

F. Scherbaum, M. Müller, N. Mzhavanadze und S. Rosenzweig

Tonleitern jenseits von Dur und Moll

Musikwissenschaft trifft Seismologie – und eröffnet neue Möglichkeiten zur computergestützten Aufzeichnung und Analyse mehrstimmigen Gesangs. Mit Kehlkopfmikrofonen untersuchen Forschende die traditionelle georgische Vokalmusik. Sie zählt zum UNESCO-Weltkulturerbe.

Georgien, im Südkaukasus an der Grenze zwischen Europa und Asien gelegen, hat eine bemerkenswert vielfältige und anerkannte Musiktradition. Mehrstimmig ist der Gesang, dessen Geschichte bis in vorchristliche Zeiten zurückreicht. Die Lieder sind jedoch nie dieselben: Von Generation zu Generation überliefert, verändern sie sich ständig. 2001 wurde der traditionelle georgische Gesang in die UNESCO-Liste der „Meisterwerke des mündlichen und immateriellen Erbes der Menschheit“ aufgenommen.

Ebenfalls bemerkenswert: Die Dokumentation und Erforschung der Lieder Georgiens lässt sich in Deutschland und Österreich mehr als hundert Jahre zurückverfolgen. So bildeten die phonographischen Aufnahmen georgischer Gesänge in deutschen und österreichischen Kriegsgefangenenlagern im Ersten Weltkrieg die Grundlage für eine Reihe wegweisender Artikel über georgische Vokalmusik.

Für westlich trainierte Ohren klingt diese Musik oft ungewohnt,

da sich die verwendeten Tonleitern nicht in das vertraute Dur- und Moll-Schema einordnen lassen. Insbesondere die Ähnlichkeit des traditionellen georgischen Gesangs mit der spätmittelalterlichen Musik Westeuropas gab Anlass zu Spekulationen über mögliche Beziehungen zwischen beiden Musiktraditionen.

Die Lieder bestehen in der Regel aus drei Stimmen, die je nach Region und Kontext eines Liedes unterschiedliche Arten des Zusammenspiels aufweisen. Öffentlich singen heute noch überwiegend die Männer, wobei sich das gerade zu verändern beginnt. Die Tatsache, dass die Sänger im Laufe eines Liedes ihre Intonation aneinander angleichen, beispielsweise um bestimmte harmonische Intervalle in besonderer Reinheit oder bestimmte Klangfarben des Ensembles zu erzeugen, dabei aber oft in engem Körperkontakt singen, führte in der Vergangenheit zu einem unlösbaren messtechnischen Dilemma: Eine saubere akustische Separation der einzelnen Stimmen, die Voraussetzung für eine präzise akustische Analyse der Interaktion der Sänger ist, war aufgrund des

Musikethnologische Felddaufnahme im westgeorgischen Adschara.





Um die Halsmuskelvibration beim traditionellen georgischen Gesang aufzuzeichnen, erhalten die Sänger Kehlkopfmikrofone. Frank Scherbaum (links) passt sie ihnen vor Ort an.

praktisch unvermeidbaren akustischen Übersprechens mit konventionellen Mikrofonen bei musikethnologischen Feldaufnahmen nicht möglich. Ließ man die Sänger ihre Stimmen einzeln im (portablen) Studio singen, konnten sie sich nicht mehr aufeinander beziehen und ein charakteristisches Merkmal des Gesangs, die Interaktion der Sänger, verschwand völlig. Die Authentizität ging verloren.

Um Einzelstimmen bei gleichzeitiger Interaktion der Sänger aufzuzeichnen, gibt es allerdings eine verblüffend einfache Lösung, wenn man das Problem aus „seismologischer Perspektive“ betrachtet, das heißt: aus Perspektive der beim Singen erzeugten Körperschwingungen. Konkret bedeutet

dies, nicht nur das Luftschallsignal einer Stimme, sondern zusätzlich die elastischen Muskelvibrationen des Halsmuskels in der Nähe des Kehlkopfes mithilfe von Kehlkopfmikrofonen aufzuzeichnen. Diese Signale enthalten die wesentlichen Informationen über die Stimme eines Sängers in Bezug auf Tonhöhe, Intonation und Stimmintensität, sind aber praktisch unbeeinflusst von Nachbarsängern, selbst wenn sich diese in engem Körperkontakt befinden.

