

## NFT-QSL auf der Ethereum Blockchain

Radiokontakte verflüchtigen sich schnell. Kaum ist ein QSO gelungen, sind die Wellen wieder verschwunden. Deshalb hat sich im Amateurfunk schon früh ein System zur Bestätigung und bleibenden Dokumentation von Funkverbindungen entwickelt: die QSL-Karte. Das Verschicken von traditionellen QSL-Karten in Papierform „direkt“ oder „via Büro“ erfreut sich weiterhin großer Beliebtheit, der Großteil an Bestätigungen läuft aber inzwischen online über elektronische Datenbanken mit Webportal wie Logbook of the World, eQSL.cc oder clublog.org u.v.m.<sup>1,2,3</sup>. Statt mit der eigenen Unterschrift werden online QSL durch passwortgeschützte Benutzerkonten und digital signierte Logbücher bestätigt.

Die aktuell populären online Datenbanken haben eine zentralisierte Architektur. Abgesehen von der unwahrscheinlichen (aber realen) Möglichkeit, dass die zentrale Stelle das QSL System abschalten könnte oder ein Hackerangriff zu Datenverlust führen kann, unterscheiden sich die online Datenbanken in wichtigen Details – beispielsweise in der Frage, was denn eine Entität im Sinne des Radioverkehrs sei. Die Nationen der Welt sind sich weiterhin uneinig, welche anderen Nationen sie anerkennen. Möchte man auch Inseln, Berggipfel, Burgen, Schiffe, Raumstationen oder Ereignisse (wie z.B. Marconis Geburtstag oder 100 Jahre Republik Österreich) anerkennen, dann wird diese Frage noch komplexer. Auch ist die angebbare Betriebsart eines QSOs meist nur aus einer vorgegebenen Auswahl möglich, um eine innovative experimentelle Betriebsart angeben zu können, müsste man wohl erst das ADIF-Dateiformat aktualisieren lassen. In der Praxis muss man entweder mit den aktuell gültigen Einstellungen der zentralisierten QSL Systeme leben, oder man gründet ein Neues, was zu einer Vielzahl kleinerer QSL und Diplomprogramme geführt hat.

Im Gegensatz zu zentralisierten Datenbanken werden auf einer Blockchain Datensätze dezentral gespeichert. Die Blockchain Technologie ist gerade wegen *non-fungible-Token* (NFT), also nicht austauschbarer Datensätze, in aller Munde. Diese werden derzeit hauptsächlich verwendet um digitale Kunstwerke zu verkaufen und für manche davon werden Rekordpreise gezahlt. Die Technologie ist für den Amateurfunk durchaus interessant, denn die Bestätigungen von Funkkontakten sind eben nicht austauschbare (*non-fungible*) Daten. Beispielsweise gilt meine Bestätigung nur für OE1GAQ und nicht als Kontakt mit einer beliebig anderen österreichischen Station. Jeder Funkkontakt ist einzigartig und NFTs bilden das technisch auf der Blockchain ab.

Wir haben uns angesehen, wie dezentrale QSL auf der Ethereum Blockchain funktionieren. Mehrere Webseiten ermöglichen eine einfache Erstellung, Tausch und Verkauf von NFTs. Wir haben uns für OpenSea<sup>4</sup> entschieden, welche NFTs auf der Ethereum Blockchain erstellt.

Daten auf die Blockchain zu schreiben braucht Rechenleistung und die muss bezahlt werden. Auf der Ethereum Blockchain bezahlt man Leistungen mit der Kryptowährung des Ethereum-Netzwerkes, genannt Ether. Um Kryptowährungen zu speichern, braucht man erstmal eine digitale Geldbörse (*Wallet*). Für den Firefox Browser gibt es zum Beispiel die Erweiterung MetaMask. Hat man ein Wallet erstellt (Passwort aufschreiben und gut aufheben!) kann man an einer online Börse Ether kaufen – z.B. mit Euro.

Das bringt uns gleich zu unserem wichtigsten Kritikpunkt an QSL per Blockchain NFT – den Kosten. Kryptowährungen sind in den letzten Jahren drastisch im Wert gestiegen und damit auch die Gebühren („Gas“ Fee) für eine Transaktion auf der Blockchain. Um auf OpenSea NFTs erstellen zu können,

The screenshot shows an NFT listing for a QSL card. The main image is a QSL card for a two-way QSO between OE1GAQ (Gerald Artner) and OE1VMC. The card includes a call sign, date, time, frequency, mode, and RST. Below the card, there are sections for 'Details', 'Properties', and 'Trading History'.

