

BOOT Managers of meerdere besturingssystemen op één en dezelfde pc selecteren!

Inhoud

- Een PC Opstarten
- PC Firmware
 - BIOS/UEFI
 - Schijforganisatie (MBR/GPT)
 - EFI
 - EFI Toegang
- Boot managers
 - AN Launcher/rEFInd/AirBoot

Opstarten / Booten

- Opstarten is het proces waarbij een besturingssysteem wordt geladen en gestart. Het proces begint wanneer de computer wordt aangezet (door middel van de aan/uitknop of via een softwareopdracht) en eindigt wanneer het besturingssysteem in het geheugen wordt geladen en gestart.
- Wanneer de computer wordt aangezet, is er geen programma in het hoofdgeheugen (RAM) van de computer. Het opstart programma bevindt zich in de firmware (EEPROM/NVRAM) op het moederbord. Dit programma wordt dan door de CPU uitgevoerd, om zo het systeem op te starten.

Booten/Opstarten

- Het is vaak mogelijk om tijdens het opstarten een bepaalde OS te selecteren. Meestal door op F11* te gebruiken tijdens het opstarten van de pc. Daarna een partitie, of een apparaat selecteren (USB/DVD enz.)
- Als alternatief is het ook mogelijk, voordat het systeem wordt gestart, het BIOS te openen, en daarin te selecteren met welk item moet worden gestart.
- Via het UFI shell programma, de desbetreffende boot lader bestand te selecteren en starten.
- Geen van de voorgaande zijn echte oplossingen. Een bootmanager is het antwoord.
- Maar voordat wij praten over bootmanagers moeten wij iets meer over de PC firmware weten

* De exacte functietoets kan van systeem tot systeem verschillen.

PC Firmware

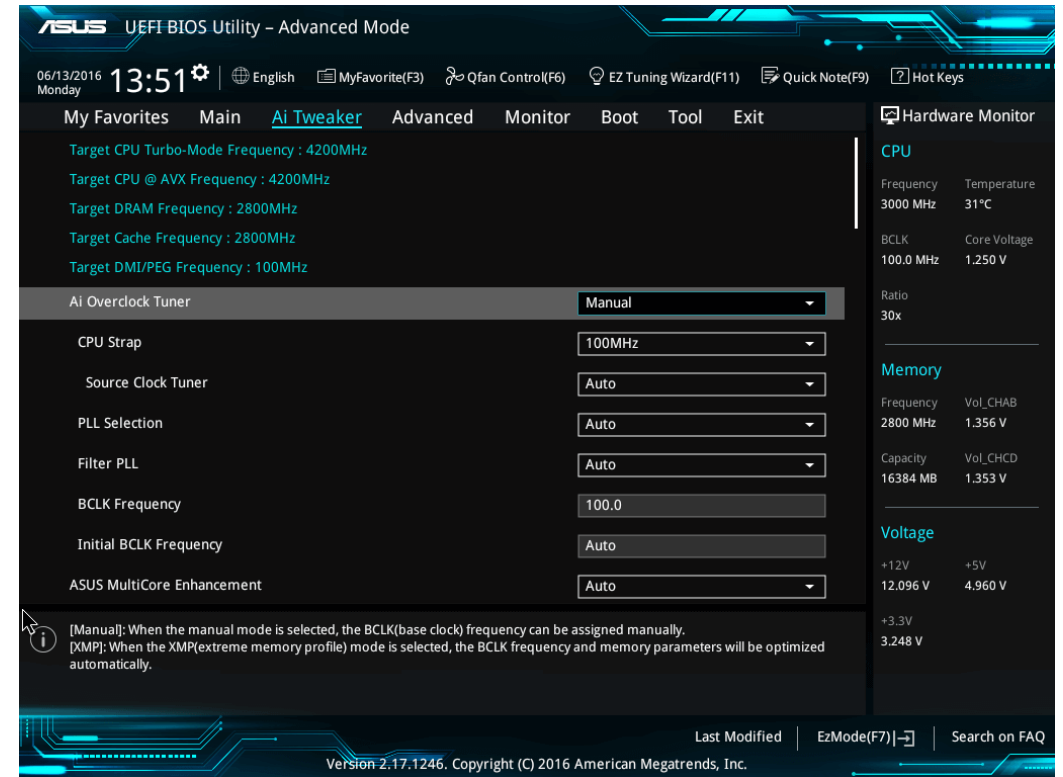
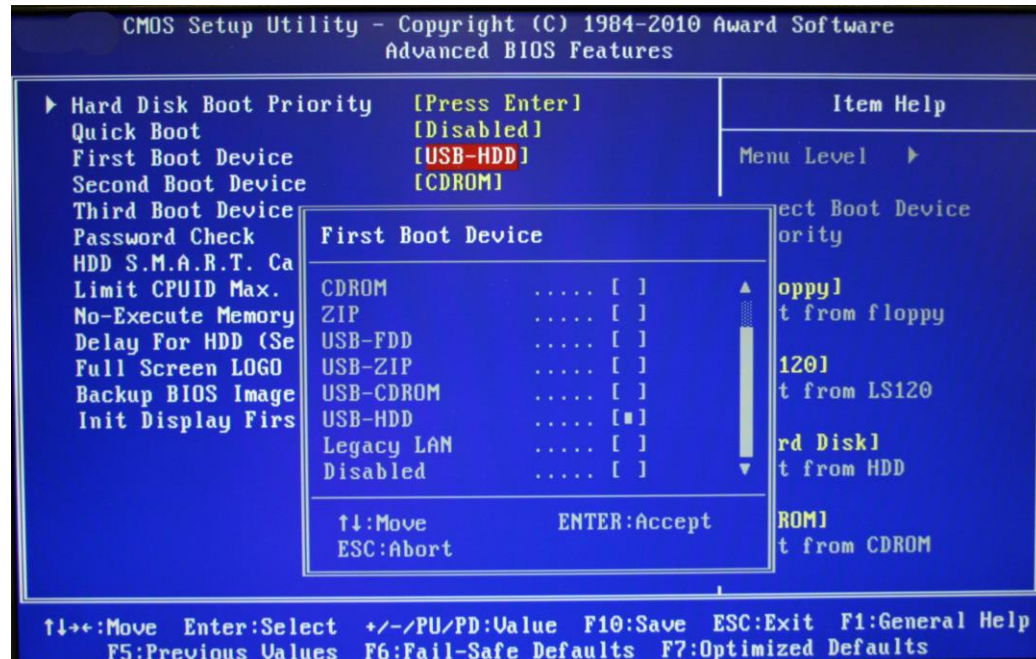
- Er zijn hoofdzakelijk twee soorten firmware in IBM-compatibele pc's:
 - BIOS – Basic Input Output System (1981)
 - UEFI - Unified Extensible Firmware Interface (2005/2015)
zie - <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/zip/efi-1-10-update.zip>
- Er bestaat ook een opensource variant 'coreboot' dat ook zeer minimalistische is.
zie <https://doc.coreboot.org/>
- BIOS en UEFI zijn twee heel verschillend systemen!
- BIOS is het oude systeem, UEFI het nieuw
- UEFI dat veel nieuwer is, ondersteunt nog steeds de oude BIOS-opstartstijl. Dit kan Legacy, BIOS-modus of CSM (Compatibility Support Module) of iets dergelijks worden genoemd.

* Mac-computers gebruiken ook UEFI.

PC Firmware

- Legacy BIOS is de oude modus die een 16-bits code gebruikt en een beperkt aantal opties heeft, maar nog steeds wordt gebruikt (Windows 10, Windows 7, Win 95, ME, OS/2, Ecs, ArcaOS ..)
- UEFI biedt meer functies en voordelen, zoals snellere opstarttijden, betere beveiliging, grotere schijfondersteuning (GPT) en een grafische gebruikersinterface.
- UEFI is ook vaak rechtstreeks toegankelijk vanuit het besturingssysteem, BIOS niet.
- Vaak afhankelijk van de besturingssystemen (versies) wordt of UEFI of BIOS vereist.

PC Firmware (BIOS/UEFI)



PC Firmware

- Om op te starten leest de firmware de bootloader van de schijf. Hoe, dat hangt af van de schijfindeling van de schijf. Er zijn twee types:

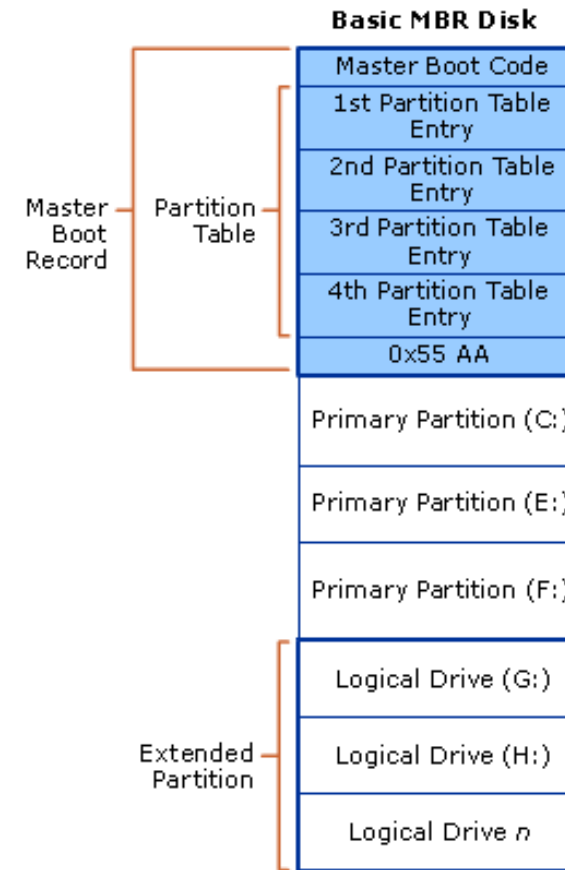
MBR - Master Boot Record

GPT - The GUID (Globally Unique Identifier) Partition Table

- BIOS heeft alleen toegang tot MBR, maar UEFI heeft toegang tot beiden

Schijforganisatie - MBR

- Een MBR-schijf heeft maximaal 4 primaire partities. Vaak is één primaire partitie, de uitgebreide partitie genaamd, verdeeld in een aantal logische partities
- In de allereerste sectoren van een MBR-schijf bevindt zich de opstartcode (spoor 0) om het systeem op te starten. Het BIOS voert deze code uit, waardoor de specifieke opstartprocedure van het besturingssysteem wordt gestart. Het volgende deel van de MBR zijn de partitietabellen
- Een MBR-schijf gebruikt 32 bits om het startpunt en de offset te beschrijven en heeft slechts toegang tot maximaal 2^{32} bytes, ongeveer 2,19 TB



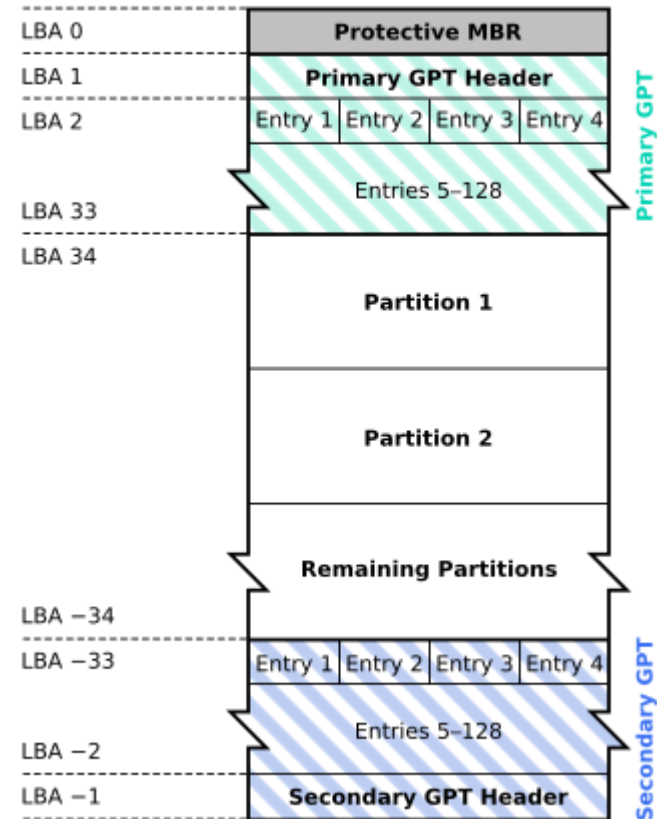
Schijforganisatie - GPT

Een GPT-schijf bestaat uit:

- een beschermende MBR.
- een primaire partitietabel.
- partitie gegevens
- Gegevenspartities.
- back-up partitietabel.