Kehlkopfmikrofone erlauben es, die Extraktion der in den Signalen enthaltenen Informationen zu den vorkommenden Frequenzen für jeden Sänger über die Zeit mehr oder weniger zu automatisieren. Diese Information ist dann die Basis für die ebenfalls weitgehend

automatisierte Bestimmung der Tonhöhentrajektorien (Melodien) und des Tonhöheninventars der einzelnen Sänger. Dadurch wird es möglich, computergestützte Methoden zur Dokumentation und Analyse mündlich überlieferter Vokalmusik auf neue Art und Weise einzusetzen.

Dem DFG-Forschungsprojekt „Computational Analysis of Traditional Georgian Vocal Music GVM“ ging im Sommer 2016 eine dreimonatige musikethnologische Feldexpedition voraus. Ihr Ziel: traditionelle georgische Gesänge, Gebete und Klagelieder aufzuzeichnen und zu dokumentieren. Der regionale Schwerpunkt der Expedition lag auf den hoch gelegenen Bergdörfern von Oberswanetien, in denen aufgrund ihrer ehemals schweren

Zugänglichkeit auch heute noch sehr alte (vermutlich vorchristliche) Traditionen und Gesänge als Teil des täglichen Lebens gepflegt werden.

Alle Aufnahmen wurden als Mehrkanal-Multimedia-Aufnahmen durchgeführt, bei denen ein hochauflösender (4K) Videokanal mit je einem konventionellen Headsetmikrofon und einem Kehlkopfmikrofon pro Stimmgruppe sowie einer konventionellen Stereoaufnahme kombiniert wurde. Außerdem wurde jede Aufnahmesession von ausführlichen Interviews mit den Musikern begleitet. Dieser aus circa 250 Aufnahmen bestehende sogenannte GVM-Datensatz stellt zusammen mit den neu aufbereiteten circa 100 Aufnahmen des Meistersängers Artem Erkomaishvili (1887–1967) aus dem Jahre 1966, bei denen dieser alle drei Stimmen separat gesungen hatte, eine ausgezeichnete Datengrundlage für computergestützte Analysen traditioneller georgischer Vokalmusik dar.

