



Universität Regensburg

Masterarbeit

Auswirkungen einer App-basierten Intervention zu Stimmhygiene und Achtsamkeit auf subjektive und objektive Stimmparameter

Jonas Hauck

jonas.hauck@paedagogik.uni-regensburg.de

Matrikelnummer: 2057644

Erstgutachter: Prof. Dr. Sven Hilbert

Zweitgutachter: PD Dr. Wieland Kranich

vorgelegt am: 12.03.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	7
2	Theoretischer Hintergrund	11
2.1	Stimme und Stimmgesundheit als biopsychosoziales Konstrukt	11
2.1.1	Stimme als physiologisches und akustisches Phänomen	12
2.1.2	Begriffsbestimmung: Stimmgesundheit, Dysphonie und funktionelle Kapazität	13
2.1.3	Biopsychosoziale Perspektive: Anforderungen, Ressourcen und Modulatoren	13
2.1.4	Erfassung von Stimmgesundheit: subjektive, perzeptive und instrumentelle Verfahren	16
2.1.5	Konsequenzen für Prävention und die Logik dieser Arbeit	17
2.2	Stimmliche Belastungen im Lehrberuf	17
2.2.1	Spezifische Belastungsprofile im Unterricht	18
2.2.2	Risikofaktoren und Konsequenzen stimmbezogener Probleme bei Lehrkräften	19
2.3	Stimmhygiene und Stimmtraining in der Prävention	21
2.3.1	Indirekte Prävention: Stimmhygiene, Wissenstransfer und Verhaltensregeln	22
2.3.2	Direkte Prävention: Übungsbasierte Stimmtrainings	23
2.3.3	Arbeitsplatzbezogene Prävention: Akustik, Lärmkontrolle und technische Verstärkung	24
2.3.4	Wirksamkeit: positive Einzelbefunde und zurückhaltende Gesamtevidenz	24
2.3.5	Adhärenz, Alltagstauglichkeit und Transfer in den Unterricht	25
2.4	Achtsamkeit, Stress und Stimme	25
2.4.1	Psychophysiologische Mechanismen: akute Stresseffekte auf Stimmparameter	26
2.4.2	Stress im beruflichen Stimmgebrauch: Evidenz aus Feldkontexten	27

2.4.3	Psychische Belastung bei Stimmproblemen: hohe Prävalenz bei großer Heterogenität	28
2.4.4	Achtsamkeit als Interventionslogik: Selbstwahrnehmung, Regulation und indirekte Stimmwirkung	30
2.4.5	Konsequenzen für die Evaluation	31
2.5	App-basierte Interventionen und Engagement als Wirkfaktor . . .	31
2.5.1	Begriffliche Einordnung: Digitale Prävention zwischen eHealth, mHealth und Digital Behaviour Change	31
2.5.2	Evidenzlage: Online-, Blended- und Telepractice-Formate in stimmbezogenen Programmen für Lehrkräfte	33
2.5.3	Mobile Anwendungen in der Stimmgesundheit	35
2.5.4	Engagement als Wirkfaktor: Konzeptualisierung, Determinanten und Messprobleme	36
2.5.5	Kritische Würdigung und Implikationen	38
2.6	Herleitung der Forschungsfragen und Hypothesen	40
2.6.1	Hypothesen zu subjektiven Stimmparametern	40
2.6.2	Hypothesen zu objektiven Stimmparametern	40
2.6.3	Hypothesen zu psychologischen Variablen	40
3	Methode	41
3.1	Studiendesign und Präregistrierung	41
3.2	Stichprobe, Rekrutierung und Ein- bzw. Ausschlusskriterien	41
3.3	Randomisierung und Gruppenzuteilung	42
3.4	Intervention: ReSt-App	42
3.5	Ablauf und Zeitraum der Datenerhebung	43
3.5.1	Grundstruktur	43
3.5.2	Gestaffeltes Vorgehen	43
3.6	Erhebungsinstrumente und Outcome-Variablen	43
3.6.1	Soziodemographische und berufliche Kovariaten	44
3.6.2	Subjektive Stimmparameter	44
3.6.3	(Quasi-)Objektive Stimmparameter (Stimm-screening)	44
3.6.4	Psychologische Variablen	48
3.6.5	App-Tracking und Nutzungsmaße	48
3.7	Datenaufbereitung und statistische Analysestrategie	48
3.7.1	Datenstruktur, Kodierung und Ausschlusskriterien	48
3.7.2	Fehlende Items und Item-Imputation	49

3.7.3	Inferenzstatistische Modelle	50
3.7.4	Hinweis zu VHI-12 und DSI (Vergleichsmaße)	50
4	Ergebnisse	51
4.1	Stichprobenbeschreibung	51
4.2	Vorbemerkungen zur Ergebnisdarstellung	53
4.3	Hauptanalysen: Interventionswirkungen (Messzeitpunkt \times Gruppe)	53
4.3.1	Subjektive Stimmparameter	53
4.3.2	Objektive Stimmparameter	55
4.3.3	Psychologische Variablen	57
4.3.4	Zusammenfassung der Hypothesenprüfung in den Haupt- analysen	58
4.4	Nutzungsintensitätsanalysen in der Trainingsgruppe	58
4.4.1	Subjektive Stimmparameter	59
4.4.2	Objektive Stimmparameter	59
4.4.3	Psychologische Variablen	60
4.4.4	Zusammenfassung der nutzungsbezogenen Analysen	60
5	Diskussion	61
5.1	Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse	61
5.1.1	Hypothesenprüfung: Hauptanalysen (Messzeitpunkt \times Grup- pe)	61
5.1.2	Nutzungsanalysen (innerhalb der Trainingsgruppe)	62
5.2	Gesamteindruck: Ein konsistentes Muster über Konstruktdimensionen hinweg	62
5.3	Einordnung im biopsychosozialen Rahmen	62
5.3.1	Selbstkonzeptgewinne ohne Veränderung der subjektiven Ein- schränkung	62
5.3.2	Objektive Parameter: Kapazitätsgewinne bei stabiler Stimm- qualität	63
5.3.3	Psychologische Variablen: Einordnung der Nullbefunde	64
5.4	Unerwartete Befunde und Bedeutung der Nutzungsanalysen	65
5.5	Limitationen	65
5.5.1	Stimm-screening unter nicht standardisierten akustischen Be- dingungen	65
5.5.2	Nicht-Verblindung und Erwartungseffekte	66
5.5.3	Post-randomisierte Ausschlüsse und Generalisierbarkeit	66

5.5.4	Multiples Testen und konservatives Signifikanzniveau	66
5.6	Implikationen	66
5.6.1	Implikationen für die Praxis	66
5.6.2	Implikationen für zukünftige Forschung	67
5.7	Fazit	67
Verzeichnisse	. . . . .	69
Literaturverzeichnis	. . . . .	69
Abbildungsverzeichnis	. . . . .	86
Tabellenverzeichnis	. . . . .	88
Eidesstattliche Erklärung	. . . . .	91
A Anhang	. . . . .	93
A.1	Modelltabellen	93
A.1.1	Interaktionsmodelle (Messzeitpunkt × Gruppe)	93
A.1.2	Nutzungsbezogene Modelle (nur Trainingsgruppe)	118

1 Einführung

Im Lehrberuf ist die Stimme zugleich Arbeitsmittel, Ausdrucksträgerin und Voraussetzung professionellen Handelns. Sie transportiert fachliche Inhalte, strukturiert Interaktionen, steuert Aufmerksamkeit und trägt zur Beziehungsgestaltung bei. Weil sie im Alltag meist selbstverständlich verfügbar ist, bleibt ihre Bedeutung häufig implizit: Erst bei Heiserkeit, schneller Ermüdung oder erhöhtem stimmlichen Aufwand wird sichtbar, dass Unterrichtskommunikation nicht nur eine didaktische, sondern auch eine körperlich-physiologische Leistung unter sozialen und organisationalen Bedingungen darstellt. Stimmgesundheit ist im schulischen Kontext damit mehr als eine individuelle Befindlichkeit; sie betrifft Arbeitsfähigkeit, Unterrichtsqualität und die nachhaltige Nutzung professioneller Ressourcen.

Diese Relevanz spiegelt sich in der Befundlage: Lehrkräfte berichten stimmliche Beschwerden und Stimmstörungen deutlich häufiger als Personen der Allgemeinbevölkerung. Meta-analytisch werden weltweit hohe Prävalenzen beschrieben, unter anderem eine Punktprävalenz von rund 37,7% und eine Lebenszeitprävalenz von 63,1% (Baghban et al., 2025); klassische Arbeiten zeigen seit langem eine gegenüber Nicht-Lehrkräften erhöhte Betroffenheit (Roy et al., 2004b). Die Konsequenzen sind für das Bildungssystem nicht trivial. Stimmliche Einschränkungen können Selbstwirksamkeit und Unterrichtshandeln beeinträchtigen, Schon- und Kompensationsstrategien begünstigen und damit pädagogisches Handeln subtil verändern. Aus arbeits- und gesundheitspsychologischer Perspektive sind stimmbezogene Beschwerden zudem relevante Prädiktoren von Beanspruchung und Erholung im Berufsalltag.

Für ein angemessenes Verständnis reicht es jedoch nicht aus, Stimmprobleme als bloße Folge „vieler Sprechzeit“ zu betrachten. Unterrichtliche Kommunikation ist situativ hoch variabel: Lehrkräfte passen Lautstärke, Tonhöhe, Sprechtempo und Pausen fortlaufend an Lärm, Raumakustik, Klassenführung und Interaktionsdichte an. Hinzu treten psychosoziale Anforderungen, die sich in körperlicher Aktivierung, Muskeltonus und Atmung niederschlagen können. Stimmgesundheit lässt sich deshalb plausibel als biopsychosoziales Konstrukt verstehen, in dem biologische Voraussetzungen und Beanspruchungen, psychische Modulatoren (z. B. Stress) und kontextuelle Bedingungen (z. B. Arbeitsumgebung) dynamisch zusam-

menwirken (De Jong, 2010). Diese Perspektive ist für den Lehrberuf besonders anschlussfähig, weil sie die Stimme als Schnittstelle zwischen Person, Situation und Institution begreift: als körperlich erzeugtes Signal, das unter realen schulischen Bedingungen stabil, ökonomisch und belastbar verfügbar sein muss.

Aus dieser Verortung ergibt sich eine präventive Leitidee: Wirksame Angebote sollten nicht nur über Risiken informieren, sondern Ressourcen aufbauen, Selbstregulation unterstützen und die Umsetzung im Unterrichtsalltag ermöglichen. Genau hier liegt eine wiederkehrende Herausforderung. Trotz plausibler Mechanismen und positiver Einzelbefunde bewerten systematische Übersichten die Evidenz zur Wirksamkeit stimmpräventiver Programme bei Lehrkräften insgesamt zurückhaltend und verweisen auf methodische Heterogenität sowie Umsetzungs- und Adhärenzprobleme (Ramos et al., 2022; Ruotsalainen et al., 2007). Damit rückt eine für den Schulkontext zentrale Frage in den Mittelpunkt: Entscheidend ist nicht nur, welche Inhalte vermittelt werden, sondern wie sie so implementiert werden können, dass Lehrkräfte sie unter den Bedingungen eines dichten Berufsalltags regelmäßig und korrekt anwenden.

Digitale Prävention bietet hierfür eine spezifische Implementationslogik. App-basierte Interventionen können niedrigschwelligen Zugang schaffen, Übungen in kurzen Sequenzen verfügbar machen und Wiederholung sowie Erinnerung unterstützen. Gleichzeitig ist aus der digitalen Gesundheitsforschung bekannt, dass digitale Angebote ihre Wirksamkeit nicht automatisch aus der Technologie, sondern aus der Nutzung beziehen. Engagement umfasst das beobachtbare Nutzungsverhalten sowie die subjektive Einbindung und gilt als zentraler Wirkfaktor (Perski et al., 2017). Dropout und Non-Usage sind zudem typische, strukturelle Phänomene digitaler Interventionen (*law of attrition*) (Eysenbach, 2005). Für stimmbezogene Prävention ist diese Perspektive besonders relevant, weil stimmökonomische Muster motorisch erlernt und durch wiederholte Praxis stabilisiert werden müssen: Ohne ausreichende, alltagskompatible Nutzung bleibt der Transfer in den Unterricht fragil.

Vor diesem Hintergrund wurde das „Regensburger Stimmtraining“ (ReSt) als App-basiertes Präventionsangebot für aktiv tätige Lehrkräfte entwickelt. Es kombiniert stimmhygienische und stimmfunktionelle Komponenten (z. B. Haltung und Tonus, Atmung, Phonation, Resonanz, Artikulation) mit Elementen psychologischer Hygiene und Achtsamkeit. ReSt adressiert damit sowohl die physiologische Seite stimmlicher Beanspruchung als auch die Bedeutung psychophysiologischer Regulation unter Alltagsstress. Dieser erweiterte Ansatz trägt dem Umstand Rech-

nung, dass Stimmprobleme bei Lehrkräften nicht allein auf stimmtechnische Defizite zurückzuführen sind, sondern häufig durch erhöhte psychische Beanspruchung mit ausgelöst und aufrechterhalten werden (Baker, 2008; Gassull et al., 2010) Das ReSt-Projekt wurde als randomisierte kontrollierte Interventionsstudie angelegt; innerhalb dieses Projektrahmens entsteht die vorliegende Masterarbeit als Evaluation zentraler Outcomes.

Ziel der Arbeit ist es, die Wirksamkeit der ReSt-App unter Feldbedingungen zu prüfen und dabei stimmbezogene sowie psychologische Dimensionen zu berücksichtigen. Untersucht werden Veränderungen (a) subjektiver stimmbezogener Maße, die Wahrnehmung, Belastungserleben und stimmbezogenes Selbstkonzept abbilden, (b) ausgewählter objektive Parameter aus einem standardisierten Stimmscreening sowie (c) psychologischer Belastungsvariablen, die als relevante Kontextfaktoren stimmlicher Beanspruchung gelten. Ergänzend werden App-Trackingdaten herangezogen, um Nutzungsmuster zu beschreiben und explorativ mit Veränderungen in Beziehung zu setzen – nicht als kausaler Beleg, sondern als prozessbezogene Perspektive darauf, inwiefern ein digitales Format tatsächlich „in Gebrauch“ kommt und damit seine präventive Logik realisieren kann.

2 Theoretischer Hintergrund

Dieses Kapitel entwickelt den theoretischen Rahmen, in dem das Projekt *Regensburger Stimmtraining* (ReSt) verortet und empirisch evaluiert wird. Ausgangspunkt ist die Stimme als biopsychosoziales Leistungs- und Kommunikationssystem: Stimmgesundheit ergibt sich nicht allein aus einer stimmlichen Funktionsfähigkeit, sondern aus dem Zusammenspiel physiologischer Voraussetzungen, psychischer Regulation und sozial-kontextueller Anforderungen. Im Lehrberuf verdichtet sich dieses Zusammenspiel zu einem spezifischen beruflichen Belastungsprofil, das die hohe Prävalenz stimmbezogener Beschwerden plausibilisiert und zugleich die Logik präventiver Interventionen begründet.

Vor diesem Hintergrund werden zunächst (Abschnitt 2.1) zentrale Konzepte und Mechanismen der Stimmgesundheit dargestellt und anschließend (Abschnitt 2.2) stimmliche Belastungs- und Risikokonstellationen im Lehrberuf beschrieben. Darauf aufbauend ordnet Abschnitt 2.3 stimmhygienische und trainingsbasierte Präventionsansätze ein, bevor in den Abschnitten 2.4 und 2.5 Stress- sowie Achtsamkeitsprozesse sowie digitale Implementationslogiken diskutiert werden. Das Kapitel schließt mit der Herleitung der Forschungsfragen und Hypothesen (Abschnitt 2.6).

2.1 Stimme und Stimmgesundheit als biopsychosoziales Konstrukt

Die menschliche Stimme ist ein zentrales Medium sozialer Interaktion und zugleich ein hochkomplexes biologisches Leistungssystem. Für Berufsgruppen mit hoher stimmlicher Beanspruchung – insbesondere Lehrkräfte – ist Stimmgesundheit damit nicht nur eine medizinische, sondern zugleich eine arbeits- und gesundheitspsychologische Fragestellung. Epidemiologische Befunde zeigen, dass Stimmprobleme bei Lehrkräften deutlich häufiger auftreten als in der Allgemeinbevölkerung. Eine aktuelle Metaanalyse berichtet eine weltweite Punktprävalenz von rund 37,7% sowie einer Lebenszeitprävalenz von 63,1% (Baghban et al., 2025), und klassische Prävalenzstudien belegen seit langem eine etwa verdoppelte Betroffenheit (Lebenszeitprävalenz) im Vergleich zu Nicht-Lehrkräften (Roy et al., 2004b). Diese erhöhte Vulnerabilität lässt sich besonders gut erklären, wenn Stimmgesundheit als Ergeb-

nis einer dynamischen Balance von Anforderungen und Ressourcen verstanden wird.

2.1.1 Stimme als physiologisches und akustisches Phänomen

Stimmproduktion entsteht aus dem Zusammenwirken mehrerer Teilsysteme: Ausströmende Atemluft erzeugt einen aerodynamischen Energiefluss, der im Kehlkopf in Schwingungen der Stimmlippen überführt wird (Van Den Berg, 1958). Das dabei entstehende Quellsignal wird als Schallereignis wahrnehmbar (Fant, 1960). Stimme ist damit zugleich physiologisches Produkt und akustisches Phänomen.

Aus mechanischer Perspektive ist Phonation durch wiederkehrende Kontakt- bzw. Kollisionsphasen der Stimmlippen gekennzeichnet, in denen sogenannter *impact stress* auf die kollidierenden Gewebeoberflächen wirkt (Jiang & Titze, 1994; Titze, 1994; Zhang, 2016). Biomechanische Modellierungen zeigen, dass Normal- und Scherspannungen während der Kollision an typischen Läsionsstellen – insbesondere in der Mitte der superior-medialen Stimmlippenkante – besonders hoch sind (Gunter, 2003). Mechanische Last steigt, wenn Phonationsdauer, Intensität oder Grundfrequenz zunehmen: In-vivo-Messungen belegen einen deutlichen Anstieg der Kollisionsgeschwindigkeit mit steigender Stimmintensität (DeJonckere & Lebacqz, 2022), und Finite-Elemente-Modelle quantifizieren, dass Kontaktdruck bei lautem Sprechen lokal in den Bereich bis 20 kPa reichen kann (Zhang, 2020). Solche Beanspruchungen müssen durch laryngeales Gewebe über längere Zeiträume kompensiert werden.

Die StimmDOSimetrie bietet hierfür quantitative Rahmenparameter: Titze et al. (2003) beschreiben drei fundamentale Dosismaße – Distance Dose (akkumulierte Gewebewegung), Energy Dissipation Dose (Wärmedissipation) und Time Dose (Phonationszeit) – und leiteten aus Industriestandards eine Sicherheitsgrenze von etwa 500 Metern Distance Dose ab, die nach circa 17 Minuten kontinuierlicher Phonation erreicht wird. Experimentelle Befunde zu Gewebefatigue zeigen zudem, dass nach intensiver Vibrationsexposition viskoelastische Eigenschaften der Stimmlippenmukosa verändert sein können, was zu einem erhöhten Phonationsschwellendruck beitragen kann (Chan, 2019); vollständige Erholungsprozesse benötigen in experimentellen Studien 12 bis 18 Stunden (Hunter & Titze, 2009). Akute Oberflächenschädigungen des Epithels – unter anderem dokumentiert über Reduktionen der Mikroprojektionsdichte – treten bereits bei moderaten Phonationsdosen auf und folgen einer Dosis-Wirkungs-Beziehung (Kojima et al., 2014).

Diese physiologischen Mechanismen sind bereits eng mit einer biopsychosozia-

len Sichtweise verbunden: Identische stimmliche Anforderungen können je nach Technik, körperlicher Konstitution, Tagesform, emotionaler Aktivierung und Umgebungsbedingungen sehr unterschiedliche Konsequenzen für Belastungserleben und Funktion haben.

2.1.2 Begriffsbestimmung: Stimmgesundheit, Dysphonie und funktionelle Kapazität

In klinischer und forschungsbezogener Literatur wird eine Stimmstörung häufig als Dysphonie beschrieben, verstanden als Veränderung von Stimmqualität, Tonhöhe, Lautstärke oder stimmlichem Aufwand, die Kommunikation und/oder Lebensqualität beeinträchtigt (Stachler et al., 2018). Stimmgesundheit lässt sich damit nicht auf die Abwesenheit organischer Pathologie reduzieren, sondern umfasst stets auch funktionale Einschränkungen und psychosoziale Folgen. Entsprechend reicht das Spektrum – einer verbreiteten Systematik folgend – von primär funktionellen Störungen (z. B. hyperfunktionelle Fehlbelastungsmuster) bis hin zu organischen Veränderungen (z. B. Ödeme) (Hillman et al., 2020; Van Houtte et al., 2010).

Für Prävention ist eine konzeptuelle Differenzierung hilfreich: Stimmgesundheit kann (a) als *stimmliche Kapazität* bzw. Leistungsfähigkeit (z. B. Ausdauer, Umfang, Stabilität) und (b) als *stimmliche Beeinträchtigung* im Sinne alltagsrelevanter Einschränkungen und subjektiver Belastung verstanden werden. Beide Dimensionen sind theoretisch verbunden, können empirisch jedoch auseinanderfallen – etwa, wenn funktionelle Kapazität ausreichend ist, zugleich aber Sorgen um die Stimme oder ein ungünstiges stimmbezogenes Selbstkonzept bestehen. Diese Mehrdimensionalität ist im Lehrberuf besonders plausibel, weil Stimmgebrauch hier nicht nur Leistung, sondern auch Selbstwirksamkeit, Rollenanforderungen und Unterrichtsinteraktion betrifft.

2.1.3 Biopsychosoziale Perspektive: Anforderungen, Ressourcen und Modulatoren

Im Sinne des von Engel (1977) formulierten biopsychosozialen Ansatzes wird Stimmgesundheit als Ergebnis einer gegenseitiger Beeinflussung biologischer (z. B. Gewebe- und Funktionsparameter), psychischer (z. B. Stress, Emotion, Kognitionen) und sozialer bzw. kontextueller Bedingungen (z. B. Rollenanforderungen und Arbeitsumgebung) verstanden. Stimmstörungen werden wahrscheinlicher, wenn Anforderungen an das Stimmsystem die verfügbaren Ressourcen übersteigen oder

wenn kurzfristig funktionale Kompensationen (z. B. dauerhaft erhöhte Lautstärke, Pressen) langfristig zu Fehlbelastungen führen (Hillman et al., 1989; Titze, 1994). In Lehrkraftpopulationen ist dieses Modell besonders anschlussfähig, weil dort hohe stimmliche Anforderungen, wechselnde Umgebungsbedingungen und psychosoziale Belastungen gemeinsam auftreten.

Einflussfaktoren können die Belastbarkeit des Stimmsystems verringern oder die Wahrscheinlichkeit von Symptomen erhöhen. Dazu zählen Schleimhaut- und Gewebeparameter, die durch den Hydratationszustand und die Raumluft beeinflusst werden. Trockene Luft kann die Viskosität der Schleimhäute verringern und somit deren Steifigkeit erhöhen. Dadurch wird die Stimmgebung erschwert und es ist ein höherer Aufwand erforderlich (Inserm French National Institute of Health and Medical Research, 2006). Experimentelle Arbeiten und Übersichten zur Hydratation zeigen konsistent, dass Dehydratation viskoelastische Eigenschaften des Stimmlip-pengewebes ungünstig verändern und aerodynamische sowie akustische Parameter beeinträchtigen kann (Sivasankar & Leydon, 2010). Zudem sind Komorbiditäten wie refluxassoziierte Reizungen klinisch bedeutsam; in einer klassischen klinischen Serie wurde laryngopharyngealer Reflux bei einem substantiellen Anteil von Personen mit funktionelle Stimmstörungen beschrieben (Koufman et al., 2000). Für Lehrkräfte sind außerdem häufige Infekte und Allergien als Risikofaktoren relevant, die in Metaanalysen mit Stimmstörungen assoziiert sind (Jiang et al., 2024).

Psychologische Modulatoren wirken sowohl über physiologische Pfade (z. B. Muskeltonus, Atemmuster, autonome Aktivierung) als auch über Wahrnehmungs- und Bewertungsprozesse. Stress zählt in Studien mit Lehrkräften zu den konsistenten Prädiktoren stimmbezogener Beschwerden (Jiang et al., 2024; Vertanen-Greis et al., 2020). Mechanistisch wird diskutiert, dass psychische Belastung dysfunktionale Aktivierungs- und Koordinationsmuster begünstigt und dadurch die Wahrscheinlichkeit kompensatorischer Strategien bis hin zu hyperfunktioneller Stimmgebung erhöht. Bildgebende und elektrophysiologische Arbeiten präzisieren diese Zusammenhänge: Dietrich et al. (2020) zeigten mittels fMRI, dass psychologische Stressoren phonatorische Kontrolle über limbisch-motorische Interaktionen verändern. Auf muskulärer Ebene belegen Feindraht-EMG-Studien erhöhte Aktivität intrinsischer Larynxmuskeln während autonomer Aktivierung (Helou et al., 2013) sowie vergleichbare Reaktionen auf psychologische Stressoren wie die Vorbereitung öffentlicher Reden (Helou et al., 2018). Eine systematische Übersichtsarbeit weist außerdem darauf hin, dass Personen mit Dysphonie häufiger Dysfunktionen des autonomen Nervensystems zeigen als gesunde Kontrollpersonen (Cardoso et al.,

2021).

Diese Befunde sind klinisch relevant für das Verständnis der *Muscle Tension Dysphonia* (MTD; im deutschsprachigen Raum am ehesten der hyperfunktionellen Dysphonie entsprechend, wobei die Konzepte nicht deckungsgleich sind), einer funktionellen Stimmstörung mit exzessiver Spannung der (para)laryngealen Muskulatur und multifaktorieller Ätiologie (u.,a. psychologische Faktoren, stimmlicher Missbrauch, kompensatorische Gewohnheiten) (Morrison et al., 1983; Morrison, 1997; Morrison et al., 1986; Van Houtte et al., 2011b). Gerade die Rolle psychologischer Faktoren hat dabei zur Frage geführt, ob bestimmte Persönlichkeitsmerkmale für unterschiedliche Stimmstörungsformen prädisponieren. Die Trait Theory von Roy et al. (2000) greift diesen Gedanken auf und postuliert spezifische Persönlichkeitsprofile: Patient:innen mit funktioneller Dysphonie zeigen höhere Introversion und Stressreaktivität, während Patient:innen mit Stimmlippenknötchen eher soziale Dominanz und Impulsivität aufweisen. Zugleich ist eine bidirektionale Beziehung plausibel: Stimmprobleme können psychische Belastung verstärken und mit Depressivität oder Angst assoziiert sein (Nerrière et al., 2009).

Soziale und kontextuelle Modulatoren betreffen insbesondere die Kommunikationsanforderungen und Umgebungsbedingungen des Unterrichts. Stimmgebrauch ist situativ: Lautstärke, Sprechtempo, Atemführung und Pausensetzung werden in Abhängigkeit von Raumakustik, Lärm und Klassenführung fortlaufend angepasst. Ein gut dokumentiertes Anpassungsphänomen ist der Lombard-Effekt: Mit steigendem Umgebungslärm erhöhen Sprecher:innen typischerweise unwillkürlich ihren Sprechpegel und häufig auch die Grundfrequenz, um Verständlichkeit zu sichern. Für Grundschullehrkräfte wurde diese Anpassung gut untersucht (Botalico & Astolfi, 2012). Grundlagenarbeiten zeigen, dass bei Lärmpegeln von 80–100 dB Amplitude, Dauer und Stimmhöhe systematisch ansteigen (Summers et al., 1988). Aktuelle Studien mit Lehrkräften präzisieren diese Befunde: Nusseck et al. (2022) dokumentierten bei lauter Umgebung eine Erhöhung der Sprechlautstärke um +8,4 dB sowie eine erhöhte Grundfrequenz, bei unveränderten Atempausen – ein Hinweis auf begrenzte Erholungsfenster trotz gesteigerter Belastung. Kurzfristig ist diese Anpassung funktional; im Rahmen des Dosis-Konzepts kann es langfristig jedoch die kumulative Beanspruchung erhöhen und damit als plausibler Risikofaktor wirken.

Feldstudien zur Klassenraumakustik berichten übereinstimmend von erhöhten Stimmbelastungen. Kristiansen et al. (2014) ermittelten bei dänischen Lehrkräften einen durchschnittlichen Lärmpegel von 72 dB(A) im Klassenzimmer. Die

Stimmbelastung stieg um 0,65 dB pro dB Lärmerhöhung an und die Lehrkräfte sprachen 61% der Unterrichtszeit mit erhöhter Stimme. Rantala und Sala (2015) zeigten, dass raumakustische Parameter (Nachhallzeit T60, Speech Transmission Index, Clarity C50) mit stimmlichen Parametern korrelieren. Meta-analytisch werden zentrale Risikofaktoren quantifiziert: Klassenzimmerlärm erhöht das Risiko für Stimmstörungen um das 1,89-Fache, lautes Sprechen um das 3,06-Fache und psychischer Stress um das 2,47-Fache (Jiang et al., 2024).

Aus biopsychosozialer Sicht ist entscheidend, dass diese Prozesse nicht isoliert auftreten: Mechanische Belastung (z. B. durch Lautstärke und Intensität) interagiert mit stressbedingter Muskelspannung unter ungünstigen akustischen Bedingungen. Dadurch wird plausibel, warum Prävention nicht nur Stimmtechnik, sondern ebenso Selbstregulation, Wissen, stimmbezogene Routinen und Kontextanpassungen adressieren sollte.

2.1.4 Erfassung von Stimmgesundheit: subjektive, perzeptive und instrumentelle Verfahren

Die Mehrdimensionalität von Stimmgesundheit hat direkte Konsequenzen für Diagnostik und Evaluation (Dejonckere et al., 2001). In der Forschung werden typischerweise mehrere Ebenen kombiniert: Selbstberichte (Selbsteinschätzung), auditive/perzeptive Urteile (z. B. GRBAS-Skala (Hirano, 1981), CAPE-V (Kempster et al., 2009)), akustische Analysen (z. B. Jitter, Shimmer, Harmonics-to-Noise Ratio (Yumoto et al., 1982), CPP (Awan et al., 2010; Patel et al., 2018)), aerodynamische Maße (z. B. maximale Phonationszeit) sowie bildgebende Verfahren der Larynxdiagnostik (Dejonckere et al., 2001). Während Selbst- und Fremdbeurteilungen auf Wahrnehmungs- und Bewertungsprozessen beruhen, werden akustische und aerodynamische Maße häufig als „objektiv“ eingeordnet; zugleich ist zu berücksichtigen, dass auch instrumentelle Verfahren interpretative Anteile enthalten (Bless et al., 1987; Nawka & Konerding, 2012).