**QSO Details Table:**

DATE	UTC	FREQ (MHz)	MODE	RST
2021-03-07	8:54	430.500	FM	59

**Properties Table:**

Property	Value	Percentage
COMMENTS	Dear OM Chris, ...	0.49%
CONFIRMATION FOR	Two-way QSO	99%
DATE	2021-03-07	4%
FREQUENCY BAND	70 Cm	0.49%
FROM RADIO	OE1GAQ	100%
MODE	FM	4%
MY CO-ZONE	15	100%
MY ITU-ZONE	28	100%
MY Maidenhead locator	JN8See	99%
REPORT SENT	59	3%
TIME (UTC)	8:54	0.49%
TO RADIO	OE1VMC	0.49%

**Trading History Table:**

Event	Price	From	To	Date
Transfer		Gerald_Artner	Christoph_Mecklenbrae...	2 months ago
Created		NullAddress	Gerald_Artner	2 months ago

Abbildung 1: Screenshot unseres ersten getauschten NFT QSL. Man zahlt für die untersten beiden Zeilen. Der Transfer des Besitzers ist auf der Blockchain gespeichert.

wird eine Registrierung benötigt, die damals etwas über 100 € gekostet hat. Danach kann man Mediendateien gratis hochladen. Diese bleiben erstmal nur Bilder und Text auf einer Webseite und erst mit dem Versenden/Verkaufen werden Transaktionsgebühren (Gas) fällig. Das Versenden oder Verkaufen eines NFT auf der Ethereum Blockchain kostet derzeit rund 30 €. Verglichen dazu sind zentrale online QSL Systeme praktisch gratis; man zahlt nur für Premium Accounts und Diplome.

Wir haben es trotzdem getestet und im März NFT QSLs zwischen OE1GAQ, OE1VMC und OE1XTU getauscht. Um einen NFT zu erstellen, lädt man eine Mediendatei hoch und fügt Text hinzu. Für unsere ersten NFT waren das einfach Scans unserer QSL Karten, das macht die Sache auch recht anschaulich. Zusätzlich haben wir die QSO-Daten (Rufzeichen, Frequenzband, Locator, Rig, etc.) als Beschreibung (*Description*) und Eigenschaften (*Properties*) eingegeben. Ein NFT QSL sieht dann etwa so aus wie der in Abbildung 1.

Da das Erstellen von NFTs erstmal gratis ist und nur der Transfer kostet, haben wir noch weitere Überlegungen angestellt und als NFT getestet; aber ohne für einen Transfer zu zahlen. Zunächst braucht man keinen Scan einer Papierkarte, weil der NFT bereits die QSO Daten als Text enthält. Man ist auch nicht an Fotos gebunden, wie bei der Rückseite einer QSL Karte. Der NFT kann beispielsweise als Video eine animierte Version der Papierkarte sein. Bei experimentellen Übertragungsverfahren können Videos die Besonderheiten des QSOs veranschaulichen. Hier haben wir zwei NFTs für QSOs mit Kanalmodulation erstellt. Bei diesen Übertragungsverfahren wird die Information durch die Auswahl der Funkkanäle übertragen anstatt sie auf ein Trägersignal zu modulieren.

Weitere Überlegungen brachten uns auf ein Thema, das bis jetzt in QSL Systemen nicht behandelt wurde: Evidenz. In derzeit verbreiteten QSL Systemen bestätigt eine Station die Korrektheit der QSO Daten durch eine dem Rufzeichen zugeordnete Unterschrift, digitale Signatur, Benutzerkonto, oder Ähnliches. Die Mediendatei kann zusätzlich Evidenz liefern, dass ein QSO tatsächlich stattgefunden hat. Für Sprachverbindungen haben wir den NFTs Audioaufnahmen der QSOs hinzugefügt und für digitale QSOs Videoaufnahmen des Bildschirms (siehe Abbildung 2). Für die Audioaufnahmen haben wir vorher das Einverständnis der Gegenstation eingeholt.

SWL Stationen können beim Sammeln von Evidenz helfen und wir haben auch einen SWL Report als NFT angelegt.

