vdt Magazin

5 | 2022 VERBAND DEUTSCHER TONMEISTER E.V.

Beschallung

Kraftwerk in Bonn

3D-Audio Beschallung im Freien

Digital Cinema im Fraunhofer IIS

Die Weltfunkkonferenz 2023

Ohne Ton keine Information

DIE WELTFUNKKONFERENZ 2023 NAHT

Text *Wolfgang Bilz, Jochen Zenthöfer*

Im November 2023 beginnt die nächste Weltfunkkonferenz. Auf der Tagesordnung steht dann unter Tagesordnungspunkt 1.5 auch die Zukunft der UHF-Frequenzen für Kultur und Medien im Bereich zwischen 470 und 694 MHz. Es gibt mehr Interessenten für das Band als Platz im Band, und daher braucht es eine Einigung zwischen den Staaten in der sogenannten Weltregion 1: Europa, Afrika, Naher Osten (teilweise), Russland.
Bisher wird das Band von der terrestrischen TV-Übertragung und drahtlosen Produktionsmitteln (PMSE), gemeinsam mit Radioastronomie, Wetterdienst und Militär genutzt. Diese Zusammenarbeit funktioniert seit langer Zeit sehr gut. Die Zukunft könnte jedoch herausfordernd werden. Vor allem die Blaulichtorganisationen, also Polizei, Feuerwehr, Zoll, usw., wünschen sich weitere Frequenzen. In vielen Ländern Europas nutzen sie den Mobilfunkbereich im 700-MHz-Band mit. In Deutschland haben sie aber einen Blick auf „unsere" Kulturfrequenzen geworfen.

Engagement für die Kulturfrequenzen

Mit dem APWPT e.V. und der Initiative *SOS – Save Our Spectrum* gibt es zwei Organisationen, die sich europaweit für die Frequenzen für drahtlose Produktionsmittel wie Funkmikrofone oder In-Ear-Systeme einsetzen. Die Association of Wireless Production Technologies (APWPT) ist die Interessenvertretung, welche sich für die notwendigen Frequenzressourcen für PMSE in der Regulierung einsetzt. Der Begriff PMSE (Programme Making and Special Events) umfasst alle drahtlosen Geräte bzw. Werkzeuge für die Audio/Video-Produktion. Programme Making Special Events (PMSE) ist der in Europa, im Nahen Osten und in Afrika gebräuchliche Begriff, während in anderen Regionen der Welt sowohl PMSE als auch SAB/SAP (Service ancillary to Broadcasting / Services ancillary to production) verwendet werden. Er beschreibt eine Vielzahl von drahtlosen Anwendungen, die es den Produzenten von Inhalten ermöglichen, Audio- und Videoinhalte zu erstellen und an das Publikum vor Ort, zu Hause oder zunehmend auch unterwegs zu verteilen.

Zu den APWPT-Mitgliedern gehören Nutzerorganisationen wie zum Beispiel der VDT, Rundfunk-PSM und -Organisationen, Ton- und Bildtechniker sowie Hersteller. Nationale Aktivitäten werden von lokalen APWPT-Partnern durchgeführt, z. B. BEIRG (British Entertainment Industry Radio Group) im Vereinigten Königreich, AFIAL in Spanien, PMSE.NL in den Niederlanden – oder auch von lokalen Vertretern im Namen der APWPT. Der Verein APWPT trägt zu Frequenzkonsultationen und Berichten bei und bietet Anleitung und Unterstützung bei der Erstellung nationaler oder regionaler Vorschriften.

Regulierung ändert sich

Die Diskussion in der technischen Regulierung hat sich im Laufe der Zeit dramatisch verändert. In den letzten Jahrzehnten sind viele neue Dienste hinzugekommen, und die Regulierungsbehörden müssen nun mehr Dienste auf weniger Frequenzen unterbringen. Die Herausforderungen bei der Frequenzverwaltung sind nicht mehr nur technischer und administrativer Natur, sondern umfassen nun auch wirtschaftliche, kulturelle und soziale Aspekte. Dabei müssen wir unsere Stimme erheben – und das auch recht erfolgreich.