Für Interventionsstudien ist zentral, dass subjektive und instrumentelle Maße unterschiedliche Konstrukte abbilden und daher nicht als austauschbar zu interpretieren sind. Eine etablierte Unterscheidung ist *voice capability* versus *voice handicap*: Instrumentelle Indizes wie der Dysphonia Severity Index (DSI) (Wuyts et al., 2000) fokussieren eher stimmliche Leistungsfähigkeit, während Fragebögen wie der Voice Handicap Index (VHI) (Jacobson et al., 1997) primär psychosoziale und funktionale Konsequenzen erfassen. Empirisch zeigen Studien, dass ein substantieller Anteil von Patient:innen (bis zu 37%) diskordante Ergebnisse zwischen DSI

und VHI aufweist (Hakkesteege et al., 2010). Zusätzlich operieren beide Perspektiven auf unterschiedlichen Zeitachsen: Instrumentelle Messungen bilden standardisierte Momentaufnahmen ab, während Selbstberichte oft rückblickend beurteilen und damit stärker von Kontext, Erinnerung und subjektiver Relevanz geprägt sind (Dejonckere et al., 2001). In Präventionsstudien mit überwiegend normophonen Teilnehmenden können zudem Bodeneffekte klinisch orientierter Handicap-Instrumente die Sensitivität für Veränderungen begrenzen (Hauck et al., 2025; Rosen et al., 2004). Vor diesem Hintergrund ist die Kombination komplementärer Messzugänge besonders bedeutsam, um funktionelle Veränderungen und alltagsrelevante Wahrnehmungs- und Bewältigungsaspekte zugleich abzubilden.

2.1.5 Konsequenzen für Prävention und die Logik dieser Arbeit

Aus einer biopsychosozialen Perspektive folgt eine klare Präventionslogik: Wirksame Interventionen sollten (a) funktionelle Ressourcen stärken (z. B. ökonomische Phonation, Atemkoordination, Erweiterung von Leistungsgrenzen), (b) modulierende Risikofaktoren adressieren (z. B. Hydratation, Umgang mit Belastung, Erholung) und (c) den Transfer in reale Kommunikationssituationen unterstützen. Für Lehrkräfte ist der Transfer besonders relevant, weil stimmliche Anforderungen in dynamischen Unterrichtssituationen auftreten und sich nicht auf standardisierte Übungssettings reduzieren lassen.

Die vorliegende Arbeit knüpft an diese Logik an, indem Effekte einer App-basierten Intervention sowohl auf subjektive Stimmmaße als auch auf ausgewählte instrumentelle Parameter untersucht werden. Psychologische Belastungsvariablen werden dabei als potenzielle Kontextfaktoren berücksichtigt. Aufbauend auf diesem Rahmen werden im nächsten Abschnitt berufsspezifische Belastungsprofile des Lehrberufs sowie zentrale Risiko- und Schutzfaktoren beschrieben.

2.2 Stimmliche Belastungen im Lehrberuf

Die in Abschnitt 2.1 dargestellte epidemiologische Befundlage belegt, dass Lehrkräfte eine stimmliche Risikoberufsgruppe sind – eine Einschätzung, die seit langem besteht (Mattiske et al., 1998) und durch häufig berichtete Vorläuferphänomene wie Vocal Fatigue zusätzlich gestützt wird (Hunter & Banks, 2017; Moreno et al., 2025). Entscheidend ist, dass diese erhöhte Betroffenheit nicht ausschließlich durch „viel Sprechen“ erklärbar ist, sondern durch ein spezifisches Belastungsprofil: Hohe stimmliche Dosis trifft auf akustisch und organisatorisch ungünstige

Bedingungen und wird durch psychosoziale Modulatoren verstärkt.

2.2.1 Spezifische Belastungsprofile im Unterricht

Die stimmliche Beanspruchung von Lehrkräften ist durch eine Kombination aus hoher *Dosis* (Phonationszeit, Häufigkeit von Stimmansätzen, Lautstärke) und belastenden *Rahmenbedingungen* (Lärm, Raumakustik, Raumklima, Klassenführung) gekennzeichnet. Stimme dient im Unterricht nicht nur der Inhaltsvermittlung, sondern ist zugleich Instrument der Klassenführung und Beziehungsgestaltung. Daraus ergeben sich typische Nutzungs- und Kompensationsmuster, die zunehmend auch objektiv quantifiziert werden.

StimmDOSimetrische Studien zeigen, dass Lehrkräfte während der Arbeitszeit deutlich höhere Phonationsanteile aufweisen als außerhalb der Arbeit und dass über den Tag charakteristische Belastungsspitzen in Unterrichtsblöcken entstehen (Hunter & Titze, 2010; Titze et al., 2007). Damit sind über den Arbeitstag kumulativ sehr hohe Zahlen an Stimmlippenschwingungen und -kontakten verbunden. Vergleichsdaten deuten zudem auf eine ausgeprägte berufliche Mehrbelastung gegenüber weniger sprechintensiven Berufen hin (Masuda et al., 1993; Sala et al., 2001).

Für Prävention ist nicht nur die absolute Phonationszeit relevant, sondern auch deren *Verteilung* sowie begleitende Parameter wie Intensität und Grundfrequenz. Im Sinne eines Dosis-Konzepts wird angenommen, dass bereits moderate, aber dauerhafte Erhöhungen von Intensität und Grundfrequenz über viele Stunden und über Jahre hinweg zu einer erhöhten kumulativen mechanischen Beanspruchung beitragen können. Die Evidenz hierfür ist überwiegend indirekt (dosimetrische Befunde, biomechanische Plausibilität und konsistente Assoziationen); robuste longitudinale Kausalnachweise für daraus folgende strukturelle Veränderungen speziell in Lehrkraftkohorten sind bislang begrenzt. Stimmgesundheit im Lehrberuf ist damit plausibel weniger Ergebnis einzelner „Stimmereignisse“ als Ausdruck einer langfristigen Belastungs- und Regenerationsdynamik.

Ein zweites zentrales Belastungsmerkmal ist die Diskrepanz zwischen akustischen Empfehlungen und realen Unterrichtsbedingungen. Feldstudien berichten häufig erhöhte Geräuschpegel und ungünstige Nachhallzeiten; solche Bedingungen sind mit mehr stimmbezogenen Symptomen assoziiert (Cantor-Cutiva & Burdorf, 2015). Gleichzeitig wird eine objektive-subjektive Divergenz beschrieben: Objektiv messbare Lärm-/Akustikparameter und subjektive Wahrnehmungen (z. B. Störgrad, wahrgenommene Kommunikationsanstrengung, akustische Kontrollier-

barkeit) sind nicht deckungsgleich und können teils unabhängig mit stimmbezogenen Beschwerden zusammenhängen (Cantor-Cutiva & Burdorf, 2015). Diese Divergenz stützt die Einordnung, dass „Rahmenbedingungen“ über reine Exposition hinausgehen und Akustik als Kontextfaktor in ein komplexes Belastungsprofil eingebettet ist.

Neben der Akustik beeinflussen Raumklima und Luftqualität die stimmliche Belastung. Der INSERM-Bericht hebt hervor, dass trockene Luft Schleimhäute so verändert, dass für gleiche kommunikative Wirkung mehr stimmlicher Aufwand erforderlich wird (Inserm French National Institute of Health and Medical Research, 2006). Im Schulalltag sind trockene Raumluft (z. B. in Heizperioden), Staubexposition oder irritative Stoffe häufig. Diese Faktoren wirken additiv zu Lärm und hoher Stimmnutzung: Wenn Schleimhäute weniger gut „gleiten“, wird häufig mit mehr Kraft kompensiert – mit entsprechenden Folgen für Beanspruchung und Ermüdung.

Die Lehrkraftpopulation ist zudem heterogen. Stimmliche Anforderungen variieren nach Schulstufe und Unterrichtsfach. In einer in-situ-Wochenmessung zeigten sich systematische Unterschiede stimmakustischer Parameter nach Unterrichtsstufe, unter anderem in der Grundfrequenz (Remacle & Lefèvre, 2021). Eine groß angelegte Analyse berichtet höhere Risiken für Stimmstörungen in niedrigeren Schulstufen im Vergleich zu Hochschulkontexten (Chen et al., 2022). Auch das Unterrichtsfach kann das Belastungsprofil modifizieren, etwa über Expressivität oder spezifische Umgebungsanforderungen (Thibeault, 2004). Für die Evaluation präventiver Programme bedeutet dies: Kontextvariablen sind nicht nur „Störfaktoren“, sondern Teil der erklärungsrelevanten Wirklandschaft.

2.2.2 Risikofaktoren und Konsequenzen stimmbezogener Probleme bei Lehrkräften

Belastungsprofile erklären, warum stimmbezogene Probleme im Lehrberuf häufiger auftreten; sie erklären jedoch nicht vollständig, *wer* innerhalb der Berufsgruppe besonders vulnerabel ist und *welche* Folgen daraus entstehen. Meta-analytische Arbeiten beschreiben Risikofaktoren auf mehreren Ebenen – individuelle Disposition und Gesundheit, psychosoziale Belastung, stimmbezogenes Verhalten und arbeitsorganisatorische Rahmenbedingungen (Byeon, 2019; Jiang et al., 2024). Diese Ebenen wirken nicht additiv, sondern interaktiv: Ungünstige Rahmenbedingungen fördern unphysiologisches Stimmverhalten, Stress erhöht muskuläre Spannung und reduziert Regeneration, medizinische Faktoren verringern funktionelle Reserve.

Ein robust replizierter Befund ist ein erhöhtes Risiko bei weiblichen Lehrkräften (Byeon, 2019; Jiang et al., 2024). Diskutiert werden unter anderem eine im Mittel höhere Grundfrequenz (mehr Schwingungszyklen pro Zeit bei gleicher Phonationsdauer) sowie Unterschiede in Gewebeeigenschaften (Hunter et al., 2011). Der INSERM-Bericht führt entsprechend deutlich höhere Symptomraten bei Lehrerinnen (Inserm French National Institute of Health and Medical Research, 2006) an. Medizinische Faktoren wie Infekte, Allergien und Refluxsymptome zeigen substantielle Zusammenhänge mit Stimmstörungen (Jiang et al., 2024); für refluxassoziierte Beschwerden wird laryngopharyngealer Reflux bei vielen Personen mit funktionellen Stimmstörungen beschrieben (Koufman et al., 2000). Prävention kann solche Trigger nicht ersetzen, sollte aber in multimodale Strategien eingebettet werden, die Gesundheitsmanagement und stimmliche Technik verbinden.

Psychosozialer Stress zählt zu den konsistentesten Prädiktoren stimmbezogener Beschwerden im Lehrberuf (Jiang et al., 2024; Vertanen-Greis et al., 2020). Mechanistisch wird angenommen, dass Stress dysfunktionale Muskelaktivierungsmuster und hyperfunktionellen Stimmgebrauch begünstigt (Dietrich & Verdolini Abbott, 2012). Gleichzeitig sind Wechselwirkungen mit Arbeitsfähigkeit plausibel: Wenn Stress und Stimmprobleme gemeinsam auftreten, können sich ihre Auswirkungen auf Leistungsfähigkeit und Erleben wechselseitig verstärken (Vertanen-Greis et al., 2020). Für Evaluationen folgt daraus, dass psychologische Variablen nicht nur Begleitdaten sind, sondern potenzielle Wirkfaktoren.

Verhaltensbezogene Risikofaktoren sind für Prävention besonders relevant, da sie grundsätzlich modifizierbar sind. Konsistent berichtet werden Zusammenhänge zwischen Stimmstörungen und stimmlich belastenden Verhaltensweisen wie lautem Sprechen, Rufen/Schreien oder häufigem Räuspern (Byeon, 2019; Jiang et al., 2024). Solche Muster sind im Unterricht kurzfristig oft funktional, erhöhen langfristig jedoch mechanische Belastung und verkürzen Regenerationsphasen. Auch Hydratation und stimulierende Substanzen werden diskutiert; meta-analytisch finden sich Hinweise auf Zusammenhänge etwa mit Koffeinkonsum (Byeon, 2019), und physiologisch ist der Einfluss von Dehydratation auf Gewebeeigenschaften plausibel (Sivasankar & Leydon, 2010).

Auf struktureller Ebene wird ein Dosis-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Arbeitslast und Stimmstörungsrisiko berichtet (Jiang et al., 2024). Langjährige Berufsausübung kann das Risiko zusätzlich erhöhen, insbesondere wenn ungünstige Routinen und hohe Belastung ohne systematische Prävention bestehen (Inserm French National Institute of Health and Medical Research, 2006). Ein weiterer

relevanter Befund betrifft eine Ausbildungslücke: Lehrkräfte erhalten in vielen Systemen während der Ausbildung selten systematische Inhalte zur Stimmgesundheit. Van Houtte et al. (2011a) berichten, dass nur ein kleiner Anteil entsprechende Informationen erhält; zugleich wird betont, dass die Stimme in der Lehrkräftebildung häufig implizit bleibt (Bele, 2008). Prävention adressiert damit nicht nur individuelle Selbstsorge, sondern auch Professionalisierung.

Die berichteten Konsequenzen reichen von vorübergehender Heiserkeit und Vocal Fatigue bis hin zu chronischen Störungen; in klinischen Stichproben professioneller Stimmnutzender werden neben funktionellen Störungen auch phonotraumatische bzw. strukturelle Veränderungen beschrieben (Van Houtte et al., 2010). Beruflich sind Leistungsbeeinträchtigung und Fehlzeiten dokumentiert (De Medeiros et al., 2012; Roy et al., 2004a; Van Houtte et al., 2011a) und gehen mit individuellen wie organisatorischen Kosten einher (Inserm French National Institute of Health and Medical Research, 2006). Schließlich können dysphonische Stimmen von Lehrkräften die Sprachverarbeitung bei Kindern beeinträchtigen (Rogerson & Dodd, 2005; Voigt-Zimmermann, 2011, 2017) und mit erhöhtem kognitivem Aufwand beim Zuhören verbunden sein (Lyberg-Åhlander et al., 2015b, 2015a), was die Relevanz für Unterrichtsqualität unterstreicht.

Insgesamt besteht Konsens, dass Lehrkräfte ein erhöhtes Risiko für Stimmprobleme tragen und dass dieses Risiko durch die Kombination aus hoher stimmlicher Dosis, ungünstiger Akustik/Luftqualität sowie psychosozialen und individuellen Faktoren entsteht (Baghban et al., 2025; Byeon, 2019; Jiang et al., 2024). Gleichzeitig berichten systematische Übersichten eine heterogene Evidenz zur Wirksamkeit präventiver Programme (Ramos et al., 2022). Daraus folgt die Notwendigkeit, Prävention alltagstauglich, multimodal und adherence-sensitiv zu konzipieren – und unter realistischen Bedingungen systematisch zu evaluieren. Der nächste Abschnitt ordnet hierzu Stimmhygiene- und Trainingsansätze als präventive Logik ein.

2.3 Stimmhygiene und Stimmtraining in der Prävention

Präventionsprogramme zur Stimmgesundheit von Lehrkräften werden in der Literatur häufig in *indirekte* und *direkte* Ansätze unterschieden. Indirekte Maßnahmen zielen auf Wissen, Sensibilisierung und Verhaltensregulation (z. B. Stimmhygiene, Regeln stimmökonomischen Sprechens). Direkte Ansätze fokussieren die systematische Einübung stimmphysiologischer Fertigkeiten (z. B. Atmung, Phonation, Re-

sonanz, Artikulation) mit dem Ziel, stimmliche Belastbarkeit zu erhöhen und Beanspruchung ökonomischer zu bewältigen (Ramos et al., 2022; Ruotsalainen et al., 2007). Ergänzend wird aus arbeitsmedizinischer und stimmergonomischer Perspektive betont, dass Prävention bei Lehrkräften nicht nur *personenbezogen*, sondern auch *arbeitsplatzbezogen* gedacht werden sollte (z. B. Akustik, Lärmmanagement, technische Verstärkung), weil Unterrichtsbedingungen stimmliche Anforderungen wesentlich mitbestimmen (Bovo et al., 2013; Pirilä et al., 2020; Ruotsalainen et al., 2007).

Für Lehrkräfte sind diese Komponenten weniger als Alternativen, sondern als komplementäre Bausteine eines multimodalen Präventionskonzepts zu verstehen, das die Unterrichtsrealität (hohe Sprechzeit, Geräuschkulisse, situativer Kommunikationsdruck) berücksichtigt. Gleichzeitig ist zu beachten, dass Studien häufig unterschiedliche Zielgruppen zusammenfassen (Primärprävention ohne Beschwerden vs. frühe/sekundäre Prävention bei milden Problemen), was die Vergleichbarkeit und Metaanalysen erschwert (Ohlsson et al., 2016; Ramos et al., 2022).

2.3.1 Indirekte Prävention: Stimmhygiene, Wissenstransfer und Verhaltensregeln

Stimmhygienische Interventionen basieren auf der Annahme, dass ein relevanter Anteil berufsbedingter Stimmprobleme durch modifizierbare Verhaltens- und Umweltfaktoren mitbedingt ist. Entsprechend vermitteln Programme Grundlagenwissen (Stimmfunktion, Risikofaktoren, Warnsignale) und konkrete Handlungsregeln für den Berufsalltag, beispielsweise:

- Hydratation und Schleimhautschutz: ausreichende Flüssigkeitszufuhr; Reduktion stimmlich belastender Reizfaktoren wie Nikotin oder Alkohol;
- Stimmökonomie im Unterricht: Vermeidung dauerhaft hoher Lautstärke, Nutzung nicht-vokaler Aufmerksamkeitssignale, kurze stimmliche Erholungsfenster;
- Selbstbeobachtung: Erkennen früher Warnzeichen (Heiserkeit, Zwang zum Räuspern, schnelle Ermüdung) und adaptive Anpassung;
- Kommunikations- und Umweltstrategien: Lärmreduktion, Raumorganisation, gegebenenfalls technische Verstärkung.

Empirisch kann bereits eine kurze Schulung die Bereitschaft zur Verhaltensänderung erhöhen: Nach einer kompakten Stimmhygieneeinheit berichteten Lehrkräfte eine stärkere Intention, stimmlich ungünstige Verhaltensweisen zu reduzieren und stimmhygienische Strategien im Alltag umzusetzen (Porcaro et al., 2021).

Gleichzeitig wird wiederholt betont, dass Wissen allein nicht zuverlässig in stabile Routinen überführt wird – insbesondere im dynamischen Unterrichtsgeschehen (Ruotsalainen et al., 2007).

Stimmhygienische Inhalte sind am wirksamsten, wenn sie mit konkreten Handlungsplänen zur Umsetzung im Unterricht, mit Selbstmonitoring und Feedback durch Checklisten oder kurze Reflexionen sowie mit regelmäßigen Auffrischungsformaten kombiniert werden (Ilomäki et al., 2008; Ohlsson et al., 2016). Digitale oder hybride Formate können diese Transfermechanismen unterstützen, weisen jedoch ebenfalls Adhärenz- und Dosierungsprobleme auf, etwa geringe Teilnahmequoten oder begrenzte Übungszeiten (Karatayli Ozgursoy et al., 2024).

2.3.2 Direkte Prävention: Übungsbasierte Stimmtrainings

Direkte Trainingsansätze zielen auf eine Optimierung physiologischer Teilkomponenten der Stimmproduktion. Im Vordergrund steht weniger reine Belastungsvermeidung als die *Erhöhung der Funktionskapazität* und der Aufbau ökonomischer Sprechmuster, die auch unter ungünstigen Bedingungen abrufbar bleiben. Typische Elemente umfassen:

- Atmung: Koordination von Einatmung, Ausatmung und Sprechbeginn; reflektorische Atemergänzung;
- Phonation: Reduktion hyperfunktioneller Muster; Aufbau resonanzreicher, weniger gepresster Stimmgebung;
- Resonanz: vorderer Resonanzfokus zur besseren Tragfähigkeit bei geringerem Stimmlippendruck;
- Artikulation und Prosodie: Deutlichkeit und Modulation zur Verständlichkeit bei geringerer Lautstärkeanforderung.

Einzelstudien berichten Verbesserungen stimmbezogener Outcomes nach übungsgestützten Programmen, teils auch in akustischen Parametern; insgesamt bleibt die Befundlage jedoch heterogen: In einer kontrollierten Studie wurden sowohl Stimmhygienetraining als auch Stimmfunktionsübungen mit Verbesserungen in stimmbezogenen Maßen in Verbindung gebracht (Pasa et al., 2007). Weitere Studien zeigen, dass die Ergänzung edukativer Inhalte durch regelmäßige Übungselemente vorteilhaft sein kann (Ilomäki et al., 2008; Pizolato et al., 2013).

Ein wesentlicher Befund aus neueren, größeren Studien ist zudem die *Diskrepanz zwischen objektiven und subjektiven Outcomes*: So können physiologisch-akustische Maße (z. B. DSI) durch Training messbar profitieren, während subjektive Beeinträchtigungsmaße (z. B. VHI) weniger sensitiv oder stärker kontextabhängig aus-

fallen (Richter et al., 2016). Für Lehrkräfte ist dies plausibel: Ökonomische Stimmgebung ist eine motorische Fertigkeit, die wiederholt eingeübt und *kontextsensitiv stabilisiert* werden muss.

2.3.3 Arbeitsplatzbezogene Prävention: Akustik, Lärmkontrolle und technische Verstärkung

Da Unterrichtslärm und Raumakustik die stimmliche Beanspruchung direkt beeinflussen, werden arbeitsplatzbezogene Maßnahmen als zentraler, aber in der Forschung vergleichsweise seltener evaluierter Präventionsbaustein diskutiert (Ruotsalainen et al., 2007). Evidenz liegt u. a. für *tragbare Verstärkersysteme* und *akustische Interventionen* vor, häufig jedoch in kleinen Stichproben oder mit Fokus auf Lehrkräfte mit bereits vorhandenen Symptomen (frühe/sekundäre Prävention).

So zeigte eine randomisierte Studie bei Grundschullehrkräften mit milder Dysphonie, dass die Kombination aus Stimmkurzs Schulung und konsequentem Einsatz eines tragbaren Verstärkers stimmbezogene Beschwerden (u. a. VHI) deutlicher verbessern kann als die Schulung allein (Bovo et al., 2013). Ergänzend deuten dosimetrische Befunde darauf hin, dass Verstärkung die stimmliche Intensität und damit die stimmliche Last im Unterricht reduzieren kann (Gaskill et al., 2012). Auch akustische und lärmbezogene Interventionen (z. B. bauliche Maßnahmen plus Workshop mit Lehrkräften und Schüler*innen) werden mit weniger Stimmabbrüchen/Stimmsymptomen und besserer Verständlichkeit assoziiert (Pirilä et al., 2020).

In multimodalen Programmen sollten arbeitsplatzbezogene Optionen (Akustik-Quick-Checks, Lärmmanagement, Verstärker-Optionen) systematisch mitgedacht werden, insbesondere für Settings mit chronisch hoher Geräuschkulisse und hoher Sprechdistanz.

2.3.4 Wirksamkeit: positive Einzelbefunde und zurückhaltende Gesamtevidenz

Trotz plausibler Wirkmechanismen kommen systematische Übersichten zu einer insgesamt zurückhaltenden Bewertung der Evidenz. Bereits die Cochrane-Übersicht von Ruotsalainen et al. (2007) betonte die begrenzte Anzahl und Qualität verfügbarer Studien. Aktuellere Meta-Analysen mit Fokus auf Lehrkräfte berichten ebenfalls keine konsistenten, statistisch abgesicherten Effekte über Studien hinweg auf zentrale Outcomes (z. B. VHI, maximale Phonationsdauer, akustische Maße)

(Ramos et al., 2022). Als Gründe werden insbesondere (a) methodische Heterogenität (Zielgruppen, Outcomes, Programme), (b) kurze Follow-up-Zeiträume und (c) Adhärenzprobleme diskutiert (Ramos et al., 2022; Ruotsalainen et al., 2007). Gleichzeitig zeigen einzelne größere, kontrollierte Studien (v. a. in der Lehrkräftebildung), dass trainingsbasierte Prävention objektive stimmbezogene Leistungsparameter verbessern kann (Richter et al., 2016).

Für die Evaluation konkreter Programme folgt daraus eine zentrale Konsequenz: Wirksamkeit ist nicht nur eine Frage des Programminhalts, sondern ebenso der Umsetzung, der Trainingsdosis und der Passung zwischen Interventionszielen und Outcome-Maßen (z. B. subjektive Belastung vs. objektive Stimmfunktion).

2.3.5 Adhärenz, Alltagstauglichkeit und Transfer in den Unterricht

Prävention im Lehrberuf steht vor einem Umsetzungsdilemma: Übungen müssen einerseits wirksamkeitsrelevant sein, andererseits kurz, niedrigschwellig und in den Arbeitsalltag integrierbar. Prospektive Befunde zeigen, dass präventive Effekte besonders dort sichtbar werden, wo Angebote vollständig wahrgenommen werden – ein Hinweis auf ein Dosis-Wirkungs-Prinzip (Ohlsson et al., 2016). Ähnlich illustrieren videobasierte/online Formate, dass geringe Teilnahmequoten die Wirksamkeit praktisch limitieren können (Karatayli Ozgursoy et al., 2024).

Ergänzend wird argumentiert, dass frühe Prävention in der Lehrkräftebildung langfristig relevant sein könnte (Meuret et al., 2024; Richter et al., 2016). Programme sollten daher (a) kurze, kontextspezifische Übungssequenzen bereitstellen, (b) Feedback und Selbstbeobachtung fördern und (c) Unterstützungsstrukturen schaffen (Booster, Erinnerungen, Peer-Support), die kontinuierliche Umsetzung erleichtern.

Diese Überlegungen führen zu den folgenden Abschnitten: Einerseits ist Transfer eng mit psychophysiologischer Aktivierung und Stressregulation verknüpft (Abschnitt 2.4); andererseits können digitale Formate Übungsgelegenheiten strukturieren, Erinnerungen senden und Nutzung objektivierbar machen (Abschnitt 2.5).

2.4 Achtsamkeit, Stress und Stimme

Wie in Abschnitt 2.1 dargestellt, wirkt Stress als zentraler Modulator stimmlicher Beanspruchung – über autonome Aktivierung, erhöhte (peri-)laryngeale Muskelspannung und veränderte Atemorganisation. Daraus folgt die Annahme, dass Stressreduktion und Emotionsregulation relevante Ansatzpunkte für Präven-

tion und Behandlung funktioneller Stimmprobleme darstellen. Die folgenden Abschnitte differenzieren diese Zusammenhänge: zunächst auf Ebene experimenteller Stressinduktionen, dann im beruflichen Feld und schließlich hinsichtlich achtsamkeitsbasierter Interventionsansätze.

Stress fungiert dabei als zentraler Modulator: Akute Stressreaktionen (u. a. über autonome Aktivierung) verändern Atemorganisation, erhöhen (peri-)laryngeale Muskelspannung und begünstigen Stimmgebrauchsmuster, die als angestrengt oder ermüdend erlebt werden. Experimentelle EMG-Daten stützen die Plausibilität dieses Pfads, indem sie zeigen, dass autonome Aktivierung mit erhöhter Aktivität intrinsischer Larynxmuskeln einhergehen kann (Helou et al., 2013). Entsprechend wird in Stimmmedizin und Stimmtherapie seit langem angenommen, dass Stressreduktion und Emotionsregulation relevante Ansatzpunkte für Prävention und Behandlung funktioneller Stimmprobleme darstellen.

2.4.1 Psychophysiologische Mechanismen: akute Stresseffekte auf Stimmparameter

Experimentelle Studien stützen die Annahme, dass Stressoren die Stimmproduktion unmittelbar beeinflussen können. Dabei hängt das Muster der Veränderungen unter anderem von der Art des Stressors (z. B. kognitive Belastung vs. sozial-evaluativer Stress), der Sprechaufgabe (standardisiert vs. spontan) und individuellen Merkmalen ab. Dahl und Stepp (2023) untersuchten den Effekt eines kognitiven Stressors (satzbasiertes Stroop-Paradigma) auf akustische Stimmmaße bei weiblichen Sprecherinnen mit und ohne hyperfunktionelle Stimmstörung. Sie berichten über systematische Veränderungen in der Grundfrequenz, der Intensität (RMS), der spektralen Energieverteilung (L/H-Ratio), der cepstralen Stimmqualität (CPP) sowie der relativen Grundfrequenz (RFF), die als indirekter Hinweis auf laryngeale Spannung dienen. Veränderungen traten in beiden Gruppen auf (Dahl & Stepp, 2023).

Ergänzend zeigen Studien an stimmgesunden Personen, dass Veränderungen der Stimmqualität unter kognitiver Last mit physiologischen Zeichen erhöhter autonomer Aktivierung einhergehen können. MacPherson et al. (2017) erfassten parallel akustische Maße (u. a. CPP, L/H-Ratio) und vegetative Parameter (z. B. Hautleitfähigkeit) und fanden, dass sich beide Ebenen zwischen niedriger und hoher kognitiver Belastung systematisch unterschieden (MacPherson et al., 2017). Solche Designs sind für die Stimmforschung methodisch wertvoll, weil sie Stressinduktion nicht ausschließlich über Selbstbericht absichern.

Gleichzeitig ist die Richtung einzelner Effekte nicht über Studien hinweg konsistent. Die systematische Übersicht von de Lacerda Veiga et al. (2025) analysiert Stressinduktionen mit Fokus auf Grundfrequenz und berichtet im Gesamteffekt zwar einen Anstieg, jedoch bei substantieller Heterogenität und Hinweisen auf Publikationsbias; nach Korrektur (trim-and-fill) wurde der gepoolte Effekt deutlich abgeschwächt und statistisch nicht mehr eindeutig (de Lacerda Veiga et al., 2025). Subgruppenanalysen deuten zudem darauf hin, dass Effekte u. a. bei Frauen und bei spontaner Sprache stärker ausfallen können als bei standardisierten Sprechaufgaben (de Lacerda Veiga et al., 2025). Für Prävention und Evaluation bedeutet dies: Die Stimme reagiert sensibel auf Stress, doch stimmakustische Stressmarker sind kontext- und personenabhängig und sollten nicht als alleinige Indikatoren psychischer Belastung interpretiert werden.

Auch die Interpretation einzelner akustischer Marker erfordert Vorsicht. RFF wird häufig als indirekter Hinweis auf laryngeale Spannung diskutiert, ist jedoch selbst durch Stimulus- und Produktionsfaktoren beeinflusst (insbesondere Stress im prosodischen Sinn, Vokalidentität und Baseline- f_0) (Park & Stepp, 2019). Für Studien, die RFF oder verwandte Maße als Spannungsmarker nutzen, folgt daraus die Notwendigkeit, Aufgaben- und Stimulusbedingungen sorgfältig zu standardisieren bzw. als Kovariate zu berücksichtigen (Park & Stepp, 2019).

2.4.2 Stress im beruflichen Stimmgebrauch: Evidenz aus Feldkontexten

Für die Übertragbarkeit auf den Lehrberuf sind Befunde aus realen Belastungssituationen besonders relevant. Besser et al. (2022) zeigten bei Hochschuldozierenden während der Umstellung auf synchrones Online-Lehren eine erhöhte Stressbelastung, die mit berichteten stimmlichen Symptomen zusammenhing; der Zusammenhang war besonders ausgeprägt bei Personen mit höherem generellem Stressniveau (Besser et al., 2022). Einschränkend ist zu berücksichtigen, dass diese Daten im Kontext der COVID-19-Pandemie erhoben wurden und damit außergewöhnliche Rahmenbedingungen (z. B. veränderte Arbeitsorganisation, zusätzliche psychosoziale Belastungen) die Assoziationen mitgeprägt haben können. Gleichwohl illustriert die Studie ein für Lehrberufe plausibles Muster: situative Stressoren und individuelle Vulnerabilität wirken gemeinsam auf stimmbezogenes Beschwerdeerleben.

