

De toekomst van draadloze radio: dab+

Eindverslag Digital Sound

Vakcode: LIX012B05

Opleiding: Informatiekunde

Laurence Arnold S2702150
Docent: dr. G.M. Welling
Rijksuniversiteit Groningen
Roden, 7 november 2015
Aantal woorden: 2635

Inleiding

Over enkele jaren is fm-radio grotendeels verleden tijd. De digitale opvolger staat al jaren klaar in de vorm van dab+. De belangstelling voor deze techniek groeit de laatste jaren pas echt. Dit komt omdat er sinds twee jaar ook Nederlandse zenders via dab+ te beluisteren zijn. Daarnaast verschijnen er ook steeds meer geschikte radio's en receivers die met dab+ overweg kunnen. Wat zijn de voor- en nadelen van deze radiotechniek, hoe werkt het precies en wat zijn de ontwikkelingen in Nederland?

1 Historie van dab+

Dab staat voor Digital Audio Broadcasting en is sinds 1993 beschikbaar om radio-uitzendingen mee te verspreiden. Sinds 2004 werden er al in grote delen van Nederland uitzendingen van de publieke omroep verspreid via dab. Het kabinet wilde echter een verdere uitrol van dab voorkomen omdat de technische opvolger er al aan kwam. In 2007 kwam de opvolger van dab in de vorm van dab+. De originele dab-standaard is gebaseerd op de MPEG1 Layer II standaard, ook wel bekend als MP2, de voorloper van MP3. In 2011 werden de fm-radio vergunningen van de landelijke commerciële radiozenders verlengd. Hierbij werd de verplichting gesteld dat deze zenders uiterlijk 1 september 2013 moesten beginnen met het uitzenden via de dab+ standaard. Inmiddels is het netwerk landelijk dekkend. Wie een geschikte ontvanger heeft kan daarom al gebruik maken van dab+. Toch wordt het nog veel minder gebruikt dan fm-radio door de langzame integratie in de hardware. <http://nl.hardware.info/reviews/4765/noxon-dab+-stick-review-digitale-radio-in-nederland>

2 Werking van dab+

DAB werkt volgens het Single Frequency Network principe, waarbij verschillende zendmasten dezelfde data op dezelfde frequentie uitzenden. Dit heet een multiplex-kanaal. Hierdoor zijn er geen signalen die met elkaar in conflict komen, in tegenstelling tot fm-radio. Iedere geschikte ontvanger splitst het signaal op in individuele zenders op waardoor er naar radiozenders kan worden geluisterd (Dijkhuizen, 2015).

2.1 AAC-codec

Om de werking van dab+ te begrijpen is het van belang om de achterliggende codec te begrijpen.

'Een codec, voluit compressor-decompressor, is een software algoritme dat audio en/of video, zoals films, kan omzetten in een speciaal formaat (encoderen) en afspelen (decoderen).' <http://codecpack.nl/uitleg.htm>

Dab+ maakt gebruik van dezelfde fysieke infrastructuur als dab maar gebruikt een veel efficiëntere MPEG4 HE-AAC v2 codec. HE-AAC v2 staat voor High Efficiency Advanced Audio Coding version 2. AAC maakt gebruik van relatief lage bitrates maar kan toch voor een goed geluid zorgen.

Het AAC (Advanced Audio Coding) algoritme komt in verschillende varianten, afhankelijk waarvoor het wordt gebruikt. De meest gebruikte versies van AAC zijn:

- MPEG-2 AAC: de originele standaard codering.
- MPEG-4 AAC-LC: LC staat voor 'low complex', dus de versimpelde versie.
- MPEG-4 HE AAC: 'high efficiency version' van AAC-LC inclusief SBR (Spectral Band Replication).
- MPEG-4 HE AAC v2: hetzelfde als HE AAC maar dan met PS (Parametric Stereo coding).