Im Jahr 2008 gründeten Nutzer und Hersteller von drahtlosen Produktionsmitteln den APWPT, um eine internationale Interessengruppe zu schaffen, die gegenüber den Frequenzverwaltungen mit einer Stimme spricht. Als der APWPT ins Leben gerufen wurde erkannten nur wenige Behörden PMSE als wichtige Anwendung an. Es brauchte mehrere Jahre und viele Treffen auf nationaler, regionaler und internationaler Ebene, um die Anerkennung durch regionale Organisationen und Behörden zu erreichen, von der wir heute profitieren.
Ein Beispiel: Inzwischen wird PMSE in jedem Diskussionspapier oder Konsultationsdokument über die Zukunft des Sub-1-GHz-Frequenzbandes national wie international erwähnt und in der Diskussion beachtet.

Moderne Anforderungen an Produktionen

Während drahtlose PMSE-Ausrüstung dank ihrer Flexibilität in den Produktionsabläufen für die A/V-Produktion unentbehrlich geworden ist, muss sie ständig die Anforderungen der Content-Produktion anpassen, die bekanntermaßen in Bezug auf Audio- und Videoqualität und Verfügbarkeit besonders anspruchsvoll sind. Für Live-Audio ist die Latenzzeit eine der kritischen Anforderungen. Wie jeder weiß: Wenn die Quelle schlecht ist, kann man nichts dagegen tun. Schlimmer noch, das Problem bleibt bestehen und breitet sich in der gesamten Wertschöpfungs- und Lieferkette der Medienverbreitung aus. Der Zugang zu ausreichend störungsfreien Funkfrequenzen ist für drahtlose PMSE-Geräte nach wie vor von entscheidender Bedeutung, um die Erwartungen an die Produktionsabläufe von Inhalten zu erfüllen. Gleichzeitig sind nicht alle Frequenzbänder technisch gleichermaßen für bestimmte PMSE-Anwendungen geeignet, da verschiedene Frequenzbänder unterschiedliche Ausbreitungseigenschaften haben, die Produktionsanforderungen wie Mobilität, Innenraumdurchdringung, Latenzgrenzen, Reichweite usw. unterstützen können oder behindern.

Einige PMSE-Anwendungen wie Video-, Intercom-, Talkback- oder Konferenzsysteme können möglicherweise Frequenzbereiche über 2 GHz nutzen und Latenzzeiten in der Größenordnung von einigen zehn Millisekunden akzeptieren. Andere PMSE-Anwendungen wie die Audio-PMSE (drahtlose

Mikrofone und IEM) für Live-Sound stellen so hohe Anforderungen an Latenzzeiten und Zuverlässigkeit, dass der Betrieb im UHF-Band unter 1 GHz aufgrund seiner günstigen Ausbreitungseigenschaften und geringen Körperabsorption erforderlich ist. Das Frequenzband 470 – 694 MHz ist das Kernband für Audio-PMSE-Anwendungen. Video-PMSE-Anwendungen werden traditionell oberhalb von 1 GHz betrieben, wo größere Bandbreiten verfügbar sind.

Weltfunkkonferenz entscheidet

Der Tagesordnungspunkt 1.5 der Weltfunkkonferenz 2023 (WRC23) erörtert mögliche regulatorische Änderungen für das Frequenzband 470 – 694 MHz. Studien zur gemeinsamen Nutzung von PMSE und IMT-Mobilfunk, die derzeit in den zuständigen ITU-R-Gruppen diskutiert werden, stellen fest, dass ein gemeinsamer Kanalbetrieb von PMSE und IMT-Mobilfunk unmöglich ist. Mitglieder des APWTP haben eine entsprechende Studie erstellt und diese in die entsprechenden Gremien eingebracht. APWPT betont, dass diese Tatsache bei allen Entscheidungen über die künftige Frequenznutzung im UHF-Frequenzbereich berücksichtigt werden muss. APWPT unterstützt die Fortführung der erfolgreichen Symbiose von Rundfunk und PMSE mit *No Change*.