Über den Pandemie-Kontext hinaus liegt Evidenz aus großen und spezifisch auf Lehrkräfte bezogenen Feldstudien vor. In einer landesweiten Querschnittsstudie mit Lehrkräften im französischen Bildungssystem wurden Stimmstörungen häu-

fig berichtet und waren mit höherer psychischer Belastung bzw. mit psychiatrischen Störungsindikatoren (u. a. depressive Episode, generalisierte Angststörung, Phobie) assoziiert (Nerrière et al., 2009). Auf Ebene psychosozialer Arbeitsbedingungen berichten de Alvear et al. (2010) für eine Lehrkräftestichprobe, dass Personen mit beruflichen Stimmstörungen ungünstigere psychosoziale Arbeitsbedingungen angaben als Kolleg:innen ohne entsprechende Beschwerden (de Alvear et al., 2010). Passend dazu zeigten Gassull et al. (2010), dass Lehrkräfte (und angehende Lehrkräfte) mit Stimmproblemen eine höhere Stressreaktivität berichteten (Gassull et al., 2010). Neuere Arbeiten binden zudem Lärm- und Belastungsmodelle ein: In einer deutschen Stichprobe medierte Stress den Zusammenhang zwischen Lärmsensitivität und Vocal Fatigue; Vocal Fatigue wiederum vermittelte den Zusammenhang zwischen Stress und (lärmbezogenem) Burnout (Tomek & Urhahne, 2023). Zusammengenommen sprechen diese Befunde dafür, dass psychosoziale Arbeitsbedingungen, Stressverarbeitung und stimmliche Ermüdung im Lehrberuf eng verschränkt sind, auch wenn die Mehrzahl der Feldstudien querschnittlich ist und Kausalrichtungen daher nicht eindeutig abgeleitet werden können.

2.4.3 Psychische Belastung bei Stimmproblemen: hohe Prävalenz bei großer Heterogenität

Befunde aus stimmmedizinischen Ambulanzen deuten darauf hin, dass psychische Belastung bei einem relevanten Anteil von Patient:innen mit Stimmproblemen vorliegt, zugleich aber nicht als uniformes Merkmal dieser Population verstanden werden kann. In einer klinischen Stichprobe mit Dysphonie berichteten Misono et al. (2014) bei einem substantiellen Anteil klinisch auffällige Ausprägungen in Depression, Angst, Somatisierung und Stress (Misono et al., 2014). In ähnlicher Richtung zeigten Dietrich et al. (2008), dass erhöhte Stress-, Angst- und Depressionswerte in klinischen Stichproben vorkommen und sich zwischen den verschiedenen Diagnosen unterscheiden können (Dietrich et al., 2008). Zusammengenommen stützt dies die Annahme, dass psychosoziale Faktoren in Teilgruppen mit dem Beschwerdeerleben und der Symptomwahrnehmung assoziiert sind und damit für Verlauf und Persistenz stimmlicher Probleme relevant sein können (Dietrich et al., 2008; Misono et al., 2014).

Für die Interpretation von Zusammenhängen zwischen psychischer Belastung und stimmbezogenem Handicap ist außerdem relevant, dass psychologische Mechanismen (z. B. Kontrollüberzeugungen) die Stärke solcher Assoziationen moderieren können. Misono et al. (2016) zeigen beispielsweise, dass *perceived control*

die Beziehung zwischen psychosozialen Distress und selbstberichteter Stimmbeeinträchtigung mit erklären bzw. abschwächen kann (Misono et al., 2016). Für Evaluationsstudien bedeutet dies, dass neben Belastungsniveaus auch Bewältigungs- und Kontrollkonstrukte als potenzielle Moderatoren berücksichtigt werden sollten.

Gerade für funktionelle Dysphonien wird ein differenzierter Blick empfohlen. Deary und Miller (2011) fassen die Evidenz dahingehend zusammen, dass funktionelle Stimmstörungen mit psychosozialen Faktoren (u. a. Angst, Depressivität, reduzierte Lebensqualität) assoziiert sein können, warnen jedoch vor monokausalen Deutungen (z. B. im Sinne einer alleinigen psychogenen Erklärung). Stattdessen plädieren sie für multifaktorielle Modelle, in denen prädisponierende, auslösende und aufrechterhaltende Faktoren unterschieden werden (Deary & Miller, 2011). Diese Perspektive ist für präventive Ansätze in sprechintensiven Berufen anschlussfähig, weil sie psychische Belastung als potenziellen Einflussfaktor begreift, ohne sie als notwendige oder hinreichende Ursache zu setzen.

Ein klinisch und konzeptionell lehrreiches Beispiel für diese Verschränkung ist die MTD. Für MTD werden multifaktorielle Entstehungsmodelle diskutiert, in denen stimmliche Überlastung, somatische Kofaktoren und psychosoziale Belastungen zusammenwirken (Altman et al., 2005; Seifert & Kollbrunner, 2005; Van Houtte et al., 2011a). Altman et al. (2005) berichten in ihrer Übersicht zu MTD u. a. erhöhte Stressniveaus als anamnestisch relevanten Faktor bei einem Teil der Patient:innen und beschreiben typische funktionelle Befunde wie sichtbare zervikale Spannung (Altman et al., 2005). Ergänzend verorten Seifert und Kollbrunner (2005) nicht-organische Stimmstörungen auf einem Kontinuum, in dem psychische Belastung und erhöhte laryngeale Muskelspannung nicht als Alternativen, sondern als interagierende Komponenten eines Ursache-Wirkungs-Spektrums verstanden werden können (Seifert & Kollbrunner, 2005). Van Houtte et al. (2011a) unterstreichen zudem den Spektrumcharakter von MTD und diskutieren auslösende und beitragende Faktoren einschließlich psychosozialer Einflüsse (Van Houtte et al., 2011a).

Für die Logik dieser Arbeit folgt daraus vor allem eine methodische Konsequenz: Psychische Belastungs- und Bewältigungsvariablen sollten in Präventions- und Interventionsstudien nicht als Randaspekt, sondern als relevante Kontextfaktoren mitberücksichtigt werden, um heterogene Belastungsprofile und unterschiedliche Wirkpfade adäquat abbilden zu können.

2.4.4 Achtsamkeit als Interventionslogik: Selbstwahrnehmung, Regulation und indirekte Stimmwirkung

Achtsamkeitsbasierte Ansätze zielen auf eine nichtwertende Aufmerksamkeitslenkung auf momentane Erfahrungen und auf die Modifikation automatisierter Stressreaktionen. Für die Stimme ist diese Logik plausibel, weil Stimmproduktion von fein abgestimmter Atem-Phonations-Koordination, muskulärer Balance und sensorischem Feedback abhängt. Achtsamkeit könnte stimmliche Beschwerden daher indirekt beeinflussen, indem Stressreaktionen reduziert, interozeptive Wahrnehmung gestärkt und eine frühere Selbstregulation von Spannung sowie ineffizientem Stimmgebrauch ermöglicht wird. Zudem sind akzeptanz- und kontrollbezogene Mechanismen (z. B. weniger Katastrophisieren, mehr wahrgenommene Steuerbarkeit) als vermittelnde Prozesse theoretisch anschlussfähig (Deary & Miller, 2011; Misono et al., 2016).

Interventionsstudien stützen diese Annahme teilweise, die Evidenzbasis ist jedoch noch überschaubar und in den Outcomes häufig selbstberichtsdominiert. Brown et al. (2023) berichten in einer Mixed-Methods-Studie mit Wartelistenkontrollgruppe nach einem 8-wöchigen Achtsamkeitskurs Verbesserungen in Achtsamkeit sowie sinkende stimmbezogene Handicap-Werte; auch wahrgenommener Stress nahm in der Trainingsgruppe ab, wobei im Gruppenvergleich insbesondere Achtsamkeit und VHI-Veränderungen robust hervortraten (Brown et al., 2023). Zu beachten ist, dass Teilnehmende in paralleler Stimmtherapie ausgeschlossen wurden, sodass sich die Befunde primär auf Achtsamkeit als eigenständige Maßnahme (nicht als Add-on zur Stimmtherapie) beziehen (Brown et al., 2023). Qualitative Rückmeldungen beschrieben u. a. weniger Spannung, mehr Akzeptanz und positive Veränderungen in Sprech- und Singstimme (Brown et al., 2023).

Becker et al. (2025) untersuchten die unmittelbaren Effekte einer kurzen, angeleiteten Achtsamkeitsmeditation (11,5 Minuten) bei stimmgesunden Personen und bei Personen mit häufigen Stimmbeschwerden. Sie berichten deutliche Verbesserungen subjektiver Zustände, einschließlich reduzierter Zustandsangst, während objektive Stimm- und Atemmaße nur in einzelnen Parametern Veränderungen zeigten (Becker et al., 2025). Kurzfristig scheinen vor allem Erleben und Affekt zu reagieren; stabile Stimmgewohnheiten erfordern vermutlich wiederholtes Üben oder eine Einbettung in strukturiertes Stimmtraining (Becker et al., 2025; Brown et al., 2023).

Dass psychologisch adressierte Mechanismen grundsätzlich als Ergänzung zur stimmbezogenen Versorgung relevant sein können, stützen auch neuere Interven-

tionsansätze jenseits expliziter Achtsamkeitsprogramme. In einer Pilot-RCT zu einer online durchgeführten, auf wahrgenommene Stimm-Kontrolle zielenden Intervention bei MTD zeigten sowohl Interventions- als auch Vergleichsprogramm (*Voice Education*) Verbesserungen u. a. in stimmbezogener Beeinträchtigung sowie in Depressions- und Angstsymptomen (Nguyen-Feng et al., 2025). Solche Befunde sprechen dafür, Achtsamkeit im Kontext eines breiteren Spektrums psychologischer Wirkpfade (Stressregulation, Kontrollüberzeugungen, Akzeptanz) zu verorten und in kombinierten Behandlungs-/Präventionskonzepten zu prüfen.

2.4.5 Konsequenzen für die Evaluation

Die dargestellte Evidenz zeigt, dass Stress Stimmparameter kurzfristig verändern kann (Dahl & Stepp, 2023; de Lacerda Veiga et al., 2025; MacPherson et al., 2017), dass psychosoziale Arbeitsbedingungen im beruflichen Kontext mit Stimmproblemen und Vocal Fatigue zusammenhängen (Besser et al., 2022; de Alvear et al., 2010; Nerrière et al., 2009; Tomek & Urhahne, 2023) und dass eine relevante Teilgruppe stimmauffälliger Personen klinisch bedeutsame psychische Belastungen berichtet (Dietrich et al., 2008; Misono et al., 2014). Zudem deuten erste Studien darauf hin, dass achtsamkeitsbasierte Ansätze stimmbezogenes Handicap und belastungsnahe Selbstberichte reduzieren können (Becker et al., 2025; Brown et al., 2023).

Für die Evaluation des ReSt-Projekts folgt daraus, stimmbezogene Outcomes (subjektiv und instrumentell) systematisch mit Indikatoren psychischer Belastung zu kombinieren. Psychologische Variablen werden dabei nicht nur als Begleitdaten, sondern als potenzielle Kontextfaktoren berücksichtigt, um der engen Verschränkung von Stimmgesundheit und psychosozialer Beanspruchung im Lehrberuf Rechnung zu tragen.

2.5 App-basierte Interventionen und Engagement als Wirkfaktor

2.5.1 Begriffliche Einordnung: Digitale Prävention zwischen eHealth, mHealth und Digital Behaviour Change

Digitale Interventionen werden im gesundheitswissenschaftlichen Diskurs häufig unter dem Oberbegriff *eHealth* verortet. *mHealth* beschreibt dabei als Teilbereich gesundheitsbezogene Anwendungen, die mobile Endgeräte (z. B. Smartphones, Tablets, Wearables) nutzen (World Health Organization, 2011). Zur funktionalen

Spezifikation digitaler Angebote (z. B. Informationsbereitstellung, Selbstmonitoring, Reminder, bidirektionale Kommunikation, telemedizinisches Coaching) kann zudem die WHO-Klassifikation digitaler Gesundheitsinterventionen herangezogen werden, weil sie ein gemeinsames Vokabular für digitale Funktionslogiken bereitstellt (World Health Organization, 2018).

Im gesundheitspsychologischen Diskurs werden digitale Interventionen häufig als *Digital Behaviour Change Interventions* (DBCIs) verstanden, also als technologiegestützte Produkte oder Dienstleistungen, die gezielt gesundheitsrelevante Verhaltensänderungen unterstützen. Perski et al. (2017) zeigen, dass DBCIs nicht auf Smartphone-Apps beschränkt sind, sondern unter anderem Webseiten, Online-Kurse, mobile Anwendungen, Wearables oder hybride Formate umfassen. Für die systematische Beschreibung dessen, *wie* DBCIs Verhaltensänderung anstoßen, ist es hilfreich, die eingesetzten Veränderungsbestandteile (z. B. Zielsetzung, Feedback, Prompts/Cues) mit etablierten Rahmungen wie der Behaviour Change Technique Taxonomy (BCTTv1) oder dem Behaviour Change Wheel (COM-B) zu spezifizieren (Michie et al., 2011, 2013). Dies erhöht Vergleichbarkeit und Replizierbarkeit und macht Wirkannahmen (Mechanismen) transparenter – ein Punkt, der in der Stimmprävention häufig durch unzureichende Beschreibung der Trainings und Interventionen erschwert wird.

Für den Lehrberuf ist diese begriffliche Weitung bedeutsam: Stimmprävention kann sowohl über asynchrone Selbstlernangebote (z. B. kurze Online-Module zu Stimmhygiene und Übungsanleitungen) als auch über synchrone, telepraktische Trainingssettings (z. B. Videokonferenzen mit Anleitung und Feedback) realisiert werden. Gleichzeitig ist im Präventionskontext sauber zu unterscheiden, ob Interventionen primärpräventiv stimmgesunde Verhaltensweisen in einer (weitgehend) gesunden Population fördern oder sekundär-/tertiärpräventiv (teilweise bereits therapeutisch) bei bestehenden Beschwerden ansetzen. Digitale Formate können beide Ebenen adressieren, sollten dann aber hinsichtlich Zielpopulation, Dosis/Intensität und primären Endpunkten klar getrennt werden, um die Evidenz sinnvoll einzuordnen.

Aus präventionslogischer Perspektive adressieren digitale Formate strukturelle Barrieren klassischer Präsenzangebote, die bei Lehrkräften häufig limitierend wirken: begrenzte zeitliche Ressourcen, räumliche Distanz zu spezialisierten Angeboten, hohe Alltagsvariabilität sowie Schwierigkeiten, Übungsroutinen über längere Zeiträume aufrechtzuerhalten. Der potenzielle Mehrwert digitaler Prävention liegt damit weniger in „Digitalisierung“ an sich als in einer besseren *Passung* zwischen

Intervention und Lebenswelt. Inhalte können in Mikro-Formaten in den Arbeitsalltag integriert, bedarfsgerecht wiederholt und situationsnah abgerufen werden; Transfer in reale Belastungssituationen kann durch Reminder-, Monitoring- oder Feedbackfunktionen gezielter unterstützt werden.

Gleichzeitig garantiert digitale Prävention keine automatische Qualitätssteigerung. In der Stimmprävention hängt Wirksamkeit wesentlich von der regelmäßigen und korrekten praktischen Umsetzung von Übungen und stimmökonomischen Verhaltensweisen ab. In digitalen Formaten rückt daher ein Faktor besonders in den Vordergrund, der auch in anderen Bereichen digitaler Gesundheitsförderung als kritisch gilt: *Engagement* und seine Aufrechterhaltung über die Zeit.

2.5.2 Evidenzlage: Online-, Blended- und Telepractice-Formate in stimmbezogenen Programmen für Lehrkräfte

Digitale Implementationsformate sollten nicht als bloßer Ersatz für Präsenzangebote konzipiert werden, sondern als problemorientierte Antwort auf konkrete Zugangs- und Transferbarrieren. Gerade bei digitalen Programmen ist es daher ein Qualitätskriterium, Intervention, Versionierung, Begleitunterstützung und Nutzung so zu berichten, dass Replikation und theoriegeleitete Weiterentwicklung möglich werden (Agarwal et al., 2016; Eysenbach & CONSORT-EHEALTH Group, 2011; Hoffmann et al., 2014). Sinnvoll vergleichbar sind Implementationsformate (Präsenz vs. digital) zudem nur dann, wenn Interventionen inhaltlich und methodisch klar spezifiziert sind.

Vor diesem Hintergrund sind Studien besonders informativ, die digitale bzw. hybride Formate explizit im Lehrkontext prüfen. In einer nicht randomisierten Vergleichsstudie mit Grundschullehrkräften untersuchten Penha et al. (2023) ein Blended-Learning „Voice Assistance Program“, in dem ein Teil der Workshops online und ein Teil in Präsenz durchgeführt wurde. Beide Gruppen verbesserten Wissen zur Stimmgesundheit und Aspekte der Stimmqualität; die Blended-Learning-Gruppe zeigte größere Verbesserungen und eine signifikante Reduktion des Risikos für Stimmstörungen, während in der reinen Präsenzgruppe eine signifikante Verbesserung stimmbezogener Lebensqualität berichtet wurde. Dieser Befund deutet an, dass Blended-Learning nicht nur ein pragmatischer Kompromiss ist, sondern spezifische Wirkpfade (z. B. Wiederholungsmöglichkeiten, alltagsnahe Transferimpulse) adressieren kann; zugleich zeigt er, dass sich Outcomes (Wissen, Stimmqualität, Lebensqualität) nicht notwendigerweise parallel verändern.

Ein weiteres deutschsprachiges Beispiel liefert das offene, kontrollierte Vergleichs-

design von Immerz et al. (2025), die ein Fortbildungsprogramm zur Förderung stimmlicher und mentaler Gesundheit (LEHGU) entweder als Blended-Learning (eLearning plus Präsenzworkshops) oder als reines eLearning evaluierten. In beiden Gruppen zeigten sich signifikante Verbesserungen unter anderem im stimmlichen Selbstkonzept, in Selbstwirksamkeit, Wohlbefinden und Burnoutsymptomen; die Blended-Learning-Variante war darüber hinaus hinsichtlich stimmbezogener Einschränkungen der Lebensqualität gegenüber reinem eLearning überlegen (Immerz et al., 2025). Diese Ergebnisse stützen eine häufig vermutete Stärke hybrider Formate: Die Kombination aus asynchronen Wissens- und Übungsphasen (Autonomie, flexible Wiederholung) und Präsenzanteilen (Feedback, Korrektur der Übungsausführung) kann offenbar breitere Wirkungen entfalten als reine Selbstlernangebote – unter der Voraussetzung, dass die Übungsausführung tatsächlich angeleitet, überprüft und in den beruflichen Kontext transferiert wird.

Telepractice-Ansätze erweitern das Spektrum digitaler Prävention, indem sie nicht nur Inhalte digital bereitstellen, sondern Training und Feedback in Echtzeit über Distanz ermöglichen. Für angehende Lehrkräfte (Studierende im Praxissemester) zeigen Grillo (2021) in einer (single-blinded) nicht randomisierten Studie, dass ein in Präsenz oder telepraktisch durchgeführtes Präventions- und Therapiemodell vergleichbare Verbesserungen in akustischen und perzeptiven Maßen erzielen konnte und dass diese Verbesserungen während der Unterrichtspraxis aufrechterhalten wurden; zudem wurden stimmbezogene Lebensqualität und Vocal Fatigue während des Praktikums reduziert (Grillo, 2021). Vorarbeiten, die ein telepraktisches Präventionsmodell mit einer Smartphone-basierten Erfassung (VoiceEvalU8) kombinieren, verdeutlichen zudem das Potenzial digitaler Ökosysteme aus Intervention und Messung: Wiederholte alltagsnahe Erhebungen können Effekte unter Belastung differenzierter abbilden als reine Vor-/Nachmessungen im Labor (Grillo, 2017).

Ergänzend stützt Evidenz aus der Stimmtherapie außerhalb des Lehrkontexts die grundsätzliche Durchführbarkeit telepraktischer Formate: Randomisierte Vergleiche berichten für spezifische Störungsbilder vergleichbare Verbesserungen zwischen Telepractice und Face-to-Face, bei gleichzeitig hoher Relevanz praktischer Umsetzungsfragen (Technik, Setting, therapeutische Anleitung) (Rangarathnam et al., 2015). Auch für ältere Patient:innen mit nicht-malignen Stimmstörungen (u. a. Stimmlippenatrophie, Paresen, Knötchen) wurden vergleichbare Verbesserungen (u. a. VHI-10) für telepraktische gegenüber konventioneller Therapie berichtet (Lin et al., 2020). Solche Befunde sind für die Prävention im Lehrkontext

nicht 1:1 übertragbar, erhöhen aber die Plausibilität, dass wirksame stimmbezogene Mechanismen auch über Distanz vermittelt werden können, wenn Feedback, Übungsqualität und Dosis gesichert sind.

Für Lehrkräfte mit (selbstberichteten) Stimmproblemen findet sich ebenfalls Evidenz zur Durchführbarkeit telepraktischer Settings: Liu et al. (2024) berichten in einer kontrollierten, nicht randomisierten Vergleichsstudie, dass sowohl telepraktische als auch face-to-face durchgeführte Interventionen in mehreren stimmbezogenen Maßen Verbesserungen erzielten und zwischen den Gruppen überwiegend keine signifikanten Unterschiede bestanden. In einem kleineren Pilotdesign prüften Jaroentonyakorn et al. (2024) ein hybrides Gruppentelepractice-Programm (synchron mit asynchronen Komponenten) bei Grundschullehrkräften und fanden unter anderem Verbesserungen in der emotionalen Subskala des Voice Handicap Index (VHI-10) sowie in mehreren akustischen Parametern. Zusammengenommen lässt sich ein vorsichtiger, aber konsistenter Schluss ziehen: Digitale, hybride und telepraktische Ansätze können stimmbezogene Inhalte im Lehrkontext so vermitteln, dass relevante Outcomes erreicht werden – bei gleichzeitigem Bedarf an größeren, methodisch stringenteren Studien, klar definierten primären Endpunkten und längeren Follow-ups, um Nachhaltigkeit und Präventionsrelevanz (über kurzfristige Vor-/Nach-Effekte hinaus) belastbar beurteilen zu können.

2.5.3 Mobile Anwendungen in der Stimmgesundheit

Mobile Anwendungen werden in der Stimmgesundheit sowohl als Instrumente der Übungsanleitung und Wissensvermittlung als auch als Tools zur Verlaufserfassung und Verhaltensmodifikation diskutiert. Eine integrative Übersichtsarbeit von Penha et al. (2025) kommt zu dem Ergebnis, dass mobile Applikationen potenzielle Vorteile für Förderung und Monitoring der Stimmgesundheit bieten können (z. B. niederschwelliger Zugang, Nutzungsfreundlichkeit, Unterstützung des Bewusstseins für Stimmhygiene sowie positive Verhaltensänderungen). Zugleich verweist die geringe Zahl eingeschlossener Studien auf eine junge, heterogene Evidenzbasis und damit auf ein Spannungsfeld digitaler Gesundheitsanwendungen: hohe Verfügbarkeit von Tools bei begrenzter Anzahl methodisch belastbarer Wirksamkeitsnachweise.

Für den Wirkfaktor *Engagement* sind besonders Studien relevant, die mobile Unterstützung als Mechanismus zur Steigerung der Übungsadhärenz adressieren. van Leer et al. (2021) zeigen, dass eine App mit Erinnerungsfunktionen, Instruktionsmaterial und Feedbackelementen die Übungspraxis erhöhen kann, ohne die

Motivation im engeren Sinne zu verändern; zudem wurde die Übungsintensität durch die wahrgenommene Usability (System Usability Scale) vorhergesagt. Damit wird empirisch greifbar, dass nicht nur Inhalte, sondern auch Gebrauchstauglichkeit und alltagskompatible Mikro-Unterstützung (Reminder, klare Instruktionen, zielgerichtetes Feedback) die im Alltag realisierte „Dosis“ der Intervention mitbestimmen.

Ergänzend zeigen neuere Arbeiten zur App-gestützten Stimmtherapie, dass Anforderungen an Akzeptanz und Usability systematisch erhoben und als Qualitätskriterium herangezogen werden sollten (Schröder et al., 2024). Auch App-unterstützte Formate zur Unterstützung der häuslichen Übungspraxis werden in Pilotstudien untersucht, um die Adhärenz gegenüber traditionellen Vorgehensweisen zu verbessern (Angadi et al., 2023). Für die Prävention im Lehrberuf ist daraus abzuleiten: Mobile Anwendungen können nicht nur Training bereitstellen, sondern vor allem die Übersetzung in regelmäßige Praxis unterstützen – vorausgesetzt, sie sind didaktisch klar, nutzerzentriert gestaltet und in realistische Routinen eingebettet.

Für App-basiertes Monitoring ist zudem zu berücksichtigen, dass akustische Parameter aus Smartphone-Aufnahmen je nach Gerät, Mikrofoncharakteristik und Umgebungsbedingungen variieren können. Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit mit Meta-Analyse zur Vergleichbarkeit von Smartphone- gegenüber klinischen Aufnahmesystemen berichtet je nach Parameter und Studienanlage teilweise relevante Abweichungen (insbesondere bei störanfälligen Größen) und unterstreicht damit die Notwendigkeit standardisierter Erhebungsbedingungen bzw. einer vorsichtigen Interpretation von akustischen App-Daten im Präventions- und Versorgungsalltag (Barsties et al., 2025). Für digitale Präventionsprogramme folgt daraus pragmatisch: Monitoring-Funktionen sollten (a) robust messbare Indikatoren priorisieren, (b) klare Instruktionen und Qualitätschecks vorsehen und (c) patientenberichtete Maße (z. B. stimmbezogene Einschränkung, Ermüdung, Belastung) sinnvoll ergänzen, um Messaufwand und Aussagekraft in ein angemessenes Verhältnis zu setzen – auch weil Mess- und Eingabeaufwand selbst das Engagement beeinflussen kann.

2.5.4 Engagement als Wirkfaktor: Konzeptualisierung, Determinanten und Messprobleme

In der digitalen Gesundheitsforschung gilt Engagement als zentraler Prädiktor (und potenzieller Mediator) von Wirksamkeit. Perski et al. (2017) argumentieren,

dass Engagement mehrdimensional ist: Es umfasst beobachtbares Nutzungsverhalten (Häufigkeit, Dauer, Tiefe der Nutzung) und subjektive Komponenten (Aufmerksamkeit, Interesse, affektive Einbindung). Eine komplementäre Perspektive aus der Human-Computer-Interaction beschreibt Engagement als dynamischen Prozess, der u. a. durch Neuheit, wahrgenommene Kontrolle/Usability, Feedback und Kontextbedingungen beeinflusst wird (O'Brien & Toms, 2008). Für stimmbezogene Programme ist diese Mehrdimensionalität besonders relevant, weil kurze, aber qualitativ hochwertige Übungseinheiten unter Umständen wirksamer sein können als lange, aber oberflächliche Nutzung. Damit korrespondiert das Konzept einer ausreichenden bzw. effektiven Nutzung: Entscheidend ist nicht maximale Nutzung, sondern jene Form von Engagement, die die angestrebten Mechanismen (z. B. Aufbau stimmökonomischer Muster, Reduktion dysfunktionaler Gewohnheiten) zuverlässig auslöst (Yardley et al., 2016).

Begrifflich ist dabei eine saubere Trennung hilfreich: *Adhärenz* wird in vielen Interventionskontexten als Befolgung von Empfehlungen bzw. Umsetzung von Übungsaufgaben operationalisiert, während *Engagement* darüber hinaus die subjektive Einbindung und die Qualität der Interaktion mit der Intervention umfasst (Kelders et al., 2012; Perski et al., 2017). Für die Messung subjektiver Komponenten liegen zudem etablierte Instrumente aus der Interaktionsforschung vor (z. B. die User Engagement Scale) (O'Brien & Toms, 2010). Für stimmpräventive Apps bedeutet das: Eine reine Logfile-Perspektive (z. B. „Minuten in der App“) kann zentrale Wirkpfade verfehlen, wenn sie weder Übungsqualität noch subjektive Relevanz, Barrieren oder Kontext (Unterrichtsbelastung) abbildet.

Digitale Interventionen sind zugleich typischerweise mit Abbruch- und Nichtnutzungsphänomenen konfrontiert. Eysenbach (2005) beschreibt diese Dynamik als law of attrition und fordert eine eigenständige „Wissenschaft der Attrition“, weil Dropout und Non-Usage nicht nur methodische Störfaktoren, sondern strukturelle Charakteristika digitaler Programme darstellen. Für Lehrkräfte ist dies besonders plausibel: Hohe Arbeitsdichte, emotionale Beanspruchung und wechselnde Belastungsspitzen erzeugen Nutzungshürden, die unabhängig von inhaltlicher Relevanz auftreten können. Digitale Prävention muss Engagement daher nicht nur motivational, sondern auch situativ verstehen – als Ergebnis aus verfügbaren Zeitfenstern, Kontextbedingungen (Unterricht, Korrekturen, Betreuung), technischer Friktion und wahrgenommener Nützlichkeit.

Für die Förderung von Engagement werden wiederkehrende Wirkprinzipien diskutiert. Ein systematischer Überblick identifiziert Verhaltensänderungstechniken

(z. B. Zielsetzung, Selbstmonitoring, Feedback, Prompts/Cues, Belohnung, soziale Unterstützung), die mit höherem Engagement assoziiert sind (Milne-Ives et al., 2023). Die systematische Beschreibung dieser Techniken (z. B. via BCTTv1) erleichtert zugleich die theoriegeleitete Weiterentwicklung digitaler Präventionsprogramme (Michie et al., 2013). Darüber hinaus unterstreichen Modelle wie *Supportive Accountability*, dass bereits begrenzte menschliche Unterstützung (z. B. Coach, Therapeut:in, Peer) über wahrgenommene Verbindlichkeit und Beziehung die Adhärenz erhöhen kann – ein Mechanismus, der insbesondere Blended-Learning und Telepractice plausibel erklärt (Mohr et al., 2011). Aus technologiebezogener Perspektive zeigt sich, dass nicht nur die Inhalte, sondern auch die Gestaltung der Interaktion adhärenz- und engagagerelevant ist. Dazu zählen beispielsweise Dialogunterstützung, Rückmeldung, soziale Funktionen und Glaubwürdigkeitsmerkmale (Mohr et al., 2013; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). Schließlich betont die Person-Based-Approach-Literatur, dass iterative, nutzerzentrierte Entwicklung und die explizite Berücksichtigung von Barrieren/Facilitators in der Zielgruppe zentrale Voraussetzungen sind, um digitale Interventionen alltagsfähig zu machen (Yardley et al., 2015).

Methodisch bleibt eine zentrale Herausforderung: Engagement wird in Studien häufig uneinheitlich definiert und gemessen. Eine systematische Übersicht zeigt, dass Engagement-Operationalisierungen in mHealth-Studien stark variieren und nicht selten als Nebenbefund behandelt werden, obwohl sie für Interpretation und Skalierung digitaler Interventionen entscheidend sind (Eaton et al., 2024). Für stimmpräventive Anwendungen folgt daraus ein konkretes Qualitätskriterium: Engagement sollte als a-priori definierter Wirkfaktor berichtet werden (z. B. Nutzungsmuster, Abbruchzeitpunkte, Übungsumsetzung, subjektive Einbindung, wahrgenommene Barrieren) und in Bezug zu stimmlichen Outcomes gesetzt werden, um nutzungsbezogene Wirkannahmen prüfen zu können. Reporting-Standards wie CONSORT-EHEALTH, TIDieR und mERA unterstützen dabei, digitale Funktionen, Begleitunterstützung, Dosis und Nutzungsdaten transparent darzustellen (Agarwal et al., 2016; Eysenbach & CONSORT-EHEALTH Group, 2011; Hoffmann et al., 2014).

