

Gezieltes Minitrampoltraining zur Leistungssteigerung professioneller klassischer Sängerinnen und Sänger – Ergebnisse einer explorativen, randomisierten Studie

AXEL HEIL (HANNOVER), MANUEL FEISST (HEIDELBERG)* UND JULIANE DENNERT (HANNOVER)

* *Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Universitätsklinikum Heidelberg*

Zusammenfassung

Einleitung

Stimmliche Leistungsfähigkeit und musikalische Vielfältigkeit sind zentrale Erfolgsmerkmale klassischer Sänger:innen. Beides ist maßgeblich von einer hervorragend balancierten Atmung, insbesondere ihrer Muskulatur und der Koordination derselben beeinflusst. In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss eines gezielten Minitrampoltrainings auf die Atemstabilität und Atemführung untersucht.

Material und Methoden

Diese explorative, 2:1 randomisierte Studie schloss zwischen September 2019 und Juni 2020 20 professionelle klassische Sänger:innen (männlich: 11: Altus: 1, Tenor: 5, Bariton/Bass: 5; weiblich: 9: Sopran: 5, Mezzo/Alt: 4) ein. Die Interventionsgruppe (n=13) erhielt ein gezieltes Minitrampoltraining über 36 Wochen (6 Trainingseinheiten à 42 Tage), während die Kontrollgruppe ihre sängerische Arbeit „as usual“ fortsetzte, um den vorhandenen Leistungsstandard zu erhalten oder auszubauen. Zu vier Zeitpunkten (vor Trainingsbeginn, nach 12, 24 und 36 Wochen) wurden u. a. die forcierte Vitalkapazität, expiratorischer und inspiratorischer peak flow und Einsekundenkapazität, Hecheldauer bei stabiler Frequenz, der Stimmumfang und die maximale Phonationsdauer in Bezug auf Lautstärke und Tonhöhe, zweiteres abhängig von der Stimmgattung, gemessen.

Ergebnisse

Die Hecheldauer bei stabiler Frequenz sowie die maximale Phonationsdauer waren in der Interventionsgruppe (=gezieltes Minitrampoltraining) signifikant länger ($p < 0.05$); der Unterschied vergrößerte sich mit zunehmender Trainingsdauer. Andere Leistungsmerkmale unterschieden sich zwischen den Untersuchungsgruppen nicht oder unwesentlich. Außerdem wurde kein Zusammenhang zwischen forcierter Vitalkapazität und maximaler Phonationsdauer gefunden.

Schlussfolgerung

Die Leistungsfähigkeit professioneller klassischer Sänger:innen, ausgehend von der Atemkoordination, scheint sich durch ein gezieltes Minitrampoltraining weit mehr verbessern zu lassen als durch sängerisches Arbeiten „as usual“.

Schlüsselwörter

Minitrampolin, Trampoltraining, Atemstabilität, Atemführung, Atembalance, Hecheln, maximale Phonationsdauer

Abstract**Introduction**

Vocal performance capability and musical diversity are pivotal features of success for classical singers. Both are essentially influenced by a superbly-balanced breath, and particularly by the singer's muscular system and the coordination thereof. The present study examined the influence of a targeted mini-trampoline training upon breath support and breath management.

Materials and Methods

This explorative, 2:1 randomized controlled trial included 20 professional classical singers (male: 11: male alto: 1, tenor: 5, baritone/bass: 5; female: 9: soprano: 5, mezzosoprano/alto: 4) between September 2019 and June 2020. The intervention group (n=13) received a targeted mini-trampoline training over the course of 36 weeks (6 workouts of 42 days each), while the control group continued their singing work "as usual" in order to maintain or expand the existing standard of performance. At four points within the study (before beginning the training, after 12, 24 and 36 weeks), several performance levels were measured, including forced vital capacity, peak expiratory and inspiratory flow, forced expiratory

and inspiratory volume in one second, panting rate at a stable frequency, the vocal range and maximum phonation time in relation to volume and pitch, with the latter depending upon voice genre.

Results

The panting rate at a stable frequency as well as the maximum phonation time, were significantly longer ($p < 0.05$) in the intervention group (=targeted mini-trampoline training); the longer the training was continued, the larger this difference became. Differences in further capacity levels among the two research groups were either nonexistent or insignificant. Furthermore, no correlation between forced vital capacity and maximum phonation time could be found.

Conclusion

The performance capacity of professional classical singers based on breath coordination seems to allow itself to be improved far more by targeted mini-trampoline training than through singing work "as usual".