SOS – Save Our Spectrum

Die Initiative *SOS – Save Our Spectrum* setzt sich auf politischer Ebene für die drahtlosen Produktionsmittel ein. Um diese Ansicht noch besser in die Öffentlichkeit zu bringen, hat sich die *Allianz für Rundfunk- und Kulturfrequenzen* gegründet. Ihr Ziel ist es, den Frequenzbedarf für Rundfunk und Kultur als Teil des Gemeinwohls zu sichern und unberechtigte Ansprüche, unter anderem von großen Mobilfunkkonzernen, abzuwehren. Die Allianz wurde auf Initiative und unter Koordinierung des ZVEI gegründet. Partner sind ARD, Deutschlandradio, Media Broadcast, die Landesmedienanstalten, die Initiative SOS – Save Our Spectrum, Sennheiser, Vaunet (Verband Privater Medien e.V.) und ZDF. Sie erklären gemeinsam: „Rundfunkanbieter benötigen die UHF-Frequenzen, um ihre Informationen und Angebote einfach, kostengünstig und zuverlässig terrestrisch an die Bevölkerung zu übermitteln, nicht zuletzt bei Krisen oder Naturkatastrophen. Bei Kulturevents, aber auch bei Messen oder Lehrveranstaltungen an Universitäten sind die Frequenzen für die störungsfreie Übertragung bei Funkmikrofonen, In-Ear-Systemen und anderen drahtlosen Produktionsmitteln unverzichtbar."

Was tut die Allianz? Sie klärt bei Veranstaltungen auf, spricht mit Politikern und Presse und kommentiert Vorbereitungspapiere für die deutsche Position zur Weltfunkkonferenz. In vielen Gremiensitzungen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene sind Vertreterinnen der Allianz dabei. Alle sechs Wochen findet ein Austausch mit ähnlichen Initiativen in 15 europäischen Ländern statt, von Irland bis Tschechien, von Mazedonien bis zur Schweiz, von Kroatien bis Finnland. Natürlich sind auch die großen Länder in Europa alle dabei. Gemeinsam ist man stark!

Politik äußert sich

Auch der Berliner Politik sind diese Aktivitäten nicht verborgen geblieben. Erstmals haben es die Kulturfrequenzen in zwei Koalitionsverträge geschafft. Im nationalen Koalitionsvertrag für die Jahre 2021 bis 2025 von SPD, Grünen und FDP heißt es: „Wir wollen das UHF Band dauerhaft für Kultur und Rundfunk sichern."

Noch präziser ist der Koalitionsvertrag für die Jahre 2021 bis 2026 von SPD, Grünen und Linken für das Land Berlin: „[Wir wollen den] Erhalt der Frequenzen 470 bis 694 MHz für Rundfunk und Kultur."

Da Kulturpolitik und Medienfragen „Ländersache" sind, ist das Engagement der 16 Bundesländer für die Frequenzen besonders wichtig. Glücklicherweise erklärte der Bundesrat schon 2019: „Die langfristige, national und europäisch koordinierte Frequenzplanung mit ausreichendem und störungsfreiem Frequenzspektrum für Nutzer drahtloser Produktionsmittel in Kultur, Bildung, Forschung, Wissenschaft, Sport und Kirchen muss gewährleistet bleiben."

Bravo! Die Politik hat die Bedürfnisse der durch Corona arg gebeutelten Veranstaltungsbranche erkannt. Wir interpretieren diese Aussagen als eine Bestätigung des *No change*. Deutschland muss sich auf der Weltfunkkonferenz 2023 bis zum letzten Tag dafür einsetzen, dass das Spektrum zwischen 470 und 694 MHZ langfristig für Rundfunk und Kultur erhalten bleibt. Eine sogenannte „co-primäre Zuweisung" an den Mobilfunk lehnen wir, ebenso wie die Regierungsparteien, ab.

Position von Baden-Württemberg

Wir empfangen inzwischen aus allen 16 Bundesländern Signale, nach denen die Kulturfrequenzen geschützt werden sollen. Nur in Baden-Württemberg war dies anfangs umstritten. Das dortige Innenministerium plädierte für eine Zuweisung an die Sicherheitsbehörden.

Nun ist das Land auf die Linie der Kultur umgeschwenkt. Grund dafür ist auch das Engagement des Stuttgarter Abgeordneten Dr. Christian Jung von den Liberalen. Im März erklärte er der Presse: „Ich freue mich, dass die grün-schwarze Landesregierung nun meine Ansichten, die Ansichten der FDP und auch der Bundesregierung zu den Kulturfrequenzen teilt".