2.5.5 Kritische Würdigung und Implikationen

Die skizzierte Evidenz führt zu einer produktiven Spannung: Systematische Übersichten zeigen keine robusten, generalisierbaren Effekte klassischer direkter oder indirekter Programme in zentralen Outcomes (Ramos et al., 2022; Ruotsalainen et

al., 2007). Gleichzeitig deuten neuere Studien zu Blended-Learning und Telepractice im Lehrkontext darauf hin, dass digitale und hybride Formate in Teilbereichen relevante Verbesserungen erzielen können (z. B. Wissen, Stimmqualität, stimmbezogene Lebensqualität, Vocal Fatigue) (Grillo, 2021; Immerz et al., 2025; Liu et al., 2024; Penha et al., 2023). Diese Spannung ist weniger als Widerspruch, sondern als Hinweis auf Differenzierungsbedarf zu verstehen: Programme unterscheiden sich erheblich in Inhalt, Intensität, Zielpopulation (Studierende vs. Lehrkräfte mit Beschwerden), Outcome-Wahl und Implementationsqualität. Digitale Interventionen machen diese Unterschiede häufig besonders sichtbar, weil Transfer- und Nutzungsfragen explizit werden und damit Variablen beeinflusst werden können, die in Präsenzprogrammen implizit bleiben (z. B. tatsächliche Übungsfrequenz und -qualität, Kontext der Anwendung).

Für die theoretische Rahmung der vorliegenden Arbeit lassen sich daraus vier Konsequenzen ableiten: (a) Digitale Prävention sollte primär als Implementationsstrategie verstanden werden, die Zugänglichkeit, Kontinuität und Transfer unterstützen kann. (b) Engagement ist konzeptionell zu integrieren und empirisch mitzuerheben, weil es die im Alltag realisierte Interventionsdosis (und damit potenziell die Wirksamkeit) mitbestimmt (Perski et al., 2017; Yardley et al., 2016). (c) Evaluationen sollten Interventionen so transparent beschreiben, dass Replikation und Theorieprüfung möglich werden (Agarwal et al., 2016; Eysenbach & CONSORT-EHEALTH Group, 2011; Hoffmann et al., 2014). (d) Für App-basiertes Monitoring ist die Messvalidität (Geräte-/Settingsensitivität) explizit zu berücksichtigen, um Überinterpretationen akustischer Parameter zu vermeiden und Messaufwand engagementförderlich zu gestalten (Barsties et al., 2025).

Schließlich ist zu berücksichtigen, dass sich die Arbeitsrealität im Lehrberuf verändert und Kontextfaktoren (z.,B. Raumakustik, Lärm, Kommunikationsdichte) die stimmliche Beanspruchung wesentlich beeinflussen. Digitale Prävention kann hier ansetzen, indem sie nicht nur Übungsinhalte bereitstellt, sondern Lehrkräfte befähigt, kontextspezifische Strategien (z.,B. Stimmökonomie, Pausenmanagement, technische Unterstützung) im jeweiligen Setting umzusetzen – und indem sie Engagement als Ergebnis aus Motivation *und* situativen Möglichkeiten versteht.

In Summe bieten App- und online-basierte Interventionen ein spezifisches Potenzial für Stimmprävention im Lehrberuf: Sie sind skalierbar, alltagsintegrierbar und können Engagement- und Transfermechanismen gezielt adressieren. Ihre Wirksamkeit ist jedoch nicht vorauszusetzen, sondern hängt von inhaltlicher Evidenz, didaktischer Qualität, Nutzerzentrierung, messmethodischer Sorgfalt und der sys-

tematischen Berücksichtigung von Engagement als Wirkfaktor ab.

2.6 Herleitung der Forschungsfragen und Hypothesen

Aus den theoretischen Überlegungen ergibt sich eine doppelte Erwartung an das ReSt-Projekt: Erstens sollten sich durch die Intervention stimmbezogene Ressourcen und/oder das stimmbezogene Belastungserleben verbessern (biopsychosoziale Kernlogik; Abschnitte 2.1–2.3). Zweitens ist plausibel, dass psychologische Belastungsparameter abnehmen, sofern Selbstregulation und Stressreduktion (direkt oder indirekt) wirksam in den Alltag integriert werden (Abschnitt 2.4). Die Arbeit überprüft dies anhand der präregistrierten Hypothesen; bereits publizierte Outcomes (VHI-12, DSI) werden ausschließlich vergleichend eingeordnet.

2.6.1 Hypothesen zu subjektiven Stimmparametern

- H1: In der Trainingsgruppe verbessert sich die subjektive Stimmgesundheit im Vergleich zur Kontrollgruppe, operationalisiert über stimmbezogene Fragebögen.
- H2: Es wird ein positiver Zusammenhang zwischen SPBS und VHI-12 angenommen.
- H3: Die drei Skalen des stimmlichen Selbstkonzepts (FESS) verbessern sich in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.

2.6.2 Hypothesen zu objektiven Stimmparametern

- H4: Die Trainingsgruppe zeigt im Vergleich zur Kontrollgruppe Verbesserungen in ausgewählten objektiven Stimmparametern des Stimmscreenings (z. B. Umfangsmaße und Indizes sowie akustische Qualitätsmaße).

2.6.3 Hypothesen zu psychologischen Variablen

- H5: Psychologische Belastungsparameter (z. B. Angst, Depressivität, chronischer Stress, Burnout-Symptome) nehmen in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe ab.

3 Methode

Dieses Kapitel beschreibt Studiendesign und Ablauf der Datenerhebung sowie die in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Messinstrumente und Analysestrategien des ReSt-Projekts. Der Schwerpunkt liegt auf den für die Masterarbeit relevanten Erhebungsmodulen (Online-Fragebögen, Stimmscreening, App-Tracking). Daten aus dem ambulanten Assessment wurden im Gesamtprojekt zwar erhoben, sind jedoch nicht Gegenstand dieser Abschlussarbeit und werden daher im Folgenden nicht dargestellt bzw. analysiert.

3.1 Studiendesign und Präregistrierung

Die Wirksamkeit der App-basierten Intervention „Regensburger Stimmtraining“ (ReSt) wurde in einer randomisierten kontrollierten Interventionsstudie untersucht. Das Projekt war als längsschnittliches Parallelgruppen-Design mit Trainingsgruppe (TG; unmittelbarer App-Zugang) und Kontrollgruppe (KG; verzögerter App-Zugang nach Studienabschluss) konzipiert. Für die in dieser Arbeit betrachteten Outcomes lagen Messungen zu zwei Zeitpunkten vor: Pre-Erhebung (Baseline; t_0) unmittelbar vor Interventionsbeginn und Post-Erhebung (t_1) unmittelbar nach Ende der Trainingsphase.

Die Analysen orientierten sich an der Präregistrierung (osf.io/537gz) des Projekts. Zwei der dort genannten Variablen (VHI-12 und DSI) wurden bereits in einer eigenständigen Publikation ausgewertet (Hauck et al., 2025); sie werden in der vorliegenden Arbeit ausschließlich vergleichend eingeordnet und nicht erneut inferenzstatistisch geprüft.

3.2 Stichprobe, Rekrutierung und Ein- bzw. Ausschlusskriterien

Die Stichprobe umfasste aktiv tätige Lehrkräfte an bayerischen Schulen verschiedener Schularten. Die Rekrutierung erfolgte über schulische Multiplikator:innen (z. B. Schulleitungen), schulische Netzwerke sowie universitäre Kommunikationskanäle. Nach Aufklärung über Ziele, Ablauf und Datenschutz der Studie gaben interessierte Lehrkräfte eine informierte Einwilligung und wurden in die Studie

aufgenommen.

Da die Intervention App-basiert durchgeführt wurde, setzte die Teilnahme die Nutzung eines kompatiblen Smartphones (iPhone oder Android) voraus. Darüber hinaus wurden Personen ausgeschlossen, die sich zum Zeitpunkt der Studie in laufender Stimm- oder Sprachtherapie bzw. in psychotherapeutischer Behandlung befanden, um Interferenzen mit möglichen Trainingseffekten zu vermeiden.

3.3 Randomisierung und Gruppenzuteilung

Die Zuteilung zu Trainings- und Kontrollgruppe erfolgte randomisiert. Um einen Informationsaustausch über die App innerhalb kollegialer Netzwerke zu minimieren, wurde eine Cluster-Randomisierung mit der jeweiligen Schule als Cluster umgesetzt. Zusätzlich war die Randomisierung stratifiziert angelegt, um eine balancierte Verteilung relevanter Merkmale (z. B. Schulart; Teilnahme am Stimmscreening) zwischen den Gruppen zu erreichen.

Eine Verblindung war nicht vorgesehen, da die praktische Umsetzung der Intervention (z. B. Bereitstellung von Informationen zur App-Nutzung) eine Kenntnis der Gruppenzugehörigkeit durch das Studienteam erforderte. Die Gruppenzuteilung wurde Teilnehmenden nicht als explizites Label kommuniziert, sondern über den Zeitpunkt des App-Zugangs operationalisiert (sofort vs. nach Abschluss der Post-Erhebung).

3.4 Intervention: ReSt-App

Die ReSt-App wurde als niedrighschwelliges Präventionsangebot für Lehrkräfte entwickelt, um stimmliche Belastungen im Berufsalltag zu adressieren und gesundheitsförderliche Verhaltensweisen zu unterstützen. Inhaltlich kombiniert die App stimmhygienische und stimmungsfunktionelle Elemente (z. B. Körperhaltung/Tonus, Atmung, Phonation, Artikulation, Resonanz) mit Komponenten psychologischer Hygiene und Achtsamkeit (z. B. Entspannungsverfahren, Selbstbeobachtung, kurze Achtsamkeitsimpulse). Die Inhalte werden multimodal (Text, Audio, Video) vermittelt und durch Übungsanleitungen sowie alltagsnahe Hinweise für den Unterricht ergänzt.

Die Trainingsphase war als mehrwöchige Nutzung konzipiert. Lehrkräfte der Trainingsgruppe erhielten Zugriff auf die App und konnten die Inhalte flexibel in den Alltag integrieren. In der Kontrollgruppe erfolgte während der Trainingsphase

keine App-Nutzung; nach Abschluss der Post-Erhebung wurde der Kontrollgruppe der Zugang ebenfalls ermöglicht (wartelistenkontrolliertes Vorgehen).

3.5 Ablauf und Zeitraum der Datenerhebung

3.5.1 Grundstruktur

Der Studienablauf folgte einer festen Sequenz: Pre-Erhebung → Trainingsphase → Post-Erhebung. Die Online-Fragebögen wurden vor Beginn der App-Nutzung abgeschlossen, die Post-Erhebung nach Ende der Trainingsphase. Teilnehmende des Stimmscreenings absolvierten die instrumentellen Messungen in zeitlicher Nähe zu den jeweiligen Fragebogenerhebungen (prä/post).

3.5.2 Gestaffeltes Vorgehen

Ein zentrales Merkmal der Feldstudie war das gestaffelte Vorgehen. Aufgrund organisatorischer Rahmenbedingungen im Schulkontext (u. a. begrenzte Verfügbarkeit von Lehrkräften, schulische Termine, Ferienzeiten) begannen Teilnehmende nicht zeitgleich, sondern tageweise versetzt. Entsprechend endeten die individuellen Trainingsphasen versetzt. Mehrere Kohorten überlappten zeitlich, während die Dauer der individuellen App-Nutzung konstant gehalten wurde.

Für die Hauptstudie ergaben sich zwei übergeordnete Erhebungszeiträume:

- Erhebungszeitraum 1: 18.09.2023 bis 15.12.2023
- Erhebungszeitraum 2: 08.01.2024 bis 22.03.2024

Die Zeitfenster waren durch schulische Rahmenbedingungen des Winterhalbjahres (insbesondere die Weihnachtsferien) strukturiert. Methodisch ist das gestaffelte Vorgehen bedeutsam, weil es (a) die Durchführbarkeit im Feld erhöht, (b) Belastungsspitzen in der Datenerhebung verteilt und (c) potenzielle zeitgebundene Störeinflüsse (z. B. arbeitsintensive Phasen im Schuljahr) weniger stark mit nur einem Messzeitpunkt oder nur einer Gruppe koppelt.

3.6 Erhebungsinstrumente und Outcome-Variablen

Untersucht wurden Veränderungen subjektiver und objektiver Stimmparameter sowie psychologischer Belastungsmaße zwischen Pre (t_0) und Post (t_1). Ergänzend wurden App-bezogene Prozessmaße aus Trackingdaten berücksichtigt, die in der hier berichteten Hauptauswertung primär (a) zur Operationalisierung minimaler

Nutzung (Ausschlusskriterium) und (b) zur deskriptiven Kontextualisierung herangezogen wurden. Ambulante Assessments bzw. zusätzliche Verlaufsmessungen wurden in den nachfolgend dargestellten Analysen nicht berücksichtigt.

3.6.1 Soziodemographische und berufliche Kovariaten

Zu Studienbeginn wurden soziodemographische Merkmale (insbesondere Alter und Geschlecht) sowie berufsbezogene Angaben (insbesondere Unterrichtsumfang in Wochenstunden) erhoben. Zusätzlich lagen weitere soziodemographische Strukturmerkmale (Haushaltsgröße, Kinderzahl) sowie schulbezogene Merkmale (z. B. Schulart, Berufsjahre/Schuldienstjahre) vor, die in der Datenaufbereitung und als potenzielle Prädiktoren in der Item-Imputation genutzt wurden. Angaben zu aktueller stimm-/sprachtherapeutischer Behandlung wurden zur Plausibilisierung und als Ausschlusskriterium herangezogen (vgl. Abschnitt 3.7).

3.6.2 Subjektive Stimmparameter

Subjektive stimmbezogene Outcomes wurden mithilfe etablierter Selbstbeurteilungsinstrumente erfasst:

- SPBS („Stimmprofil für Berufssprecher“): Selbsteinschätzung der Stimme im beruflichen Alltag (Ehlert, 2011). Für die Analysen wurde ein Gesamtscore als Summe aller SPBS-Items gebildet (vgl. Abschnitt 3.7).
- FESS („Fragebogen zur Erfassung des stimmlichen Selbstkonzepts“): erfasst Beziehung zur eigenen Stimme, Bewusstheit im Umgang mit der Stimme sowie wahrgenommene Wechselwirkung zwischen Stimme und Emotion (Nuss-eck et al., 2015). Ausgewertet wurden die Subskalen-Summenwerte (Bewusstheit, Beziehung, Stimme & Emotion).
- VHI-12 („Voice Handicap Index“ / Stimmstörungsindex): subjektive Bewertung stimmlicher Beeinträchtigung (Nawka et al., 2003). Der VHI-12 wurde als Vergleichsmaß mitgeführt; die Score-Bildung entsprach identisch der publizierten Auswertung und diente ausschließlich der Einordnung (vgl. Abschnitt 3.7).

3.6.3 (Quasi-)Objektive Stimmparameter (Stimmscreening)

Ein Teil der Stichprobe nahm an einem standardisierten Stimmscreening teil. Die Erhebungen fanden überwiegend an den jeweiligen Schulen der teilnehmenden Lehrkräfte statt, da dies eine möglichst hohe Teilnahmequote gewährleistete und

den organisatorischen Aufwand für die Lehrkräfte minimierte. In einzelnen Fällen wurden die Untersuchungen ergänzend in Räumlichkeiten der Universität Regensburg sowie des AMIS-Bayern durchgeführt. Dieses dezentrale Vorgehen ermöglichte zwar eine breite Stichprobenrekrutierung, ging jedoch mit einer akustischen Heterogenität der Aufnahmeumgebungen einher. Im Rahmen des Stimmscreenings wurden akustische, aerodynamische und leistungsphysiologische Parameter auf Grundlage eines festgelegten Untersuchungsprotokolls erfasst, das im OSF-Projekt (osf.io/b3nd7) verfügbar ist. In die Analysen gingen folgende Parameter ein:

- Singstimmfeldgröße als Umfangs-/Dynamikmaß,
- AVQI (Acoustic Voice Quality Index) als akustisches Maß der Stimmqualität,
- Sprechstimmfeld-Index als leistungsphysiologischer Kennwert der Sprechstimme,
- Stimmbelastungstest-Index als Maß stimmlicher Belastungsfähigkeit,
- DSI (Dysphonia Severity Index) als globaler Index der Stimmfunktion.

DSI und VHI-12 wurden als Vergleichsmaße geführt. Berechnung und Ableitung entsprachen der projektspezifischen Auswertelogik (keine erneute Berechnung); die Aufnahme diente der konsistenten Berichtsstruktur und der späteren Gegenüberstellung mit den neu fokussierten Outcomes.

Der **Acoustic Voice Quality Index (AVQI)** ist ein validierter akustischer Gesamtindex der Stimmqualität, der aus einer Kombination von Parametern berechnet wird, die sowohl einem gehaltenen Vokal (typischerweise /a/) als auch einem gelesenen Fließtextabschnitt entnommen werden. In der hier verwendeten Version 03.01 gehen sechs akustische Einzelmaße in die Berechnung ein: das geglättete cepstrale Scheitelprominenz-Maß (CPPS), die Harmonics-to-Noise Ratio (HNR), Shimmer, ShimmerdB sowie die spektralen Neigungsmaße Slope und Tilt. Der Kennwert ergibt sich als gewichtete Linearkombination dieser Parameter und wird auf eine dimensionslose Skala von 0 bis 10 abgebildet, wobei höhere Werte eine stärker pathologische Stimmqualität anzeigen (Barsties & De Bodt, 2015; Barsties & Maryn, 2016; Maryn et al., 2010). Die Berechnung erfolgte mittels des Praat-Plugins *Praat-Stimmprofil* (Version 2.3.1, AVQI-Version 03.01).

Der **Dysphonia Severity Index (DSI)** ist ein Index zur Bewertung der Stimmfunktion (die Autoren verwenden den Begriff „Voice Quality“), bei dem mehrere akustische und aerodynamische Einzelparameter zu einem einzigen dimensionslosen Kennwert zusammengefasst werden (Wuyts et al., 2000). Aus ursprünglich 13 untersuchten Parametern wurden vier als am stärksten prädiktiv für den auditiv wahrgenommenen Dysphonieschweregrad identifiziert und in die

Indexberechnung aufgenommen: die höchste erreichbare Singstimmfrequenz, die niedrigste erzielbare Stimmintensität, die maximale Phonationsdauer (MPT, Vokal /a/) sowie Jitter als Maß der Grundfrequenzperturbation (Wuyts et al., 2000). Diese Parameter werden gewichtet aufsummiert, sodass höhere DSI-Werte eine bessere Stimmfunktion widerspiegeln; ein Wert von $\geq 3,30$ gilt als Richtwert für eine normale Stimmfunktion (Wuyts et al., 2000). Da der DSI Maße der stimmlichen Leistungsfähigkeit (Frequenz- und Dynamikumfang, Ausdauer, Perturbation) integriert, wird er als globales Maß der stimmlichen Kapazität verstanden. Die Erhebung erfolgte mit dem lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC) über die integrierte *Vospector-DSI*-Messung.

Zwei der in die Analysen eingehenden Parameter – der Sprechstimmfeld-Index und der Stimmbelastungstest-Index – stellen projektspezifische Kennwerte dar, die im Rahmen dieser Arbeit neu konstruiert wurden und in dieser Form nicht auf etablierten Literaturindices basieren. Die Entwicklung dieser Indices folgt dem Ziel, jeweils mehrere inhaltlich zusammengehörige, aber metrisch heterogene Einzelparameter eines Messverfahrens zu einem interpretierbaren Gesamtmaß zu verdichten, ohne dabei auf eine inhaltlich unbegründete einfache Summation oder ungewichtete Aggregation zurückzugreifen. Sowohl die Sprechstimmfeldmessung als auch der Stimmbelastungstest liefern in der klinischen und wissenschaftlichen Praxis eine Reihe von Einzelparametern, die zwar jeweils spezifische Aspekte der Stimmleistung abbilden, aber für sich genommen keine unmittelbar vergleichbare oder leicht interpretierbare Gesamtaussage erlauben. Eine direkte statistische Analyse aller Einzelparameter würde angesichts der Stichprobengröße zu einer erheblichen Inflationierung des Typ-I-Fehlers führen und die Interpretierbarkeit der Befunde erschweren. Gleichzeitig ist eine theoretisch begründete Gewichtung der Einzelkomponenten in der Literatur nicht etabliert. Der gewählte Ansatz – Standardisierung der Komponenten anhand der Baseline-Verteilung (Messzeitpunkt t_0 , $sp = 1$) und anschließende Mittelwertbildung der z -transformierten Werte – stellt eine methodisch transparente und in der Psychometrie gebräuchliche Form der dimensionslosen Indexbildung dar (Nunnally & Bernstein, 1994; Streiner et al., 2023). Durch die Baseline-Standardisierung wird sichergestellt, dass alle Komponenten auf einer gemeinsamen Skala mit gleichem Gewicht eingehen und Unterschiede in der ursprünglichen Metrik (Dezibel, Halbton, Prozent) die Indexwerte nicht verzerren.

Der **Sprechstimmfeld-Index** aggregiert zwei Parameter der Sprechstimmfeldmessung, die gemeinsam die stimmliche Leistungsbreite im Sprechbereich charak-

terisieren:

1. Dynamikumfang der Sprechstimme: Differenz zwischen maximaler Rufstimm-
lautstärke und minimaler Flüsterstimm-
lautstärke in Dezibel – ein Maß für
die lautstärkebezogene Leistungsbreite der Sprechstimme.
2. Sprechstimmfeldanstieg: Anstiegskoeffizient der Grundfrequenz in Abhän-
gigkeit von der Lautstärke – ein Indikator dafür, in welchem Ausmaß die
Stimme bei zunehmendem Schalldruck die Tonhöhe erhöht, und damit ein
Maß für die physiologische Effizienz der Stimmgebung im Sprechbereich.

Zunächst wurden beide Komponenten anhand der Mittelwerte und Standardab-
weichungen der Baseline-Stichprobe z -standardisiert. Anschließend wurde der In-
dexwert als arithmetisches Mittel der beiden z -Werte berechnet. Höhere Werte
signalisieren einen größeren Dynamikumfang und/oder einen stärkeren Anstieg
der Lautstärke in Abhängigkeit zur Frequenz und sind im Sinne einer verbesser-
ten stimmlichen Leistungskapazität zu interpretieren.

Der **Stimmbelastungstest-Index** fasst vier Parameter zusammen, die aus
dem Stimmbelastungstest gewonnen werden und unterschiedliche Aspekte der
stimmlichen Ermüdungsresistenz und Belastungsstabilität abbilden:

1. Anteil unterschwelliger Intervalle: Prozentualer Anteil der Messintervalle, in
denen der Schalldruckpegel unterhalb des vorgegebenen Zielbereichs lag –
ein Indikator für nachlassende Stimmleistung unter Belastung.
2. Anteil stimmloser Intervalle: Prozentualer Anteil stimmloser Intervalle wäh-
rend der Belastungsphase – Hinweis auf Stimmabbrüche oder Phonationsun-
terbrechungen unter anhaltender Stimmbelastung.
3. Summierte Lautstärkeveränderung bei Lastwechsel: Aufsummierte Schall-
druckdifferenz bei jedem Übergang von hoher zu niedriger Belastung – ein
Maß für die Instabilität der Stimmkontrolle an Belastungsgrenzen.
4. Gepoolte Standardabweichung der Grundfrequenz: Gepoolte Standardabwei-
chung der Grundfrequenz über Hoch- und Niedrigbelastungsphasen – Indika-
tor für Frequenzinstabilität und verminderte phonatorische Kontrolle unter
wechselnder Stimmlast.

Analog zum Sprechstimmfeld-Index wurden alle vier Komponenten an der Base-
line standardisiert und zu einem Mittelwert aggregiert. Fehlte mindestens ein Wert,
wurde kein Indexwert vergeben. Da alle vier Komponenten Belastungsindikatoren
darstellen, entsprechen höhere Werte einer stärkeren stimmlichen Beeinträchti-
gung.

Da beide Indices nicht in der publizierten Literatur etabliert sind, liegen we-

der normierte Referenzwerte noch unabhängige Validierungsstudien vor. Ihre Verwendung in der vorliegenden Arbeit dient primär der explorativen Zusammenfassung mehrdimensionaler Stimmparameter und soll künftigen Validierungsarbeiten als Ausgangspunkt dienen. Die Auswahl der eingehenden Komponenten erfolgte inhaltlich-theoriegeleitet sowie auf Grundlage der im Datensatz vorliegenden Variablen.

3.6.4 Psychologische Variablen

Zur Erfassung psychischer Belastung wurden standardisierte Fragebogenverfahren eingesetzt:

- DASS (Depression Anxiety Stress Scales): Subskalen Angst und Depression (Lovibond & Lovibond, 1995).
- TICS (Trierer Inventar zum Chronischen Stress): neun Subskalen-Summenwerte chronischer Belastung (Schulz et al., 2004).
- MBI-ES (Maslach Burnout Inventory – Educators Survey): drei Subskalen-Summenwerte (Maslach & Jackson, 1996).

Die Skalen wurden entsprechend der jeweiligen Manuale als Summenwerte (bzw. Subskalen-Summenwerte) genutzt. Erforderliche Umpolungen waren in bereitgestellten Summenvariablen bereits berücksichtigt bzw. wurden im Rahmen der projektspezifischen Datenaufbereitung konsistent umgesetzt.

3.6.5 App-Tracking und Nutzungsmaße

Die App-Nutzung wurde über Trackingdaten objektiv dokumentiert (zeitgestempelte Ereignisse wie Seitenaufrufe, Start/Ende von Übungen und Interaktionen). Für die Auswertung waren drei Kennwerte zentral:

- Gesamtdauer der Nutzung auf übungsbezogenen App-Seiten,
- Anzahl eindeutiger Nutzungstage.

3.7 Datenaufbereitung und statistische Analysestrategie

3.7.1 Datenstruktur, Kodierung und Ausschlusskriterien

Die Daten lagen im Long-Format mit wiederholten Messungen pro Person vor. Der Messzeitpunkt wurde zweistufig kodiert (0 = Pre, 1 = Post), ebenso die Gruppenzugehörigkeit (0 = KG, 1 = TG). Das Geschlecht wurde binär kodiert (0 = männlich, 1 = weiblich); Personen mit anderen Kodierungen wurden aufgrund

zu geringer Fallzahlen in einzelnen Kategorien nicht in die inferenzstatistischen Modelle eingeschlossen.

Entsprechend der projektspezifischen Auswertelogik wurden folgende Ausschlüsse bzw. Bereinigungen vorgenommen:

- Aktuelle stimm-/sprachtherapeutische Behandlung: Teilnehmende mit Hinweis auf eine laufende Behandlung wurden vollständig ausgeschlossen.
- Minimale App-Nutzung (nur TG): Teilnehmende der Trainingsgruppe, für die zum Postzeitpunkt weniger als zwei protokollierte App-Besuche vorlagen (oder der Wert fehlte), wurden vollständig aus dem Analysedatensatz entfernt, um Interventionsteilnahme von faktischer Nicht-Nutzung abzugrenzen.
- Qualitätssicherung Stimmscreening: Messzeitpunkte mit unzureichender Datenqualität (z. B. unbrauchbare Audioqualität) wurden nicht als Personen ausgeschlossen; stattdessen wurden betroffene Variablen für die jeweiligen Messzeitpunkte auf fehlend gesetzt (listenweise auf Variablenebene), konsistent zur projektspezifischen Qualitätslogik.

Offensichtliche Einzelfehler in kategorialen Angaben (z. B. fehlerhafte Kodierungen) wurden vor der Analyse plausibilisiert und bereinigt.

3.7.2 Fehlende Items und Item-Imputation

In der Frühphase der Datenerhebung lagen in der Pre-Messung (t_0) für einen Teil der Stichprobe strukturell bedingte Missing Values vor, da drei Einzelitems in der ersten Version des Online-Fragebogens fehlten und erst nachträglich ergänzt wurden. Betroffen waren SPBS_AK04 und SPBS_PE02 (SPBS) sowie DASS_AN01 (DASS-Angst). Eine Imputation dieser Items war erforderlich, um die Summenscore-Bildung für SPBS und DASS-Angst in der gesamten Stichprobe konsistent durchführen zu können.

Die Imputation wurde ausschließlich für diese drei Items durchgeführt (gezielte Item-Imputation) und erfolgte gemäß Auswertungsskript mittels *multiple imputation by chained equations* (MICE) unter Verwendung von *predictive mean matching* (PMM) mit $m = 20$ Imputationen und 20 Iterationen. Es wurden zwei getrennte Imputationsmodelle spezifiziert, um Prädiktoren jeweils eng an die inhaltlich und methodisch nächstliegenden Informationsquellen der Zielitems zu koppeln.

Da die nachfolgenden Analysen auf einem einzelnen Analysedatensatz basierten (ohne Pooling über m Datensätze), wurden die multiplen Imputationen zu einem finalen Wert pro fehlender Zelle zusammengeführt: Für jede fehlende Antwort

wurde der über die m Imputationen am häufigsten resultierende Wert (Modalwert) als finaler Wert eingesetzt; bei Gleichständen wurde deterministisch eine Tie-Breaking-Regel angewandt (Funktion `mode_tie_safe`). Anschließend wurden die Summenscores SPBS und DASS-Angst auf Basis der vollständigen Itemsets neu berechnet. Parallel wurden Rohsummenscores vor Imputation gespeichert, um Verteilungs- und Sensitivitätsprüfungen zu ermöglichen.

3.7.3 Inferenzstatistische Modelle

Obwohl unsere Vorregistrierung nur ein Modell pro abhängiger Variable vorsah, haben wir separate Modelle pro abhängiger Variable geschätzt, um die Interpretierbarkeit der Trainingseffekte zu verbessern. Das erste Modell umfasste drei feste Effekte:

$$Y \sim \text{Messzeitpunkt} \times \text{Gruppe} + \text{Alter} + \text{Geschlecht} + \text{Unterrichtsumfang} + (1 | \text{Person}).$$

Das zweite Modell beschränkte sich auf die Trainingsgruppe und untersuchte zwei wichtige Kennzahlen zur App-Nutzung: die Gesamtnutzungsdauer der App in Stunden und die Anzahl der Tage, an denen die App genutzt wurde. Dabei wurden die gleichen Kovariaten und zufälligen Achsenabschnitte beibehalten. Sowohl die App-Stunden als auch die App-Tage wurden als Variablen der Ebene 2 analysiert, um der hierarchischen Natur unserer Daten angemessen Rechnung zu tragen.

Die Modelle wurden mittels Maximum-Likelihood geschätzt. Die Modellgüte wurde über marginales und konditionales R^2 beschrieben. Aufgrund der Vielzahl an Outcomes wurde ein konservatives Signifikanzniveau von $\alpha = .01$ verwendet; es erfolgte keine zusätzliche Adjustierung für multiples Testen.

3.7.4 Hinweis zu VHI-12 und DSI (Vergleichsmaße)

Obwohl VHI-12 und DSI im Auswertungsskript analog zu den übrigen Outcomes mitgeführt und im identischen Tabellenformat ausgegeben wurden, stellten sie in dieser Masterarbeit keine neu berechneten Outcomes dar. Ihre Operationalisierung entspricht der bereits veröffentlichten Auswertung (Hauck et al., 2025); die Aufnahme dient der Vergleichbarkeit über stimmbezogene Maße hinweg.

4 Ergebnisse

Dieses Kapitel berichtet die Ergebnisse der präregistrationskonformen Hauptanalysen zur Wirksamkeit der ReSt-App sowie nutzungsbezogene Analysen auf Basis der App-Trackingdaten. Entsprechend dem Analyseplan (Abschnitt 3.7) liegt der Fokus im Fließtext auf den zentralen Interaktionseffekten (Messzeitpunkt \times Gruppe bzw. Messzeitpunkt \times Nutzungsmaß). Vollständige Modelltabellen (alle Fixeffekte, Varianzkomponenten und R^2) sind im Anhang dokumentiert.