Keywords

mini-trampoline, trampoline training, breath support, breath management, balance of air flow, panting, maximum phonation time

Einleitung

Die Leistungsfähigkeit professioneller Sänger:innen ist von vielen Parametern abhängig. Eine oftmals unterschätzte Basis ist die Atmung, deren bestmögliche Koordination in direktem Zusammenhang mit stimmlicher Leistungsfähigkeit und Ausdauer steht. Diese mit dem Ziel eines möglichst gleichmäßigen Atemstroms in Qualität und Quantität aus- und fortzubilden, ist eine der bedeutendsten Aufgaben für alle Sänger:innen: Profis und Laien gleichermaßen. Da die stimmliche Entwicklung und damit einhergehende Veränderungen des sängerischen Leistungssystems lebenslang fortbesteht, ist ein gezieltes Trainieren und Koordinieren der Atmung auch für postgraduierte Sänger:innen von besonderer Bedeutung. Hierbei kommen verschiedene in der Gesangspädagogik übliche Methoden zum Einsatz. Zum Beispiel lang ausgehaltene Luftströme auf f oder s, oder staccati

mit etwaig federndem Zwerchfell und Bauchdecke auf p, t, k oder f, s, sch. Meist wird dabei jedoch weder auf eine bestimmte, individuell angepasste Körperhaltung geachtet, noch diesem Vorgehen ausreichend Zeit und Aufmerksamkeit gewidmet. Minitrampolintraining, das sich in verschiedenen Zusammenhängen [6, 7, 8], aber besonders in den Bereichen Balance, Koordination und Steigerung der motorischen Leistung als höchst effektiv erwiesen hat [2, 3, 4, 5], könnte eine Methode sein, um eine Leistungssteigerung hinsichtlich Atemstabilität und Atemführung zu erreichen. Theoretisch scheint hier das besondere Zusammenwirken verschiedener Muskelgruppen in einem sehr ausgewogenen Verhältnis zu stehen, was es wahrscheinlich erscheinen lässt, positive Auswirkungen auf Atmung und gesangliche Leistungsfähigkeit zu erzielen. Insbesondere die Tatsache, dass sich im gleichmäßigen Schwingungsvorgang auf Gummiseilring-Mini-Trampolinen

(bellicon) während eines Trainings keine muskulären Verfestigungen oder Blockaden etablieren können, erhöht die Chance auf respiratorische Leistungssteigerung ohne die Gefahr der Deflexibilisierung relevanter Muskelgruppen. Das Ziel der Studie war, bei professionellen, klassischen Sänger:innen den Einfluss eines solchen genannten Minitrampolintrainings auf Atemstabilität und Atemführung zu untersuchen.

Material und Methoden

21 professionelle klassische Sänger:innen wurden in einem 2:1 Verhältnis randomisiert und auf eine Interventionsgruppe (= gezieltes Minitrampolintaining kombiniert mit üblicher sängerischer Arbeit) und eine Kontrollgruppe (Fortsetzung der sängerischen Arbeit „as usual“) aufgeteilt. Die 2:1 Randomisierung ist durch die Annahme begründet, dass die positiven Effekte des Minitrampolintainings bei weitem überwiegen würden und so relativ mehr Proband:innen davon profitieren könnten. Das Risiko für negative Effekte schien dementsprechend gering (im wesentlichen Verletzungsgefahr während des Trainings). Die Studienteilnehmer:innen waren professionelle Sänger:innen, die sich in einem Coaching des korrespondierenden Autors befanden. Nach ausführlicher Aufklärung und schriftlichem Einverständnis in die Studie und die entsprechende Datenverarbeitung wurden diese 21 Proband:innen in die Studie eingeschlossen. Das Minitrampolintaining wurde jeweils mit einem bellicon Minitrampolin (www.bellicon.de) durchgeführt, welche als Leihgabe durch den Hersteller zur Verfügung gestellt wurden. Dieses Minitrampolin ist dadurch charakterisiert, dass



Abbildung 1: bellicon Minitrampolin, Ø 125 cm, 42 Gummiseilringe, Klappbeine
© bellicon Schweiz AG

es mit Gummiseilringen anstatt wie üblich mit Stahlfedern die Bewegung der Sprungmatte ermöglicht (s. Abbildung 1).

Durch die Gummiseilringe, die in ihrem Widerstand auf das Gewicht und den Gesundheitszustand der Proband:innen abgestimmt sind, entsteht durch gleichmäßiges Schwingen in der Mitte der Sprungmatte eine sehr präzise und elastische Muskelaktivität, die alle Muskeln im Körper, entsprechend ihrer aktuellen Funktion, gleich einer Sinuskurve mit identischer An- und Abspannphase trainiert. Der hypothetische Vorteil für das Atemtraining liegt darin, dass keine Muskelgruppe bei Anstrengung fixiert, sondern durch die gleichbleibende Schwingung auf dem Minitrampolin gleichmäßig flexibilisiert trainiert wird.