Jung hatte das Thema *Zukunft der Kulturfrequenzen* im Ausschuss für Wissenschaft, Forschung und Kunst eingebracht. Ergebnis: Das Land Baden-Württemberg unterstützt die Belange der Kultur nach ausreichend störungsfreien Frequenzen auch nach dem Jahr 2030. Kulturministerin Theresia Bauer erklärt: „Nach Auskunft der beiden Staatstheater, der Kommunaltheater sowie der Arbeitsgemeinschaft der Privattheater wird bis auf wenige Ausnahmefälle im Bereich kleinerer Bühnen das Frequenzspektrum zwischen 470 und 694 MHz von den Theatern ständig genutzt und ist für die Theater auch nach 2030 unverzichtbar."

Position von Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz setzt sich die CDU-Abgeordnete Marion Schneid für die Frequenzen ein. Sie unterstrich im Landtag, dass ein Verlust bedeute, dass die Kultur wieder auf drahtgebundene Mikrofone umsteigen müsse. „Das ist mit den heutigen Anforderungen an die Choreographie von Aufführungen nicht mehr vereinbar. Die Künstlerinnen und Künstler brauchen die Möglichkeit, mit drahtlosen Mikrofonen auf der Bühne spielen und singen zu können."
Da Rheinland-Pfalz den Vorsitz der Rundfunkkommission der Länder innehat, müsse das Land den Fortbestand von Kulturinstitutionen aktiv schützen, meinte Schneid zutreffend. Nicht vergessen werden darf, dass nach der jüngsten Zähl Dazu-Studie rund 1,1 Millionen Personen in der deutschen Veranstaltungswirtschaft tätig sind. Diese Menschen dürfen nicht tonlos dastehen! Dafür werden sich *SOS – Save Our Spectrum* und der APWPT e.V. weiter einsetzen.

Call to Europe im November 2022

Im November 2022 äußerten sich über 70 Organisationen aus über 20 europäischen Ländern in einer gemeinsamen Stellungnahme: *Call to Europe*, darunter auch APWPT und SOS. Der Wortlaut des „Aufruf an Europa: Rettet unsere Frequenzen!" ist wie folgt:

„In Europa sehen 80 Millionen Haushalte über das untere UHF-Spektrum fern. Jährlich nutzen Millionen europäischer Veranstaltungen, Theaterstücke, Festivals und Konzerte dieses Frequenzband. Der Rundfunk und die Kreativindustrie fordern die politischen Entscheidungsträger auf, dieses Spektrum zu retten, damit die Kultur florieren kann.
Europa verfügt mit der terrestrischen Ausstrahlung über das untere UHF-Spektrum (470 – 694 MHz) über eine erschwingliche, energieeffiziente, ressourcenschonende und souveräne Übertragungstechnik. Diese funktioniert auch bei von Menschen verursachten oder natürlichen Katastrophen. Auch angesichts des Krieges vor unserer Haustür muss Europa sein Spektrum, das für die Verbreitung von Inhalten zur Verfügung steht, sichern.
Informations-, Unterhaltungs- und Bildungsinhalte müssen als umfassende Basisdienste für alle Europäer verfügbar bleiben. Ohne den Zugang zu Frequenzen wird die terrestrische Ausstrahlung über DVB-T2 nicht mehr möglich sein und die Ausstrahlung über 5G-Broadcast wird nicht stattfinden.
Auch Künstler und Programmmacher, die Nachrichten, Theaterproduktionen, Kultur-, Konzert- und Sportveranstaltungen, Konferenzen und Messen mit ihren Mikrofonen, In-Ear-Systemen und Talkback-Systemen produzieren, sind auf diese Frequenzen angewiesen. Andere Frequenzbereiche können aufgrund von Interferenzen nur sehr eingeschränkt oder gar nicht genutzt werden.
Europa muss an seinem Konsens festhalten, einen innovativen Binnenmarkt für Menschen, Kultur und Industrie zu gewährleisten. Dieser Binnenmarkt ist nun durch die internationalen Diskussionen im Vorfeld der Weltfunkkonferenz 2023 gefährdet.
Daher rufen wir die Entscheidungsträger in ganz Europa auf, die bestehende UHF-Frequenzzuweisung zu schützen: Save Our Spectrum!"

Wie viel Bedarf hat PMSE?

