

Neue Töne an der Detmolder Hochschule für Musik

Fantastische Klänge

Sie gibt Komponisten und Musikern Raum für Experimente, bietet Toningenieuren neue Gestaltungsmöglichkeiten und lässt Besucher von Konzerten exotische Klangwelten erleben: die Wellenfeldsynthese. Was steckt hinter dieser trickreichen Technik?

Text: Nikolaus Fecht, Fotos: Ralf Baumgarten

Dicht gedrängt sitzen rund 30 Musiker Stuhl an Stuhl in einem viel zu kleinen Raum der Universität Bielefeld – die meisten noch dazu mit dem Rücken zum Publikum, das dem Konzert unter denkbar schlechten Verhältnissen lauscht. Doch trotz der miserablen Bedingungen erleben die Zuhörer, die sich hier an diesem lauen Sommerabend eingefunden haben, kein akustisches Desaster.

Plötzlich erschallen die ersten Töne des Musikstücks. Sie scheinen von ganz weit her zu kommen, etwa aus den Tiefen einer riesigen Flughalle. Nach sanftem Beginn steigert sich die Musik allmählich zu einem akustischen Gewitter, in dem sich die einzelnen Töne aus verschiedenen Instrumenten überlagern und

sich zu nach und nach erweiternden Dreiklängen schichten.

Tatsächlich ist das Stück, das die Big Band der Hochschule für Musik in Detmold (HfM) an diesem Abend hier in Bielefeld spielt, ursprünglich für einen riesigen Flugzeug-Hangar komponiert worden. Sein Schöpfer Kim Efert ist Lehrbeauftragter an der HfM. Dass sein Werk auch in dem engen Konzertsaal seine volle Wirkung entfalten kann, dafür sorgen 38 rund um das Publikum platzierte Lautsprecher, die ein Gemisch aus Live-Musik, vorproduzierten Klängen und Geräuschen übertragen.

Ein Bündel aus Elementarwellen

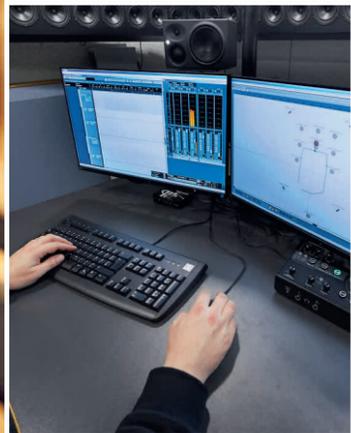
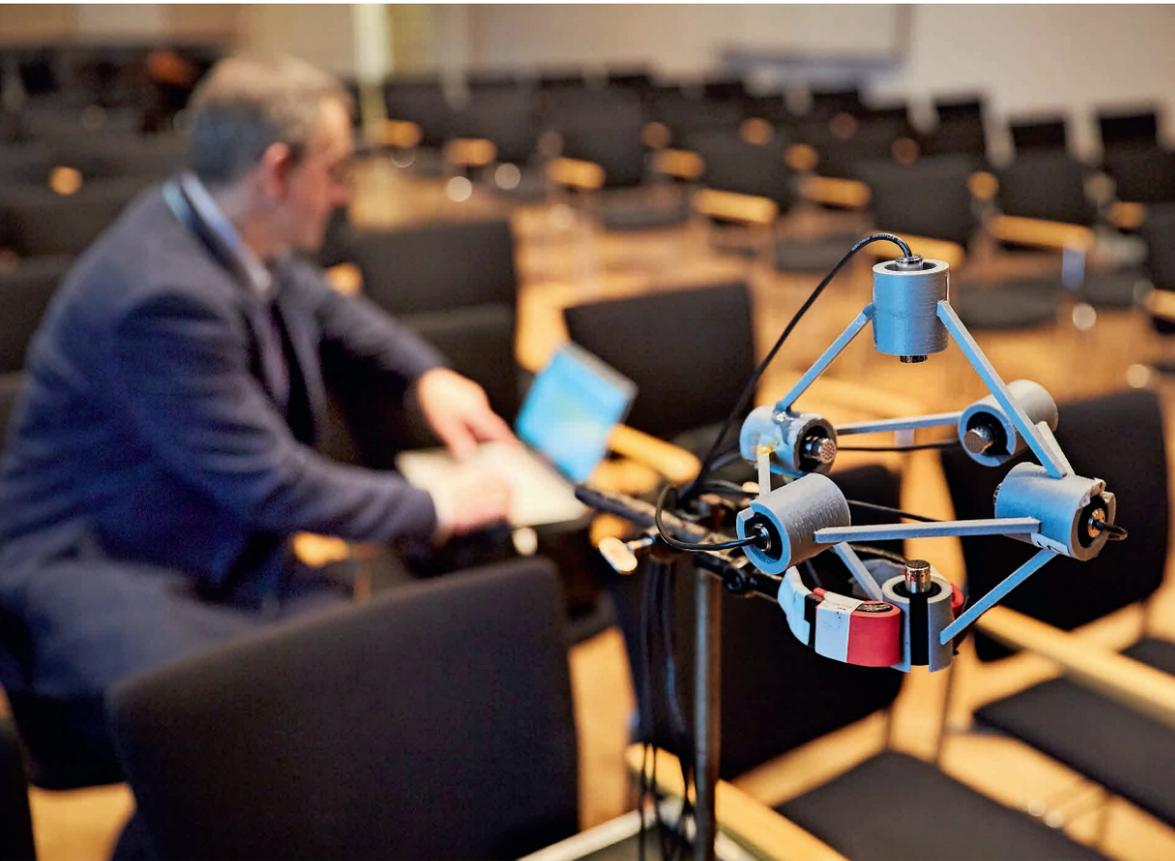
Das Lautsprechersystem ist keine der üblichen Hifi-Surroundanlagen, die viele Wohnräume mit Rundum-Lautsprechern beschallen. Es arbeitet vielmehr nach dem Prinzip der sogenannten Wellenfeldsynthese (WFS) – einer Technik, die auf einer Theorie des niederländischen Physikers Christiaan Huygens basiert. Sie besagt, dass sich jede Schallwelle als Überlagerung von vielen einzelnen Elementarwellen erzeugen lässt. Daher kann man aus geeigneten Elementarwellen grundsätzlich