Für das Minitrampolintaining wurden 6 Videos produziert und ein Trainingsprogramm von jeweils 6 x 6 Wochen aufgesetzt. Jedes Video war 20-30 Minuten lang und musste innerhalb der 6 Wochen 21-mal trainiert werden. Der Trainingsverlauf war in eine Kennenlern-, eine Koordinations-, zwei Steigerungs- und zwei Stabilisierungsphasen eingeteilt. Jede Phase entsprach einem Video und damit 6 Wochen Training. Die Trainingscompliance wurde mithilfe eines digitalen Tagebuchs dokumentiert. Vor dem Start des ersten Trainingsvideos sowie dreimal alle 12 Wochen nach Beginn des Trainings erfolgte die Messung der in Tabelle 1 genannten Variablen.

Statistische Methoden:

Die Variablen in kontinuierlicher Skala wurden mit Mittelwert und Standardabweichung beschrieben, kategoriale Variablen mit absoluten und relativen Häufigkeiten. Aufgrund der geringen Fallzahlen wurden nichtparametrische Testverfahren gewählt. Statistische Tests zwischen Baseline und 36 Wochen wurden mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Test durchgeführt, zwischen den Studiengruppen mittels Mann-Whitney-U Test. P-Werte kleiner als 0,05 wurden als signifikant definiert, jedoch müssen diese aufgrund des explorativen Charakters der Studie in einem deskriptiven Sinne interpretiert werden.

Ergebnisse

21 professionelle Sänger:innen wurden im 2:1 Verhältnis randomisiert. Eine Probandin in der

Interventionsgruppe musste aufgrund von Beckenbodenbeschwerden nach dem ersten Trainingsvideo ausscheiden und ging damit nicht in die Auswertung ein. Alle verbleibenden 20 Proband:innen (n = 13 in der Interventionsgruppe, n = 7 in der Kontrollgruppe) wurden entsprechend des Studienprotokolls an den oben beschriebenen vier Zeitpunkten in allen genannten Variablen gemessen und gingen in die Auswertung ein (vgl. Abbildung 2). Fehlende Werte der 20 ausgewerteten Proband:innen lagen nicht vor.

Das durchschnittliche Alter der Proband:innen betrug 36,2 Jahre. 9 Probandinnen waren weiblich, davon 5

Soprane, 4 Alt/Mezzosoprane. 11 Probanden waren männlich, davon 1 Altus (bei den Messungen zur Gruppe Alt gehörend), 5 Tenöre, 5 Bässe/Baritone. Die Charakteristika zwischen Interventions- und Kontrollgruppenteilnehmenden unterschieden sich zu Beginn der Messungen nicht relevant. Details sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Nach 36 Wochen gezieltem Minitrampolintraining waren die Hecheldauer bei stabiler Frequenz und maximale Phonationsdauer in der Interventionsgruppe signifikant verlängert. Der Unterschied vergrößerte sich mit zunehmender Trainingsdauer. Details sind Abbildung 3–6 zu entnehmen.

| Zeitpunkt | Variablen |
|---|--|
| Baseline (vor Trainingsbeginn) und nach 36 Wochen | Alter, Geschlecht, Stimmgattung, Gewicht, Größe, Ruhe- und Belastungspuls, Ruhe- und Belastungsblutdruck, Rumpflängen vorne und hinten, Rumpfumfänge auf Höhe der Achseln, Brustbeinspitze, Bauchnabel bei gehaltener maximaler Ein- und Ausatmung, forcierte Vitalkapazität (FVC), expiratorische Einsekundenkapazität (FEV1), inspiratorische Einsekundenkapazität (FIV1), expiratorischer peak flow (PEF), inspiratorischer peak flow (PIF), Hecheldauer bei stabiler Frequenz, höchster und tiefster Ton, maximale Phonationsdauer (MPD) als Mittelwert im Piano, Mezzoforte und Fortissimo (selbstbestimmt) in jeweils drei Tonlagen (Sopran: B3, A4, B5; Alt: G3, AS4, E5; Tenor: C3, A3, AS4; Bass/Bariton: G2, AS3, D4;) |
| Nach 12 und 24 Wochen | Gewicht, Ruhe- und Belastungspuls, Ruhe- und Belastungsblutdruck, Rumpflängen vorne und hinten, Rumpfumfänge auf Höhe der Achseln, Brustbeinspitze, Bauchnabel bei gehaltener maximaler Ein- und Ausatmung, FVC, FEV1, FIV1, PEF, PIF, Hecheldauer bei stabiler Frequenz, höchster und tiefster Ton, maximale Phonationsdauer (MPD) im Piano, Mezzoforte und Fortissimo (selbstbestimmt) in jeweils drei Tonlagen (Sopran: B3, A4, B5; Alt: G3, AS4, E5; Tenor: C3, A3, AS4; Bass/Bariton: G2, AS3, D4;) |