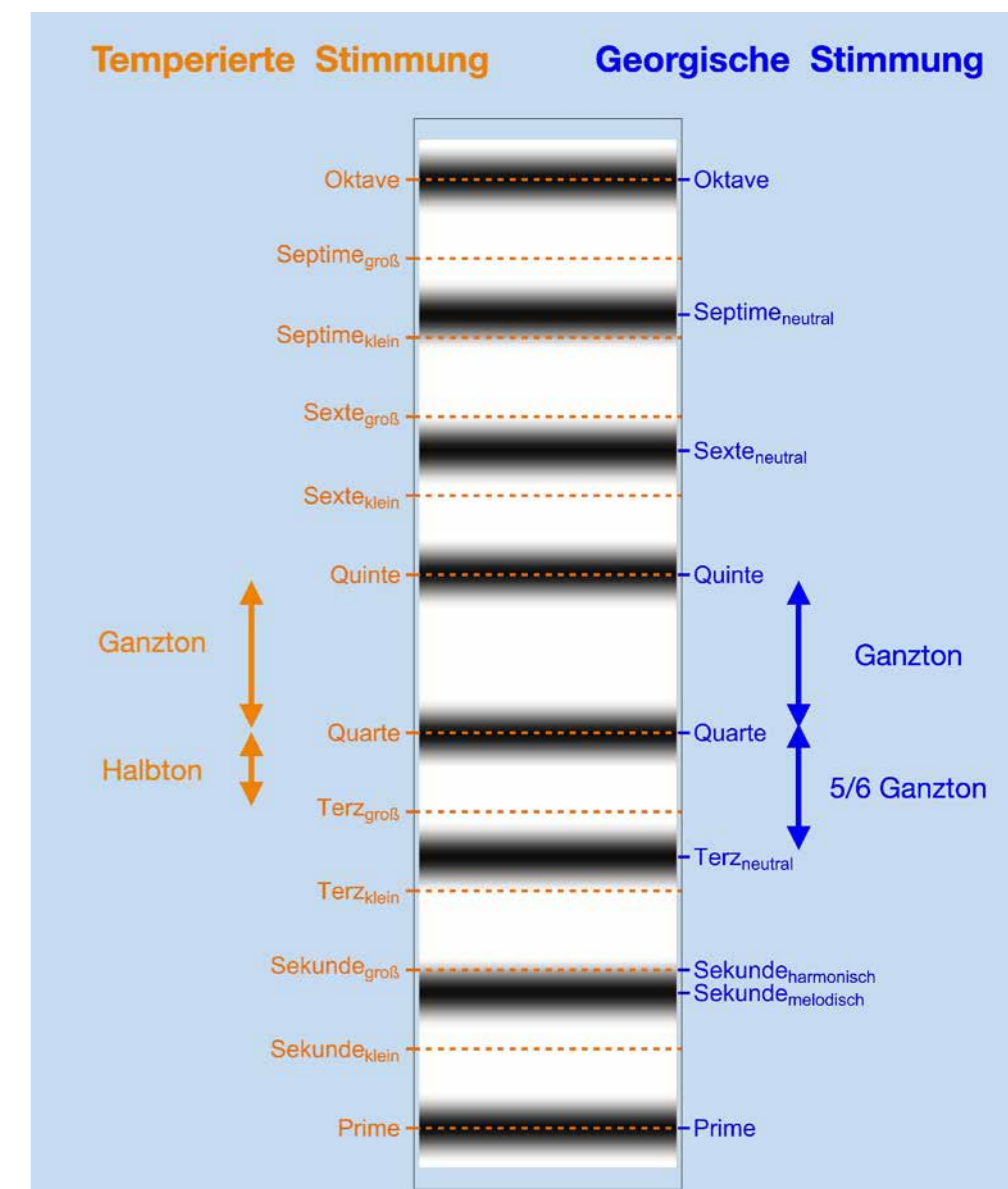
Die neuen und aufwendig erstellten Datensätze sollen dazu dienen, ein besseres Verständnis für die georgischen Tonsysteme zu erlangen. Die Frage, ob es ein charakteristisches traditionelles georgisches Tonsystem gibt oder gegeben hat und wenn ja, wie dieses aufgebaut ist, wird seit Jahrzehnten sehr kontrovers diskutiert. Sie ist nicht nur von akademischem Interesse, denn von der Antwort hängt unter anderem ab, in welcher Form diese Musik als authentisch angesehen, aufgeführt und in Zukunft weitergegeben werden wird.

Um diesen Diskurs evidenzbasiert auf der Basis eines großen Datensatzes von objektiv überprüfbaren Tonhöhenmessungen

zu führen, wurde im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes eine computergestützte Analyse des gesamten Tonhöhen- und Intervallinventars beider Datensätze durchgeführt. Konkret bedeutete dies die Auswertung von schätzungsweise mehr als

1 Million Tonhöhen- und Intervallstichproben. Das bisherige Ergebnis: Die verwendeten melodischen Tonleitern unterscheiden sich signifikant von der auf dem Dur- und Moll-System basierenden Musik, bei der die melodischen Skalen aus Intervallen der

Schematische Darstellung des Tonhöheninventars im Vergleich: Die in der georgischen Stimmung (blau) verwendeten Intervalle liegen in puncto Tonhöhe meist zwischen den kleinen und großen Intervallen, die in der westlichen temperierten Stimmung (orange) verwendet werden. Das erklärt, warum sich traditionelle georgische Gesänge nicht in das Dur- und Moll-Schema westlicher Musik einordnen lassen.



