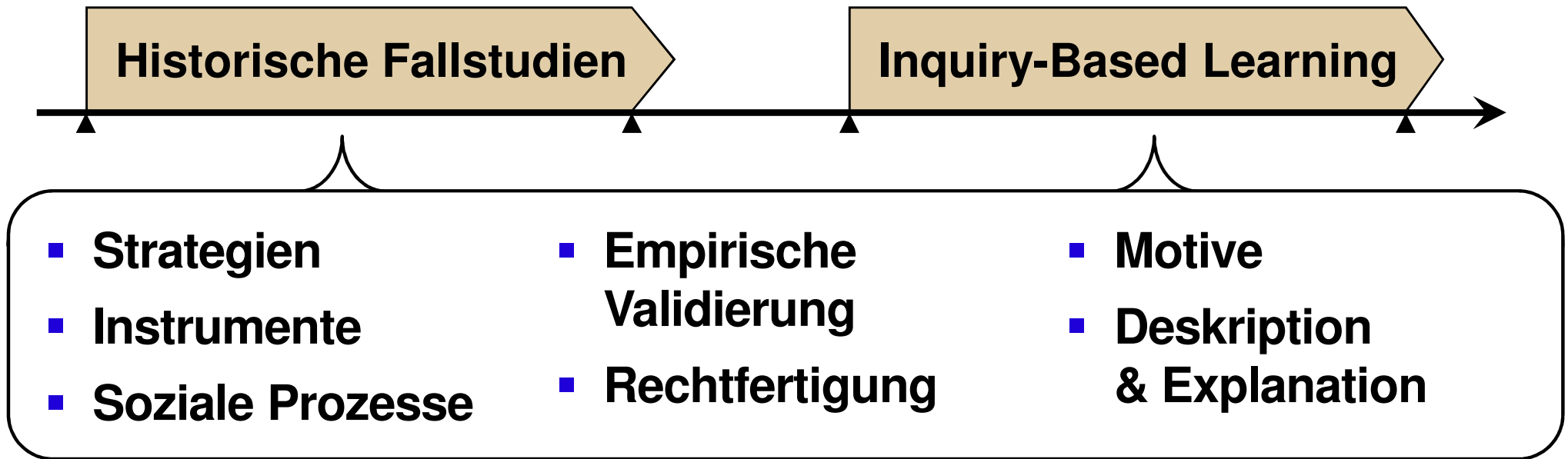
Explizitheit

NdN-Ideen als Lernintention

Offenheit

Epistemisch, Pädagogisch, Dialogisch

Lerngelegenheiten und deren Validierung



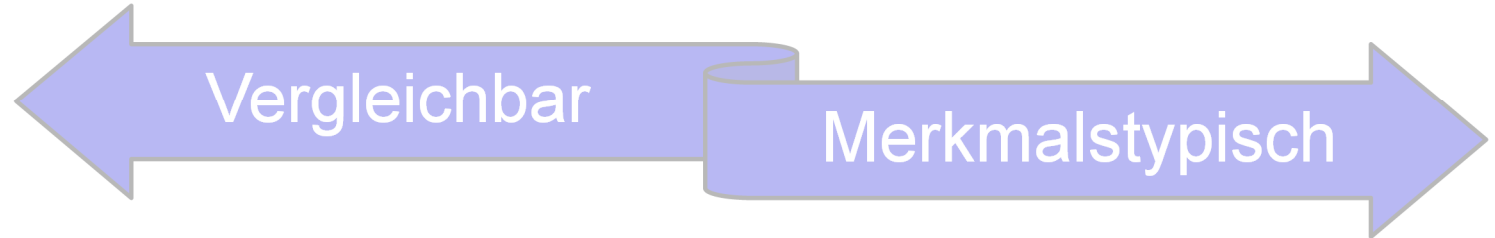
Qualitativer Treatment-Check

- Video: Intendierte vs. Realisierte Lerngelegenheiten
- Experteneinschätzung: Lernbarkeit