Tabelle 1: gemessene Parameter

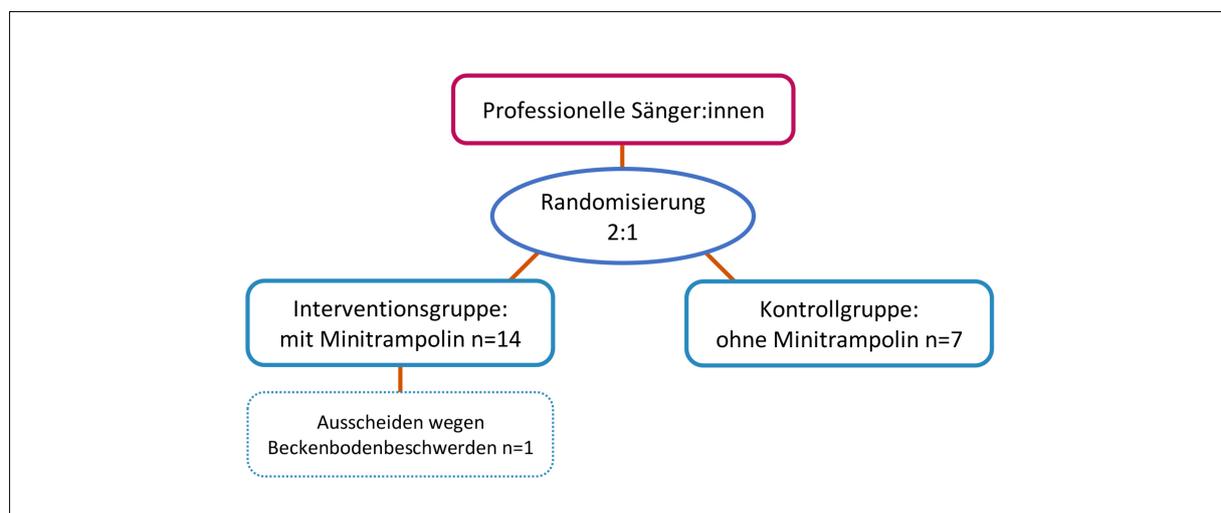


Abbildung 2: CONSORT Diagramm

| Merkmal | Kontrollgruppe | Trampolingrouppe |
|--|--|--|
| Alter: Mittelwert (Standardabweichung) | 37 Jahre (7,39) | 34,3 Jahre (7,12) |
| Geschlechterverteilung (männlich:weiblich) | 4:3 / 57,1%:42,9% | 7:6 / 53,8%:46,2% |
| Stimmgattung: | S: 2; A: 2; T: 1; B: 2 S: 28,6%, A: 28,6% T: 14,2%, B: 28,6% | S: 3; A: 3; T: 4, B: 3 S: 23,1%, A: 23,1% T: 30,7%, B: 23,1% |
| Gewicht: Mittelwert (Standardabweichung) | 70 kg (12,2) | 75,5 kg (9,7) |
| Größe: Mittelwert (Standardabweichung) | 175 cm (7,27) | 178 cm (9,14) |
| Ruhepuls: Mittelwert (Standardabweichung) | 77,6 (12,1) | 76,1 (11,8) |
| BMI: Mittelwert (Standardabweichung) | 22,8 (3,12) | 23,8 (2,64) |

Tabelle 2: Beschreibung der beiden Studiengruppen

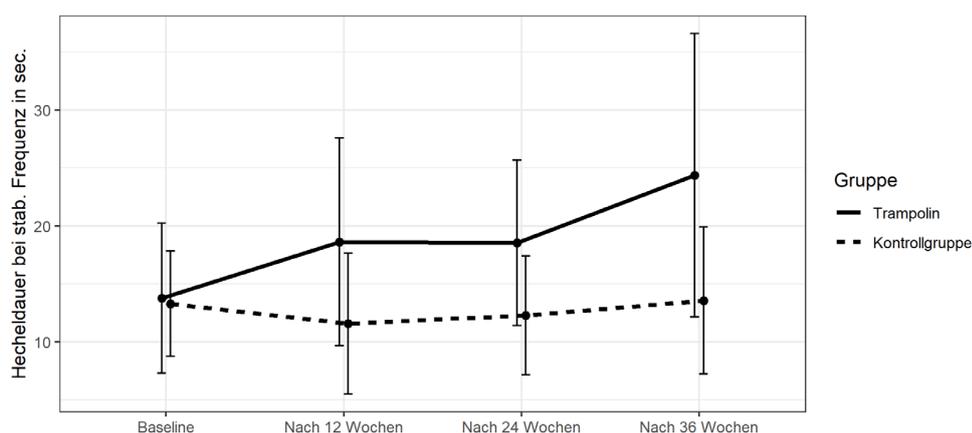


Abbildung 3: Mittelwert und Standardabweichungen für die Hecheldauer bei stabiler Frequenz in Sekunden über die jeweiligen Messzeitpunkte für die Trampolingrouppe (durchgezogene Linie) und die Kontrollgruppe (gestrichelte Linie)