4.1 Stichprobenbeschreibung

Nach Anwendung der definierten Ausschlusskriterien (Abschnitt 3.7) umfasste der Analysedatensatz insgesamt $N = 358$ Lehrkräfte (von ursprünglich 399 Lehrkräften). Davon entfielen $n = 164$ auf die Trainingsgruppe und $n = 194$ auf die Kontrollgruppe.

Die Teilnehmenden waren im Mittel $M = 42.0$ Jahre alt ($SD = 9.9$; Spannweite: 23–65). In der Kontrollgruppe lag das mittlere Alter bei $M = 41.4$ ($SD = 9.65$), in der Trainingsgruppe bei $M = 42.8$ ($SD = 10.1$). Der Frauenanteil betrug insgesamt 83% ($n = 297$). In der Kontrollgruppe waren 161 Teilnehmende weiblich (83.0%) und 33 männlich (17.0%); in der Trainingsgruppe waren 136 Teilnehmende weiblich (82.9%) und 28 männlich (17.1%).

Bezüglich berufsbezogener Merkmale zeigte sich ein ähnliches Profil zwischen den Gruppen. Der Unterrichtsumfang betrug in der Kontrollgruppe im Mittel $M = 18.6$ Wochenstunden ($SD = 6.66$) bzw. $M = 3.14$ Unterrichtstage ($SD = 0.99$), in der Trainingsgruppe $M = 17.6$ Wochenstunden ($SD = 6.57$) bzw. $M = 3.12$ Unterrichtstage ($SD = 1.04$). Haushaltsgröße und Kinderzahl lagen in beiden Gruppen auf vergleichbarem Niveau (Haushaltsgröße: KG $M = 2.03$, $SD = 1.29$; TG $M = 2.05$, $SD = 1.27$; Kinderzahl: KG $M = 0.94$, $SD = 1.03$; TG $M = 0.88$, $SD = 1.05$). Die Verteilung Primar- und Sekundarstufe war zwischen den Gruppen ähnlich (KG: 50.0%/50.0%; TG: 42.1%/57.9%).

Die kumulative App-Nutzungsdauer der Trainingsgruppe auf übungsbezogenen App-Seiten betrug im Mittel $M = 3.57$ h ($SD = 3.99$; $Mdn = 2.45$; $IQR = 4.02$; Range: 0.10–27.7). Die App wurde im Mittel an $M = 10.6$ eindeutigen Nutzungs-

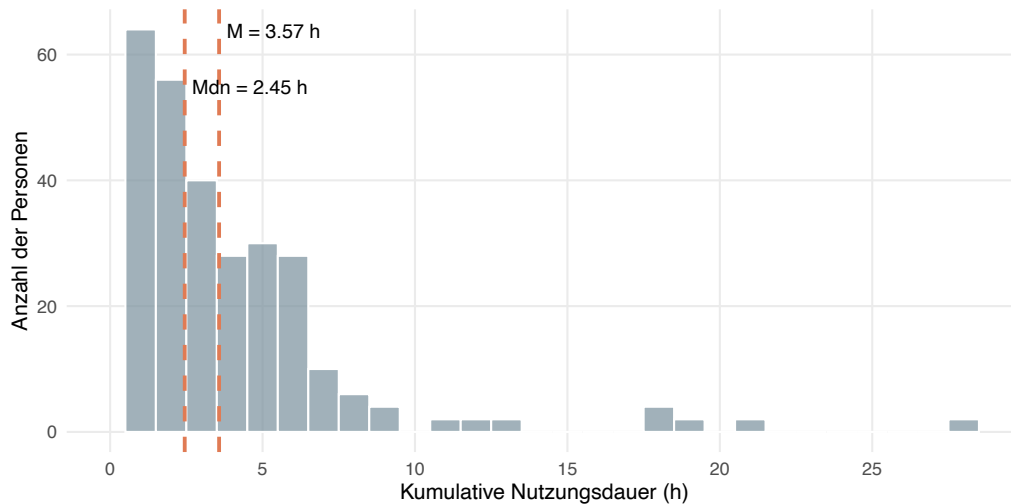


Abbildung 4.1: Verteilung der kumulativen App-Nutzungsdauer in der Trainingsgruppe ($n = 164$). Die gestrichelte Linie markiert den Mittelwert ($M = 3.57$ h) bzw. den Median ($Mdn = 2.45$ h).

tagen verwendet ($SD = 9.06$; $Mdn = 8$; $IQR = 11$; Range: 1–45). Die Dauer des längsten einzelnen App-Besuchs lag durchschnittlich bei $M = 23.6$ min ($SD = 12.6$; $Mdn = 24.7$; $IQR = 15.7$; Range: 0.4–77.0). Die Verteilung der Nutzungsdauer war deutlich rechtsschief (siehe Abbildung 4.1).

Die Akzeptanz der App wurde anhand des Mobile App Usability Questionnaire (MAUQ) erfasst. Der mittlere Gesamtwert betrug $M = 80.26$ ($SD = 19.08$), was auf eine insgesamt positive Wahrnehmung der Usability hinweist (Hauck et al., 2025). Die Subskala *Benutzerfreundlichkeit* erzielte einen mittleren Wert von $M = 25.68$ ($SD = 5.45$), die Subskala *Interface und Zufriedenheit* einen Wert von $M = 30.18$ ($SD = 8.55$) und die Subskala *Nützlichkeit* einen Wert von $M = 24.40$ ($SD = 7.60$). Die Ergebnisse sind vergleichbar mit anderen mHealth-Anwendungen (Hauck et al., 2025). Lediglich Item 9 („Ich fühle mich wohl, wenn ich die App in der Öffentlichkeit benutze.“) fiel geringer aus, was angesichts der Übungen mit hörbarer Atmung und Phonation erwartbar ist. Insgesamt wurde die App von den Teilnehmenden gut angenommen und zeigte über alle drei MAUQ-Domänen hinweg eine hohe Usability.

Die Nutzung verteilte sich im Mittel zu 59.5% auf Werktage und zu 40.5% auf Wochenenden. Hinsichtlich der Tageszeit erfolgte die Nutzung überwiegend am Abend (18–23 Uhr; $M = 34.6\%$, $SD = 28.9$; $Mdn = 32.1$) und am Nachmittag (13–18 Uhr; $M = 28.1\%$, $SD = 26.3$; $Mdn = 23.3$), gefolgt vom Vormittag

(8–13 Uhr; $M = 19.4\%$, $SD = 22.7$; $Mdn = 12.0$) und der Nacht (23–5 Uhr; $M = 14.0\%$, $SD = 20.1$; $Mdn = 5.21$); morgens (5–8 Uhr) wurde die App vergleichsweise selten genutzt ($M = 3.84\%$, $SD = 12.1$; $Mdn = 0$).

4.2 Vorbemerkungen zur Ergebnisdarstellung

Für jedes Outcome wurde ein lineares gemischtes Modell mit zufälligem Intercept pro Person geschätzt (Abschnitt 3.7). Der zentrale Interventionseffekt wurde über die Interaktion Messzeitpunkt \times Gruppe abgebildet (differenzielle Pre-Post-Veränderung in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe). Als Signifikanzniveau wurde $\alpha = .01$ festgelegt; es erfolgte keine zusätzliche Adjustierung für multiples Testen.

Strukturell fehlende Einzelitems (SPBS_AK04, SPBS_PE02, DASS_AN01) wurden gezielt mittels MICE/PMM imputiert (Abschnitt 3.7.2). Auf dieser Basis wurden die Summenscores für SPBS und DASS-Angst konsistent über den gesamten Stichprobenumfang hinweg berechnet. Diagnostikplots zur Imputation sind im Anhang dokumentiert.

Für das Outcome Sprechstimmfeld wurden vor der Modellierung zwei extreme Ausreißerwerte entfernt. Wie in Abschnitt 3.6.3 beschrieben, fließt in den Sprechstimmfeld-Index unter anderem die Steigung zwischen Normalstimme und Rufstimme ein. Bei zwei Personen war die Tonhöhe (F0) zwischen Normalstimme und Rufstimme nahezu identisch, obwohl sich der Lautstärkepegel deutlich unterschied. Da die Steigung aus dem Verhältnis von Lautstärkezuwachs zu Tonhöhenveränderung berechnet wird, führten die minimalen F0-Unterschiede zu numerisch extrem hohen Steigungswerten, die den Index erheblich verzerrten. Die betreffenden Fälle wurden daher ausgeschlossen.

4.3 Hauptanalysen: Interventionswirkungen (Messzeitpunkt \times Gruppe)

4.3.1 Subjektive Stimmparameter

4.3.1.1 SPBS (H1)

Hypothese H1 erwartete eine Verbesserung der subjektiven Stimmgesundheit in der Trainingsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe, operationalisiert über den SPBS-Gesamtscore. Der Interaktionseffekt Messzeitpunkt \times Gruppe war nicht signifikant (Anhang Tabelle A8): $\gamma = -1.60$, $SE = 1.07$, 95%-KI $[-3.69, 0.50]$,

$t = -1.50$, $p = .135$. Damit ergab sich kein statistisch abgesicherter Hinweis auf eine differenzielle Verbesserung des SPBS zugunsten der Trainingsgruppe.

4.3.1.2 VHI-12 (Vergleichsmaß)

Der Interaktionseffekt für den VHI-12 war nicht signifikant (entnommen aus Hauck et al. (2025); siehe auch Anhang Tabelle A7): $\gamma = -0.39$, $SE = 0.46$, 95%-KI $[-1.29, 0.50]$, $t = -0.87$, $p = .387$.

4.3.1.3 Zusammenhang SPBS–VHI-12 (H2)

Wie in H2 angenommen, zeigte sich zu Baseline ein starker positiver Zusammenhang zwischen SPBS und VHI-12. Ohne Item-Imputation (Complete Cases) ergab sich eine hohe Pearson-Korrelation ($r = .80$, $p < .001$, $n = 209$) sowie eine nahezu gleich hohe Spearman-Rangkorrelation ($\rho = .78$, $p < .001$, $n = 209$). Nach Imputation der beiden strukturell fehlenden SPBS-Items blieb der Zusammenhang praktisch unverändert (Pearson: $r = .80$, $p < .001$, $n = 352$; Spearman: $\rho = .78$, $p < .001$, $n = 352$). Die reduzierte Fallzahl nach Imputation erklärt sich dadurch, dass $n = 6$ Teilnehmende die Fragebogenerhebung abbrachen und für mindestens eine der beiden Skalen keine auswertbaren Baselinewerte vorlagen. Damit wird H2 unterstützt; zugleich spricht die Stabilität vor vs. nach Imputation gegen substanziale Artefakte durch die gezielte Item-Imputation.

4.3.1.4 FESS (H3)

Für die drei Skalen des stimmlichen Selbstkonzepts (FESS) wurde in H3 eine Verbesserung in der Trainingsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe erwartet. Für FESS (Bewusstheit) zeigte sich ein deutlicher und bei $\alpha = .01$ signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A9 und Abbildung 4.2): $\gamma = 2.38$, $SE = 0.38$, 95%-KI $[1.63, 3.13]$, $t = 6.24$, $p < .001$ ($R^2_{\text{marginal}} = .06$, $R^2_{\text{konditional}} = .73$). Auch für FESS (Beziehung) ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A10 und Abbildung 4.2): $\gamma = 1.21$, $SE = 0.34$, 95%-KI $[0.55, 1.88]$, $t = 3.60$, $p < .001$ ($R^2_{\text{marginal}} = .04$, $R^2_{\text{konditional}} = .77$). Für FESS (Stimme & Emotion) zeigte sich hingegen kein signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A11): $\gamma = 0.65$, $SE = 0.34$, 95%-KI $[-0.02, 1.33]$, $t = 1.90$, $p = .058$. Insgesamt ist H3 damit teilweise unterstützt.

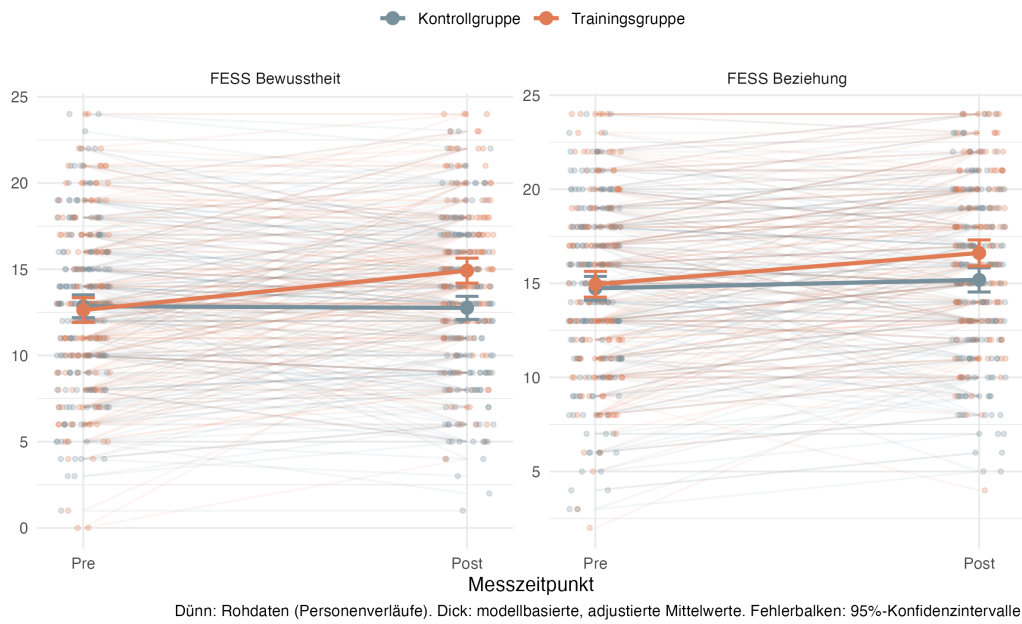


Abbildung 4.2: Interaktion Messzeitpunkt \times Gruppe für FESS Bewusstheit (links) und die FESS Beziehung (rechts)

4.3.2 Objektive Stimmparameter

Hypothese H4 erwartete Verbesserungen in ausgewählten objektiven Stimmparametern in der Trainingsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe. Insgesamt zeigte sich ein differenziertes Muster über die Parameter hinweg (vollständige Modelle im Anhang; fallzahlbedingte Unterschiede zwischen Parametern sind aufgrund variablenbezogener Qualitätssicherung möglich, vgl. Abschnitt 3.7).

4.3.2.1 AVQI

Der Interaktionseffekt war nicht signifikant (Anhang Tabelle A1): $\gamma = 0.02$, $SE = 0.14$, 95%-KI $[-0.25, 0.30]$, $t = 0.18$, $p = .861$.

4.3.2.2 Maximale Phonationsdauer

Es zeigte sich ein signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A3 und Abbildung 4.3): $\gamma = 3.13$, $SE = 1.01$, 95%-KI $[1.14, 5.12]$, $t = 3.11$, $p = .002$ ($R^2_{\text{marginal}} = .04$, $R^2_{\text{konditional}} = .71$).

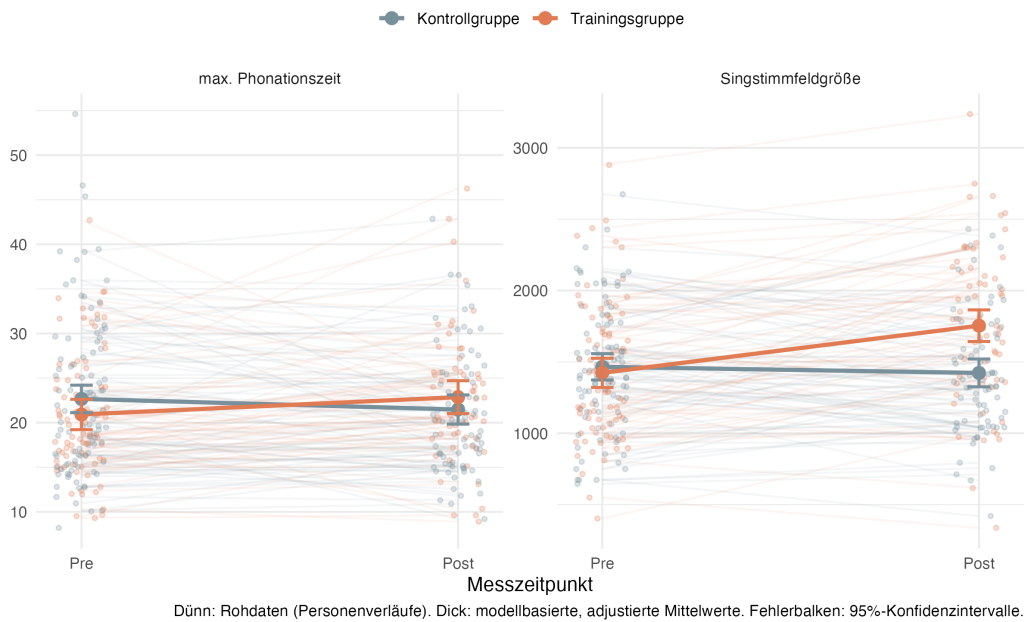


Abbildung 4.3: Interaktion Messzeitpunkt \times Gruppe für die maximale Phonationsdauer (links) und die Singstimmfeldgröße (rechts)

4.3.2.3 Singstimmfeldgröße

Auch hier zeigte sich ein klar signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A5 und Abbildung 4.3): $\gamma = 373.07$, $SE = 60.19$, 95%-KI [254.13, 492.01], $t = 6.20$, $p < .001$ ($R^2_{\text{marginal}} = .08$, $R^2_{\text{konditional}} = .72$).

4.3.2.4 Sprechstimmfeld

Nach Entfernung zweier extremer Ausreißer (Abschnitt 4.2) fiel der Interaktionseffekt positiv aus, erreichte jedoch das konservative Signifikanzniveau von $\alpha = .01$ nicht: $\gamma = 0.23$, $SE = 0.09$, 95%-KI [0.05, 0.42], $t = 2.50$, $p = .014$ (Anhang Tabelle A4). Die Varianz des zufälligen Intercepts war substantiell (Varianz = 0.12); die Modellgüte lag bei $R^2_{\text{marginal}} = .10$ und $R^2_{\text{konditional}} = .50$.

4.3.2.5 Stimmbelastungstest-Index (VLT Index)

Der Interaktionseffekt war nicht signifikant (Anhang Tabelle A6): $\gamma = -0.02$, $SE = 0.07$, 95%-KI [-0.16, 0.13], $t = -0.21$, $p = .832$.

4.3.2.6 DSI (Vergleichsmaß)

Der Interaktionseffekt war deutlich und statistisch signifikant (entnommen aus Hauck et al. (2025); Anhang Tabelle A2): $\gamma = 2.22$, $SE = 0.31$, 95%-KI [1.61, 2.84], $t = 7.11$, $p < .001$.

4.3.2.7 Zwischenfazit zu H4

Signifikante differenzielle Verbesserungen zeigten sich in leistungs- und umfangsbezogenen Parametern (maximale Phonationsdauer, Singstimmfeldgröße, DSI), während AVQI, Sprechstimmfeld und VLT Index keine abgesicherten Interaktionseffekte aufwiesen. Damit ist H4 teilweise unterstützt.

4.3.3 Psychologische Variablen

Hypothese H5 erwartete eine Abnahme psychologischer Belastungsparameter (Depressivität, Ängstlichkeit, chronischer Stress, Burnout-Symptome) in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Über die betrachteten Skalen ergaben sich bei $\alpha = .01$ keine signifikanten Interaktionseffekte (vollständige Modelle im Anhang).

4.3.3.1 DASS

Für DASS Angst ergab sich kein signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A15): $\gamma = -0.14$, $SE = 0.21$, 95%-KI [-0.56, 0.28], $t = -0.65$, $p = .513$. Für DASS Depression zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A16): $\gamma = -0.05$, $SE = 0.29$, 95%-KI [-0.63, 0.52], $t = -0.18$, $p = .854$.

4.3.3.2 MBI-ES

Für MBI Depersonalisation zeigte sich kein signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A12): $\gamma = -0.11$, $SE = 0.28$, 95%-KI [-0.67, 0.45], $t = -0.39$, $p = .700$. Für MBI Emotionale Erschöpfung ergab sich ebenfalls kein signifikanter Interaktionseffekt (Anhang Tabelle A13): $\gamma = -0.72$, $SE = 0.58$, 95%-KI [-1.87, 0.42], $t = -1.24$, $p = .214$. Für MBI Leistungsabfall/Leistung zeigte sich ein Effekt in erwarteter Richtung, der jedoch $\alpha = .01$ nicht erreichte (Anhang Tabelle A14): $\gamma = -1.34$, $SE = 0.58$, 95%-KI [-2.48, -0.20], $t = -2.32$, $p = .021$.

4.3.3.3 TICS

Für alle neun ausgewerteten TICS-Subskalen ergaben sich keine signifikanten Interaktionseffekte bei $\alpha = .01$ (Anhang Tabellen A17–A25).

4.3.3.4 Zwischenfazit zu H5

Damit ergab sich in den vorliegenden Daten kein statistisch abgesicherter Hinweis auf eine Reduktion psychologischer Belastungsparameter in der Trainingsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe unter dem konservativen Kriterium $\alpha = .01$.

4.3.4 Zusammenfassung der Hypothesenprüfung in den Hauptanalysen

Die Hauptanalysen (Messzeitpunkt \times Gruppe) ergaben folgendes Muster:

- H1 (SPBS): nicht unterstützt (kein signifikanter Interaktionseffekt; Tabelle A8).
- H2 (SPBS–VHI-12): unterstützt (starker positiver Zusammenhang zu Baseline).
- H3 (FESS): teilweise unterstützt (signifikant für Bewusstheit und Beziehung; nicht signifikant für Stimme & Emotion; Tabellen A9–A11).
- H4 (objektive Stimmparameter): teilweise unterstützt (signifikant für maximale Phonationsdauer, Singstimmfeldgröße und DSI; nicht signifikant für AVQL, Sprechstimmfeld, VLT Index; Tabellen A1, A3, A5, A4, A6, A2).
- H5 (psychologische Variablen): nicht unterstützt (keine signifikanten Interaktionseffekte bei $\alpha = .01$; Tabellen A15–A25).

4.4 Nutzungsintensitätsanalysen in der Trainingsgruppe

Zusätzlich zu den Hauptanalysen wurden innerhalb der Trainingsgruppe nutzungsbezogene Modelle geschätzt (vgl. Abschnitt 3.6). Ziel war zu prüfen, ob die Pre-Post-Veränderung innerhalb der Trainingsgruppe mit dem Nutzungsausmaß kovarierte. Als Nutzungsmaße wurden (a) die Nutzungsdauer auf übungsbezogenen App-Seiten (in Stunden; App-Stunden) und (b) die Anzahl eindeutiger Nutzungstage (App-Tage) berücksichtigt. Analytisch wurden diese Zusammenhänge über die Interaktionen Messzeitpunkt \times App-Stunden und Messzeitpunkt \times App-Tage abgebildet.

Da Nutzungsmaße nicht randomisiert waren und potenziell durch Drittvariablen (z. B. Ausgangsbelastung, Motivation, Zeitressourcen) beeinflusst sein konn-

ten, sind die Ergebnisse als assoziative Nutzungszusammenhänge zu interpretieren und nicht als kausale Aussagen.

4.4.1 Subjektive Stimmparameter

4.4.1.1 SPBS

Im Modell für den SPBS zeigte sich eine signifikante Moderation der Pre-Post-Veränderung durch die Nutzungsdauer (Messzeitpunkt \times App-Stunden; Anhang Tabelle A33): $\gamma = -1.39$, $SE = 0.47$, 95%-KI $[-2.31, -0.47]$, $t = -2.98$, $p = .003$. Die Interaktion Messzeitpunkt \times App-Tage war nicht signifikant (Anhang Tabelle A33): $\gamma = 0.28$, $SE = 0.14$, 95%-KI $[-0.00, 0.57]$, $t = 1.96$, $p = .051$.

4.4.1.2 FESS

Für die FESS-Subskalen ergaben sich keine signifikanten Nutzungsinteraktionen bei $\alpha = .01$ (Anhang Tabellen A34–A36; Messzeitpunkt \times App-Stunden sowie Messzeitpunkt \times App-Tage jeweils $p \geq .088$).

4.4.1.3 VHI-12

Für den VHI-12 zeigte sich eine signifikante Moderation durch App-Stunden (Anhang Tabelle A32): $\gamma = -0.70$, $SE = 0.21$, 95%-KI $[-1.11, -0.30]$, $t = -3.41$, $p < .001$. Die Interaktion mit App-Tagen war nicht signifikant (Anhang Tabelle A32): $\gamma = 0.12$, $SE = 0.06$, 95%-KI $[-0.00, 0.25]$, $t = 1.93$, $p = .056$.

4.4.2 Objektive Stimmparameter

Für AVQI, Singstimmfeldgröße, Sprechstimmfeld und den Stimmbelastungstest-Index ergaben sich keine signifikanten Nutzungsinteraktionen (Anhang Tabellen A26, A30, A29, A31; jeweils $p \geq .078$ für Messzeitpunkt \times App-Stunden bzw. Messzeitpunkt \times App-Tage).

4.4.2.1 Maximale Phonationsdauer

Für die maximale Phonationsdauer zeigte sich eine signifikante Interaktion Messzeitpunkt \times App-Tage (Anhang Tabelle A28): $\gamma = -0.39$, $SE = 0.15$, 95%-KI $[-0.69, -0.10]$, $t = -2.70$, $p = .009$. Die Interaktion Messzeitpunkt \times App-Stunden war nicht signifikant (Anhang Tabelle A28): $\gamma = 0.97$, $SE = 0.56$, 95%-KI $[-0.14, 2.08]$, $t = 1.74$, $p = .086$.

4.4.2.2 DSI

Für den DSI zeigte sich eine signifikante Interaktion Messzeitpunkt \times App-Tage (entnommen aus Hauck et al. (2025); siehe auch Anhang Tabelle A27): $\gamma = -0.12$, $SE = 0.04$, 95%-KI $[-0.20, -0.04]$, $t = -3.11$, $p = .003$. Die Interaktion Messzeitpunkt \times App-Stunden war nicht signifikant (Anhang Tabelle A27): $\gamma = 0.29$, $SE = 0.15$, 95%-KI $[-0.01, 0.59]$, $t = 1.96$, $p = .054$.

4.4.3 Psychologische Variablen

Für die psychologischen Outcomes ergaben sich in den nutzungsbezogenen Modellen keine signifikanten Interaktionen bei $\alpha = .01$ (Anhang Tabellen A40–A50; Messzeitpunkt \times App-Stunden und Messzeitpunkt \times App-Tage jeweils $p \geq .042$).

4.4.4 Zusammenfassung der nutzungsbezogenen Analysen

Die nutzungsbezogenen Modelle deuten darauf hin, dass einzelne stimmbezogene Veränderungen innerhalb der Trainingsgruppe mit Nutzungsmaßen kovariierten: Signifikante Effekte fanden sich für SPBS und VHI-12 über App-Stunden sowie für maximale Phonationsdauer und DSI über App-Tage (Tabellen A33, A32, A28, A27). Für die übrigen Outcomes ergaben sich keine Hinweise auf nutzungsabhängige Veränderungen unter $\alpha = .01$.

5 Diskussion

Die vorliegende Masterarbeit evaluierte die Wirksamkeit der App-basierten Intervention „Regensburger Stimmtraining“ (ReSt) bei aktiv tätigen Lehrkräften anhand eines randomisierten kontrollierten Parallelgruppen-Designs (Cluster-Randomisierung auf Schulebene). Untersucht wurden (a) subjektive stimmbezogene Outcomes (SPBS, FESS; VHI-12), (b) instrumentelle Stimmscreening-Parameter (u. a. AVQI, maximale Phonationsdauer, Stimmfeldmaße; DSI) sowie (c) psychologische Belastungsmaße (DASS, TICS, MBI-ES). Ergänzend wurde explorativ geprüft, ob sich Pre-Post-Veränderungen innerhalb der Trainingsgruppe in Abhängigkeit von Nutzungsmaßen unterscheiden.

Die Diskussion verfolgt vier Ziele: (a) die Befunde zusammenzufassen, (b) das Gesamtmuster im Lichte des biopsychosozialen Rahmens (Abschnitt 2.1) einzuordnen, (c) erwartete und unerwartete Befundmuster plausibel zu interpretieren und (d) zentrale Limitationen – insbesondere die nicht standardisierten akustischen Bedingungen des Stimmscreenings – transparent zu benennen und daraus Implikationen abzuleiten.

5.1 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

5.1.1 Hypothesenprüfung: Hauptanalysen (Messzeitpunkt \times Gruppe)

Die Hauptanalysen ergaben ein differenziertes Muster:

- Subjektive Stimmgesundheit (H1): Für den SPBS zeigte sich kein signifikanter Interaktionseffekt. Auch der VHI-12 veränderte sich nicht signifikant zwischen Trainings- und Kontrollgruppe.
- Konvergenz subjektiver Maße (H2): Zwischen SPBS und VHI-12 bestand zu Baseline ein starker positiver Zusammenhang, der auch nach Item-Imputation praktisch unverändert blieb.
- Stimmliches Selbstkonzept (H3): Signifikante Interventionseffekte ergaben sich für FESS Bewusstheit und FESS Beziehung, jedoch kein abgesicherter Effekt für FESS Stimme & Emotion.
- Objektive Stimmparameter (H4): Signifikante Verbesserungen zeigten sich in leistungs- und umfangsbezogenen Parametern (maximale Phonationsdauer,

Singstimmfeldgröße) sowie im DSI. Für AVQI, Sprechstimmfeld und VLT-Index ergaben sich keine signifikanten Effekte unter $\alpha = .01$.

- Psychologische Variablen (H5): Über DASS, MBI-ES und TICS hinweg fanden sich keine signifikanten Interventionseffekte bei $\alpha = .01$ (einzelne Effekte lagen in erwarteter Richtung, erreichten aber das Signifikanzniveau nicht).

5.1.2 Nutzungsanalysen (innerhalb der Trainingsgruppe)

Die nutzungsbezogenen Modelle weisen auf Heterogenität innerhalb der Trainingsgruppe hin: Mehr App-Stunden gingen mit stärkeren Verbesserungen in subjektiven Beschwerdescores (SPBS und VHI-12) einher. Demgegenüber zeigten sich für maximale Phonationsdauer und DSI signifikante Interaktionen mit App-Tagen in negativer Richtung; dieser Befund ist ohne Randomisierung der Nutzungsmaße nicht kausal zu interpretieren.

5.2 Gesamteindruck: Ein konsistentes Muster über Konstruktdimensionen hinweg

Über alle Outcomes hinweg ergibt sich ein Gesamtbild, das mit der im Theorieteil herausgearbeiteten Mehrdimensionalität von Stimmgesundheit vereinbar ist (Abschnitt 2.1): ReSt zeigte robuste Effekte dort, wo die Intervention plausibel ansetzt – nämlich bei stimmbezogener Selbstwahrnehmung (FESS) und bei leistungs-/umfangsbezogenen Kapazitätsmaßen. Dort hingegen, wo Stimmgesundheit als alltagsbezogene Beeinträchtigung (SPBS/VHI-12) und als psychische Belastungslage operationalisiert wurde, blieben Effekte in den Hauptanalysen aus. Das stützt die Annahme, dass subjektive und instrumentelle Maße komplementäre Konstrukte abbilden (voice capability vs. voice handicap; vgl. Diskordanzbefunde zu DSI und VHI (Hakkesteegt et al., 2010)).