Kompakt

- ▶ Das System erzeugt per Computer eine Überlagerung von Elementarwellen.
- ▶ Das Ergebnis sind Klangeffekte, die ein Orchester scheinbar in eine andere Umgebung versetzen und die Instrumente virtuell neu arrangieren.



Test im Wellenfeld: Studenten der Detmolder Hochschule für Musik experimentieren mit Instrumenten. Die Aufnahmen eines Spezialmikrofons werden dann in 3D aufbereitet.



Mit einer Sonde aus sechs Mikrofonen werden der Verlauf und die dreidimensionale Verteilung des Schalldrucks erfasst, der von Tönen und ihren Reflexionen verursacht wird (großes Bild). Die „Raumimpulsantwort“ verrät die akustischen Eigenschaften eines Saals. Rechts oben: Ein Saxofonist im Studio. Darunter: Die Wellenfeldsynthese-Anlage im Keller des Hochschul-Tonstudios umfasst 84 Lautsprecher und 32 virtuelle Schallquellen.

Wellenfeld im Wohnzimmer

Eine maßgeschneiderte Wellenfeldsynthese-Anlage mit vielen Lautsprechern können sich nur wenige Menschen leisten – sie kostet so viel wie eine Luxuslimousine. Doch schon seit fast 20 Jahren existiert eine ähnlich funktionierende Technik für das Wohnzimmer, die deutlich günstiger ist – und für die es anders als für die Wellenfeldsynthese viele musikalische Aufnahmen gibt. So hat ein Echo-Preis-träger aus Detmold, die Klassik-Musikproduktion Dabringhaus & Grimm, das Mehrkanal-Tonsystem 2+2+2 entwickelt, das mit vier vorderen (oben und unten links, oben und unten rechts) und zwei hinteren Kanälen einen dreidimensionalen Raumklang erzeugt – unabhängig von der Hörposition und einschließlich einer Oben-Unten-Ortung. Alle sechs Lautsprecher müssen dazu denselben Abstand zum Hörplatz haben und die Musik mit demselben Lautstärkepegel wiedergeben – wie bei einem 5.1 Surround-System.