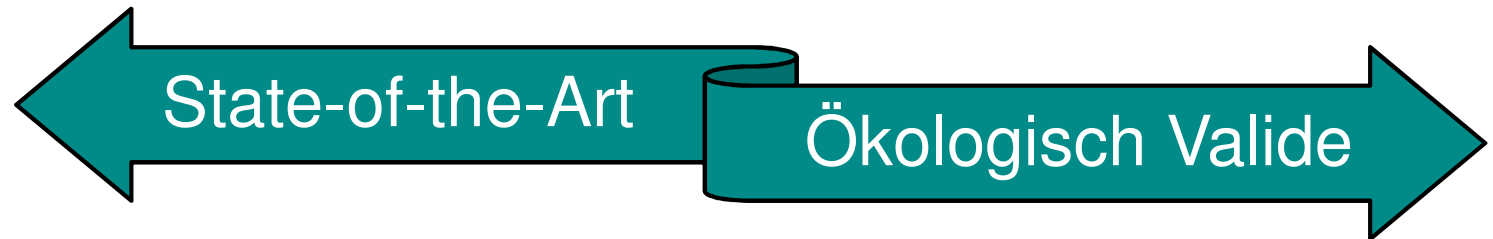
Quantitativer Treatment-Check

- Video: Zeitanteile Unterrichtsphasen (2 Rater)