Mediadateien können nicht nur Evidenz für QSOs liefern, sondern dokumentieren auch Störungen für die Bandwacht. Wir finden, dass die endgültige Entscheidung, ob ein erfolgreicher QSO stattgefunden hat, aber immer bei der Station selbst liegen sollte und haben auch ein paar „Not in Log“ NFTs erstellt.

Sollten sich QSL auf der Blockchain nach der Experimentierphase als praktikabel erweisen, könnte man Diplomprogramme als Smart Contracts umsetzen, welche die QSL auf der Blockchain auswerten, und die Diplome dann wiederum als NFT auf die Blockchain setzen. Standortdaten können zuerst als Maidenhead Locator oder GNSS Koordinaten dezentral gespeichert werden. Die Entscheidung, wie geografische Positionen mit Nationen, Inseln, oder Berggipfeln übereinstimmen, kann später in den Smart Contracts der Diplomprogramme getroffen werden.

Die Kosten sind derzeit sicher das größte Hindernis. 1,80 EUR für eine Briefmarke ist schon viel um QSL-Karten per Post zu verschicken, 0,01 ETH für die Gas Fee sind definitiv zu viel um NFT-QSL auf der Blockchain zu übertragen. Überhaupt ist fraglich, ob das Konzept von Besitz bei NFTs für ein QSL System sinnvoll ist. Die meisten Bestätigungen werden hauptsächlich für die involvierten Stationen wertvoll sein.

73 de Gerald OE1GAQ,  
es Chris OE1VMC

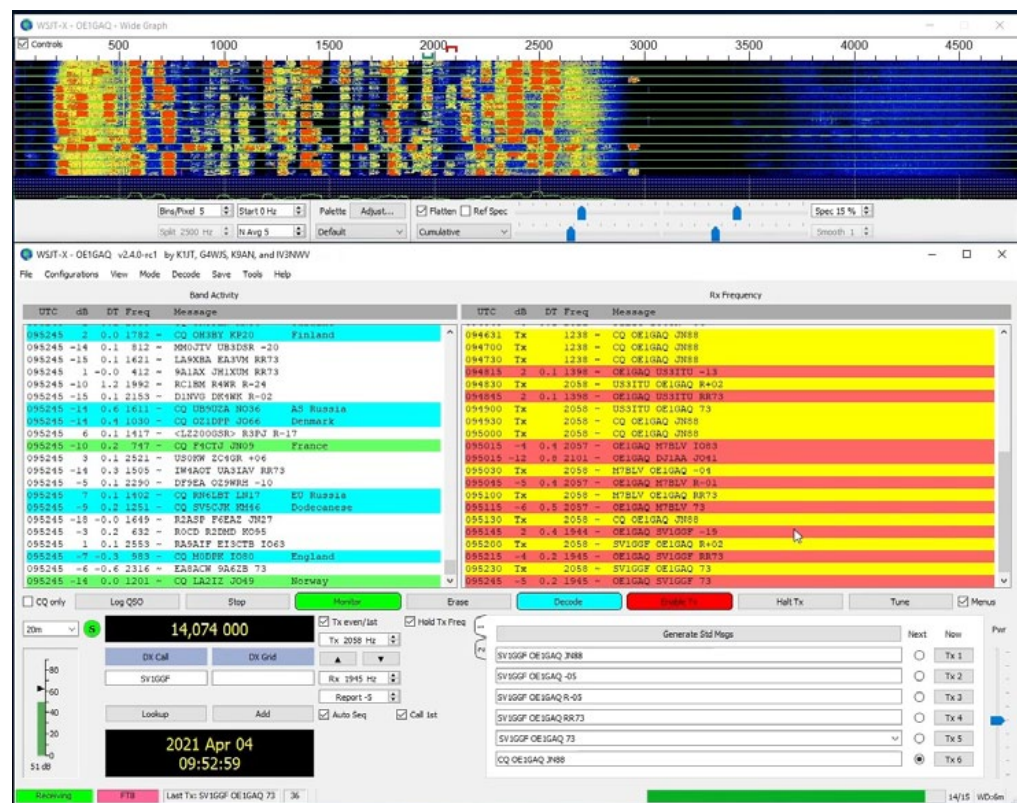


Abbildung 2: Videoaufnahme des Bildschirms als Evidenz für einen FT8 QSO.

## Links

- [1] [lotw.arrrl.org](http://lotw.arrrl.org)
- [2] [eQSL.cc](http://eQSL.cc)
- [3] [clublog.org](http://clublog.org)
- [4] [opensea.io](http://opensea.io)