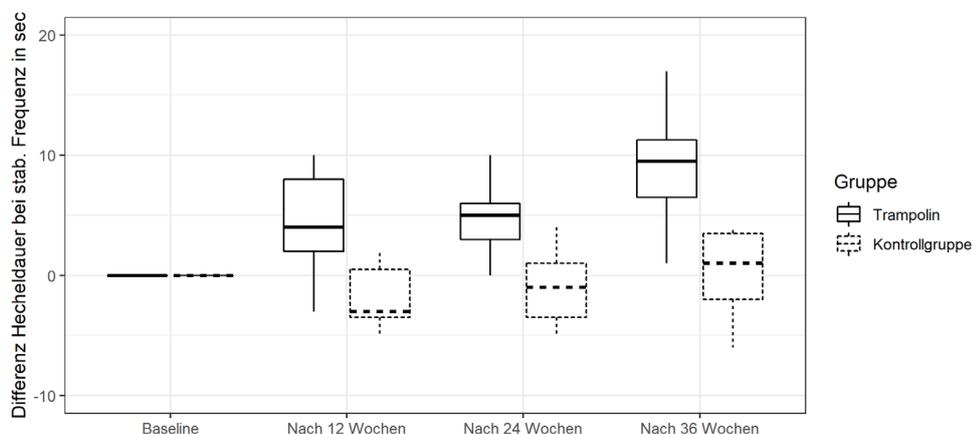


Abbildung 4: Boxplots für den Unterschied zwischen den jeweiligen Messzeitpunkten und Baseline für die Hecheldauer bei stabiler Frequenz in Sekunden aufgeteilt in Trampolingrouppe (durchgezogene Linien) und Kontrollgruppe (gestrichelte Linien)

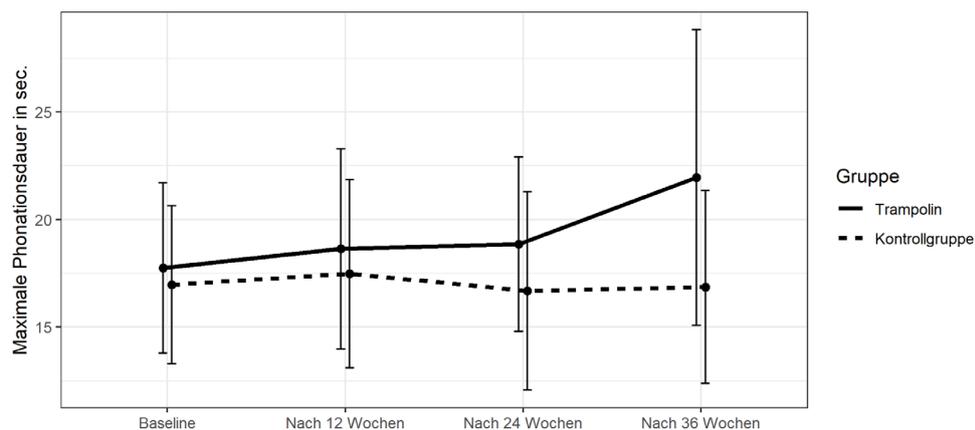


Abbildung 5: Mittelwert und Standardabweichungen für die mittlere maximale Phonationsdauer in Sekunden über die jeweiligen Messzeitpunkte für die Trampolingroup (durchgezogene Linie) und die Kontrollgruppe (gestrichelte Linie)

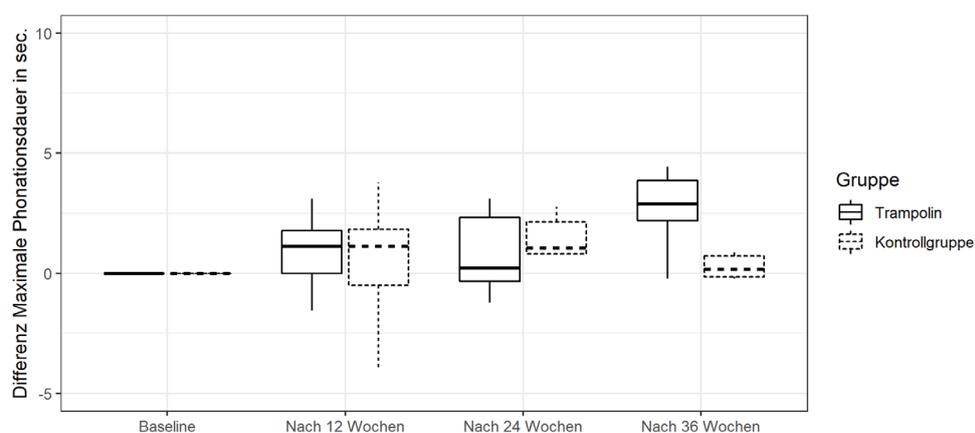


Abbildung 6: Boxplots für den Unterschied zwischen den jeweiligen Messzeitpunkten und Baseline für die mittlere maximale Phonationsdauer bei stabiler Frequenz in Sekunden aufgeteilt in Trampolingroup (durchgezogene Linien) und Kontrollgruppe (gestrichelte Linien)