Oben: Nach Ansicht von Michael Sandner, Professor für Musikübertragung, ist die Technik ideal für Großveranstaltungen. Links: Tonmeister-Student Juan Morero regelt die Aufnahme eines Saxofons (linke Seite, rechts oben).

jede gewünschte Wellenfront erzeugen. Dazu steuert eine Software jeden der Lautsprecher, die in langen Reihen rund um die Zuhörer angeordnet sind, genau in dem Moment an, wenn eine virtuelle Wellenfront seine Position durchlaufen würde. Um die Ansteuerung der einzelnen Lautsprecher exakt im richtigen Moment und auf die richtige Weise zu realisieren, nutzt das System komplizierte mathematische Berechnungsverfahren.

Weltweit einzigartige Ausstattung

Die Detmolder Hochschule für Musik verfügt nicht nur über eine mobile Anlage. Sie besitzt seit 2009 zudem als weltweit erste Musikhochschule ein Tonstudio für die Wellenfeldsynthese, das mit 84 Lautsprechern ausgerüstet ist, und einen Konzertsaal mit einer riesigen 333-Kanal-Anlage. Über eine Million Euro haben die beiden WFS-Systeme und das zugehörige Computer-Equipment gekostet. In dem

Konzertsaal können 333 diskret in Wänden und Decke angebrachte flache Lautsprecher bis zu 64 virtuelle Schallquellen positionieren und bewegen – sehr präzise sowohl innerhalb als auch außerhalb des Raums.

Die WFS-Technik erzeugt eine künstliche akustische Umgebung mithilfe von vielen einzelnen Wellenfronten, die alle von einem virtuellen Punkt ausgehen, unabhängig davon, wo ein Zuhörer sich befindet. Das Ergebnis ist eindrucksvoll. So kann bei einer Musikaufführung schon mal akustisch ein Hubschrauber mitten durch den Saal fliegen.

Doch den Detmolder Forschern geht es nicht in erster Linie darum, Musikstücke durch bizarre Computerklangeffekte anzureichern. „Wichtig für uns war, dass wir die Investition in die WFS-Technik mit einem Forschungsauftrag verbinden“, betont Michael Sandner, der als Tonmeister beim Südwestrundfunk (SWR)

und als Professor für Musikübertragung an der Detmolder Musikhochschule arbeitet. Im Mittelpunkt steht dabei der Praxistest.

Groteske Klangeffekte

Den Forschern geht es etwa um die Frage, wie Tonmeister Musikinstrumente und Stimmen WFS-tauglich aufnehmen können. Dazu müssen sie jedes Instrument ohne jegliche räumliche Information wie einen Nachhall digital aufzeichnen. Diese „trockene“ Aufzeichnung ist nötig, weil die Wellenfeldsynthese-Anlage das Instrument ja erst im Raum platziert, erklärt Sandner. Dann aber funktioniert das System ideal: „Es kann Klänge, Geräusche und Instrumente beliebig akustisch im Raum umherfliegen lassen“, schwärmt der Wissenschaftler und Tonmeister. „Dank der Höheninformation der Lautsprecher in der Decke gelingt das im Konzerthaus besonders gut.“ Die Wirkung der Technik

sei so gut, dass man tatsächlich den Eindruck hat: „Da befindet sich ein Klang direkt neben mir.“

Seine ganze Leistungsfähigkeit zeigt das System, wenn es für ein großes Publikum arbeitet. Ein prominentes Beispiel ist die Seebühne in Bregenz am Bodensee: Für die gleichmäßige Beschallung jedes der rund 7000 Zuhörerplätze sorgt dort seit 2004 eine WFS-Anlage mit rund 820 Lautsprechern, die virtuell die Akustik eines Opernhauses nachbildet. Dazu manipuliert das von Forschern des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT im thüringischen Ilmenau entwickelte System die Akustik mit trickreichen Laufzeit-Manipulationen und digitalen Effekten. Sich bewegende Geräusche werden dabei realistischer dargestellt als über einen gängigen Mehrkanalton.

Die Ansprüche an die Fraunhofer-Forscher waren groß: Ihre Technik sollte nicht nur digital die Akustik eines ge-

schlossenen Konzertsaals vorgaukeln, sondern es jedem einzelnen Zuhörer ermöglichen, den Sängern auf der rund 60 Meter breiten Bühne akustisch exakt zu folgen – und zwar immer aus der korrekten Richtung. Außerdem sollten sich Klangeffekte losgelöst vom Ort der Lautsprecher mitten im Publikum platzieren lassen.

