

1	Einleitung	5
2	Theoretischer Hintergrund	9
2.1	Schulhygiene und Ergonomie der Schule	9
2.1.1	Schulhygiene	9
2.1.2	Ermüdung im Unterricht – ein ignoriertes Aspekt	10
2.2	Aktuelle Diskussion zur CO ₂ -Konzentration in Schulen	13
2.3	Schulergonomie als Arbeitswissenschaft der Schule	14
2.3.1	Das Modell von Belastung und Beanspruchung	15
2.3.2	Arbeitsbelastung in der Schule	16
2.3.3	Belastung und Beanspruchung in der Schule	17
2.3.4	Psychische Belastung als objektive Größe	18
2.4	Belastung durch Arbeitsbedingungen	19
2.4.1	Arbeitsgeräusche und Lärm im Unterricht	20
2.4.2	Belastung durch schlechte Atemluft	20
2.5	ISF Befunde als Basis des Ermüdungsprojekts	21
3	Fragestellung und Grundhypothesen	23
4	Methodendiskussion und Operationalisierung	24
4.1	Beschreibung der Datenerhebung	24
4.1.1	Untersuchungsdesign	25
4.1.2	Raumakustik	25
4.1.3	Luftqualität im Unterricht	26
4.1.4	Messung des Schallpegels im Unterricht	27
4.1.5	Beanspruchungsmessung-Aufzeichnung der Herzfrequenz	27
4.1.6	Unterrichtsbeobachtung – Kommunikation und Aktivität	28
4.1.7	Erfassung der Aufmerksamkeit	30

4.1.8	Messung der Reaktionsfähigkeit	33
4.1.9	Befragung der Schülerinnen und Schüler	33
4.2	Datensatzdefinition	35
4.2.1	Differenzierungsgrößen	36
4.2.2	Reaktionsgrößen	38
4.3	Methodik: Differenzieren – Gruppieren – Analysieren	44
4.3.1	Differenzierung	45
4.3.2	Gruppierung	46
4.3.3	Analyse	47
5	Datendarstellung und Analyse	48
5.1	Beteiligte Schulen	48
5.2	Lüftungsverhalten	55
5.3	Klima	58
5.3.1	Raumklima in den Schulen – erste Übersicht	58
5.3.2	Interventionsabhängige Veränderung des Raumklimas	61
5.4	Folgen der Belastungsänderung	80
5.4.1	Herzfrequenz	80
5.4.2	Aufmerksamkeitsleistung	87
5.4.3	Reaktionsverhalten	93
5.4.4	Geräuschpegel im Unterricht	98
5.4.5	Pädagogischer Prozess	105
5.4.5.1	Kommunikationsprotokoll	105
5.4.5.2	Aktionsprotokoll	108
5.4.6	Befindlichkeitsbefragung	118
5.5	Wirkung der CO ₂ -Belastung	130
5.5.1	Beanspruchungsindikator Herzfrequenz	130
5.5.2	Aufmerksamkeit	132

5.5.3	Reaktionsfähigkeit	134
5.5.4	Geräuschpegel im Unterricht	135
5.5.5	Pädagogischer Prozess	138
6	Zusammenfassung	145
7	Folgerungen für eine Ergonomie der Schule	148
7.1	Beobachtungen zum Status Quo realisierter Schulergonomie	149
7.2	Eckpunkte einer effektiven Schulergonomie	151
7.3	Effekte durch und mit einfacher schulergonomischer Veränderung	154
7.4	Einige schulergonomische Grundregeln	156
8	Literaturverzeichnis	158
9	Verzeichnis der Abbildungen	161
10	Verzeichnis der Tabellen	169
11	Anhang	170
12	Nachwort	181