Die individuell nach eigenem Empfinden der Proband:innen festgelegten Schwellenwerte für die Dynamik ergaben die Werte:

| Dynamik | Kontrollgruppe | Trampolingroup |
|---|----------------|----------------|
| Piano: Mittelwert (Standardabweichung) | 38,1 Db (2,1) | 36,3 Db (3) |
| Mezzoforte: Mittelwert (Standardabweichung) | 47,4 Db (3,4) | 48,1 Db (3,6) |
| Fortissimo: Mittelwert (Standardabweichung) | 54,6 Db (3,6) | 55,7 Db (2,8) |

Tabelle 3: individuell festgelegte Dynamikwerte in Dezibel

Die stärkste Veränderung der maximalen Phonationsdauer zeigte sich in allen Stimmgruppen bei den tiefen Tönen im piano (Mittelwert (SD) Differenz Kontrollgruppe: 0.4 (2.1) vs. Mittelwert (SD) Differenz Trampolingroup: 4.6 (5.0); p-Wert: 0.023).

Alle weiteren gemessenen Variablen wie Vitalkapazität, inspiratorischer und expiratorischer peak flow, Einsekundenkapazitäten, die Rumpflänge vorne und hinten, die Rumpfumfänge im Maximum auf allen Ebenen sowie der Stimmumfang veränderten und

unterschieden sich nicht signifikant. In beiden Gruppen verkleinerten sich die Rumpfumfänge im Minimum auf allen Ebenen. Siehe dazu Tabelle 4.

Es ließen sich keine signifikanten Korrelationen zwischen verschiedenen der genannten Variablen und zwischen den Variablen und Probandencharakteristika feststellen. Untersucht wurden insbesondere maximale Phonationsdauer zu Gewicht und Vitalkapazität sowie Rumpfumfänge auf den drei gemessenen Ebenen zu Hecheldauer.

Diskussion

Die Hecheldauer bei stabiler Frequenz sowie die maximale Phonationsdauer waren nach 6x6 Wochen gezieltem Minitraining signifikant länger ($p < 0.05$); andere ebenso auf

Atemstabilität und Atemführung bezogene Variablen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Untersuchungsgruppen.

Diese Ergebnisse scheinen in verschiedener Weise bedeutsam:

1. Die positive Beeinflussung gesanglicher Leistungsfähigkeit insbesondere der Atmung durch gezieltes körperliches Training, hier mithilfe eines speziellen Minitrampolins, kann beispielhaft für ein ganzheitlich ausgelegtes Qualifizierungskonzept professioneller Sängerinnen und Sänger stehen.
2. Es scheint naheliegend, dass gleichartige, möglicherweise relativ stärkere Effekte bei weniger weit fortgeschrittenen Sänger:innen, Gesangsstudierenden oder Laien beobachtet werden

| | Differenz Kontrollgruppe | Differenz Trampolingrouppe | p-Wert | p-Wert |
|---|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| Variable | Mittelwert (Standardabw.) | Mittelwert (Standardabw.) | Trampolingrouppe | Gruppenvergleich |
| Gewicht | -0,3 (3,2) | 0,2 (1,4) | 0,6 | 0,536 |
| Belastungspuls | -8,6 (21) | -8,4 (34) | 0,133 | 0,578 |
| Rumpfumfang oben min. | -3,3 (2,2) | -2,8 (3,8) | 0,002 | 0,525 |
| Rumpfumfang oben max. | -0,73 (2,3) | -0,79 (2,9) | 0,288 | 0,968 |
| Rumpfumfang Mitte min. | -3,0 (3,6) | -1,4 (3,2) | 0,015 | 0,36 |
| Rumpfumfang Mitte max. | -1,6 (2,6) | -0,1 (3,3) | 0,05 | 0,361 |
| Rumpfumfang unten min. | -5,3 (5,0) | -4,3 (5,3) | 0,006 | 0,843 |
| Rumpfumfang unten max. | -2,7 (5,4) | -1,3 (4,2) | 0,08 | 0,662 |
| FVC in Liter | -0,1 (0,3) | -0,1 (0,2) | 0,263 | 0,812 |
| PEF in Liter | 0,1 (0,7) | 1,1 (0,4) | 0,53 | 0,097 |
| PIF in Liter | 0,4 (1,1) | 0,8 (0,4) | 0,191 | 0,588 |
| Höchster Ton in Halbton- schritten (HTS) | 0,2 (1,2) | 0,7 (2,5) | 0,435 | 0,625 |
| Tiefster Ton in HTS | 0,5 (1,9) | -0,3 (1,6) | 0,531 | 0,419 |
| Hecheldauer | 11 (7,7) | 0,3 (3,8) | 0,001 | 0,002 |
| Mittlere Phonationsdauer | 3,8 (3,3) | -0,1 (2,9) | 0,002 | 0,011 |

Tabelle 4: Unterschied in den erhobenen Parametern zwischen Baseline und Woche 36. Spalte 1: Mittlere Differenz (mit SD) in der Kontrollgruppe. Spalte 2: Mittlere Differenz (mit SD) in der Trampolingrouppe. Spalte 3: p-Wert für den Test auf Unterschied zwischen Baseline und Woche 36 in der Trampolingrouppe. Spalte 4: p-Wert für den Test auf unterschiedliche Differenz zwischen Baseline und Woche 36 im Unterschied zwischen der Trampolingrouppe und der Kontrollgruppe.

könnten, da hier die instrumentale Ausbildung noch weniger weit fortgeschritten und die Auswirkungen auf den Zusammenhang von Atmung und Stimme noch stärker sein könnten.