5.3 Einordnung im biopsychosozialen Rahmen

5.3.1 Selbstkonzeptgewinne ohne Veränderung der subjektiven Einschränkung

Die signifikanten Verbesserungen in FESS Bewusstheit und FESS Beziehung sind inhaltlich gut anschlussfähig an die Interventionslogik der ReSt-App, die Übungen mit Selbstbeobachtung und achtsamkeitsnahen Komponenten kombiniert. Solche Interventionen adressieren zunächst metakognitive Prozesse: stimmliche Signale

werden früher wahrgenommen, Belastung wird differenzierter bewertet, und die Stimme wird stärker als regulierbares Arbeitsinstrument verstanden (Nusseck et al., 2015).

Dass sich SPBS und VHI-12 in den Hauptanalysen nicht signifikant verbessern, ist damit vereinbar, wenn zwei Aspekte berücksichtigt werden. Erstens können Veränderungen im Selbstkonzept eine Voraussetzung für spätere Verhaltensänderungen sein, ohne unmittelbar mit Symptomreduktion einherzugehen. Gerade im Lehrberuf wirken Dosis, Akustik/Lärm, organisatorischer Druck und psychophysiologische Aktivierung zusammen (Abschnitt 2.2); eine App kann Impulse geben, verändert aber die Unterrichtsrealität nicht direkt. Zweitens handelt es sich um eine große, überwiegend präventive (weitgehend normophone) Stichprobe. In solchen Samples sind globale Handicap-Instrumente häufig weniger sensitiv für Veränderungen (Boden-/Deckeneffekte; vgl. Abschnitt 2.1; (Rosen et al., 2004)). Kleine, aber potenziell relevante Verbesserungen können unter einem konservativen $\alpha = .01$ statistisch schwer nachweisbar sein.

Ergänzend ist ein kurzfristig paradoxes Muster plausibel: Wenn Bewusstheit steigt, kann die Aufmerksamkeit für stimmliche Signale zunehmen, ohne dass sich die zugrundeliegende Belastungssituation bereits verändert hat. Subjektive Beschwerdescores bleiben dann stabil, obwohl Ressourcen (Technik, Kapazität, Selbstregulation) zunehmen. Für Prävention ist dies nicht zwingend ungünstig, da frühere Wahrnehmung langfristig Schutzwirkung entfalten kann.

5.3.2 Objektive Parameter: Kapazitätsgewinne bei stabiler Stimmqualität

Die instrumentellen Ergebnisse lassen sich als Kapazitätsgewinne bei ausbleibenden Veränderungen in akustischen Qualitätsindizes zusammenfassen. Die Verbesserungen in maximaler Phonationsdauer und Singstimmfeldgröße sprechen dafür, dass ReSt koordinationale Ressourcen (Atem-Phonations-Koordination, ökonomischere Phonation, resonanzbezogene Strategien) stärkt und/oder die Fähigkeit erhöht, Leistungsgrenzen im Screening sicherer auszuschöpfen. Der DSI zeigt ebenfalls eine deutliche Verbesserung (vgl. Hauck et al. (2025)); dabei ist zu berücksichtigen, dass der DSI Komponenten umfasst, die eng mit Leistungs- und Umfangsmaßen verknüpft sind (Wuyts et al., 2000). Die DSI-Verbesserung ist daher konsistent mit den Veränderungen in maximaler Phonationsdauer und Stimmfeldmaßen und sollte als integrativer Index derselben Kapazitätsdimension interpretiert werden.

Die ausbleibenden Effekte in AVQI und VLT-Index lassen sich aus drei Perspektiven plausibilisieren:

1. Inhaltliche Passung: In präventiven, überwiegend normophonen Stichproben sind Veränderungen akustischer Qualitätsindizes häufig klein und benötigen ggf. längere Übungsdosis oder stärker individualisiertes Feedback (vgl. Blended-/Telepractice-Argumente; (Grillo, 2021; Immerz et al., 2025; Liu et al., 2024)).
2. Messsensitivität unter Feldbedingungen (insbesondere AVQI): Akustische Qualitätsmaße sind unter realen Aufnahmebedingungen empfindlich gegenüber raumakustischer Varianz. Da das Stimmscreening in Schulen durchgeführt wurde, variierten die akustischen Gegebenheiten zwischen den Teilnehmenden erheblich – einzelne Räumlichkeiten wiesen dabei eine ausgeprägte Nachhallcharakteristik auf. Innerhalb einer Person war der Aufnahmebereich über die Messzeitpunkte hinweg in der Regel konstant, sodass diese Varianzquelle vorwiegend zwischen den Personen wirksam war. Franz et al. (2026) zeigen, dass Nachhall und Klarheitsmaße objektive Stimmqualitätsmetriken (u. a. AVQI/ABI) systematisch beeinflussen können und die Verzerrung besonders ausgeprägt bei physiologischen bzw. mild auffälligen Stimmen ist; mit zunehmendem Nachhall verschieben sich Indexwerte in Richtung ungünstigerer Ausprägungen (Franz et al., 2026). Für Präventionsstichproben ist dies zentral, da erwartbare Interventionseffekte in der Stimmqualität typischerweise klein sind und durch Messrauschen überdeckt werden können.
3. Multifaktorielle Determinanten von Belastbarkeit (insbesondere VLT-Index): Belastungsfähigkeit wird neben Technik u. a. durch Tagesform, Hydratation, Infekte, Schlaf und berufliche Spitzenbelastung beeinflusst (vgl. Abschnitt 2.1). Eine App kann einzelne Faktoren adressieren, dürfte jedoch nicht die gesamte Varianz dominieren.

5.3.3 Psychologische Variablen: Einordnung der Nullbefunde

Die fehlenden signifikanten Interventionseffekte in den psychologischen Belastungsmaßen (DASS, MBI-ES, TICS) sind im Kontext der Intervention und der Messlogik gut erklärbar. ReSt enthält achtsamkeits- und entspannungsnahe Elemente, ist jedoch keine umfassende Stress- oder Burnout-Intervention. Chronischer Stress und Burnout-Symptome sind stark arbeitsorganisatorisch mitbedingt; kurze, asynchrone App-Impulse können unterstützen, dürften jedoch in einem mehrwöchigen Zeitraum häufig nicht ausreichen, um in globalen Skalen wie TICS oder MBI robuste Veränderungen zu erzeugen. Zudem wurden die Erhebungen im Winterhalbjahr durchgeführt, was zusätzliche Varianz (z. B. Infektlast, trockene Raumluft, schuli-

sche Belastungsspitzen) erzeugen kann.

5.4 Unerwartete Befunde und Bedeutung der Nutzungsanalysen

Die nutzungsbezogenen Analysen ergänzen das Bild um eine zentrale Nuance: Nicht alle Teilnehmenden profitieren in gleicher Weise, und Nutzung kann eine relevante Bedingung für Wirksamkeit darstellen. Das ist konsistent mit der digitalen Interventionsliteratur, die Engagement als Wirkbedingung betont (Eysenbach, 2005; Perski et al., 2017).

Der Zusammenhang „mehr App-Stunden → stärkere Verbesserungen in SPBS und VHI-12“ ist inhaltlich plausibel, da stimmbezogene Veränderungen motorisches Lernen, Wiederholung und Routinisierung erfordern. In der Gruppenanalyse können Dose-Response-Muster verdeckt bleiben, wenn die tatsächlich realisierte Übungsdosis in der Trainingsgruppe stark variiert (trotz Ausschluss minimaler Nutzung).

Die negativen Interaktionen von App-Tagen mit maximaler Phonationsdauer und DSI sind ohne Randomisierung der Nutzungsmaße nicht als „mehr Nutzung schadet“ zu interpretieren. Zwei Deutungen sind hier besonders naheliegend: (a) Selbstselektion bzw. umgekehrte Kausalität (Personen mit höherer Ausgangsbelastung oder geringerem Fortschritt bleiben länger „dran“) und (b) die Unterscheidung von Qualität vs. Quantität der Nutzung (viele kurze Kontakte vs. wenige, aber konzentrierte Übungssequenzen). Insgesamt unterstreichen die Befunde die Notwendigkeit einer differenzierten Engagement-Operationalisierung und konfundierungsrobuster Modellierung in künftigen Analysen.

5.5 Limitationen

5.5.1 Stimmscreening unter nicht standardisierten akustischen Bedingungen

Das Stimmscreening fand in schulischen Räumen statt; die akustischen Bedingungen waren zwischen Personen nicht identisch und teils ungünstig (z. B. Raumgrößen, Nachhall, Hintergrundgeräusche). Das erhöht Messrauschen und reduziert die Sensitivität insbesondere akustischer Qualitätsparameter wie AVQI. Franz et al. (2026) zeigen, dass raumakustische Parameter (insbesondere Nachhallzeit und Klarheitsmaße) objektive Stimmqualitätsmetriken beeinflussen können und dass die Verzerrung bei (nahezu) gesunden bzw. mild auffälligen Stimmen am stärksten ausfällt; Nachhall verschiebt Indizes systematisch in Richtung ungünstigerer Wer-

te (Franz et al., 2026). Für eine präventive Lehrkraftstichprobe ist damit plausibel, dass kleine, reale Verbesserungen in der Stimmqualität im AVQI nicht zuverlässig abgebildet wurden.

Ein entlastender Aspekt ist, dass der Raum für eine Person häufig über Pre und Post gleich blieb, wodurch intraindividuelle Vergleiche grundsätzlich robuster gegenüber konstanten raumakustischen Einflüssen sind. Gleichwohl bleiben Restrisiken (z. B. variierende Hintergrundgeräusche, Mikrofonpositionierung, Instruktionssituation oder Raumwechsel), und in reverberanten Settings können Verbesserungen in der Stimmqualität weniger deutlich in AVQI/CPQS sichtbar werden (Franz et al., 2026).

5.5.2 Nicht-Verblindung und Erwartungseffekte

Eine Verblindung war praktisch nicht vorgesehen. Dadurch sind Erwartungseffekte möglich, insbesondere in Selbstberichten (z. B. FESS) und in leistungsabhängigen Screening-Aufgaben (z. B. Stimmfeld), da Aufgabenverständnis, Anstrengungsbereitschaft und Selbstwirksamkeit die Ausprägung solcher Maße beeinflussen können.

5.5.3 Post-randomisierte Ausschlüsse und Generalisierbarkeit

Teilnehmende der Trainingsgruppe mit sehr geringer App-Nutzung wurden ausgeschlossen. Dies ist inhaltlich begründbar, führt jedoch zu einer post-randomisierten Selektion und kann die Generalisierbarkeit einschränken. Die Ergebnisse gelten damit stärker für Lehrkräfte, die zumindest ein Mindestmaß an Nutzung realisieren (vgl. *law of attrition*; (Eysenbach, 2005)).

5.5.4 Multiples Testen und konservatives Signifikanzniveau

Es wurden zahlreiche Outcomes analysiert; zugleich wurde mit $\alpha = .01$ konservativ getestet. Dieses Vorgehen reduziert das Risiko falsch-positiver Befunde, erhöht jedoch die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte zu übersehen.

5.6 Implikationen

5.6.1 Implikationen für die Praxis

Die Ergebnisse legen nahe, ReSt primär als ressourcenorientiertes Training (Kapazität, Selbstbeobachtung, Beziehung zur Stimme) zu verstehen. Ressourcenaufbau

kann präventiv wirksam sein, auch wenn kurzfristig keine ausgeprägte Beschwerdereduktion sichtbar ist. Zugleich erscheint der Transfer in die Unterrichtsrealität zentral: Wenn globale Alltagsbeeinträchtigung stabil bleibt, spricht dies dafür, dass kontextuelle Faktoren (Lärm, Akustik, Unterrichtsdruck) weiterhin stark wirken. Entsprechend sollten classroom-nahe Transferstrategien (z. B. Mikro-Pausen, nonvokale Aufmerksamkeitssignale, Positionierung im Raum, ggf. technische Verstärkung) systematisch angebunden werden. Schließlich unterstreichen die Nutzungsbefunde die Bedeutung von Engagement als Wirkbedingung; insbesondere Übungszeit (App-Stunden) könnte relevant sein (Milne-Ives et al., 2023; Perski et al., 2017).

5.6.2 Implikationen für zukünftige Forschung

Für künftige Studien ergibt sich eine klare Priorität: Standardisierung des Stimm-screenings (konstante Räume bzw. dokumentierte Raumakustik/Hintergrundpegel, standardisierte Mikrofonierung, Kalibrierung/Quality-Metriken). Darüber hinaus sprechen die Befunde für konstruktsscharfe Endpunkte: capability und handicap sollten a priori als getrennte Zielgrößen definiert werden. Schließlich könnten längere Follow-ups und alltagsnahe Verlaufsmessungen (z. B. ambulante Kurzratings) Transferprozesse sensibler abbilden als reine Pre-Post-Designs.

5.7 Fazit

Die ReSt-App zeigt in dieser Masterarbeit ein konsistentes Wirkprofil: Sie verbessert stimmbezogene Selbstkonzeptaspekte (Bewusstheit, Beziehung) und bestimmte objektive Kapazitätsmarker (maximale Phonationsdauer, Singstimmfeldgröße; DSI). Demgegenüber bleiben globale subjektive Beeinträchtigungsmaße (SPBS, VHI-12) und psychologische Belastungsparameter in den Hauptanalysen stabil. Diese Differenz ist theoretisch anschlussfähig und unterstreicht, dass Stimmgesundheit ein biopsychosoziales, mehrdimensionales Konstrukt ist (Abschnitt 2.1) und dass subjektive und objektive Verfahren unterschiedliche, komplementäre Aspekte abbilden.

Die Limitationen – insbesondere die nicht standardisierten akustischen Bedingungen des schulbasierten Stimmscreenings – können Nullbefunde in akustischen Qualitätsmaßen plausibel mit erklären und markieren zugleich eine zentrale methodische Stellschraube. Insgesamt lässt sich ReSt als alltagstaugliche Präventionskomponente einordnen, deren Potenzial insbesondere im Ressourcenaufbau liegt.

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Agarwal, S., LeFevre, A. E., Lee, J., L'Engle, K., Mehl, G., Sinha, C., Labrique, A., & WHO mHealth Technical Evidence Review Group. (2016). Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: Mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) checklist. *BMJ*, *352*, i1174. <https://doi.org/10.1136/bmj.i1174>
- Altman, K. W., Atkinson, C., & Lazarus, C. (2005). Current and emerging concepts in muscle tension dysphonia: A 30-month review. *Journal of Voice*, *19*(2), 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.03.007>
- Angadi, V., Chih, M.-Y., & Stemple, J. (2023). Developing and testing a smart-phone application to enhance adherence to voice therapy: A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(3), 2436. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032436>
- Awan, S. N., Roy, N., Jetté, M. E., Meltzner, G. S., & Hillman, R. E. (2010). Quantifying dysphonia severity using a spectral/cepstral-based acoustic index: Comparisons with auditory-perceptual judgements from the CAPE-V. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *24*(9), 742–758. <https://doi.org/10.3109/02699206.2010.492446>
- Baghban, K., Golmohammadi, G., & Asadollahpour, F. (2025). The worldwide prevalence of voice disorders among schoolteachers: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Voice*, S0892199725001717. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2025.04.018>
- Baker, J. (2008). The role of psychogenic and psychosocial factors in the development of functional voice disorders. *International Journal of Speech-Language Pathology*, *10*(4), 210–230. <https://doi.org/10.1080/17549500701879661>
- Barsties, B., & De Bodt, M. (2015). Assessment of voice quality: Current state-of-the-art. *Auris Nasus Larynx*, *42*(3), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2014.11.001>

- Barsties, B., Lammertz, C. Z., Awan, S. N., Binkofski, F., & Hetjens, S. (2025). The accuracy of smartphone recordings for clinical voice diagnostics in acoustic voice quality assessments: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *34*(6), 3531–3548. https://doi.org/10.1044/2025_AJSLP-25-00140
- Barsties, B., & Maryn, Y. (2016). External validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 with extended representativity. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *125*(7), 571–583. <https://doi.org/10.1177/0003489416636131>
- Becker, D. R., Shelly, S., Kavalieratos, D., Maira, C., & Gillespie, A. I. (2025). Immediate effects of mindfulness meditation on the voice. *Journal of Voice*, *39*(3), 718–727. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.10.022>
- Bele, I. (2008). The teacher's voice: Vocal training in teacher education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *52*(1), 41–57. <https://doi.org/10.1080/00313830701786594>
- Besser, A., Lotem, S., & Zeigler-Hill, V. (2022). Psychological stress and vocal symptoms among university professors in Israel: Implications of the shift to online synchronous teaching during the COVID-19 pandemic. *Journal of Voice*, *36*(2), 291.e9–291.e16. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.05.028>
- Bless, D. M., Hirano, M., & Feder, R. J. (1987). Videostroboscopic evaluation of the larynx. *Ear, Nose, & Throat Journal*, *66*(7), 289–296.
- Bottalico, P., & Astolfi, A. (2012). Investigations into vocal doses and parameters pertaining to primary school teachers in classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *131*(4), 2817–2827. <https://doi.org/10.1121/1.3689549>
- Bovo, R., Trevisi, P., Emanuelli, E., & Martini, A. (2013). Voice amplification for primary school teachers with voice disorders: A randomized clinical trial. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, *26*(3), 363–372. <https://doi.org/10.2478/s13382-013-0115-1>
- Brown, C. K., Vazquez, J., Metz, S. M., & McCown, D. (2023). Effects of an 8-week mindfulness course in people with voice disorders. *Journal of Voice*, *S0892-1997*(23)00353–3. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2023.10.031>
- Byeon, H. (2019). The risk factors related to voice disorder in teachers: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(19), 3675. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193675>

- Cantor-Cutiva, L. C., & Burdorf, A. (2015). Effects of noise and acoustics in schools on vocal health in teachers. *Noise and Health*, *17*(74), 17–22. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.149569>
- Cardoso, R., Lumini-Oliveira, J., & Meneses, R. F. (2021). Associations between autonomic nervous system function, voice, and dysphonia: A systematic review. *Journal of Voice*, *35*(1), 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.07.022>
- Chan, R. W. (2019). Ovine vocal fold tissue fatigue response to accumulated, large-amplitude vibration exposure at phonatory frequencies. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *62*(12), 4291–4299. https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-19-0181
- Chen, B.-L., Cheng, Y.-Y., Lin, C.-Y., & Guo, H.-R. (2022). Incidence of voice disorders among private school teachers in Taiwan: A nationwide longitudinal study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(3), 1130. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031130>
- Dahl, K. L., & Stepp, C. E. (2023). Effects of cognitive stress on voice acoustics in individuals with hyperfunctional voice disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *32*(1), 264–274. https://doi.org/10.1044/2022_AJSLP-22-00204
- de Alvear, R. M. B., Martínez-Arquero, G., Barón, F. J., & Hernández-Mendo, A. (2010). An interdisciplinary approach to teachers' voice disorders and psychosocial working conditions. *Folia Phoniatrica Et Logopaedica*, *62*(1–2), 24–34. <https://doi.org/10.1159/000239060>
- De Jong, F. (2010). An introduction to the teacher's voice in a biopsychosocial perspective. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, *62*(1–2), 5–8. <https://doi.org/10.1159/000239058>
- de Lacerda Veiga, D., Almeida, T. M., Uchida, R. R., & Cordeiro, Q. (2025). The fundamental frequency of voice as a potential stress biomarker: A systematic review and meta-analysis. *Stress and Health: Journal of the International Society for the Investigation of Stress*, *41*(5), e70112. <https://doi.org/10.1002/smi.70112>
- De Medeiros, A. M., Assunção, A. Á., & Barreto, S. M. (2012). Absenteeism due to voice disorders in female teachers: A public health problem. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, *85*(8), 853–864. <https://doi.org/10.1007/s00420-011-0729-1>

- Deary, V., & Miller, T. (2011). Reconsidering the role of psychosocial factors in functional dysphonia. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, *19*(3), 150–154. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e328346494d>
- Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., Van De Heyning, P., Remacle, M., & Woisard, V. (2001). A Basic Protocol for Functional Assessment of Voice Pathology, Especially for Investigating the Efficacy of (Phonosurgical) Treatments and Evaluating New Assessment Techniques. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *258*(2), 77–82. <https://doi.org/10.1007/s004050000299>
- DeJonckere, P. H., & Lebacqz, J. (2022). Vocal fold collision speed in vivo: The effect of loudness. *Journal of Voice*, *36*(5), 608–621. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.08.025>
- Dietrich, M., Andreatta, R. D., Jiang, Y., & Stemple, J. C. (2020). Limbic and cortical control of phonation for speech in response to a public speech preparation stressor. *Brain Imaging and Behavior*, *14*(5), 1696–1713. <https://doi.org/10.1007/s11682-019-00102-x>
- Dietrich, M., & Verdolini Abbott, K. (2012). Vocal function in introverts and extraverts during a psychological stress reactivity protocol. *Journal of speech, language, and hearing research*, *55*(3), 973–987. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0344\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0344))
- Dietrich, M., Verdolini Abbott, K., Gartner-Schmidt, J., & Rosen, C. A. (2008). The Frequency of Perceived Stress, Anxiety, and Depression in Patients with Common Pathologies Affecting Voice. *Journal of Voice*, *22*(4), 472–488. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.08.007>
- Eaton, C., Vallejo, N., McDonald, X., Wu, J., Rodríguez, R., Muthusamy, N., Mathioudakis, N., & Riekert, K. A. (2024). User engagement with mHealth interventions to promote treatment adherence and self-management in people with chronic health conditions: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, *26*, e50508. <https://doi.org/10.2196/50508>
- Ehlert, H. (2011). Validierung eines Fragebogens zur Selbsteinschätzung der Stimme im Berufsalltag von Berufssprechern. *Sprache · Stimme · Gehör*, *35*(3), e126–e132. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1279759>
- Engel, G. L. (1977). The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. *Science*, *196*(4286), 129–136. <https://doi.org/10.1126/science.847460>

- Eysenbach, G. (2005). The law of attrition. *Journal of Medical Internet Research*, 7(1), e11. <https://doi.org/10.2196/jmir.7.1.e11>
- Eysenbach, G., & CONSORT-EHEALTH Group. (2011). CONSORT-EHEALTH: Improving and standardizing evaluation reports of web-based and mobile health interventions. *Journal of Medical Internet Research*, 13(4), e126. <https://doi.org/10.2196/jmir.1923>
- Fant, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production: With Calculations Based on X-ray Studies of Russian Articulations*. Mouton.
- Franz, S., Grewe, T., Meyer, B. T., & Bitzer, J. (2026). Measurement and analysis of relevant room acoustic parameters in speech and language therapy rooms and evaluation of their influence on objective voice quality metrics. *Journal of Voice*, S089219972500534X. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2025.12.012>
- Gaskill, C. S., O'Brien, S. G., & Tinter, S. R. (2012). The effect of voice amplification on occupational vocal dose in elementary school teachers. *Journal of Voice*, 26(5), 667.e19–27. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.10.010>
- Gassull, C., Casanova, C., Botey, Q., & Amador, M. (2010). The Impact of the Reactivity to Stress in Teachers with Voice Problems. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 62(1–2), 35–39.
- Grillo, E. U. (2017). An online telepractice model for the prevention of voice disorders in vocally healthy student teachers evaluated by a smartphone application. *Perspectives of the ASHA special interest groups*, 2(3), 63–78. <https://doi.org/10.1044/persp2.SIG3.63>
- Grillo, E. U. (2021). A nonrandomized trial for student teachers of an in-person and telepractice global voice prevention and therapy model with estill voice training assessed by the VoiceEvalU8 app. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(2), 566–583. https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-20-00200
- Gunter, H. E. (2003). A mechanical model of vocal-fold collision with high spatial and temporal resolution. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(2), 994–1000. <https://doi.org/10.1121/1.1534100>
- Hakkesteegt, M. M., Brocaar, M. P., & Wieringa, M. H. (2010). The applicability of the Dysphonia Severity Index and the Voice Handicap Index in evaluating effects of voice therapy and phonosurgery. *Journal of Voice*, 24(2), 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.06.007>

- Hauck, J., Gegner, C., Giglberger, M., & Hilbert, S. (2025). Effectiveness of a Mobile Phone Application in Managing Voice Health for Teachers: A Randomized Controlled Trial. *Digital Health, 11*, 1–15. <https://doi.org/10.1177/20552076251351805>
- Helou, L. B., Rosen, C. A., Wang, W., & Verdolini Abbott, K. (2018). Intrinsic laryngeal muscle response to a public speech preparation stressor. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 61*(7), 1525–1543. https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-S-17-0153
- Helou, L. B., Wang, W., Ashmore, R. C., Rosen, C. A., & Abbott, K. V. (2013). Intrinsic laryngeal muscle activity in response to autonomic nervous system activation. *The Laryngoscope, 123*(11), 2756–2765. <https://doi.org/10.1002/lary.24109>
- Hillman, R. E., Holmberg, E. B., Perkell, J. S., Walsh, M., & Vaughan, C. (1989). Objective assessment of vocal hyperfunction: An experimental framework and initial results. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 32*(2), 373–392. <https://doi.org/10.1044/jshr.3202.373>
- Hillman, R. E., Stepp, C. E., Van Stan, J. H., Zañartu, M., & Mehta, D. D. (2020). An updated theoretical framework for vocal hyperfunction. *American Journal of Speech-Language Pathology, 29*(4), 2254–2260. https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-20-00104
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. Springer-Verlag.
- Hoffmann, T. C., Glasziou, P. P., Boutron, I., Milne, R., Perera, R., Moher, D., Altman, D. G., Barbour, V., Macdonald, H., Johnston, M., Lamb, S. E., Dixon-Woods, M., McCulloch, P., Wyatt, J. C., Chan, A.-W., & Michie, S. (2014). Better reporting of interventions: Template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ, 348*, g1687–g1687. <https://doi.org/10.1136/bmj.g1687>
- Hunter, E. J., & Banks, R. E. (2017). Gender differences in the reporting of vocal fatigue in teachers as quantified by the Vocal Fatigue Index. *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 126*(12), 813–818. <https://doi.org/10.1177/0003489417738788>
- Hunter, E. J., Tanner, K., & Smith, M. E. (2011). Gender differences affecting vocal health of women in vocally demanding careers. *Logopedics Phoniatrics Vocology, 36*(3), 128–136. <https://doi.org/10.3109/14015439.2011.587447>
- Hunter, E. J., & Titze, I. R. (2009). Quantifying vocal fatigue recovery: Dynamic vocal recovery trajectories after a vocal loading exercise. *Annals of Otology,*

- Rhinology & Laryngology*, 118(6), 449–460. <https://doi.org/10.1177/000348940911800608>
- Hunter, E. J., & Titze, I. R. (2010). Variations in intensity, fundamental frequency, and voicing for teachers in occupational versus nonoccupational settings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(4), 862–875. [http://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/09-0040\)](http://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/09-0040)
- Ilomäki, I., Laukkanen, A.-M., Leppänen, K., & Vilkmán, E. (2008). Effects of voice training and voice hygiene education on acoustic and perceptual speech parameters and self-reported vocal well-being in female teachers. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 33(2), 83–92. <https://doi.org/10.1080/14015430701864822>
- Immerz, A., Hutter, N., Leiner, J., Jander, N., Schuppe, A.-L., Stritt, F., Müller, T., Paireder, C., Spahn, C., & Richter, B. (2025). Gesundheitsförderung im Lehrkraftberuf: Effekte eines Blended-Learning-Angebots zur Förderung stimmlicher und mentaler Gesundheit für Lehrkräfte (LEHGU). *Prävention und Gesundheitsförderung*. <https://doi.org/10.1007/s11553-025-01229-0>
- Inserm French National Institute of Health and Medical Research. (2006). *The Voice and Its Disorders in Teachers*. Paris.
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., Benninger, M. S., & Newman, C. W. (1997). The Voice Handicap Index (VHI): Development and validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66–70. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0603.66>
- Jaroentonyakorn, P., Chinchai, S., Bunrayong, W., Wanicharoen, N., & Shibamoto, I. (2024). The efficacy of voice therapy via hybrid group telepractice program with asynchronous components for primary school teachers: A pilot study. *Journal of Voice*, S0892-1997(24)00182–6. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2024.06.010>
- Jiang, G., Xu, X., Yu, K., Tang, G., Yang, R., & Li, X. (2024). The Risk Factors of Voice Disorders in Non-University Teachers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Voice, Advance online publication*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2024.10.023>
- Jiang, J. J., & Titze, I. R. (1994). Measurement of vocal fold intraglottal pressure and impact stress. *Journal of Voice*, 8(2), 132–144. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80305-4](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80305-4)

- Karatayli Ozgursoy, S., Buyukatalay, Z. Ç., & Dursun, G. (2024). The effect of vocal hygiene training via videoconference in teachers' voices. *Journal of Voice*, *38*(6), 1523.e17–1523.e26. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.04.007>
- Kelders, S. M., Kok, R. N., Ossebaard, H. C., & Van Gemert-Pijnen, J. E. W. C. (2012). Persuasive system design does matter: A systematic review of adherence to web-based interventions. *Journal of Medical Internet Research*, *14*(6), e152. <https://doi.org/10.2196/jmir.2104>
- Kempster, G. B., Gerratt, B. R., Verdolini Abbott, K., Barkmeier-Kraemer, J., & Hillman, R. E. (2009). Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: Development of a standardized clinical protocol. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *18*(2), 124–132. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2008/08-0017\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2008/08-0017))
- Kojima, T., Van Deusen, M., Jerome, W. G., Garrett, C. G., Sivasankar, M. P., Novaleski, C. K., & Rousseau, B. (2014). Quantification of acute vocal fold epithelial surface damage with increasing time and magnitude doses of vibration exposure. *PLoS ONE*, *9*(3), e91615. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091615>
- Koufman, J. A., Amin, M. R., & Panetti, M. (2000). Prevalence of reflux in 113 consecutive patients with laryngeal and voice disorders. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *123*(4), 385–388. <https://doi.org/10.1067/mhn.2000.109935>
- Kristiansen, J., Lund, S. P., Persson, R., Shibuya, H., Nielsen, P. M., & Scholz, M. (2014). A study of classroom acoustics and school teachers' noise exposure, voice load and speaking time during teaching, and the effects on vocal and mental fatigue development. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, *87*(8), 851–860. <https://doi.org/10.1007/s00420-014-0927-8>
- Lin, F.-C., Chien, H.-Y., Chen, S. H., Kao, Y.-C., Cheng, P.-W., & Wang, C.-T. (2020). Voice therapy for benign voice disorders in the elderly: A randomized controlled trial comparing telepractice and conventional face-to-face therapy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *63*(7), 2132–2140. https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-00364
- Liu, H., Hao, G., Chen, S., Ouyoung, L., Liu, Y., Li, J., Duan, H., Li, Z., Liu, Y., Zhong, J., Liu, B., & Jiang, J. (2024). Effectiveness and feasibility of telepractice on voice therapy for female teachers in elementary schools

- with self-reported voice disorders. *Journal of Voice*, 38(1), 244.e1–244.e13. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.07.015>
- Lovibond, P. F., & Lovibond, S. H. (1995). The Structure of Negative Emotional States: Comparison of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS) with the Beck Depression and Anxiety Inventories. *Behaviour Research and Therapy*, 33(3), 335–343.
- Lyberg-Åhlander, V., Brännström, K. J., & Sahlén, B. S. (2015a). On the Interaction of Speakers' Voice Quality, Ambient Noise and Task Complexity with Children's Listening Comprehension and Cognition. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00871>
- Lyberg-Åhlander, V., Haake, M., Brännström, J., Schötz, S., & Sahlén, B. (2015b). Does the Speaker's Voice Quality Influence Children's Performance on a Language Comprehension Test? *International Journal of Speech-Language Pathology*, 17(1), 63–73. <https://doi.org/10.3109/17549507.2014.898098>
- MacPherson, M. K., Abur, D., & Stepp, C. E. (2017). Acoustic measures of voice and physiologic measures of autonomic arousal during speech as a function of cognitive load. *Journal of Voice*, 31(4), 504.e1–504.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.10.021>
- Maryn, Y., Corthals, P., Van Cauwenberge, P., Roy, N., & De Bodt, M. (2010). Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: Combining continuous speech and sustained vowels. *Journal of Voice*, 24(5), 540–555. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.12.014>
- Maslach, C., & Jackson, S. (1996). *Maslach Burnout Inventory Manual*. Consulting Psychologists Press.
- Masuda, T., Ikeda, Y., Manako, H., & Komiyama, S. (1993). Analysis of vocal abuse: Fluctuations in phonation time and intensity in 4 groups of speakers. *Acta Oto-Laryngologica*, 113(4), 547–552. <https://doi.org/10.3109/00016489309135861>
- Mattiske, J. A., Oates, J. M., & Greenwood, K. M. (1998). Vocal problems among teachers: A review of prevalence, causes, prevention, and treatment. *Journal of Voice*, 12(4), 489–499. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(98\)80058-1](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(98)80058-1)
- Meuret, S., Lemke, S., Hentschel, B., & Fuchs, M. (2024). Langzeiteffekte von Stimmgutachten und Stimmtraining bei Lehramtsstudenten. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 103(12), 855–863. <https://doi.org/10.1055/a-2322-1490>

- Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., Eccles, M. P., Cane, J., & Wood, C. E. (2013). The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: Building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, *46*(1), 81–95. <https://doi.org/10.1007/s12160-013-9486-6>
- Michie, S., Van Stralen, M. M., & West, R. (2011). The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science*, *6*(1), 42. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42>
- Milne-Ives, M., Homer, S. R., Andrade, J., & Meinert, E. (2023). Potential associations between behavior change techniques and engagement with mobile health apps: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1227443. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1227443>
- Misono, S., Meredith, L., Peterson, C. B., & Frazier, P. A. (2016). New perspective on psychosocial distress in patients with dysphonia: The moderating role of perceived control. *Journal of Voice*, *30*(2), 172–176. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.02.002>
- Misono, S., Peterson, C. B., Meredith, L., Banks, K., Bandyopadhyay, D., Yueh, B., & Frazier, P. A. (2014). Psychosocial distress in patients presenting with voice concerns. *Journal of Voice*, *28*(6), 753–761. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.02.010>
- Mohr, D. C., Burns, M. N., Schueller, S. M., Clarke, G., & Klinkman, M. (2013). Behavioral intervention technologies: Evidence review and recommendations for future research in mental health. *General Hospital Psychiatry*, *35*(4), 332–338. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2013.03.008>
- Mohr, D. C., Cuijpers, P., & Lehman, K. (2011). Supportive accountability: A model for providing human support to enhance adherence to eHealth interventions. *Journal of Medical Internet Research*, *13*(1), e30. <https://doi.org/10.2196/jmir.1602>
- Moreno, M., Calvache, C., & Cantor-Cutiva, L. C. (2025). Systematic review of literature on prevalence of vocal fatigue among teachers. *Journal of Voice*, *39*(1), 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.07.029>
- Morrison, M. D., Rammage, L. A., Belisle, G. M., Pullan, C. B., & Nichol, H. (1983). Muscular tension dysphonia. *The Journal of Otolaryngology*, *12*(5), 302–306.