Notitie- met ARCAOS, is het niet mogelijk een harde schijf vanuit LVM te initialiseren voor GPT. Hier moet gebruik gemaakt van het programma InitDisk

GUID Partition Table Scheme

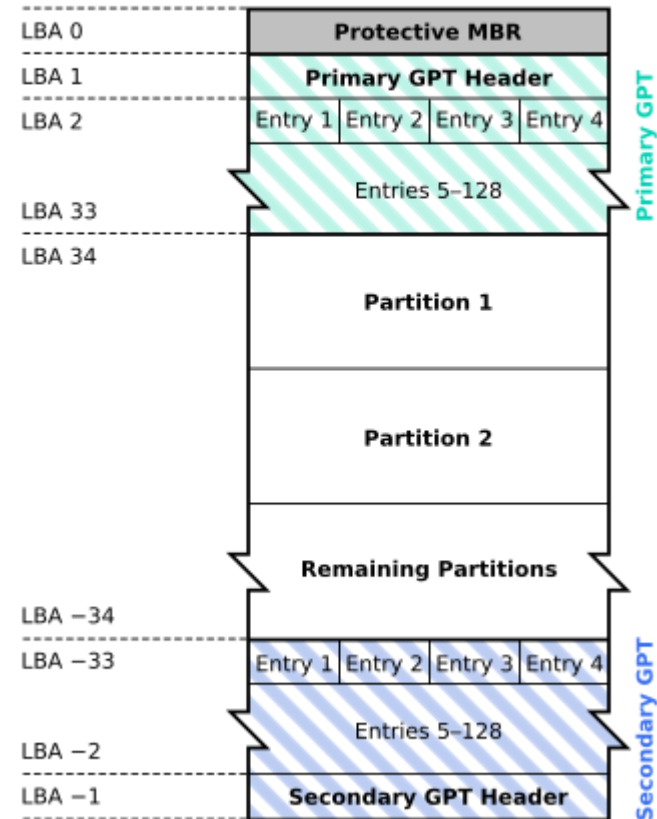


Schijforganisatie - GPT

Beschermende MBR:

dit beschermt het GUID Partitietabel tegen schrijven door eerder uitgebrachte MBR-schijfhulpmiddelen zoals Microsoft MS-DOS FDISK of Microsoft Windows NT Disk Administrator. Deze hulpprogramma's zijn niet op de hoogte van de GUID-partitietabel en weten niet hoe ze op de juiste manier toegang kunnen krijgen tot een GUID-partitietabel

GUID Partition Table Scheme



Schijforganisatie - GPT

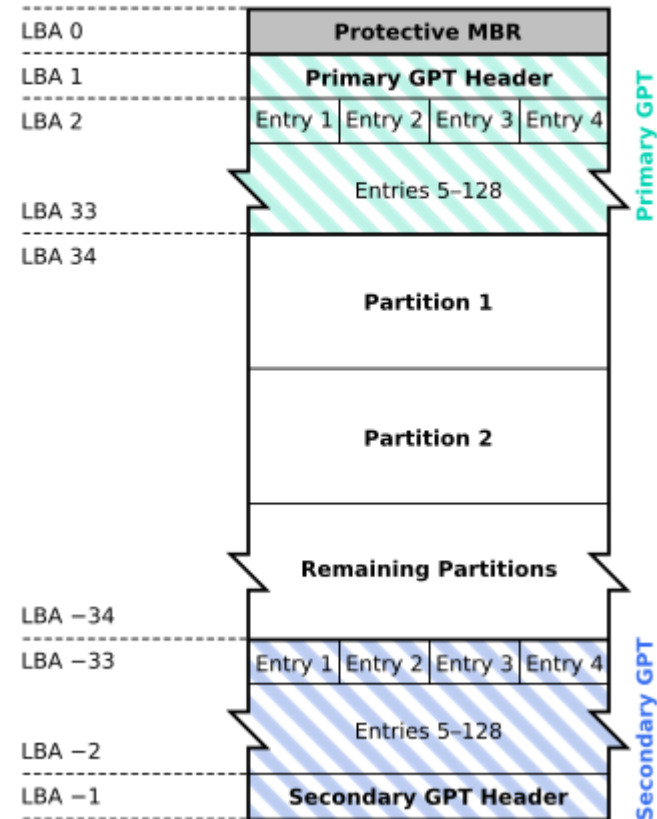
Primaire partitietabel:

- deze bevat de GPT-header en partitietabellen. Hier kan het besturingssysteem informatie opslaan en informatie omtrent de partities.

Normale gegevenspartities:

- dit is de fysieke locatie waar de GPT-schijf uw gegevens en persoonlijke bestanden opslaat

GUID Partition Table Scheme

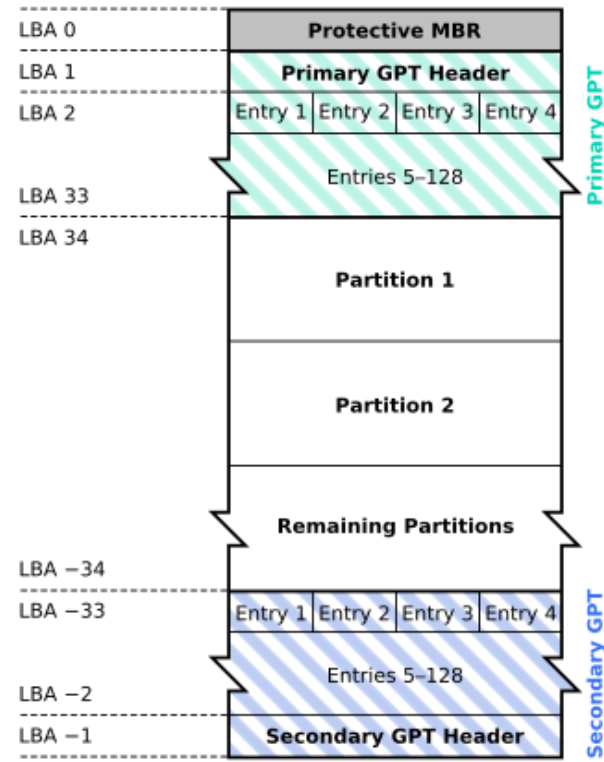


Schijforganisatie - GPT

Back-up partitietabel:

- Dit is een gebied waar de GPT-schijf de back-up informatie voor de GPT-header en partitietabel bewaart. Het beschermt uw GPT-schijf effectief tegen verlies of beschadiging van de primaire partitietabel

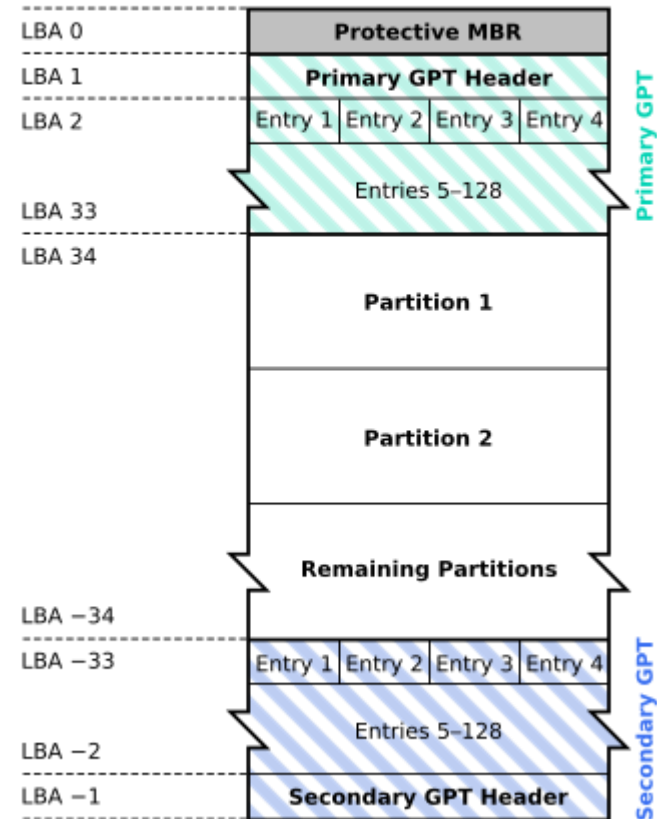
GUID Partition Table Scheme



Schijforganisatie - GPT een Voorbeeld

- In dit voorbeeld is elk logisch blok 512 bytes groot, en heeft elk gegevensrecord 128 bytes. Er wordt aangenomen dat de corresponderende partitie-items zich in de LBA (Logical Block Address) 1 tot 128 bevinden. Negatieve LBA-adressen geven een positie aan vanaf het einde van het volume, waarbij -1 het laatste adresseerbare blok is.
- In theorie is er een onbeperkt aantal partities, maar in de praktijk is dit gestandaardiseerd op 128 (Microsoft standard).

GUID Partition Table Scheme



GUID Partitie tabel header (LBA 1)

Offset	Length	Contents
0 (0x00)	8 bytes	Signature ("EFI PART", 45h 46h 49h 20h 50h 41h 52h 54h or 0x5452415020494645ULL ^[a] on little-endian machines)
8 (0x08)	4 bytes	Revision number of header - 1.0 (00h 00h 01h 00h) for UEFI 2.10
12 (0x0C)	4 bytes	Header size in little endian (in bytes, usually 5Ch 00h 00h 00h or 92 bytes)
16 (0x10)	4 bytes	CRC32 of header (offset +0 to +0x5b) in little endian, with this field zeroed during calculation
20 (0x14)	4 bytes	Reserved; must be zero
24 (0x18)	8 bytes	Current LBA (location of this header copy)
32 (0x20)	8 bytes	Backup LBA (location of the other header copy)
40 (0x28)	8 bytes	First usable LBA for partitions (primary partition table last LBA + 1)
48 (0x30)	8 bytes	Last usable LBA (secondary partition table first LBA – 1)
56 (0x38)	16 bytes	Disk GUID in mixed endian[12]
72 (0x48)	8 bytes	Starting LBA of array of partition entries (usually 2 for compatibility)
80 (0x50)	4 bytes	Number of partition entries in array
84 (0x54)	4 bytes	Size of a single partition entry (usually 80h or 128)
88 (0x58)	4 bytes	CRC32 of partition entries array in little endian
92 (0x5C)	*	Reserved; must be zeroes for the rest of the block (420 bytes for a sector size of 512 bytes; but can be more with larger sector sizes)

GUID partitie entry format (LBA 2–33)

GUID partition entry format		
Offset	Length	Contents
0 (0x00)	16 bytes	Partition type GUID (mixed endian[12])
16 (0x10)	16 bytes	Unique partition GUID (mixed endian)
32 (0x20)	8 bytes	First LBA (little endian)
40 (0x28)	8 bytes	Last LBA (inclusive, usually odd)
48 (0x30)	8 bytes	Attribute flags (e.g. bit 60 denotes read-only)
56 (0x38)	72 bytes	Partition name (36 UTF-16LE code units)

36 Unicode characters

Including :
active flag(for legacy) ,
Read-only, Shadow copy
(of another partition),
Hidden, No drive letter
(i.e. do not automount)

90B6FF38-B98F-4358-A21F-48F35B4A8AD3
ArcaOS Type 1

GUID partitie type tabel

(gedeeltelijk)

Operating System	Partition type	Globally unique identifier (GUID)
...		
...		
Android 6.0+ ARM	Android Meta	19A710A2-B3CA-11E4-B026-10604B889DCF
	Android EXT	193D1EA4-B3CA-11E4-B075-10604B889DCF
Open Network Install Environment (ONIE)	Boot	7412F7D5-A156-4B13-81DC-867174929325
	Config	D4E6E2CD-4469-46F3-B5CB-1BFF57AFC149
PowerPC	PreP boot	9E1A2D38-C612-4316-AA26-8B49521E5A8B
freedesktop.org OSes (Linux, etc.)	Shared boot loader configuration[77]	BC13C2FF-59E6-4262-A352-B275FD6F7172
Atari TOS	Basic data partition (GEM, BGM, F32)	734E5AFE-F61A-11E6-BC64-92361F002671
VeraCrypt	Encrypted data partition	8C8F8EFF-AC95-4770-814A-21994F2DBC8F
OS/2	ArcaOS Type 1	90B6FF38-B98F-4358-A21F-48F35B4A8AD3
Storage Performance Development Kit (SPDK)	SPDK block device[78]	7C5222BD-8F5D-4087-9C00-BF9843C7B58C
barebox bootloader	barebox-state[79]	4778ED65-BF42-45FA-9C5B-287A1DC4AAB1
U-Boot bootloader	U-Boot environment ^{[80][81]}	3DE21764-95BD-54BD-A5C3-4ABE786F38A8
SoftRAID[citation needed]	SoftRAID_Status	B6FA30DA-92D2-4A9A-96F1-871EC6486200
	SoftRAID_Scratch	2E313465-19B9-463F-8126-8A7993773801
	SoftRAID_Volume	FA709C7E-65B1-4593-BFD5-E71D61DE9B02
	SoftRAID_Cache	BBBA6DF5-F46F-4A89-8F59-8765B2727503
Fuchsia standard partitions ^[82]	Bootloader (slot A/B/R)	FE8A2634-5E2E-46BA-99E3-3A192091A350
	Durable mutable encrypted system data	D9FD4535-106C-4CEC-8D37-DFC020CA87CB
	Durable mutable bootloader data (including	A409E16B-78AA-4ACC-995C-302352621A41
	Factory-provisioned read-only system data	F95D940E-CABA-4578-9B93-BB6C90F29D3E
	Factory-provisioned read-only bootloader data	10B8DBAA-D2BF-42A9-98C6-A7C5DB3701E7
...		