Kein Bedarf an Sweet Spots

Das Ergebnis kann sich hören lassen. „Egal auf welchem Platz ein Zuhörer sitzt, die Schallquelle vorne rechts hört er immer genau dort“, sagt Michael Sandner. „Das Faszinierende an dem System: Man braucht als Zuhörer keinen optimalen Hörplatz, keinen sogenannten Sweet Spot.“ Ideal für den Einsatz der Wellenfeldsynthese sind daher eine offene Bühne ohne eigene Akustik und ein Raum mit wenig Nachhall.

Auch das Mischen von Live-Musik mit virtuellen Klängen ist möglich: So

experimentierten die Detmolder Hochschulforscher bei einem Schlagzeugsolo mit einem virtuellen Echo, das die Percussion-Klänge im Raum spiegelt. „Auf diese Weise kann ein Instrumentalist mit seinem Echo spielen“, sagt Sandner. „Solche Effekte sind zwar auch mit herkömmlicher Technik machbar, aber nicht in dieser präzisen räumlichen Auflösung.“

Auch Winfried Hyronimus, Student der Musikregie am Erich-Thienhaus-Institut (ETI) der Detmolder Musikhochschule, hat WFS-Erfahrung. Das Highlight seines Studiums war 2014 die Biennale in Ostwestfalen-Lippe, auf der die Detmolder die Klangoper „Das Narrenschiff“ von Heinrich Unterhofer aufführten.

Die WFS-Technik könnte auch für akustische Spezialeffekte im Kino sorgen. Und sie eignet sich für elektronische Musikwerke. Schon mehrere Komponisten sind extra nach Ostwestfalen gereist, um eigene Werke für die dortige Anlage zu



Raum hören. Das Ergebnis für das Bläserquintett ist verblüffend: Täuschend echt erklingen die Blechbäser erst in ihrer gewohnter Aufstellung auf der Bühne, plötzlich aber auch irgendwo im Konzerthaus – wegen des größeren Abstands mit Zeitverzögerung.

Verwirrendes Musikerlebnis

Die Mischung aus virtueller und direkter Übertragung sorgt für ein verwirrendes Erlebnis: Die Musiker stehen zwar weiterhin auf der Bühne, doch Posaunen und Trompeten erklingen aus den vier Ecken des Konzerthauses. Nach weiteren virtuellen Proben stellt Malte Kob fest: „Besser wäre es, wenn die Musiker bei Aufnahmen mit der Wellenfeldsynthese Kopfhörer tragen würden, damit sie nicht wegen des zeitverzögerten Hörens ihren Einsatz verpassen.“

Bei den eingeladenen Testhörern im Publikum kommt die Möglichkeit, die polyphone Musik transparent aus allen Ecken des Konzertsaals ertönen zu lassen, gut an. Nicht nur die Effekte begeistern Thomas Krügler, einen Stammgast bei WFS-Workshops. Der Musiklehrer besucht fast seit der ersten Aufführung mit wachsender Begeisterung Konzerte mit Wellenfeldsynthese-Technik. Weil die Akustik im Konzerthaus manchmal etwas „trocken“ ist, schätzt Krügler die Möglichkeit, sie mit künstlich erzeugtem Nachhall zu verbessern.

Gefühl der Schwerelosigkeit

Besonders gelungen findet der Musiklehrer spezielle WFS-Aufführungen mit neuen Hörerlebnissen. In einem Zeitungsartikel beschrieb der Experte begeistert eine „Klangreise um die Welt und durch die Genres“ der Big Band – „wie auf einer Klangautobahn in einem Tunnel der Schwerelosigkeit“. Ein Konzert mit der Technik der Wellenfeldsynthese führt bei den Zuhörern offenbar zu ganz neuen musikalischen Erfahrungen. ●



Für Autor NIKOLAUS FECHT (rechts) war der Besuch in Detmold ein musikalisches Erlebnis. RALF BAUMGARTEN hielt die Arbeit der Forscher an der Hochschule für Musik im Bild fest.

Probe im „Spielraum“: Die Trompeten und Posaunen erhalten sogenannte Mutes, die den Schall stark dämpfen. Ein Kunstkopf (links unten) nimmt die Musik dreidimensional auf, die sich dann über Kopfhörer abhören lässt.