Intervention



Realisation



- Lehrer
- Schüler
- Unterricht

■ Geschulter Lehrer

- Geschichte
- Natur der Naturwissenschaften
- Methodik der Konzeptionen

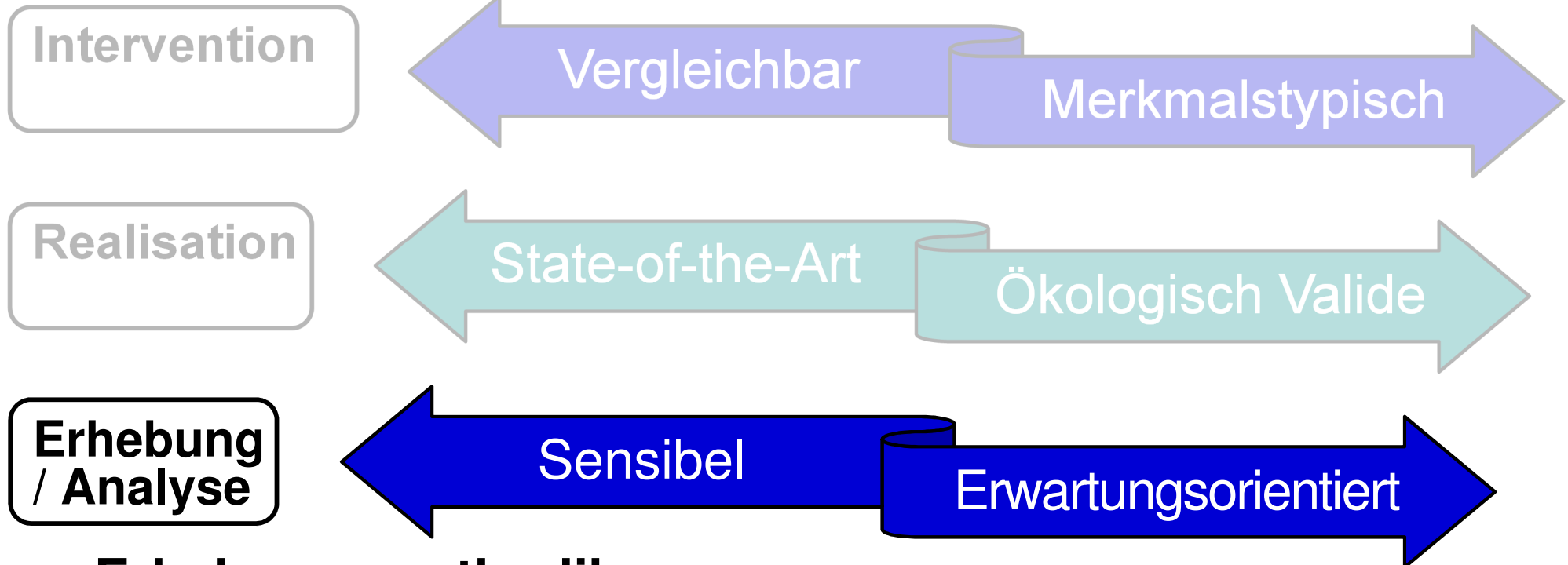
■ Kollaborative Treatment-Konstruktion

- Forscher
 - Effektiver Unterricht über die NdN
 - Konzeptionstypische Unterrichtsgestaltung
- Lehrer
 - Umsetzbare Unterrichtsgestaltung
 - Grenzen des Professionswissens

■ Übungs-Treatments für SchülerInnen

- Hochgradig strukturiert
- Ohne Explizite Reflexion
- Kamera/Beobachter-Gewöhnung

Gleichzeitige Erfüllung widerstreitender Kriterien



- Erhebungsmethodik
- Kategoriengestützte Analyse

- **Offene Fragen (10):** Orientiert an Lerngelegenheiten
- **Nachinterviews (30min):** Fokussierung & Explikation

Ein Naturwissenschaftler schreibt Artikel und hält Vorträge, um anderen Wissenschaftlern seine Forschungsergebnisse mitzuteilen.

Was denkst du: *Wann ist ein Naturwissenschaftler bereit, seine Forschungsergebnisse zu veröffentlichen?*

**Probanden-
Version**

NdN-Aspekte

- (soziale Prozesse)
- Rechtfertigung
- Verlässlichkeit
- Instrumente

- **Offene Fragen (10):** Orientiert an Lerngelegenheiten
- **Nachinterviews (30min):** Fokussierung & Explikation

Ein Naturwissenschaftler schreibt Artikel und hält Vorträge, um anderen Wissenschaftlern seine Forschungsergebnisse mitzuteilen.

Was denkst du: *Wann ist ein Naturwissenschaftler bereit, seine Forschungsergebnisse zu veröffentlichen?*

Reaktive Fragen (Explikation)

Statische Fragen (Fokussierung)

Interviewer-Version

Pilotstudien

- Verständnis
- Typische Äußerungen
- Umfang & Passung

- **Offene Fragen (10):** Orientiert an Lerngelegenheiten
- **Nachinterviews (30min):** Fokussierung & Explikation

Ein Naturwissenschaftler schreibt Artikel und hält Vorträge, um anderen Wissenschaftlern seine Forschungsergebnisse mitzuteilen.

Was denkst du: *Wann ist ein Naturwissenschaftler bereit, seine Forschungsergebnisse zu veröffentlichen?*

KLÄREN: *Wenn er sich **selbst sicher** ist*
*... ein **gutes Ergebnis** hat*
*... **viele / eindeutige Beweise** hat*
*... **keine Fehler** gemacht hat*
*... **überzeugend** ist*