Schijforganisatie GPT – Disk sizes

- Terwijl MBR 32 bits gebruikt om een block te adresseren, gebruikt GPT 64 bits.
- Dit betekent dat een disk met een sector van 512 bytes de maximum grootte van een harde schijf is

9,4 ZB(zettabyte)
= 9,400,000,000 TB

1 Zb = 10^{21} bytes



Schijforganisatie GPT – UUID

- UUID - Een UUID (Universal Unique Identifier) is een 128-bits waarde die wordt gebruikt om een object of entiteit uniek te identificeren. Afhankelijk van de specifieke mechanismen die worden gebruikt, is een UUID gegarandeerd anders, of is het op zijn minst zeer onwaarschijnlijk dat het hetzelfde is als een andere UUID die tot het jaar 3400 na Christus wordt gegenereerd.
- Pas op, voor schijven zijn er twee soorten
 - Disk UUID
 - Partitie UUID



MBR/GFT -schijfindeling vergelijking

MBR schijfindeling

Volume	Layout	Type	File System	Status	Capacity	Free Space	% Free
(C:)	Simple	Basic	NTFS	Healthy (B...)	930.26 GB	827.87 GB	89 %
(Disk 1 partition 3)	Simple	Basic		Healthy (P...)	7 MB	7 MB	100 %
(Disk 2 partition 1)	Simple	Basic		Healthy (E...)	100 MB	100 MB	100 %
(Disk 2 partition 4)	Simple	Basic		Healthy (R...)	639 MB	639 MB	100 %
(Disk 2 partition 5)	Simple	Basic		Healthy (R...)	522 MB	522 MB	100 %
Backups (E:)	Simple	Basic	NTFS	Healthy (A...)	429.50 GB	23.96 GB	6 %
DATA2 (D:)	Simple	Basic	NTFS	Healthy (P...)	1863.01 GB	1346.65 ...	72 %
USER DATA (G:)	Simple	Basic	NTFS	Healthy (P...)	502.01 GB	135.32 GB	27 %

Disk	Layout	Type	File System	Status	Capacity	Free Space	% Free
Disk 0	DATA2 (D:)	Basic	1863.01 GB NTFS	Healthy (Primary Partition)			
Disk 1	USER DATA (G:)	Basic	502.01 GB NTFS	Healthy (Primary Partition)	Backups (E:)	429.50 GB NTFS	Healthy (Active, Primary Partition)
Disk 2	100 MB	Basic	930.26 GB NTFS	Healthy (Boot, Page File, Crash Dump, Basi)	639 MB	522 MB	Healthy (Recovery)

GPT -schijfindeling

Volume	Layout	Type	File System	Status	Capacity	Free Space	% Free
(C:)	Simple	Basic	NTFS	Healthy (B...)	231.78 GB	158.53 GB	68 %
(D:)	Simple	Basic	NTFS	Healthy (B...)	198.40 GB	174.01 GB	88 %
(G:)	Simple	Basic	RAW	Healthy (B...)	33.87 GB	33.87 GB	100 %
(Disk 0 partition 1)	Simple	Basic		Healthy (E...)	100 MB	100 MB	100 %
(Disk 0 partition 4)	Simple	Basic		Healthy (P...)	195.31 GB	195.31 GB	100 %
(Disk 0 partition 5)	Simple	Basic	RAW	Healthy (B...)	97.66 GB	97.66 GB	100 %
(Disk 0 partition 6)	Simple	Basic		Healthy (P...)	117.19 GB	117.19 GB	100 %
(Disk 0 partition 8)	Simple	Basic		Healthy (P...)	19.53 GB	19.53 GB	100 %
(Disk 0 partition 9)	Simple	Basic		Healthy (P...)	171.88 GB	171.88 GB	100 %
(Disk 1 partition 4)	Simple	Basic		Healthy (R...)	508 MB	508 MB	100 %
(Disk 1 partition 5)	Simple	Basic		Healthy (P...)	312.99 GB	312.99 GB	100 %
(Disk 1 partition 6)	Simple	Basic		Healthy (P...)	195.31 GB	195.31 GB	100 %
(Disk 1 partition 7)	Simple	Basic		Healthy (P...)	190.33 GB	190.33 GB	100 %

Disk	Layout	Type	File System	Status	Capacity	Free Space	% Free
Disk 0	(C:)	Basic	231.78 GB NT	Healthy (Boot)	FAT32 (E:)	98.05 GB FA	Healthy (Bas)
Disk 1	(D:)	Basic	198.40 GB NTFS	Healthy (Basic Da)	(G:)	33.87 GB RAW	Healthy (Basic)

Als gezien in W10 Diskmanagement

Extensible Firmware Interface (EFI) Partitie

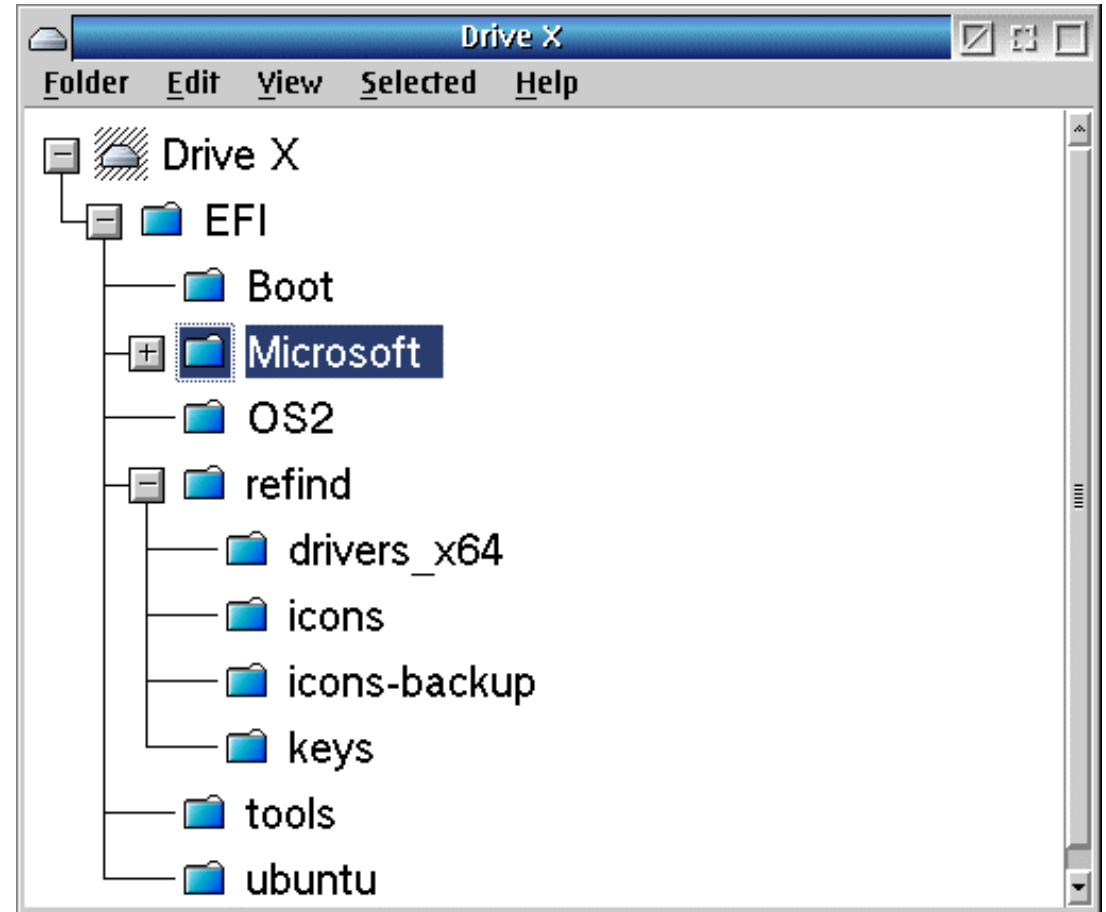
- Er is een speciale partitie op een GPT-schijf die de EFI-partitie wordt genoemd (ook wel ESP genoemd).
- Dit is een OS-onafhankelijke partitie, die fungeert als opslagplaats voor de UEFI-bootladers, applicaties en stuurprogramma's en toegankelijk is voor de UEFI-firmware.
- Het is verplicht voor UEFI-opstarten.
- Dit is een FAT32-partitie die doorgaans ongeveer 100 MB groot is, maar indien nodig groter of kleiner kan zijn.
- De inhoud van deze partitie is normaal gesproken vanuit het besturingssysteem niet zichtbaar, maar er zijn beschikbare methoden om toch de inhoud te benaderen.

Extensible Firmware Interface (EFI) Partitie

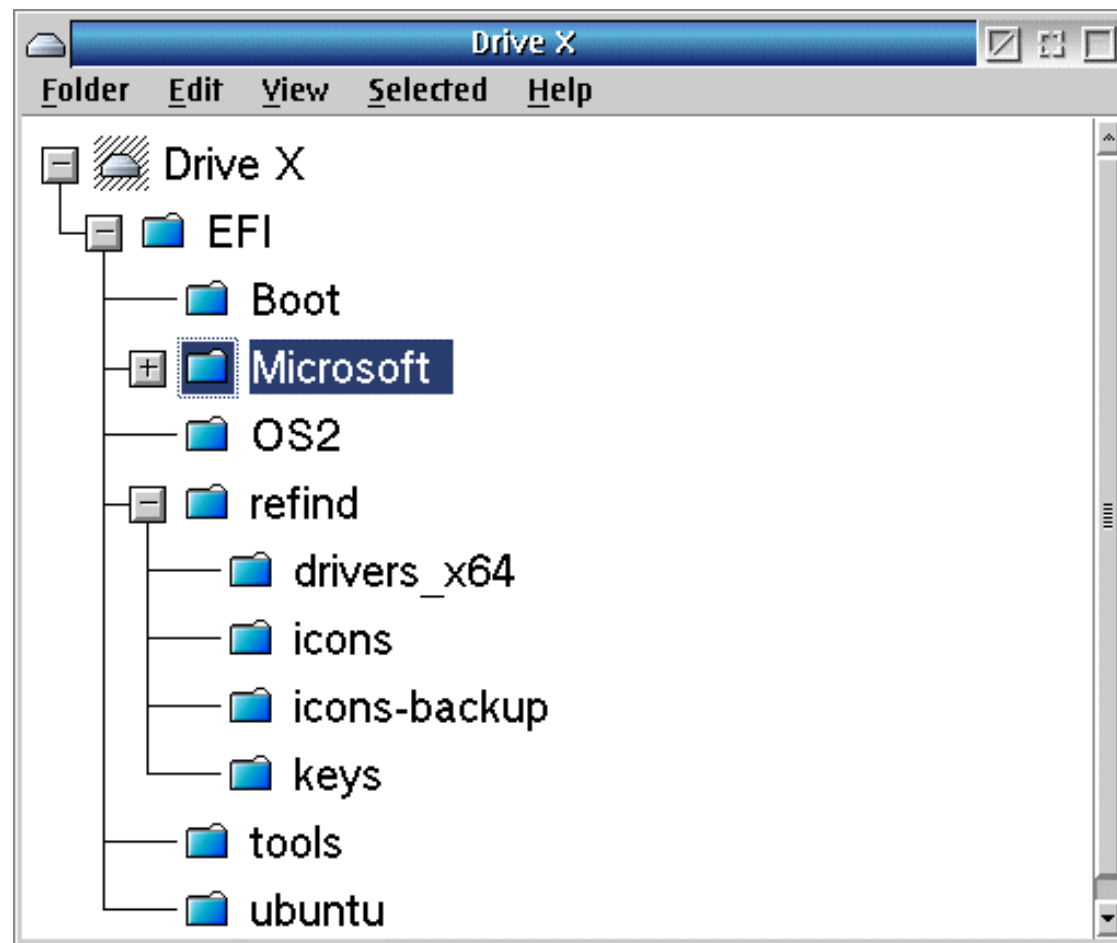
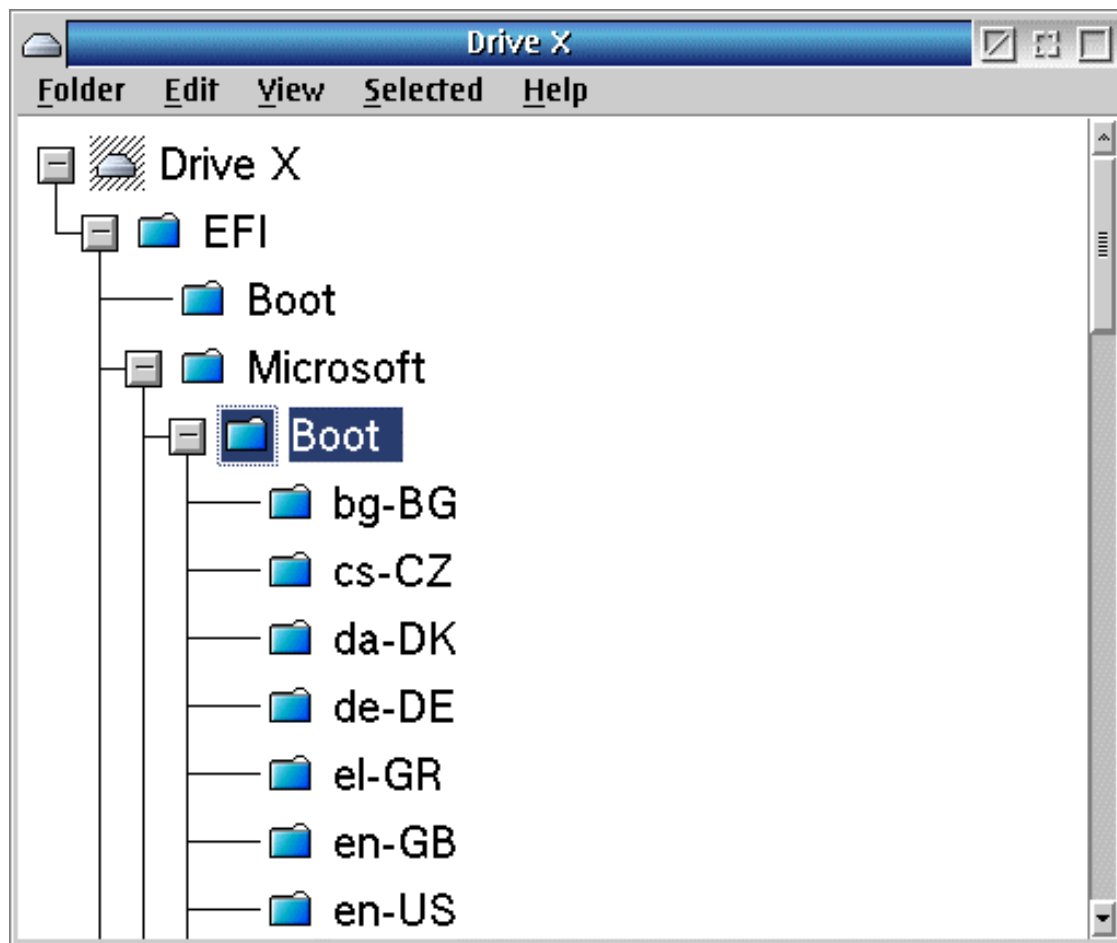
- Normaal gesproken is het niet nodig om een back-up te maken van EFI partitie-inhoud
- Indien nodig, **niet kopiëren naar een andere FAT/FAT32 partitie**, als de kopieën van de ESP-bestanden kunnen worden aangezien voor een tweede ESP (door u of door het BIOS).
- Om een back-up te maken van de inhoud van de EFI partitie, is het raadzaam of als archief, met behulp van ZIP of 7z.