- Morrison, M. (1997). Pattern recognition in muscle misuse voice disorders: How i do it. *Journal of Voice*, *11*(1), 108–114. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(97\)80031-8](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(97)80031-8)
- Morrison, M. D., Nichol, H., & Rammage, L. A. (1986). Diagnostic criteria in functional dysphonia. *The Laryngoscope*, *96*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1288/00005537-198601000-00001>
- Nawka, T., Wiesmann, U., & Gonnermann, U. (2003). Validierung Des Voice Handicap Index (VHI) in Der Deutschen Fassung. *HNO*, *51*(11), 921–930. <https://doi.org/10.1007/s00106-003-0909-8>
- Nawka, T., & Konerding, U. (2012). The interrater reliability of stroboscopy evaluations. *Journal of Voice*, *26*(6), 812.e1–812.e10. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.09.009>
- Nerrière, E., Vercambre, M.-N., Gilbert, F., & Kovess-Masféty, V. (2009). Voice disorders and mental health in teachers: A cross-sectional nationwide study. *BMC Public Health*, *9*(1), 370. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-370>
- Nguyen-Feng, V. N., Frazier, P. A., Liu, Y., Feddema, E., Wils, B., Nikcevich, E., Stockness, A., Lim, K. O., Hu, A. C., Butcher, L., & Misono, S. (2025). Online intervention for muscle tension dysphonia: A pilot randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, *151*(4), 351. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2024.5255>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3. ed., [Nachdr.]). McGraw-Hill.
- Nusseck, M., Immerz, A., Richter, B., & Traser, L. (2022). Vocal behavior of teachers reading with raised voice in a noisy environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(15), 8929. <https://doi.org/10.3390/ijerph19158929>
- Nusseck, M., Richter, B., Echternach, M., & Spahn, C. (2015). Entwicklung eines Fragebogens zur Erfassung des stimmlichen Selbstkonzepts [Development of a questionnaire for the assessment of the voice self-concept]. *HNO*, *63*(2), 125–131. <https://doi.org/10.1007/s00106-014-2945-y>
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2008). What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *59*(6), 938–955. <https://doi.org/10.1002/asi.20801>
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2010). The development and evaluation of a survey to measure user engagement. *Journal of the American Society for*

- Information Science and Technology*, 61(1), 50–69. <https://doi.org/10.1002/asi.21229>
- Ohlsson, A.-C., Andersson, E. M., Södersten, M., Simberg, S., Claesson, S., & Barregård, L. (2016). Voice disorders in teacher students—A prospective study and a randomized controlled trial. *Journal of Voice*, 30(6), 755.e13–755.e24. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.09.004>
- Oinas-Kukkonen, H., & Harjumaa, M. (2009). Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features. *Communications of the Association for Information Systems*, 24. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.02428>
- Park, Y., & Stepp, C. E. (2019). The effects of stress type, vowel identity, baseline f₀, and loudness on the relative fundamental frequency of individuals with healthy voices. *Journal of Voice*, 33(5), 603–610. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.04.004>
- Pasa, G., Oates, J., & Dacakis, G. (2007). The relative effectiveness of vocal hygiene training and vocal function exercises in preventing voice disorders in primary school teachers. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 32(3), 128–140. <https://doi.org/10.1080/14015430701207774>
- Patel, R. R., Awan, S. N., Barkmeier-Kraemer, J., Courey, M., Deliyski, D., Eadie, T., Paul, D., Švec, J. G., & Hillman, R. (2018). Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(3), 887–905. https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0009
- Penha, P. B. d. C., de Araújo Lima Filho, L. M., Ferreira, L. P., de Almeida, A. A. F., Lopes, L. W., & de Lima Silva, M. F. B. (2023). Effectiveness of a blended-learning intervention in teachers' vocal health. *Journal of Voice*, 37(4), 635.e1–635.e13. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.03.012>
- Penha, P. B. D. C., Mendes, A. L. F., Guedes, A. D. M., Santos, C. D. C., Duarte, L. S., & Lima-Silva, M. F. B. D. (2025). Mobile applications used for vocal health: An integrative review. *Journal of Voice*, S0892199725000906. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2025.02.044>
- Perski, O., Blandford, A., West, R., & Michie, S. (2017). Conceptualising engagement with digital behaviour change interventions: A systematic review using principles from critical interpretive synthesis. *Translational Behavioral Medicine*, 7(2), 254–267. <https://doi.org/10.1007/s13142-016-0453-1>

- Pirilä, S., Jokitulppo, J., Niemitalo-Haapola, E., Yliherva, A., & Rantala, L. (2020). Teachers' and children's experiences after an acoustic intervention and a noise-controlling workshop in two elementary classrooms. *Folia Phoniatrica Et Logopaedica*, *72*(6), 454–463. <https://doi.org/10.1159/000503231>
- Pizolato, R. A., Rehder, M. I. B. C., Meneghim, M. d. C., Ambrosano, G. M. B., Mialhe, F. L., & Pereira, A. C. (2013). Impact on quality of life in teachers after educational actions for prevention of voice disorders: A longitudinal study. *Health and Quality of Life Outcomes*, *11*, 28. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-11-28>
- Porcaro, C. K., Howery, S., Suhandron, A., & Gollery, T. (2021). Impact of vocal hygiene training on teachers' willingness to change vocal behaviors. *Journal of Voice*, *35*(3), 499.e1–499.e11. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.11.011>
- Ramos, L. D. A., Ribeiro, C. J., Brasil, C. C., & Gama, A. C. (2022). The effectiveness of vocal health programs in the prevention of voice disorders in teachers: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Voice*, *39*(3), 564.e1–564.e21. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.09.017>
- Rangarathnam, B., McCullough, G. H., Pickett, H., Zraick, R. I., Tulunay-Ugur, O., & McCullough, K. C. (2015). Telepractice versus in-person delivery of voice therapy for primary muscle tension dysphonia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *24*(3), 386–399. https://doi.org/10.1044/2015_AJSLP-14-0017
- Rantala, L. M., & Sala, E. (2015). Effects of classroom acoustics on teachers' voices. *Building Acoustics*, *22*(3–4), 243–258. <https://doi.org/10.1260/1351-010X.22.3-4.243>
- Remacle, A., & Lefèvre, N. (2021). Which teachers are most at risk for voice disorders? Individual factors predicting vocal acoustic parameters monitored in situ during a workweek. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, *94*(6), 1271–1285. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01681-3>
- Richter, B., Nusseck, M., Spahn, C., & Echternach, M. (2016). Effectiveness of a voice training program for student teachers on vocal health. *Journal of Voice*, *30*(4), 452–459. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.05.005>
- Rogerson, J., & Dodd, B. (2005). Is There an Effect of Dysphonic Teachers' Voices on Children's Processing of Spoken Language? *Journal of Voice*, *19*(1), 47–60. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.02.007>

- Rosen, C. A., Lee, A. S., Osborne, J., Zullo, T., & Murry, T. (2004). Development and validation of the Voice Handicap Index-10. *The Laryngoscope*, *114*(9), 1549–1556. <https://doi.org/10.1097/00005537-200409000-00009>
- Roy, N., Bless, D. M., & Heisey, D. (2000). Personality and Voice Disorders: A Multitrait-Multidisorder Analysis. *Journal of Voice*, *14*(4), 521–548. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)80009-0](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(00)80009-0)
- Roy, N., Merrill, R. M., Thibeault, S., Gray, S. D., & Smith, E. M. (2004a). Voice Disorders in Teachers and the General Population: Effects on Work Performance, Attendance, and Future Career Choices. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *47*(3), 542–551. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004\)042](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004)042)
- Roy, N., Merrill, R. M., Thibeault, S., Parsa, R. A., Gray, S. D., & Smith, E. M. (2004b). Prevalence of voice disorders in teachers and the general population. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *47*(2), 281–293. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004\)023](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004)023)
- Ruotsalainen, J. H., Sellman, J., Lehto, L., Jauhiainen, M., & Verbeek, J. H. (2007). Interventions for preventing voice disorders in adults. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2007*(4), CD006372. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006372.pub2>
- Sala, E., Laine, A., Simberg, S., Pentti, J., & Suonpää, J. (2001). The prevalence of voice disorders among day care center teachers compared with nurses: A questionnaire and clinical study. *Journal of Voice*, *15*(3), 413–423. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(01\)00042-X](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(01)00042-X)
- Schröder, S. H., Seitzer, C., Tabriz, N., Töpfer, H., Meyer, J.-M., Fudickar, S., Weyhe, D., & Uslar, V. (2024). Requirements for the acceptance of an app for voice therapy: A usability report based on the “Oldenburger Logopädie App” (OLA). *Journal of Voice*, S0892-1997(24)00196–6. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2024.06.015>
- Schulz, P., Schlotz, W., & Becker, P. (2004). *Trierer Inventar Zum Chronischen Stress (TICS) [Trier Inventory of Chronic Stress (TICS)]*. Hogrefe.
- Seifert, E., & Kollbrunner, J. (2005). Stress and distress in non-organic voice disorder. *Swiss Medical Weekly*, *135*(27–28), 387–397. <https://doi.org/10.4414/smw.2005.10346>
- Sivasankar, M., & Leydon, C. (2010). The role of hydration in vocal fold physiology. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, *18*(3), 171–175. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e3283393784>

- Stachler, R. J., Francis, D. O., Schwartz, S. R., Damask, C. C., Digoy, G. P., Krouse, H. J., McCoy, S. J., Ouellette, D. R., Patel, R. R., Reavis, C. (W., Smith, L. J., Smith, M., Strode, S. W., Woo, P., & Nnacheta, L. C. (2018). Clinical practice guideline: Hoarseness (dysphonia). *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *158*(S1), S1–S42. <https://doi.org/10.1177/0194599817751030>
- Streiner, D. L., Norman, G. R., & Cairney, J. (Hrsg.). (2023). *Health Measurement Scales* (6th edition). Oxford University Press.
- Summers, W. V., Pisoni, D. B., Bernacki, R. H., Pedlow, R. I., & Stokes, M. A. (1988). Effects of noise on speech production: Acoustic and perceptual analyses. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *84*(3), 917–928. <https://doi.org/10.1121/1.396660>
- Thibeault, S. (2004). Occupational risk factors associated with voice disorders among teachers. *Annals of Epidemiology*, *14*(10), 786–792. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2004.03.004>
- Titze, I. R. (1994). Mechanical stress in phonation. *Journal of Voice*, *8*(2), 99–105. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80302-9](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80302-9)
- Titze, I. R., Hunter, E. J., & Švec, J. G. (2007). Voicing and silence periods in daily and weekly vocalizations of teachers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *121*(1), 469–478. <https://doi.org/10.1121/1.2390676>
- Titze, I. R., Švec, J. G., & Popolo, P. S. (2003). Vocal Dose Measures: Quantifying accumulated vibration exposure in vocal fold tissues. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *46*(4), 919–932. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2003\)072](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2003)072)
- Tomek, R., & Urhahne, D. (2023). Testing a model of noise-related stress in school teachers. *Teaching and Teacher Education*, *121*, 103933. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103933>
- Van Den Berg, J. (1958). Myoelastic-aerodynamic theory of voice production. *Journal of Speech and Hearing Research*, *1*(3), 227–244. <https://doi.org/10.1044/jshr.0103.227>
- Van Houtte, E., Claeys, S., Wuyts, F., & Van Lierde, K. (2011a). The impact of voice disorders among teachers: Vocal complaints, treatment-seeking behavior, knowledge of vocal care, and voice-related absenteeism. *Journal of Voice*, *25*(5), 570–575. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.04.008>
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., & Claeys, S. (2011b). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: A review of the current knowledge.

- Journal of Voice*, 25(2), 202–207. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.10.009>
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., D’Haeseleer, E., & Claeys, S. (2010). The prevalence of laryngeal pathology in a treatment-seeking population with dysphonia. *The Laryngoscope*, 120(2), 306–312. <https://doi.org/10.1002/lary.20696>
- van Leer, E., Lewis, B., & Porcaro, N. (2021). Effect of an iOS app on voice therapy adherence and motivation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(1), 210–227. https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-19-00213
- Vertanen-Greis, H., Löyttyniemi, E., & Uitti, J. (2020). Voice disorders are associated with stress among teachers: A cross-sectional study in Finland. *Journal of Voice*, 34(3), 488.e1–488.e8. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.08.021>
- Voigt-Zimmermann, S. (2011). Zum Einfluss Gestörter Lehrerstimmen Auf Den Verstehensprozess Bei Schülern. In I. Bose & B. Neuber (Hrsg.), *Interpersonelle Kommunikation: Analyse Und Optimierung* (S. 269–275, Bd. 39). Peter Lang.
- Voigt-Zimmermann, S. (2017). Auswirkungen Der Heiseren Stimme von Pädagogen Auf Die Leistungen von Kindern. In M. Fuchs (Hrsg.), *Die Stimme Im Pädagogischen Alltag* (S. 37–48). Logos.
- World Health Organization. (2011). *mHealth: New horizons for health through mobile technologies: Second global survey on eHealth*.
- World Health Organization. (2018). *Classification of Digital Health Interventions v1.0*. World Health Organization.
- Wuyts, F. L., Bodt, M. S. D., Molenberghs, G., Remacle, M., Heylen, L., Millet, B., Lierde, K. V., Raes, J., & Heyning, P. H. V. D. (2000). The Dysphonia Severity Index: An objective measure of vocal quality based on a multi-parameter approach. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(3), 796–809. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4303.796>
- Yardley, L., Morrison, L., Bradbury, K., & Muller, I. (2015). The person-based approach to intervention development: Application to digital health-related behavior change interventions. *Journal of Medical Internet Research*, 17(1), e30. <https://doi.org/10.2196/jmir.4055>
- Yardley, L., Spring, B. J., Riper, H., Morrison, L. G., Crane, D. H., Curtis, K., Merchant, G. C., Naughton, F., & Blandford, A. (2016). Understanding

- and promoting effective engagement with digital behavior change interventions. *American Journal of Preventive Medicine*, 51(5), 833–842. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.06.015>
- Yumoto, E., Gould, W. J., & Baer, T. (1982). Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 71(6), 1544–1549. <https://doi.org/10.1121/1.387808>
- Zhang, Z. (2016). Mechanics of human voice production and control. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140(4), 2614–2635. <https://doi.org/10.1121/1.4964509>
- Zhang, Z. (2020). Laryngeal strategies to minimize vocal fold contact pressure and their effect on voice production. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(2), 1039–1050. <https://doi.org/10.1121/10.0001796>

Abbildungsverzeichnis

4.1	Verteilung der kumulativen App-Nutzungsdauer in der Trainingsgruppe ($n = 164$). Die gestrichelte Linie markiert den Mittelwert ($M = 3.57$ h) bzw. den Median ($Mdn = 2.45$ h).	52
4.2	Interaktion Messzeitpunkt \times Gruppe für FESS Bewusstheit (links) und die FESS Beziehung (rechts)	55
4.3	Interaktion Messzeitpunkt \times Gruppe für die maximale Phonationsdauer (links) und die Singstimmfeldgröße (rechts)	56

Tabellenverzeichnis

A1	Gemischtes Modell für AVQI	93
A2	Gemischtes Modell für DSI	94
A3	Gemischtes Modell für max. Phonationszeit	95
A4	Gemischtes Modell für Sprechstimmfeld	96
A5	Gemischtes Modell für Stimmfeldgröße	97
A6	Gemischtes Modell für Stimmbelastungstest	98
A7	Gemischtes Modell für VHI-12	99
A8	Gemischtes Modell für SPBS	100
A9	Gemischtes Modell für FESS (Bewusstheit)	101
A10	Gemischtes Modell für FESS (Beziehung)	102
A11	Gemischtes Modell für FESS (Stimme & Emotion)	103
A12	Gemischtes Modell für MBI Depersonalisation	104
A13	Gemischtes Modell für MBI Emotionale Erschöpfung	105
A14	Gemischtes Modell für MBI Leistungsabfall/Leistung	106
A15	Gemischtes Modell für DASS Angst	107
A16	Gemischtes Modell für DASS Depression	108
A17	Gemischtes Modell für TICS Erfolgsdruck	109
A18	Gemischtes Modell für TICS Mangel an sozialer Anerkennung	110
A19	Gemischtes Modell für TICS Chronische Besorgnis	111
A20	Gemischtes Modell für TICS Soziale Überlastung	112
A21	Gemischtes Modell für TICS Soziale Isolation	113
A22	Gemischtes Modell für TICS Soziale Spannungen	114
A23	Gemischtes Modell für TICS Arbeitsüberlastung	115
A24	Gemischtes Modell für TICS Überforderung	116
A25	Gemischtes Modell für TICS Arbeitsunzufriedenheit	117
A26	Gemischtes Modell für AVQI (nur Interventionsgruppe).	118
A27	Gemischtes Modell für DSI (nur Interventionsgruppe).	119
A28	Gemischtes Modell für max. Phonationszeit (nur Interventionsgruppe).	120
A29	Gemischtes Modell für Sprechstimmfeld (nur Interventionsgruppe).	121
A30	Gemischtes Modell für Stimmfeldgröße (nur Interventionsgruppe).	122

A31	Gemischtes Modell für Stimmbelastungstest (nur Interventionsgruppe).	123
A32	Gemischtes Modell für VHI-12 (nur Interventionsgruppe).	124
A33	Gemischtes Modell für SPBS (nur Interventionsgruppe).	125
A34	Gemischtes Modell für FESS (Bewusstheit) (nur Interventionsgruppe).	126
A35	Gemischtes Modell für FESS (Beziehung) (nur Interventionsgruppe).	127
A36	Gemischtes Modell für FESS (Stimme & Emotion) (nur Interventionsgruppe).	128
A37	Gemischtes Modell für MBI Depersonalisation (nur Interventionsgruppe).	129
A38	Gemischtes Modell für MBI Emotionale Erschöpfung (nur Interventionsgruppe).	130
A39	Gemischtes Modell für MBI Leistungsabfall/Leistung (nur Interventionsgruppe).	131
A40	Gemischtes Modell für DASS Angst (nur Interventionsgruppe).	132
A41	Gemischtes Modell für DASS Depression (nur Interventionsgruppe).	133
A42	Gemischtes Modell für TICS Erfolgsdruck (nur Interventionsgruppe).	134
A43	Gemischtes Modell für TICS Mangel an sozialer Anerkennung (nur Interventionsgruppe).	135
A44	Gemischtes Modell für TICS Chronische Besorgnis (nur Interventionsgruppe).	136
A45	Gemischtes Modell für TICS Soziale Überlastung (nur Interventionsgruppe).	137
A46	Gemischtes Modell für TICS Soziale Isolation (nur Interventionsgruppe).	138
A47	Gemischtes Modell für TICS Soziale Spannungen (nur Interventionsgruppe).	139
A48	Gemischtes Modell für TICS Arbeitsüberlastung (nur Interventionsgruppe).	140
A49	Gemischtes Modell für TICS Überforderung (nur Interventionsgruppe).	141
A50	Gemischtes Modell für TICS Arbeitsunzufriedenheit (nur Interventionsgruppe).	142

Eidesstattliche Erklärung

Ich habe die Arbeit selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt. Außerdem bestätige ich hiermit, dass die vorgelegten Druckexemplare und die vorgelegte elektronische Version der Arbeit identisch sind und dass ich von den in § 27 Abs. 5 vorgesehenen Rechtsfolgen Kenntnis habe.

Regensburg, den 11. März 2026

 _____

Jonas Hauck

A Anhang

A.1 Modelltabellen

A.1.1 Interaktionsmodelle (Messzeitpunkt \times Gruppe)

Tabelle A1: Gemischtes Modell für AVQI

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	2.29	0.34	1.62 – 2.96	6.72	< .001
Messzeitpunkt	0.11	0.09	-0.07 – 0.30	1.21	.230
Gruppe	-0.18	0.14	-0.46 – 0.11	-1.23	.219
Alter	0.01	0.01	-0.01 – 0.02	0.99	.325
Geschlecht	-0.05	0.19	-0.42 – 0.33	-0.25	.803
Unterrichtsstunden	-0.02	0.01	-0.04 – 0.00	-1.81	.072
Messzeitpunkt \times Gruppe	0.02	0.14	-0.25 – 0.30	0.18	.861

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	0.57	0.75
Residual	0.35	0.59

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.63

Tabelle A2: Gemischtes Modell für DSI

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	7.77	0.71	6.36 – 9.18	10.88	< .001
Messzeitpunkt	-0.90	0.21	-1.32 – -0.49	-4.34	< .001
Gruppe	-0.47	0.31	-1.07 – 0.13	-1.53	.127
Alter	-0.03	0.01	-0.06 – -0.00	-2.17	.031
Geschlecht	1.34	0.39	0.57 – 2.10	3.45	< .001
Unterrichtsstunden	-0.05	0.02	-0.09 – -0.01	-2.45	.015
Messzeitpunkt \times Gruppe	2.22	0.31	1.61 – 2.84	7.11	< .001

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	2.34	1.53
Residual	1.72	1.31

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.17	0.65

Tabelle A3: Gemischtes Modell für max. Phonationszeit

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	27.66	2.77	22.18 – 33.13	9.97	< .001
Messzeitpunkt	-1.19	0.67	-2.51 – 0.13	-1.78	.078
Gruppe	-1.75	1.15	-4.02 – 0.53	-1.51	.131
Alter	-0.02	0.05	-0.13 – 0.09	-0.38	.702
Geschlecht	-2.38	1.52	-5.38 – 0.63	-1.56	.120
Unterrichtsstunden	-0.12	0.08	-0.29 – 0.04	-1.47	.144
Messzeitpunkt \times Gruppe	3.13	1.01	1.14 – 5.12	3.11	.002

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	40.99	6.40
Residual	17.92	4.23

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.04	0.71

Tabelle A4: Gemischtes Modell für Sprechstimmfeld

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	0.46	0.18	0.10 – 0.81	2.52	.013
Messzeitpunkt	-0.10	0.06	-0.22 – 0.02	-1.63	.104
Gruppe	-0.03	0.08	-0.19 – 0.13	-0.38	.704
Alter	-0.01	0.00	-0.02 – -0.00	-3.15	.002
Geschlecht	0.25	0.10	0.06 – 0.45	2.58	.011
Unterrichtsstunden	-0.01	0.01	-0.02 – 0.00	-1.33	.184
Messzeitpunkt \times Gruppe	0.23	0.09	0.05 – 0.42	2.50	.014

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	0.12	0.35
Residual	0.16	0.39

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.10	0.50

Tabelle A5: Gemischtes Modell für Stimmfeldgröße

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	1582.58	166.93	1253.24 – 1911.91	9.48	< .001
Messzeitpunkt	-42.56	40.04	-121.67 – 36.56	-1.06	.290
Gruppe	-42.17	69.28	-178.66 – 94.33	-0.61	.543
Alter	0.72	3.25	-5.69 – 7.13	0.22	.825
Geschlecht	-81.12	90.76	-260.20 – 97.95	-0.89	.373
Unterrichtsstunden	-4.50	4.98	-14.33 – 5.33	-0.90	.367
Messzeitpunkt \times Gruppe	373.07	60.19	254.13 – 492.01	6.20	< .001

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	145960.99	382.05
Residual	62901.25	250.80

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.08	0.72

Tabelle A6: Gemischtes Modell für Stimmbelastungstest

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	0.15	0.18	-0.20 – 0.51	0.85	.395
Messzeitpunkt	-0.12	0.05	-0.22 – -0.02	-2.45	.016
Gruppe	0.04	0.08	-0.11 – 0.19	0.48	.631
Alter	-0.00	0.00	-0.01 – 0.00	-1.35	.179
Geschlecht	-0.01	0.09	-0.20 – 0.17	-0.14	.886
Unterrichtsstunden	0.00	0.01	-0.01 – 0.01	0.56	.579
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.02	0.07	-0.16 – 0.13	-0.21	.832

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	0.15	0.38
Residual	0.07	0.27

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.68

Tabelle A7: Gemischtes Modell für VHI-12

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	7.38	1.82	3.79 – 10.97	4.05	< .001
Messzeitpunkt	0.72	0.31	0.12 – 1.33	2.34	.020
Gruppe	-0.61	0.71	-2.01 – 0.78	-0.86	.389
Alter	0.02	0.03	-0.05 – 0.09	0.56	.574
Geschlecht	-1.05	0.90	-2.83 – 0.73	-1.16	.246
Unterrichtsstunden	0.04	0.05	-0.06 – 0.14	0.77	.444
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.39	0.46	-1.29 – 0.50	-0.87	.387

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	35.12	5.93
Residual	8.61	2.93

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.01	0.81

Tabelle A8: Gemischtes Modell für SPBS

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	25.38	4.50	16.54 – 34.23	5.64	< .001
Messzeitpunkt	1.51	0.72	0.09 – 2.93	2.09	.038
Gruppe	-1.29	1.75	-4.73 – 2.14	-0.74	.460
Alter	0.10	0.09	-0.07 – 0.27	1.12	.263
Geschlecht	1.48	2.23	-2.91 – 5.87	0.66	.507
Unterrichtsstunden	0.09	0.13	-0.16 – 0.34	0.71	.478
Messzeitpunkt \times Gruppe	-1.60	1.07	-3.69 – 0.50	-1.50	.135

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	216.75	14.72
Residual	47.04	6.86

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.01	0.82

Tabelle A9: Gemischtes Modell für FESS (Bewusstheit)

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	10.03	1.23	7.60 – 12.46	8.12	< .001
Messzeitpunkt	-0.10	0.26	-0.61 – 0.41	-0.38	.707
Gruppe	-0.22	0.49	-1.19 – 0.75	-0.45	.652
Alter	0.04	0.02	-0.01 – 0.08	1.62	.106
Geschlecht	-0.01	0.61	-1.22 – 1.20	-0.02	.987
Unterrichtsstunden	0.07	0.04	-0.00 – 0.14	1.93	.054
Messzeitpunkt \times Gruppe	2.38	0.38	1.63 – 3.13	6.24	< .001

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	15.02	3.88
Residual	6.08	2.47

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.06	0.73

Tabelle A10: Gemischtes Modell für FESS (Beziehung)

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	12.25	1.20	9.90 – 14.61	10.24	< .001
Messzeitpunkt	0.45	0.23	-0.00 – 0.90	1.96	.051
Gruppe	0.22	0.47	-0.71 – 1.15	0.46	.647
Alter	0.01	0.02	-0.03 – 0.06	0.48	.629
Geschlecht	0.88	0.59	-0.29 – 2.05	1.48	.141
Unterrichtsstunden	0.07	0.03	0.00 – 0.14	2.08	.039
Messzeitpunkt \times Gruppe	1.21	0.34	0.55 – 1.88	3.60	< .001

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	14.68	3.83
Residual	4.73	2.17

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.04	0.77

Tabelle A11: Gemischtes Modell für FESS (Stimme & Emotion)

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	7.12	1.08	4.99 – 9.25	6.59	< .001
Messzeitpunkt	-0.21	0.23	-0.67 – 0.25	-0.89	.374
Gruppe	0.23	0.43	-0.62 – 1.08	0.53	.597
Alter	0.05	0.02	0.01 – 0.10	2.66	.008
Geschlecht	0.83	0.54	-0.23 – 1.88	1.55	.123
Unterrichtsstunden	0.05	0.03	-0.01 – 0.11	1.74	.082
Messzeitpunkt \times Gruppe	0.65	0.34	-0.02 – 1.33	1.90	.058

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	11.37	3.37
Residual	4.93	2.22

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.04	0.71

Tabelle A12: Gemischtes Modell für MBI Depersonalisation

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	5.67	1.05	3.61 – 7.74	5.41	< .001
Messzeitpunkt	0.34	0.19	-0.04 – 0.71	1.74	.082
Gruppe	-0.18	0.41	-0.99 – 0.63	-0.44	.660
Alter	-0.05	0.02	-0.09 – -0.01	-2.68	.008
Geschlecht	-1.54	0.52	-2.57 – -0.52	-2.96	.003
Unterrichtsstunden	0.08	0.03	0.02 – 0.14	2.63	.009
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.11	0.28	-0.67 – 0.45	-0.39	.700