(Hoeg and Lauterbach, 2009)

DAB+ maakt zoals genoemd gebruik van de HE AAC v2 codec. Deze codec heeft de volgende twee belangrijke eigenschappen:

- Spectral band replication (SBR).
- Parametric stereo (PS).

(Hoeg and Lauterbach, 2009)

De HE AAC v2 codec bestaat in totaal uit 3 onderdelen: de AAC coder, het SBR blok en het PS blok. De AAC coder voert de transformatie van audio uit en genereert daarbij een set parameters voor ieder audio gedeelte. Deze parameters zijn gebaseerd op de 'psychoacoustically' (de relatie tussen geluid en hun psychologische effect <http://www.thefreedictionary.com/psychoacoustical>) factoren van het audiosignaal. Aangezien er relatief lage bitrates worden gebruikt, wordt de bandbreedte van het audiosignaal geanalyseerd om er zeker van te zijn dan er geen storingen ontstaan (Hoeg and Lauterbach, 2009).

Om de beperking van een eventuele lage bandbreedte ongedaan te maken is het SBR gedeelte van de codering in het leven geroepen. SBR zorgt ervoor dat de hogere frequenties van de audio bewaard blijven. De hoeveelheid data die hiervoor geanalyseerd wordt is vele malen kleiner dan conventionele AAC coder voor elkaar kan krijgen. De reden hiervoor is

dat SBR gebruik maakt van de beschikbare bitrates van de lage frequenties. De hoge frequenties worden vervolgens gegenereerd door de lage frequenties te analyseren en daarnaast nog toegevoegde informatie te gebruiken. Daarom kan SBR de volledige bandbreedte coderen met een lagere bitrate. Verder wordt er ook efficiënter omgegaan met bitrates door 'redundancy' (informatie die meer dan één keer voorkomt) aan te pakken. Dit gebeurt door het audiosignaal naar mono om te zetten maar deze wel op te slaan met stereo informatie om zo dichterbij de originele kwaliteit te komen. Hier zorgt het Parametric stereo (PS) gedeelte voor (Hoeg and Lauterbach, 2009).

Parametric stereo is een combinatie van toegevoegde informatie en monogeluid. De audio wordt tegenovergesteld gecodeerd als gewoon stereogeluid. Vervolgens creëert de decoder van het monogeluid en de bijhorende toegevoegde informatie het stereogeluid, aldus Hoeg and Lauterbach (2009).

Ook wordt er gebruik gemaakt van Huffman encoding (Hoeg and Lauterbach, 2009). Hierbij wordt een bestand kleiner gemaakt (gecomprimeerd) door een tabel te creëren met gegevens over hoe vaak een bepaald element in een bestand voorkomt. Deze tabel wordt vervolgens uitgelezen waardoor het bestand dezelfde info heeft behouden maar nu kleiner is dan voorheen. <https://www.cs.cf.ac.uk/Dave/Multimedia/node210.html>

Al deze methodes bij elkaar zorgen ervoor dat momenteel de HE-AAC v2 audio codec de meest efficiënte manier van audiocompressie is. HE-AAC v2 zorgt ervoor dat er tot drie keer meer ruimte is per multiplex-kanaal dan de originele dab standaard. Zo biedt een audiokanaal met 40 kbps met HE-AAC v2 codering dezelfde kwaliteit (en soms beter) dan een MPEG Audio Layer II met 128 kbps waarop de originele dab is gebaseerd (Hoeg and Lauterbach, 2009). Onder andere Apple maakt hierom gebruik van de AAC codering bij een aankoop vanuit iTunes voor muziek.

De efficiëntie van de HE-AAC v2 codering komt duidelijk naar voren in figuur 1. Hierin staat een vergelijking met andere audioformaten qua gebruikte bitrates. In figuur 1 valt goed te zien hoe relatief laag de gebruikte bitrate is.