EFI Partitie-inhoud (voorbeeld)

- De EFI-partitie kan worden onderzocht en heeft, zoals in dit voorbeeld, een aantal sub mappen.
- De inhoud varieert afhankelijk van de verschillende besturingssystemen en tools.
- In dit voorbeeld zijn 3 besturingssystemen aanwezig: Microsoft (w10), OS2 (ArcaOS), Ubuntu.
- De andere mappen zijn van rEFInd en AN Launcher



EFI Partitie-inhoud (voorbeeld)



Een EFI-partitie bewerken (Linux)

```
sudo fdisk -l (as root)
```

```
⋮
```

Device	Start	End	Sectors	Size	Type
/dev/sda1	2048	112844	71126400	550M	EFISystem
/dev/sda2	1128448	79626398	78497951	37.4G	Linuxfilesystem
/dev/sda	379628288	85917854	6289567	3G	Linuxswap

```
sudo mount /dev/sda1 /mnt
```

Het partitie is nu benaderbaar via de zojuist genoemde mountpunt

Een EFI-partitie bewerken (Linux)

```
keith@keith-NJ50-70CU:/$ sudo ls -l /mnt/efi
total 6
drwx----- 2 root root 1024 mei 30 2021 Boot
drwx----- 4 root root 1024 mei 29 2021 Microsoft
drwx----- 2 root root 1024 sep 28 2021 OS2
drwx----- 6 root root 1024 dec 20 20:19 refind
drwx----- 2 root root 1024 jun 24 2021 tools
drwx----- 2 root root 1024 mei 30 2021 ubuntu
keith@keith-NJ50-70CU:/$
```

Een EFI-partitie bewerken (Windows)

Vanaf een opdrachtprompt typ met verhoogde bevoegdheid:

diskmgmt.msc (om de EFI-partitie te identificeren)

select disk 'n'

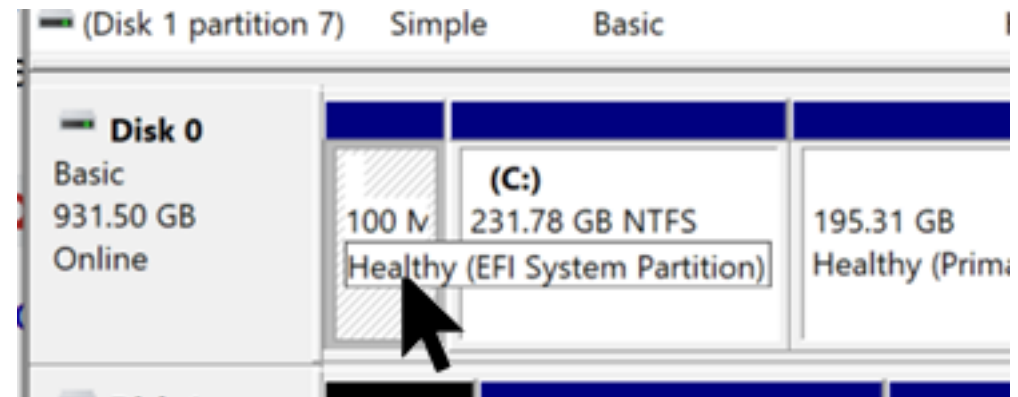
List partition (to get partition number)

select partition 'n'

assign letter=X

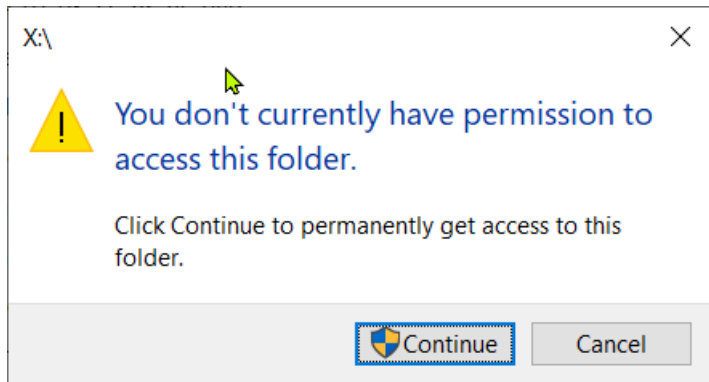
exit

Notepad.exe

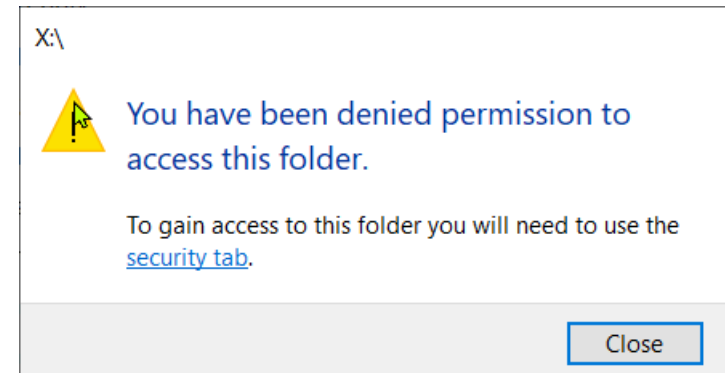


Een EFI-partitie bewerken (Windows)

Als u de bestandsverkenner gebruikt, krijgt u een foutmelding



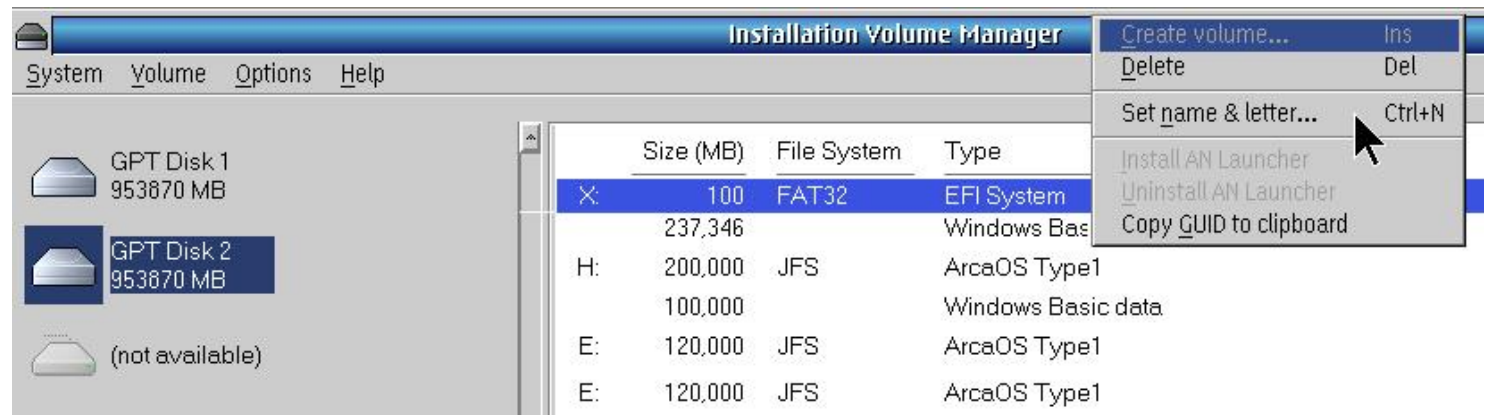
gevolgd door



FAT32-partities hebben echter geen beveiligingstabblad!☹

Een EFI-partitie bewerken (ARCAOS (5.1))

- Selecteer Computer->System setup ->
- Selecteer de partitie
- Via Opties-> set naam & letter
- Opslaan en afsluiten



- Het partitie is nu benaderbaar via de zojuist gebruikte schijfletter

Extensible Firmware Interface

- Behalve boot laders zijn er ook diverse tools beschikbaar
 - Een van de mogelijke applicaties is de UEFI shell programma

Het EFI-Shell

- Het EFI-Shell is een opdrachtregelprogramma vergelijkbaar met de Linux-terminal.
- Na het opstarten wordt een lijst van (FAT32) partities weergegeven met hun kenmerken.
- Met het intypen van 'help' worden alle commando's met uitleg getoond. Met behulp van PgUp, PgDn kan het scherm ophoog of oplaag gescrold worden, zodat alle commando's worden weergegeven.
- Met de cursor pijl omhoog wordt het eerder commando geselecteerd.
- Als een uitvoerbaar bestand wordt gebruikt (xxxx.efi) wordt dat bestand uitgevoerd.
- Er is een script genoemd startup.nsh dat wordt automatisch opgestart wanneer het EFI shell wordt geladen

Het EFI-Shell

De commando's voor de EFI shell lijken een beetje op Unix/Linux of MSDOS commando's

- Bijvoorbeeld
 - ls maar met uitsluitend de opties -r en -a
 - cd
 - mkdir
 - echo
 - cls (wis scherm)
- Kleuren worden gebruikt om aan te geven wat voor type een bestand is. Blauw directories, groen uitvoerbaar, grijs alle andere bestanden.

Boot Managers

- De gemakkelijkste manier, als je wilt opstarten naar een ander besturingssysteem of zelfs een andere versie van hetzelfde systeem, is om een bootmanager te gebruiken.
- Bootmanagers zijn hoofdzakelijk in twee soorten die afhankelijk zijn van de firmware van de PC.
- Er zijn veel boot managers, maar in dit presentatie zal ik tot drie verschillende beperken.