„überdimensionales Raumklangstudio für experimentelle Feldversuche“. Darin finden regelmäßig sogenannte WFS-Spielräume statt: Veranstaltungen zum Mitmachen mit dem Ziel, Studenten für die akustische Technik zu begeistern.

Der Sound wird per PC verteilt

„Heute nehmen wir fünf Musiker mit ihren Instrumenten auf“, sagt Malte Kob, Professor für die Theorie der Musikübertragung am Erich-Thienhaus-Institut Ende Januar 2018, vor einer kleinen Schar von Testhörern. „Die Trompeten und Posaunen erhalten sogenannte Mutes, die den Schall stark dämpfen.“ Musiker verwenden Mutes mit einem installierten Mikrofon etwa zum stillen Spiel, um lärmempfindliche Nachbarn nicht zu stören. Die Musiker nehmen die Töne nur über Verstärker und Kopfhörer wahr. An der Hochschule Detmold werden die Mikrofone der Blasinstrumente an das Wellenfeldsynthese-System angeschlossen. Student Hyronimus „verteilt“ schließlich die Trompeten- und Posaunenklänge per Computer im Konzertsaal.

Die Aufgabe des WFS-Spielraums ist es, herauszufinden, wie sich das Zusammenwirken von mehrstimmig spielenden Musikern verändert, wenn sie ihre Nachbarn im Orchester nicht mehr direkt, sondern als virtuelle Schallquellen irgendwo im

verfassen. Seit 2012 lehrt Daniel Smutny hier im Bereich Neue Musik. An die Wellenfeldsynthese hat sich der Komponist für Elektronische Musik peu à peu herangetastet. „Sie bietet eine vorzügliche Möglichkeit, Wirkungen und Bewegungen im Raum zu realisieren“, meint Smutny.

Der Komponist nutzt sie, um gezielt die Raumakustik zu variieren – und zum Beispiel so zu gestalten, dass ein Klang von vorn oder von hinten kommt. Den Konzertsaal der Hochschule mit seinen 333 Lautsprechern bezeichnet er als

„Kirche gibt es auf Knopfdruck“



Malte Kob will mit der Wellenfeldsynthese die Wechselwirkung zwischen Raum, Musikern und Konzertbesuchern digital verändern. Ziel des Detmolder Professors für die Theorie der Musikübertragung ist, das Hörerlebnis entscheidend zu verbessern

Das Interview führte Nikolaus Fecht

Herr Professor Kob, seit 2009 besitzt die Hochschule für Musik in Detmold als erste weltweit zwei Anlagen zur Wellenfeldsynthese, WFS. Was sprach für die Investition in diese Beschallungstechnik, die zusammen mit einem WFS-Tonstudio über eine Million Euro gekostet hat? In erster Linie setzen wir die Technik im Konzerthaus ein, vor allem für die elektronische Verlängerung der Nachhallzeit. Mithilfe der dazu installierten 333 Lautsprecher können wir den natürlichen Nachhall des Raumes von 1,6 bis auf 5 Sekunden erhöhen.

Warum gaukeln Sie dem Konzertbesucher einen viel größeren Raum vor – bei fünf Sekunden zum Beispiel eine Kirche?

Das ist sehr interessant für die werkgerechte Aufführung und das Proben sinfonischer oder kirchlicher Musik. Auf Knopfdruck des Musikers verwandelt sich der Konzertsaal akustisch in eine Kirche. So lässt sich zum Beispiel im Unterricht oder bei Hörvergleichen nachbilden, wie Orgelmusik in der Kirche klingt.

Auch moderne Komponisten interessieren sich für die Wellenfeldsynthese. Was kann ihnen die elektronisch manipulierbare Raumakustik bieten?

Damit lassen sich synthetische, elektronische und aufgenommen Töne und Klänge „verräumlichen“. Wir können zusätzlich zu den echten Musikern virtuelle Klangquellen frei im Raum positionieren. Das gelingt

konventionell sonst nur mit weiteren Lautsprechern, die sich an der Stelle der gewünschten Klangquelle befinden. Die Wellenfeldsynthese ermöglicht es, ohne Extra-Lautsprecher den Schall an beliebigen Stellen im Raum oder außerhalb davon sogar bewegt abzustrahlen. Wir können also ein komplettes Schallfeld realistisch erzeugen. Außerdem ist es ein sehr „gerechtes“ akustisches Erlebnis, denn dank Wellenfeldsynthese hört jeder Zuhörer und jeder Musiker – weitgehend unabhängig von der Position im Raum – die Musik gleich gut. Das zeichnet dieses Verfahren gegenüber anderen Techniken aus.