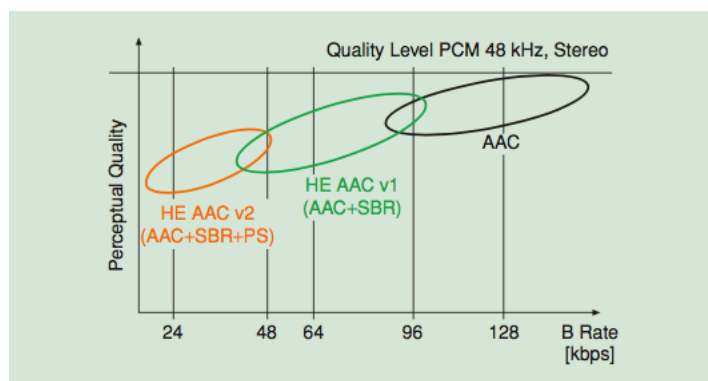
In figuur 2 zie je dat door het toevoegen van een coderingsmiddel het bereik waarin er efficiënt kan worden gewerkt steeds groter wordt naarmate de beschikbare data steeds lager wordt. Dit komt omdat HE-AAC v2, HE-AAC en de AAC codering varianten van elkaar zijn. Ook valt te zien hoe HE-AAC v2 relatief goede geluidskwaliteit kan aanbieden met een lagere bitrate (Herre and Dietz, 2008).

De precieze uitwerking en beschrijving van alle gebruikte methodes in de AAC codering is niet het doel van deze paper. Het doel van paragraaf 2.1 is om te laten zien dat alle bovenstaande principes worden gebruikt om een hogere audiokwaliteit te creëren met een lage bitrate dan mogelijk is met andere audiatechnieken op de markt. Meer informatie staat in Hoeg and Lauterbach (2009) en Herre and Dietz (2008).

System	Examples of codecs	Typically used bit rates [kbit/s]
DAB+	AAC/HE-AAC	32 ... 128
DAB	MPEG-1/2 Layer II	64 ... 192
DVB	MPEG Layer II Dolby Digital	192 ... 256 (stereo)**, 448 (stereo + multichannel)
Blu-ray disks	PCM*/Lossless coding	≥ 6 Mbit/s (stereo + multichannel)
DVD	PCM*/DTS/Dolby Digital	2304 (stereo), 640 ... 1500 (multichannel)
Online music catalogs	FLAC*	≥ 800 (stereo)
Web streaming	MPEG-1 Layer III/Windows Media Audio/AAC	32 ... 320, 128 typical
iTunes	AAC	128 ... 256
Spotify	Ogg Vorbis	96 ... 320
Wimp	AAC/HE-AAC	64 ... 256

* In PCM (Pulse Code Modulation) and FLAC (Free Lossless Audio Codec) no lossy data compression has been used.
 ** Bit rates used in Sweden.

Figuur 1: Voorbeelden van codecs en de bijhorende bitrates uit Hoeg and Lauterbach (2009)



Figuur 2: HE-AAC v2 vergeleken met andere versies van AAC uit Herre and Dietz (2008)

2.2 Sample- en bitrates van dab+

De sample rate is het aantal metingen per seconde dat de audio wordt geanalyseerd en vastgelegd. De sample rate wordt vastgelegd in kHz. Hoe hoger de sample rate hoe beter de originele golf van het originele geluid kan worden benaderd zo bleek uit het hoorcollege van week 2 van Digital Sound.

Met deze kennis over sample rates is het makkelijker om te kijken naar de sample rates van dab+. Zo gebruikt dab met Audio Layer II twee samples rates: 24 en 48 kHz. Met dab+ in combinatie met HE AAC v2 zijn er vier mogelijke sample rates: 16, 24, 32 en 48 kHz. Als je de hoogste twee waardes door de helft doet krijg je 16 en 24 kHz. Dit is de stelling van Nyquist: alleen de frequenties die kleiner of gelijk zijn aan de helft van de Sample Rate kunnen worden gerepresenteerd zo is genoemd in het hoorcollege van week 2 van Digital Sound.