Sort ascending	Developer / Publisher	Current version	Initial release date	Latest release date	License	Cost	Website / documentation
Acronis OS Selector	Acronis International GmbH	?	?	?	Proprietary	\$49.95 (personal use) \$79.99 (commercial, per seat) \$299.99 (server)	Official website?
AIR-BOOT	Martin Kiewitz	?	?	?	GPL-3.0-or-later	No cost	Official website?
AKernelLoader	?	?	?	?	GPL-2.0-or-later	No cost	Official website?
Barebox	Sascha Hauer the barebox community	?	?	?	GPL-2.0-only	No cost	Official website?
BOOTBOOT	bzt	?	2017	May, 2023	MIT	No cost	Source repository? Official website?
Boott Bare Metal (formerly Boott Next Generation)	TeraByte Unlimited	?	?	?	Proprietary	\$39.95	Official website?
BootKey	?	?	?	?	Proprietary	?	?
BootManager	?	?	?	?	MIT	No cost	?
BootX (Apple)	Apple Inc.	?	?	?	Proprietary	bundled with macOS	?
BootX (Linux)	Benjamin Heremichmidt	?	?	?	Proprietary	No cost	?
Clover (fork of rEFIt)	?	?	?	?	GPLv2/BSD-2-Clause	No cost	Source repository?
Darwin Boot Loader	Apple Inc.	?	?	?	APSL-2.0	No cost	Official Website (Archived)?
Das U-Boot	DENX Software Engineering	2023.01		9 January 2023	GPL-2.0-or-later	No cost	Official website?
Easyboot	bzt	?	2023	Dec. 2023	GPL-3.0-or-later	No cost	Source repository?
FreeBSD loader	FreeBSD			10 August 2008	BSD license	No cost	
GAG	Raster Software	4.10		10 August 2008	GPL-2.0-or-later	No cost	Official website?

GRUB Legacy	GNU Project				GPL-2.0-or-later	No cost	
GNU GRUB	GNU Project	2.12	20 December 2023		GPL-3.0-or-later	No cost	Official website?
Grub2Win					GPLv3		Official website?
GRUB4DOS					GPL-2.0-only		Official website?
Gujin					GPL-2.0-only		Official website?
Hybrid boot / Systemboot					GPL-2.1-or-later		
iBoot	Apple Inc.				Proprietary		
LILO					BSD-3-Clause		
Limine	mintball	4.0	6 April 2020	5 September 2022	BSD-3-Clause	No cost	Official website?
loadlin					GPL-2.0-or-later		
MacOSBooter					GPL-2.0-only	No cost	Source repository?
NTLDR	Microsoft		27 July 1999 (Windows NT 3.1)		Proprietary	bundled with Windows	
OpenCore	Acidanthera		4 May 2019		BSD-3-Clause	No cost	Source repository?
OSL2000 Boot Manager					Proprietary		
PLoP Boot Manager					Proprietary	No cost	Official website?
quibble	mahamstone	20210111	20200213	20210112	GPL-3.0-or-later	No cost	Official website?
RedBoot					GPL-2.0-or-later (eCos license)		
rEFInd (fork of rEFIt)	Roderick W. Smith	0.14.4.2	20/12/2014	20230306	GPL-3.0-or-later/BSD-3-Clause	No cost	Official website?
rEFi	Christoph Pfisterer	0.14	2 March 2006	7 March 2010	GPL-2.0-or-later/BSD-3-Clause	No cost	Official website?
Simpleboot	bzt	?	2023	Jul. 2023	MIT	No cost	Documentation? Source repository?
Smart Boot Manager					GPL-2.0-or-later		
SPFdisk					GPL-2.0-or-later		
SYSLINUX					GPL-2.0-or-later		
TianoCore EDK II					BSD-2-Clause		
Windows Boot Manager	Microsoft		30 January 2007 (Windows Vista)		Proprietary	bundled with Windows	
XOSL					GPL-2.0-only		
FreeLoader (ReactOS Boot Loader)					GPL-2.0-or-later	No cost	Documentation?
wolfBoot	wolfSSL	v1.10	12/04/2018	01/10/2022	GPL-2.0-or-later and Commercial Licensing	No cost	Official website?

Boot Managers

- Air Boot - de MBR boot manager, voor:
MSDos, Win98/Me WinNT/W10, Linux, OS/2/Ecs/ArcaOS, BSD, MacOS
- AN Launcher - eenvoudige tekstuele UEFI bootmanager, voor:
 - WinNT/W10/W11, Linux , ArcaOS 5.1 (OS/2), MacOS
- rEFInd - grafische UEFI boot manager, voor :
 - WinNT/W10/W11, Linux, ArcaOS 5.1 (OS/2), BSD, MacOS ..

AIRBOOT (uitsluitend MBR)

- AiR-BOOT, een zeer gemakkelijk aanpasbare bootmanager die past 100% in de MBR en gebruikt GEEN partitie op de harde schijf!
- Belangrijkste kenmerken:
 - gekleurd opstartmenu
 - zeer eenvoudige installatie/herstel via schijf of cd-rom,
 - configureerbare wachtwoordbeveiliging
 - intelligent omgaan met partities:
 - ondersteuning voor het verbergen van partities
 - Vindt (Stealth-)MBR en Bootrecord-Virii
 - OS/2 LVM-bewust ,SETBOOT voor OS/2/eCS XWorkplace)
 - integreert Linux Boot-Command line en automatisch, maar configureerbare root
 - Kan meerdere versies van hetzelfde OS selecteren

AIRBOOT - Installatie

- Windows
- Linux
- ArcaOS/OS2

AIRBOOT Installation – Windows

- Download en pak AIR-BOOT uit

<https://github.com/rousseaux/netlabs.air-boot/releases/download/v1.1.4-RELEASE/AirBoot-v1.1.4-bin.zip>

- Van een verhoogd opdrachtprompt typ:

cd naar de AIRBOOT bestanden

cd \Win

airbootw.exe

Computer afsluiten en opnieuw opstarten

AIRBOOT Installatie – Linux

Download en pak AIR-BOOT uit en kopiëren naar een USB

<https://github.com/rousseaux/netlabs.air-boot/releases/download/v1.1.4-RELEASE/AirBoot-v1.1.4-bin.zip>

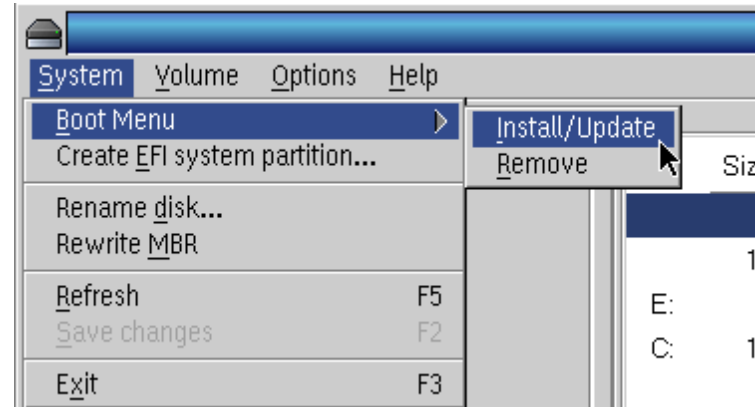
Typ:

```
sudo su  
mount -l (the USB stick)  
cd /USB stick file  
dd if=/dev/sda of=MBR.IMG bs=512 count=1  
dd if=/dev/sda of=TRACK0.IMG bs=512 count=63  
cd /  
unmount USB stick
```

Systeem opnieuw opstarten

AIRBOOT Installatie – OS2

- Selecteer Computer->System setup -> Logical Volume Manager
- Selecteer Boot Menu -> Install/Update
- Exit
- Reboot system



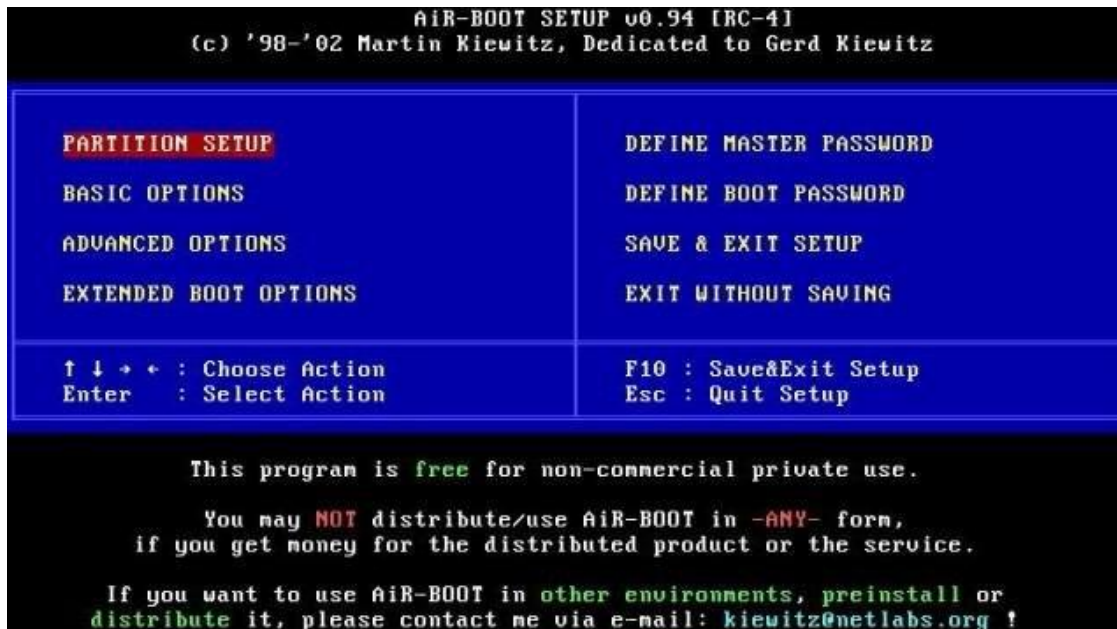
AIRBOOT

AIR-BOOT v0.94 [RC-4] - (c) '98-'02 Martin Kiewitz, Dedicated to Gerd Kiewitz				
No	Hd/Size:	Label:	Type:	
01		FloppyDrive	Floppy	
02		CD-ROM	via BIOS	
03	01 753 MB	OS/2	HPFS	
04	01 133 MB	PC-DOS 2000	FAT16Big	
05	01 1545 MB	RESCUE/2	FAT16Big	

Timed boot enabled. System will boot 'OS/2' in 15 seconds.

Press [Esc] to toggle timed boot, [Enter] to accept current selection.
Select another with the arrow keys, or press [TAB] to see BIOS POST message.
[F10 to enter Setup]

AIRBOOT

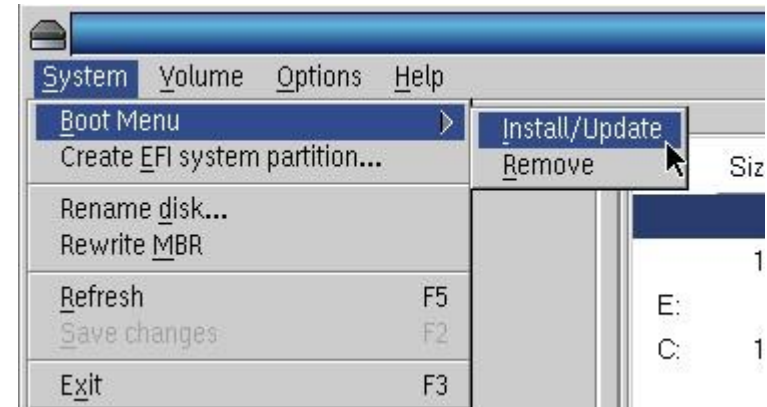


AN Launcher

- AN Launcher is een eigen programma geproduceerd door Arca Noae voor gebruik met UEFI-versies van ARCAOS vanaf 5.1
- Het is uitsluitende te gebruiken als een UEFI bootmanager.
- Een tekstuele bootmanager
- Beperkte opties maar kan alle UEFI gebaseerde besturingssystemen opstarten
- Tijdens installatie worden naar alle besturingssystemen gezocht en in de initial menu getoond.
- Statische detectie (geen update als een verandering plaatsvindt) van besturingssystemen.