Eines Ihrer Spezialgebiete ist die Wechselwirkung von Raum, Musiker und Zuhörer. Doch was passiert, wenn bei Aufführungen mit Wellenfeldsynthese Bild und Ton nicht zusammen passen? Führt das nicht zu Irritationen? Ja, das trifft zu. Daher sollte niemand virtuelle Schallquellen losgelöst von einer kompositorischen oder szenischen Idee einsetzen.

Lässt sich mit der virtuellen Technik auch die Akustik eines Raums verbessern? Eine Verlängerung des Nachhalls kann in vielen Fällen die Akustik einer Aufführungsstätte verbessern. Auch gezielte Reflexionen lassen sich mit dieser Technik erzeugen, um die Lokalisierung von Quellen und die Verständlichkeit von Musik oder Sprache zu erhöhen. Die

Wie steht es um Anwendungen der Technik in der Industrie?

Per Wellenfeldsynthese lassen sich Geräusche oder Klänge präzise lokalisieren. Das ist etwa hilfreich, wenn künftig ein Entwickler mit einer Virtual-Reality-Brille nicht nur jedes einzelne Zahnrad des virtuellen Getriebes sehen will, sondern auch hören möchte, welche Geräusche jedes Zahnrad erzeugt. Abhörumgebungen aus der Wellenfeldsynthese werden bereits zum Testen von Hörgeräten oder bei Simulationen genutzt.

Sie veranstalten als öffentliche Konzertreihe regelmäßig sogenannte WFS-Spielräume. Was hat es damit auf sich?

Wir bieten Musik- und Tonmeisterstudenten den Konzertsaal als gemeinsame Werkstatt an, um Ideen von Komponisten oder Musikern mit der Wellenfeldsynthese-Anlage in die Tat umzusetzen. Ein Tänzerin wollte zum Beispiel mit einer Armbewegung ein Geräusch quer durch den Konzertsaal senden. Diese Idee haben angehende Tonmeister und Musiker in einem Spielraum für Wellenfeldsynthese gemeinsam realisiert und auch dem Publikum vorgeführt.

Was halten Sie vom Klang der Elbphilharmonie? Dort soll ja vorrangig Musik gespielt werden, die dank des japanischen Akustikexperten Yasuhisa Toyota ohne jede Tontechnik auskommt?

Die Vineyard-Konstruktion dort ist ein „akustischer Weingarten“ zur gleichmäßigen Beschallung der rund um die Bühne angeordneten Plätze. Das revolutionäre Bauwerk soll ein analytisches und demokratisches Sehen und Hören mit überall gleich gutem akustischen Erlebnis erlauben. Im Gegensatz etwa zu Konzertsälen in klassischer „Schuhbox“-Gestalt hüllt es die Zuhörer aber nicht so intensiv in einen Rundumklang ein.

Die Elbphilharmonie braucht also kein Wellenfeldsynthese-System. Aber lässt sich mit dieser Technik grundsätzlich eine schlechte Akustik verbessern, die zum Beispiel auf Fehlern bei der Bauplanung basiert?

In einigen Fällen vielleicht. Wenn die zusätzlichen Reflexionen einen überdämpften Raum beleben oder virtuelle Quellen die Hörfläche vergrößern sollen, ist ein Einsatz der Wellenfeldsynthese möglicherweise sinnvoll. Allerdings ist der Aufwand einer rein akustischen Sanierung gegen eine Installation von sehr vielen komplex angesteuerten Lautsprechern abzuwägen. Die akustische Beratung in der Planungsphase sollte im Idealfall eine elektroakustische Verbesserung überflüssig machen. Daher halte ich den Einsatz der Wellenfeldsynthese vor allem für die künstlerische Nutzung oder Forschung für gerechtfertigt.