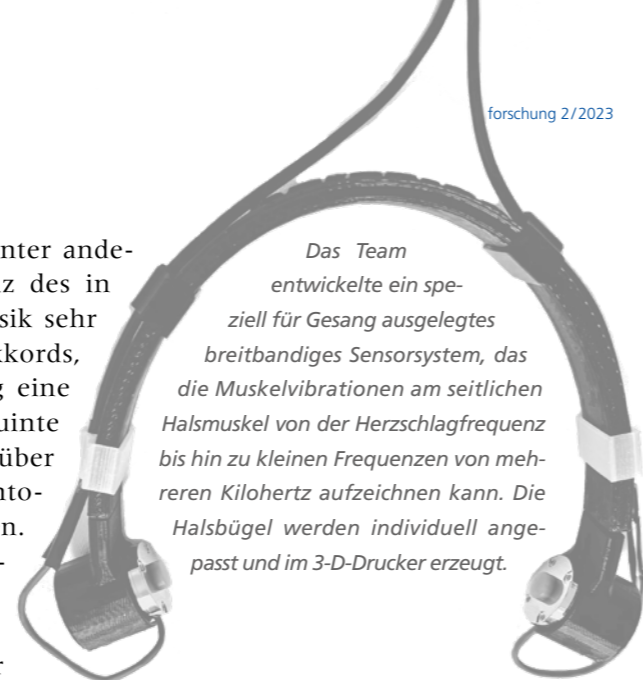
Größe von Halb- oder Ganztonschritten bestehen.

Die melodischen Skalen traditioneller georgischer Musik sind in erster Näherung aus gleichständigen Intervallen der Größe von $5/6$ eines Ganztons aufgebaut, wobei allerdings der Abstand zwischen der vierten und fünften Skalenstufe über der letzten Bassnote eines Liedes häufig einem Ganztonschritt entspricht. Die Größe der melodischen Sekunde als häufigstem Tonschritt der Lieder variiert deutlich um einen Mittelwert von $5/6$ eines Ganztonschritts, wohingegen die harmonische Sekunde deutlich größer

ist. Dies lässt sich unter anderem als Konsequenz des in der georgischen Musik sehr populären 1-4-5-Akkords, bei dem gleichzeitig eine Quarte und eine Quinte als reine Intervalle über einem Grundton intoniert werden, erklären.

Von ganz besonderer Bedeutung, sowohl für die Forschung als auch für die Kulturgeschichte Georgiens, sind elf Aufnahmen von Totenklagen aus Swanetien im Norden des Landes. Dieser, in der swanischen Sprache als „Zär“ und

