

# **Zur qualitativen Behandlung der speziellen Relativitätstheorie**

**Ein Konzept für den Physikunterricht  
der Realschule**

**A. MACHOLD**

**Pädagogische Hochschule Weingarten**

# Inhalt.

	Seite
I. Das Problem und der intendierte Lösungsweg.	5
1. Die Problemstellung.	5
2. Methodologische Vorgehensweise.	8
Anmerkungen I.	13
II. Bibliographische Übersicht.	14
1. Einsteins grundlegende Abhandlung.	14
2. Die historische Auseinandersetzung um die sRTh.	18
2.1 Die Diskussion um den Äther.	18
2.2 Die philosophischen Einwände.	19
2.3 Die experimentelle Prüfung der sRTh.	21
3. Fachwissenschaftliche Beiträge.	23
4. Fachdidaktische Beiträge.	25
4.1 Frühe Darstellungen.	26
4.2 Darstellungen für die Sekundarstufe II.	28
4.3 Weitere fachdidaktische Beiträge.	32
Anmerkungen II.	35
III. Schülervorstellungen vor Beginn des Unterrichts in sRTh.	37
1. Wahl des Bezugssystems.	38
2. Einfluß der Trägheit auf Bewegungsvorgänge.	41
3. Schall- und Lichtgeschwindigkeit.	45
4. Länge und Zeit.	48
5. Masse eines Körpers.	50
Fragebogen zur Ermittlung der Schülervorstellungen.	54

IV. Unterrichtsgang zur qualitativen Behandlung der sRTh.	65
1. Ziele.	65
2. Voraussetzungen.	66
3. Struktur des Unterrichtsganges.	68
3.1 Bezugssysteme.	68
3.2 Endliche Signalgeschwindigkeit.	70
3.3 Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.	72
3.4 Relativität der Gleichzeitigkeit.	76
3.5 Zeitmessung.	78
3.6 Längenmessung.	82
3.7 Lichtgeschwindigkeit als Grenzggeschwindigkeit.	87
4. Ergebnisse des Unterrichts.	90
4.1 Die Schülergruppe am Technischen Gymnasium.	90
4.2 Die beiden Gruppen von Lehrerstudenten mit dem Fach Physik an einer Pädagogischen Hochschule.	96
4.3 Schüler einer Arbeitsgemeinschaft der Klasse 10 einer Realschule.	98
4.4 Unterricht mit Einzelpersonen unterschiedlicher Schulbildung.	103
V. Analyse.	105
1. Die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.	106
1.1 Die Lernschwierigkeit.	106
1.2 Vorschlag zum Abbau der Lernschwierigkeit.	107
2. Die Relativität der Gleichzeitigkeit.	111
2.1 Darstellung der Lernschwierigkeiten.	112
2.2 Das physikalische Problem.	114
2.3 Mögliche Lösungswege zur Überwindung dieser Lernschwierigkeiten.	117
2.4 Der Lösungsvorschlag mit vierfacher Koinzidenz.	121
3. Die Relativität der Zeitmessung.	128
3.1 Darstellung der Lernschwierigkeit.	128
3.2 Ein Lösungsvorschlag.	128

4. Die Relativität der Längenmessung.	130
4.1 Darlegung der Lernschwierigkeit.	130
4.2 Ein Lösungsvorschlag.	132
5. Zusammenfassung.	133
Anmerkungen V.	135
VI. Revidierte Fassung des Unterrichtsgangs zur qualitativen Behandlung der sRTh.	136
1. Ziele.	136
2. Voraussetzungen.	137
3. Revidierte Fassung des Unterrichtsgangs.	139
3.1 Bezugssysteme.	139
3.2 Endliche Signalgeschwindigkeit.	140
3.3 Invarianz der Lichtgeschwindigkeit.	140
3.4 Relativität der Zeitmessung.	141
3.5 Relativität der Längenmessung.	147
3.6 Relativgeschwindigkeit zweier Beobachter.	152
3.7 Relativität der Gleichzeitigkeit.	154
3.8 Lichtgeschwindigkeit als Grenzggeschwindigkeit.	163
4. Ergebnisse der Lerngruppen.	164
4.1 Lehrerstudenten einer Pädagogischen Hochschule.	165
4.2 Schüler der Klasse 10 einer Realschule.	168
4.3 Kontrollgruppe von Schülern der Klasse 10 einer Realschule.	172
4.4 Lerngruppen, mit welchen nur die Relativität der Gleichzeitigkeit behandelt wurde.	178
Anmerkungen VI.	183
VII. Schlußfolgerungen.	185
1. Erkenntnisgewinnung in der Physik.	185
2. Der Unterricht in sRTh als Teil einer allgemeinbildende Aufgabe.	188
2.1 Mögliche Defizite des Physikunterrichts.	188
2.2 Chancen für den Unterricht in sRTh.	190

3. Bewertung des vorliegenden Unterrichtsvorschlags.	193
3.1 Fachwissenschaftliche Gesichtspunkte.	193
3.2 Lernpsychologische Gesichtspunkte.	195
3.3 Fachdidaktische Gesichtspunkte.	197
3.4 Empirische Absicherung des Unterrichtsvorschlags.	199
4. Ausblick auf weitere Entwicklungsmöglichkeiten.	200
Anmerkungen VII.	202
VIII. Anhang 1. Wiedergabe eines Teiles der Interviews.	203
IX. Anhang 2. Zeitmessung.	276
X. Anhang 3. Gleichwertigkeit der beiden Darstellungen der Relativität der Zeitmessung.	283
XI. Literatur.	292