Ein Erlebnis bei Virtual-Reality-Filmen

Verbesserung von zu halliger Akustik gelingt mit der Wellenfeldsynthese allerdings nicht. Infrage kommt das Verfahren etwa für zuvor erzeugte und entsprechend aufbereitete Musik, die über Lautsprecher räumlich wiedergegeben werden soll. Eine besondere Herausforderung ist allerdings – aufgrund der Laufzeitverzögerungen bei Live-Performance – der Einsatz im Zusammenspiel mit akustischen Musikinstrumenten. Da lässt sich WFS nur eingeschränkt einsetzen.

Wie sieht es außerhalb des Konzertsaals aus? Eignet sich das Verfahren auch für den Kinosaal?

Die Realisierung von Hörspielen und Virtual-Reality-Filmen ist für die Wellenfeldsynthese sehr interessant. Denn das sind Bereiche, die sich für diese erweiterte akustische Wiedergabe besonders gut eignen. So profitiert auch eine virtuelle, szenische Welt, die mithilfe virtueller Hörumgebung geschaffen wird, von räumlich verteilten Klängen.



Intelligent behütet: Immer ein kühler Kopf!

Gartenarbeit in der Sonne, Urlaub in südlichen Ländern? Golf, Wandern, Tennis bei Sonnenschein? Gut, dass es intelligente Kleidung gibt. Diese völlig neuartige Mütze nutzt natürliche Verdunstungskälte um Ihren Kopf zu kühlen. Trinken Sie das HighTech-Spezialgewebe der Mütze einfach mit kaltem Wasser. Überflüssiges Wasser ausdrücken – fertig! Das kühle Nass wird gespeichert und verdunstet durch die Speicherfaser sehr gleichmäßig nach außen. Über einen Zeitraum von bis zu 5 Stunden (!) wird eine erfrischende Kühle über die komplette Fläche an Ihren Kopf abgegeben. Ein unglaublich angenehmer Effekt: Die Temperatur unter der Kappe sinkt um bis zu 5°C unter die Umgebungstemperatur! Das Prinzip ist seit der Antike bekannt. Wenn auf einem Körper mit poröser Oberfläche Wasser verdunstet, wird der Inhalt gekühlt. Die energiereichen Moleküle treten aus der Flüssigkeit aus und die energiearmen bleiben zurück. Den gleichen Kühlvorgang nutzt unsere Haut, wenn wir Schwitzen. Mit dieser intelligenten Mütze machen Sie nicht nur eine gute Figur, Sie bewahren immer einen kühlen Kopf!

Intelligente Mütze. Kühlungseffekt durch Spezialgewebe. Farbe Blau. Material: Polyester. Unisex. Verstellbarer Klettverschluss: 54 bis 65 cm. Best.Nr. 804 183 **NUTZT VERDUNSTUNGSKÄLTE** € 24,95



US-PHYSIK-SPIELZEUG DES JAHRES

So zauberhaft ist elektrostatisches Fliegen!

Dieser Zauberstab hat in kürzester Zeit die Klassenzimmer in den USA erobert und fünf Preise gewonnen. Im Inneren des Stabes verbirgt sich der wahrscheinlich kleinste Van-de-Graaff-Generator der Welt! Damit wandeln Sie mechanische in elektrische Energie. Elektrostatik sorgt dafür, dass die mitgelieferten Mylar-Folien zu wunderschönen Flugobjekten werden. Was zunächst aussieht wie ein Lametta-Knäuel, entfaltet sich über dem Stab in einen frei schwebenden Schmetterling oder eine Art dreidimensionales Atommodell. Mylar ist die leichteste Folie, die hergestellt werden kann und ist außerdem ein guter elektrischer Isolator. Leiten Sie die Flugobjekte mit Ihrem Zauberstab durch den Raum oder lassen Sie Ihre Hand den Weg weisen. Sie können mit Ihrem Zauberstab aber auch Coladosen bewegen, Seifenblasen dirigieren, Papier an die Wand „kleben“, einen Wasserstrahl ablenken oder eine kleine Elektro-Trommel bauen. So faszinierend kann Wissenschaft sein!

KOSMOS Magic Schwebenzauber. Ab 8 Jahre. Elektro-Zauberstab. Set aus 9 Mylar-Flugobjekten und 3 UFOs. Betrieb: 2 x 1,5V Batterien (nicht enthalten). Mit deutscher Beschreibung. Best.Nr. 804 165 **WIEDER DA!** nur € 17,99



BEST-SELLER

SmartWatch – die kluge Uhr!