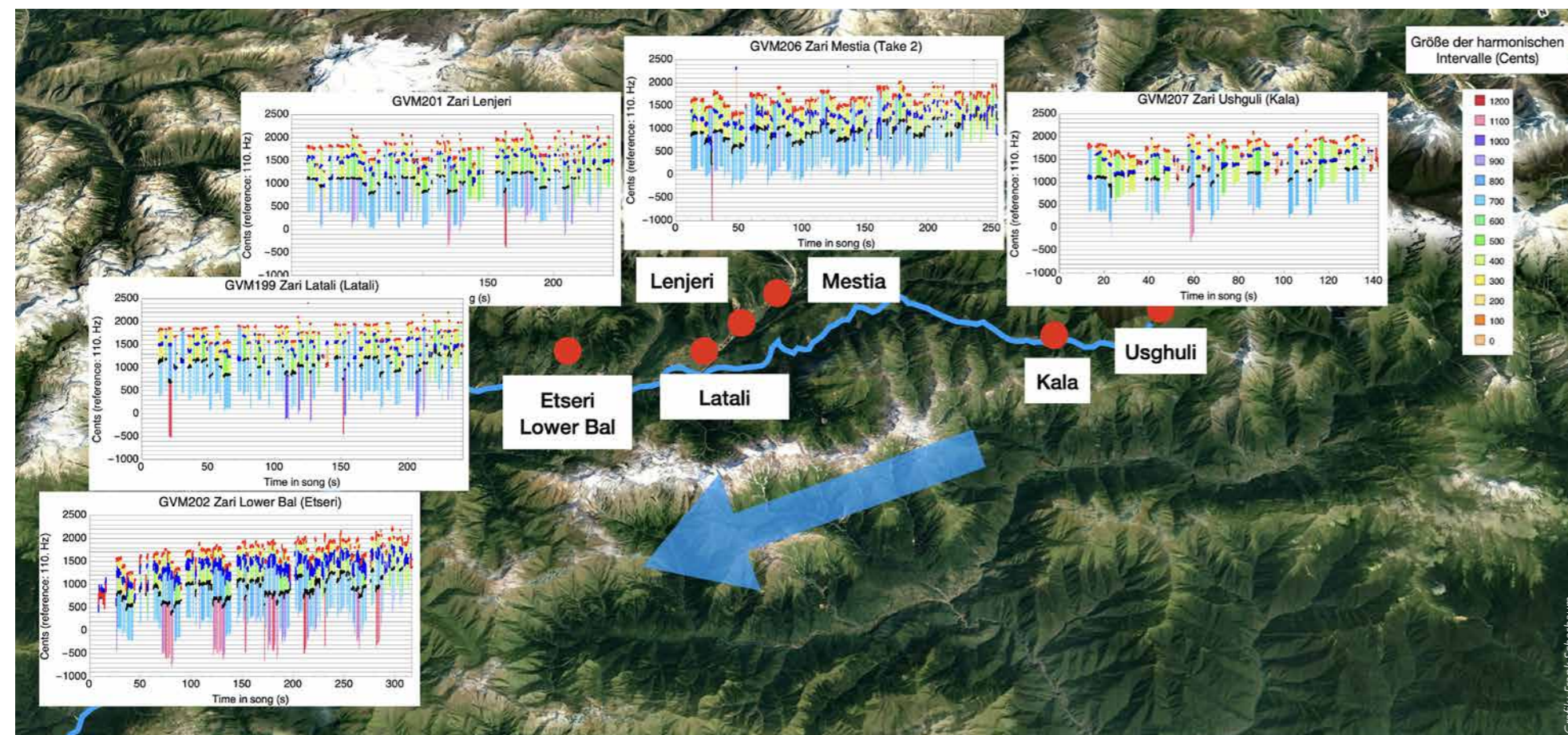
in Georgisch als „Zari“ bezeichnete dreistimmige Gesang besteht nur aus vokalreichen Lauten und wird von Männern am Tag der Beerdi-



Das Team entwickelte ein speziell für Gesang ausgelegtes breitbandiges Sensorsystem, das die Muskelvibrationen am seitlichen Halsmuskel von der Herzschlagfrequenz bis hin zu kleinen Frequenzen von mehreren Kilohertz aufzeichnen kann. Die Halsbügel werden individuell angepasst und im 3-D-Drucker erzeugt.

Foto: Frank Scherbaum

Tonumfang, Dauer und Komplexität der melodischen und harmonischen Strukturen der sogenannten Zär-Gesänge nehmen systematisch in Flussrichtung des Enguriflusses (Pfeil) zu. Das korreliert mit den zunehmenden nicht swanischen Einflüssen aus dem Samegrelo-Tiefland je weiter sich die Siedlungen von den hohen Gebirgslagen entfernen.



gung gesungen, bevor der Leichnam ins Grab gelegt wird. Diese klangliche Ausdrucksform eines kollektiv ausgedrückten Schmerzes erlaubt einen Blick auf eine der ältesten Schichten georgischer Vokalpolyphonie. Die in unserem Datensatz enthaltenen elf Aufnahmen repräsentieren fünf von insgesamt elf noch bekannten Varianten von Zär, deren Ursprünge alle Orten im Engurital in Oberswanetien zugeordnet werden können.