3. Die Hecheldauer bei stabiler Frequenz und maximale Phonationsdauer bei variabler Tonhöhe und Dynamik sind deshalb besonders relevant, da beide Parameter in besonderer Weise Ausdruck der Koordinationskompetenz von Atmung und Stimme sind.

Obwohl es eine weit verbreitete und oft vertretende Meinung ist, professionelles Singen sei in vielen Parametern mit Hochleistungssport vergleichbar, ist es umso überraschender, dass die wissenschaftlich fundierte Untersuchung von Zusammenhängen körperlicher und muskulärer Fitness und Leistungsbereitschaft und sängerischer Leistungsfähigkeit nicht stattzufinden scheint. Mangels entsprechender Literatur wurden daher Studien als Basis herangezogen, die die Wirksamkeit eines Minitrampolintrainings in Bezug auf Koordination, Balance und Fitness beleuchten. Insbesondere die Balance und Koordination von Muskelspannungen ist für professionelle Sänger:innen in sehr komplexer Weise bedeutend. Die Wirksamkeit eines Minitrampolintrainings auf die genannten Parameter wurde in mehreren Studien nachgewiesen. Unter anderem stellt Heitmann fest, Balancetraining auf einem Mini-Trampolin sei wirksam für den allgemeinen Muskelaufbau und anders als das reine Krafttraining besonders gut zum Ausgleich von Muskelungleichgewichten geeignet [3]. Insbesondere die Feststellung Höchsmanns, die Trainingsintensität passe sich auf einem Minitrampolin selbst an und ermögliche ein effektives und sicheres Training für verschiedene Benutzer mit einem breiten Spektrum an Fitnessstufen [4], scheint das Minitrampolintraining für den Einsatz im sängerischen Bereich zu prädestinieren, da die körperlichen Voraussetzungen und Fitnessgrundlagen hier sehr variabel sind.

In der vorliegenden Studie wird deutlich, dass die stärkste Veränderung der maximalen Phonationsdauer bei allen Stimmgattungen in den tiefen Tönen im piano liegt. Da diese Töne stimmtechnisch am schwierigsten auf eine maximale Phonationsdauer zu bringen sind, ist dieses Phänomen ein Beweis dafür, dass das Minitrampolintraining die Atembalance sowie die Atemstabilität verbessern konnte. Da sich

scheinbar naheliegende Korrelationen zwischen verschiedenen der genannten Variablen und zwischen den Variablen und Probandencharakteristika nicht feststellen ließen, untersucht wurden u. A. maximale Phonationsdauer zu Gewicht und Vitalkapazität, sowie Rumpfumfänge auf den drei gemessenen Ebenen zu Hechelkapazität, liegt die Vermutung nahe, dass in beiden signifikant veränderten Variablen, Hecheldauer bei stabiler Frequenz und maximale Phonationsdauer, die Koordination der Atemmuskulatur der leistungssteigernde Faktor ist. Bei der maximalen Phonationsdauer kommt sicher auch noch die Koordination mit den Stimmlippen hinzu, die hier aber nicht gesondert untersucht wurde.

Es darf als wahrscheinlich angenommen werden, dass die gefundenen Effekte bei weniger ausgebildeten Sänger:innen wesentlich größere Wirkung zeigen als bei professionellen, bei denen das Instrument bereits als vollständig angesehen werden kann. Viel Zeit und Aufmerksamkeit der Kräftigung der Rumpfmuskulatur und damit der Atemkoordination und Atembalance zu widmen, erscheint besonders in der Ausbildung werdender Sänger:innen besonders sinnvoll, da eine gute Atemstabilität, die sogenannte Stütze oder das Appoggio, für die möglichst belastungsfreie Erzeugung maximal leistungsfähiger Töne verantwortlich ist. Hierbei neue Hilfsmittel wie ein Minitrampolin mit Gummiseilringen zum Einsatz zu bringen, da es jegliche Verfestigung der Muskulatur während der Leistungssteigerung verhindert, darf als sinnvoll bezeichnet werden.