Klassische Eleganz trifft technische Vielfalt! Unsere neue SmartWatch macht Ihr Handgelenk zur praktischen Schaltzentrale: Sie haben die Uhrzeit und Ihre Herzfrequenz im Blick, die Uhr zählt Ihre Schritte, Ihren Kalorienverbrauch, überwacht Ihren Schlaf! Über Bluetooth 4.0 verbinden Sie die Uhr ganz einfach mit Ihrem Smartphone – egal ob iOS/iPhone oder Android. Mit der kostenlosen App können Sie alle Daten perfekt auswerten! Aber damit nicht genug: Wetterinfo, ein Hygrometer und ein Höhenmesser gehören bei dieser SmartWatch zum Standard. Nutzen Sie den Multi-Sport Modus: Sie können sich individuelle Ziele setzen. Die Uhr zählt nicht nur Ihre Schritte und misst über einen exakten HR-Sensor den Puls, über GPS können Sie sich eine zurückgelegte Strecke nachher in maps ansehen – egal ob Sie gewandert, gejoggt oder Rad gefahren sind.

Außerdem: SMS, Whatsapp, etc. auf der Uhr ansehen. Mikrofon und Lautsprecher: Anrufe annehmen und beantworten, während Ihr Handy in der Tasche bleibt. Kalender, Stoppuhr und Wecker. 7 Ziffernblatt-Designs zum Wechseln. Bestellen Sie jetzt einen kleinen Computer für Ihr Handgelenk – vergleichbare Uhren kosten ca. € 300,-!

SmartWatch tonArt SW M1 Plus. Best.Nr. 804 095 **Exklusiv bei uns € 149,-**

Maße: ø 4,6 H 1,45 L 26,5 cm. Gew.: 60g. Gehäuse spitzwassergesch. Aluminium. Silikon-Sportarmband. 1,3-Zoll-IPS-Anzeige. Kompatibel: iOS/iPhone, Android. App ORunning. Menüsprache und Anleitung Deutsch. Induktives Laden USB u. Steckdose. Hochwertiger Akku: Vollmodus 1-2 Tage, GPS 6-8 Std., Standby 5-7 Tage. Ladezeit nur ca. 3 Std.



Ausgezeichnet: Wiegen Sie sich gesund!

Diese hochmoderne Waage ist das Meisterstück der Beurer-Messtechnikprofis aus Ulm! Die Diagnose-Waage kann einen entscheidenden Beitrag zu Ihrer Gesundheit leisten. Neben dem Körpergewicht werden Muskelanteil und Werte für Körperfett, Wasser und Knochenmasse ermittelt. Die hochexakte Waage errechnet Ihren darauf abgestimmten Kalorienbedarf. Die Analyse erfolgt über das bewährte Prinzip der B.I.A. (Bioelektrischen-Impedanz-Analyse), also anhand von Strom, der kurz und in nicht spürbarer Stärke durch den Körper fließt. Planen Sie Ihre Gesundheit: alle Daten lassen auf dem klaren Display bequem ablesen. Über Bluetooth® 4.0 Smart Technologie können Sie die Daten drahtlos auf Ihr Smartphone übertragen. Die kostenlose HealthManager APP von Beurer ermöglicht Ihnen viele Analysemöglichkeiten Ihrer Daten, eine Langzeitkontrolle und die Trainingssteuerung. Ihr Ansporn: Es ist unglaublich motivierend, wenn Sie zusehen können, wie Ihr Körperfettanteil und Ihr Gewicht langsam sinken oder der Muskelanteil steigt!

Beurer Diagnosewaage. Best.Nr. 804 184 **NEU** € 59,99

ITO-beschichtetes, bruchsicheres Glas. LCD-Display mit Beleuchtung der Ziffern. Benutzer-Speicherplätze: 8. Tragkraft: 180 kg. 5 Aktivitätsgrade. Maße: 30 x 30 x 2,3 cm. 5 Jahre Garantie. Betrieb: 3 x 1,5V Batterie (enthalten). Voraussetzungen für APP: ab iOS 8, Android 4.4, Bluetooth 4.0.