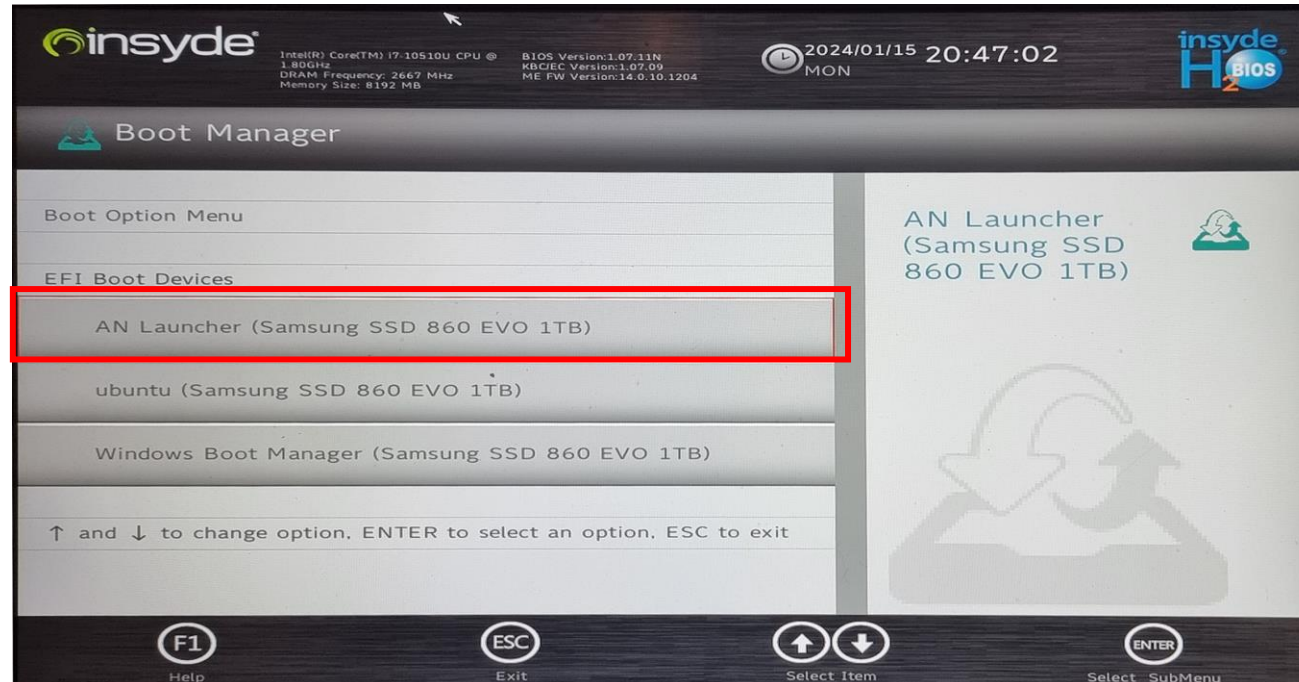
AN Launcher Installatie – ARCAOS (5.1)

- Selecteer Computer->System setup -> Logical Volume Manager (simple)
- Selecteer Boot Menu -> Install/Update
- Gebruik Exit
- Computer afsluiten en opnieuw opstarten



AN Launcher Installatie – ARCAOS (5.1)

Controleer na het opnieuw opstarten of de opstartoptie correct is ingesteld in de UEFI-bios



AN Launcher

- Geïnstalleerd via ARCAOS (5.1)
- De installatie zoekt in de efi-mappen naar opstartreferenties en creëert een tekstueel configuratiebestand dat kan worden aangepast aan uw persoonlijke behoeften.
- De volgorde van de opstart referenties is afhankelijk van de volgorde boot order van de drivers (b.v. NVME en SATA) en de daaruit volgorde van de partities

Voorbeeld :

ArcaOS (D:)	= EFI\OS2\OS2LDR.EFI D:
ArcaOS (C:)	= EFI\OS2\OS2LDR.EFI C:
Help	= ??

AN Launcher - aanpassen

- Om AN Launcher aan te passen aan uw persoonlijke behoeften, is het nodig om eerste het EFI partitie van een drive letter te voorzien en dan de tekstueel configuratiebestand te veranderen met een tekst editor.
- De configuratiebestand is :
 x:\efi\OS2\Launcher.CFG (waar X is de EFI partitie)

AN Launcher – configuratiebestand

De configuratie bestand is een tekstuele bestand met regels van 60 karakters.

Het eerste karakter van een regel heeft een special betekenis

; een omschrijving regel. Dit wordt niet getond.
[begin van een opdracht, b.v. [menu], [help]

Opdrachten zijn

[menu]
[help], [endhelp]
[options]

AN Launcher – configuratiebestand

[menu]

Na de opdracht regel [MENU] zijn de regels waarin de verschillende te laden programma's wordt gespecificeerd

<menu tekst> = <programma>.EFI [options]

voorbeeld

Arca OS 5.1 drive G = \EFI\BOOT\LAUNCHER.CFG

De '=' teken scheid de menu tekst van de boot routine

Options zijn afhankelijk van de boot programma, voor ARCAOS is dit de 'te boot drive' letter inclusief ':'

AN Launcher – configuratiebestand

[help]

Tussen de opdracht regel [help] en de regel startend met [ENDHELP] is de hulp tekst.

Dit is de tekst dat wordt getoond wanneer, of “About AN Launcher (F1)” of “Help” geselecteerd wordt of F1 gebruikt

AN Launcher – configuratiebestand

[options]

De volgende opties zijn beschikbaar (met de standaardwaarde tussen hakjes):

default =(1)
timeout = (10)

minwidth = (30)

minhelpwidth = (60)

header = (AN Launcher ...
footer = About AN Launcher (F1)

- de regel nummer te selecteren.
- de tijd in seconden voordat de geselecteerd item wordt geladen. Door gebruik b=van de 'Esc' toets wordt de time-out gestopt.
- de minimaal breedte (in karakters) van het menu.
- de minimaal breedte (in karakters) van de te tonen hulp tekst.
- De te tonen kop tekst.
- De te tonen kop tekst.

AN Launcher – configuratiebestand (deel 1)

```
.*****  
;  
; <menu text> = <program>.EFI [options]
```

```
[menu]  
ArcaOS (*) = \EFI\OS2\OS2LDR.EFI  
Help = ??
```

```
.*****  
;  
[help]  
ArcaOS installs AN Launcher on machines that already have  
another operating system to provide easy access to both.  
You can replace it with a full-featured boot manager like  
rEFInd or GRUB, use it as-is, or customize its menu. Give  
your EFI System partition a drive letter in ArcaOS, then:  
== Remove or Replace AN Launcher ==
```

AN Launcher – configuratiebestand (deel 2)

Replace '\EFI\BOOT\BOOTX64.EFI' (58k) with the original file (now 'OLD_X64.EFI') or with the .EFI from another boot manager.

== Add ArcaOS to Another Bootmanager ==

Create an entry for ArcaOS that loads '\EFI\OS2\OS2LDR.EFI'

Supply a drive letter as a parameter to boot that drive.

== Customize AN Launcher ==

Edit the [menu] section of '\EFI\BOOT\LAUNCHER.CFG'. Each line is formatted: <menu text> = <program>.EFI [options]

Examples:

AOS 5.1 on G: = \EFI\OS2\OS2LDR.EFI G:

Windows 10 = OLD_X64.EFI

[endhelp]

AN Launcher – configuratiebestand (deel 3)

```
.*****  
;
```

```
[options]
```

```
default = 1
```

```
timeout = 7
```

```
minwidth = 30
```

```
minhelpwidth = 60
```

```
header = ... AN Launcher ...
```

```
footer = About AN Launcher (F1)
```

AN Launcher - extras

- Naast andere besturingssystemen is het ook mogelijk om nuttige programma's ook in het AN Launcher start scherm toe te voegen zoals:

Het UEFI Shell

Een geheugen test

AN Launcher Opstart scherm



rEFInd

- rEFInd is een gratis (GNU licentie) programma ontwikkeld door Roderick W. Smith.
- Uitsluitend voor UEFI systemen
- Dynamische detectie van besturingssystemen.
- Aanpasbare OS-startopties.
- Grafische of tekstmodus. Het thema kan worden aangepast.
- Mac-specifieke functies, waaronder een spoofing-opstartproces
- Linux-specifieke functies, automatisch detecteren van de stubloader
- Ondersteuning voor “secure boot”

rEFInd

- Installatie in Linux (Ubuntu)
- Installatie in Windows (64bits)
- Installatie in ArcaOS/OS2

rEFInd Installatie – Linux (Ubuntu)

Typ:

```
sudo apt-add-repository ppa:rodsmith/rEFInd
```

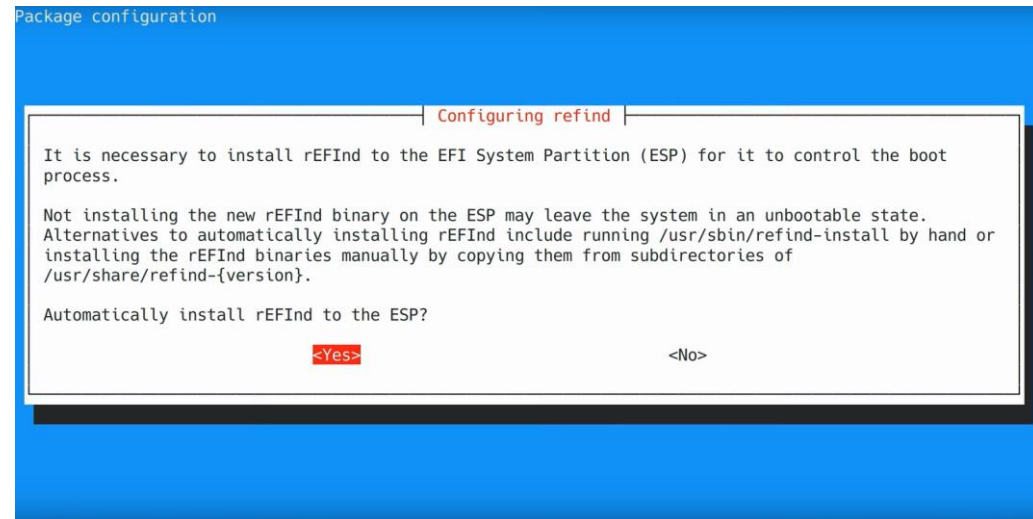
```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install rEFInd
```

At screen prompt select

Yes

- Computer afsluiten en opnieuw opstarten



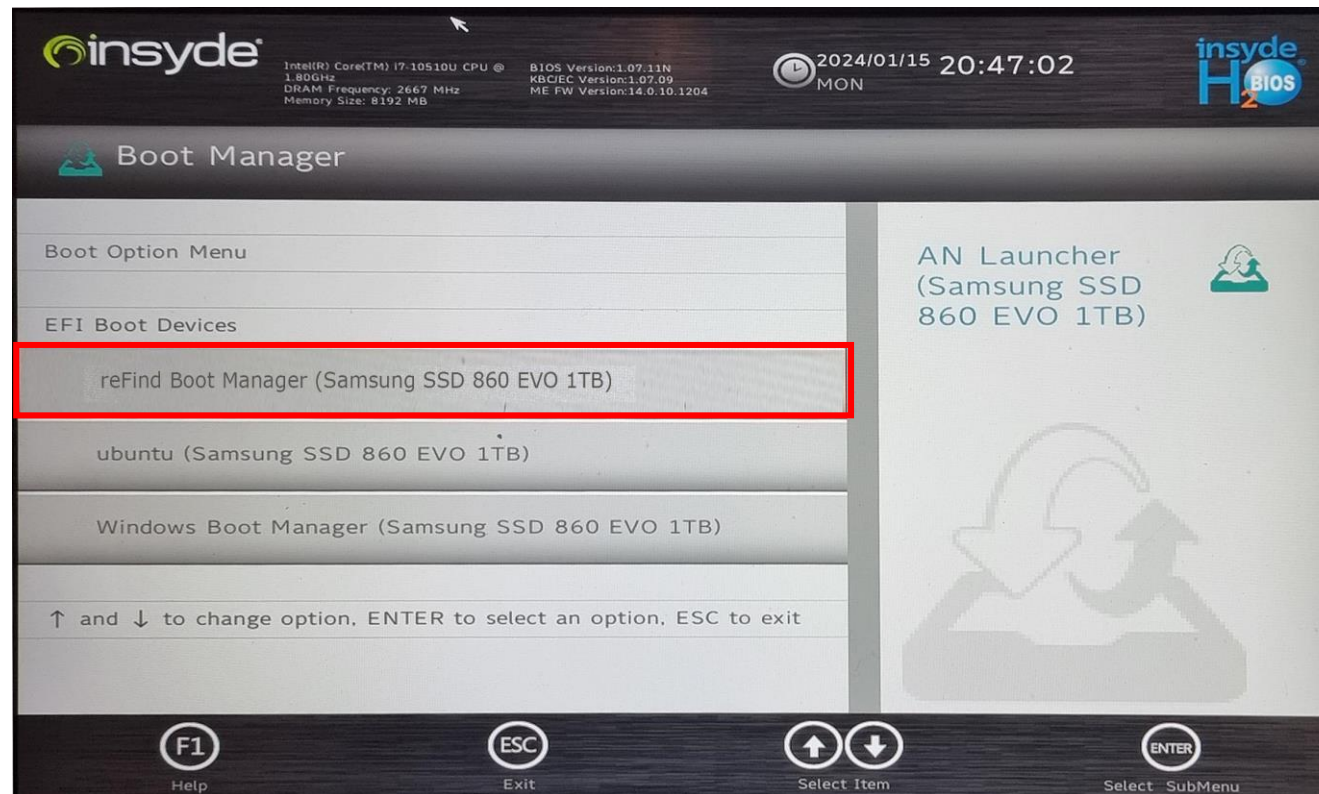
rEFInd Installatie – Linux (Ubuntu)

Het is mogelijk rEFInd ook met secure boot te installeren!