Nachfrage 1: *Worauf könnten seine Kollegen achten?*

Nachfrage 2: *Worauf könnte er schon während seiner Forschung achten?*

Interviewer-Version

Pilotstudien

- Verständnis
- Typische Äußerungen
- Umfang & Passung

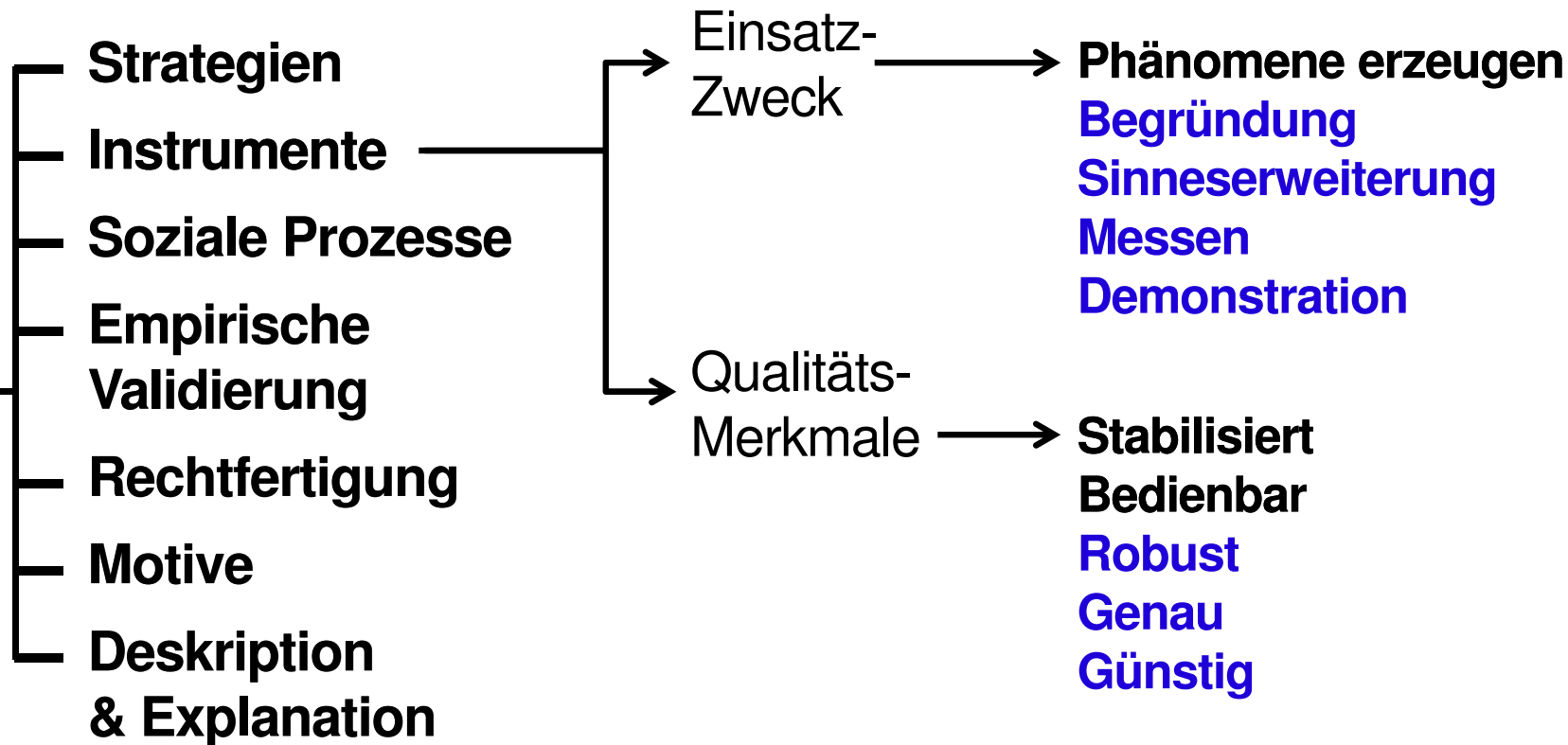
Interviewertraining

- An Originalmaterial
- Explizierende Phrasen

Datenanalyse und exemplarische Ergebnisse

■ Qualitative Rekonstruktion von Vorstellungen (N=19)

- Deduktiv: Thematisches Codieren
- Induktiv: Inhaltsanalyse & Kategorienbildung



■ Analyse der Vorstellungsänderungen

- Quantisierung & Häufigkeitsvergleich
- Bedeutungsverschiebungen

Hist. Fallstudien

			Vor	Nach	
<ul style="list-style-type: none"> — Strategien — Instrumente — Soziale Prozesse — Empirische Validierung — Rechtfertigung — Motive — Deskription & Explanation 	Einsatz-Zweck →	Phänomene erzeugen	0	2	
		Begründung	3	9	
			Sinneserweiterung	11	11
			Messen	7	3
			Demonstration	0	4
	Qualitäts-Merkmale →	Stabilisiert	0	12	
		Bedienbar	1	5	
		Robust	3	1	
		Genau	13	15	
		Günstig	0	4	