Bemerkenswert ist, dass sich mit der Hecheldauer bei stabiler Frequenz und der maximalen Phonationsdauer bei zwei hoch sensiblen Variablen eine Signifikanz zeigte. Bei beiden Fähigkeiten spielt zur Leistungssteigerung die Kraftkoordination und -balance die zentrale Rolle. Beim Hecheln kann nur dann eine anhaltende stabile Frequenz erzeugt werden, wenn sich die Aktionsimpulse der expiratorischen Muskulatur während der Ausatmung und der inspiratorischen Muskulatur während der Einatmung so vollständig wie möglich ausgleichen und somit immer wieder eine neutrale Ausgangslage geschaffen wird. Um diesen Ausgleich zu gewährleisten, muss die inspiratorische wie expiratorische Muskulatur einerseits möglichst gleich stark sein und andererseits deren Aktionspotential gleich gut neurologisch angesprochen und damit koordiniert und balanciert werden können. Je länger

also das Hecheln bei stabiler Frequenz möglich ist, desto besser ist die Kraft und Koordinationsleistung. Ähnliches gilt für die maximale Phonationsdauer. Auch hier müssen inspiratorische und expiratorische Muskulatur den Atem mit möglichst gleichbleibender Luftmenge und -geschwindigkeit an den Stimmlippen heranführen, damit diese die strömende Luft möglichst gleichbleibend zum Schwingen bringen können. Ist eine der beiden Muskelgruppen der anderen gegenüber dominant, verringert sich die maximale Phonationsdauer, da entweder zu wenig (inspiratorische Übersteuerung) oder zu viel (expiratorische Übersteuerung) Luft der Tonproduktion zur Verfügung gestellt wird. Es darf mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die Funktionsweise von Stimmlippenschwingung und Stimmlippenschluss eine bedeutende Komponente für die maximale Phonationsdauer ist, worauf aber in der vorliegenden Studie nicht eingegangen wurde.

Eine Verbesserung der allgemeinen Koordinations- und Balanceleistungen, wie sie von einem Mini-trampolintraining gefördert werden [vgl. 1, 2, 3, 4, 5], scheint sich insbesondere auch auf die Atem-Balance-Koordination positiv auszuwirken, was die Vermutung zulässt, dass die Steigerung und damit Qualifizierung der gesamten Leistungsfähigkeit von professionellen klassischen Sänger:innen auf diesem Wege möglich ist.

Schlussfolgerung

Die Leistungsfähigkeit professioneller klassischer Sänger:innen ausgehend von der Atemkoordination scheint sich durch ein gezieltes Minitrampolintraining weit mehr verbessern zu lassen als durch sängerisches Arbeiten „as usual“.

Literatur

1. Aalizadeh B, Mohammadzadeh H, Khazani A, Dadras A: Effect of a Trampoline Exercise on the Anthropometric Measures and Motor Performance of Adolescent Students. *Int J Prev Med*, 2016; 7: 91-95
doi: 10.4103/2008-7802.186225
2. Beerse M, Wu J: Spring-like leg dynamics and neuromuscular strategies for hopping on a mini-trampoline in adults and children. *Exp Brain Res*, 2020; 238: 2087-2096
doi: 10.1007/s00221-020-05873-0
3. Heitkamp H, Horstmann T, Mayer F, Weller J, Dickhuth H: Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med*, 2001, 22(4): 285–290
doi: 10.1055/s-2001-13819
4. Höchsmann C, Rossmeissl A, Baumann S, Infanger D, Schmidt-Trucksäss A: Oxygen uptake during mini trampoline exercise in normal-weight, endurance-trained adults and in overweight-obese, inactive adults: A proof-of-concept study. *Eur J Sport Sci*, 2018, 5: 753-761
doi: 10.1080/17461391.2018.1449894
5. Karakollukçu M, Aslan C, Paoli A, Bianco A, Sahin F: Effects of mini trampoline exercise on male gymnasts' physiological parameters: A pilot study. *J Sports Med Phys Fitness*, 2015, 55(7–8): 730-734
6. Nuhu JM, Maharaj SS: Influence of a mini-trampoline rebound exercise program on insulin resistance, lipid profile and central obesity in individuals with type 2 diabetes. *J Sports Med Phys Fitness*, 2018, 58 (4): 503-509
doi: 10.23736/S0022-4707.17.07120-1.
7. Posch M, Schranz A, Lener M, Tecklenburg K, Burtscher M, Ruedl G, Niedermeier M, Wlaschek W: Effectiveness of a Mini-Trampoline Training Program on Balance and Functional Mobility, Gait Performance, Strength, Fear of Falling and Bone Mineral Density in Older Women with Osteopenia. *Clin Interv Aging*, 2019; 14: 2281-2293
doi: 10.2147/CIA.S230008.
8. Rodrigues G, Rodrigues P, da Silva F, Nakamura P, Higino W, de Souza R: Mini-trampoline enhances cardiovascular responses during a stationary running exergame in adults. *Biol Sport*, 2018; 35 (4): 335-342
doi: 10.5114/biol sport.2018.78052.

Korrespondenz

AXEL HEIL
 Altenbekener Damm 50
 30173 Hannover
 E-Mail: mail@axelheil.de