Bei der Beantwortung der Frage des Frequenzbedarfes hilft die neue Studie *Spectrum demand of professional wireless production tools (PMSE)* von Prof. Georg Fischer und Thomas Ackermann von der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU). Fischer macht deutlich, dass der Spektrumsbedarf erstmals anhand einer statistischen Verteilung dargestellt wird. Dazu dienen mathematische Modellierungen. Gefragt wird: Wieviel Spektrum braucht ein Event? Das hängt, wie allgemein bekannt, von vielen Faktoren, etwa Größe und Dynamik des Ereignisses, ab. Fischer und Ackermann gehen aber noch einen Schritt weiter. Sie stellen die Frage: Wie viel Prozent aller Veranstaltungen sind nicht mehr möglich, wenn ein gewisser Teil des Spektrums für PMSE (Funkmikrofone, usw.) wegfällt?

Diese Sicht auf Events und ihren Spektrumsbedarf ist innovativ. Ausgangspunkt von Berechnungen muss dabei immer der Spitzenbedarf einer Veranstaltung sein. Warum? Reine Durchschnittswerte bei der Frequenzbelegung sind nicht nützlich. Vergleichen kann man das mit der Fahrt auf einer Autobahn: Wer meist 120 km/h fährt, manchmal aber 180 km/h, fährt im Durchschnitt vielleicht 140 km/h, und könnte doch mit einem Auto, das maximal 160 km/h fährt, nichts anfangen. Denn viele Fahrten wären dann nicht mehr wie bisher möglich. Also ist der Bedarf bis 180 km/h anzunehmen. Genauso ist es bei einem Event. „Man kann hier nicht auf Kante nähen", sagt Fischer: „Man muss Reserven haben."

Fischer nennt das Beispiel der Telefonnutzung. Diese schnellt zu einem Zeitpunkt des Jahres immens in die Höhe – nämlich in der Silvesternacht zum Jahreswechsel. Auch dann müssen noch Leitungen frei sein, nicht zuletzt, um notfalls Rettungsdienste alarmieren zu können. Solche Reserven braucht auch PMSE. Trotzdem

sind Fischers Annahmen noch konservativ. Aus zwei Gründen: Zum einen zeigen Spektrumsbeobachtungen, dass es zusätzliche Nutzungen außerhalb der Planung gibt. Oft ist mehr Bedarf da, als zunächst geplant wurde. Zum zweiten werden manche Events inzwischen schon so eingeschränkt geplant, dass gar nicht alle künstlerischen Erfordernisse berücksichtigt werden. Hier wird der Frequenzmangel bereits antizipiert.

Fischer nennt Beispiele seiner Berechnungen. Wenn man als PMSE 20 % des Spektrums verliert, sind 10 % aller Veranstaltungen nicht mehr möglich. Müsste PMSE sogar 70 % seines Spektrums abgeben, gingen 60 % der Veranstaltungen verloren. „Abhängig davon, wieviel MHz ich verliere, desto weniger Events können stattfinden", sagt Fischer.
Aber, wie beschrieben, sei das konservativ gerechnet. Viele Tonmeister und Choreographen würden eine geringere Frequenzausstattung von vornherein antizipieren und auf besondere Events oder Teile davon verzichten. Solche Besonderheiten könne man dann in Las Vegas sehen, aber nicht in Mitteleuropa. „Über Spektrumsbeobachtungen werden wir den gewünschten Bedarf nicht ermitteln", unterstreicht auch Matthias Fehr, der seit Jahrzehnten Funkanwender berät und im Vorstand des APWPT aktiv ist.

Gibt es bereits heute Einschränkungen, von denen wir wissen? Ja! Im Januar 2021 gingen schon drei Prozent aller Veranstaltungen nicht mehr wie geplant in Deutschland über die Bühne. Bereits heute ist also ein Frequenzmangel deutlich. Technische Wunderlösungen gibt es für das Problem nicht. Breitbandsysteme (WMAS) müssen sich erst noch beweisen, sagt Fischer. Mehr Antennen seien keine Option für körpergetragenes Equipment wie unter Kostümen. Und andere Frequenzbereiche als der niedrige UHF Bereich kommen aus physikalischen Gründen nicht in Betracht, denn dann könnte man sich als Artist oder Sänger nicht mehr auf der Bühne bewegen.
Auch ein Ausweichen auf Frequenzbänder, die früher den Mikrofonen gehörten und nun dem Mobilfunk zugewiesen sind, ist mangels Interferenzrisiko nicht möglich. Zudem: Bei Events sind neben vielen PMSE-Anwendungen auch viele Mobiltelefone im Einsatz. Oft muss man sich heutzutage so durchwurschteln. Manche Probleme bei der indoor-Nutzung können etwa durch dicke Wände abgefangen werden. Dann gilt aber das Prinzip Hoffnung, um nicht zu sagen, das Prinzip Glück.