- **Analyse der Vorstellungsänderungen**
 - Quantisierung & Häufigkeitsvergleich
 - **Bedeutungsverschiebungen**

Hist. Fallstudien

Vor Nach

VOR

„...dass sie die eben brauchen und auch benutzen damit sie das eben **beweisen** können. Weil die haben zum Beispiel schon was aufgestellt und das haben die damit **gemessen** und dann haben die herausgefunden, **ja das geht wunderbar**“ [r9r6w]

NACH

„...sie benötigen die, um ihre erforschten Theorien und Gesetze zu **testen** und ähm...also dass sie **denen zeigen** können, dass das auch **stimmt, was sie sich überlegt haben.**“ [r9r6w]

Phänomene erzeugen

0

2

Begründung

3

9

Sinneserweiterung

11

11

Messen

7

3

Demonstration

0

4

Stabilisiert

0

12

Bedienbar

1

5

Robust

3

1

Genau

13

15

Günstig

0

4

■ Analyse der Vorstellungsänderungen

- Quantisierung & Häufigkeitsvergleich
- Bedeutungsverschiebungen

Hist. Fallstudien

Vor Nach

Strategien

Instrumente

Kommunalismus

Empirische
Validierung

Rechtfertigung

Motive

Deskription
& Explanation

Utilitaristisch

Finanziell/Reputation
Technik & Optimierung
Menschheitsprobleme

6 6

5 2

3 2

Epistemisch

Wissenslücken
Kontroversen
Kontrolle

4 4

5 5

5 13

Individuum

Phänomen trifft Interesse
Interesse sucht Phänomen
anlassfrei interessiert

4 8

5 3

3 7











Vorstellungsänderungen: Historische Fallstudien

Projektidee

Dilemmata

Einblicke

Ausblicke

Strategien	 Naiv-Induktiv  Hypothesenbasiert	 verschiedene valide Strategien  Forschungsfragen  Verifikation
Instrumente	 Phänomene erzeugen  <i>Ergebnisse</i> stabilisieren	 Soziale Funktion  Evidenz & Begründung
Soziale Prozesse	 Kollaboration  Fortführen	 Veröffentlichen  Konkurrenz/Priorität
Empirische Validierung	 Wiederholbarkeit	 „Möglichst viele Beweise“
Rechtfertigung	 In-Frage-Stellen	 Kritisieren lassen
Motive	 Utilitaristisch  Epistemisch	 Individuell  Kritik alter Ideen
Einflüsse	 Persönlichkeit & Stimmung  enges soziales Umfeld	 Finanzielle Lage
Deskription & Explanat	 Theorie: Erklärung  Gesetz: Beschreibung	 Wiederholbar = Ewig gültig

Erkenntnisziel: Verifikation

- Epistemische Autorität von Geschichte
- Bestätigender Nachvollzug = Unterrichtserfahrung
- Eigenes Experimentieren Proximal gedeutet

Motive & Einflüsse: Fokus aufs Individuum

- Schülerinteresse
- Fallstudien personenzentriert
- Fachliche Motive nicht thematisiert

■ **Unterrichtsverlauf**

- Aktives Einfordern „richtiger“ Ergebnisse
- Rechtfertigung: Eigene Ergebnisse positiv

■ **NdN: Begründung & Rechtfertigung**

- Empirische Aspekte im Vordergrund

■ **NdN: Strategien**

- Hypothetisch-deduktiv
- Fallibilistisch

*“How do I know
what scientists do,
I’m just a kid!”*

**Vielen Dank
für ihre
Aufmerksamkeit**