Die Tonhöhen- und harmonischen Intervallanalysen zeigen bemerkenswerte Ergebnisse: So bewegen sich die Bass- und Oberstimmen der Zär-Gesänge zum großen Teil in parallelen Quinten. Akustisch resultiert daraus eine sehr starke Überlagerung der Ober-

tonspektren beider Stimmen, was zu einer intensiven „Verschmelzung“, also Fusion, der beiden Randstimmen führt. Hinzu kommt, dass die mittlere Tonhöhe des Gesangs im Laufe des Liedes kontinuierlich erhöht wird, was zum Eindruck einer kontinuierlichen Zunahme der Intensität des Klanges führt.

Dies erfordert ein hohes Maß an Harmonieempfinden und auch stimmlicher Koordination seitens der Sänger. Die Intensität des akustischen Eindrucks wird noch dadurch verstärkt, dass, wie eine phonetische Analyse zeigt, manche der Sänger einige der Resonanzfrequenzen ihres Vokaltrakts (Formanten) so „verstimmen“, dass die Fundamentalfrequenz verstärkt wirkt. Diese, in westlichen Gesangsstilen als „formant tuning“ bezeichnete Technik wird bei den Zär-Sängern offenbar unbewusst eingesetzt und führt zu durchdringenden Tönen, die sich weit in die Landschaft hinein ausbreiten. Berücksichtigt man nun noch, dass nach dem Ableben eines Dorfmitglieds Zär für 40 Tage das einzige Lied ist, das gesungen werden darf, mag man ermesen, wie sehr sich die Trauer um eine Verstorbene oder einen Verstorbenen vorübergehend in die alltägliche Klanglandschaft eines Dorfes einbrennt. Alltag und Gesang finden so in besonderer Weise zusammen.

Die akustische Analyse der Zär-Aufnahmen zeigt darüber hinaus: Sowohl der Tonumfang als auch die Komplexität der melodischen und harmonischen Strukturen der Gesänge nehmen systematisch vom Oberlauf des Enguriflusses in Ushguli, des höchstgelegenen dauerhaft besiedelten

Ortes in Georgien, in Flussrichtung zu. Dies korreliert mit der zunehmenden Exposition der Siedlungen gegenüber nicht swanischen Einflüssen aus dem Tiefland. Bei diesen wie anderen Analyseergebnissen wird am Beispiel der georgischen Vokalmusik das große, noch unausgeschöpfte Potenzial deutlich, das Muskelvibrationsmessungen innewohnt. Die Aufzeichnung und detailgenaue Analyse von polyfonem Gesang werden auch zukünftig davon profitieren können.



Professor Dr. Dr. h.c. Frank Scherbaum ist emeritierter Professor für Geophysik an der Universität Potsdam und leitete zusammen mit Prof. Dr. Meinhard Müller das Forschungsprojekt.

Professor Dr. Meinhard Müller, Lehrstuhlinhaber für Semantische Audio-signalverarbeitung an den International Audio Laboratories Erlangen, war Co-Leiter des Forschungsprojekts.

Dr. Nana Mzhavanadze, Potsdam, und

Dr. Sebastian Rosenzweig, Erlangen, waren Projektmitarbeitende.

Adresse: Universität Potsdam, Institut für Geowissenschaften, Campus Golm/Haus 27, Karl-Liebknecht-Str. 24–25, 14476 Potsdam

Die DFG unterstützte das Projekt „Computational Analysis of Traditional Georgian Vocal Music GVM“ in der Einzelförderung.

www.uni-potsdam.de/de/sound-scapelab

www.audiolabs-erlangen.de/fau/professor/mueller/projects/gvm