Dit is mogelijk door gebruik te maken van een shim

rEFInd Installatie – Linux (Ubuntu)

Controleer na het opnieuw opstarten of de opstartoptie correct is ingesteld in de UEFI-bios



rEFInd Installatie – Windows 64bit (deel 1)

Download het zip bestand van rEFInd van sourceforge

<http://www.sourceforge.net/projects/rEFInd/>

Vanaf een opdrachtprompt met verhoogde bevoegdheid, typ :

diskmgmt.msc (om de EFI-partitie te identificeren)

select disk 'n'

List partition (to get partition number)

select partition 'n'

assign letter=X

exit

Het zip bestand uitpakken en kopieer het volledig rEFInd folder en inhoud, naar het efi folder zo dat een nieuwe folder \efi\rEFInd ontstaat.

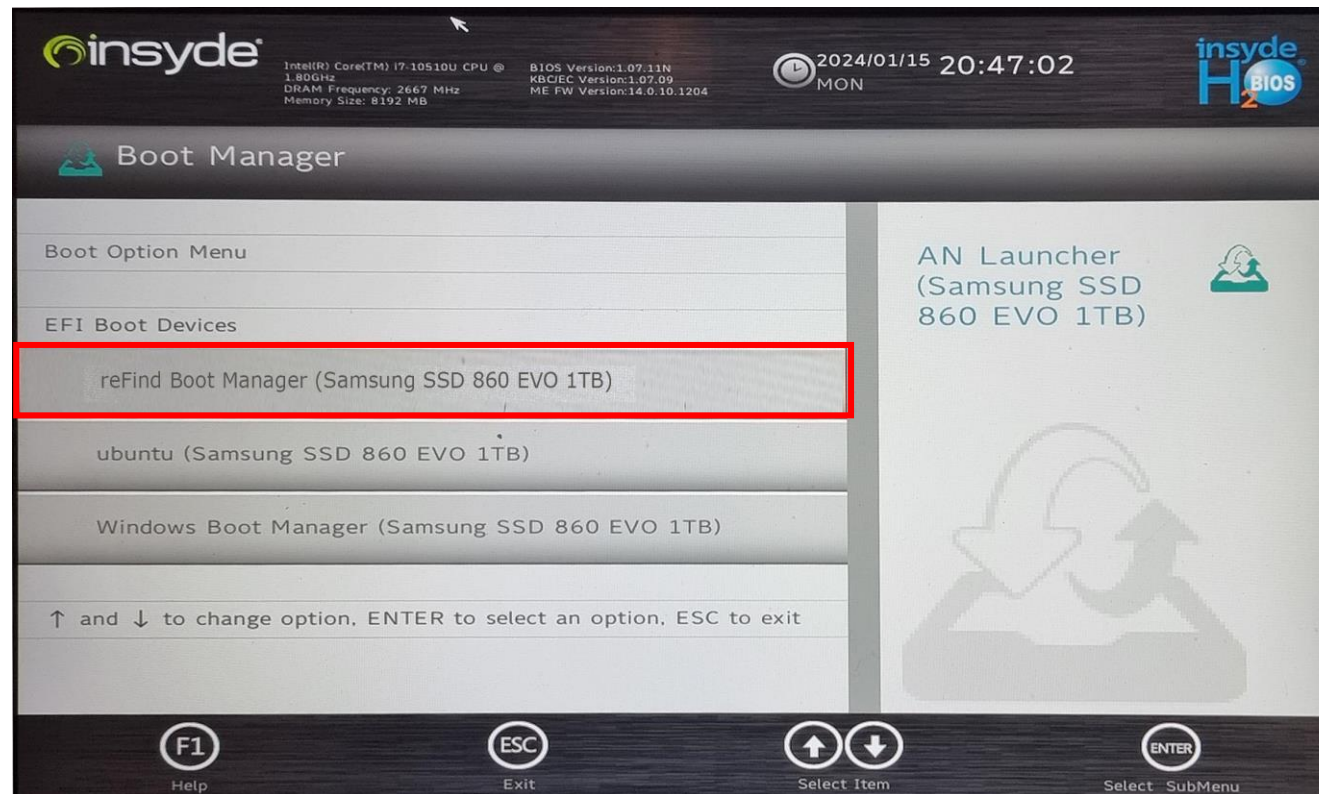
rEFInd Installatie – Windows 64bit (deel 2)

- In het folder “\efi\refind”, verwijder de folders: drivers_aa64 en drivers_ia32. Deze bestanden zijn allen nodig voor specifiek hardware.
- Om rEFInd in te stellen als het standaard EFI-opstartprogramma, typ vanaf een opdrachtprompt het volgende:

```
bcdedit /set "{bootmgr}" path \EFI\rEFInd\rEFInd_x64.efi
```
- Als je wilt, typ je `bcdedit /set "{bootmgr}" beschrijving "rEFInd beschrijving"`, om een eigen beschrijving in te stellen .
- Reboot system, en selecteer het UEFI BIOS.

rEFInd Installatie – Linux (Ubuntu)

Controleer na het opnieuw opstarten of de opstartoptie correct is ingesteld in de UEFI-bios



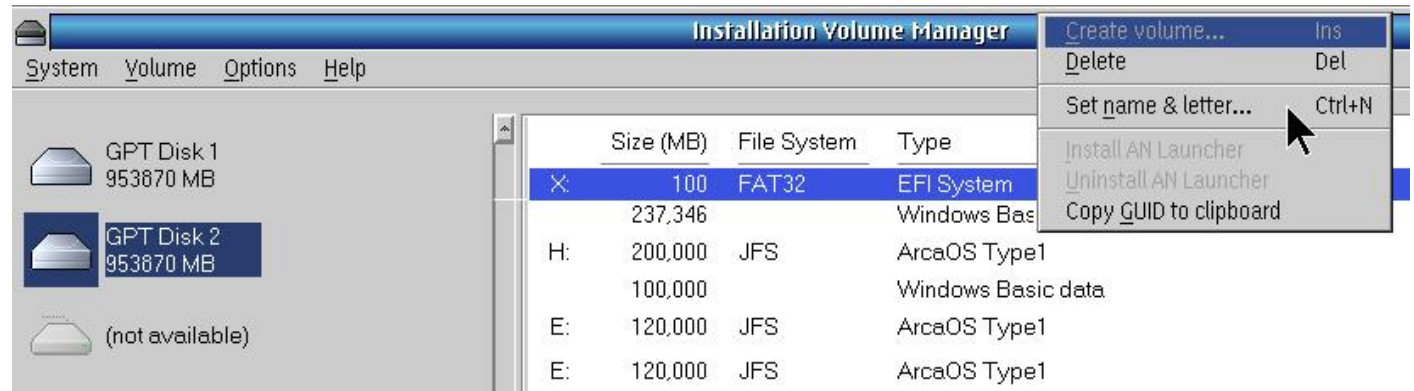
rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 1)

- Omdat er geen (bekende) mogelijkheid binnen ArcaOS is om het boot volgorde te bepalen, is het nodig om zowel het EFI shell programma te installeren als het rEFInd programma
- Download de zip bestanden van
<https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/zip/efi-1-10-update.zip>
- En
<http://www.sourceforge.net/projects/rEFInd/>

rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 2)

Omdat de gedownload programma's moet gekopieerd naar het EFI partitie, is het nodig dat deze partitie een stations letter wordt toegekend

- Als de EFI-partitie geen stations letter heeft ontvangen
 - Selecteer Computer->System setup ->
 - Selecteer de partitie
 - Via Opties-> set naam & letter
 - Opslaan en afsluiten



rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 3)

- Beide zip bestanden uitpakken.
- Kopieer het volledig shell folder en inhoud, naar het efi folder zo dat een nieuwe folder \efi\shell ontstaat.
- Kopieer het volledig refind folder en inhoud, naar het efi folder zo dat een nieuwe folder \efi\refind ontstaat.
- In het folder “\efi\refind”, verwijder de folders: drivers_aa64 en drivers_ia32. Deze bestanden zijn allen nodig voor specifiek hardware.
- Het is ook verstandig om het configuratie bestand refind.conf te back-uppen maar dan met de naam naar refind.conf-sample
- Het systeem booten en via het boot menu in het UEFI BIOS, door het EFI shell te selecteren en daarvan te booten.

rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 4)

- Het commando `bcfg` beheert de opstart- en besturingsopties die in NVRAM zijn opgeslagen. Met dit commando is het mogelijk om boot en driver variabelen te:
 - Verwijderen
 - Verplaatsen
 - Toevoegen
 - Modificeren
 - Toonen
- Wij gaan de eerst de huidige boot variabelen tonen met:
`bcfg dump`

rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 5)

```
Shell> bcfg boot dump -b
Option: 00. Variable: Boot0003
  Desc - AN Launcher
  DevPath - HD(1,GPT,33A1D84B-3B2E-4090-A766-0CFEFD223D1B,0x800,0x32000)/\EFI\Boot\LAUNCHER.EFI
  Optional- N
Option: 01. Variable: Boot0001
  Desc - ubuntu
  DevPath - HD(1,GPT,33A1D84B-3B2E-4090-A766-0CFEFD223D1B,0x800,0x32000)/\EFI\ubuntu\shimx64.efi
  Optional- Y
Option: 02. Variable: Boot0002
  Desc - Windows Boot Manager
  DevPath - HD(1,GPT,33A1D84B-3B2E-4090-A766-0CFEFD223D1B,0x800,0x32000)/\EFI\Microsoft\Boot\bootmgfw.efi
  Optional- Y
Option: 03. Variable: Boot2001
  Desc - EFI USB Device
  DevPath -
  Optional- Y
Option: 04. Variable: Boot2002
  Desc - EFI DVD/CDROM
  DevPath -
  Optional- Y
Option: 05. Variable: Boot0000
  Desc - test
  DevPath - PciRoot(0x0)/Pci(0x17,0x0)/Sata(0x0,0x0,0x0)/HD(1,GPT,33A1D84B-3B2E-4090-A766-0CFEFD223D1B,0x800,0x32000)/\EFI\Boot\LAUNCHER.EFI
  Optional- N
Option: 06. Variable: Boot2003
  Desc - EFI Network
  DevPath -
  Optional- Y
Shell> _
```

- Door gebruikt te maken van de -b optie, beperkt het dump naar maximum een scherm – een soort “more” commando.

rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 6)

- Om een nieuw item aan de NVRAM toe te voegen, moeten we de optie 'dump' wijzigen in 'add' en de volledige pad naam van het te gebruiken bestand plus een beschrijving opgeven.
- In de EFI-shell worden stations aangeduid als fs0, fs1 enz.
- De commando wij gaan gebruiken is:
`bcfg add boot fs0:EFI\refind\refind_x64.efi "Refind boot manager".`

rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 7)

- Ervan uitgaande dat de efi-partitie op schijf fs0 staat, typen we:
 `bcfg add boot 0 fs0:`
- en vervolgens op de Tabtoets drukken totdat na fs0: efi verschijnt.
- Als efi niet verschijnt, dan hetzelfde commando maar dan met fs1:, dan fs2: enz. totdat we de efi directory hebben gevonden.
- Vervolgens voegen we de pad naam van het refind boot-bestand toe aan dit commando plus een beschrijving toe.
- Het complete commando ziet ongeveer zo uit:
 `bcfg add boot 0 fs0:EFI\refind\refind_x64.efi "Refind boot manager".`

rEFInd Installatie – ArcaOS (deel 8)