De geleverde sample rates worden gebruikt door de AAC coder. Als SBR niet wordt gebruikt wordt er gebruik gemaakt van de 32 of 48 kHz sample rate door de AAC coder, wat neerkomt op een bereik van 16 of 24 kHz. Het SBR algoritme handelt vervolgens de volledige gesampelde versie van de audio af (Hoeg and Lauterbach, 2009).

'Bitrate can be described also as the amount of data transferred in a given time, usually in a second, and is most often measured in one of three ways: bps (bits per second), kbps (kilobits

Sub-channel index, s	Sub-channel size [kbps]	Bit-rate available for audio [kbps]			
		AAC core sampling rate			
		16 kHz	24 kHz	32 kHz	48 kHz
1	8	6,733	6,533	6,267	5,800
2	16	14,067	13,867	13,600	13,133
3	24	21,400	21,200	20,933	20,467
4	32	28,733	28,533	28,267	27,800
5	40	36,067	35,867	35,600	35,133
6	48	43,400	43,200	42,933	42,467
7	56	50,733	50,533	50,267	49,800
8	64	58,067	57,867	57,600	57,133
9	72	65,400	65,200	64,933	64,467
10	80	72,733	72,533	72,267	71,800
11	88	80,067	79,867	79,600	79,133
12	96	87,400	87,200	86,933	86,467
13	104	94,733	94,533	94,267	93,800
14	112	102,067	101,867	101,600	101,133
15	120	109,400	109,200	108,933	108,467
16	128	116,733	116,533	116,267	115,800
17	136	124,067	123,867	123,600	123,133
18	144	131,400	131,200	130,933	130,467
19	152	138,733	138,533	138,267	137,800
20	160	146,067	145,867	145,600	145,133
21	168	153,400	153,200	152,933	152,467
22	176	160,733	160,533	160,267	159,800
23	184	168,067	167,867	167,600	167,133
24	192	175,400	175,200	174,933	174,467

Figuur 3: bitrates voor dab+

per second), or *mbps* (*megabits per second*).’ <http://www.certiology.com/tech-terms/bits-and-bytes/bitrate.html>.

In deze paper wordt bitrate gebruikt met de eenheid kilobits per second, afgekort tot kbps. Dit is de meest gebruikte eenheid in combinatie met audioformaten. Terugkomend op dac+ als er bijvoorbeeld een 48 kHz gesampelde audiostroom wordt afgespeeld via dab+ dan wordt deze gecodeerd via SBR met een bitrate van 40. In dit geval is de gerealiseerde sample rate gebruikt door de AAC coder 24 kHz (gehalveerd van 48 kHz). Dan neemt de AAC coder het frequentiegebied van 0 tot 12 kHz op zich, terwijl de SBR het gebied van 12 tot 24 kHz van de audio regelt (Hoeg and Lauterbach, 2009).

De dab+ ontvanger maakt gebruik van de 24kHz sample rate voor de AAC coder maar sinds de ontvanger een SBR decoder heeft, zal de gedecodeerde audio worden gesampled op een volledige bandbreedte met een sample rate van 48 kHz. Op hogere bitrates is SBR niet nodig, dan worden namelijk de volledige sample rates van 32 en 48 kHz gebruikt. De sample rate van 32 kHz en het bijhorende 16 kHz bereik zorgt voor meer flexibiliteit bij lagere bandbreedtes als het audiomateriaal hiervoor geschikt is, bijvoorbeeld bij spraak. De spraak van de mens heeft een bereik tussen de 100 en 1200 Hertz, zo is genoemd in het hoorcollege van week 4 van Digital Sound. Om een vergelijking met fm-radio te maken: fm-radio heeft een bereik tot 15 kHz, wat binnen een sample rate van 32 kHz zal vallen. Dab+ zit hier ruim boven, zoals ook in figuur 3 te zien is. In figuur 3 staan de gerealiseerde bitrates in combinatie met elke sample rate.