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	11.43	3.38
Residual	3.35	1.83

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.06	0.79

Tabelle A13: Gemischtes Modell für MBI Emotionale Erschöpfung

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	16.31	2.44	11.52 – 21.11	6.69	< .001
Messzeitpunkt	0.31	0.39	-0.47 – 1.08	0.78	.438
Gruppe	-1.11	0.95	-2.98 – 0.75	-1.17	.241
Alter	-0.08	0.05	-0.17 – 0.02	-1.63	.103
Geschlecht	0.93	1.21	-1.46 – 3.31	0.77	.444
Unterrichtsstunden	0.16	0.07	0.02 – 0.30	2.28	.023
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.72	0.58	-1.87 – 0.42	-1.24	.214

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	63.88	7.99
Residual	14.10	3.75

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.82

Tabelle A14: Gemischtes Modell für MBI Leistungsabfall/Leistung

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	13.69	1.63	10.48 – 16.90	8.38	< .001
Messzeitpunkt	1.10	0.39	0.33 – 1.87	2.80	.005
Gruppe	0.21	0.67	-1.10 – 1.52	0.32	.752
Alter	-0.03	0.03	-0.10 – 0.03	-1.12	.264
Geschlecht	-2.30	0.81	-3.89 – -0.70	-2.84	.005
Unterrichtsstunden	-0.05	0.05	-0.14 – 0.04	-1.07	.283
Messzeitpunkt \times Gruppe	-1.34	0.58	-2.48 – -0.20	-2.32	.021

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	24.41	4.94
Residual	14.04	3.75

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.65

Tabelle A15: Gemischtes Modell für DASS Angst

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	1.90	0.55	0.83 – 2.98	3.48	< .001
Messzeitpunkt	-0.00	0.14	-0.28 – 0.28	-0.01	.995
Gruppe	-0.07	0.23	-0.51 – 0.38	-0.29	.772
Alter	-0.01	0.01	-0.03 – 0.01	-1.02	.308
Geschlecht	0.66	0.27	0.13 – 1.19	2.45	.015
Unterrichtsstunden	0.01	0.02	-0.02 – 0.04	0.81	.419
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.14	0.21	-0.56 – 0.28	-0.65	.513

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	2.56	1.60
Residual	1.93	1.39

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.58

Tabelle A16: Gemischtes Modell für DASS Depression

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	3.54	0.75	2.06 – 5.02	4.70	< .001
Messzeitpunkt	-0.06	0.20	-0.45 – 0.33	-0.30	.767
Gruppe	-0.10	0.31	-0.71 – 0.51	-0.32	.746
Alter	-0.02	0.01	-0.05 – 0.00	-1.68	.094
Geschlecht	0.52	0.37	-0.21 – 1.25	1.41	.160
Unterrichtsstunden	-0.01	0.02	-0.05 – 0.03	-0.39	.694
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.05	0.29	-0.63 – 0.52	-0.18	.854

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	4.86	2.20
Residual	3.65	1.91

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.01	0.58

Tabelle A17: Gemischtes Modell für TICS Erfolgsdruck

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	18.86	1.75	15.41 – 22.31	10.75	< .001
Messzeitpunkt	0.84	0.36	0.14 – 1.54	2.36	.019
Gruppe	-0.60	0.70	-1.97 – 0.77	-0.86	.392
Alter	-0.09	0.03	-0.16 – -0.03	-2.80	.005
Geschlecht	0.51	0.87	-1.21 – 2.22	0.58	.562
Unterrichtsstunden	-0.02	0.05	-0.11 – 0.08	-0.31	.757
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.15	0.53	-1.19 – 0.88	-0.29	.772

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	30.76	5.55
Residual	11.53	3.40

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.74

Tabelle A18: Gemischtes Modell für TICS Mangel an sozialer Anerkennung

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	4.97	0.83	3.34 – 6.61	5.98	< .001
Messzeitpunkt	0.14	0.16	-0.18 – 0.47	0.88	.377
Gruppe	-0.15	0.33	-0.80 – 0.49	-0.47	.642
Alter	-0.03	0.02	-0.06 – 0.00	-1.92	.056
Geschlecht	0.77	0.41	-0.04 – 1.58	1.86	.064
Unterrichtsstunden	0.04	0.02	-0.01 – 0.09	1.64	.102
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.33	0.24	-0.80 – 0.15	-1.35	.177

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	7.00	2.65
Residual	2.44	1.56

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.75

Tabelle A19: Gemischtes Modell für TICS Chronische Besorgnis

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	5.76	0.88	4.03 – 7.50	6.54	< .001
Messzeitpunkt	-0.32	0.20	-0.70 – 0.07	-1.62	.106
Gruppe	-0.34	0.36	-1.04 – 0.35	-0.97	.334
Alter	-0.03	0.02	-0.06 – 0.01	-1.62	.107
Geschlecht	1.26	0.44	0.40 – 2.12	2.88	.004
Unterrichtsstunden	-0.02	0.03	-0.07 – 0.03	-0.73	.464
Messzeitpunkt \times Gruppe	0.04	0.29	-0.53 – 0.60	0.12	.901

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	7.45	2.73
Residual	3.49	1.87

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.69

Tabelle A20: Gemischtes Modell für TICS Soziale Überlastung

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	10.60	1.23	8.18 – 13.03	8.59	< .001
Messzeitpunkt	0.16	0.26	-0.35 – 0.68	0.62	.536
Gruppe	-1.04	0.49	-2.01 – -0.06	-2.09	.037
Alter	-0.01	0.02	-0.06 – 0.03	-0.48	.633
Geschlecht	0.96	0.61	-0.25 – 2.16	1.57	.118
Unterrichtsstunden	0.07	0.04	-0.00 – 0.14	1.89	.060
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.07	0.39	-0.83 – 0.69	-0.18	.857

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	14.88	3.86
Residual	6.28	2.51

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.71

Tabelle A21: Gemischtes Modell für TICS Soziale Isolation

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	6.63	1.12	4.42 – 8.83	5.90	< .001
Messzeitpunkt	-0.16	0.21	-0.57 – 0.24	-0.79	.433
Gruppe	-1.14	0.44	-2.01 – -0.27	-2.58	.010
Alter	-0.04	0.02	-0.08 – -0.00	-2.01	.046
Geschlecht	0.59	0.56	-0.51 – 1.68	1.05	.294
Unterrichtsstunden	0.01	0.03	-0.05 – 0.08	0.39	.693
Messzeitpunkt \times Gruppe	0.14	0.31	-0.46 – 0.74	0.45	.656

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	13.05	3.61
Residual	3.89	1.97

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.78

Tabelle A22: Gemischtes Modell für TICS Soziale Spannungen

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	2.45	0.97	0.54 – 4.36	2.52	.012
Messzeitpunkt	0.42	0.21	0.01 – 0.82	2.04	.043
Gruppe	0.05	0.39	-0.71 – 0.82	0.14	.889
Alter	0.05	0.02	0.01 – 0.09	2.67	.008
Geschlecht	-0.17	0.48	-1.12 – 0.78	-0.35	.724
Unterrichtsstunden	-0.00	0.03	-0.05 – 0.05	-0.02	.985
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.37	0.30	-0.96 – 0.23	-1.21	.226

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	9.24	3.04
Residual	3.85	1.96

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.71

Tabelle A23: Gemischtes Modell für TICS Arbeitsüberlastung

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	19.03	1.81	15.47 – 22.59	10.51	< .001
Messzeitpunkt	-0.50	0.35	-1.19 – 0.19	-1.43	.152
Gruppe	-0.95	0.72	-2.36 – 0.46	-1.32	.187
Alter	-0.06	0.03	-0.13 – 0.01	-1.74	.082
Geschlecht	1.07	0.90	-0.70 – 2.84	1.19	.234
Unterrichtsstunden	-0.04	0.05	-0.14 – 0.06	-0.84	.403
Messzeitpunkt \times Gruppe	0.14	0.52	-0.88 – 1.15	0.27	.789

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	33.43	5.78
Residual	11.12	3.34

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.76

Tabelle A24: Gemischtes Modell für TICS Überforderung

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	8.71	1.03	6.69 – 10.73	8.48	< .001
Messzeitpunkt	-0.44	0.20	-0.82 – -0.05	-2.24	.025
Gruppe	-0.53	0.41	-1.33 – 0.27	-1.30	.193
Alter	-0.06	0.02	-0.10 – -0.02	-2.98	.003
Geschlecht	-0.04	0.51	-1.05 – 0.96	-0.09	.932
Unterrichtsstunden	-0.00	0.03	-0.06 – 0.06	-0.03	.977
Messzeitpunkt \times Gruppe	0.47	0.29	-0.10 – 1.03	1.61	.108

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	10.82	3.29
Residual	3.49	1.87

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.76

Tabelle A25: Gemischtes Modell für TICS Arbeitsunzufriedenheit

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	8.96	1.25	6.51 – 11.42	7.19	< .001
Messzeitpunkt	-0.18	0.23	-0.64 – 0.27	-0.81	.420
Gruppe	-0.05	0.49	-1.02 – 0.91	-0.10	.917
Alter	-0.04	0.02	-0.09 – 0.01	-1.64	.101
Geschlecht	-0.38	0.62	-1.60 – 0.84	-0.62	.537
Unterrichtsstunden	0.09	0.04	0.03 – 0.16	2.68	.008
Messzeitpunkt \times Gruppe	-0.10	0.34	-0.77 – 0.57	-0.29	.768

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	16.12	4.01
Residual	4.78	2.19

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.78

A.1.2 Nutzungsbezogene Modelle (nur Trainingsgruppe)

Tabelle A26: Gemischtes Modell für AVQI (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	2.40	0.47	1.47 – 3.33	5.14	< .001
Alter	-0.01	0.01	-0.03 – 0.01	-0.79	.433
Geschlecht	0.45	0.27	-0.08 – 0.98	1.69	.095
Unterrichtsstunden	-0.02	0.01	-0.05 – 0.01	-1.58	.117
Messzeitpunkt	0.00	0.18	-0.35 – 0.36	0.02	.984
App-Stunden	-0.04	0.08	-0.20 – 0.12	-0.49	.628
App-Tage	0.00	0.02	-0.04 – 0.04	0.15	.881
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.11	0.08	-0.05 – 0.28	1.39	.168
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.01	0.02	-0.06 – 0.03	-0.69	.490

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	0.39	0.62
Residual	0.38	0.62

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.08	0.54

Tabelle A27: Gemischtes Modell für DSI (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	7.95	1.14	5.69 – 10.21	6.99	< .001
Alter	-0.03	0.02	-0.08 – 0.02	-1.34	.183
Geschlecht	0.36	0.62	-0.88 – 1.60	0.57	.569
Unterrichtsstunden	-0.03	0.03	-0.10 – 0.03	-0.94	.349
Messzeitpunkt	1.97	0.33	1.31 – 2.63	5.99	< .001
App-Stunden	0.35	0.18	-0.02 – 0.71	1.89	.062
App-Tage	-0.08	0.05	-0.17 – 0.01	-1.82	.072
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.29	0.15	-0.01 – 0.59	1.96	.054
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.12	0.04	-0.20 – -0.04	-3.11	.003

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	2.90	1.70
Residual	1.24	1.11

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.23	0.77

Tabelle A28: Gemischtes Modell für max. Phonationszeit (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	30.49	3.64	23.25 – 37.73	8.38	< .001
Alter	-0.11	0.08	-0.26 – 0.04	-1.51	.135
Geschlecht	-4.47	2.00	-8.46 – -0.48	-2.23	.028
Unterrichtsstunden	-0.04	0.11	-0.25 – 0.17	-0.38	.702
Messzeitpunkt	3.97	1.21	1.56 – 6.38	3.28	.002
App-Stunden	0.34	0.60	-0.85 – 1.54	0.57	.573
App-Tage	-0.09	0.15	-0.39 – 0.20	-0.62	.536
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.97	0.56	-0.14 – 2.08	1.74	.086
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.39	0.15	-0.69 – -0.10	-2.70	.009

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	27.51	5.24
Residual	17.33	4.16

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.13	0.67

Tabelle A29: Gemischtes Modell für Sprechstimmfeld (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	0.36	0.26	-0.16 – 0.88	1.38	.170
Alter	-0.01	0.01	-0.02 – -0.00	-2.12	.037
Geschlecht	0.23	0.14	-0.05 – 0.51	1.62	.109
Unterrichtsstunden	-0.00	0.01	-0.02 – 0.01	-0.19	.850
Messzeitpunkt	0.14	0.12	-0.09 – 0.38	1.23	.223
App-Stunden	0.08	0.05	-0.01 – 0.17	1.69	.094
App-Tage	-0.02	0.01	-0.04 – 0.01	-1.42	.157
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.04	0.05	-0.07 – 0.14	0.66	.514
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.01	0.01	-0.04 – 0.02	-0.69	.495

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	0.09	0.30
Residual	0.16	0.40

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.13	0.44

Tabelle A30: Gemischtes Modell für Stimmfeldgröße (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	1592.76	260.58	1074.31 – 2111.21	6.11	< .001
Alter	-2.49	5.43	-13.29 – 8.32	-0.46	.648
Geschlecht	-195.16	142.73	-479.24 – 88.93	-1.37	.175
Unterrichtsstunden	4.28	7.61	-10.86 – 19.43	0.56	.575
Messzeitpunkt	410.92	75.35	260.50 – 561.34	5.45	< .001
App-Stunden	134.68	42.08	51.19 – 218.18	3.20	.002
App-Tage	-26.29	10.40	-46.92 – -5.66	-2.53	.013
Messzeitpunkt \times App-Stunden	38.97	34.21	-29.39 – 107.32	1.14	.259
Messzeitpunkt \times App-Tage	-16.12	9.01	-34.11 – 1.88	-1.79	.078

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	152427.35	390.42
Residual	65020.60	254.99

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.25	0.78

Tabelle A31: Gemischtes Modell für Stimmbelastungstest (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	0.15	0.25	-0.34 – 0.63	0.59	.554
Alter	0.00	0.01	-0.01 – 0.01	0.03	.976
Geschlecht	-0.03	0.14	-0.30 – 0.25	-0.18	.854
Unterrichtsstunden	-0.00	0.01	-0.02 – 0.01	-0.53	.598
Messzeitpunkt	-0.13	0.07	-0.27 – -0.00	-2.02	.049
App-Stunden	-0.05	0.04	-0.12 – 0.03	-1.18	.239
App-Tage	0.01	0.01	-0.01 – 0.03	0.72	.476
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.02	0.03	-0.04 – 0.08	0.54	.593
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.00	0.01	-0.02 – 0.01	-0.45	.654

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	0.14	0.37
Residual	0.04	0.21

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.05	0.78

Tabelle A32: Gemischtes Modell für VHI-12 (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	7.91	2.50	2.98 – 12.85	3.17	.002
Alter	-0.03	0.05	-0.13 – 0.07	-0.65	.519
Geschlecht	0.97	1.31	-1.61 – 3.56	0.75	.457
Unterrichtsstunden	0.03	0.08	-0.12 – 0.18	0.36	.721
Messzeitpunkt	0.73	0.58	-0.41 – 1.87	1.27	.206
App-Stunden	0.83	0.30	0.24 – 1.42	2.76	.006
App-Tage	-0.22	0.09	-0.41 – -0.04	-2.41	.017
Messzeitpunkt \times App-Stunden	-0.70	0.21	-1.11 – -0.30	-3.41	< .001
Messzeitpunkt \times App-Tage	0.12	0.06	-0.00 – 0.25	1.93	.056

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	33.07	5.75
Residual	10.32	3.21

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.77

Tabelle A33: Gemischtes Modell für SPBS (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	28.36	6.15	16.22 – 40.49	4.61	< .001
Alter	0.01	0.12	-0.24 – 0.25	0.06	.950
Geschlecht	3.39	3.22	-2.96 – 9.75	1.05	.293
Unterrichtsstunden	0.07	0.19	-0.31 – 0.44	0.34	.732
Messzeitpunkt	0.27	1.30	-2.30 – 2.83	0.21	.838
App-Stunden	1.52	0.73	0.08 – 2.97	2.08	.039
App-Tage	-0.49	0.23	-0.94 – -0.05	-2.19	.030
Messzeitpunkt \times App-Stunden	-1.39	0.47	-2.31 – -0.47	-2.98	.003
Messzeitpunkt \times App-Tage	0.28	0.14	-0.00 – 0.57	1.96	.051

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	205.97	14.35
Residual	52.29	7.23

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.80

Tabelle A34: Gemischtes Modell für FESS (Bewusstheit) (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	9.27	1.66	5.98 – 12.55	5.57	< .001
Alter	0.04	0.03	-0.03 – 0.11	1.22	.226
Geschlecht	0.25	0.87	-1.46 – 1.97	0.29	.773
Unterrichtsstunden	0.06	0.05	-0.04 – 0.17	1.27	.207
Messzeitpunkt	1.49	0.48	0.55 – 2.43	3.12	.002
App-Stunden	-0.21	0.21	-0.61 – 0.20	-1.00	.317
App-Tage	0.07	0.06	-0.05 – 0.20	1.12	.265
Messzeitpunkt × App-Stunden	0.07	0.17	-0.27 – 0.40	0.38	.704
Messzeitpunkt × App-Tage	0.06	0.05	-0.05 – 0.16	1.07	.287

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	13.26	3.64
Residual	7.09	2.66

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.10	0.69

Tabelle A35: Gemischtes Modell für FESS (Beziehung) (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	13.39	1.64	10.14 – 16.63	8.14	< .001
Alter	-0.00	0.03	-0.07 – 0.06	-0.03	.972
Geschlecht	0.30	0.86	-1.39 – 2.00	0.35	.724
Unterrichtsstunden	0.07	0.05	-0.03 – 0.17	1.40	.164
Messzeitpunkt	0.88	0.39	0.11 – 1.65	2.25	.026
App-Stunden	-0.26	0.20	-0.65 – 0.13	-1.30	.194
App-Tage	0.07	0.06	-0.06 – 0.19	1.07	.287
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.04	0.14	-0.24 – 0.32	0.29	.769
Messzeitpunkt \times App-Tage	0.06	0.04	-0.02 – 0.15	1.41	.160

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	14.18	3.77
Residual	4.74	2.18

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.06	0.77

Tabelle A36: Gemischtes Modell für FESS (Stimme & Emotion) (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	8.61	1.39	5.87 – 11.35	6.20	< .001
Alter	0.05	0.03	-0.01 – 0.10	1.70	.091
Geschlecht	1.38	0.73	-0.05 – 2.82	1.91	.058
Unterrichtsstunden	-0.02	0.04	-0.10 – 0.07	-0.40	.692
Messzeitpunkt	0.03	0.38	-0.72 – 0.77	0.07	.942
App-Stunden	0.04	0.17	-0.30 – 0.38	0.23	.820
App-Tage	-0.03	0.05	-0.13 – 0.08	-0.49	.624
Messzeitpunkt \times App-Stunden	-0.15	0.14	-0.42 – 0.12	-1.11	.269
Messzeitpunkt \times App-Tage	0.07	0.04	-0.01 – 0.16	1.71	.088

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	9.53	3.09
Residual	4.44	2.11

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.04	0.70

Tabelle A37: Gemischtes Modell für MBI Depersonalisation (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	6.77	1.23	4.34 – 9.21	5.49	< .001
Alter	-0.08	0.02	-0.13 – -0.03	-3.13	.002
Geschlecht	-1.52	0.64	-2.80 – -0.25	-2.36	.019
Unterrichtsstunden	0.06	0.04	-0.02 – 0.13	1.53	.129
Messzeitpunkt	0.47	0.30	-0.14 – 1.07	1.53	.128
App-Stunden	0.51	0.15	0.21 – 0.80	3.40	< .001
App-Tage	-0.10	0.05	-0.20 – -0.01	-2.27	.024
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.00	0.11	-0.21 – 0.22	0.04	.971
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.02	0.03	-0.09 – 0.04	-0.66	.510

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	7.85	2.80
Residual	2.88	1.70

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.14	0.77

Tabelle A38: Gemischtes Modell für MBI Emotionale Erschöpfung
(nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	16.08	3.36	9.44 – 22.72	4.78	< .001
Alter	-0.11	0.07	-0.24 – 0.03	-1.59	.113
Geschlecht	1.61	1.76	-1.87 – 5.08	0.91	.363
Unterrichtsstunden	0.18	0.10	-0.03 – 0.38	1.71	.089
Messzeitpunkt	-0.15	0.66	-1.45 – 1.14	-0.23	.818
App-Stunden	-0.01	0.40	-0.79 – 0.78	-0.01	.989
App-Tage	-0.03	0.12	-0.28 – 0.21	-0.28	.776
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.09	0.23	-0.38 – 0.55	0.37	.708
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.04	0.07	-0.19 – 0.10	-0.60	.551

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	62.96	7.93
Residual	13.30	3.65

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.83

Tabelle A39: Gemischtes Modell für MBI Leistungsabfall/Leistung
(nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	11.87	2.36	7.22 – 16.52	5.04	< .001
Alter	0.01	0.05	-0.08 – 0.10	0.18	.855
Geschlecht	-1.27	1.23	-3.70 – 1.16	-1.03	.304
Unterrichtsstunden	-0.07	0.07	-0.21 – 0.07	-0.98	.330
Messzeitpunkt	0.49	0.67	-0.84 – 1.82	0.72	.471
App-Stunden	0.35	0.29	-0.22 – 0.93	1.21	.226
App-Tage	-0.11	0.09	-0.29 – 0.07	-1.21	.227
Messzeitpunkt \times App-Stunden	-0.06	0.24	-0.54 – 0.42	-0.25	.799
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.05	0.08	-0.20 – 0.10	-0.69	.491

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	26.59	5.16
Residual	14.16	3.76

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.66

Tabelle A40: Gemischtes Modell für DASS Angst (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	1.81	0.67	0.49 – 3.14	2.71	.007
Alter	-0.01	0.01	-0.04 – 0.02	-0.81	.419
Geschlecht	1.00	0.35	0.31 – 1.68	2.87	.005
Unterrichtsstunden	0.01	0.02	-0.03 – 0.05	0.50	.621
Messzeitpunkt	0.05	0.27	-0.48 – 0.58	0.19	.849
App-Stunden	0.05	0.09	-0.12 – 0.23	0.60	.550
App-Tage	-0.03	0.03	-0.08 – 0.02	-1.13	.259
Messzeitpunkt \times App-Stunden	-0.06	0.10	-0.25 – 0.14	-0.57	.569
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.00	0.03	-0.06 – 0.05	-0.14	.887

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	1.52	1.23
Residual	2.26	1.50

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.06	0.44

Tabelle A41: Gemischtes Modell für DASS Depression (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	3.59	1.08	1.46 – 5.71	3.33	.001
Alter	-0.03	0.02	-0.08 – 0.01	-1.61	.108
Geschlecht	0.65	0.56	-0.46 – 1.75	1.15	.251
Unterrichtsstunden	0.02	0.03	-0.05 – 0.08	0.50	.616
Messzeitpunkt	0.14	0.37	-0.59 – 0.87	0.38	.703
App-Stunden	0.03	0.14	-0.25 – 0.30	0.19	.850
App-Tage	-0.03	0.04	-0.11 – 0.06	-0.63	.527
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.05	0.13	-0.21 – 0.32	0.41	.685
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.03	0.04	-0.12 – 0.05	-0.84	.404

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	4.78	2.19
Residual	4.34	2.08

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.54

Tabelle A42: Gemischtes Modell für TICS Erfolgsdruck (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	18.46	2.41	13.69 – 23.22	7.65	< .001
Alter	-0.13	0.05	-0.23 – -0.03	-2.66	.009
Geschlecht	1.31	1.26	-1.18 – 3.80	1.04	.301
Unterrichtsstunden	0.04	0.07	-0.11 – 0.19	0.53	.595
Messzeitpunkt	1.07	0.60	-0.11 – 2.25	1.79	.075
App-Stunden	-0.33	0.29	-0.90 – 0.25	-1.11	.267
App-Tage	0.05	0.09	-0.13 – 0.22	0.51	.609
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.02	0.21	-0.40 – 0.44	0.09	.931
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.04	0.07	-0.17 – 0.09	-0.58	.565

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	30.02	5.48
Residual	11.10	3.33

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.06	0.75

Tabelle A43: Gemischtes Modell für TICS Mangel an sozialer Anerkennung (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	4.63	1.16	2.34 – 6.93	3.99	< .001
Alter	-0.03	0.02	-0.08 – 0.01	-1.38	.170
Geschlecht	1.39	0.61	0.19 – 2.59	2.28	.024
Unterrichtsstunden	0.07	0.04	-0.00 – 0.14	1.92	.057
Messzeitpunkt	-0.20	0.27	-0.73 – 0.34	-0.73	.469
App-Stunden	-0.01	0.14	-0.29 – 0.27	-0.07	.943
App-Tage	-0.07	0.04	-0.15 – 0.02	-1.62	.107
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.17	0.10	-0.03 – 0.36	1.72	.088
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.04	0.03	-0.10 – 0.02	-1.18	.239

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	7.12	2.67
Residual	2.29	1.51

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.10	0.78

Tabelle A44: Gemischtes Modell für TICS Chronische Besorgnis (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	4.23	1.19	1.88 – 6.58	3.55	< .001
Alter	-0.04	0.02	-0.09 – 0.01	-1.68	.095
Geschlecht	2.10	0.62	0.87 – 3.33	3.37	< .001
Unterrichtsstunden	0.04	0.04	-0.03 – 0.11	1.14	.256
Messzeitpunkt	0.52	0.35	-0.17 – 1.21	1.48	.140
App-Stunden	-0.14	0.15	-0.43 – 0.16	-0.91	.363
App-Tage	0.03	0.05	-0.06 – 0.12	0.68	.496
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.04	0.13	-0.21 – 0.29	0.29	.774
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.08	0.04	-0.16 – -0.00	-2.05	.042

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	6.69	2.59
Residual	3.85	1.96

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.09	0.67

Tabelle A45: Gemischtes Modell für TICS Soziale Überlastung (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	9.03	1.65	5.78 – 12.29	5.48	< .001
Alter	-0.02	0.03	-0.09 – 0.05	-0.60	.552
Geschlecht	1.14	0.86	-0.56 – 2.84	1.32	.187
Unterrichtsstunden	0.12	0.05	0.02 – 0.22	2.28	.024
Messzeitpunkt	0.54	0.43	-0.30 – 1.39	1.27	.206
App-Stunden	-0.17	0.20	-0.56 – 0.23	-0.82	.412
App-Tage	0.03	0.06	-0.10 – 0.15	0.41	.682
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.13	0.15	-0.18 – 0.43	0.81	.416
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.07	0.05	-0.16 – 0.03	-1.44	.151

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	13.73	3.71
Residual	5.71	2.39

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.04	0.72

Tabelle A46: Gemischtes Modell für TICS Soziale Isolation (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	5.50	1.43	2.67 – 8.33	3.84	< .001
Alter	-0.04	0.03	-0.10 – 0.02	-1.36	.175
Geschlecht	0.82	0.75	-0.66 – 2.30	1.10	.274
Unterrichtsstunden	0.00	0.04	-0.09 – 0.09	0.00	1.000
Messzeitpunkt	0.17	0.35	-0.51 – 0.86	0.50	.617
App-Stunden	-0.04	0.17	-0.38 – 0.30	-0.24	.807
App-Tage	-0.00	0.05	-0.11 – 0.10	-0.06	.952
Messzeitpunkt \times App-Stunden	-0.09	0.13	-0.34 – 0.16	-0.73	.465
Messzeitpunkt \times App-Tage	0.00	0.04	-0.07 – 0.08	0.07	.945

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	10.65	3.26
Residual	3.78	1.94

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.74

Tabelle A47: Gemischtes Modell für TICS Soziale Spannungen (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	3.41	1.33	0.78 – 6.05	2.56	.011
Alter	0.00	0.03	-0.05 – 0.06	0.09	.926
Geschlecht	0.50	0.70	-0.88 – 1.87	0.72	.475
Unterrichtsstunden	0.04	0.04	-0.04 – 0.13	1.08	.281
Messzeitpunkt	0.23	0.36	-0.48 – 0.95	0.65	.517
App-Stunden	-0.00	0.16	-0.32 – 0.32	-0.00	.998
App-Tage	-0.02	0.05	-0.12 – 0.08	-0.46	.643
Messzeitpunkt \times App-Stunden	-0.02	0.13	-0.28 – 0.23	-0.17	.868
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.01	0.04	-0.09 – 0.07	-0.28	.781

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	8.77	2.96
Residual	4.07	2.02

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.02	0.69

Tabelle A48: Gemischtes Modell für TICS Arbeitsüberlastung (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	17.19	2.64	11.98 – 22.39	6.52	< .001
Alter	-0.08	0.05	-0.18 – 0.03	-1.44	.153
Geschlecht	1.36	1.38	-1.37 – 4.08	0.98	.326
Unterrichtsstunden	0.06	0.08	-0.10 – 0.22	0.69	.490
Messzeitpunkt	-0.16	0.59	-1.33 – 1.01	-0.27	.788
App-Stunden	-0.22	0.32	-0.84 – 0.41	-0.69	.492
App-Tage	0.01	0.10	-0.18 – 0.20	0.13	.895
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.03	0.21	-0.40 – 0.45	0.12	.906
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.02	0.07	-0.15 – 0.11	-0.36	.720

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	37.11	6.09
Residual	10.93	3.31

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.78

Tabelle A49: Gemischtes Modell für TICS Überforderung (nur Interventionsgruppe).

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	7.06	1.44	4.22 – 9.90	4.91	< .001
Alter	-0.05	0.03	-0.11 – 0.01	-1.80	.074
Geschlecht	-0.07	0.75	-1.56 – 1.41	-0.10	.923
Unterrichtsstunden	0.06	0.04	-0.03 – 0.15	1.40	.164
Messzeitpunkt	0.39	0.32	-0.25 – 1.03	1.20	.234
App-Stunden	-0.21	0.17	-0.55 – 0.13	-1.24	.216
App-Tage	0.03	0.05	-0.08 – 0.13	0.52	.606
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.07	0.12	-0.16 – 0.30	0.58	.564
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.05	0.04	-0.12 – 0.02	-1.32	.188

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	11.04	3.32
Residual	3.24	1.80

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.04	0.78

Tabelle A50: Gemischtes Modell für TICS Arbeitsunzufriedenheit
(nur Interventionsgruppe)

Feste Effekte	γ	SE	95% KI	t	p
Intercept	8.91	1.87	5.22 – 12.61	4.76	< .001
Alter	-0.04	0.04	-0.11 – 0.03	-1.06	.292
Geschlecht	0.12	0.98	-1.82 – 2.05	0.12	.904
Unterrichtsstunden	0.10	0.06	-0.02 – 0.21	1.66	.100
Messzeitpunkt	-0.13	0.39	-0.91 – 0.64	-0.34	.734
App-Stunden	0.27	0.22	-0.17 – 0.71	1.21	.226
App-Tage	-0.10	0.07	-0.23 – 0.04	-1.41	.160
Messzeitpunkt \times App-Stunden	0.04	0.14	-0.24 – 0.32	0.29	.775
Messzeitpunkt \times App-Tage	-0.02	0.04	-0.11 – 0.06	-0.52	.606

Anmerkung. Codierung: Messzeitpunkt 0 = Pre, 1 = Post; Gruppe 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe; Geschlecht 0 = männlich, 1 = weiblich.

Zufällige Effekte	Varianz	SD
Versuchsperson	19.09	4.37
Residual	4.82	2.19

Modellgüte (R^2)	Marginal	Konditional
	0.03	0.81