- Als het commando wordt geaccepteerd, verschijn het antwoord

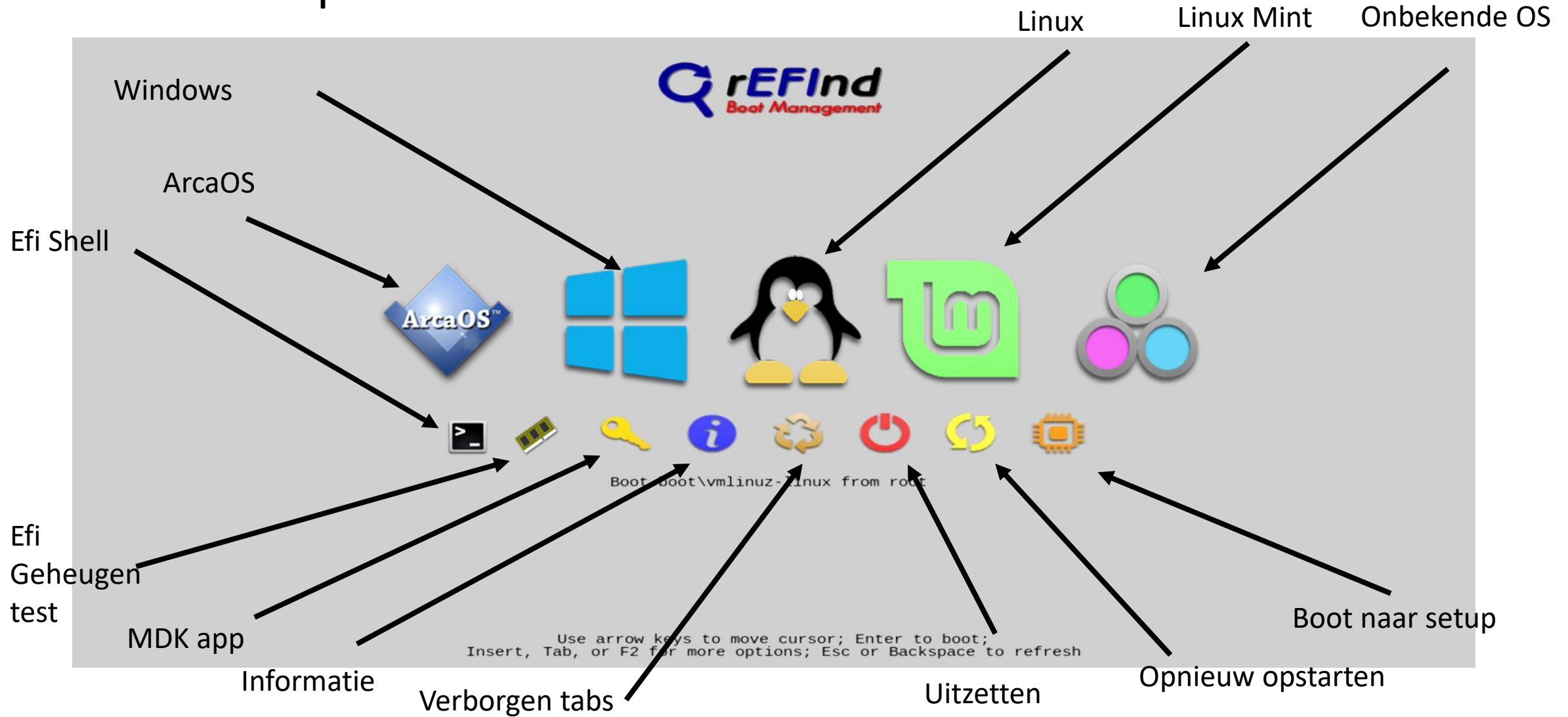
Target = 0000

Bcfg: add boot 0000 as 0

Shell>

- Na een reboot start het system op met het rEFInd bootmanager

rEFInd Opstart scherm



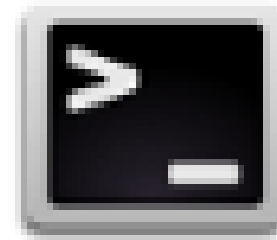
rEFInd configuratiebestand

rEFInd heeft een configuratie bestand (rEFInd. Conf) om:

- de muis in te schakelen
- het aanraakscherm te benutten
- de wachttimer in te stellen/uitzetten
- pictogram specificeren
- stanza's
- scherm resolutie
- en veel meer

rEFInd –voeg efi-shell toe aan het menu

- Het UEFI Shell kan eenvoudig toegevoegd worden aan het rEFInd startup menu.
- download het iso-bestand
- Vanuit het iso kopiëren het bestand 'efi\boot\bootx64.efi' naar het map \EFI\TOOLS met de naam shellx64.efi
- Computer afsluiten en opnieuw opstarten
- Nu is er in het EFI shell in het rEFInd menu



rEFInd - pictogrammen

- Alle pictogrammen die in rEFInd worden gebruik zijn terug te vinden in het map `\efi\rEFInd\icons`
- rEFInd gebruikt de naam van het submap om het icon te selecteren
 - UBUNTU 
 - LINUX 
 - LINUXMINT 
- Wanneer een OS niet wordt herkend wordt het 'onbekende' pictogram gebruikt.
- Door een pictogram toe te voegen met een naam die dezelfde is als die van een besturingssysteem, kan rEFInd dat pictogram weergeven

os_ubuntu.png

os_linux.png

os_linuxmint.png

os_unknown.png



os_os2.png

rEFInd - pictogrammen

- rEFInd gebruikt pictogrammen met de volgende formaten
 - Apple's ICNS
 - Portable Network Graphics (PNG) format
 - bitmap image file (BMP) format
 - Joint Photographic Experts Group (JPEG) format

PNG- en ICNS-bestanden werken het beste voor pictogrammen, omdat ze beide transparantie ondersteunen.

- rEFInd gebruik pictogrammen met de volgende afmetingen
 - OS pictogram 128x128 pixels
 - Tools 48x48 pixels (tweede rij)
 - Onderscheidingsteken 32x32 pixels

rEFInd handmatig aanpassen – stanza's

- Voor meer controle over opties voor een menu-item wordt “Stanza's gebruikt

- Menuentry "Ubuntu" {
 - loader /EFI/ubuntu/grubx64.efi
 - disabled
 - }
- menuentry Arch {
 - icon /EFI/rEFInd/icons/os_arch.png
 - volume ARCHBOOT
 - loader /vmlinuz-linux
 - initrd /initramfs-linux.img
 - options "root=/dev/sda3 ro"
 - }
- menuentry "Windows via shell script" {
 - icon \EFI\rEFInd\icons\os_win.png
 - loader \EFI\tools\shell.efi
 - options "fs0:\EFI\tools\launch_windows.nsh"
 - }

Referenties/downloads

Bootloaders - vergelijking

https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_bootloaders

Airboot – binary

<https://github.com/rousseaux/netlabs.air-boot/releases/download/v1.1.4RELEASE/AirBoot-v1.1.4-bin.zip>

EFI Shell - binary

<https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/zip/efi-1-10-update.zip>

Shell Commands

<https://docstore.mik.ua/manuals/hp-ux/en/5991-1247B/ch04s13.html>

Memory Test - efi

https://www.memtest.org/download/v7.00/mt86plus_7.00.binaries.zip

Boot Managers

Sort ascending	Developer / Publisher	Current version	Initial release date	Latest release date	License	Cost	Website / documentation
Acronis OS Selector	Acronis International GmbH	?	?	?	Proprietary	\$49.95 (personal use) \$79.99 (commercial, per seat) \$299.99 (server)	Official website
AiR-BOOT	Martin Kiewitz Ben Rietbroek	?	?	?	GPL-3.0-or-later	No cost	Official website
AKernelLoader	?	?	?	?	GPL-2.0-or-later	No cost	Official website
Barebox	Sascha Hauer the barebox community	?	?	?	GPL-2.0-only	No cost	Official website
BOOTBOOT	bzt	?	2017	May, 2023	MIT	No cost	Source repository Official website
BootIt Bare Metal (formerly BootIt Next Generation)	TeraByte Unlimited	?	?	?	Proprietary	\$39.95	Official website
BootKey	?	?	?	?	Proprietary	?	?
BootManager	?	?	?	?	MIT	No cost	?
BootX (Apple)	Apple Inc.	?	?	?	Proprietary	bundled with macOS	?
BootX (Linux)	Benjamin Herrenschmidt	?	?	?	Proprietary	No cost	?
Clover (fork of rEFIt)	?	?	?	?	GPLv2/BSD-2-Clause	No cost	Source repository
Darwin Boot Loader	Apple Inc.	?	?	?	APSL-2.0	No cost	Official Website (Archived)
Das U-Boot	DENX Software Engineering	2023.01		9 January 2023	GPL-2.0-or-later	No cost	Official website
Easyboot	bzt	?	2023	Dec, 2023	GPL-3.0-or-later	No cost	Source repository
FreeBSD loader	FreeBSD				BSD license	No cost	
GAG	Raster Software	4.10	?	10 August 2008	GPL-2.0-or-later	No cost	Official website

GRUB Legacy	GNU Project				GPL-2.0-or-later	No cost	
GNU GRUB	GNU Project	2.12		20 December 2023	GPL-3.0-or-later	No cost	Official website
Grub2Win					GPLv3		
GRUB4DOS					GPL-2.0-only		Official website
Gujin					GPL-2.0-only		Official website
systemd-boot / Gummiboot					LGPL-2.1-or-later		
iBoot	Apple Inc.				Proprietary		
LILO					BSD-3-Clause		
Limine	mitsuki	4.0	6 April 2020	5 September 2022	BSD-2-Clause	No cost	Official website
loadlin					GPL-2.0-or-later		
MasterBooter					GPL-2.0-only	No cost	Source repository
NTLDR	Microsoft		27 July 1993 (Windows NT 3.1)		Proprietary	bundled with Windows	
OpenCore	Acidanthera		4 May 2019		BSD-3-Clause	No cost	Source repository
OSL2000 Boot Manager					Proprietary		
PLoP Boot Manager					Proprietary	No cost	Official website
quibble	maharmstone	20210111	20200213	20210112	GPL-3.0-or-later	No cost	Official website
RedBoot					GPL-2.0-or-later (eCos license)		
rEFInd (fork of rEFIt)	Roderick W. Smith	0.14.4.2	20120314	20230306	GPL-3.0-or-later/BSD-3-Clause	No cost	Official website
rEFIt	Christoph Pfisterer	0.14	2 March 2006	7 March 2010	GPL-2.0-or-later/BSD-3-Clause	No cost	Official website
Simpleboot	bzt	?	2023	Jul, 2023	MIT	No cost	Documentation Source repository
Smart Boot Manager					GPL-2.0-or-later		
SPFdisk					GPL-2.0-or-later		
SYSLINUX					GPL-2.0-or-later		
TianoCore EDK II					BSD-2-Clause		
Windows Boot Manager	Microsoft		30 January 2007 (Windows Vista)		Proprietary	bundled with Windows	
XOSL					GPL-2.0-only		
FreeLoader (ReactOS Boot Loader)					GPL-2.0-or-later	No cost	Documentation
wolfBoot	wolfSSL	v1.10	12/04/2018	01/10/2022	GPL-2.0-or-later and Commercial Licensing	No cost	Official website

Shell commands - 1

Command	Description
alias	Displays, creates, or deletes aliases (can alias commands, drives, and executables)
attrib [+ -][a s h r] file dir	Displays or changes the attributes of files or directories
bcfg	Manages the boot and driver options that are stored in NVRAM.
break	Executes a debugger break point
cd	Changes the directory
cls	Clears the screen and can change background color
comp file1 file2	Compares the contents of two files up to a maximum of 10 differences
connect	Binds an EFI driver to a device and starts the driver
cp [-r][-q] src file [dst]	Copies one or more files/directories to another location -r – Copies all recursively
date	Displays the current date or sets the date in the system
dblk	Displays the contents of blocks from a block device
devices	Displays the list of devices being managed by EFI drivers
devtree	Displays the tree of devices that follow the EFI Driver Model
dh	Displays the handles in the EFI environment
disconnect	Disconnects one or more drivers from a device
dmem	Displays the contents of memory
dmpstore	Displays all NVRAM variables
drivers	Displays the list of drivers that follow the EFI Driver Model
drvcfg	Invokes the Driver Configuration Protocol
drvdiag	Invokes the Driver Diagnostics Protocol
echo	Displays messages or turns command echoing on or off

Shell commands -2

Command	Description
edit	Edits an ASCII or UNICODE file in full screen
EfiCompress	Compresses a file
EfiDecompress	Decompresses a file
err	Displays or changes the error level
exit	Exits the EFI Shell
getmtc	Displays the current monotonic counter value
goto	Makes batch file execution jump to another location
guid	Displays all the GUIDs in the EFI environment
help [-b]	Displays commands list or verbose help of a command. -b – Displays one page at a time
hexedit	Edits with hex mode in full screen
load	Loads EFI drivers (e.g., Load ipmi.efi)
LoadBmp -w(seconds)	Displays a Bitmap file onto the screen
LoadPciRom	Loads a PCI Option ROM image from a file
ls [-b -r -a]	Display a list of files
map [-r -v -d]	Displays, resets, or deletes mappings with verbose option
memmap	Displays the memory map
mkdir dirname	Creates a directory at current location
mm	Displays or modifies MEM/IO/PCI
mode [row col]	Displays or changes console output
mount BlkDevice [sname]	Mounts a file system on a block device. The mounted names are lost at next map -r.
mv src dest	Moves one or more files/directories to destination
OpenInfo	Displays the protocols on a handle and the agents

Shell commands - 3

Command	Description
pause	Prints a message and suspends for keyboard input. Options are q to quit, any other key resume script.
pci	Displays PCI devices or PCI function configuration space
reconnect	Reconnects one or more drivers from a device
reset [-w -s] [string]	Resets the system with warm reboot or complete shutdown. Can pass a string to the reset service.
rm [-q] file dir	Deletes one or more files or directories -q – Does not prompt for a confirmation
set [-d -v -b] [sname [valu	Displays, deletes, changes, or creates environment variables
setsize	Sets the size of a file
stall	Stalls the processor for some microseconds
time	Displays the current time or sets the time of the system
touch [-r] filename	Sets the time and date of a file to the current time and date
type [-a -u] file	Displays the contents of a file (ASCII or Unicode)
unload	Unloads a protocol image
ver	Displays the version information
vol [fs] [VolLabel]	Displays volume information of the file system