3 Voordelen

Het belangrijkste voordeel van dab+ radio is dat de ontvangst storingsvrij is. Er is geen ruis of gekraak aanwezig. Dit komt omdat het signaal digitaal is. Digitale audiostreams bevatten alleen maar bits & bytes met enen en nullen die met een bepaalde bitsnelheid op de ontvanger terechtkomen. Of je hoort een radio-uitzending of je hoort niets. Daarnaast wordt zoals eerder genoemd bij dab + niet boven de 15.000 Hz de geluidskwaliteit weggehaald, in tegenstelling tot fm-radio. Het frequentiebereik is daarom breder dan bij fm-radio. Een onderzoek van de Europese uitzendorganisatie EBU met een groot testpanel wees de geluidskwaliteit van 64 kbps HE-AAC aan als 'Excellent'. Zelfs zenders met een kwaliteit van 48 kbps zijn prima aan te horen, het EBU panel klassificeert 48 kbps HE-AAC als 'Good to Excellent'. Zenders bieden hun uitzendingen meestal met een bitsnelheid van maximaal 96kbps aan wat voor goede geluidskwaliteit zorgt in vergelijking met fm-radio. <http://nl.hardware.info/reviews/4765/noxon-dab+-stick-review-digitale-radio-in-nederland>

Daarnaast zijn dab+ ontvangers in staat om via verschillende zendmasten tegelijk te ontvangen waardoor er een sterk signaal aanwezig is. Een ander voordeel is dat er nu veel meer data meer kan worden verzonden door gebruik te maken van Programme-Associated Data, afgekort tot PAD (Hoeg and Lauterbach, 2009). Hiermee kunnen er lange lappen tekst en zelfs beeld met een radiob bericht mee worden gestuurd, zoals een weerbericht of een albumafbeelding. Ook kan er meta-informatie over een liedje worden meegestuurd. Denk hierbij aan gegevens over de artiest of het muziekalbum van het liedje (Dijkhuizen, 2015).

Bovendien kan je bij dab+ de zender uit een lijst kiezen met de naam en hoef je niet meer de bijhorende frequentie te weten. Als de radio naar zenders zoekt is het resultaat een op naam gesorteerde lijst met gevonden zenders. Deze lijst kan je door het hele land gebruiken want door de multiplex-kanalen hoef je niet meer te wisselen van frequentie terwijl je van locatie verandert. Ook is het ook mogelijk via de naam naar een zender te zoeken. Als er nog meer van dab+ gebruik gemaakt wordt, kan een zender via de naam vinden een groot praktisch voordeel zijn.

Ten slotte liggen er voor dab+ in de toekomst ook nog leuke toepassingen in het verschiet. Een voorbeeld is het *Mobile Platform for Efficient Traffic Information Services* project. De reden dat dit project is opgericht is de steeds groter wordende verkeersdruk in Europa. Deze verkeersdruk leidt tot steeds meer files. Dab+ kan volgens de projectmakers een belangrijke rol spelen om de filedruk te verminderen of zelfs helemaal weg te halen.

Via dab+ kunnen er locatiegegevens worden gebruikt, terwijl er genoeg capaciteit is om ook nog andere gegevens mee te sturen. Het ontwikkelde systeem zorgt ervoor dat uitgebreide verkeersinformatie wordt weergegeven. Hierdoor kan het systeem er voor zorgen dat auto's op de juiste route worden gestuurd in geval van bijvoorbeeld een verkeersopstopping. Het systeem past de informatie continu aan als de verkeerssituatie verandert. Het project beslaat het geheel van data verzamelen, verwerken en het uitzenden aan de ontvanger, allemaal in samenwerking met het navigatiesysteem. Er zijn al testen geweest met dit systeem en de uitkomsten waren erg positief. De testen besloegen actuele file-informatie, wegwerkzaamheden,

plaatselijke waarschuwingen, snelheidslimieten en verkeersinformatie van de radio-omroepen. Deze testen laten het potentieel zien van de toekomst van intelligente verkeersinformatie met dab+ in de hoofdrol (Hoeg and Lauterbach, 2009).