Die Kernergebnisse der Studie

1.) Niedrige Frequenzen im Bereich zwischen 470 und 694 MHz sind für Kultur und Events sehr wertvoll. Grund ist, dass die Wellenlänge dieser Frequenzen größer als der Körperdurchmesser ist. Diese Beziehung ist entscheidend für die Richtwirkung. Wären die Wellenlänger kleiner als der Körperdurchmesser, würde man den Künstler auf der Bühne nicht mehr hören, wenn er sich umdreht. Denn dann strahlt die Antenne in die falsche Richtung. Bei 470 bis 694 MHz besteht das Problem nicht. Bei höheren Frequenzen sind dagegen Fading, Schwund und Qualitätsprobleme zu beobachten.
Herausforderung ist das body worn equipment. Es ergeben sich hohe Dämpfungen der Funksignale, als Konsequenz daraus, dass die Antennen nahe am Körper, wenn nicht sogar direkt auf dem Körper platziert sind. Niedrige Frequenzen sind notwendig, damit man den Künstler auf der Bühne verstehen kann.

2.) Die PMSE-Community macht ihre Hausaufgaben, verbessert ihre Technik. Aber: Niedrige Frequenzen kann man aus physikalischen Gründen nicht durch höhere Frequenzen ersetzen.
Breitbandsysteme können helfen. Der Rundfunk hat DVBT, der Mobilfunk LTE als Breitbandsysteme. Jetzt sind auch für PMSE solche Systeme (WMAS) erlaubt. Ihr Vorteil: Bei Events lässt sich der Mikrofoneinsatz besser justieren und die Qualität besser aufteilen. Man gewinnt an Robustheit. Allerdings braucht man für Breitbandsysteme zusammenhängende Frequenzbereiche. Der Frequenzbedarf sinkt also nicht, zumal die Zahl der Veranstaltungen in Europa steigt.

3.) Und der Mobilfunk? Wegen Breitbandversorgung meinen viele, dass Mobilfunkbetreiber mehr Bandbreite = mehr Spektrum [MHz] brauchen. Falsch! Was die Nutzer brauchen ist mehr Kapazität [bit/s]. Mit MIMO kann man aus fester Bandbreite [MHz] mehr Kapazität [bit/s] rausholen. Wir brauchen eine Kapazitätsoffensive, keine Breitbandoffensive!

Neue Allgemeinzuteilung

Darüber hinaus gibt es eine positive Nachricht für alle Nutzer drahtloser Mikrofone. Es existiert eine neue Allgemeinzuteilung. Die Verfügung der Bundesnetzagentur gilt für den Bereich zwischen 736-753 MHz sowie eine Erweiterung von 694 auf 698 MHz. Die Bundesnetzagentur hatte bereits vor einiger Zeit den Bereich zwischen 470 und 694 MHz für die professionelle Nutzung drahtloser Mikrofone allgemeinzugeteilt. Dadurch entfielen für 18.000 Einzelzuteilungen die Zuteilungsgebühren und Frequenznutzungsbeiträge. Die nun erfolgte Allgemeinzuteilung hilft enorm. Kosten fallen weg. Allerdings darf die Entscheidung nicht darüber hinwegtäuschen, dass die allermeisten Nutzungen im Bereich zwischen 470 und 694 MHz stattfinden. Die Kulturfrequenzen müssen also dauerhaft geschützt werden.

Wolfgang Bilz ist Vorsitzender der Industrieorganisation APWPT e.V. Er ist Mitglied des Spectrum und Regulatory Teams von Shure, das für die Europa zuständig ist. Seit mehreren Jahren nimmt er an nationalen und internationalen Regulierungsgruppen teil, darunter ITU-R, CEPT, ETSI.

Jochen Zenthöfer ist Sprecher der Initiative „SOS – Save Our Spectrum". Der ausgebildete Journalist und Jurist kümmert sich um Kommunikation, Recht und Datenschutz für die PMSE-Community. Er hat die beiden Call to Europe zum Schutz der europäischen Kulturfrequenzen in 2022 mit initiiert.