4 Nadelen

Om dab+ te ontvangen heb je wel de juiste hardware nodig. Aangezien thuis en op het werk de meerheid van de mensen naar radio via de kabel, internet- en streamingaudio luisteren zoals Spotify of Tune in Radio, zal dab+ geen grote invloed hebben in een huis. Daarentegen is dab+ ideaal voor in de auto zoals hierboven ook al is uitgelegd. De meeste autofabrikanten leveren al auto's met de juiste hardware maar missen de bijhorende geschikte ontvanger voor dab+. Voor bestaande auto's zijn er ook losse autoradio's te verkrijgen om dit probleem op te lossen.

Ook de dekking van dab+ moet nog een stuk beter. Binnenhuis is het momenteel nog niet goed mogelijk om dab+ radio te ontvangen. In een auto, bus of trein is de verbinding in orde. Verder is de dekking tussen publieke en commerciële zenders verschillend omdat ze op verschillende multiplexen uitzenden. Daarnaast is het niet mogelijk om naar Nederlandse zenders te luisteren vanaf het buitenland. Dab+ is daarom regiogebonden (Dijkhuizen, 2015).

5 Dab+ in Nederland

Het aanbod van dab+ is al vrij groot. Zo heeft de multiplex van de publieke omroep alle van de FM- en AM-band bekende publieke zenders. De commerciële omroepen zijn ook vertegenwoordigd met de bekendste zenders. Voor een compleet overzicht kan je kijken op <http://digitalradio.nl/>.

Bij de frequentieveiling van 2011 heeft het ministerie van economische zaken afgedwongen dat iedere zender ook een tweede zender aanbiedt op DAB+ om zo op de nieuwe digitale radio al direct meer aanbod te hebben dan via FM. Vaak komt die tweede zender uit eigen stal. <http://nl.hardware.info/reviews/4765/noxon-dab+-stick-review-digitale-radio-in-nederland>
Om de dekking (binnenhuis) in Nederland te verbeteren zullen er vanaf 2015 steeds meer actieve zendmasten zijn die dab+ zullen ondersteunen. KPN heeft van de Nederlandse Publieke Omroep (NPO) de opdracht gekregen om deze infrastructuur zo aan te passen dat er volgend jaar zowel betere buiten- als binnendekking aanwezig is. Daarvoor worden er 24 extra zenders geplaatst. <http://corporate.kpn.com/kpn-actueel/nieuwsberichten-1/kpn-verbetert-ontvangst-dab.htm>

6 Conclusie

Dab+ is nog niet voldoende geïntegreerd in de samenleving om een aanzienlijk verschil te kunnen maken. Door de hoge efficiëntie van de gebruikte codec en de bijkomende voordelen zoals PAD heeft dab+ alles in huis om dit verschil wel te kunnen maken. Auto- en smartphonefabrikanten zullen dab+ standaard volledig moeten integreren om fm-radio voorbij te kunnen streven qua gebruik. De infrastructuur is in Nederland al grotendeels aangelegd, al moet het bereik binnenhuis nog beter. Sinds hier aan gewerkt wordt zal volgend jaar alles klaar zijn om dab+ door te laten breken. Het is aan de fabrikanten om dit te laten gebeuren.

Referenties

Maikel Dijkhuizen. Radio voor audiofielen. *Computer Idee*, (17):24–26, 2015.

J. Herre and M. Dietz. Mpeg-4 high-efficiency aac coding [standards in a nutshell]. *Signal Processing Magazine, IEEE*, 25(3):137–142, May 2008. ISSN 1053-5888. doi: 10.1109/MSP.2008.918684.

Wolfgang Hoeg and Thomas Lauterbach. *Digital audio broadcasting: principles and applications of DAB, DAB+ and DMB*. John Wiley & Sons, 2009.